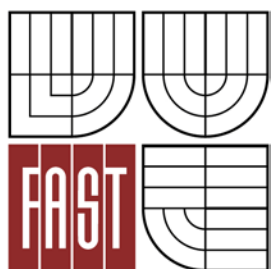




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

SOLAR GAINS IN BUILDINGS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013



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. TOMÁŠ TENORA
Název	Solární zisky v budovách
Vedoucí diplomové práce	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013
V Brně dne 31. 3. 2012	

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

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
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

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 a modelování

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 zadanou problematiku

Předepsané přílohy

.....

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou solárních zisků v budovách. Práce uvádí přehled teoretických poznatků k řešení solárních zisků. V experimentální části se práce zabývá možnostmi měření intenzity sluneční radiace a vyhodnocením dat z meteorologické stanice. Aplikace tématu je poté využita na polyfunkční budově. Tato část má za cíl ukázat možnosti návrhu vzduchotechnických a klimatizačních systémů za účelem tvorby vnitřního mikroklimatu a jejich následné hodnocení.

Klíčová slova

klimatizace, vzduchotechnika, chlazení, mikroklima, solární zisky, ozáření, energie, měření, tepelně vlhkostní bilance, úpravy vzduchu

Abstract

Master's thesis deals with solar gains in buildings. The thesis presents an overview of the theoretical knowledge to solve solar gain. The thesis deals possibilities of measuring the intensity of solar radiation and evaluation of data from the meteorological station in the experimental part. Application of topic is then used for polyfunctional building. This part aims to show possibilities of design of air conditioning systems for the purpose of making indoor microclimate and their subsequent evaluation.

Keywords

air-conditioning, ventilation, cooling, microclimate, solar gains, irradiation, energy, measurement, heat moisture balance, air modification

...

Bibliografická citace VŠKP

TENORA, Tomáš. *Solární zisky v budovách*. Brno, 2012. 158 s., 186 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D..

Prohlášení:

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

V Brně dne 11.1.2013

.....
podpis autora
Tomáš Tenora

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé diplomové práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za ochotu, cenné rady a odbornou pomoc při tvorbě této práce.

OBSAH

Část A – Analýza tématu

1. Úvod.....	5
2. Cíle práce.....	5
2.1 Analýza tématu.....	5
2.2 Experimentální řešení.....	5
2.3 Aplikace tématu na budově.....	5
3. Analýza zadaného tématu.....	6
3.1 Slunce.....	6
3.2 Slunce jako zdroj energie.....	6
3.3 Sluneční záření.....	6
3.4 Sluneční konstanta.....	10
3.5 Průchod slunečního záření atmosférou, Linkeho vztah.....	12
4. Teoretické řešení.....	14
4.1 Základy termomechaniky – sdílení tepla.....	14
4.1.1 Vedení tepla.....	14
4.1.2 Proudění tepla.....	15
4.1.3 Sálání tepla.....	16
4.1.4 Prostup tepla.....	17
4.2 Určení intenzity slunečního záření.....	18
4.2.1 Poloha slunce a parametry tuto polohu určující.....	18
4.2.2 Intenzita přímé, difúzní a celkové sluneční radiace.....	20
4.2.3 Intenzita sluneční radiace procházející standardním zasklením.....	21
4.3 Tepelné zisky z vnějšího prostředí.....	23
4.3.1 Tepelné zisky okna radiací.....	23
4.3.2 Teplota venkovního vzduchu.....	25
4.3.3 Tepelné zisky okna konvekcí.....	25
4.3.4 Tepelné zisky stěnami.....	25
5. Využití modelování a výpočetní techniky.....	27
6. Aktuální technická řešení v praxi.....	28
6.1 Pasivní využití.....	28
6.2 Aktivní využití.....	28
6.2.1 Fototermální přeměna.....	29
6.2.2 Solárně-termická přeměna.....	29
6.2.3 Fotovoltaická přeměna.....	29
7. Normové a legislativní podklady.....	30
7.1 Legislativní předpisy.....	30
7.2 Technické normy.....	30

Část B – Experimentální řešení

8. Cíle experimentálního měření.....	32
9. Měření slunečního záření.....	32
9.1 Termočlávkové (teplotní) pyranometry.....	32
9.2 Polovodičové snímače.....	34
10. Vlastní experimentální měření.....	36

10.1	Přístrojová technika.....	36
10.2	Postup měření.....	37
10.3	Zjištění součinitele znečištění atmosféry daného místa.....	39
10.3.1	Vstupní hodnoty.....	39
10.3.2	Postup výpočtu.....	40
10.3.3	Zjištění součinitele znečištění atmosféry dle Linkeho vztahu.....	41
10.3.4	Hodnocení a závěr.....	41
10.4	Měření intenzity slunečního záření nepřímo za pomoci rozdílu teplot.....	43
10.4.1	Den 1.	44
10.4.2	Den 2.	45
10.4.3	Den 3.	46
10.4.4	Den 4.	47
10.4.5	Popis a hodnocení vybraných variant dnů.....	48
10.4.6	Závěr.....	51
10.5	Analýza dat z meteorologické stanice.....	52
10.5.1	Dopadající sluneční energie za den.....	53
10.5.2	Dopadající sluneční energie za měsíc.....	56
10.5.3	Dopadající sluneční energie za rok.....	57
10.5.4	Porovnání intenzity slunečního záření.....	59

Část C – Aplikace tématu na budově

11.	Charakteristika daného objektu.....	62
11.1	Výchozí hodnoty.....	64
11.1.1	Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	64
11.1.2	Konstrukce daného objektu.....	66
11.1.3	Výchozí hodnoty pro interní mikroklima.....	66
12.	Tepelně vlhkostní objektu.....	68
12.1	Tepelná bilance pro letní období.....	68
12.1.1	Tepelná bilance 1.NP při různé orientaci ke světovým stranám.....	69
12.1.2	Tepelná bilance 2.NP při různé orientaci ke světovým stranám.....	74
12.1.3	Zhodnocení tepelné zátěže při různé orientaci objektu.....	81
12.2	Tepelné zisky oknem radiací.....	81
12.3	Vlhkostní bilance.....	84
12.4	Tepelná bilance pro zimní období.....	85
12.5	Celkový přehled tepelně vlhkostních bilancí.....	85
13.	Koncepce a návrh technického řešení.....	87
14.	Varianta A – Kombinovaný klimatizační systém s fancoily.....	88
14.1	Systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT.....	88
14.1.1	Úpravy vzduchu pro VZT jednotku – zařízení číslo 1A.....	89
14.1.2	Úpravy vzduchu pro VZT jednotku – zařízení číslo 2A.....	90
14.1.3	Návrh potrubí.....	91
14.1.4	Návrh vzduchotechnických jednotek.....	96
14.2	Klimatizační systém vodní s fancoily.....	98
14.2.1	Návrh fancoil jednotek pro 1.NP – zařízení číslo 3A.....	99
14.2.2	Návrh fancoil jednotek pro 2.NP – zařízení číslo 4A.....	103
14.2.3	Návrh zdroje chladicí a topné vody pro fancoil a VZT jednotky.....	107

15. Varianta B – Kombinovaný klimatizační systém chladivový.....	108
15.1 Systém nuceného větrání s ohřevem a ZZT.....	108
15.1.1 Úpravy vzduchu pro VZT jednotku – zařízení číslo 1B.....	109
15.1.2 Úpravy vzduchu pro VZT jednotku – zařízení číslo 2B.....	110
15.1.3 Návrh potrubí.....	111
15.1.4 Návrh vzduchotechnických jednotek.....	116
15.2 Klimatizační systém chladivový.....	118
15.2.1 Návrh vnitřních chlad. jednotek pro 1.NP – zařízení číslo 3B.....	119
15.2.1 Návrh vnitřních chlad. jednotek pro 2.NP – zařízení číslo 4B.....	123
15.2.3 Návrh venkovních chladivových jednotek.....	127
16. Hodnocení navržených variant.....	129
16.1 Ekonomické hodnocení.....	129
16.1.1 Roční náklady na provoz zařízení – varianta A.....	132
16.1.2 Roční náklady na provoz zařízení – varianta B.....	132
16.2 Celkové hodnocení.....	133
16.3 Závěr.....	133

Technická zpráva

17. Technická zpráva.....	135
17.1 Úvod.....	135
17.1.1 Podklady pro zpracování.....	135
17.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	136
17.1.3 Výpočtové hodnoty pro interní mikroklima.....	136
17.2 Základní koncepční řešení.....	138
17.2.1 Varianta A – Kombinovaný klimatizační systém s fancoily.....	138
17.2.2 Varianta B – Kombinovaný klimatizační systém chladivový.....	139
17.2.3 Větrání hygienického zázemí.....	139
17.2.4 Energetické zdroje.....	140
17.3 Popis technického řešení.....	141
17.3.1 Varianta A.....	141
17.3.2 Varianta B.....	142
17.4 Měření a regulace.....	144
17.5 Nároky na související profese.....	145
17.6 Protihluková a protiotřesová opatření.....	146
17.7 Izolace a nátěry.....	146
17.8 Protipožární opatření.....	146
17.9 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	147
17.10 Závěr.....	147
17.11 Přílohy technické zprávy.....	147
17.11.1 Přehled vzduchotechnických zařízení.....	148
17.11.2 Funkční schéma.....	150

Seznamy

18. Seznam použitých zdrojů.....	153
19. Seznam použitých značek a indexů.....	156
20. Seznam příloh.....	158



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH SOLAR GAINS IN BUILDINGS

ČÁST A – ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1. ÚVOD

Zadaná diplomová práce se zabývá solárními zisky v budovách, jakožto jedním z klíčových faktorů ovlivňujících mikroklima v budovách. V této práci se uplatní aplikace daného tématu na polyfunkční budově v Blansku a následné hodnocení navržených variant. V experimentální části se poté zabývá měřicími metodami slunečního záření a možnostmi měření intenzity slunečního záření nepřímo za pomoci rozdílu teplot.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je ukázat, jak významný vliv mají solární zisky při návrhu vzduchotechnických a klimatizačních systémů. S tímto souvisí jejich důležitost, kterou se podílí na celkové tepelné bilanci budov a tuto bilanci ovlivňují.

2.1 Analýza tématu

Práce rovněž popisuje Slunce a jeho záření jako původce solárních zisků a přeměny této energie z fyzikálního hlediska. Zabývá se zde, mimo jiné, sluneční konstantou, součinitelem znečištění atmosféry a faktorům, které tento součinitel ovlivňují. Teoretické řešení poté nabízí možnost výpočtu solárních zisků a jejich aplikaci v praxi.

2.2 Experimentální řešení

Součástí této diplomové práce je experimentální část, která má za úkol zpracovat naměřené hodnoty intenzity sluneční radiace z meteorologické stanice, tyto data porovnat a informovat o možnosti jejich využití. Vlastní experiment se poté zabývá měřením intenzity sluneční radiace za pomoci pyranometru a teoretickou možnostmi měření intenzity slunečního záření nepřímo za pomoci rozdílu teplot. Naměřené hodnoty nám také umožňují zjistit součinitel znečištění atmosféry.

2.3 Aplikace tématu na budově

Dalším, neméně významným cílem, je ukázat možnosti návrhu vzduchotechnických a klimatizačních systémů na polyfunkční budově v Blansku, jejich různé varianty, a posoudit je z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, ekonomiky provozu, estetických a prostorových nároků či vlivu na životní prostředí. Tyto systémy jsou voleny na základě vyčíslení tepelně vlhkostních bilancí a vhodnosti jejich použití.

3. ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU

3.1 Slunce

Slunce je středem naší planetární soustavy, do které patří také planeta Země. Je pro nás nejdůležitější hvězdou, protože je zdrojem téměř veškeré energie na Zemi. Pouze necelé jedno procento připadá na energii geotermální, energii přílivu a odlivu a energii jadernou, většinu tedy tvoří již zmíněná sluneční energie.

Slunce má tvar koule o průměru $139,2 \cdot 10^4$ km, to znamená 109krát větší než je průměr Země. Co se týče chemického složení, Slunce se skládá převážně z vodíku (73 %), helia (25 %) a dalších prvků jako jsou uhlík, kyslík, dusík, železo, neon, křemík apod., na které přidají zbylá dvě procenta.

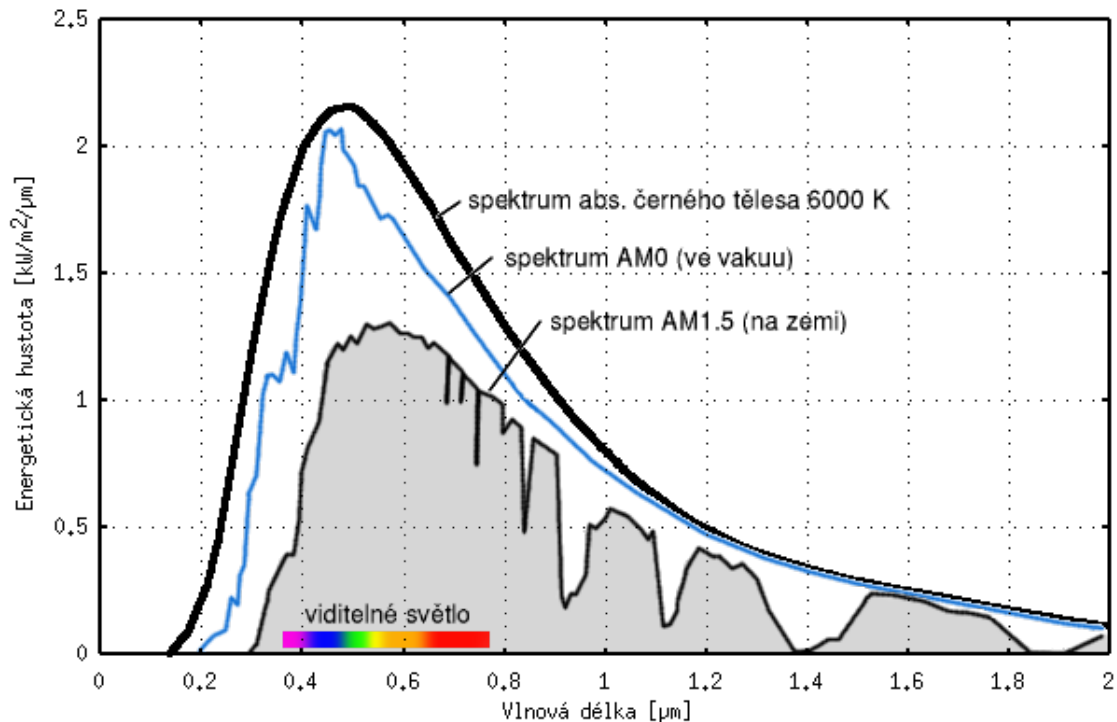
3.2 Slunce jako zdroj energie

V jádru Slunce probíhá za velmi vysokého tlaku $2 \cdot 10^{10}$ MPa a teploty $15 \cdot 10^6$ K termonukleární reakce, a to slučováním vodíku, respektive jeho izotopů deuteria a tritia, v helium. Při této reakci se uvolňuje obrovské množství energie v podobě velmi krátkovlnného záření gamma. Tato energie se na povrch Slunce dostává částečně vedením a v blízkosti povrchu konvekcí. Přitom dochází k rozptýlení, k pohlcení a znovu vyzáření energie tak, že na povrchu Slunce už vyzařována energie obsahuje široké spektrum záření a ne pouze gamma, což by mělo za následek negativní vliv na život na planetě. Tento rozptyl způsobí, že efektivní teplota povrchu slunce je přibližně 5770 K a více jak polovina veškeré vyzařované energie je v oblasti viditelného spektra, tedy o vlnové délce 390 až 760 nm. [4]

Celkový tok energie, který Slunce vyzařuje do kosmu, činí $3,85 \cdot 10^{26}$ W. Měrný tok energie (intenzita záření) na povrchu Slunce je $6 \cdot 10^7$ W.m⁻². [2]

3.3 Sluneční záření

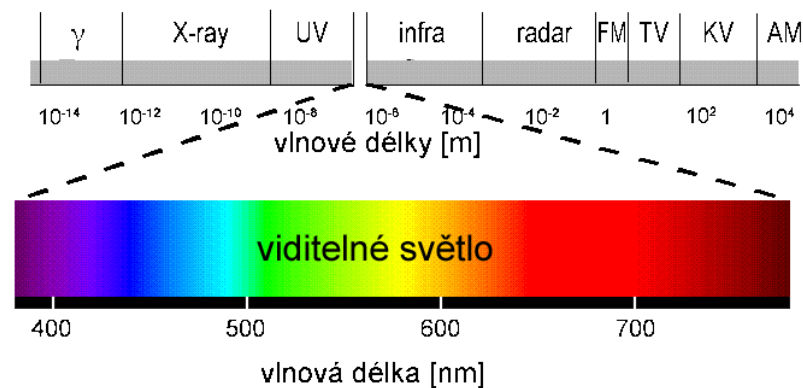
Sluneční energie je proud elektromagnetického záření vysílaný z povrchu Slunce na osvětlenou stranu Země. Slunce je možné považovat za černé těleso, což podle Planckova vyzařovacího zákona značí, že vyzařuje energii ve formě elektromagnetického záření v celém rozsahu vlnových délek, odpovídající vyzařování černého tělesa o téže teplotě jako je teplota povrchu slunce 5770 K. Černé těleso o této teplotě vyzařuje nejvíce energie v oblasti viditelného záření. [4]



Obrázek 1: Spektrum slunečního záření [5]

Spektrum slunečního záření zahrnuje:

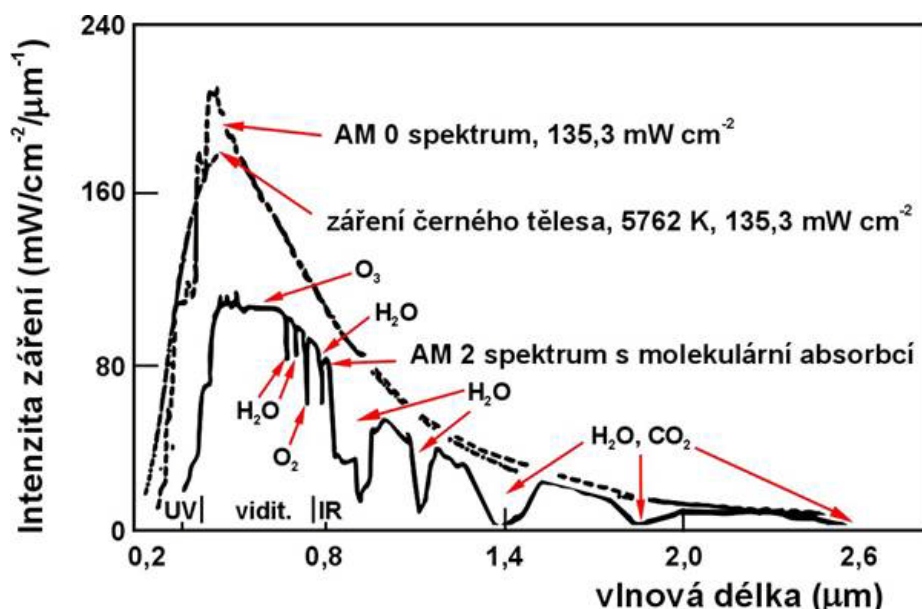
- **Ultrafialové sluneční záření** s vlnovými délkami menšími než 390 nm, které před vstupem do zemské atmosféry tvoří asi 7 % energie celkového elektromagnetického slunečního záření a jež je ze značné části absorbováno atmosférickým ozónem ve stratosféře.
- **Viditelné sluneční záření** s vlnovými délkami od 390 nm do 760 nm vytvářející spektrum barev od fialové po červenou (asi 48 % energie celkového elektromagnetického slunečního záření před vstupem do atmosféry).
- **Infračervené sluneční záření**, které má vlnové délky větší než 760 nm a před vstupem do atmosféry tvoří přibližně 45 % z toku energie slunečního záření.



Obrázek 2: Spektrum elektromagnetického záření [6]

Zemská atmosféra sahá do výšky přes 1000 km, je to poměrně tenká vrstva vyplněná vzduchem, je složená převážně z dusíku a kyslíku. Ve výškách nad 60 km pohlcují tyto plyny ultrafialové a rentgenové záření a jsou jím ionizovány (odtud název ionosféra). Níže v atmosféře (ve výškách od 20 do 30 km) se zachycuje ultrafialové záření ve vrstvě s velkým obsahem ozónu (odtud ozónosféra). Pohlceným ultrafialovým zářením se ozónosféra zahřívá. Celkově atmosféra asi 1/3 slunečního záření odrazí, část pohlcuje a rozptyluje, čímž se sluneční záření oslabuje a mění se jeho spektrální složení. [2]

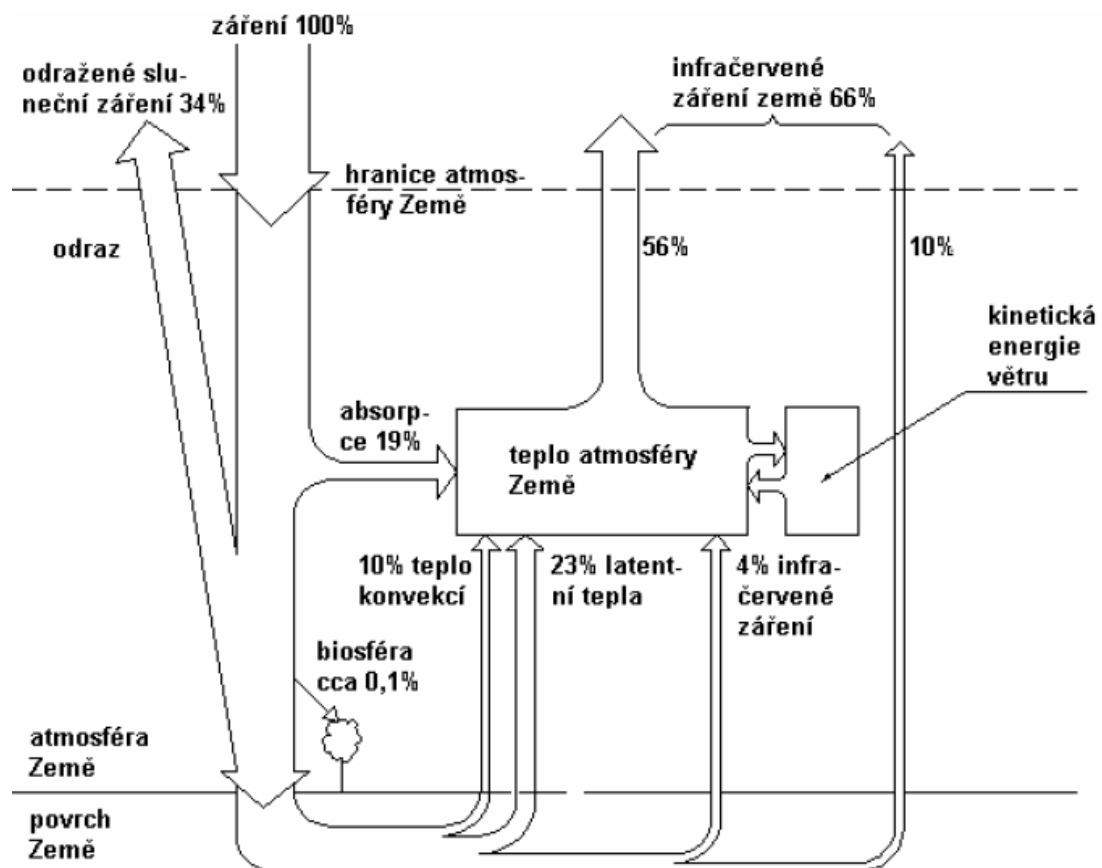
Tak se objevují např. absorpční pásy O_2 , N_2 , O_3 a vodní páry (ozon O_3 absorbuje záření s vlnovou délkou pod 290 nm). Pásky způsobené absorpcí spojenou s vybuzením rotačně vibračních stavů molekul leží převážně v infračervené oblasti. Aby bylo možno v hrubých rysech charakterizovat skutečné podmínky, zavádí se veličina *AM* (air mass, tj. vliv vzduchové vrstvy), která popisuje v daném případě vliv atmosféry: *AM 0* znamená záření, které ještě neprošlo atmosférou. *AM 1* záření, které prošlo atmosférou kolmo, tj. proniklo celou vrstvou atmosféry. *AM 1,5* znamená záření, které prošlo atmosférou po dráze, která je 1,5krát větší než její tloušťka. Pro difuzní záření se často bere *AM 1,5* jako střední hodnota. *Obrázek 3* ukazuje rozdíly mezi *AM 0* a *AM 2* v porovnání s křivkou záření absolutně černého tělesa. [7]



Obrázek 3: Spektrální složení slunečního záření pro *AM 0* a *AM 2* [7]

Přibližně jedna polovina zářivého toku ze slunce je pohlcena zemským povrchem a prochází různými přeměnami:

- Pohlcená tepelná energie se následně vyzáří ve formě infračerveného záření s vlnovou délkou okolo 10 μm , pro které je atmosféra z větší části nepropustná. Vyzářeného tepla se ve vzduchu přítomnými víceatomovými plyny absorbuje, a to pak vede k trvalému zvýšení teploty zemského povrchu (tzv. skleníkový efekt).
- Velká část energie dopadající na hladiny oceánů se spotřebuje na vypařování vody (latentní teplo). Vodní páry jsou vynášeny vzestupnými proudy vzhůru, kde v chladnějších vyšších vrstvách atmosféry kondenzují a tím předávají svoje skupenské teplo okolnímu vzduchu.
- Vzduch zahřátý od povrchu Země stoupá vzhůru a na jeho místo proudí těžší chladnější vzduch. Cirkulací zahřátého vzduchu vznikají větry a jejich kinetická energie pochází tedy ze slunečního záření. Celková energie nahromaděná v pohybu vzduchu dosahuje na celé Zemi hodnoty 10^{20} J. Při proudění však vzduch ztrácí část své kinetické energie, kterou Slunce trvale dodává do atmosférické cirkulace.
- Procesy přeměny slunečního záření v biosféře jsou sice z energetického hlediska zanedbatelné (pouze 1‰), avšak jsou nezbytné pro život na Zemi. [1, 8]



Obrázek 4: Tepelná bilance přeměny slunečního záření v atmosféře [8]

Sluneční záření lze rozdělit na dvě části, a to na sluneční záření přímé a rozptýlené (difúzní). Přímé sluneční záření přichází do oka pozorovatele ze Slunce a vzhledem k velké vzdálenosti Země od Slunce tvoří svazek prakticky rovnoběžných paprsků. Rozptýlené sluneční záření vzniká následkem rozptylu přímých slunečních paprsků na molekulách plynných složek vzduchu, na vodních kapičkách, ledových krystalcích a na nejrůznějších aerosolových částicích vyskytujících se v zemském ovzduší. Kromě toho je součástí difúzního záření také sálání okolních ploch, terénu, budov apod. K oslunění plochy také přispívá odraz přímého záření od okolního terénu, které může být významné u větších vodních ploch, aj. větších světlých lesklých ploch.

Základní veličinou při popisu slunečního záření dopadajícího na Zemi je jeho intenzita, kterou definujeme jako množství zářivé energie, jež za jednotku času dopadá na jednotkovou plochu orientovanou kolmo ke slunečním paprskům. Na plochu kolmou ke slunečním paprskům dopadá na hranici zemské atmosféry $1367 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, to je tzv. sluneční konstanta. [1]

3.4 Sluneční konstanta

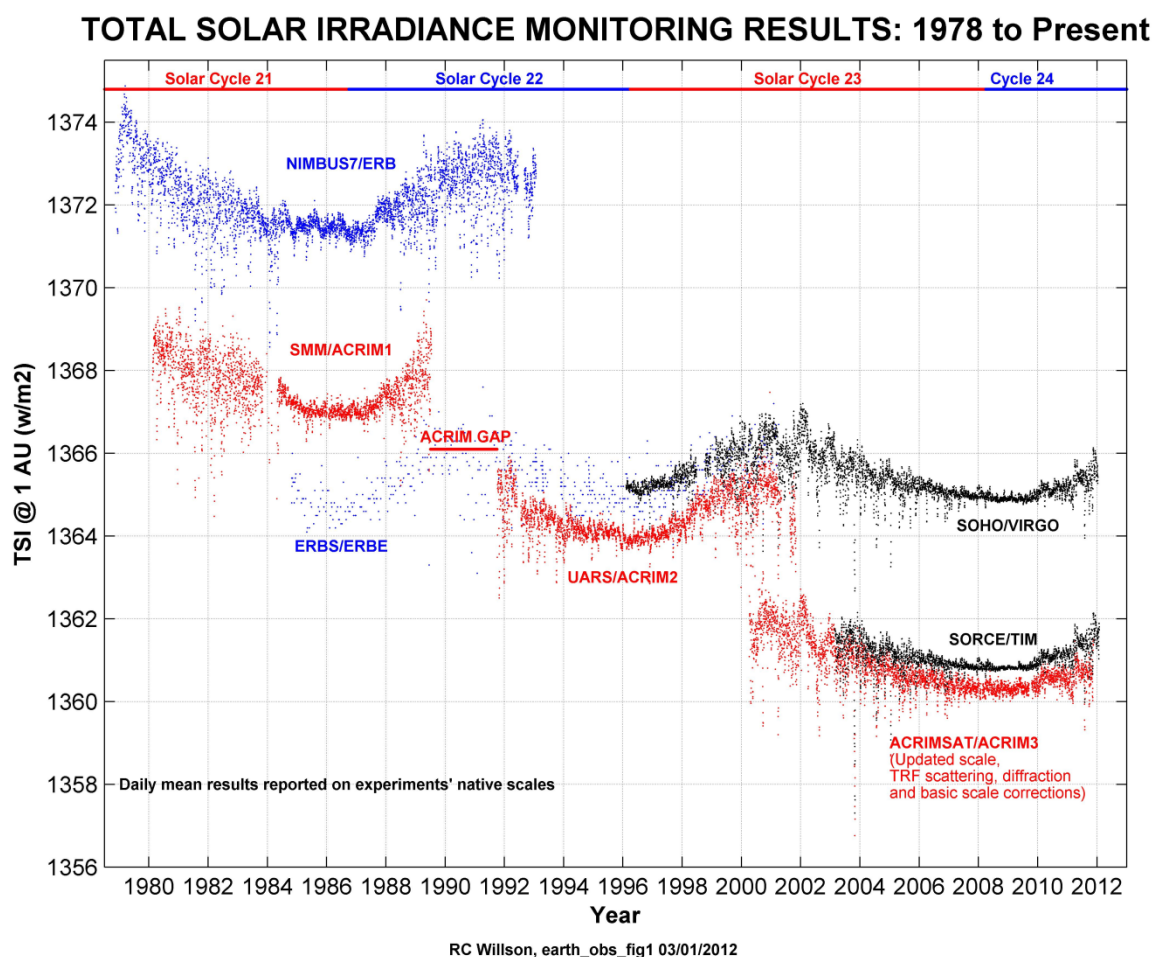
Sluneční konstanta (též solární konstanta) je tok sluneční energie procházející plochou 1 m^2 , kolmou na směr paprsků, za 1 s ve střední vzdálenosti Země od Slunce měřený mimo zemskou atmosféru. Konstanta zahrnuje celé spektrum slunečního záření, nejen viditelné světlo. Pojem sluneční konstanta zavedl roku 1837 francouzský fyzik Claude Pouillet, který se zabýval měřením intenzity slunečního záření.

Vzhledem k tomu, že oběžná dráha Země je mírně excentrická, skutečný tok energie na Zemi během roku mírně kolísá. Odchytky proti hodnotě sluneční konstanty činí přibližně $\pm 1,7 \%$. Pokud hodnota sluneční konstanty zahrnuje i proměnou sluneční aktivitu, uvádí se termín *TSI* (total solar irradiance), tedy celkové sluneční záření, které se po převedení na vzdálenost 1 AU může měnit dle změny sluneční aktivity, hodnota *TSI* tedy kolísá. Termín *TSI* je proměnná hodnota, s odchylkou závislou na sluneční aktivitě. NASA uvádí hodnotu $TSI = 1353 \pm 21 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Pojem sluneční konstanta je stanoven dohodou a její velikost činí $1367 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Při pokusech o určení sluneční konstanty z pozemských pozorování byla konstanta určena s nepřesností 2% vzhledem k nestabilitě atmosférických podmínek a také proto, že atmosféra nepropouští sluneční záření v celém rozsahu spektra. Při novějších pozorováních, kdy se měří solární konstanta přímo nad zemskou atmosférou za pomoci družic, se zjistily malé změny

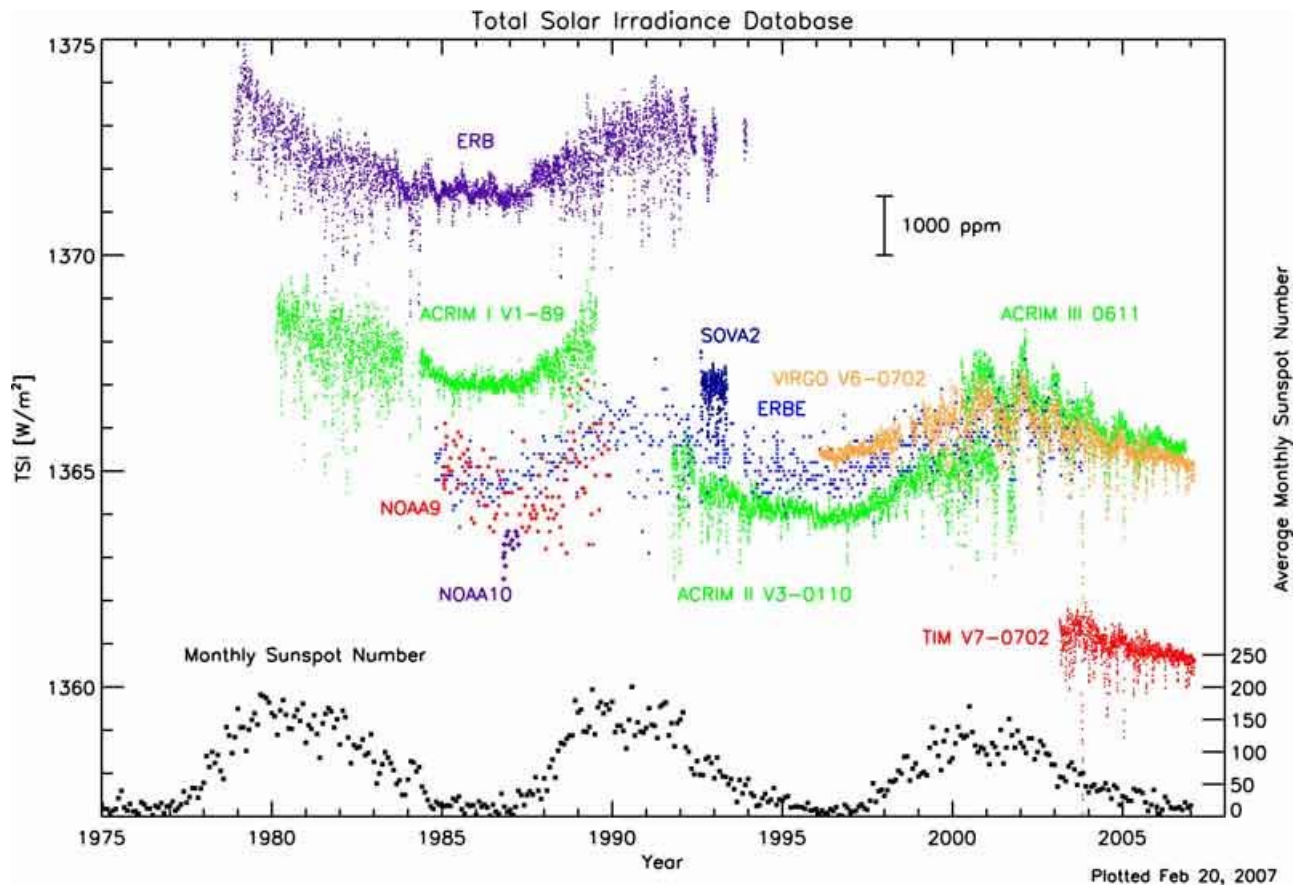
hodnoty sluneční konstanty v závislosti na sluneční aktivitě, a to o 0,1 %. Tyto změny nemají vliv na momentální počasí, ovlivňují však dlouhodobé změny klimatu. [9]

Následující obrázek ukazuje naměřená data z vesmírných programů Národního úřadu pro letectví a kosmonautiku (NASA). První z vesmírných programů měl název NIMBUS, poté následovaly projekty ACRIM, ERBS a VIRGO.



Obrázek 5: Sluneční konstanta (*TSI*) od roku 1978 do současnosti [10]

Satelitní data ukazují, že sluneční konstanta je proměnná. Sluneční záření (jeho příkon) se snížilo od maxima slunečních skvrn v roce 1979 do minima v roce 1986, zvýšilo se znovu směrem k dalšímu maximu v jedenáctiletém cyklu. Nyní opět směřuje k maximu 24. cyklu, které by mělo nastat v roce 2013. To přišlo jako překvapení, protože se neočekávalo, že tmavé sluneční skvrny s jejich silným magnetickým polem zvyšují volný tok energie z nitra slunce vně. Navíc se ukázalo, že jasné výtrysky v okolí slunečních skvrn zvyšují tok energie více než sluneční skvrny, takže dochází k přírůstku slunečního záření. Na následujícím obrázku 6 je patrná závislost sluneční konstanty na počtu slunečních skvrn.



Obrázek 6: Sluneční konstanta (TSI) v závislosti na počtu slunečních skvrn [11]

3.5 Průchod slunečního záření atmosférou, Linkeho vztah

Jak již bylo výše uvedeno, průchodem paprsků atmosférou se intenzita slunečního záření zmenšuje, dochází jednak k rozptylu paprsků odrazem o molekuly plynů a částičky prachu ve vzduchu, jednak k absorpci záření víceatomovými plyny (vodní párou H_2O , oxidem uhličitým CO_2 , a ozónem O_3) obsaženými ve vzduchu. Mírou tohoto zmenšení intenzity slunečního záření je tzv. součinitel znečištění atmosféry Z , který závisí na obsahu příměsí ve vzduchu a na atmosférickém tlaku (nadmožské výšce).

Součinitel znečištění atmosféry je definován Linkeho vztahem

$$Z = \frac{\ln I_0 - \ln I_n}{\ln I_0 - \ln I_c}$$

kde: I_0 – sluneční konstanta;

I_n – intenzita záření na plochu kolmou ke slunečním paprskům při daném znečištění ovzduší;

I_c – intenzita záření na plochu kolmou ke slunečním paprskům při dokonale čistém ovzduší.

Na venkově, kde je čistý vzduch, je součinitel Z menší než ve městech se značnou koncentrací exhalací. Také s přibývajícím nadmořskou výškou se součinitel Z zmenšuje. Nejmenší hodnoty byly zjištěny na vrcholcích velehor ($Z = 2$), největší naopak v průmyslových městech ($Z = 5$ až 6, krátkodobě až 8). Za normálních okolností lze počítat s průměrnými hodnotami

$Z = 3$ pro venkov bez průmyslových exhalací;

$Z = 4$ pro města s průmyslovými exhalacemi.

Pro vysoko položená místa (v nadmořské výšce nad 1000 m n. m.) lze počítat s hodnotou menší než $Z = 3$, např.

$Z = 2,5$ pro místa nad 1000 m n. m.;

$Z = 2,0$ pro místa nad 2000 m n. m.

Součinitel znečištění atmosféry Z není v daném místě stálý. Mění se periodicky mění s denní a roční dobou, větší krátkodobé výkyvy pak mohou nastat v souvislosti s výskytem exhalací a dále vlivem počasí (popřípadě souhrnu obou těchto činitelů). Pravidelné dlouhodobé (roční) změny hodnot Z souvisí s obsahem vodní páry ve vzduchu (mění se s teplotou). [2]

4. TEORETICKÉ ŘEŠENÍ

4.1 Základy termomechaniky – sdílení tepla

Termomechanika zkoumá základní fyzikální jevy a zabývá se jevy, které souvisí s přenosem tepla, jakožto důležitým fyzikálním jevem ve vzduchotechnice. Sleduje mechanismus výměny tepla konečnou teplosměnnou plochou v reálném čase s vyčíslením tepelných toků a příslušných teplot. Tyto děje se uplatní při tvorbě interního mikroklimatu.

Základní způsoby přenosu tepla: vedení, proudění a sálaní.

4.1.1 Vedení tepla

Je mechanismus tepelných výměn, který je typický pro sdílení tepla v tuhých tělesech. Z časového hlediska jej můžeme rozdělit na děje stacionární a nestacionární. Proces vedení tepla popisuje Fourierův zákon, jenž popisuje, že vektor hustoty tepelného toku \mathbf{q} je přímo úměrný teplotnímu gradientu ∇T . Tento zákon byl stanoven na základě zkušeností. Nestacionární vedení tepla popisuje parciální diferenciální rovnice

$$\mathbf{q} = -\lambda \nabla T,$$

kde: \mathbf{q} – měrný tepelný tok [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$];

λ – tepelná vodivost [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$];

T – absolutní teplota [K];

∇ – nabra, ze skalárního pole vytvořené vektorové určující růst (gradient)

$$\nabla = \left[\frac{\partial}{\partial x}; \frac{\partial}{\partial y}; \frac{\partial}{\partial z} \right];$$

$\Delta = \nabla^2$ (operátor, který ze skalárního pole vytvoří jiné skalární pole určující, jak se hodnota liší od svého okolí – součet druhých derivací).

$$\Delta = \left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right]$$

Rovnice tepelné difúze je možno popsat a řešit v těchto souřadnicích

- kartézských;
- cylindrických;
- sférických.

Metody řešení jsou poté analytické, numerické či analyticko-experimentální.

Nestacionární vedení tepla

Analytické řešení vychází z rovnice tepelné bilance elementu trojrozměrného tělesa a vede k parciální diferenciální rovnici (postihuje rozložení teplot v tělese). Pro řešení je nutná znalost počátečních a okrajových podmínek. Příklad rovnice v kartézských souřadnicích

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z} \right) + Q'_{zdr} = \rho \cdot c \cdot \frac{\partial t}{\partial \tau}$$

Toto platí pro homogenní a izotropní materiál a jsou možná další zjednodušení.

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{Q'_{zdr}}{\lambda} = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial t}{\partial \tau}$$

Stacionární vedení tepla stěnou

Zjednodušení (např. uvažování konstantních tepelně-technických vlastností materiálů) vedou na stacionární vedení tepla jednorozměrné. Příkladem je vedení tepla stěnou, které je dáno vztahem

$$q = \frac{\lambda}{d} \cdot (t_1 - t_2),$$

kde: q – měrný tepelný tok [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$];

λ – tepelná vodivost [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$];

t_1, t_2 – teplota povrchů stěny [$^{\circ}\text{C}$];

d – tloušťka stěny [m].

Využití problematiky vedení tepla stěnou nalezneme například při vedení tepla stěnami budov, stěnami vzduchotechnických elementů, systémů vytápění, apod.

4.1.2 Proudění tepla

Je mechanismus přenosu tepla, kdy se uplatní pohyb molekul tekutiny, zpravidla prouděním z míst o teplotě vyšší do míst o teplotě nižší. Intenzita přenosu tepla závisí zejména na rychlosti proudění tekutiny a celé řadě dalších faktorů. Konvektivní přenos lze vyjádřit Newtonovým zákonem

$$q' = \bar{\alpha} \cdot (T_w - T_{\infty}),$$

kde: q' – měrný tepelný tok [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$];

$(T_w - T_{\infty})$ – rozdíl absolutních teplot [K];

$\bar{\alpha}$ – průměrný součinitel přestupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$].

$$\bar{\alpha} = \int_S \alpha \cdot dS$$

Pro využití v praxi platí, že tepelný tok q přestupující z proudící tekutiny o teplotě t na povrch tuhého tělesa o teplotě t_s je vyjádřen Newtonovou rovnicí přestupu tepla

$$q = \alpha \cdot (t - t_s),$$

kde: q – měrný tepelný tok [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$];

α – součinitel přestupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$].

Zcela zásadní veličina, která je potřeba vyřešit pro určení tepelného toku při přestupu tepla je součinitel přestupu tepla α [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]. Určení tohoto součinitele je však náročná problematika a exaktní řešení je reálné jen pro některé (zjednodušené) případy proudění. Součinitel přestupu tepla α je závislý na mnoha veličinách, přičemž velký vliv má rychlost proudění w a teplota t , $\alpha = f(w, t, \lambda, c, \rho, L \text{ atd.})$.

Výchozí při návrhu jsou podobnostní kritéria, která vycházejí z teorií podobností – kritérium Nu, Re, Pr, Gr apod. Vyčíslení těchto kritérií vyžaduje znalost tepelně-fyzikálních vlastností látek (λ, c, ρ, ν atd.), určující teploty t_u , rychlosti proudění w , charakteristického rozměru L a dalších hodnot. Neméně důležitá pro řešení proudění tepla je problematika tzv. mezní vrstvy, která se odvíjí od typu proudění a má značný vliv při přestupu tepla. Řešení problematiky proudění tepla vyžaduje často idealizaci. Metody řešení jsou analytické, numerické, experimentální nebo empirické. [1]

4.1.3 Sálání tepla

Je přenos tepla elektromagnetickým zářením o vlnových délkách $\lambda = 0,8 - 400 \mu\text{m}$.

Planckův vyzařovací zákon

Popisuje spektrální intenzitu vyzařování v závislosti na vlnových délkách a absolutní teplotě

$$i_{\lambda,s}(\lambda, T) = \frac{c_1}{\lambda^5 (e^{c_2/(\lambda T)} - 1)},$$

kde: $i_{\lambda,s}$ – spektrální intenzita vyzařování [$\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$];

λ – vlnová délka [m];

T – absolutní teplota [K];

c_1, c_2 – konstanty

$c_1 = 3,74 \cdot 10^{-16}$ [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$];

$c_2 = 1,438 \cdot 10^{-2}$ [km].

Stefan-Boltzmannův zákon

Vzniká integrací Planckova vyzařovacího zákona. Tepelný tok $Q_{1,2}$ sdílený radiací mezi dvěma povrchy S_1 a S_2 s teplotami T_1 a T_2 je dán po odvození ze Stefan-Boltzmannova zákona pro součinitel vzájemného osálení $c_{1,2}$ a poměr osálení $\varphi_{1,2}$. [1]

$$Q = \alpha_s \cdot \varphi_{1,2} \cdot (t_1 - t_2) \cdot S$$

V technické praxi se zavádí součinitel přestupu tepla radiací a pro tepelný tok sáláním má rovnice tvar

$$\alpha_s = c_{1,2} \cdot \varphi_{1,2} \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \cdot S_1$$

4.1.4 Prostup tepla

Představuje výměnu tepla mezi dvěma tekutinami (plynem, kapalinou) oddělenými tuhou stěnou, tzn. při prostupu tepla se uplatní jak vedení, tak přestup tepla a řešení je dáno jejich superpozicí. Pro vyčíslení součinitele prostupu tepla k rovinnou stěnou platí vztah

$$k = \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1},$$

kde: k – součinitel prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$];

α_1, α_2 – součinitel přestupu tepla na jedné a druhé straně stěny [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$];

s – šířka stěny (jedné vrstvy) [m];

λ – tepelná vodivost stěny (jedné vrstvy) [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$].

Tepelný tok Q popisuje rovnice

$$Q = S \cdot k \cdot (t_1 - t_2),$$

kde: Q – tepelný tok [W];

k – součinitel prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$];

t_1, t_2 – teplota na jedné a druhé straně stěny [$^{\circ}\text{C}$];

S – plocha stěny [m^2].

Typické praktické úlohy představují prostup tepla stěnou, oknem, trubkou, návrh výměníků tepla, prostup tepla při harmonickém kolísání apod.

4.2 Určení intenzity slunečního záření

4.2.1 Poloha slunce a parametry tuto polohu určující

Směr dopadu slunečních paprsků je dán vzájemnou polohou Slunce a osluněné plochy. Poloha osluněné plochy je určena zpravidla její orientací ke světovým stranám a úhlem sklonu od vodorovné roviny, avšak poloha Slunce se mění v závislosti na čase. V jakémkoliv okamžiku je poloha Slunce určena jeho výškou nad obzorem h a jeho azimutem a , který je definován jako úhlová odchylka od severu.

Výška Slunce nad obzorem

$$h = \arcsin(\sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau),$$

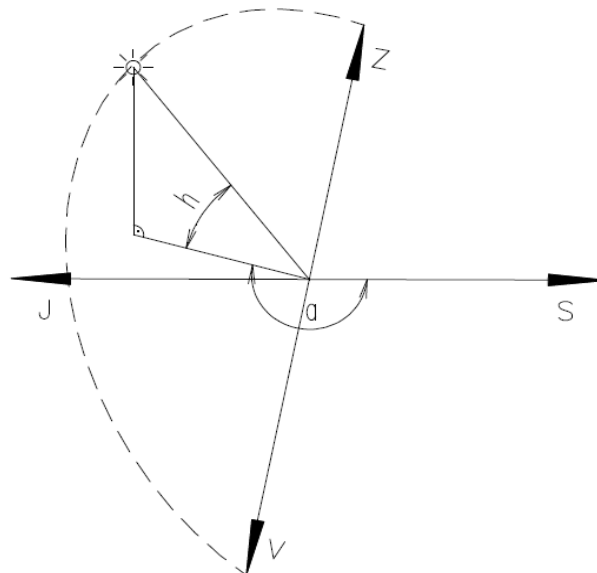
kde: φ – zeměpisná šířka (pro ČR $\varphi = 50^\circ$);

δ – sluneční deklinace.

Azimut Slunce

$$a = 180 - \arcsin\left(\sin(15 \cdot \tau) \frac{\cos \delta}{\cos h}\right),$$

kde: τ – sluneční čas v hodinách.



Obrázek 7: Pohyb Slunce po obloze [12]

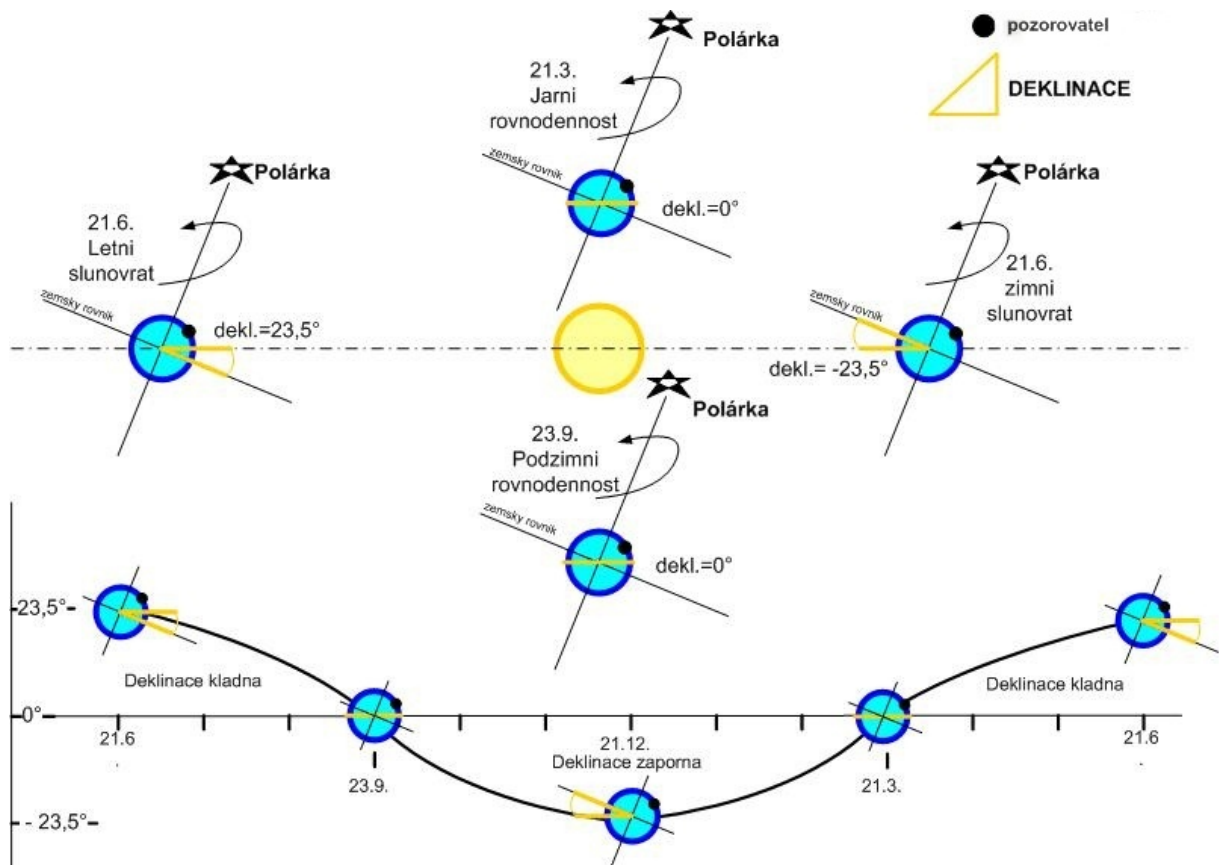
Sluneční deklinace

Sluneční deklinace představuje změnu polohy Slunce a Země vzhledem k natáčení zemské osy vzhledem ke Slunci. Je to zeměpisná šířka, kde je v daný den ve 12 hodin v poledne Slunce kolmo nad obzorem

$$\delta = 23,45 \cdot \sin(29,7^\circ \cdot M + 0,98^\circ \cdot D - 109^\circ),$$

kde: M – měsíc (např. pro květen $M = 5$);

D – den v měsíci.



Obrázek 8: Vysvětlení sluneční deklinace [13]

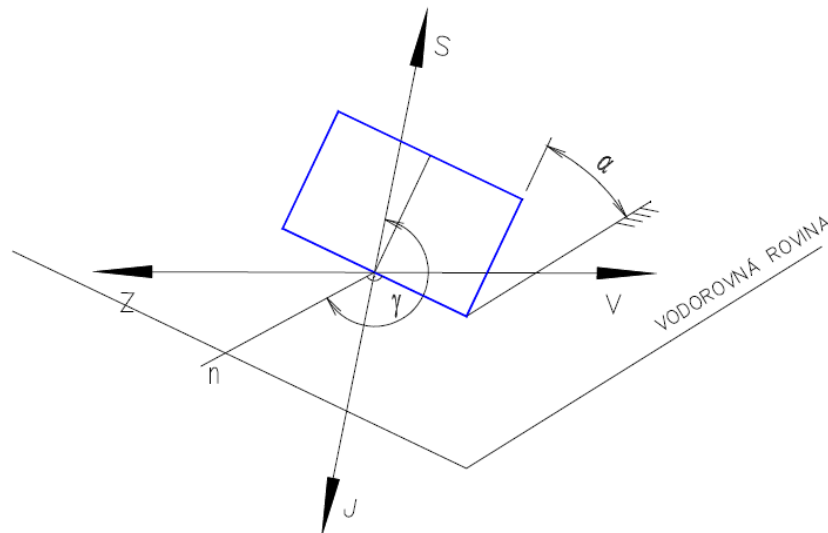
Úhel mezi normálou osluněné plochy a směrem paprsků

$$\theta = \arccos[\sinh \cdot \cos \alpha + \cosh \cdot \sin \alpha \cdot \cos(a - \gamma)],$$

kde: α – úhel stěny s vodorovnou rovinou, který je měřený na odvrácené straně od

Slunce [°];

γ – azimutový úhel normály stěny, který je měřený od směru sever po směru otáčení hodinových ručiček [°].



Obrázek 9: Orientace stěny [12]

4.2.2 Intenzita přímé, difúzní a celkové sluneční radiace

Intenzita přímé sluneční radiace na plochu kolmou k paprskům

$$I_{pn} = I_0 \cdot \exp \left[-0,1 \cdot Z \cdot \left(\frac{16 - H}{16 + H} \cdot \frac{1}{\sin h} \right)^{0,8} \right],$$

kde: I_0 – sluneční konstanta, $I_0 = 1350 \text{ [W.m}^{-2}\text{]}$;

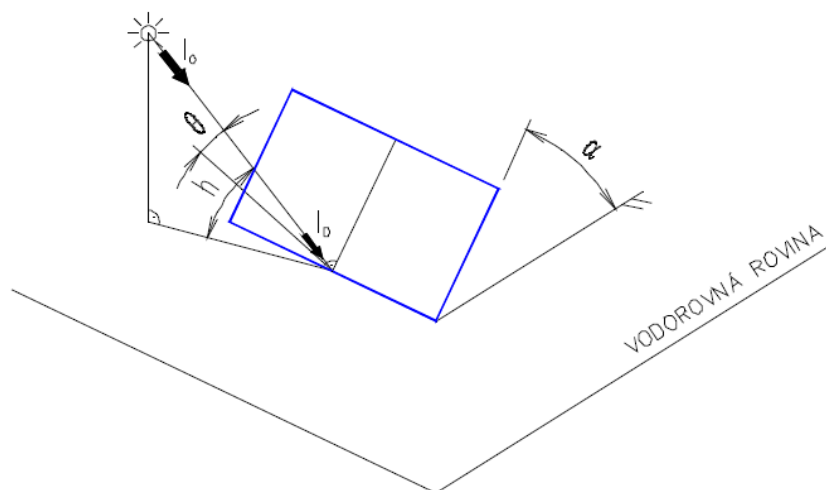
Z – součinitel znečištění atmosféry [-];

h – výška Slunce nad obzorem;

H – nadmořská výška daného místa [m].

Intenzita přímého slunečního záření na obecně orientovanou plochu

$$I_p = I_{pn} \cdot \cos \theta$$



Obrázek 10: Sluneční záření dopadající na obecně orientovanou plochu [12]

Intenzita difúzní sluneční radiace

$$I_d = (1350 - 0,5 \cdot I_{pn}) \cdot \frac{\sin h}{5}$$

Intenzita celkové sluneční radiace

$$I = I_p + I_d$$

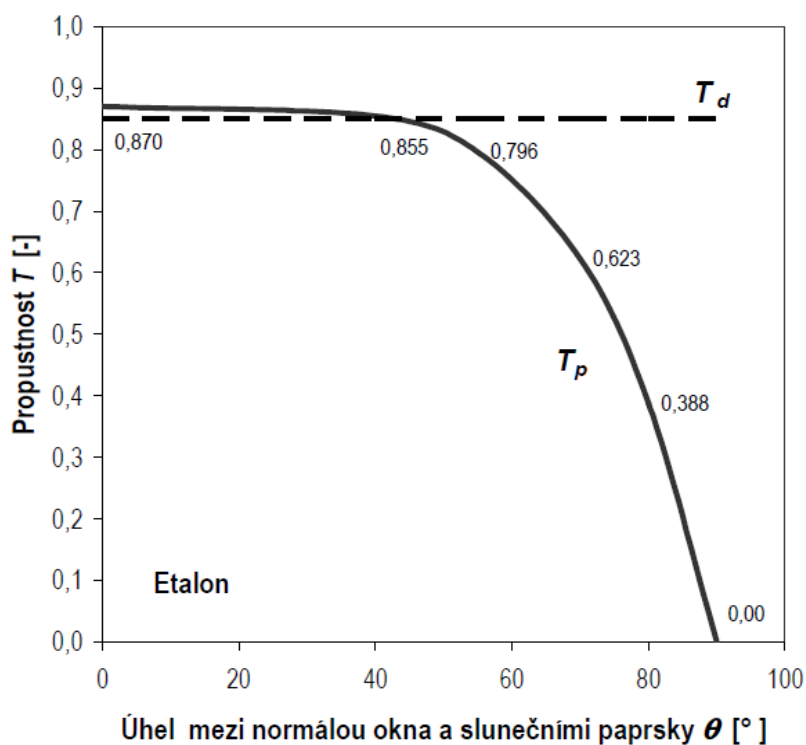
4.2.3 Intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením

Poměrná propustnost skla pro přímou sluneční radiaci

$$T_p = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{\theta}{100}\right)^5$$

Propustnost difúzní sluneční radiace sklem

$$T_d = 0,85$$



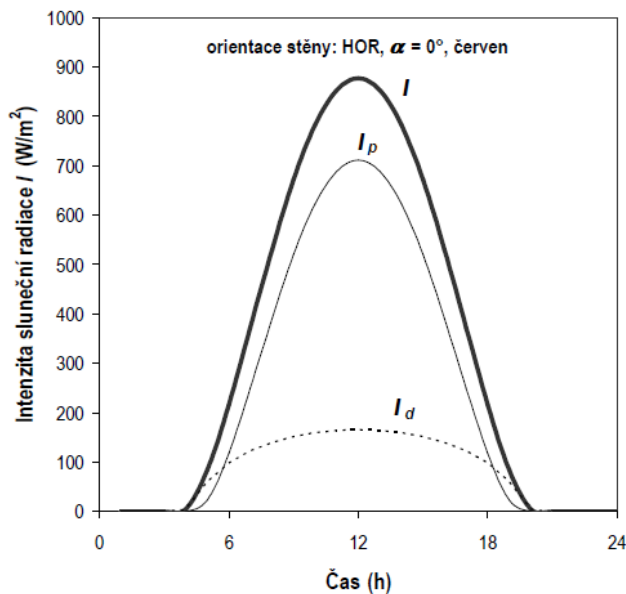
Obrázek 11: Závislost propustnosti sluneční radiace na úhlu dopadu [12]

Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením

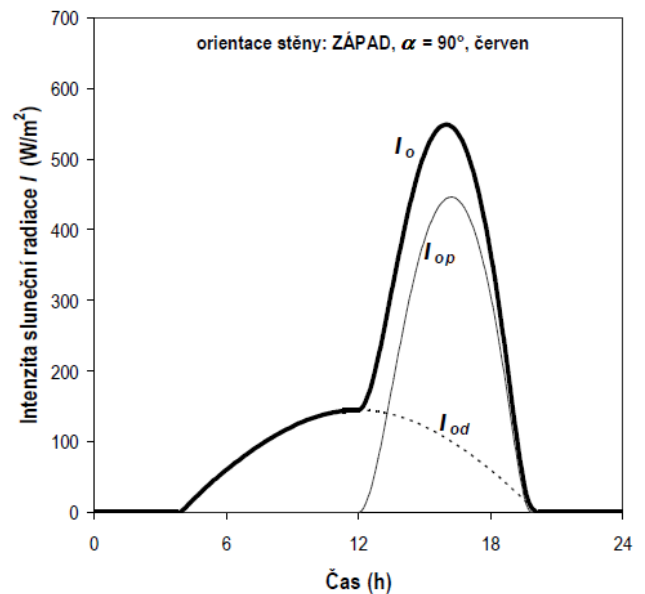
$$I_o = I_p \cdot T_p + I_d \cdot T_d$$

Intenzita difúzní radiace procházející standardním jednoduchým zasklením

$$I_{od} = I_d \cdot T_d$$



Obrázek 12: Teoretická závislost intenzity sluneční radiace dopadající na horizontální plochu [12]



Obrázek 13: Teoretická závislost intenzity sluneční radiace procházející vertikálním standardním zasklením [12]

4.3 Tepelné zisky z vnějšího prostředí

4.3.1 Tepelné zisky okna radiací

Délka svislého stínu

$$e_1 = d \cdot \operatorname{tg}|a - \gamma|$$

Délka vodorovného stínu

$$e_2 = \frac{c \cdot \operatorname{tg} h}{\cos|a - \gamma|}$$

Osluněná plocha okna

$$S_{os} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)],$$

kde: l_a – šířka zasklené části okna [m];

l_b – výška zasklené části okna [m];

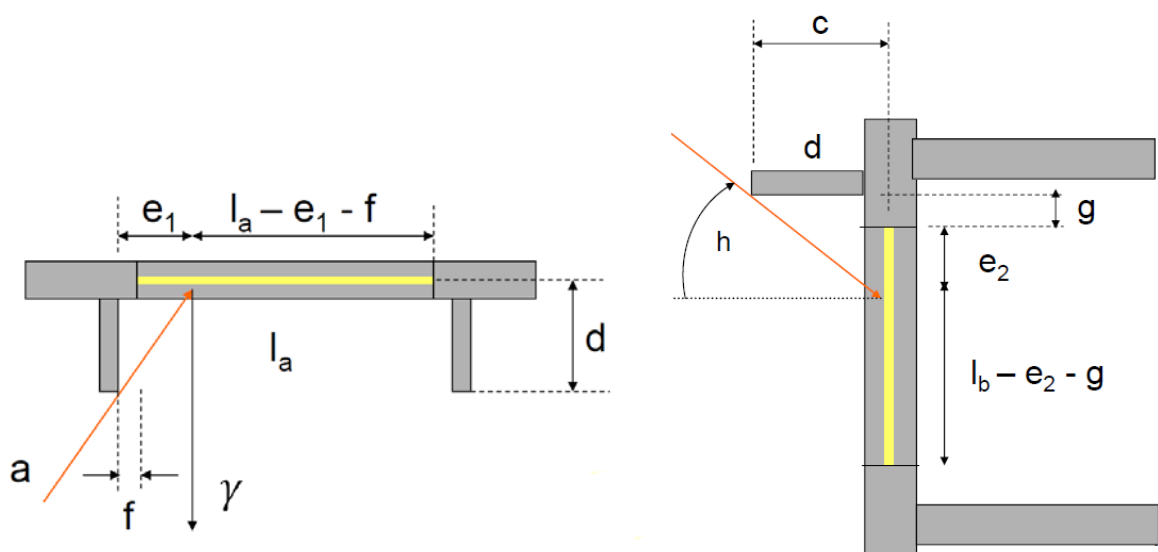
f – odstup svislé části okna od slunolamů [m];

g – odstup vodorovné části okna od slunolamů [m];

e_1, e_2 – délky stínů v okenním otvoru od okraje slunolamů [m];

c – hloubka okna vzhledem k horní stínící konstrukci [m];

d – hloubka okna vzhledem k boční stínící konstrukci [m].



Obrázek 14: Osluněný povrch okna [14]

Tepelné zisky okna radiací

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{odif}] \cdot s,$$

kde: S_{os} – osluněný povrch okna [m^2];

I_o – celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [$W \cdot m^{-2}$];

I_{odif} – intenzita difuzní sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [$W \cdot m^{-2}$];

s – stínící součinitel, vyjadřuje vliv skutečného zasklení a stínících prostředků a je to bezrozměrná veličina, určená poměrem tepelného toku sledovanou průhlednou nebo průsvitnou plochou a tepelného toku standardním oknem za stejných podmínek sluneční radiace. Stanoví se ze vztahu $s = s_1 \cdot s_2 \cdot \dots \cdot s_n$ [-];

c_o – korekce na čistotu atmosféry [-]

($c_o = 1,15$ pro průmyslovou oblast, $c_o = 1,00$ pro středně čistou oblast a $c_o = 0,85$ pro venkovskou oblast).

Možnost snížení tepelných zisků od oslunění vlivem akumulace

Část tepelných zisků od sluneční radiace prostupující okny, dopadá na vnitřní povrchy stěn v místnosti a do těchto stěn se akumuluje. Množství tepla naakumulovaného do stěn snižuje tepelné zisky od oslunění a vypočítá se jako

$$\Delta Q = 0,05M \cdot \Delta t,$$

kde: ΔQ – snížení maximální hodnoty tepelných zisků od oslunění oken [W];

M – hmotnosti obvodových stěn (bez vnější stěny), podlahy a stropu, které přicházejí do úvahy pro akumulaci [K];

Δt – maximální přípustné překročení požadované teploty v klimatizovaném prostoru [K].

Jako hmotnost stěn pro akumulaci tepla se uvažuje hmotnost poloviční tloušťky vnitřních stěn, podlahy a stropu. V případě stěny o tloušťce větší než 160 mm se pro akumulaci uvažuje nejvýše tloušťka stěny 80 mm. Je-li na podlaze umístěn koberec, uvažuje se jen s ¼ hmotnosti podlahy. [12]

Hodnota maximálních tepelných zisků radiací snižena o část, která se akumuluje do vnitřních stěn, se následně porovná s průměrnými tepelnými zisky radiací v době provozu zařízení

$$Q_{orm} = \frac{\sum Q_{ori}}{n},$$

kde: n – počet hodin provozu [-].

Na základě porovnání výsledků se určí hodnota uvažovaná pro další výpočty:

$$Q_{or, \max} - \Delta Q < Q_{orm} \quad \Rightarrow \quad \text{dále počítáme s } Q_{orm}$$

$$Q_{or, \max} - \Delta Q > Q_{orm} \quad \Rightarrow \quad \text{dále počítáme s } Q_{or, \max} - \Delta Q$$

4.3.2 Teplota venkovního vzduchu

Průběh denní teploty není konstantní a její hodnota se každým okamžikem mění. Zde je uveden zjednodušený vztah pro výpočet hodinové teploty, ze které vyplývá průběh denních teplot ve tvaru sinusoidy

$$t_e = t_{e, \max} - A[1 - \sin(15\tau - 135)],$$

kde: A – amplituda kolísání teplot venkovního vzduchu [K];

τ – čas výpočtu [h];

$t_{e, \max}$ – maximální teplota pro příslušný den [°C].

4.3.3 Tepelné zisky okna konvekcí

$$Q_{ok} = k_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i),$$

kde: k_o – součinitel prostupu tepla oknem [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$];

S_o – plocha okna včetně rámu [m^2];

t_e – teplota venkovního vzduchu [°C];

t_i – návrhová teplota vnitřního vzduchu [°C].

4.3.4 Tepelné zisky stěnami

Prostup tepla osluněnou stěnou je složitý nestacionární tepelný děj tvořený radiací a vedením tepla. Pro praktické řešení se nahrazuje dějem kvazistacionárním s respektováním vlivu akumulace, útlumu a časového zpoždění. Vliv slunečního záření na neprůsvitnou stěnu lze popsat tepelnou bilancí dílčích tepelných toků konvekcí q_k , radiací q_r , sáláním okolním povrchů q_{so} a osáláním okolních povrchů q_o . U místností s prosklenými plochami má prostup tepla stěnou z hlediska celkové tepelné zátěže malý význam, proto se zanedbávají složky q_{so} a q_o a pro zjednodušení se zavádí tzv. rovnocenná sluneční teplota t_r . Rovnocenná sluneční teplota vzduchu je zavedená teplota vzduchu, při níž je přestup tepla konvekcí mezi vzduchem a osluněnou stěnou stejný jako přestup tepla konvekcí při skutečné teplotě vzduchu a sluneční radiací dohromady.

$$t_r = t_e + \frac{\varepsilon \cdot I}{\alpha_e} \quad [^\circ\text{C}]$$

Vliv se projevuje zejména u místností s lehkou fasádou, u rozlehlých objektů (prům. haly), u místností, kde strop tvoří zároveň střechu atd. Stěny vystavené účinku slunečního záření vykazují na osluněné straně vysoké povrchové teploty. Pro tyto případy je tepelný tok stěnou

$$\alpha_e(t_e - t_s) + \varepsilon \cdot I = \alpha_e(t_r - t_s),$$

kde: I – intenzita sluneční radiace dopadající na stěnu [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$];

α_e – součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny, $\alpha_e = 15$ [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$];

ε – součinitel poměrné tepelné pohltivosti pro sluneční radiaci, $\varepsilon = 0,6$ [-].

Stěny lehké ($d \leq 0,080$ m)

Tepelná kapacita lehkých stěn je malá, tzn. časové zpoždění teplotních kmitů ψ je zanedbatelné. Prostup tepla stěnou je možné řešit jako pro stacionární stav pro rovnocennou sluneční teplotu t_r .

$$Q_s = k_{st} \cdot S_{st} \cdot (t_r - t_i)$$

Stěny středně těžké ($d = 0,080$ – $0,450$ m)

U středně těžkých stěn je třeba respektovat kolísání teplot v důsledku nestacionárního vedení tepla. Stěny se vyznačují větší tepelnou kapacitou ovlivňující kolísání teplot na vnitřním povrchu, a tím i tepelný prostup Q_s .

$$Q_s = k_{st} \cdot S_{st} \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})]$$

Stěny těžké ($d > 0,450$ m)

Těžké stěny mají vysokou tepelnou kapacitu, tzn. kolísání teplot na vnitřním povrchu stěny lze zanedbat

$$Q_s = k_{st} \cdot S_{st} \cdot (t_{rm} - t_i),$$

kde: t_r – rovnocenná teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$];

t_{rm} – průměrná rovnocenná teplota vzduchu za 24 hodin [$^{\circ}\text{C}$];

$t_{r\psi}$ – průměrná rovnocenná teplota v době o časové zpoždění ψ dřívější [$^{\circ}\text{C}$];

k – součinitel prostupu tepla stěnou [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$];

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou [-]

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot d}{2500^d};$$

ψ – fázové posunutí teplotních kmitů [-]

$$\psi = 32 \cdot d - 0,05;$$

d – tloušťka stěny [m].

5. VYUŽITÍ MODELOVÁNÍ A VÝPOČETNÍ TECHNIKY

Modelování je experimentální proces, při němž se zkoumanému originálu, tj. reálnému objektu, dílu, zařízení tzv. modelovanému systému, přiřazuje fyzický nebo abstraktní model, tzn. jiný systém.

Originálnímu objektu lze tedy přiřazovat:

- **Fyzický model** – podle geometrické podobnosti.
V případě solárních zisků mohou být vytvořeny modely, které tyto zisky ovlivňují především z hlediska umístění slunolamů, použití stínících prostředků, typů zasklení, ale i samotná orientace budovy.
- **Abstraktní model** – neumožňuje provádět experimenty, ale zkoumá jevy za pomoci matematického popisu – algoritmu.

Zde se nabízí možnost modelování solárních zisků s využitím normy ČSN 73 0548, jak je popsáno v kapitole 4. Za pomoci algoritmu jsou popsány sluneční souřadnice, intenzita slunečního záření a také samotné zisky okna radiací. Využitím zmíněných výpočtů lze určit průběhy těchto veličin během jednotlivých dnů celého roku. Tyto průběhy jsou potom klíčové při vyčíslení tepelných bilancí u objektů s významným či dominantním vlivem solárních zisků.

Samotné solární zisky tedy využíváme především k určení průběhu tepelných bilancí objektu a mohou být dále využity jako vstupní hodnoty k dalším účelům modelování. Příkladem je modelování tepelného chování budov dle ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov (analytické řešení) nebo ČSN EN ISO 13 792 – Tepelné chování budov - Výpočet vnitřních teplot v místnosti v letním období bez strojního chlazení - Zjednodušené metody (numerické řešení). Dále mohou solární zisky sloužit jako vstupy při simulacích roční potřeby energií na chlazení a vytápění, kdy roční průběhy solárních zisků (spolu s podrobnými profily užívání) zpřesňují tyto simulace. Příkladem může být využití v programech jako je BSim nebo ESPr.

Z hlediska použití výpočetní techniky lze průběhy solárních zisků modelovat (např. s využitím algoritmů) poměrně jednoduchým způsobem v programu Microsoft Office Excel, a to číselně i graficky. Lze samozřejmě využít i další programová řešení a aplikace.

6. AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI

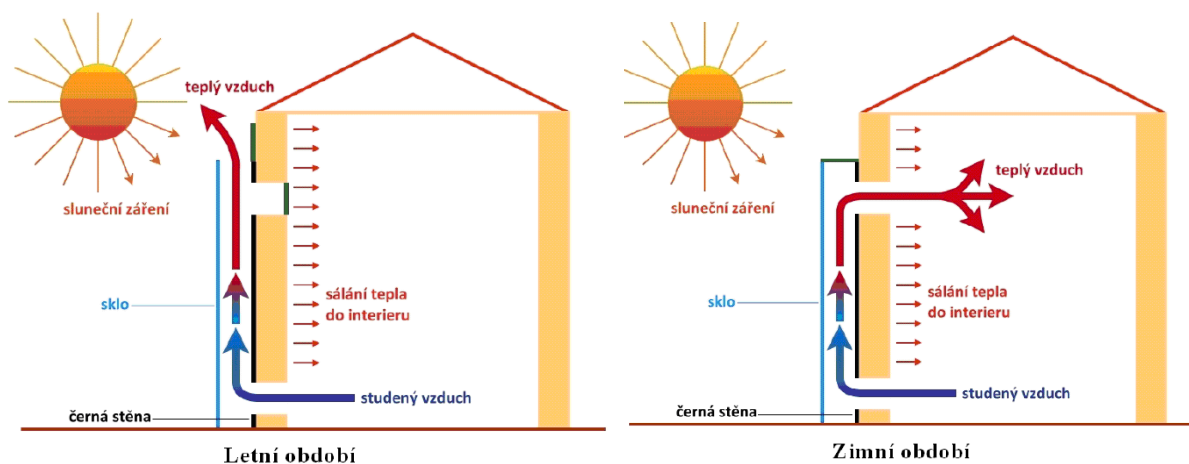
V této kapitole jsou popsána technická řešení z hlediska využití sluneční energie. Sluneční zisky (energii) lze přeměnou v jiné formy energie využít mnoha způsoby – tepelně, mechanicky, elektricky a chemicky. Člověk dokáže stále větší část energie dopadajícího slunečního záření usměrnit ve svůj prospěch. Moderní technika mu k tomu dává stále více prostředků.

Existuje několik možností využití sluneční energie na jiné formy energie. Za tímto účelem se používají solární systémy, které mohou být:

- **pasivní**, u kterých dochází k transformaci solární energie na teplo vhodným architektonickým návrhem budovy;
- **aktivní**, které mohou transformovat energii solárního záření na:
 - a) teplo (tj. fototermální přeměna) – pomocí solárních kolektorů (vzduchových nebo kapalinových),
 - b) elektrickou energii – pomocí fotovoltaických článků (tj. fotovoltaická přeměna) nebo solárně termickou přeměnou.

6.1 Pasivní využití

Jedná se o principy tzv. solární architektury, které vedou k úsporám energie. Mezi základní principy solární architektury patří především vhodná orientace prosklených ploch a tepelně akumulčních stěn, dosažení maximálního objemu stavby za minimálního povrchu obvodových (ochlazovaných) stěn, důkladná tepelná izolace a využití obnovitelných zdrojů pro energetické zásobování stavby. Umí-li stavba využívat těchto principů úmyslně, mluvíme o pasivním využívání energie. Přenos energie přitom nastává přirozeně (nenuceně), tzn. bez pomoci technických zařízení. Pasivním solárním systémem může být celá budova nebo její část. Příkladem je Trombeho stěna:

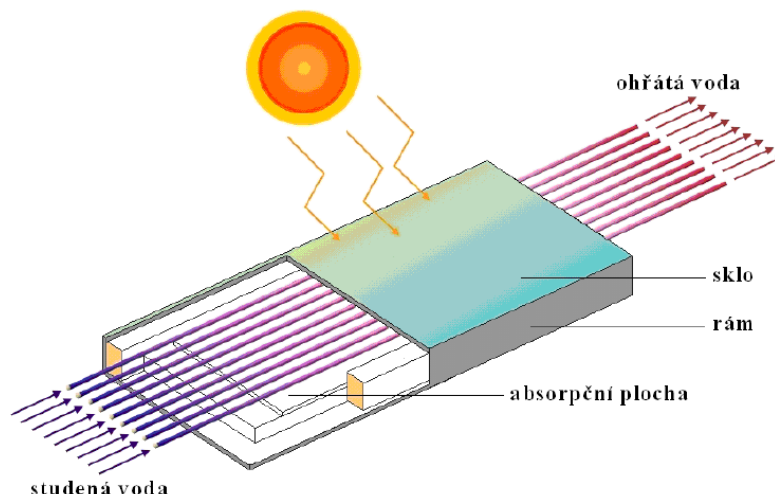


Obrázek 15: Trombeho stěna v letním a zimním období [19]

6.2 Aktivní využití

6.2.1 Fototermální přeměna

Při fototermální přeměně dochází k transformaci energie slunečního záření v tepelnou energii. Tato přeměna se uskutečňuje ve speciálně konstruovaných zařízeních pro tento účel – v tzv. solárních kolektorech.



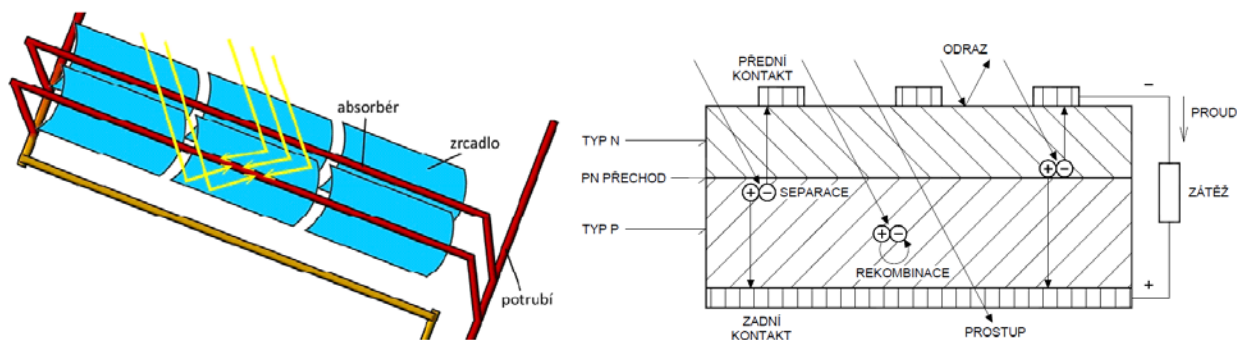
Obrázek 16: Princip solárního kolektoru [19]

6.2.2 Solárně-termická přeměna

Při solárně-termické přeměně se nejprve transformuje solární energie na tepelnou energii. Následně se tepelná energie transformuje v elektrickou energii. Tato přeměna se uskutečňuje ve slunečních elektrárnách, jejichž základními prvky jsou fokusační sběrače nebo heliostaty.

6.2.3 Fotovoltaická přeměna

Fotovoltaické články se používají k přímé transformaci solární energie na elektrickou energii. [19]



Obrázek 17, 18: Fokusační žlabový sběrač a princip fotovoltaického článku [19]

7. NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ PODKLADY

7.1 Legislativní předpisy

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a změně některých souvisejících zákonů

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

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky zdraví při práci, se změnami: 68/2010 Sb., 93/2012 Sb. (prováděcí předpis k zákonu č. 262/2006 Sb.)

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

Vyhláška č. 221/2010 Sb., o požadavcích na věcné a technické vybavení zdravotnických zařízení, se změnami: 234/2011 Sb. (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

7.2 Technické normy

ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení

ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov

ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

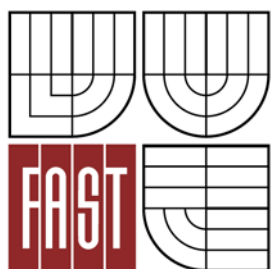
ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty

ČSN 73 0872 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením

ČSN EN 13779 – Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační zařízení



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

SOLAR GAINS IN BUILDINGS

ČÁST B – EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

B. EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ

8. CÍLE EXPERIMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ

V experimentální části se zadaná práce zabývá měřicími metodami slunečního záření a možností měření intenzity slunečního záření nepřímo za pomoci rozdílu teplot. Dále se zabývá zjištěním součinitele znečištění atmosféry z naměřených hodnot slunečního záření. V neposlední řadě je součástí této práce analýza a porovnání dat z meteorologické stanice Fakulty stavební v Brně.

9. MĚŘENÍ SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Měření sluneční energie se provádí tzv. pyranometry (někdy nesprávně označovanými jako solarimetry). Pyranometry jsou přístroje pro měření celkového slunečního záření (přímé, difúzní a odražené) především na vodorovnou plochu (v meteorologii) nebo na obecně skloněnou (pro vyhodnocování solárních zisků okny) a jsou nejčastěji používanými přístroji pro měření slunečního ozáření. Pro přesné měření musí mít čidla těchto přístrojů odezvu nezávislou na vlnové délce v celém solárním spektru od 0,3 do 3,0 mm a na úhlu dopadu slunečního záření. [15]

9.1 Termočláňkové (teplotní) pyranometry

V současné době existují dva nejužívanější koncepty čidel, které vyhodnocují sluneční ozáření na základě rozdílu teplot:

- mezi dvěma různě pohltivými povrchy (bílý a černý) vystavenými slunečnímu záření;
- mezi načerněným povrchem a okolní teplotou.

Čidla jsou často kryta jedním nebo dvěma polokulovými kryty pro zabránění vlivu dlouhovlnného záření a ochlazování čidla účinky větru, případně vedením do okolního prostředí. Dvojitý kryt zabezpečuje také vysokou těsnost přístroje vůči atmosférickým vlivům. Kryty musí mít rovnoměrnou tloušťku, aby nezpůsobovaly nerovnoměrnou distribuci slunečního záření na čidlo.

Segmentový pyranometr

Tento pyranometr má čidlo složené ze 12 tenkých měděných radiálních segmentů, střídavě černých a bílých. V každém segmentu je 6 termočláňků (chromel-konstantan), tzn. dohromady 72 termočláňkových spojů.

Černé segmenty čidla jsou opatřeny vysoce pohltivou černí, bílé segmenty nátěrem, který vykazuje téměř dokonalý odraz slunečního záření. Při vystavení slunečnímu záření dochází k teplotnímu rozdílu mezi černými a bílými segmenty. Teplotní rozdíl je přímo úměrný slunečnímu ozáření a není závislý na teplotě okolí.



Obrázek 19: Segmentový pyranometr [15]

Termočláňkové čidlo

Na obdobném principu pracuje čidlo, skládající se ze dvou soustředných stříbrných prstenců. Vnější prstavec je povlakován oxidem hořčíku, který má vysokou odrazivost pro záření v solárním spektru, na vnitřní prstavec je nanesena optická čern (Parsons black) s velmi vysokou pohltivostí slunečního záření. Teplotní rozdíl mezi prstenci je snímán termočláňkem a je měřítkem pohlceného slunečního záření. Kruhová symetrie čidla minimalizuje vlivy azimutového úhlu na odezvu přístroje. Čidlo je zakryto jednoduchou skleněnou kupolí. Přístroj obsahuje teplotní kompenzaci (-20 až +40 °C).

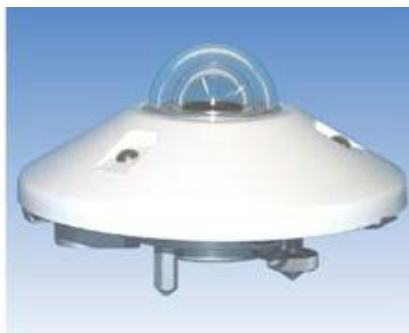


Obrázek 20: Termočláňkové čidlo [15]

Moll-Gorczyňskiho pyranometr

Pyranometr využívající Mollův termočláňek pro měření teplotního rozdílu mezi černým povrchem čidla a tělem přístroje. Tělo přístroje si udržuje rovnoměrnou teplotu okolí bez výrazných výkyvů vlivem náhodných teplejších (nebo chladnějších proudů). Jelikož na teplotě těla přístroje závisí výsledný údaj čidla, je nutné tělo chránit před osálením slunečním

záření krytem. Samotný černý pohltivý terč čidla s termočlávkovou sestavou je kryt jednoduchou (méně přesné, levnější) nebo dvojitou skleněnou kupolí, sloužící k ochraně proti atmosférickým vlivům.

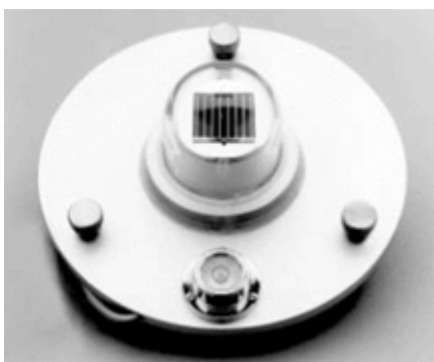


Obrázek 21: Moll-Gorczynskiho pyranometr [15]

Při měření pyranometry při jiných sklonech než vodorovných je nutné si uvědomit, že nakloněním pyranometru se mění podmínky volného proudění uvnitř skleněné kupole s čidlem a přenos tepla z termočlátku na kryt a jiné části zařízení. Pro přesné měření je proto nutné uvažovat korekci na sklon pyranometru (zpravidla 1 – 2 %). [15]

9.2 Polovodičové snímače

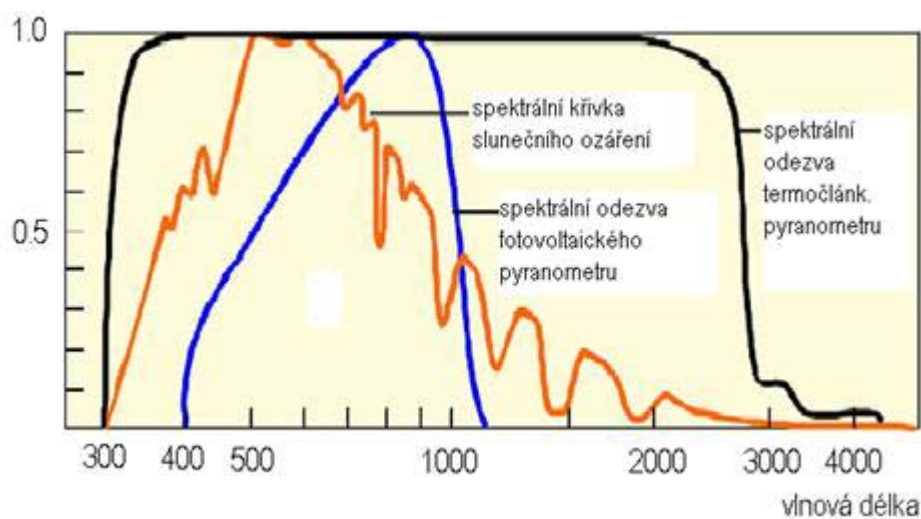
Vzhledem k vysokým cenám kvalitních pyranometrů na bázi sériových termočlávků (nad 20 tisíc Kč) se hledají levnější čidla s dostatečnou přesností (do 2 tisíc Kč). Takovými kandidáty jsou zpravidla pyranometry pracující s polovodičovými snímači (fotodiody, fototranzistory, fotovoltaičké články).



Obrázek 22: Polovodičové snímače slunečního záření [15]

U fotovoltaičkých čidel je z hlediska přesnosti měření a použitelnosti pro vyhodnocování hlavní nevýhodou jejich odlišná spektrální odezva od rozložení solárního spektra. Pokud by spektrální charakteristika slunečního záření byla stálá, bylo by možné kalibrací tento jev odstínit. Nicméně, spektrální rozložení slunečního záření se mění a to

především v závislosti na oblačnosti a obsahu vodní páry v ovzduší, což vede ke zvýšené nejistotě měření slunečního záření. Levná čidla navíc mají ochranné kryty zpravidla z plastů (plexisklo), které mohou vést k problémům s dlouhodobou životností (otěr, změna propustnosti) či přesností výroby krytu (konstantní tloušťka, tvar). Na druhé straně odezva fotovoltaických čidel na sluneční záření je v zásadě konstantní a lineární. Teplotní závislost čidla je relativně malá. [15]



Obrázek 23: Spektrální odezva základních typů čidel slunečního záření pro různé vlnové délky [15]

10 VLASTNÍ EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

10.1 Přístrojová technika

Měřicí přístroj ALMEMO 2890-9

Kombinovaný univerzální ruční měřicí přístroj s devíti univerzálními vstupy a dvěma výstupy (RS232, analog, Centronics ad.) a vnitřní paměť pro uložení až 100 000 měřených hodnot v předvoleném časovém měřicím cyklu. K přístroji lze pomocí speciálních programovatelných ALMEMO konektorů připojit jakékoli čidlo pro měření fyzikálních, elektrických a chemických veličin.



Obrázek 24: Měřicí přístroj ALMEMO 2890-9 [16]

Pyranometr FLA628S

Slouží pro měření globálního, slunečního a krátkovlnného reflexního záření. Měření nezávislé na okolní teplotě pomocí diferenčního měření teploty. Přesný broušený skleněný vrchlík k odstínění vnějších povětrnostních vlivů. Nivelace třemi stavěcími šrouby s pomocí libely.

Parametry:	Cos-efekt:	max. 3 % z měřené hodnoty
	Azimut-efekt:	max. 3 % z měřené hodnoty
	Teplotní vliv:	max. 1 % z měřené hodnoty
	Doba odezvy T95:	25 s
	Rozměry:	průměr 160 mm, výška 75 mm

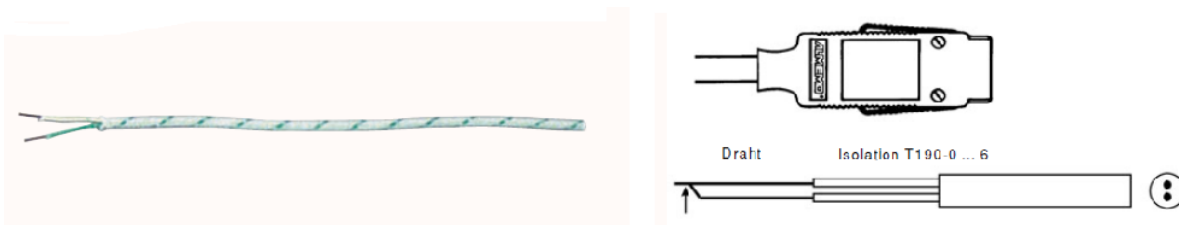


Obrázek 25: Segmentový pyranometr typ FLA628S

Termočláňkové dráty typ K (NiCr-Ni)

Izolace ze skleněných vláken č. LT01900, s navařeným ALMEMO konektorem Ne FTA3900.

Parametry:	Izolace:	skleněné vlákno (jádro a plášť)
	Teplotní rozsah:	-25 ° C až +400 ° C
	Průměr jádra:	0,5 mm
	Vnější průměr:	cca 1,3 x 2,1 mm



Obrázek 26: Termočláňkový drát typ K [16]

10.2 Postup měření

Vlastní měření probíhalo v městě Kunštát, konkrétně na terase místní mateřské školy. Toto místo umožňovalo měřit hodnoty intenzity slunečního záření během celého dne (s výjimkou malého časového úseku na počátku dne).

Měřicí sestava byla složena z měřicího přístroje ALMEMO 2890-9, dvou pyranometrů typu FLA628S a dvou termočláňkových drátů typu K (NiCr-Ni). Pyranometry a termočláňkové dráty byly připojeny do měřicího přístroje za pomoci ALMEMO konektorů Ne FTA3900 a samotný měřicí přístroj byl zapojen do zdroje elektrické energie, kvůli nízké výdrži baterie. Krok měření byl nastaven na 2 minuty vzhledem k přesnosti měření a také omezené vnitřní paměti přístroje. Samotná naměřená data byla poté přehrána do počítače za pomoci datového kabelu.

Jeden pyranometr byl umístěn do vodorovné, případně svislé pozice (v závislosti na druhu měření) a druhý pyranometr byl umístěn pod krycí konstrukci (složenou ze dvou stolů) k napodobení měření intenzity difúzního záření. Termočláňkové dráty byly na svých koncích opatřeny papírem bílé a černé barvy o rozměrech 1,0 x 2,5 cm zalisovány PVC fólií. Tato úprava měla za úkol simulovat bílé a černé dílky pyranometru.



Obrázek 27, 28: Umístění měřicí stanice na mapě

Poloha měřicí soustavy

Nadmořská výška: 460 m n. m.
Zeměpisná šířka: 49° 30' 31,6''
Zeměpisná délka: 16° 31' 14,2''



Obrázek 29: Měřicí sestava (zde je jeden pyranometr umístěn do polohy pro měření svislé sluneční radiace a druhý pro měření vodorovné sluneční radiace)

10.3 Zjištění součinitele znečištění atmosféry daného místa

V této kapitole se budu zabývat zjištěním součinitele znečištění atmosféry. Výchozí budou naměřené hodnoty intenzity sluneční radiace pro den 9. 5. 2011, kdy byla jasná obloha. Další významnou veličinou je nadmořská výška daného místa. Součinitel znečištění atmosféry budu odvozovat z výchozího vztahu

$$I_{pn} = I_0 \cdot \exp \left[-0,1 \cdot Z \cdot \left(\frac{16 - H}{16 + H} \cdot \frac{1}{\sin h} \right)^{0,8} \right],$$

kde: I_0 – sluneční konstanta, $I_0 = 1357 \text{ [W.m}^{-2}\text{]}$;

Z – součinitel znečištění atmosféry [-];

h – výška Slunce nad obzorem;

H – nadmořská výška daného místa [m].

10.3.1 Vstupní hodnoty

Intenzita přímé sluneční radiace v 12:00 hodin:

$$I_p = 758,2 \text{ W.m}^{-2}$$

Časový úhel:

$$\tau = 180^\circ$$

Nadmořská výška místa:

$$H = 460 \text{ m n. m.}$$

Zeměpisná šířka:

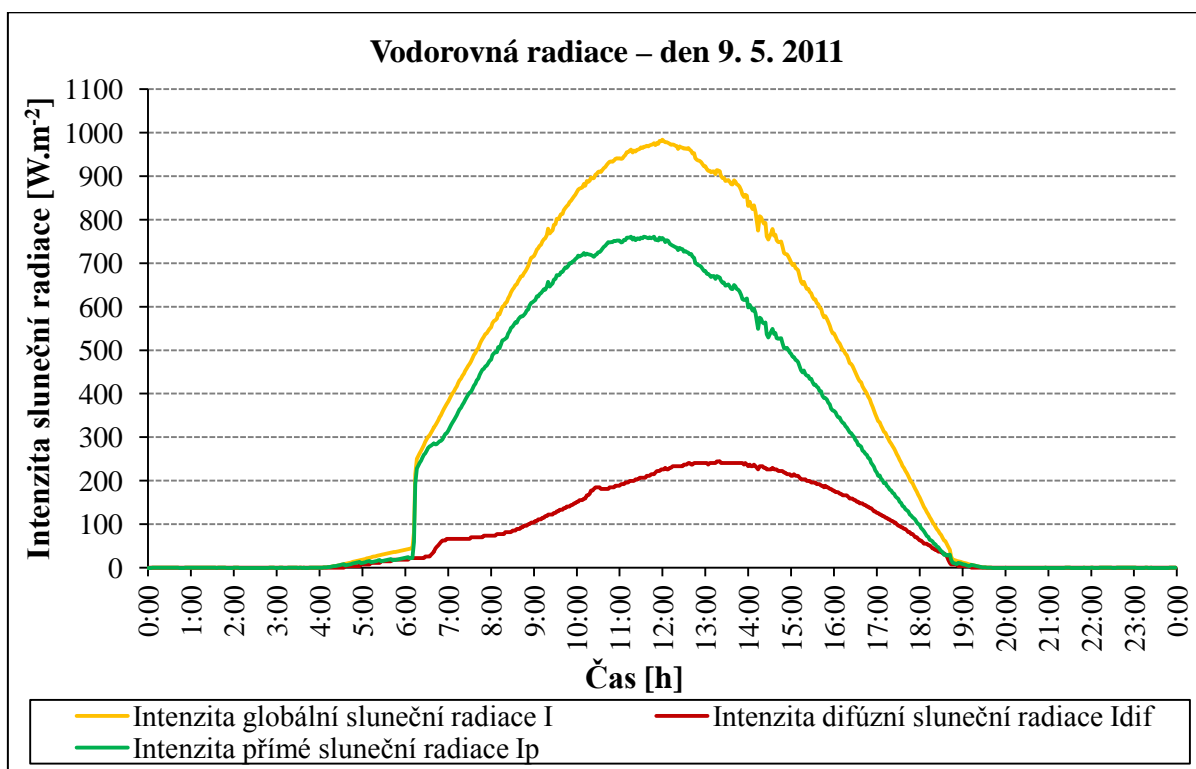
$$\varphi = 49^\circ 30' 31,6''$$

Den výpočtu:

$$9. 5. 2011$$

$$D = 9, M = 5$$

Graf 1: Intenzita vodorovné sluneční radiace pro den 9. 5. 2011



10.3.2 Postup výpočtu

Sluneční deklinace

Ta představuje změnu polohy Slunce a Země vzhledem k natáčení zemské osy vzhledem ke Slunci. Je to zeměpisná šířka, kde je v daný den ve 12 hodin v poledne Slunce kolmo nad obzorem

$$\delta = 23,45 \cdot \sin(29,7^\circ \cdot M + 0,98^\circ \cdot D - 109^\circ)$$

$$\delta = 23,45 \cdot \sin(29,7^\circ \cdot 5 + 0,98^\circ \cdot 9 - 109^\circ)$$

$$\delta = 11,965^\circ$$

Výška Slunce nad obzorem

$$h = \arcsin(\sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau)$$

$$h = \arcsin(\sin 11,965 \cdot \sin 49,508 + \cos 11,965 \cdot \cos 49,508 \cdot \cos 180)$$

$$h = 55,146^\circ$$

Intenzita přímého slunečního záření na plochu kolmou k slunečním paprskům

$$I_p = I_{pn} \cdot \cos \theta$$

$$\theta = \arccos[\sinh \cdot \cos \alpha + \cosh \cdot \sin \alpha \cdot \cos(a - \gamma)]$$

Z těchto dvou výše uvedených vztahů vyplývá

$$I_{pn} = I_p / [\sinh \cdot \cos \alpha + \cosh \cdot \sin \alpha \cdot \cos(a - \gamma)]$$

$$I_{pn} = 758,2 / [\sin 55,146 \cdot \cos 0 + \cos 55,146 \cdot \sin 0 \cdot \cos(180 - 180)]$$

$$I_{pn} = 758,2 / 0,82061$$

$$I_{pn} = 923,9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Odvození součinitele znečištění atmosféry z výchozího vztahu

$$Z = -10 \cdot \left(\ln \frac{I_{pn}}{I_0} \right) \cdot \left(\frac{16 - H}{16 + H} \cdot \frac{1}{\sin h} \right)^{-0,8}$$

$$Z = -10 \cdot \left(\ln \frac{923,9}{1357} \right) \cdot \left(\frac{16 - 0,460}{16 + 0,460} \cdot \frac{1}{\sin 55,146} \right)^{-0,8}$$

$$\underline{\underline{Z = 3,45}}$$

10.3.3 Zjištění součinitele znečištění atmosféry dle Linkeho vztahu

$$Z = \frac{\ln I_0 - \ln I_n}{\ln I_0 - \ln I_{\zeta}}$$

kde: I_0 – sluneční konstanta;

I_n – intenzita záření na plochu kolmou ke slunečním paprskům při daném znečištění ovzduší;

I_{ζ} – intenzita záření na plochu kolmou ke slunečním paprskům při dokonale čistém ovzduší.

Při výpočtu I_{ζ} při dokonale čistém ovzduší budu vycházet z výchozího vztahu předchozí kapitoly, ale budu uvažovat $Z = 1$

$$I_{\zeta} = I_0 \cdot \exp \left[-0,1 \cdot Z \cdot \left(\frac{16 - H}{16 + H} \cdot \frac{1}{\sin h} \right)^{0,8} \right]$$

$$I_{\zeta} = 1357 \cdot \exp \left[-0,1 \cdot 1 \cdot \left(\frac{16 - 0,460}{16 + 0,460} \cdot \frac{1}{\sin 55,146} \right)^{0,8} \right]$$

$$I_{\zeta} = 1213,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Dosazením do Linkeho vztahu poté dostaneme

$$Z = \frac{\ln 1357 - \ln 923,9}{\ln 1357 - \ln 1213,4}$$

$$\underline{Z = 3,43}$$

10.3.4 Hodnocení a závěr

Z předchozích výpočtů je patrné, že jsme dvojím způsobem dospěli k téměř totožným výsledkům. Z naměřených hodnot ze dne 9. 5. 2011, která jsou zobrazena za pomoci grafu, jsme získali následující hodnotu součinitele znečištění atmosféry $Z = 3,45$ jedním způsobem výpočtu a $Z = 3,43$ při dosazení do Linkeho vztahu. V následující *tabulce 1* jsou uvedeny hodnoty součinitele znečištění atmosféry pro různé měsíce a rozdílné oblasti.

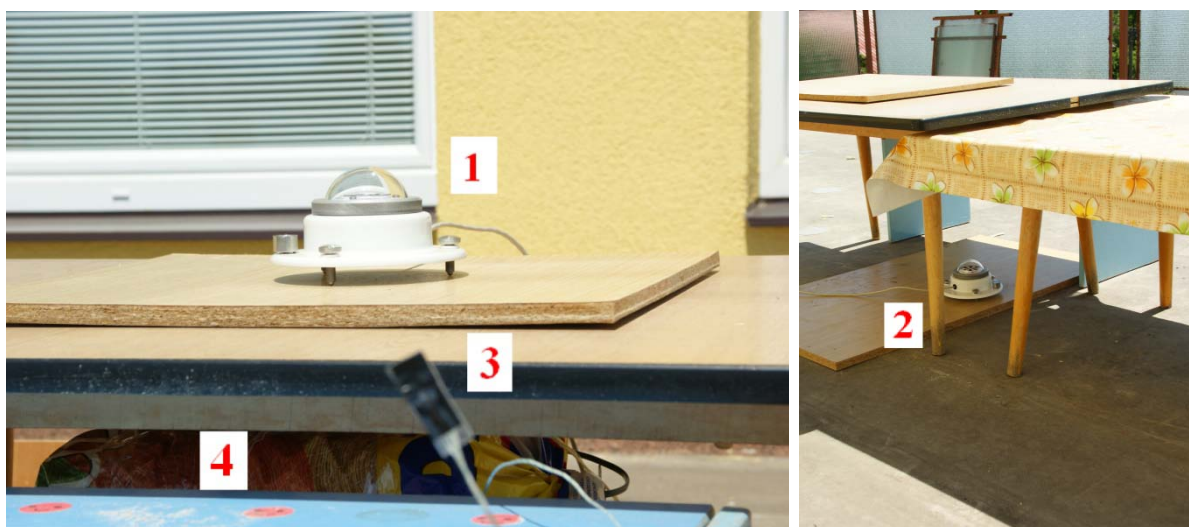
Tabulka 1: Průměrné měsíční hodnoty součinitele znečištění atmosféry Z [17]

měsíc	ČSN 73 0548 běžné podmínky	Cihelka				Řehánek	
		Horské oblasti	venkov	Města	Průmyslové oblasti	Hradec Králové (280mn.m.)	Milešovka (835 m n.m.)
Leden		1,5	2,1	3,1	4,1	2,8	2,2
Únor		1,6	2,2	3,2	4,3	3,2	2,6
Březen	3	1,8	2,5	3,5	4,7	3,3	2,7
Duben	4	1,9	2,9	4,0	5,3	3,8	3,4
Květen	5	2,0	3,2	4,2	5,5	4,1	3,6
Červen	5	2,3	3,4	4,3	5,7	4,3	4,0
Červenec	5	2,3	3,5	4,4	5,8	4,1	3,8
Srpen	4	2,3	3,3	4,3	5,7	4,0	3,5
Září	4	2,1	2,9	4,0	5,3	3,8	3,1
Říjen	3	1,8	2,6	3,6	4,9	3,6	2,7
Listopad		1,6	2,3	3,3	4,5	3,0	2,5
Prosinec		1,5	2,2	3,1	4,2	2,8	2,1

Při porovnání hodnot vypočteného součinitele znečištění atmosféry (v průměru $Z = 3,44$) a výše uvedenou tabulkou, jsou tyto hodnoty téměř totožné a odpovídající. Kunštát je malé město s 2500 obyvateli a není zde přímo žádná průmyslová výroba, tudíž je zde poměrně malá koncentrace exhalací. Svým zařazením má tedy blíže k venkovské oblasti, jak rovněž vyplývá z porovnání s uvedenými tabulkovými hodnotami.

10.4 Měření intenzity slunečního záření nepřímo za pomoci rozdílů teplot

V následující kapitole je úkolem posoudit závislost intenzity slunečního záření na rozdílů teplot, a to s využitím bílé a černé barvy. Tato úprava má za úkol simulovat segmenty černé a bílé barvy, které jsou využívány při měření pyranometrem. Za tímto účelem byly konce termočláňkových drátů opatřeny papírem (s polomatným povrchem) bílé a černé barvy o rozměrech 1,0 x 2,5 cm a zalisovány PVC fólií. V měřicím přístroji se tedy zaznamenávaly hodnoty intenzity vodorovné sluneční radiace (globální a difúzní) a dvě teploty černého a bílého dílku.



Obrázek 30, 31: Umístění přístrojové techniky

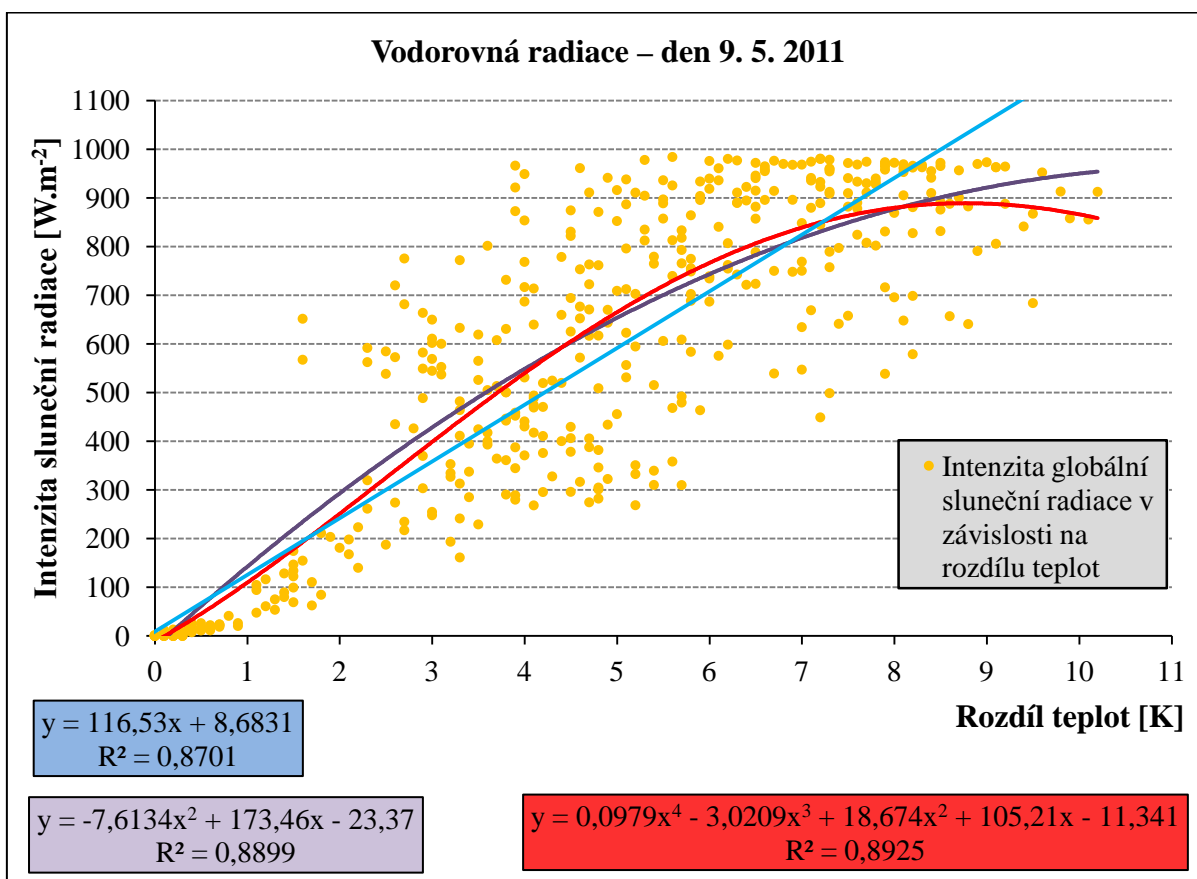
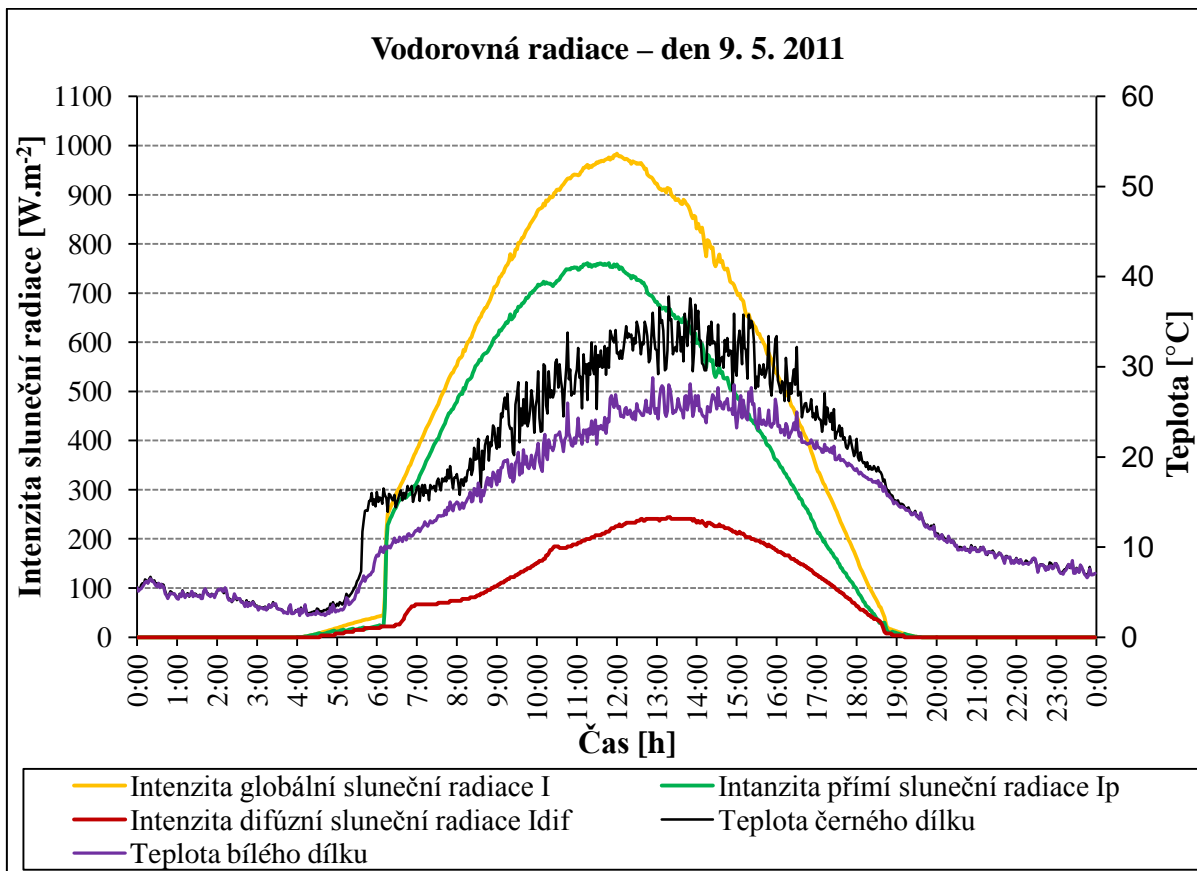
Legenda k obrázku 30, 31:

- 1 – pyranometr pro měření intenzity vodorovné globální sluneční radiace;
- 2 – pyranometr pro měření intenzity difúzní sluneční radiace (simulováno krytím pyranometru za pomoci dvou stolů);
- 3 – termočláňkové dráty na konci opatřené oplastovaným papírem černé a bílé barvy;
- 4 – samotný měřicí přístroj ALMEMO 2890-9, umístěný v termoboxu (kvůli ochraně před povětrnostními vlivy) a se zapojenými měřicími přístroji za pomoci konektorů.

Z naměřených hodnot jsem poté vybral čtyři dny, přičemž v každém z těchto dnů byla různá oblačnost. V následujících grafech 2 až 9 jsou tyto případy zobrazeny.

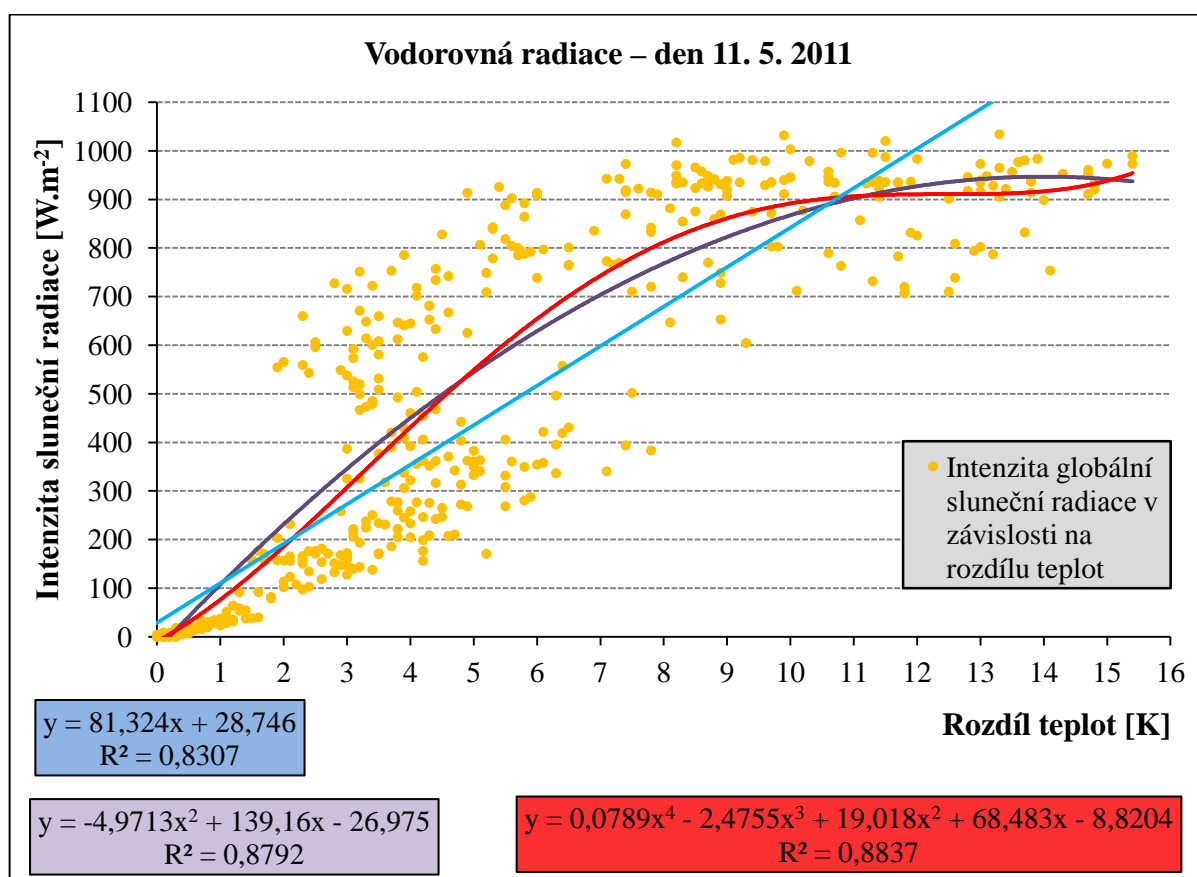
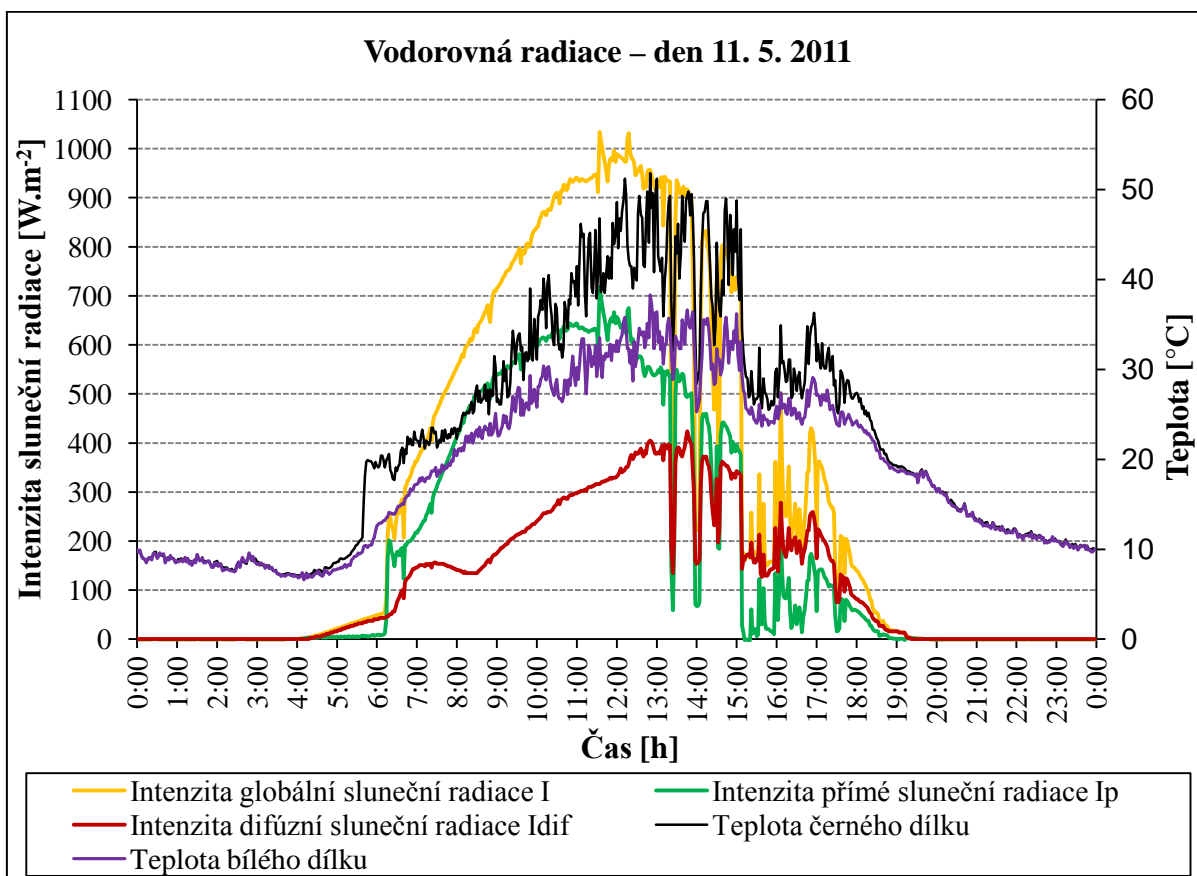
10.4.1 Den 1.

Graf 2, 3: Datum 9. 5. 2011, kdy byla jasná obloha a nevyskytovala se zde žádná oblačnost



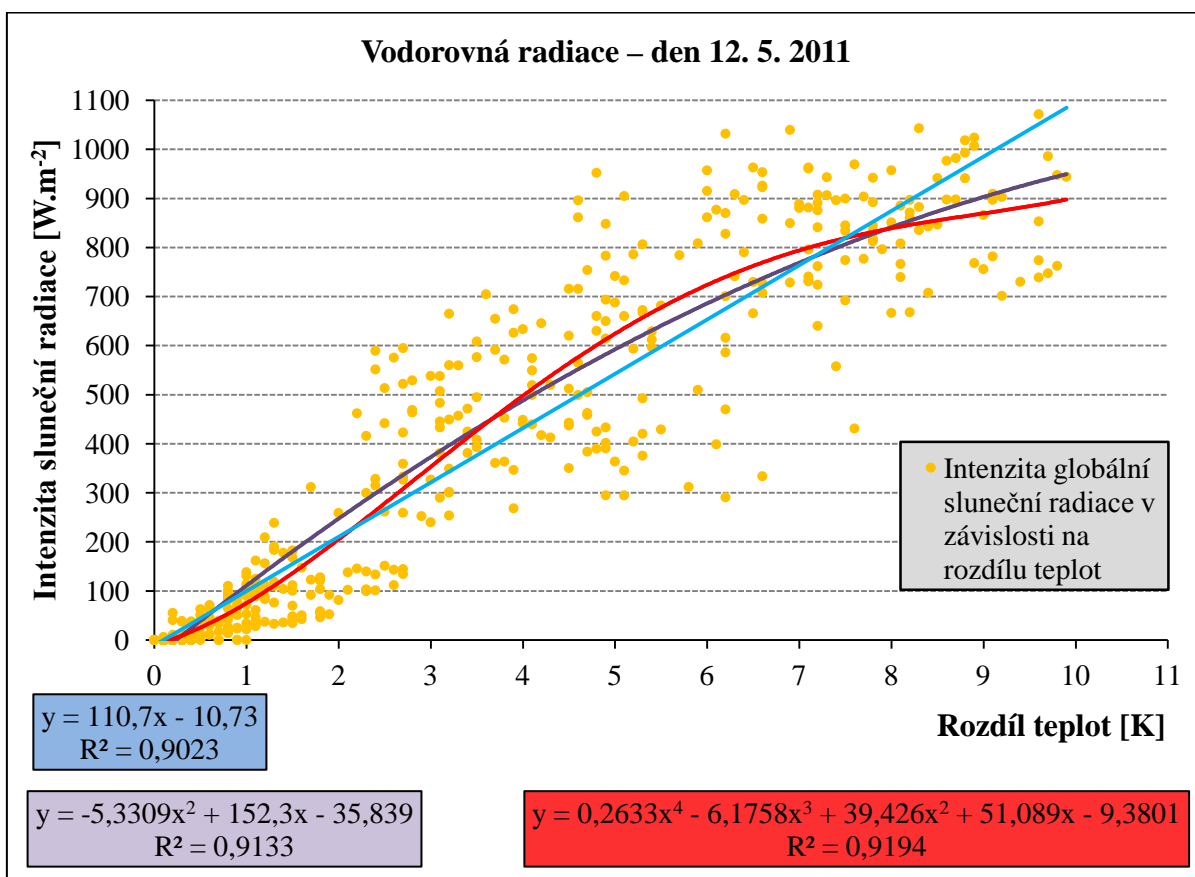
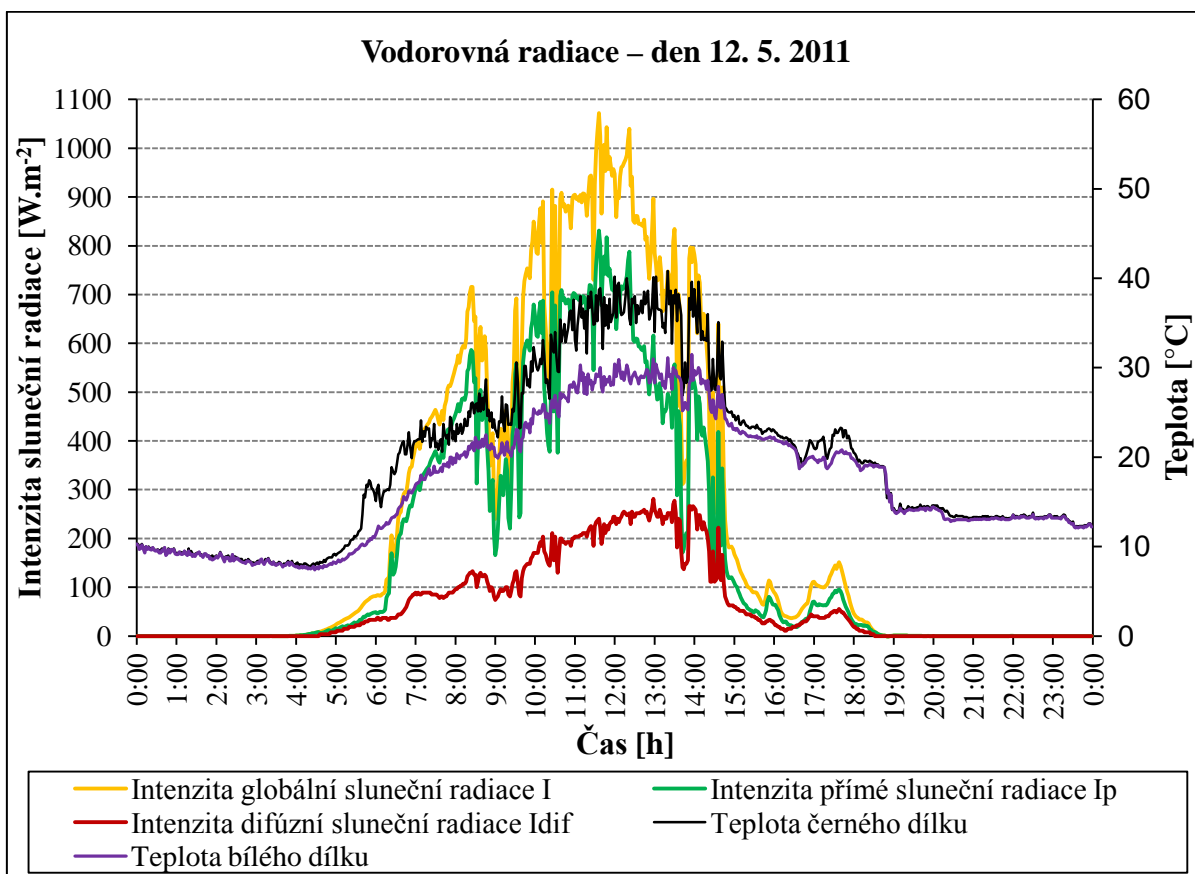
10.4.2 Den 2.

Graf 4, 5: Datum 11. 5. 2011, kdy byla zpočátku dne jasná obloha, poté proměnlivá oblačnost



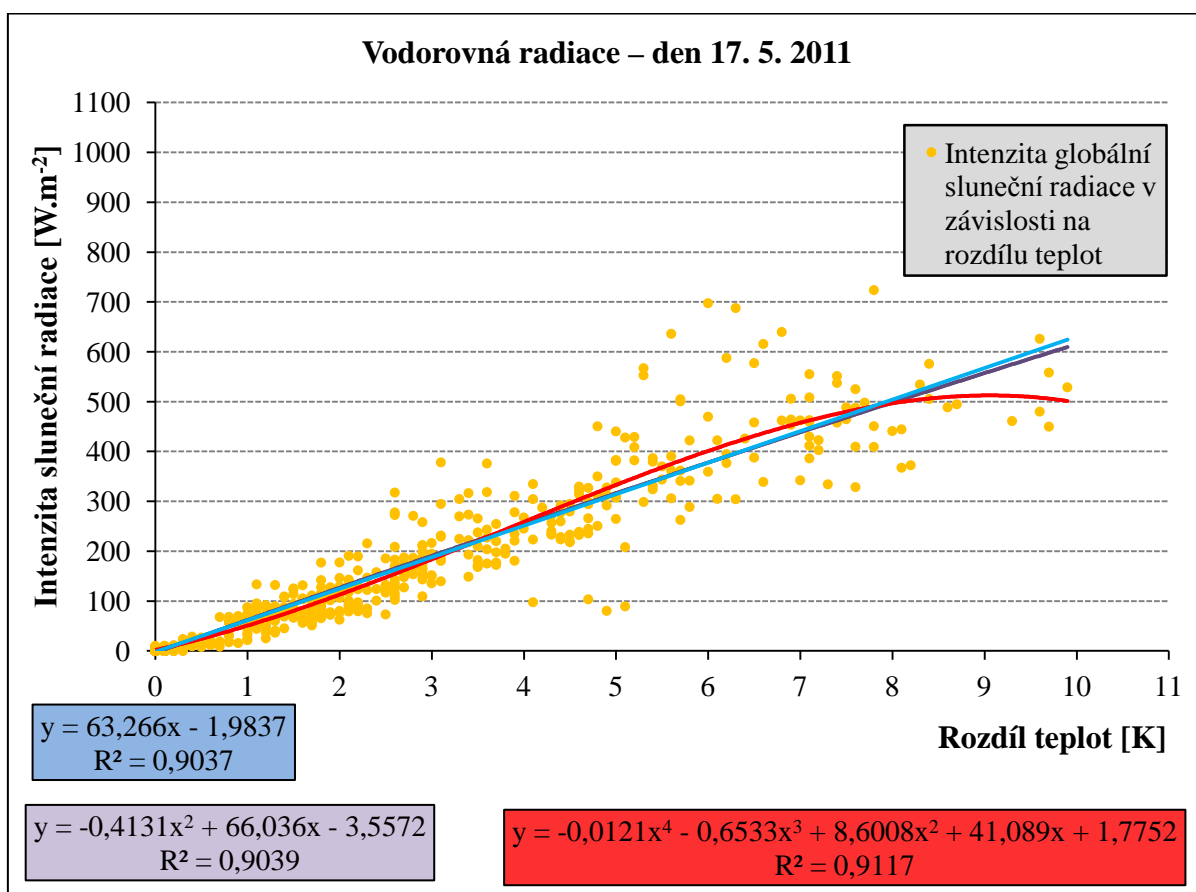
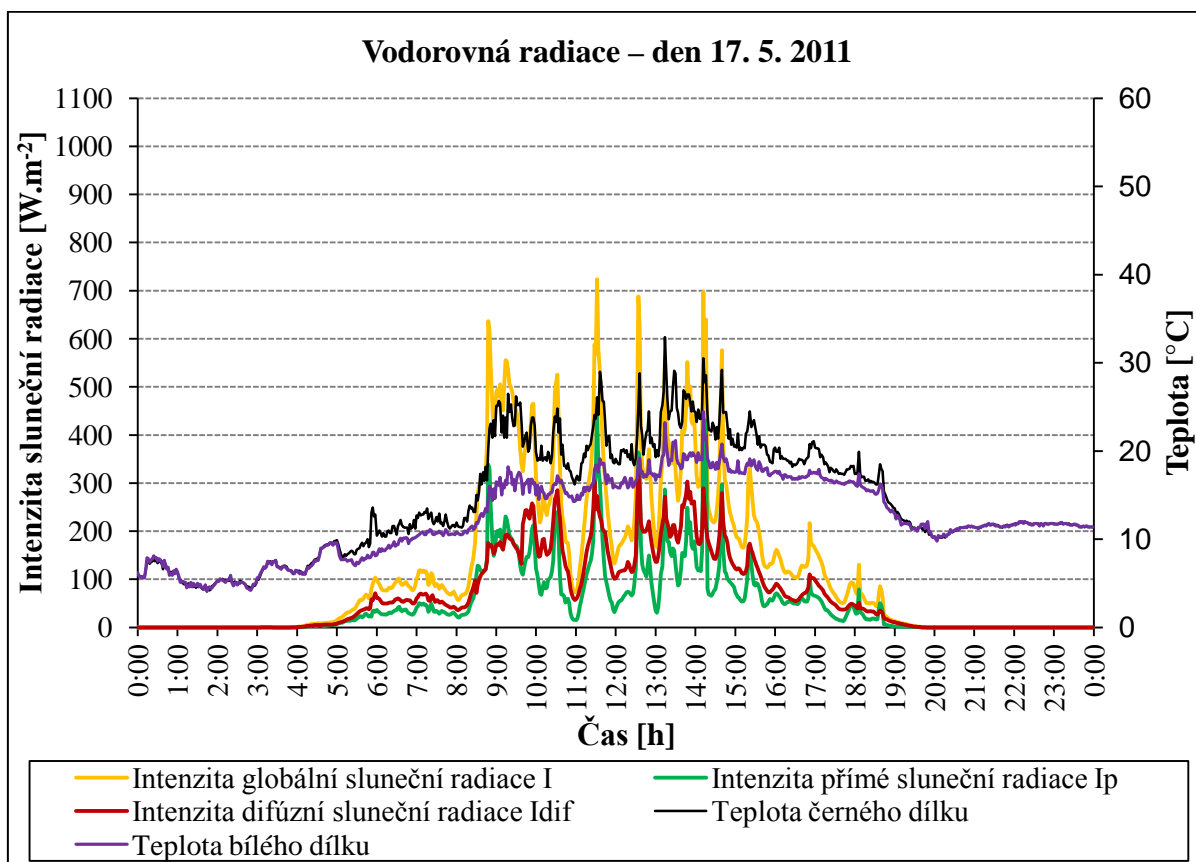
10.4.3 Den 3.

Graf 6, 7: Datum 12. 5. 2011, kdy byla proměnlivá oblačnost, později zataženo s deštěm



10.4.4 Den 4.

Graf 8, 9: Datum 17. 5. 2011, kdy byla celý den proměnlivá oblačnost s přeháňkami či deštěm



10.4.5 Popis a hodnocení vybraných variant dnů

Pro každou ze čtyř variant byla naměřená data vykreslena za pomoci dvou grafů. V prvním je zobrazena intenzita sluneční radiace globální I , přímé I_p a difúzní I_{dif} a naměřené teploty černého a bílého dílku.

V druhém grafu je poté zobrazena závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot černého a bílého dílku. Z těchto hodnot byly vytvořeny regresní křivky lineární, kvadratické a polynomické čtvrtého řádu. Jsou zde zobrazeny rovnice regrese a hodnota spolehlivosti R^2 .

Při hodnocení závislosti intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot byly vyloučeny hodnoty v časovém intervalu od 5:30 hodin do 7:30 hodin. Při východu Slunce totiž stínila část budovy, kde byla měřicí zařízení umístěna, a data z tohoto časového úseku jsou tímto ovlivněna. Projevuje se to skokovým nárůstem nejen intenzity slunečního záření, ale především rozdílu teplot, přičemž při pohledu na konec dne jsou tyto, v tomto případě úbytky, pravidelné.

Den 1.

Pro datum 9. 5. 2011. V tento byla jasná obloha a nevyskytovala se zde žádná oblačnost, což vyplývá také ze zobrazených hodnot. Z *grafu 2* je patrné, že během celého dne výrazně převyšuje intenzita přímé radiace I_p nad difúzní I_{dif} . Rozdíly teplot jsou nejvyšší v 12:00 hodin, avšak teploty dosahují svých maximálních hodnot později, a to kolem 13:30 hodiny. V dalším *grafu 3* je patrná závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot. Je možné vidět, že tato závislost se neblíží lineárnímu trendu.

Den 2.

Pro datum 11. 5. 2011. V tento den byla zpočátku dne jasná obloha a poté proměnlivá oblačnost, což značí zobrazené hodnoty. Z *grafu 4* je patrné, že zpočátku dne opět výrazně převyšuje intenzita přímé radiace I_p nad difúzní I_{dif} . Avšak v druhé polovině dne, při proměnlivé oblačnosti, je přímá složka téměř totožná s difúzní a později je dokonce intenzita difúzní radiace vyšší než intenzita radiace přímé. Tento jev je způsoben velkou oblačností. Rozdíly teplot jsou nejvyšší opět v 12:00 hodin a teploty dosahují svých maximálních hodnot kolem 12:50 hodiny, poté začnou postupně a následně prudce klesat vlivem proměnlivé oblačnosti. V *grafu 5* zobrazená závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot se rovněž neblíží lineárnímu trendu. Závislost je ještě slabší než v předchozí variantě dne 1.

Den 3.

Pro datum 12. 5. 2011, kdy byla proměnlivá oblačnost, později zataženo s deštěm. Tomu odpovídá také průběh intenzity sluneční radiace. Z grafu 6 je patrné, že celý den dochází ke změnám intenzity přímé radiace I_p i difúzní radiace I_{dif} . V druhé půli dne, asi v 14:40 hodin, dochází k velkému poklesu intenzity sluneční radiace jak přímé, tak difúzní. Toto je způsobeno vlivem velké oblačnosti s deštěm. Rozdíly teplot jsou nejvyšší opět v 12:00 hodin a teploty dosahují svých maximálních hodnot později, kolem 13:30 hodiny, poté začnou prudce klesat vlivem velké oblačnosti s deštěm. V grafu 7 zobrazená závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot se již více blíží lineárnímu trendu, na rozdíl od předchozích dnů 1. a 2.

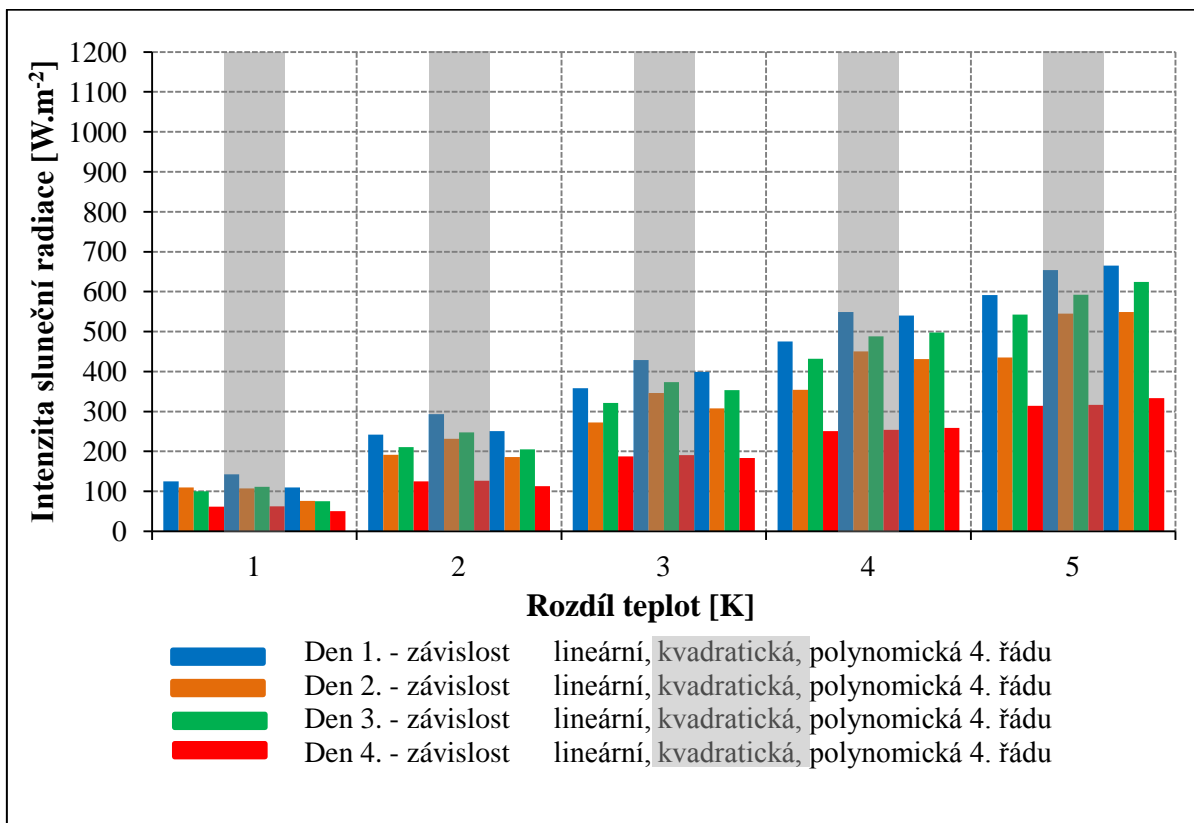
Den 4.

Pro datum 17. 5. 2011, kdy byla celý den proměnlivá oblačnost s přeháňkami či deštěm. Při pohledu na graf 8 je patrné, že celý den převažuje nepatrně difúzní radiace nad přímou radiací a obě se podílejí téměř stejným dílem na celkové globální radiaci. Největší rozdíly teplot jsou v 11:40 hodin, avšak teploty dosahují svých maximálních hodnot později, kolem 13:30 hodiny. Přestože intenzita globální sluneční radiace I nedosahuje v celém průběhu dne takových hodnot jako v předchozích variantách, je průběh závislosti intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot nejbližší lineární závislosti ze všech čtyř variant.

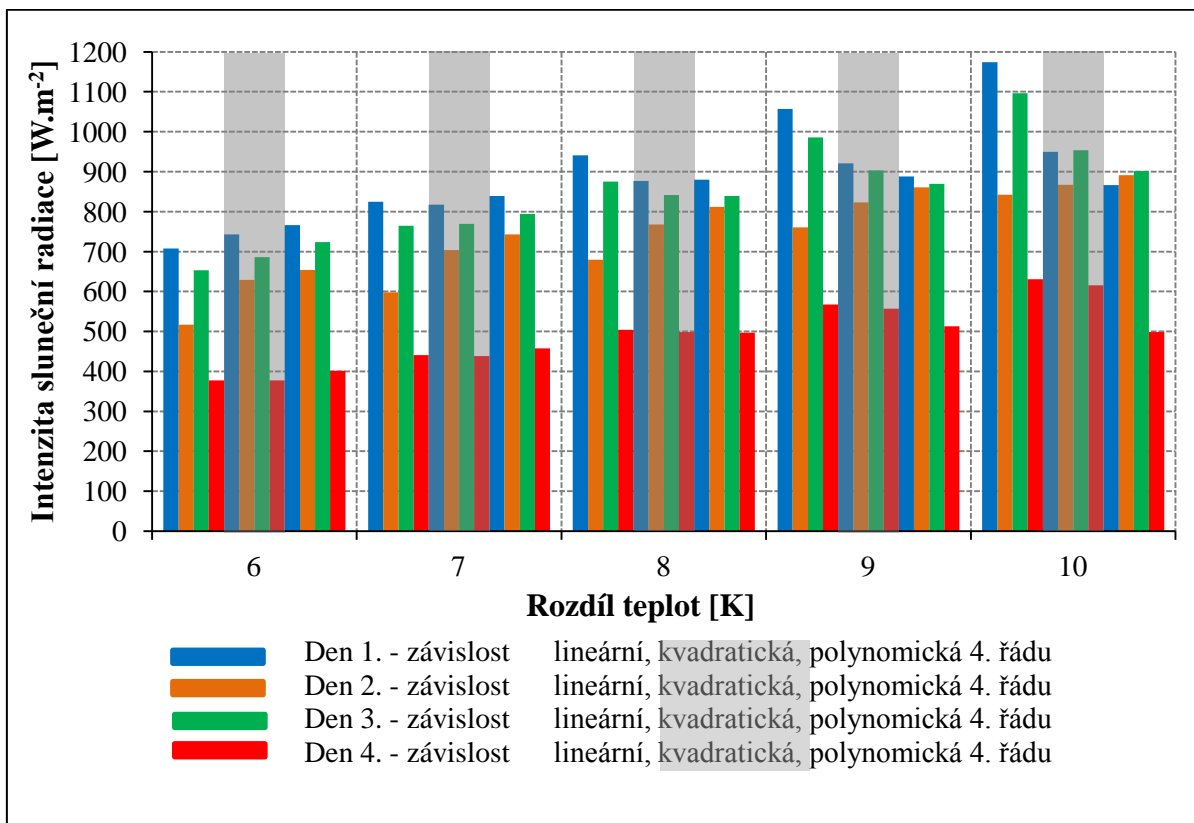
Tabulka 2: Závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot pro jednotlivé varianty dnů dle regresních křivek

Regresní křivka	Lineární				Kvadratická				Polynommická 4. řádu			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Den												
Rozdíl teplot [K]	Intenzita sluneční radiace [W.m ⁻²]											
1	125	110	100	61	142	107	111	62	110	76	75	51
2	242	191	211	125	293	231	247	127	251	186	205	113
3	358	273	321	188	428	346	373	191	399	307	353	184
4	475	354	432	251	549	450	488	254	540	431	498	259
5	591	435	543	314	654	545	592	316	665	549	624	333
6	708	517	653	378	743	629	686	378	767	654	724	401
7	824	598	764	441	818	704	769	438	839	743	794	458
8	941	679	875	504	877	768	841	498	880	812	839	497
9	1057	761	986	567	921	823	903	557	888	861	869	513
10	1174	842	1096	631	950	867	954	615	866	891	901	498

Graf 10: Závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdíl teplot pro jednotlivé varianty dnů (dle regresních křivek) pro rozdíl teplot $\Delta t = 1$ až 5 K



Graf 11: Závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdíl teplot pro jednotlivé varianty dnů (dle regresních křivek) pro rozdíl teplot $\Delta t = 6$ až 10 K



10.4.6 Závěr

Dle porovnání výše uvedených variant dnů při různé oblačnosti je patrná závislost intenzity globální sluneční radiace na rozdílu teplot. Pokud spolu však porovnáme jednotlivé varianty, pro stejné rozdíly teplot dostáváme různé hodnoty intenzity globální sluneční radiace. Mezi variantami dnů 1., 2. a 3. není tento rozdíl příliš velký, avšak rozhodně není zanedbatelný. Mezi těmito variantami a poslední čtvrtou je však rozdíl v intenzitě globální sluneční radiace příliš velký. Ze zobrazených závislostí je rovněž patrné, že při menších rozdílech teplot (do cca 3 K) a menších hodnotách intenzity slunečního záření, mají tyto závislosti lineární trend a nemají příliš velký rozptyl. Se vzrůstajícími hodnotami rozdílu teplot a intenzity sluneční radiace však mají tyto závislosti mnohem větší rozptyl.

Z těchto důvodů nelze označit tento způsob určení intenzity sluneční radiace, za pomoci rozdílu teplot bílého a černého dílku, za vhodný a relevantní.

Zásadní vliv na dané měření měly povětrnostní podmínky a zvolený materiál při výrobě bílého a černého dílku, které byly umístěny na konci termočláňkového drátu. Segmentový pyranometr má totiž čidlo složené z měděných radiálních segmentů, střídavě černých a bílých, přitom černé segmenty čidla jsou opatřeny vysoce pohltivou černí a bílé segmenty nátěrem, který vykazuje téměř dokonalý odraz slunečního záření. V našem případě takové pohltivosti (odrazu) nebylo dosaženo a velký vliv tedy sehrála akumulace teploty v materiálu. Čidlo pyranometru je navíc kryto polokulovým krytem pro zabránění vlivu dlouhovlnného záření a ochlazování čidla účinky větru, případně vedením do okolního prostředí, je tedy dokonale kryto vůči atmosférickým vlivům. V našem případě však byly konce termočláňkových drátů těmito vlivům vystaveny. Z těchto důvodů nemohlo být dosaženo relevantních výsledků.

Jako řešení se jeví použití jiných materiálů při výrobě černého a bílého dílku, např. mědi, a nanesení kvalitních vysoce pohltivých či odrazivých nátěrů. V neposlední řadě lepší ochrana těchto čidel před atmosférickými vlivy.

10.5 Analýza dat z meteorologické stanice

Mimo samotné měření intenzity sluneční radiace je součástí experimentální části diplomové práce analýza dat z meteorologické stanice Fakulty stavební v Brně. Jelikož se celá práce zabývá solárními zisky, také poskytnutá data z meteorologické stanice obsahovala hodnoty intenzity globální sluneční radiace a teploty venkovního vzduchu. Tato data jsou kompletní za roky 2009, 2010 a 2011, a to v časovém kroku 15 minut. To znamená 35 040 hodnot intenzity sluneční radiace a teploty venkovního vzduchu za každý rok.

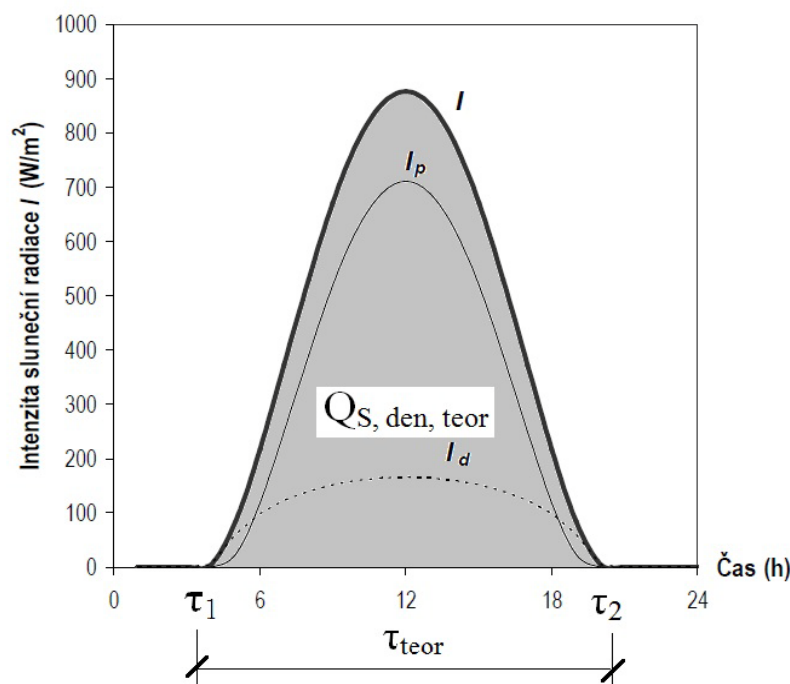
10.5.1 Dopadající sluneční energie za den

Intenzita slunečního záření na povrchu Země je množství sluneční energie v kW.h dopadající na m^2 povrchu Země. Tato intenzita je závislá na zeměpisné šířce a další vliv má také průměrné počasí v dané oblasti, především množství oblačnosti.

Teoreticky možné množství dopadající sluneční energie

Plocha pod křivkou $I = f(\tau)$ udávající denní průběh intenzity celkového záření je úměrná energii dopadající na osluněnou plochu za den $Q_{S,den,teor}$ [W.h.m⁻²] za předpokladu, že je nepřetržitě jasná obloha

$$Q_{S,den,teor} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} I \cdot d\tau$$



Obrázek 32: Grafický způsob určení teoreticky možné dopadající energie

Dopadající energie se dle výše uvedeného vztahu zjistí buď graficky určením plochy pod křivkou $I = f(\tau)$, nebo číselně jako součet hodnot I pro jednotlivé hodiny. [2]

Krajní hodnoty τ_1 , τ_2 označují čas (hodinu) východu a západu slunce a určí pro podmínku $h = 0$ z rovnice

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau$$

Dále platí vztah

$$\cos \tau_{1,2} = -\operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

kde: φ – zeměpisná šířka;

δ – sluneční deklinace.

Krajními hodnotami τ_1 , τ_2 je určena tzv. teoretická (astronomická) doba slunečního svitu τ_{teor} .

Tabulka 3: Teoretická doba slunečního svitu τ_{teor} v charakteristických dnech v měsíci [2]

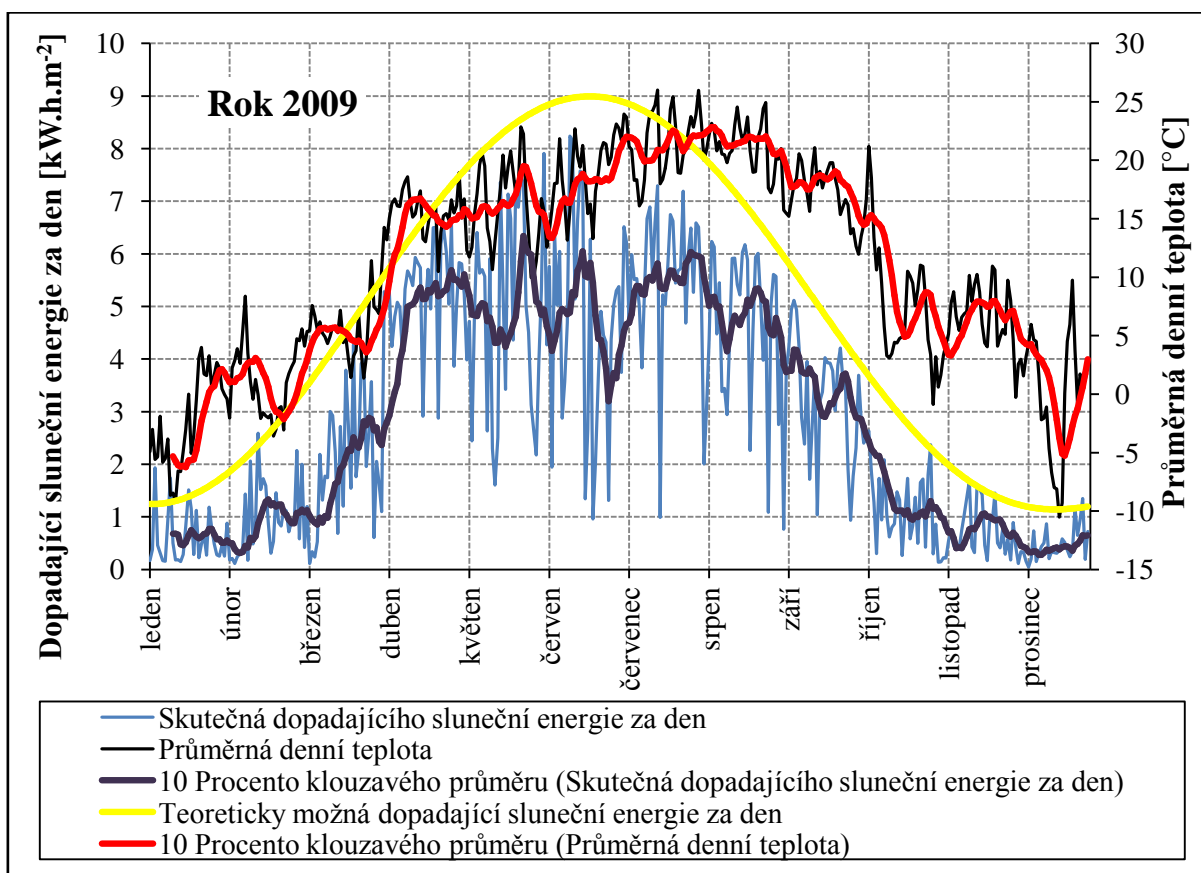
Měsíc	Teoretická doba slunečního svitu
	τ_{teor} [h]
22. XII.	7,85
22. XI. a 21. I.	8,26
23. X. a 20. II.	10,12
23. IX. a 21. III.	12,00
23. VIII. a 21. IV.	13,90
23. VII. a 22. V.	15,70
22. VI.	16,34

Skutečné množství dopadající sluneční energie

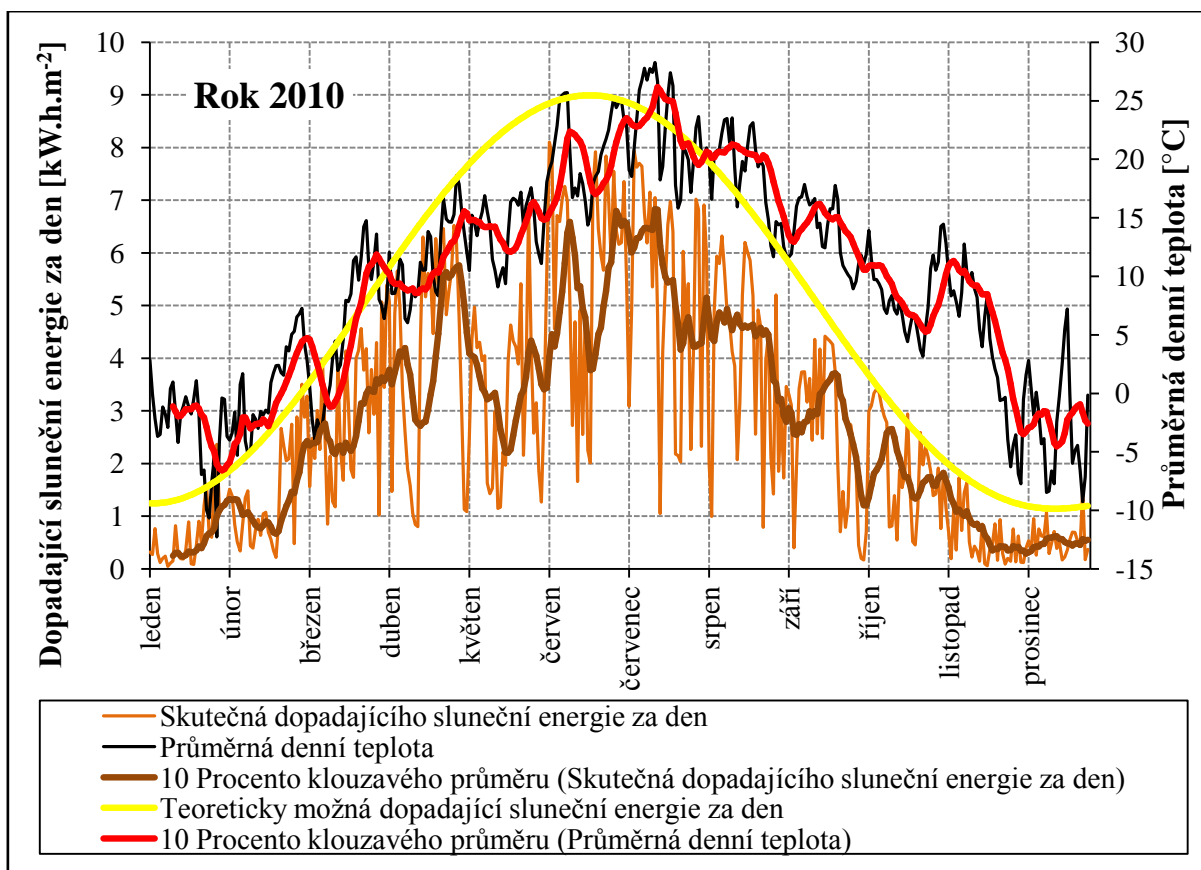
V tomto případě byla využita naměřená data intenzity globální sluneční radiace z meteorologické stanice v časovém kroku 15 minut. Z hodnot byla vypočtena skutečná dopadající sluneční energie na horizontální plochu $Q_{S,\text{den,skut}}$ [$\text{W}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-2}$].

V následujících *grafech 12 až 14* jsou zobrazeny hodnoty dopadající sluneční energie za den, a to skutečné i teoretické. Dále jsou zde znázorněny průměrné denní teploty venkovního vzduchu. V grafech jsou místa, kde je patrný vliv skutečné dopadající sluneční energie na průměrnou denní teplotu – se zvyšující se energií roste i teplota a naopak. Toto je jasně viditelné v *grafu 12* kolem 20. května, kdy s prudkým vzestupem dopadající energie za den, roste také průměrná denní teplota. Takových případů se v zobrazených grafech vyskytuje více a jsou lehce dohledatelné. V *grafu 15* jsou poté zobrazeny průměrné hodnoty za rok 2009, 2010 a 2011.

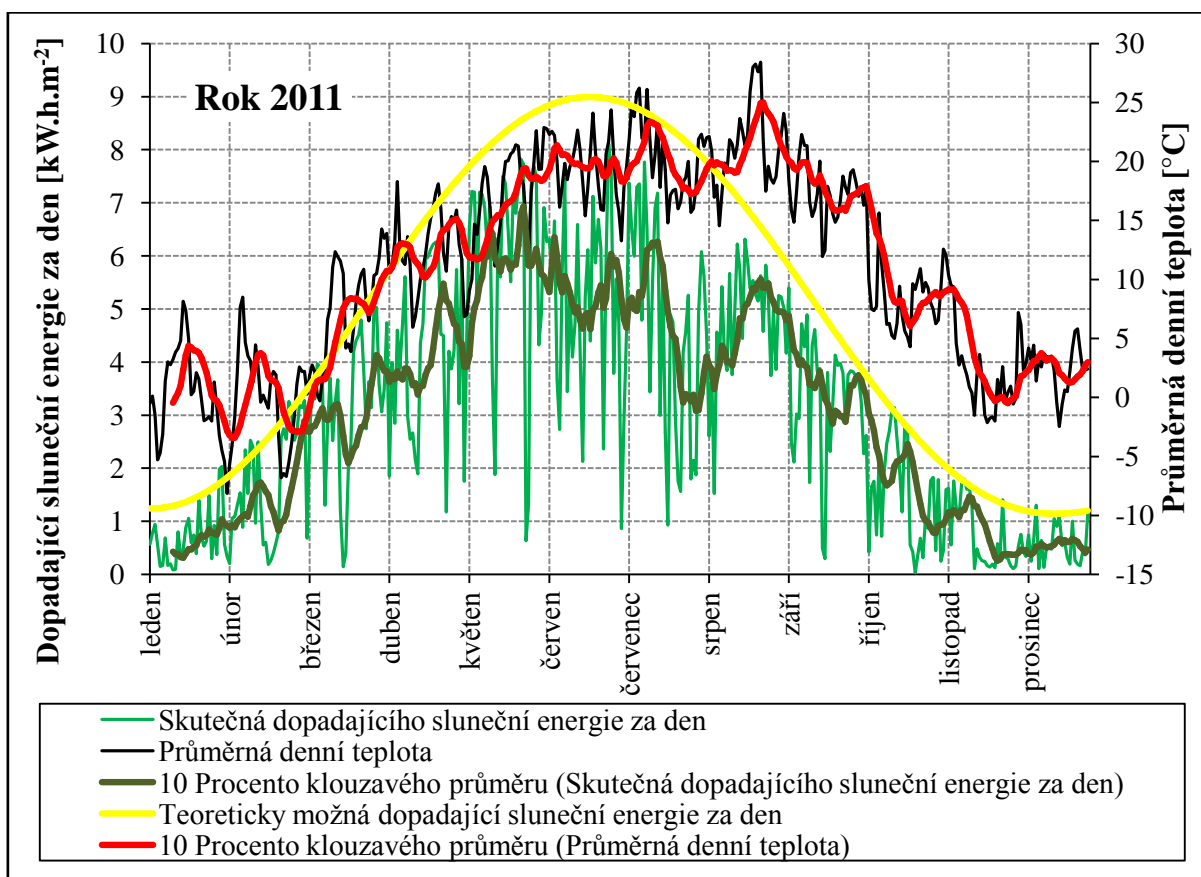
Graf 12: Dopadající sluneční energie za den a průměrná denní teplota pro rok 2009



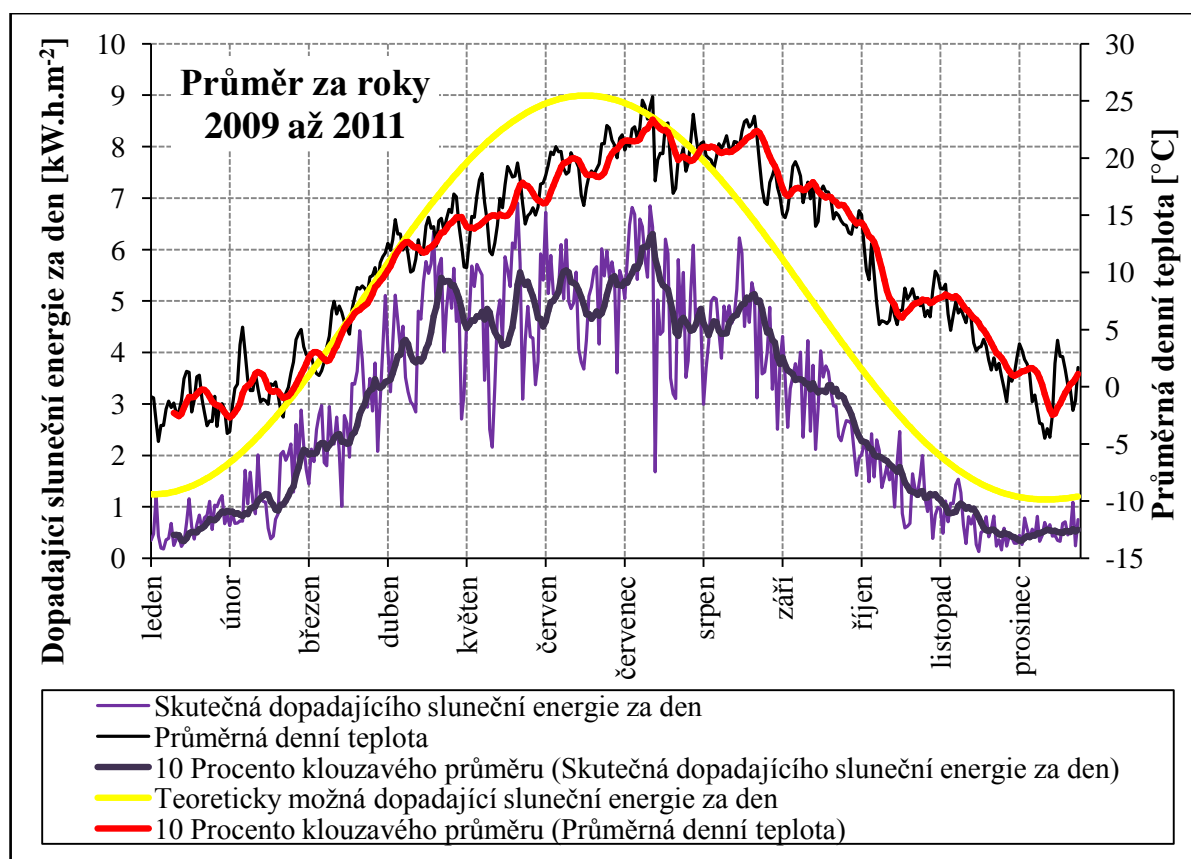
Graf 13: Dopadající sluneční energie za den a průměrná denní teplota pro rok 2010



Graf 14: Dopadající sluneční energie za den a průměrná denní teplota pro rok 2011



Graf 15: Dopadající sluneční energie za den a průměrná denní teplota pro roky 2009 až 2011



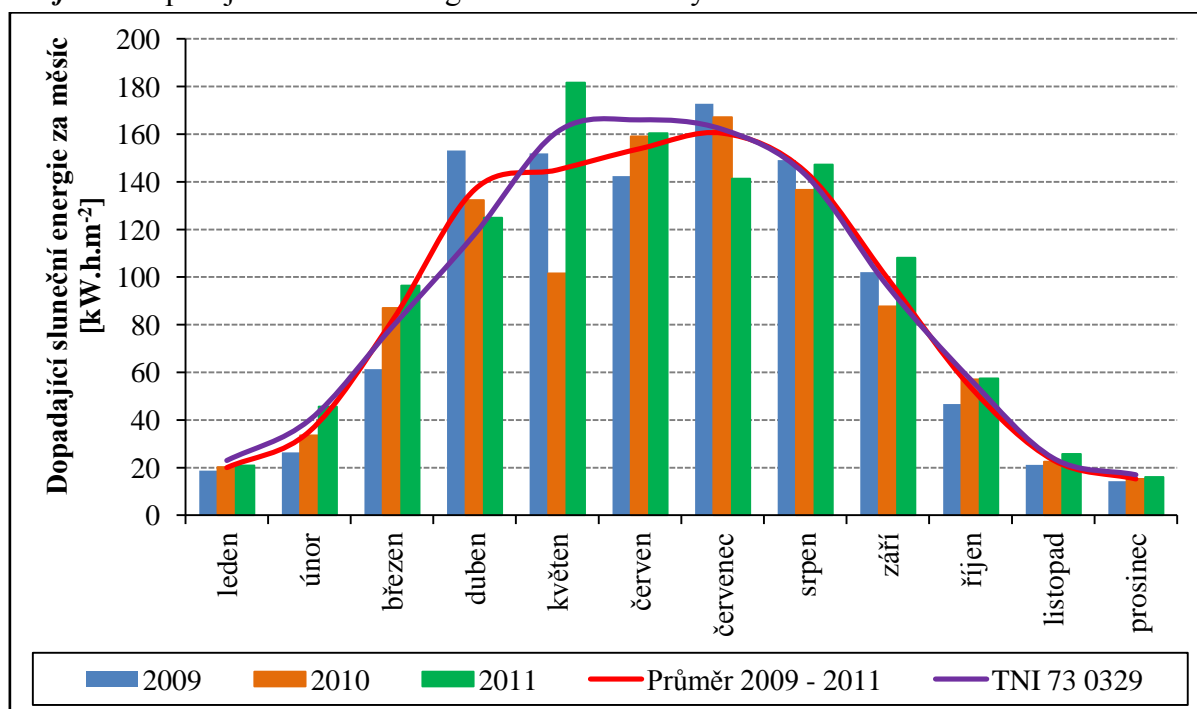
10.5.2 Dopadající sluneční energie za měsíc

V následujících *grafech 16, 17* jsou zobrazeny hodnoty skutečné dopadající sluneční energie za měsíc, spolu s průměrnými měsíčními teplotami venkovního vzduchu. Z grafů jsou patrné rozdíly mezi jednotlivými roky. V zimních a podzimních měsících nejsou rozdíly dopadající sluneční energie tak velké, jako v měsících jarních a letních. Největší rozdíl je v květnu mezi roky 2010 a 2011, a to celých 80 kW.h.m⁻².

Tabulka 4: Dopadající sluneční energie za měsíc za roky 2009 až 2011

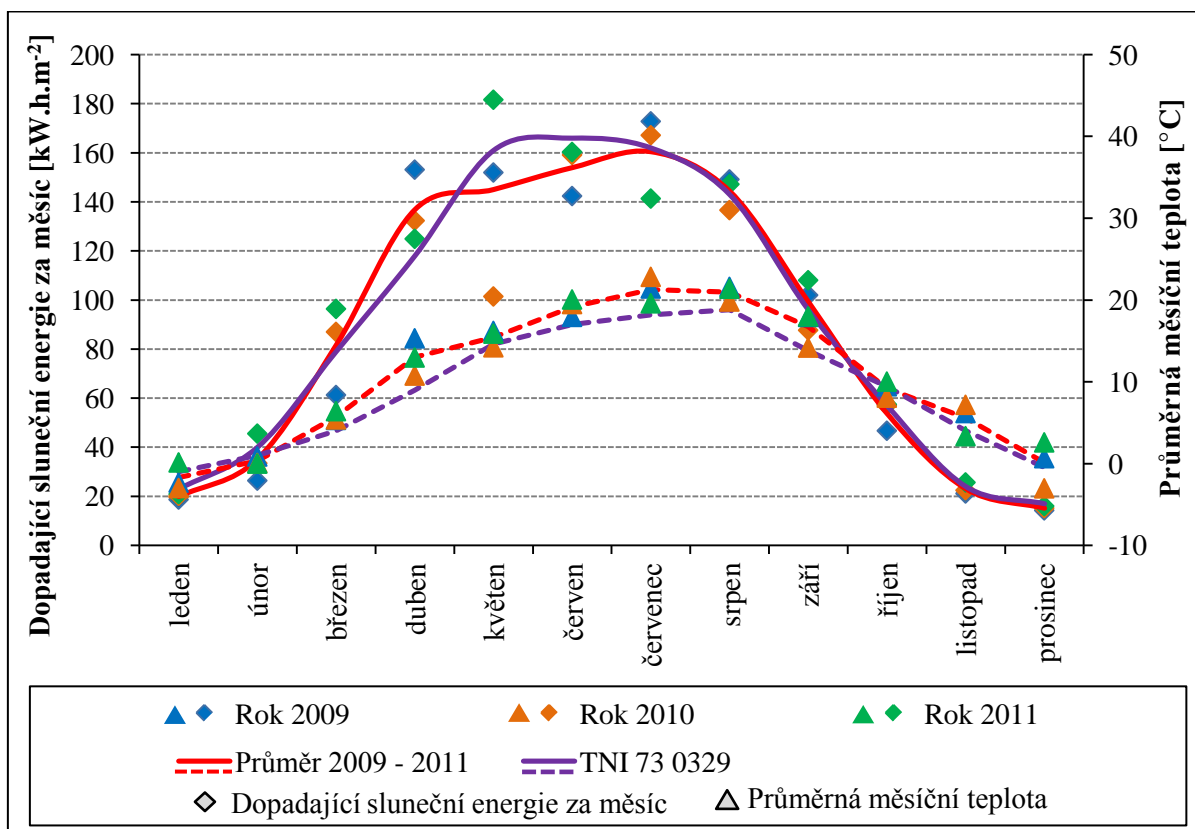
Rok	2009	2010	2011	Průměr 2009 až 2011	TNI 73 0329	Průměr 2009 až 2011	TNI 73 0329
Měsíc	Dopadající sluneční energie za měsíc [kW.h.m ⁻²]					Průměrná měsíční teplota [°C]	
leden	18,7	20,2	20,9	20,0	23,0	-1,7	-1,0
únor	26,4	33,5	45,6	35,2	40,0	0,3	1,0
březen	61,3	87,0	96,4	81,6	79,0	5,7	4,0
duben	153,2	132,4	124,9	136,8	118,0	13,0	9,0
květen	152,0	101,5	181,6	145,0	161,0	15,5	14,6
červen	142,4	159,1	160,4	154,0	166,0	19,2	17,0
červenec	172,8	167,2	141,4	160,5	162,0	21,3	18,2
srpen	149,2	136,7	147,2	144,3	143,0	20,9	18,8
září	102,0	87,7	108,1	99,3	96,0	16,7	13,8
říjen	46,8	57,0	57,5	53,8	57,0	9,2	9,4
listopad	21,2	22,5	25,7	23,1	24,0	5,6	4,0
prosinec	14,3	15,2	16,0	15,2	17,0	0,1	-0,5

Graf 16: Dopadající sluneční energie za měsíc za roky 2009 až 2011



Hodnoty dopadající sluneční energie za měsíc je možno porovnat s Technickou normalizační informací (zkratka TNI) číslo 73 0329. Uvedené hodnoty energie globálního slunečního záření pro horizontální orientaci jsou, při porovnání s průměrem z let 2009–2010, téměř shodné od ledna do března a od července do prosince. Větší rozdíly jsou v měsících dubnu až červnu. Lze tedy říci, že hodnoty dopadající energie dle TNI 73 0329 odpovídají skutečnosti, samozřejmě vzhledem k proměnlivosti reálné dopadající energie každého roku.

Graf 17: Dopadající sluneční energie za měsíc a průměrná měsíční teplota za rok 2009–2011



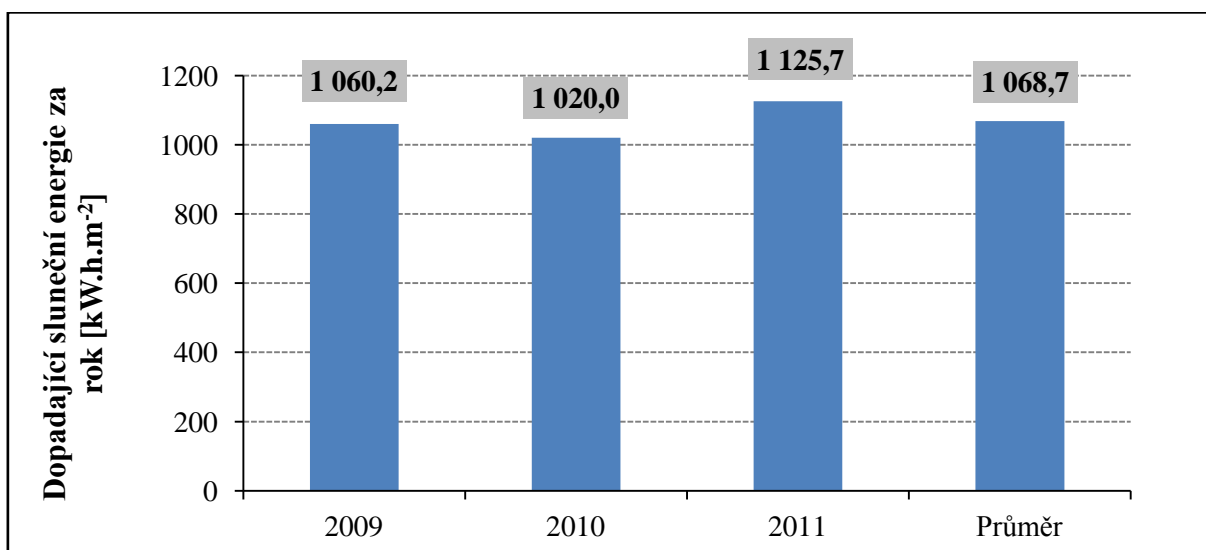
10.5.3 Dopadající sluneční energie za rok

Z dostupných dat byla také vypočtena hodnota dopadající sluneční energie za rok, a to za roky 2009, 2010 a 2011 a jejich průměrná hodnota. Rovněž tato energie byla spočtena ze skutečné globální sluneční radiace. V grafu 18 jsou vidět rozdíly mezi jednotlivými roky, rozdíl v dopadající sluneční energii mezi roky 2010 a 2011 je největší a činí 105,7 kW.h.m⁻², což odpovídá 10 % z průměru let 2009 až 2011.

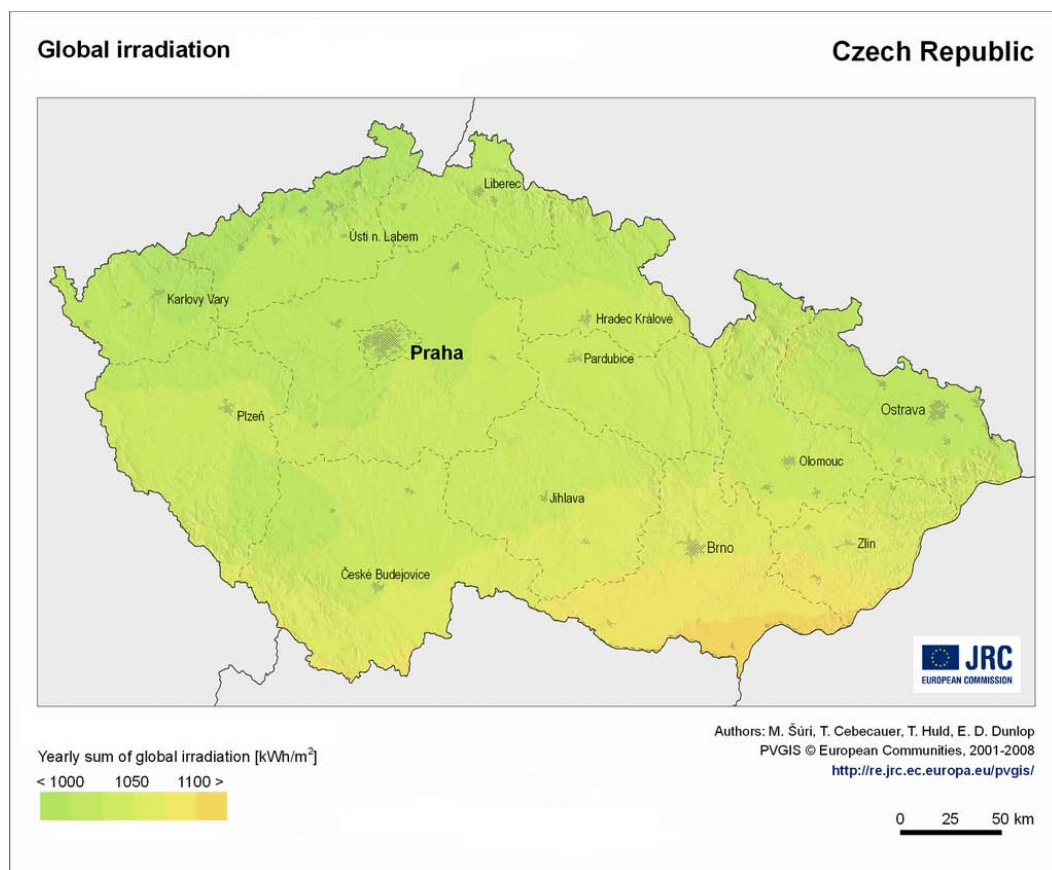
Tabulka 5: Dopadající sluneční energie za rok (2009 až 2011)

Rok	2009	2010	2011	Průměr	PVGIS
Dopadající sluneční energie [kW.h.m ⁻²]	1060,2	1020,0	1125,7	1068,7	1050 – 1075

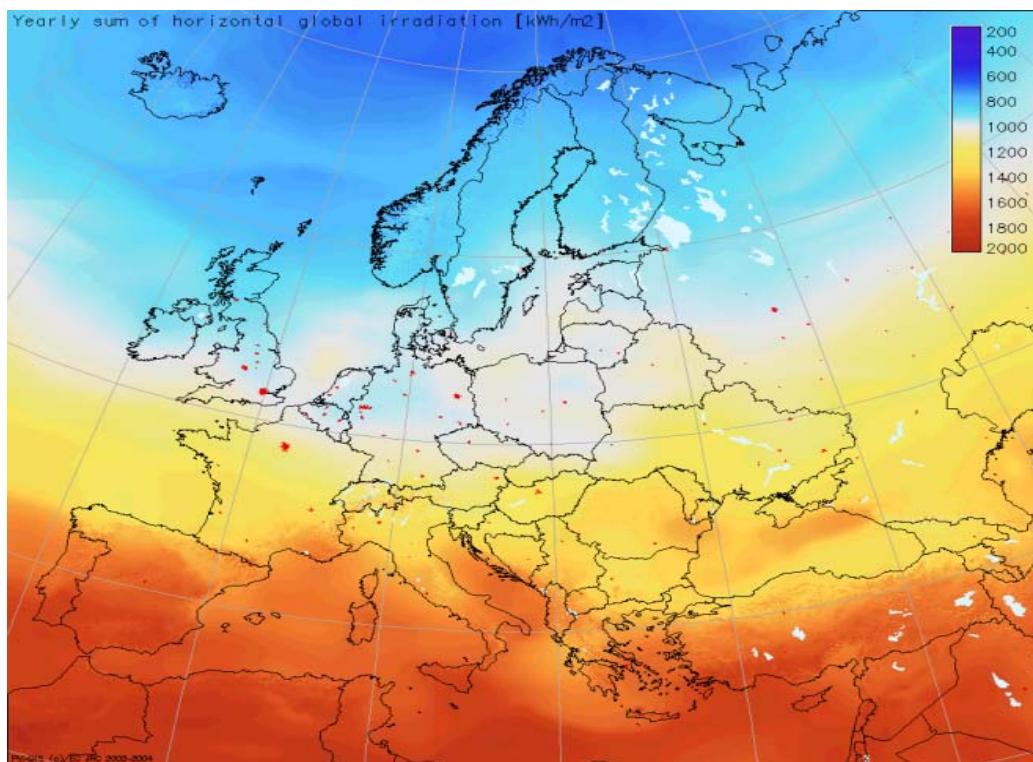
Graf 18: Dopadající sluneční energie za rok (2009 až 2011)



Následující mapa (obrázek 33) představuje roční sumu globálního záření na horizontální plochu v České republice [kWh.m⁻²], která je vypočtena průměrem z 10letého období 1981–1990. Tato mapa byla vypracována Institutem pro energii (Institute for Energy) Evropské komise (European Commission) a je součástí Fotovoltaického geografického informačního systému (PVGIS). Pro porovnání dopadající sluneční energie s ostatními zeměmi je také uvedena mapa Evropy (obrázek 34), rovněž ze systému PVGIS.



Obrázek 33: Globální sluneční radiace za rok v ČR [18]

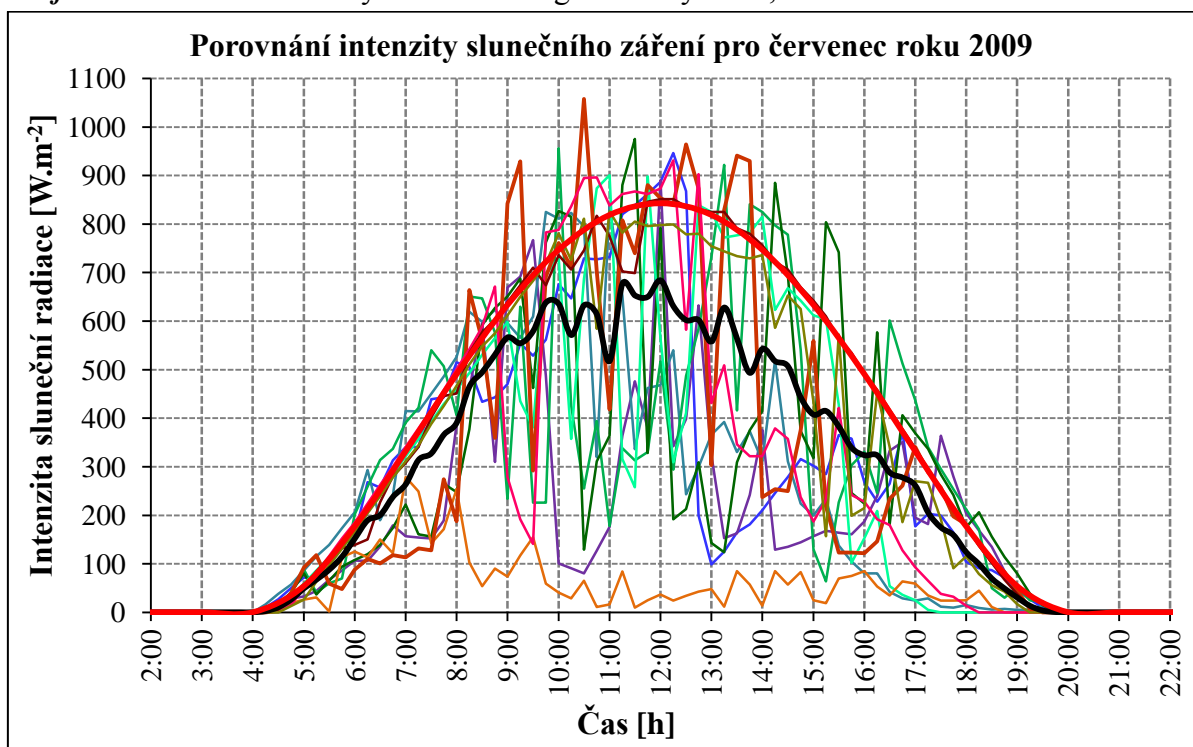


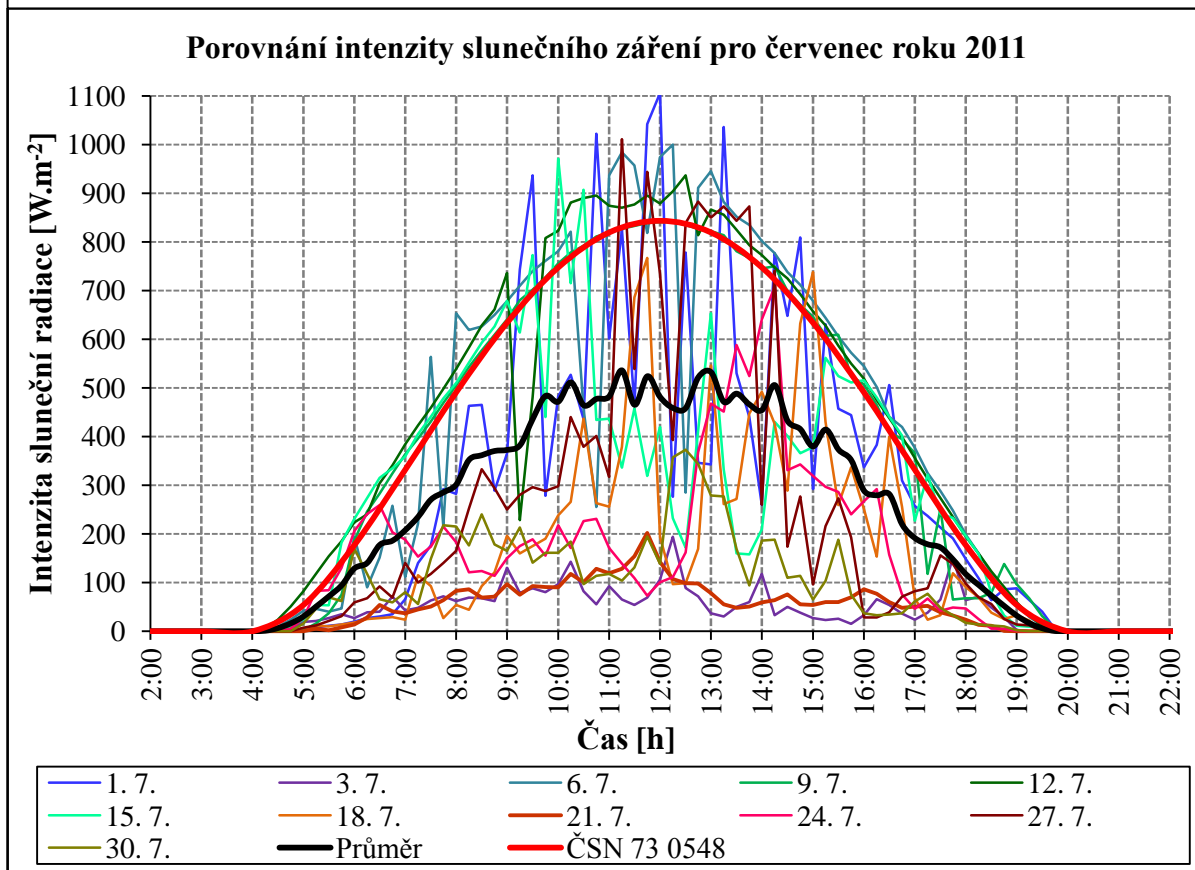
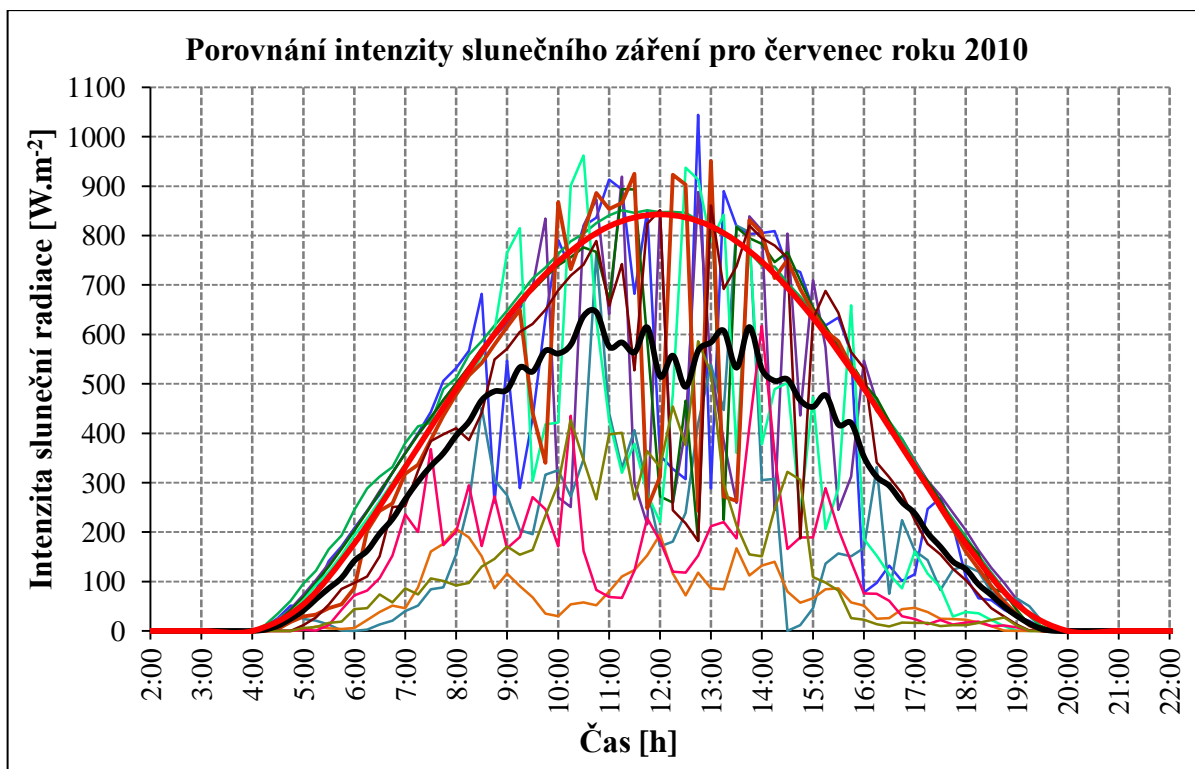
Obrázek 34: Globální sluneční radiace za rok v Evropě [18]

10.5.4 Porovnání intenzity slunečního záření

Hodnoty intenzity slunečního záření pro vybrané dny měsíce července byly porovnány s normovými hodnotami dle ČSN 73 0548. Tyto normové hodnoty jsou určeny pro 21. červenec. Průměr hodnot intenzity slunečního záření je vypočten ze všech 31 dnů července.

Graf 19: Porovnání intenzity sluneční energie za roky 2009, 2010 a 2011





Z výše uvedených grafů je patrné, že průměrné hodnoty intenzity sluneční radiace nedosahují normových hodnot, avšak intenzita sluneční radiace některých jednotlivých dnů vykazuje větší než normové hodnoty. Toto může být způsobeno vlivem snižujícího se součinitele znečištění atmosféry Z. Norma ČSN 73 0548 pochází z roku 1985 a od této doby se zpřísnily ekologické normy a limity exhalací znečišťujících ovzduší.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH SOLAR GAINS IN BUILDINGS

ČÁST C – APLIKACE TÉMATU NA BUDOVĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

C. APLIKACE TÉMATU NA BUDOVĚ

11. CHARAKTERISTIKA DANÉHO OBJEKTU

Zadaná práce řeší tvorbu interního mikroklimatu polyfunkčního domu za pomoci vzduchotechnických a klimatizačních systémů. Systémy jsou voleny dle vhodnosti použití pro danou část objektu. Jedná se o objekt o třech nadzemních podlažích, který je částečně podsklepený. Objekt se nachází v Blansku a je situován v mírně svažitém terénu.

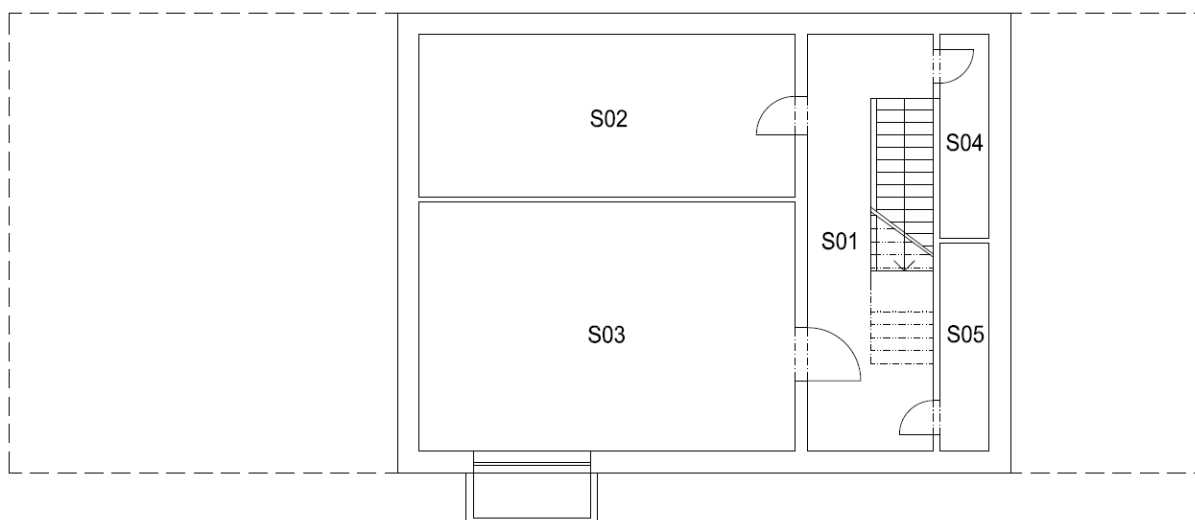
Z hlediska použití konstrukčního materiálu jsou svislé konstrukce z tvárnic systému Porotherm a vodorovné nosné konstrukce z železobetonu, okna jsou plastová s hliníkovým opláštěním. Další použité materiály jsou uvedeny v *příloze číslo 1*.

Objekt se dělí na tyto části:

- 1.S – Sklady a technická místnost
- 1.NP – Ordinance zubních lékařů a praktického lékaře s čekárnou a hygienickým zázemím; kadeřnictví, rovněž s hygienickým zázemím
- 2.NP – Autoškola, učebny, kanceláře a hygienické zázemí
- 3.NP – Obytná část (bytová jednotka)

1.S – Sklad a technická místnost

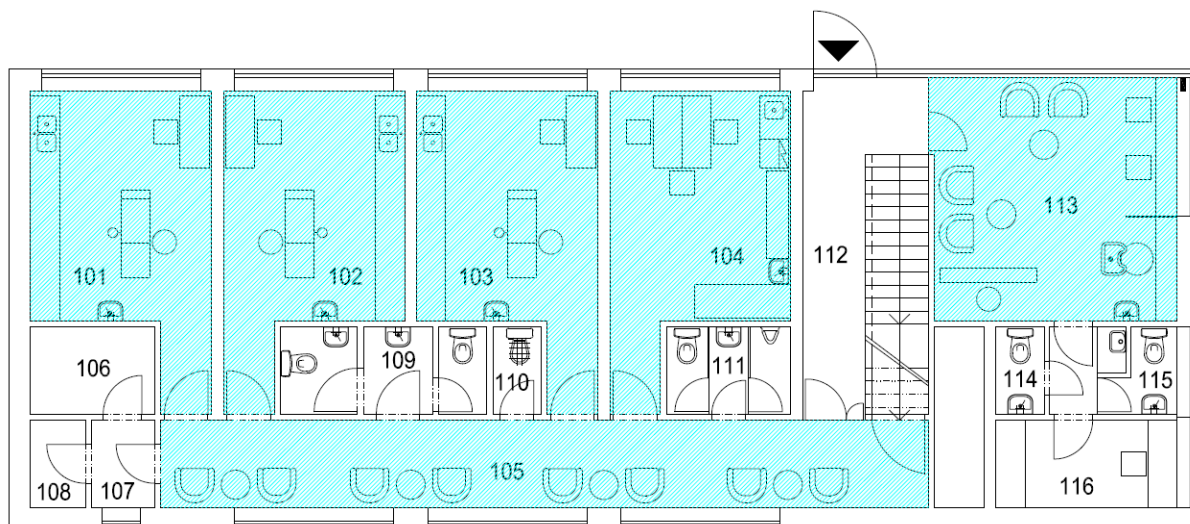
V prvním podzemním podlaží, které tvoří částečné podsklepení budovy, je umístěn sklad, komora, rozvodna a technická místnost, kde budou umístěny centrální vzduchotechnické jednotky. Do této části je přístup po schodišti z prvního nadzemního podlaží.



Obrázek 35: Půdorys 1.S

1.NP – Ordinance a kadeřnictví

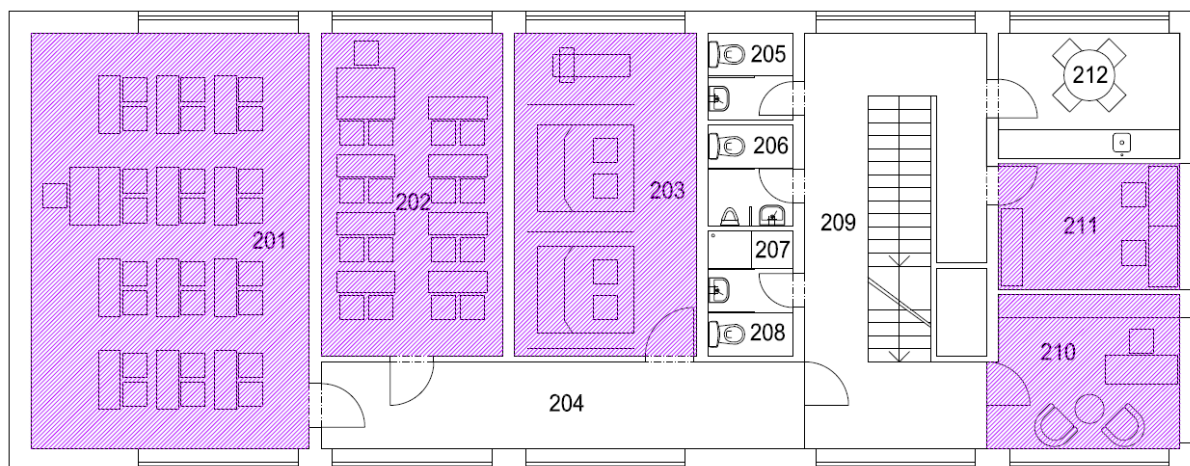
Do prvního nadzemního podlaží je přístup z vnějšku přes hlavní vchod orientovaný na východ. Zde se dostaneme do chodby se schodištěm a je zde přístup do kadeřnictví a dále do čekárny pro ordinace. Z čekárny je poté přístup k jednotlivým ordinacím, k hygienickému zázemí a také k rentgenu. Ordinance jsou situovány na východní straně a čekárna poté na západní.



Obrázek 36: Půdorys 1.NP s vyznačením klimatizovaných místností

2.NP – Autoškola

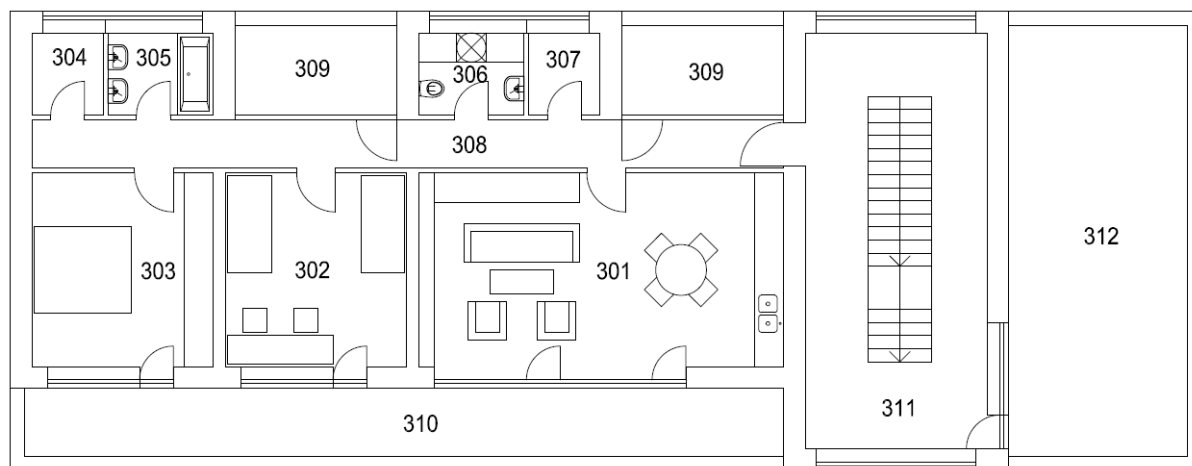
Do druhého nadzemního podlaží, kde se nachází autoškola, je přístup po schodišti z prvního nadzemního podlaží. Ze schodiště je přístup ke kancelářím, kuchyňce a hygienickému zázemí a dále do chodby. Kanceláře a kuchyňka se nachází v jižní části objektu. Z chodby se poté dostáváme do velké učebny a dále do malé učebny a k trenážeru, které jsou umístěny ve východní části objektu.



Obrázek 37: Půdorys 2.NP s vyznačením klimatizovaných místností

3.NP – Obytná část

Do této části se rovněž dostaneme ze schodiště, odkud vede vchod do bytové jednotky a na terasu. Tato část není předmětem řešení této práce. Větrání jednotlivých místností bytové jednotky bude přirozené okny.



Obrázek 38: Půdorys 3.NP

11.1 Výchozí hodnoty

Výchozí hodnoty jsou dány umístěním stavby a z toho plynoucími klimatickými podmínkami a údaji. Dále je tvoří konstrukční a technické uspořádání objektu, což vyplývá z projektové dokumentace dodané projekční kanceláří či projektantem. Dalšími výchozími hodnotami mohou být požadavky uživatele či investora stavby, počty osob vyskytujících se v daném provozu, doba tohoto provozu, atd.

11.1.1 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů:

Místo stavby:	Blansko
Nadmořská výška:	273 m n. m.
Normální tlak vzduchu p :	98,0 kPa
Teplota vzduchu pro léto t_{el} :	27 °C
Entalpie h_{el} :	51,2 kJ.kg ⁻¹
Teplota vzduchu pro zimu t_{ez} :	-15 °C

Tabulka 6: Legenda místností s popisem

Číslo místnosti	Účel	Podlahová plocha [m ²]	Světlá výška [m]	Výška podhledu [m]	Podlaha	
1.S	S01	Schodiště	22,34	2,60	2,60	Keramická dlažba
	S02	Sklad	25,96	2,60	2,60	Keramická dlažba
	S03	Technická místnost	39,91	2,60	2,60	Hlazený beton
	S04	Komora	4,35	2,60	2,60	Keramická dlažba
	S05	Rozvodna	4,35	2,60	2,60	Hlazený beton
1.NP	101	Zubní ordinace I	19,95	3,10	2,60	PVC (linoleum)
	102	Zubní ordinace II	19,95	3,10	2,60	PVC (linoleum)
	103	Zubní ordinace III	19,95	3,10	2,60	PVC (linoleum)
	104	Ordinace lékaře	19,95	3,10	2,60	PVC (linoleum)
	105	Čekárna	26,45	3,10	2,60	Keramická dlažba
	106	Rentgen	4,65	3,10	2,60	Keramická dlažba
	107	Vstup rentgen	2,55	3,10	2,60	Keramická dlažba
	108	Temná komora	2,05	3,10	2,60	Keramická dlažba
	109	WC pacienti	7,55	3,10	2,60	Keramická dlažba
	110	Úklid	1,90	3,10	2,60	Keramická dlažba
	111	WC personál	4,70	3,10	2,60	Keramická dlažba
	112	Schodiště	18,15	3,10	2,60	Keramická dlažba
	113	Kadeřnictví	25,45	3,10	2,60	Keramická dlažba
	114	WC zákazníci	1,85	3,10	2,60	Keramická dlažba
	115	Zázemí, WC	4,80	3,10	2,60	Keramická dlažba
	116	Šatna	6,75	3,10	2,60	Koberec
2.NP	201	Velká učebna	49,70	3,10	2,60	PVC (linoleum)
	202	Malá učebna	25,15	3,10	2,60	PVC (linoleum)
	203	Trenažér	25,15	3,10	2,60	PVC (linoleum)
	204	Chodba	18,00	3,10	2,60	Keramická dlažba
	205	WC ženy	3,30	3,10	2,60	Keramická dlažba
	206	WC muži	3,85	3,10	2,60	Keramická dlažba
	207	Sprcha	1,40	3,10	2,60	Keramická dlažba
	208	WC personál	3,30	3,10	2,60	Keramická dlažba
	209	Schodiště	30,15	3,10	2,60	Keramická dlažba
	210	Kancelář vedení	12,45	3,10	2,60	Koberec
	211	Kabinet učitelů	9,95	3,10	2,60	Koberec
	212	Kuchyňka	9,95	3,10	2,60	Keramická dlažba
3.NP	301 - 310	Místnosti bytové jednotky	118,75	2,60	2,60	Vlysy, koberec, keramická dlažba
	311	Schodiště	32,85	2,60	2,60	Keramická dlažba
	312	Terasa	32,93	-	-	Keramická dlažba

11.1.2 Konstrukce daného objektu

- Rozměry oken (dveří) převzaty z projektové dokumentace, dle výpisu oken (dveří);
- rozměry zdiva, podlahy, střešní a stropní konstrukce převzaty z projektové dokumentace, dle půdorysů a řezů objektu;
- součinitele prostupu tepla a dalších vlastností použitých konstrukcí jsou uvedeny v příloze číslo 1 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí.

11.1.3 Výchozí hodnoty pro interní mikroklima

Zubní ordinace a ordinace lékaře

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 24,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	$70 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \text{max. } 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 35 \text{ dB}$

Kadeřnictví

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	$70 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \text{max. } 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 55 \text{ dB}$

Čekárna

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	$50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \text{max. } 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 55 \text{ dB}$

Kancelář a kabinet

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	$50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \max. 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 50 \text{ dB}$

Učebny

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	$30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \max. 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 45 \text{ dB}$

Hygienické zázemí

Dávka vzduchu na zařizovací předmět:

Umyvadlo	$30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na kus
Sprcha	$150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na kus
WC	$50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na kus
Pisoár	$25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na kus
Šatní místo	$25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na kus

Doba provozu

Z hlediska doby provozu jednotlivých místností se předpokládá v prvním nadzemním podlaží pracovní doba pro ordinace od 7:30 do 16:00 hodin (jeden den v týdnu odpolední pracovní doba od 12:00 do 18:00 hodin) a pro kadeřnictví střídání dopoledního (od 8:00 do 16:00 hodin) a odpoledního provozu (od 12:00 do 20:00 hodin). V druhém nadzemním podlaží se předpokládá v autoškole s dopolední (od 8:00 do 12:00 hodin) a odpolední částí výuky (od 14:00 do 18:00 hodin) a provozem kanceláře a kabinetu od 8:00 do 16:00 hodin.

12. TEPELNĚ VLHKOSTNÍ BILANCE OBJEKTU

12.1 Tepelná bilance pro letní období

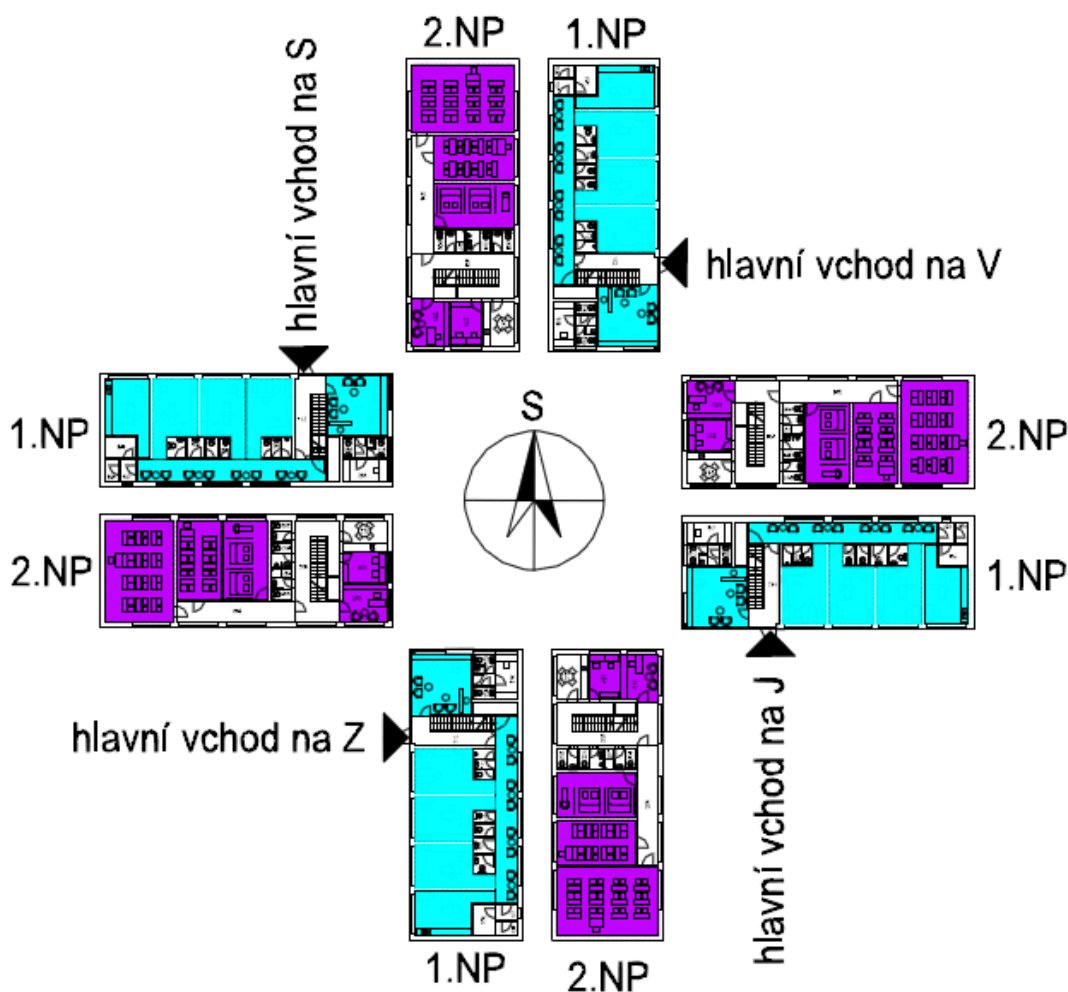
V této části se budu zabývat tepelnou bilancí daného objektu, a jelikož se celá práce zabývá solárními zisky, posoudím také vliv polohy stavby na celkovou tepelnou bilanci. Správná orientace stavby ke světovým stranám je základním požadavkem již při samotném vytváření studie a myšlenky stavby.

Pro tento účel jsou tepelné bilance vypočítány pro různou orientaci stavby ke světovým stranám a to přímo na sever, východ, jih a západ. Na závěr budou všechny čtyři varianty porovnány.

Tepelné bilance jsou spočítány pro tyto místnosti, kde se uvažuje s úpravou vnitřního mikroklimatu za pomoci vzduchotechnických či klimatizačních prvků a zařízení:

1.NP – místnosti číslo 101, 102, 103, 104, 105, 113;

2.NP – místnosti číslo 201, 202, 203, 210, 211.



Obrázek 39: Různá orientace objektu ke světovým stranám pro tepelnou bilanci

12.1.1 Tepelná bilance 1.NP při různé orientaci budovy ke světovým stranám

Tabulka 7: Společné parametry jednotlivých místností

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví

Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Světlá výška L	[m]	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
Podlahová plocha A	[m ²]	19,950	19,950	19,950	19,950	26,450	25,450

Vnější stěny

Floušťka d	[m]	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Součinitel k	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Součinitel ψ	[-]	14	14	14	14	14	14
Součinitel m	[-]	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

Okna

Součinitel k	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Šířka rámu f	[m]	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Stínící součinitel s (pro dvojitě sklo a vnitřní žaluzie střední barvy, lamely 45°)	[-]	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Plocha okna S	[m ²]	7,425	7,425	7,425	7,425	7,425	14,000 2,000

Osoby

Počet osob n_1	[-]	3	3	3	3	8	6
------------------	-------	---	---	---	---	---	---

Osvětlení

Tepel. výk. zářivek P_{sv}	[W.m ⁻²]	30	30	30	30	30	30
------------------------------	----------------------	----	----	----	----	----	----

Elektronika

Tepel. výk. PC $P_{PC} (c_1)$	[W]	100 (0,8)	100 (0,8)	100 (0,8)	100 (0,8)		
T. v. tiskárny $P_t (c_1)$	[W]	300 (0,1)	300 (0,1)	300 (0,1)	300 (0,1)		

- Poznámka:**
1. Rozměry jednotlivých konstrukčních částí byly převzaty z projektové dokumentace.
 2. Tepelně-technické vlastnosti jednotlivých konstrukcí jsou uvedeny v příloze číslo 1.

Tabulka 8: Tepelná bilance 1.NP při orientaci hlavního vchodu na sever

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	9:00
Azimut slunce α	[°]	180	180	180	180	180	114
Výška slunce h	[°]	60	60	60	60	60	44

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	3,83(S) 14,25(Z)	3,83(S)	3,83(S)	3,83(S)	35,88(J)	2,80(S) 13,60(V)
--------------------	-------------------	---------------------	---------	---------	---------	----------	---------------------

Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	0	0	0	0	435	505
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	141	141	141	141	141	117
Orientace	[-]	S	S	S	S	J	S
Azimut stěny γ	[°]	0	0	0	0	180	0
Rozdíl azimutů β	[°]	180	180	180	180	0	114
Svislý stín e_1	[m]	-	-	-	-	0,000	-
Vodorovný stín e_2	[m]	-	-	-	-	0,173	-
Plocha zasklení S_o	[m ²]	6,228	6,228	6,228	6,228	5,875	12,730
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	0,000	0,000	0,000	0,000	5,020	0,000
Orientace	[-]						V
Azimut stěny γ	[°]						90
Rozdíl azimutů β	[°]						24
Svislý stín e_1	[m]						0,045
Vodorovný stín e_2	[m]						0,106
Plocha zasklení S_o	[m ²]						1,498
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]						1,437

Tepelné zisky

Konvekce oken Q_{ok}	[W]	32	32	32	32	34	-18
Radiace oken Q_{or}	[W]	514	514	514	514	1348	1300
Vnějších stěn Q_s	[W]	16	1	1	1	36	18
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	42	42	42	80	146	96
Produkcí lidí Q_l	[W]	223	223	223	223	595	446
Produkcí svítidel Q_{sv}	[W]	419	419	419	419	397	382
Produkcí elektr. Q_e	[W]	110	110	110	110	0	0
Celkem Q_L	[W]	1355	1341	1341	1379	2555	2224

Tabulka 9: Tepelná bilance 1.NP při orientaci hlavního vchodu na východ

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	8:00	8:00	8:00	8:00	16:00	8:00
Azimut slunce α	[°]	100	100	100	100	260	100
Výška slunce h	[°]	34	34	34	34	34	34

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	3,83(V) 14,25(S)	3,83(V)	3,83(V)	3,83(V)	35,88(Z)	2,80(V) 13,60(J)
--------------------	-------------------	---------------------	---------	---------	---------	----------	---------------------

Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	539	539	539	539	539	539
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	100	100	100	100	100	100
Orientace	[-]	V	V	V	V	Z	V
Azimut stěny γ	[°]	90	90	90	90	270	90
Rozdíl azimutů β	[°]	90	90	90	90	270	90
Svislý stín e_1	[m]	10	10	10	10	10	10
Vodorovný stín e_2	[m]	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Plocha zasklení S_o	[m ²]	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	6,228	6,228	6,228	6,228	5,875	12,730
Orientace	[-]						J
Azimut stěny γ	[°]						180
Rozdíl azimutů β	[°]						80
Svislý stín e_1	[m]						0,567
Vodorovný stín e_2	[m]						0,388
Plocha zasklení S_o	[m ²]						1,498
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]						0,614

Tepelné zisky

Konvekce oken Q_{ok}	[W]	-23	-23	-23	-23	51	-49
Radiace oken Q_{or}	[W]	1964	1964	1964	1964	1853	4112
Vnějších stěn Q_s	[W]	15	5	5	5	32	21
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	42	42	42	80	146	96
Produkcí lidí Q_l	[W]	223	223	223	223	595	446
Produkcí svítidel Q_{sv}	[W]	419	419	419	419	397	382
Produkcí elektr. Q_e	[W]	110	110	110	110	0	0
Celkem Q_L	[W]	2750	2740	2740	2778	3073	5007

Tabulka 10: Tepelná bilance 1.NP při orientaci hlavního vchodu na jih

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00
Azimut slunce α	[°]	180	180	180	180	180	180
Výška slunce h	[°]	60	60	60	60	60	60

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	3,83(J) 14,25(V)	3,83(J)	3,83(J)	3,83(J)	35,88(S)	2,80(Z) 13,60(J)
--------------------	-------------------	---------------------	---------	---------	---------	----------	---------------------

Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	435	435	435	435	0	435
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	141	141	141	141	141	141
Orientace	[-]	J	J	J	J	S	J
Azimut stěny γ	[°]	180	180	180	180	0	180
Rozdíl azimutů β	[°]	0	0	0	0	180	0
Svislý stín e_1	[m]	0,000	0,000	0,000	0,000	-	0,000
Vodorovný stín e_2	[m]	0,173	0,173	0,173	0,173	-	0,173
Plocha zasklení S_o	[m ²]	6,228	6,228	6,228	6,228	5,875	12,730
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	5,950	5,950	5,950	5,950	0,000	12,223
Orientace	[-]						Z
Azimut stěny γ	[°]						270
Rozdíl azimutů β	[°]						90
Svislý stín e_1	[m]						-
Vodorovný stín e_2	[m]						-
Plocha zasklení S_o	[m ²]						1,498
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]						0,000

Tepelné zisky

Konvekce oken Q_{ok}	[W]	32	32	32	32	34	69
Radiace oken Q_{or}	[W]	1537	1537	1537	1537	485	3276
Vnějších stěn Q_s	[W]	18	4	4	4	36	17
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	42	42	42	80	146	96
Produkcí lidí Q_l	[W]	223	223	223	223	595	446
Produkcí svítidel Q_{sv}	[W]	419	419	419	419	397	382
Produkcí elektr. Q_e	[W]	110	110	110	110	0	0
Celkem Q_L	[W]	2381	2367	2367	2405	1692	4285

Tabulka 11: Tepelná bilance 1.NP při orientaci hlavního vchodu na západ

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	16:00	16:00	16:00	16:00	8:00	16:00
Azimut slunce α	[°]	260	260	260	260	100	260
Výška slunce h	[°]	34	34	34	34	34	34

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	3,83(Z) 14,25(J)	3,83(Z)	3,83(Z)	3,83(Z)	35,88(V)	2,80(Z) 13,60(S)
--------------------	-------------------	---------------------	---------	---------	---------	----------	---------------------

Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	539	539	539	539	539	539
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	100	100	100	100	100	100
Orientace	[-]	Z	Z	Z	Z	V	Z
Azimut stěny γ	[°]	270	270	270	270	90	270
Rozdíl azimutů β	[°]	10	10	10	10	10	10
Svislý stín e_1	[m]	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Vodorovný stín e_2	[m]	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
Plocha zasklení S_o	[m ²]	6,228	6,228	6,228	6,228	5,875	12,730
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	6,228	6,228	6,228	6,228	5,875	12,730
Orientace	[-]						S
Azimut stěny γ	[°]						360
Rozdíl azimutů β	[°]						100
Svislý stín e_1	[m]						-
Vodorovný stín e_2	[m]						-
Plocha zasklení S_o	[m ²]						1,498
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]						0,000

Tepelné zisky

Konvekce oken Q_{ok}	[W]	47	47	47	47	-24	102
Radiace oken Q_{or}	[W]	1964	1964	1964	1964	1853	4101
Vnějších stěn Q_s	[W]	15	3	3	3	46	5
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	42	42	42	80	146	96
Produkce lidí Q_l	[W]	223	223	223	223	595	446
Produkce svítidel Q_{sv}	[W]	419	419	419	419	397	382
Produkce elektr. Q_e	[W]	110	110	110	110	0	0
Celkem Q_L	[W]	2821	2809	2809	2847	3012	5133

12.1.2 Tepelná bilance 2.NP při různé orientaci budovy ke světovým stranám

Tabulka 12: Společné parametry jednotlivých místností

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů

Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Světlá výška L	[m]	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
Podlahová plocha A	[m ²]	49,700	25,150	25,150	12,450	9,950

Vnější stěny

Tloušťka d	[m]	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Součinitel k	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Součinitel ψ	[-]	14	14	14	14	14
Součinitel m	[-]	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13

Okna

Součinitel k	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Šířka rámu f	[m]	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Stínící součinitel s (pro dvojitě sklo a vnitřní žaluzie střední barvy, lamely 45°)	[-]	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Plocha okna S	[m ²]	4,950	4,950	4,950	3,900	3,900

Osoby

Počet osob n_i	[-]	25	15	5	3	2
------------------	-----	----	----	---	---	---

Osvětlení

Tepel. výk. zářivek P_{sv}	[W.m ⁻²]	30	30	30	30	30
------------------------------	----------------------	----	----	----	----	----

Elektronika

Tepel. výk. PC P_{PC} (c_1)	[W]	100 (0,8)	100 (0,8)		100 (0,8)	100 (0,8)
T. v. tiskárny P_t (c_1)	[W]				300 (0,1)	300 (0,1)
T. v. trenažéru P_{tr} (c_1)	[W]			150 (0,7)		

Poznámka: 1. Rozměry jednotlivých konstrukčních částí byly převzaty z projektové dokumentace.
2. Tepelně-technické vlastnosti jednotlivých konstrukcí jsou uvedeny v příloze číslo 1.

Tabulka 13: Tepelná bilance 2.NP při orientaci hlavního vchodu na sever

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	12:00	12:00	12:00	10:00	8:00
Azimut slunce α	[°]	180	180	180	131	100
Výška slunce h	[°]	60	60	60	52	34

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	12,300(S)	6,300(S)	6,300(S)	5,700(V)	3,900(V)
		12,300(J)	3,270(H)	3,270(H)	6,300(J)	9,950(H)
		25,800(Z)			12,450(H)	
		11,110(H)				

Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	435	0	0	389 / 335	539
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	141	141	141	130	100
Orientace	[-]	J	S	S	V	V
Azimut stěny γ	[°]	180	0	0	90	90
Rozdíl azimutů β	[°]	0	180	180	41	10
Svislý stín e_1	[m]	0,000	-	-	0,018	0,018
Vodorovný stín e_2	[m]	0,173	-	-	0,089	0,068
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993	3,993	3,993	3,162	3,162
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	3,715	0,000	0,000	3,140	3,162
Orientace	[-]	S			J	
Azimut stěny γ	[°]	0			180	
Rozdíl azimutů β	[°]	180			49	
Svislý stín e_1	[m]	-			0,115	
Vodorovný stín e_2	[m]	-			0,195	
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993			3,993	
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	0,000			3,607	

Tepelné zisky

Konvekcí oken Q_{ok}	[W]	42	21	21	8	-12
Radiací oken Q_{or}	[W]	1298	329	329	1453	934
Vnějších stěn Q_s	[W]	64	8	8	37	24
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	45	53	115	36	19
Produkcí lidí Q_l	[W]	1860	1116	372	223	149
Produkcí svítidel Q_{sv}	[W]	746	377	377	187	149
Produkcí elektr. Q_e	[W]	80	80	315	110	110
Celkem Q_L	[W]	4134	1985	1538	2054	1374

Tabulka 14: Tepelná bilance 2.NP při orientaci hlavního vchodu na východ

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	16:00	8:00	8:00	15:00	12:00
Azimut slunce α	[°]	260	100	100	246	180
Výška slunce h	[°]	34	34	34	44	60

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	12,300(Z)	6,300(V)	6,300(V)	5,700(J)	3,900(J)
		12,300(V)	3,270(H)	3,270(H)	6,300(Z)	9,950(H)
		25,800(S)			12,450(H)	
		11,110(H)				

Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	539	539	539	335 / 389	435
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	100	100	100	130	141
Orientace	[-]	Z	V	V	J	J
Azimut stěny γ	[°]	270	90	90	180	180
Rozdíl azimutů β	[°]	10	10	10	66	0
Svislý stín e_1	[m]	0,018	0,018	0,018	0,225	0,000
Vodorovný stín e_2	[m]	0,068	0,068	0,068	0,237	0,173
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993	3,993	3,993	3,162	3,162
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	3,993	3,993	3,993	2,620	2,942
Orientace	[-]	V			Z	
Azimut stěny γ	[°]	90			270	
Rozdíl azimutů β	[°]	170			24	
Svislý stín e_1	[m]	-			0,045	
Vodorovný stín e_2	[m]	-			0,106	
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993			3,993	
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	0,000			3,963	

Tepelné zisky

Konvekcí oken Q_{ok}	[W]	63	-15	-15	58	17
Radiací oken Q_{or}	[W]	1493	1259	1259	1563	767
Vnějších stěn Q_s	[W]	48	14	14	34	23
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	45	53	115	36	19
Produkcí lidí Q_l	[W]	1860	1116	372	223	149
Produkcí svítidel Q_{sv}	[W]	746	377	377	187	149
Produkcí elektr. Q_e	[W]	80	80	315	110	110
Celkem Q_L	[W]	4334	2884	2437	2212	1234

Tabulka 15: Tepelná bilance 2.NP při orientaci hlavního vchodu na jih

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	12:00	12:00	12:00	16:00	16:00
Azimut slunce α	[°]	180	180	180	260	260
Výška slunce h	[°]	60	60	60	34	34

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	12,300(J)	6,300(J)	6,300(J)	5,700(Z)	3,900(Z)
		12,300(S)	3,270(H)	3,270(H)	6,300(S)	9,950(H)
		25,800(V)			12,450(H)	
		11,110(H)				

Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	435	435	435	539	539
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	141	141	141	100	100
Orientace	[-]	J	J	J	Z	Z
Azimut stěny γ	[°]	180	180	180	270	270
Rozdíl azimutů β	[°]	0	0	0	10	10
Svislý stín e_1	[m]	0,000	0,000	0,000	0,018	0,018
Vodorovný stín e_2	[m]	0,173	0,173	0,173	0,068	0,068
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993	3,993	3,993	3,162	3,162
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	3,715	3,715	3,715	3,162	3,162
Orientace	[-]	S			S	
Azimut stěny γ	[°]	0			360	
Rozdíl azimutů β	[°]	180			100	
Svislý stín e_1	[m]	-			-	
Vodorovný stín e_2	[m]	-			-	
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993			3,993	
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	0,000			0,000	

Tepelné zisky

Konvekcí oken Q_{ok}	[W]	42	21	21	56	25
Radiací oken Q_{or}	[W]	1298	968	968	1231	997
Vnějších stěn Q_s	[W]	64	13	13	30	23
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	45	53	115	36	19
Produkcí lidí Q_l	[W]	1860	1116	372	223	149
Produkcí svítidel Q_{sv}	[W]	746	377	377	187	149
Produkcí elektr. Q_e	[W]	80	80	315	110	110
Celkem Q_L	[W]	4134	2628	2181	1874	1472

Tabulka 16: Tepelná bilance 2.NP při orientaci hlavního vchodu na západ

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů

Poloha Slunce

Čas výpočtu	[h]	16:00	16:00	16:00	8:00	12:00
Azimut slunce α	[°]	260	260	260	100	180
Výška slunce h	[°]	34	34	34	34	60

Vnější stěny

Plocha (orientace)	[m ²]	12,300(Z)	6,300(Z)	6,300(Z)	5,700(S)	3,900(S)
		12,300(V)	3,270(H)	3,270(H)	6,300(V)	9,950(H)
		25,800(J)			12,450(H)	
		11,110(H)				

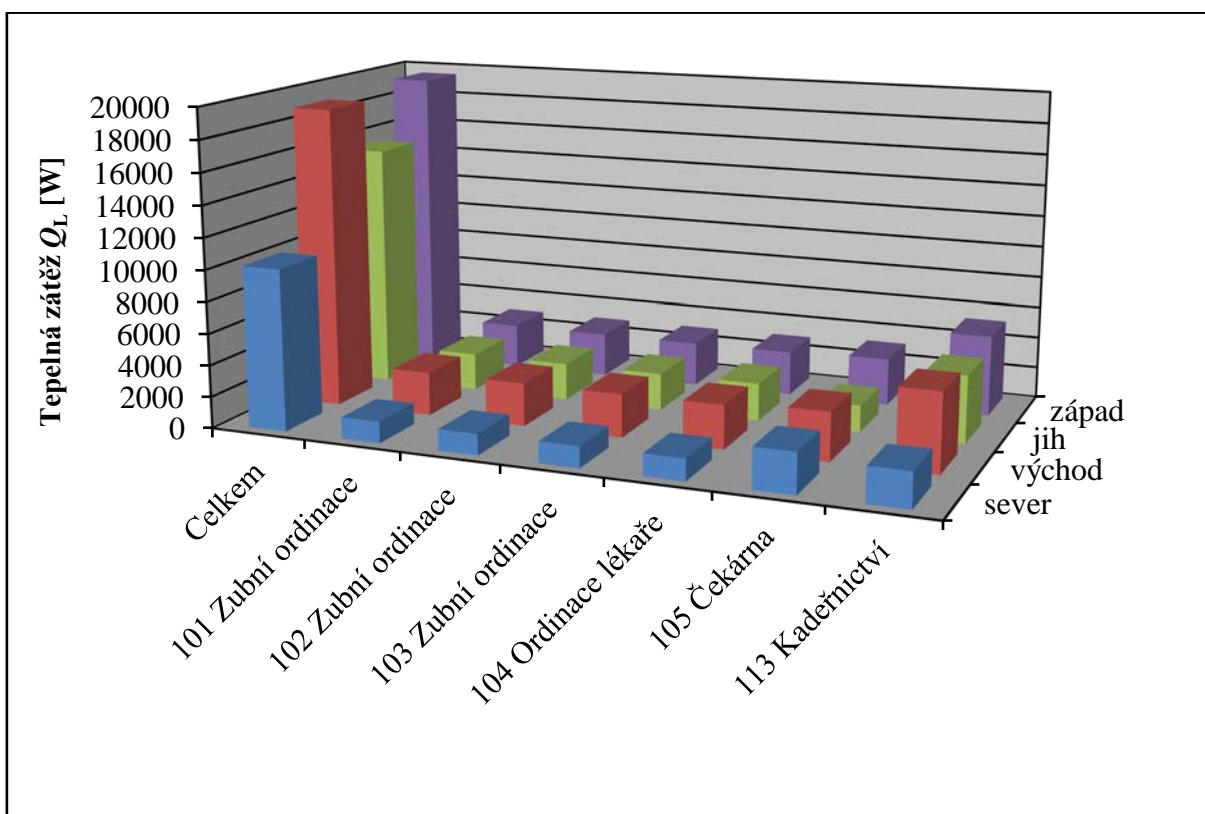
Okna

Int. slun. radiace I_o	[W.m ⁻²]	539	539	539	539	0
Difúzní radiace I_{od}	[W.m ⁻²]	100	100	100	100	141
Orientace	[-]	Z	Z	Z	S	S
Azimut stěny γ	[°]	270	270	270	0	0
Rozdíl azimutů β	[°]	10	10	10	100	180
Svislý stín e_1	[m]	0,018	0,018	0,018	-	-
Vodorovný stín e_2	[m]	0,068	0,068	0,068	-	-
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993	3,993	3,993	3,162	3,162
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	3,993	3,993	3,993	0,000	0,000
Orientace	[-]	V			V	
Azimut stěny γ	[°]	90			90	
Rozdíl azimutů β	[°]	170			10	
Svislý stín e_1	[m]	-			0,018	
Vodorovný stín e_2	[m]	-			0,068	
Plocha zasklení S_o	[m ²]	3,993			3,993	
Osluněná plocha S_{os}	[m ²]	0,000			3,993	

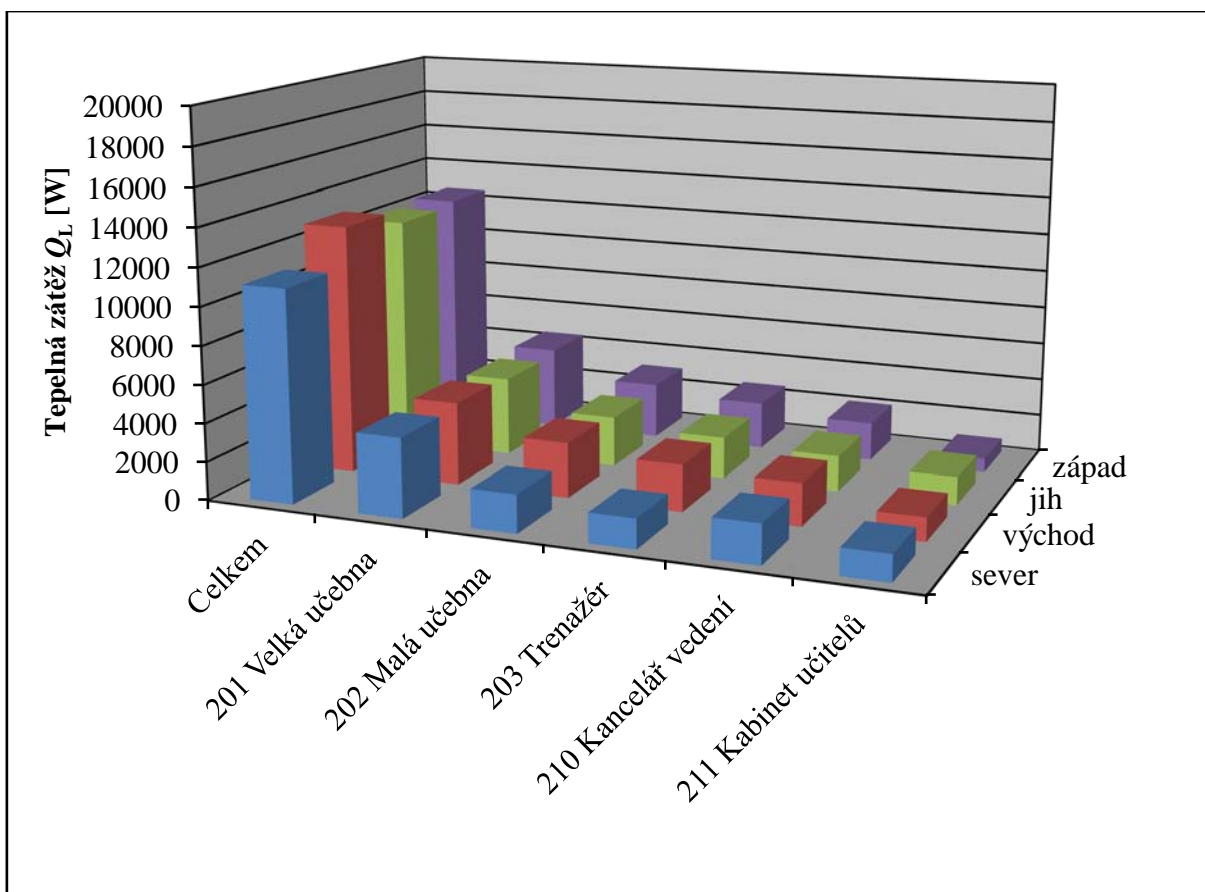
Tepelné zisky

Konvekcí oken Q_{ok}	[W]	63	32	32	-27	17
Radiací oken Q_{or}	[W]	1493	1259	1259	1444	261
Vnějších stěn Q_s	[W]	65	12	12	36	20
Vnitřních stěn Q_{si}	[W]	45	53	115	36	19
Produkcí lidí Q_l	[W]	1860	1116	372	223	149
Produkcí svítidel Q_{sv}	[W]	746	377	377	187	149
Produkcí elektr. Q_e	[W]	80	80	315	110	110
Celkem Q_L	[W]	4350	2929	2482	2009	725

Graf 20: Tepelná zátěž jednotlivých místností a celková 1.NP



Graf 21: Tepelná zátěž jednotlivých místností a celková 2.NP



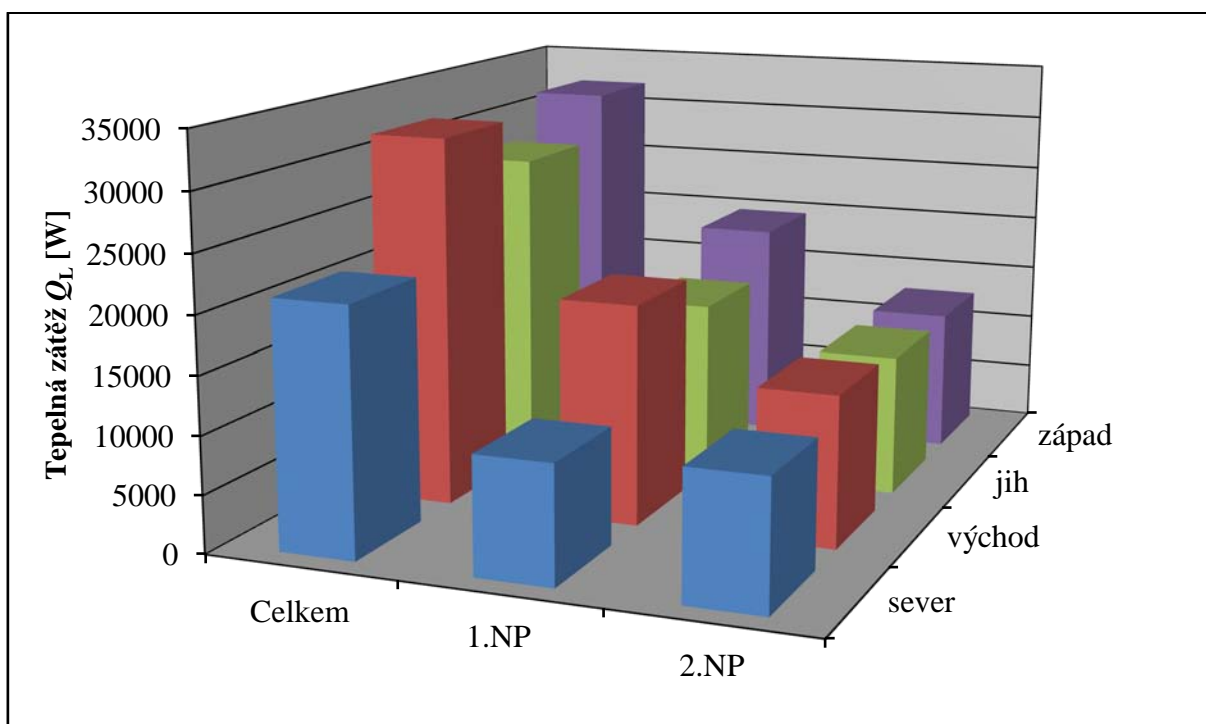
Tabulka 17: Přehled tepelných zátěží jednotlivých místností a podlaží Q_L [W]

1. NP	Celkem	101 Zubní ordinace	102 Zubní ordinace	103 Zubní ordinace	104 Ordinace lékaře	105 Čekárna	113 Kadeřnictví
sever	10196	1355	1341	1341	1379	2555	2224
východ	19087	2750	2740	2740	2778	3073	5007
jih	15496	2381	2367	2367	2405	1692	4285
západ	19429	2821	2809	2809	2847	3012	5133

2. NP	Celkem	201 Velká učebna	202 Malá učebna	203 Trenažér	210 Kancelář vedení	211 Kabinet učitelů
sever	11085	4134	1985	1538	2054	1374
východ	13101	4334	2884	2437	2212	1234
jih	12289	4134	2628	2181	1874	1472
západ	12495	4350	2929	2482	2009	725

	Celkem	1.NP	2.NP
sever	21280	10196	11085
východ	32188	19087	13101
jih	27786	15496	12289
západ	31924	19429	12495

Graf 22: Tepelná zátěž jednotlivých podlaží s různou orientací



12.1.3 Zhodnocení tepelné zátěže při různé orientaci objektu

Z předchozích výpočtů tepelné zátěže je patrné, že různá orientace objektu ke světovým stranám má významný vliv na celkovou tepelnou bilanci. Nejnižší je v případě orientace hlavního vchodu na sever a nejvyšší při orientaci na východ (popřípadě západ). Tyto rozdílné zátěže jsou způsobeny především tím, že šest z jedenácti místností má okna orientována pouze jedním a tím stejným směrem. Dominantní vliv má tedy tepelná zátěž radiací okny, která v těchto místnostech dosahuje svých maxim v 8:00 hodin, případně v 16:00 hodin, což odpovídá orientaci přímo na východ, popřípadě západ.

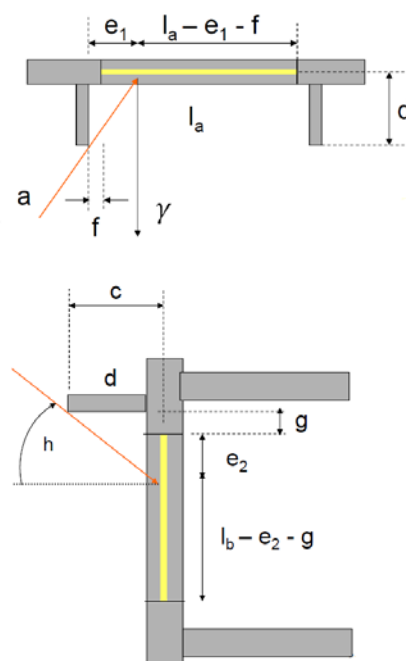
Pro další výpočty a návrh vzduchotechnických a klimatizačních systémů je uvažována tepelná bilance při orientaci hlavního vchodu na východ. Vzhledem k nejvyšší tepelné zátěži.

12.2 Tepelné zisky oknem radiací

Pro řešené místnosti v prvním a druhém nadzemním podlaží je vypočten průběh těchto zisků během dne. Tento den byl zvolen 21. červenec a vychází se z intenzity slunečního záření I procházející jednoduchým oknem, 50° s.š. a součinitel znečištění $Z = 5$.

Tabulka 18: Přehled výchozích hodnot pro výpočet tepelných zisků radiací

Místnost/ Orientace	γ [°]	l_a [m]	l_b [m]	$c = d$ [m]	S_o [m ²]	s [-]	c_0 [-]	
101	V	90	2,98	2,09	0,10	6,23	0,59	1,0
102	V	90	2,98	2,09	0,10	6,23	0,59	1,0
103	V	90	2,98	2,09	0,10	6,23	0,59	1,0
104	V	90	2,98	2,09	0,10	6,23	0,59	1,0
105	Z	270	3,06	0,64	0,10	1,96	0,59	1,0
	Z	270	3,06	0,64	0,10	1,96	0,59	1,0
	Z	270	3,06	0,64	0,10	1,96	0,59	1,0
113	V	90	5,44	2,34	0,10	12,73	0,59	1,0
	J	180	2,34	0,64	0,10	1,50	0,59	1,0
201	V	90	2,98	1,34	0,10	3,99	0,59	1,0
	Z	270	2,98	1,34	0,10	3,99	0,59	1,0
202	V	90	2,98	1,34	0,10	3,99	0,59	1,0
203	V	90	2,98	1,34	0,10	3,99	0,59	1,0
210	J	180	2,36	1,34	0,10	3,16	0,59	1,0
	Z	270	2,98	1,34	0,10	3,99	0,59	1,0
211	J	180	2,36	1,34	0,10	3,16	0,59	1,0



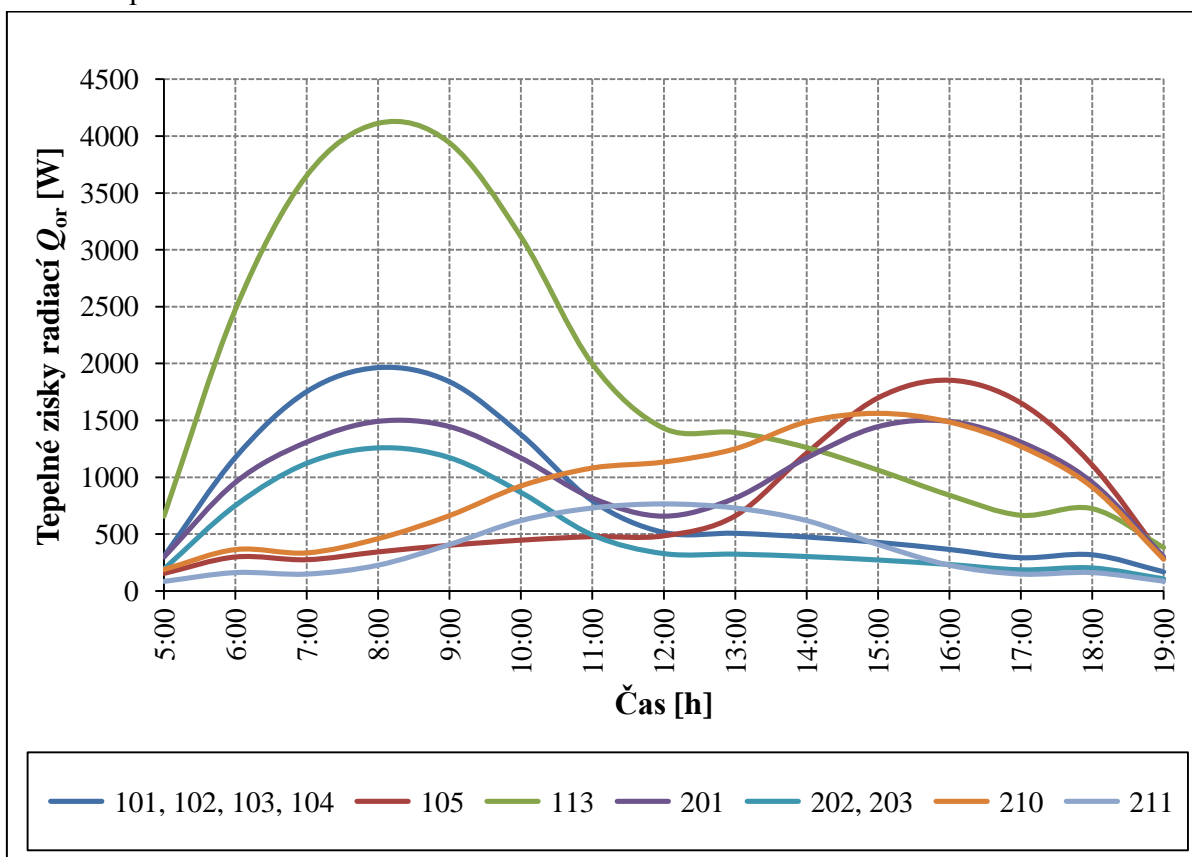
Tabulka 19: Přehled vypočtených tepelných zisků sluneční radiací

Čas		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Výška Slunce	<i>h</i>	6	15	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	15	6
Azimut Slunce	<i>a</i>	67	77	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	283	293
Místnost/ orientace	Zisky sluneční radiací [W]															
101	V	302	1173	1753	1964	1839	1375	792	514	506	474	426	364	291	317	168
102	V	302	1173	1753	1964	1839	1375	792	514	506	474	426	364	291	317	168
103	V	302	1173	1753	1964	1839	1375	792	514	506	474	426	364	291	317	168
104	V	302	1173	1753	1964	1839	1375	792	514	506	474	426	364	291	317	168
105	Z	52	100	92	115	134	149	159	162	220	404	566	618	551	369	95
	Z	52	100	92	115	134	149	159	162	220	404	566	618	551	369	95
	Z	52	100	92	115	134	149	159	162	220	404	566	618	551	369	95
		155	299	275	344	402	447	478	485	660	1211	1697	1853	1653	1107	285
113	V	618	2398	3582	4014	3748	2821	1638	1050	1035	968	871	745	596	648	343
	J	39	76	70	98	192	293	358	381	358	293	192	98	70	76	40
		658	2474	3652	4112	3939	3114	1997	1431	1393	1262	1063	842	666	724	383
201	V	194	752	1124	1259	1173	867	493	329	325	304	273	234	187	203	107
	Z	105	203	187	234	273	304	325	329	493	867	1173	1259	1124	752	194
		299	955	1311	1493	1446	1171	818	659	818	1171	1446	1493	1311	955	301
202	V	194	752	1124	1259	1173	867	493	329	325	304	273	234	187	203	107
203	V	194	752	1124	1259	1173	867	493	329	325	304	273	234	187	203	107
210	J	83	161	148	226	390	620	757	805	757	620	390	226	148	161	85
	Z	105	203	187	234	273	304	325	329	493	867	1172	1259	1124	752	194
		188	364	335	460	663	923	1081	1134	1250	1487	1562	1486	1272	913	279
2.11	J	83	161	148	226	409	620	731	767	731	620	409	226	148	161	85

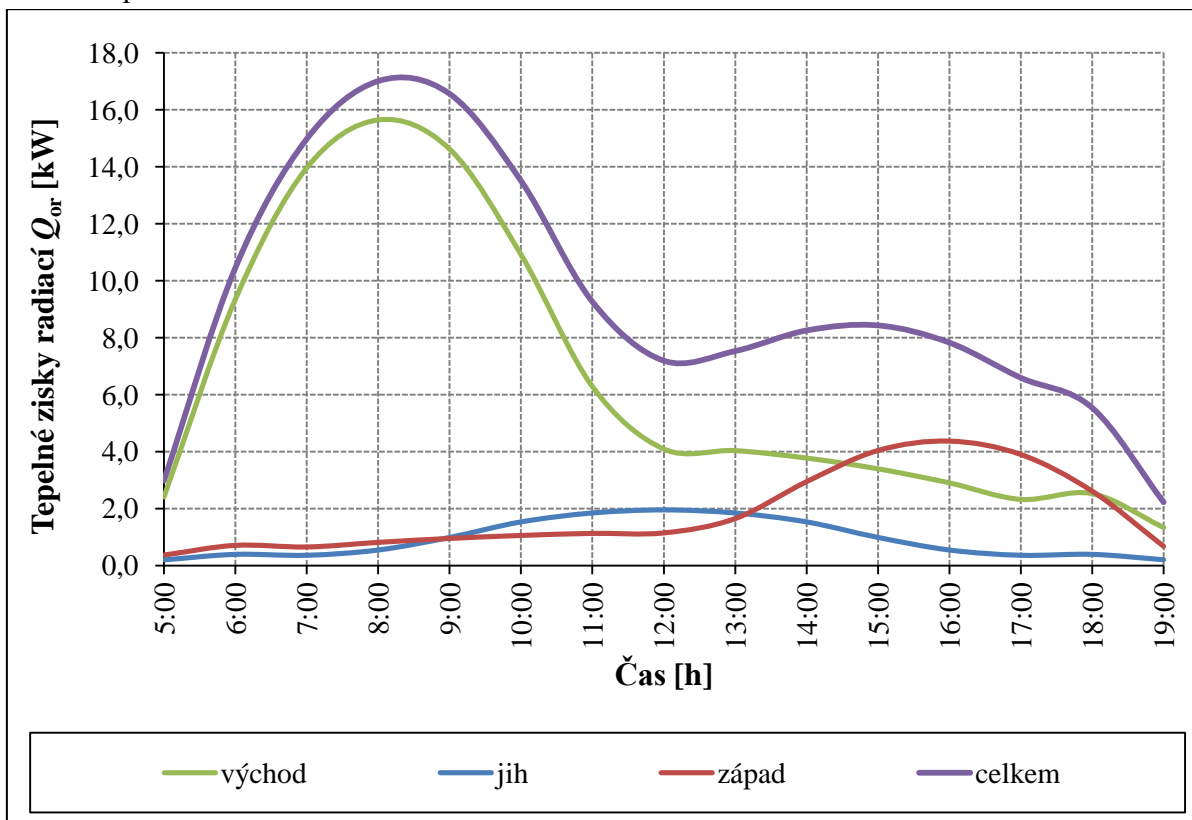
Orientace	Zisky sluneční radiací celkem [kW]															
V	2,41	9,35	13,96	15,65	14,62	10,92	6,29	4,09	4,04	3,77	3,40	2,90	2,32	2,53	1,34	
J	0,21	0,40	0,37	0,55	0,99	1,53	1,85	1,95	1,85	1,53	0,99	0,55	0,37	0,40	0,21	
Z	0,36	0,71	0,65	0,81	0,95	1,05	1,13	1,14	1,65	2,94	4,04	4,37	3,90	2,61	0,67	
Celkem	2,98	10,45	14,98	17,01	16,56	13,51	9,26	7,19	7,53	8,25	8,43	7,82	6,59	5,53	2,22	

Z této tabulky a následujících grafů vyplývá, že největší zisky radiací jsou v 8:00 hodin, což je způsobeno tím (jak již bylo dříve uvedeno), že šest z jedenácti místností má okna orientována pouze na východ. Okna orientovaná na východ tedy tvoří největší část tepelných zisků radiací, dále jsou významná okna orientovaná na západ a okna s orientací na jih tvoří nejmenší složku tepelných zisků radiací. Toto je nejlépe viditelné z grafického zobrazení.

Graf 23: Tepelné zisky oknem radiací v průběhu dne pro jednotlivé místnosti pro 21. červenec



Graf 24: Tepelné zisky oknem radiací celkové a pro různou orientaci oken v průběhu dne pro 21. červenec



12.3 Vlhkostní bilance

Tabulka 20: Vlhkostní bilance a produkce tepla lidí 1.NP

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví

Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Počet osob n_1	[-]	3	3	3	3	8	6

Činnost		Stojící, lehká práce	Stojící, lehká práce	Stojící, lehká práce	Sedící, mírně aktivní	Sedící, odpočívající	Sedící, odpočívající / stojící + 2xUM
Metabolické t. Q_m	[W]	150	150	150	140	115	115/150
Citelné teplo q_{lm}	[W]	72	72	72	74	74	74/72
Vodní pára M_{lw}	[g.h ⁻¹]	116	116	116	98	60	60/116

Celkem M_w	[g.h⁻¹]	348	348	348	294	480	472 + 165
--------------------------------	---------------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------------

Poznámka: $M_{ow,UM} = (7 + 3,5 \cdot w) \cdot S \cdot (x_p'' - x) \cdot 10^{-3}$

Tabulka 21: Vlhkostní bilance a produkce tepla lidí 2.NP

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů

Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Počet osob n_1	[-]	25	15	5	3	2

Činnost		Sedící, mírně aktivní	Sedící, mírně aktivní	Sedící, mírně aktivní	Sedící, mírně aktivní	Sedící, mírně aktivní
Metabolické t. Q_m	[W]	140	140	140	140	140
Citelné teplo q_{lm}	[W]	74	74	74	74	74
Vodní pára M_{lw}	[g.h ⁻¹]	98	98	98	98	98

Celkem M_w	[g.h⁻¹]	2450	1470	490	294	196
--------------------------------	---------------------------	-------------	-------------	------------	------------	------------

12.4 Tepelná bilance pro zimní období

Metoda výpočtu ztrát se volí podle účelu jednotlivých místností a jejich aplikací. Vlastní realizační návrh vzduchotechnických systémů využívá aplikaci algoritmu výpočtu dle normy ČSN EN 12 831. Tepelné ztráty jednotlivých místností pro zimní období jsou uvedeny v příloze číslo 2.

12.5 Celkový přehled tepelně vlhkostních bilancí

Tabulka 22: Přehled tepelně vlhkostních bilancí

Číslo místnosti	Účel	Tepelná zátěž Q_L [W]	Tepelné ztráty Q_Z [W]	Produkce vodní páry M_w [g.s ⁻¹]	
1.NP	101	Zubní ordinace I	2750	899	0,097
	102	Zubní ordinace II	2740	749	0,097
	103	Zubní ordinace III	2740	624	0,097
	104	Ordinace lékaře	2778	786	0,082
	105	Čekárna	3073	888	0,133
	113	Kadeřnictví	5007	1129	0,177
2.NP	201	Velká učebna	4334	1207	0,681
	202	Malá učebna	2884	474	0,408
	203	Trenažér	2437	458	0,136
	210	Kancelář vedení	2212	670	0,082
	211	Kabinet učitelů	1234	355	0,054

Výpočetní vztahy použité pro vyčíslení tepelných bilancí

$$Q_{ok} = k_o \cdot S \cdot (t_e - t_i) ;$$

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{odif}] \cdot s ;$$

$$Q_s = k_{st} \cdot S_{st} \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \text{ (pro tředně těžké stěny) ,}$$

$$Q_s = k_{st} \cdot S_{st} \cdot (t_{rm} - t_i) \text{ (pro těžké stěny) ;}$$

$$Q_{si} = k_{st} \cdot S_{st} \cdot (t_{is} - t_i) ;$$

$$Q_1 = n_1 \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) ;$$

$$Q_{sv} = P_{sv} \cdot c_1 \cdot c_2 ;$$

$$Q_e = c_1 \cdot c_2 \cdot \Sigma P_e ;$$

kde: I_o – celková intenzita sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [$W \cdot m^{-2}$];

I_{odif} – intenzita difuzní sluneční radiace procházející standardním jednoduchým zasklením [$W \cdot m^{-2}$];

s – stínící součinitel, vyjadřuje vliv skutečného zasklení a stínících prostředků a je to bezrozměrná veličina, určená poměrem tepelného toku sledovanou průhlednou nebo průsvitnou plochou a tepelného toku standardním oknem za stejných podmínek sluneční radiace. Stanoví se ze vztahu $s = s_1 \cdot s_2 \cdot \dots \cdot s_n$ [-];

c_o – korekce na čistotu atmosféry [-]

($c_o = 1,15$ pro průmyslovou oblast, $c_o = 1,00$ pro středně čistou oblast a $c_o = 0,85$ pro venkovskou oblast);

t_r – rovníková teplota venkovního vzduchu [$^{\circ}C$];

t_{rm} – průměrná rovníková teplota vzduchu za 24 hodin [$^{\circ}C$];

$t_{r\psi}$ – průměrná rovníková teplota v době o časové zpoždění ψ dřívější [$^{\circ}C$];

m – součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou [-]

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot d}{2500^d} ;$$

ψ – fázové posunutí teplotních kmitů [-]

$$\psi = 32 \cdot d - 0,05 ;$$

d – tloušťka stěny [m];

P_{sv} – příkon svítidel přeměněný v teplo [W];

P_e – příkon elektroniky přeměněný v teplo [W];

c_1 – součinitel současnosti používání [-];

c_2 – zbytkový součinitel v případě odsávaných zdrojů tepla [-].

13 KONCEPCE A NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Řešený objekt polyfunkčního domu se zabývá prvními dvěma nadzemními podlažími, přičemž jednotlivé místnosti těchto podlaží mají odlišný účel užívání. Přesnější popis jednotlivých místností byl již uveden v předchozí kapitole této práce. Požadovaný stav interního mikroklimatu místností je zajištěn za pomoci klimatizačních a vzduchotechnických systémů. Následující tabulka představuje přehled těchto místností.

Tabulka 23: Přehled místností

Č.m.	Účel	Objem O [m ³]	Teplota $t_{i,l}$ [°C]	Tepelná zátěž Q_L [W]	Dávka/ výměna vzduchu	Průtok vzduchu V [m ³ .h ⁻¹]	Přívod V_p [m ³ .h ⁻¹]	Odvod V_o [m ³ .h ⁻¹]
101	Zubní ordinace I	61,85	24,0	2750	3 osoby	210	210	210
102	Zubní ordinace II	61,85	24,0	2740	3 osoby	210	210	210
103	Zubní ordinace III	61,85	24,0	2740	3 osoby	210	210	210
104	Ordinace lékaře	61,85	24,0	2778	3 osoby	210	210	210
105	Čekárna	82,00	24,0	3073	8 osob	400	780	400
106	Rentgen	14,42	-	-	2 x h ⁻¹	30	0	65
107	Vstup rentgen	7,91	-	-	2 x h ⁻¹	20	0	
108	Temná komora	6,36	-	-	2 x h ⁻¹	15	0	
109	WC pacienti	23,41	-	-	2 WC, 2 um.	160	0	160
110	Úklid	5,89	-	-	1 WC	50	0	50
111	WC personál	14,57	-	-	1 WC, 1 um., 1 pis.	105	0	105
112	Schodiště	56,27	-	-	2 x h ⁻¹	110	110	110
113	Kadeřnictví	78,90	24,0	5007	6 osob	340	340	340
114	WC zákazníci	5,74	-	-	1 WC, 1 um.	80	0	80
115	Zázemí, WC	14,88	-	-	1 WC, 2 um.	110	0	110
116	Šatna	20,93	-	-	2 šat. m.	50	240	50
1.NP	Celkem						2310	2310
201	Velká učebna	154,07	24,0	4334	25 osob	750	750	750
202	Malá učebna	77,97	24,0	2884	15 osob	450	450	450
203	Trenažér	77,97	24,0	2437	5 osob	250	250	250
204	Chodba	55,80	-	-	2 x h ⁻¹	110	110	110
205	WC ženy	10,23	-	-	1 WC, 1 um.	80	0	80
206	WC muži	11,94	-	-	1 WC, 1 um., 1 pis.	105	0	105
207	Sprcha	4,34	-	-	1 sprcha	150	0	150
208	WC personál	10,23	-	-	1 WC, 1 um.	80	0	80
209	Schodiště	93,47	-	-	2 x h ⁻¹	200	615	200
210	Kancelář vedení	38,60	24,0	2212	3 osoby	150	150	150
211	Kabinet učitelů	30,85	24,0	1234	2 osoby	100	100	100
212	Kuchyňka	30,85	-	-	3 x h ⁻¹	100	150	150
2.NP	Celkem						2575	2575

14 VARIANTA A. KOMBINOVANÝ KLIMATIZAČNÍ SYSTÉM S FANCOILY

Daný systém byl zvolen na základě odlišných účelů užívání jednotlivých místností, pokrytí velké tepelné zátěže a také vzhledem k možnosti individualizace mikroklimatu každé místnosti. Pro přívod větracího primárního vzduchu je navržen větrací systém s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT. Tento primární vzduch je za pomoci vzduchotechnického potrubí zaústěn přímo do fancoil jednotek, které jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát). Samotné fancoil jednotky jsou zvoleny v parapetním a kazetovém provedení.

14.1 Systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT

Tento systém zajišťuje distribuci čerstvého vzduchu do jednotlivých místností v obou nadzemních podlažích a odvod vzduchu znehodnoceného. V klimatizovaných místnostech je primární vzduch zaústěn přímo do fancoilů a po další úpravě (chlazení či ohřevu) vyfukován do místnosti. Ve zbylých místnostech je tento vzduch přiváděn za pomoci vhodných distribučních prvků, jsou použity talířové ventily a vířivé vyústí (dle množství přiváděného vzduchu a vhodnosti použití). Odvod znehodnoceného vzduchu je zajištěn rovněž vhodnými koncovými prvky, jako jsou talířové ventily, vířivé vyústí či stěnové mřížky (opět dle množství odváděného vzduchu a vhodnosti použití).

Venkovní vzduch bude nasáván za pomoci sacího potrubí opatřeného protidešťovou žaluzií, do objektu budou vzduchovody vstupovat prostupem v obvodové konstrukci. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude ústít nad střešní rovinu a potrubí bude rovněž ukončeno protidešťovou žaluzií.

Vzduchovody pro přívod a odvod vzduchu budou ukryty v prostoru mezi podhledem a stropní konstrukcí, popřípadě v žlábků v podlaze. Potrubí bude čtyřhranného průřezu, přičemž talířové ventily a vířivé vyústí budou připojeny k hlavnímu trubnímu rozvodu ohebnými zvukově izolačními hliníkovými hadicemi. Distribuční prvky pro přívod a odvod vzduchu, které jsou kryty podhledem, budou lícovat se spodní hranou podhledu, čímž budou splněny určité estetické nároky.

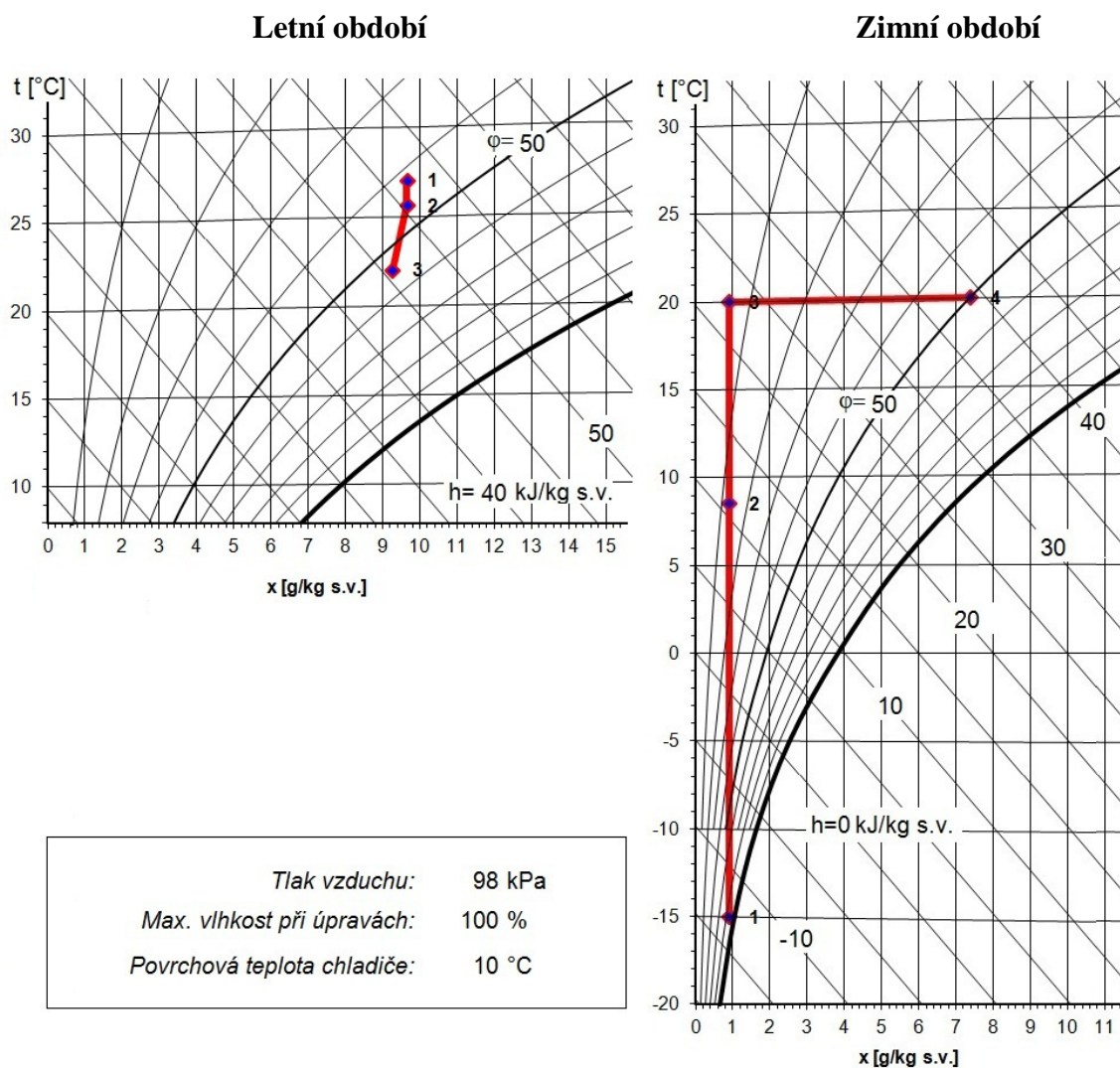
Distribuci čerstvého přívodního a odvod znehodnoceného vzduchu budou zajišťovat dvě vzduchotechnické jednotky, každá pro jedno nadzemní podlaží.

Průtok čerstvého vnějšího vzduchu vychází z počtu osob, počtu zařizovacích předmětů či doporučené výměny vzduchu (hodnoty jsou uvedeny v *tabulce 23*):

$$V_e = n \cdot V_{os}, \quad V_e = n \cdot V_{zař}, \quad V_e = O \cdot (n \times h^{-1}) \quad [m^3 \cdot h^{-1}]$$

14.1.1 Úpravy vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku – zařízení číslo 1A

Vzhledem k tomu, že se primární vzduch bude dále upravovat (chladit či ohřívat) ve fancoil jednotkách v klimatizovaných místnostech a tento vzduch bude rovněž distribuován do ostatních (neklimatizovaných) místností, je teplota primárního vzduchu pro letní období zvolena $t_{pr,l} = 22 \text{ °C}$ a pro zimní období $t_{pr,z} = 20 \text{ °C}$ (při vlhkosti $\phi = 50 \%$).



Obrázek 40: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 1A

Tabulka 24: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 1A – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2	3 (PR)
			Vnější	ZZT	Chladič
Teplota	t	[°C]	27,0	25,6	22,0
Relativní vlhkost	ϕ	[%]	42%	46%	55%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	9,7	9,7	9,2
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	51,2	50,5	45,7
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,13	1,14	1,15
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 310	2 310	2 310

Tabulka 25: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 1A – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2	3	4 (PR)
			Vnější	ZZT	Ohřivač	Zvlhčovač
Teplota	t	[°C]	-15,0	8,5	20,0	20,0
Relativní vlhkost	φ	[%]	87%	13%	6%	50%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	0,9	0,9	0,9	7,5
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	-12,9	10,9	22,5	39,3
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,32	1,21	1,16	1,16
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 310	2 310	2 310	2 310

Zařízení (vzduchotechnická jednotka) číslo 1A slouží k distribuci čerstvého přívodního a odvodu znehodnoceného vzduchu pro první nadzemní podlaží.

14.1.2 Úpravy vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku – zařízení číslo 2A

Dané zařízení má stejné funkce a skladbu jako vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1A. Rovněž, vzhledem k podobným průtokům vzduchu, jsou úpravy vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku zařízení číslo 2A uvedeny pouze *tabulkou číslo 26 a 27*. Teplota primárního vzduchu pro letní období je zvolena $t_{pr,l} = 22$ °C a pro zimní období $t_{pr,z} = 20$ °C (při vlhkosti $\varphi = 50$ %).

Tabulka 26: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 2A – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2	3 (PR)
			Vnější	ZZT	Chladič
Teplota	t	[°C]	27,0	25,6	22,0
Relativní vlhkost	φ	[%]	42%	46%	55%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	9,7	9,7	9,2
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	51,2	50,5	45,7
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,13	1,14	1,15
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 575	2 575	2 575

Tabulka 27: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 2A – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2	3	4 (PR)
			Vnější	ZZT	Ohřivač	Zvlhčovač
Teplota	t	[°C]	-15,0	8,1	20,0	20,0
Relativní vlhkost	φ	[%]	87%	13%	6%	50%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	0,9	0,9	0,9	7,5
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	-12,9	10,5	22,5	38,9
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,31	1,21	1,16	1,16
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 575	2 575	2 575	2 575

Zařízení (vzduchotechnická jednotka) číslo 2A slouží k distribuci čerstvého přívodního a odvodu znehodnoceného vzduchu pro druhé nadzemní podlaží.

14.1.3 Návrh potrubí

Dimenze potrubní sítě je provedena na základě rostoucí rychlosti od počátku větve směrem k jednotce. Maximální rychlost ve strojovně je volena do 5 m.s^{-1} , na konci větve cca 3 m.s^{-1} . Při návrhu potrubí je respektována výška podhledového prostoru a další konstrukční omezení. Schematické zobrazení dimenzování potrubí je uvedeno pod následujícími tabulkami.

Tabulka 28: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 1A – přívod pro 1.NP

u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	m^2	mm	mm	mm	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
1	0,058	4,0	3,00	0,019	157	160 x 200	180	2,29	0,46	1,50	4,7	6,6
2	0,117	4,0	3,25	0,036	214	250 x 200	222	3,02	0,52	0,60	3,3	5,4
3	0,175	4,0	3,50	0,050	252	250 x 250	250	3,57	0,62	0,60	4,6	7,1
4	0,233	17,8	3,75	0,062	282	250 x 315	280	3,79	0,62	3,00	25,9	36,9
5	0,306	4,0	4,00	0,076	312	315 x 315	315	3,92	0,54	0,60	5,5	7,7
6	0,378	4,0	4,25	0,089	337	355 x 315	334	4,31	0,60	0,60	6,7	9,1
7	0,450	4,8	4,50	0,100	357	450 x 315	371	4,16	0,62	0,30	3,7	6,7
8	0,642	11,2	4,75	0,135	415	450 x 400	424	4,55	0,52	4,10	50,9	56,7
I	0,642	0,8	4,75	0,135	415	450 x 400	424	4,55	0,52	0,30	3,7	4,1
III	1,357	6,6	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	1,50	17,1	18,9

Vedlejší větev												
9	0,031	7,6	3,00	0,010	114	125 x 125	125	2,49	0,80	2,70	10,0	16,1
10	0,125	7,8	3,50	0,036	213	250 x 200	222	3,23	0,59	2,10	13,2	17,8
11	0,192	3,6	4,00	0,048	247	250 x 250	250	3,91	0,49	0,30	2,7	4,5

Tlaková ztráta potrubí celkem	159,1
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	0,0
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie	60,0
Celková tlaková ztráta	219,1

Tabulka 29: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 1A – odvod pro 1.NP

u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	m^2	mm	mm	mm	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
12	0,017	2,6	2,60	0,006	90	100 x 100	100	2,13	0,83	1,50	4,1	6,2
13	0,075	1,3	2,80	0,027	185	160 x 250	195	2,51	0,45	0,90	3,4	4,0
14	0,133	1,4	3,00	0,044	238	225 x 250	239	2,97	0,46	0,90	4,8	5,4
15	0,156	3,0	3,20	0,049	249	250 x 250	250	3,17	0,50	0,60	3,6	5,1
16	0,178	1,1	3,40	0,052	258	250 x 250	250	3,62	0,54	0,90	7,1	7,7
17	0,192	1,1	3,60	0,053	260	280 x 250	264	3,67	0,62	0,90	7,3	8,0
18	0,250	1,3	3,80	0,066	289	355 x 250	293	3,71	0,54	0,90	7,4	8,1
19	0,308	1,9	4,00	0,077	313	355 x 280	313	4,01	0,56	0,90	8,7	9,7
20	0,338	2,2	4,20	0,080	320	355 x 315	313	4,23	0,62	0,60	6,4	7,8
21	0,368	1,3	4,40	0,084	326	355 x 315	334	4,24	0,57	1,50	16,2	16,9
22	0,481	2,4	4,60	0,104	365	450 x 315	371	4,45	0,58	1,20	14,2	15,6
23	0,642	12,8	4,80	0,134	413	450 x 400	424	4,55	0,52	2,90	36,0	42,6
IV	0,642	3,5	4,80	0,134	413	450 x 400	424	4,55	0,52	0,90	11,2	13,0
VI	1,357	26,5	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	4,80	54,6	62,0

Vedlejší větev												
24	0,047	2,3	3,00	0,016	142	průměr 150	150	2,67	0,67	0,60	2,6	4,1
25	0,094	1,4	3,40	0,028	188	180 x 200	189	3,37	0,80	1,10	7,5	8,6
26	0,117	0,5	3,80	0,031	198	200 x 200	200	3,72	0,88	0,90	7,5	7,9
27	0,147	1,7	4,20	0,035	211	250 x 200	222	3,80	0,84	1,20	10,4	11,9
28	0,161	1,5	4,60	0,035	211	250 x 250	222	4,16	1,03	0,60	6,2	7,8

Tlaková ztráta potrubí celkem	212,3
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	43,0
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie	45,0
Celková tlaková ztráta	300,3

Tabulka 30: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 2A – přívod pro 2.NP

u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	m^2	mm	mm	mm	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
1	0,069	4,0	3,00	0,023	172	160 x 200	178	2,79	0,59	1,50	7,0	9,4
2	0,194	4,1	3,25	0,060	276	250 x 315	279	3,18	0,47	0,60	3,6	5,6
3	0,299	14,4	3,50	0,085	330	355 x 315	334	3,41	0,41	1,80	12,6	18,5
4	0,403	7,6	3,75	0,107	370	450 x 315	371	3,73	0,42	1,50	12,5	15,7
5	0,433	8,0	4,00	0,108	371	450 x 315	371	4,01	0,48	0,60	5,8	9,6
6	0,547	1,0	4,25	0,129	405	450 x 355	397	4,42	0,54	0,60	7,0	7,6
7	0,604	1,3	4,50	0,134	414	500 x 355	415	4,47	0,52	0,30	3,6	4,3
8	0,715	17,3	4,75	0,151	438	500 x 400	444	4,62	0,48	4,70	60,3	68,6
II	0,715	3,5	4,75	0,151	438	500 x 400	444	4,62	0,48	0,90	11,5	13,2
III	1,357	6,6	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	1,50	17,1	18,9

Vedlejší větev I												
9	0,042	4,5	3,00	0,014	133	125 x 160	140	2,71	0,81	1,50	6,6	10,2
10	0,069	3,0	3,50	0,020	159	160 x 160	160	3,46	0,98	0,60	4,3	7,2
11	0,111	3,1	4,00	0,028	188	225 x 160	187	4,05	1,12	0,90	8,8	12,3

Vedlejší větev II												
12	0,057	4,1	3,00	0,019	155	160 x 160	160	2,83	0,71	1,50	7,2	10,1
13	0,114	4,3	4,00	0,028	190	250 x 160	195	3,82	0,92	0,30	2,6	6,6

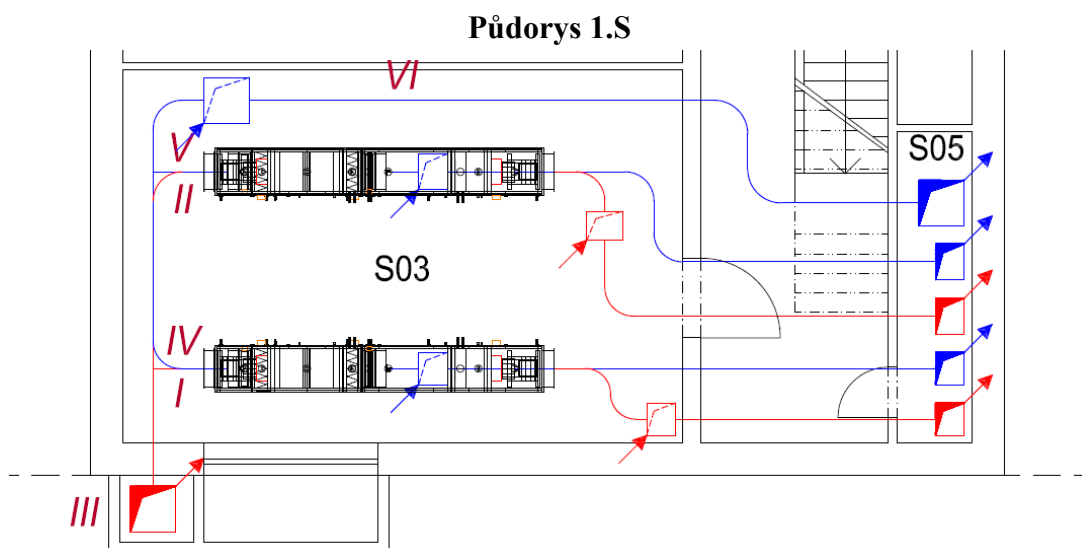
Tlaková ztráta potrubí celkem	171,3
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	0,0
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie	65,0
Celková tlaková ztráta	236,3

Tabulka 31: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 2A – odvod pro 2.NP

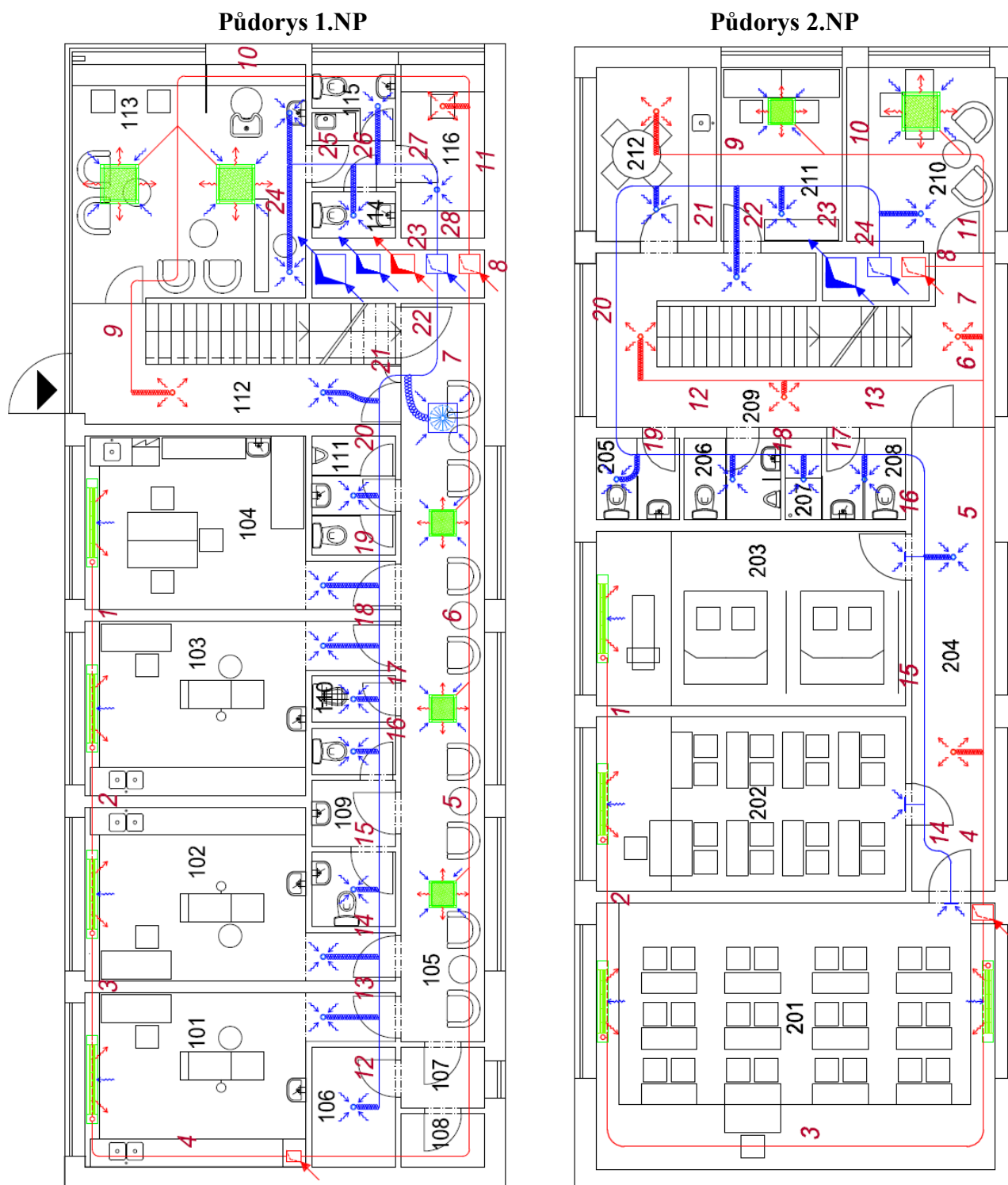
u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	m^2	mm	mm	mm	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
14	0,208	2,8	2,60	0,080	319	315 x 315	315	2,67	0,29	1,50	6,4	7,3
15	0,333	5,3	2,80	0,119	389	450 x 355	397	2,69	0,20	0,90	3,9	5,0
16	0,433	3,3	3,00	0,144	429	450 x 400	424	3,07	0,24	1,80	10,2	11,0
17	0,456	1,3	3,20	0,142	426	450 x 400	424	3,23	0,27	0,60	3,8	4,1
18	0,497	1,5	3,40	0,146	432	450 x 400	424	3,52	0,32	0,60	4,5	4,9
19	0,526	2,5	3,60	0,146	432	450 x 400	424	3,67	0,34	0,60	4,8	5,7
20	0,549	6,7	3,80	0,144	429	450 x 400	424	3,89	0,38	1,80	16,3	18,9
21	0,590	1,7	4,00	0,148	434	450 x 400	424	4,18	0,44	0,90	9,4	10,2
22	0,646	1,0	4,20	0,154	443	500 x 400	444	4,19	0,41	0,60	6,3	6,7
23	0,674	2,0	4,40	0,153	442	500 x 400	444	4,35	0,43	0,60	6,8	7,7
24	0,715	18,5	4,60	0,155	445	500 x 400	444	4,62	0,48	4,50	57,7	66,6
V	0,715	0,8	4,60	0,155	445	500 x 400	444	4,62	0,48	0,30	3,8	4,2
VI	1,357	26,5	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	4,80	54,6	62,0

Tlaková ztráta potrubí celkem	214,3
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	5,0
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie	51,0
Celková tlaková ztráta	270,3



Obrázek 41: Schéma dimenzování potrubí pro zařízení číslo 1A a 2A – technická místnost



Obrázek 42: Schéma dimenzování potrubí pro zařízení číslo 1A a 2A

14.1.4 Návrh vzduchotechnických jednotek

Pro systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT jsou navrženy dvě sestavné vzduchotechnické jednotky umístěné v podzemním podlaží v místnosti S03 – technická místnost. Tyto jednotky jsou ve vnitřním provedení a budou upevněny na rámu. Venkovní vzduch bude nasáván za pomoci sacího potrubí opatřeného protidešťovou žaluzií, do objektu budou vzduchovody vstupovat prostupem v obvodové konstrukci. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude ústít nad střešní rovinu a potrubí bude rovněž ukončeno protidešťovou žaluzií. Tlumiče hluku budou osazeny na přívodní a odvodní potrubí.

Každá z jednotek je sestavena z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ohřívače, parního zvlhčovače, chladiče a eliminátoru kapek, ventilátoru a tlumící vložky pro přívod vzduchu; z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ventilátoru a tlumící vložky pro odvod vzduchu.

Samotné vzduchotechnické jednotky jsou navrženy v softwaru AeroCAD od společnosti REMAK a.s.

Tabulka 32: Parametry vzduchotechnických jednotek zařízení číslo 1A, 2A

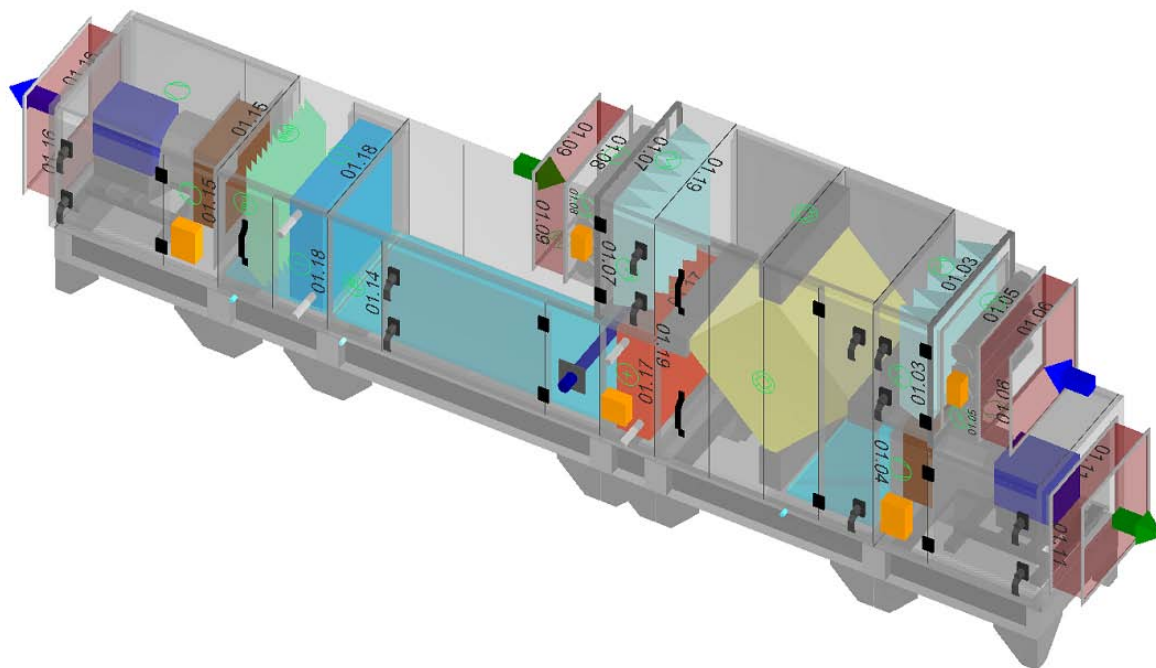
Vzduchotechnická jednotka	Jednotky	Zařízení 1A AeroMaster XP04		Zařízení 2A AeroMaster XP04	
		Přívod	Odvod	Přívod	Odvod

Vzduchové parametry

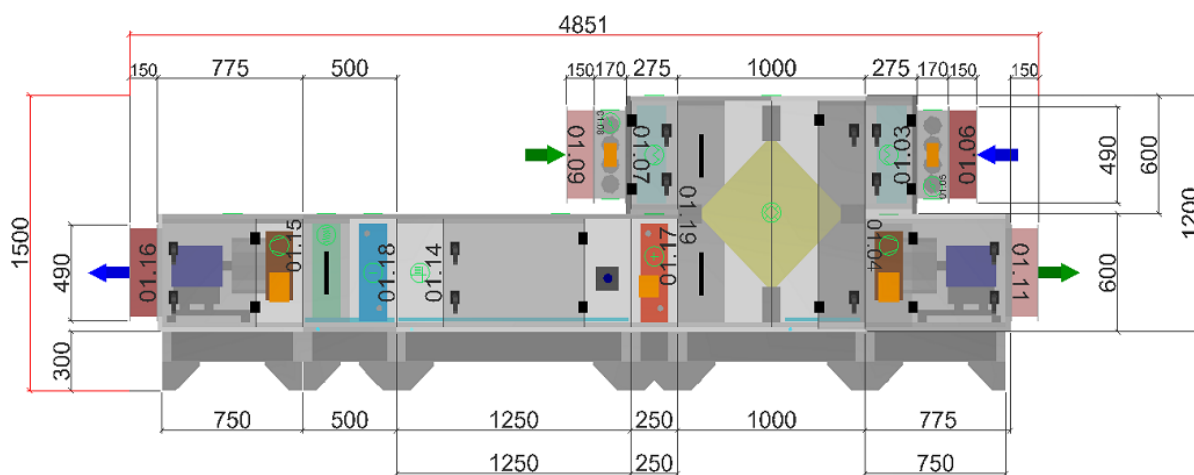
Průtok vzduchu	[m ³ .h ⁻¹]	2310	2310	2575	2575
Rychlost v průřezu	[m.s ⁻¹]	2,34	2,34	2,61	2,61
Tlaková ztráta komponentů v sestavě	[Pa]	357	204	435	248
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva)	[Pa]	473	626	304	413
Výstupní teplota z přívodu (zima/léto)	[°C]	20/22		20/22	
Výstupní vlhkost z přívodu (zima/léto)	[%]	50/55		50/55	

Výkonové parametry

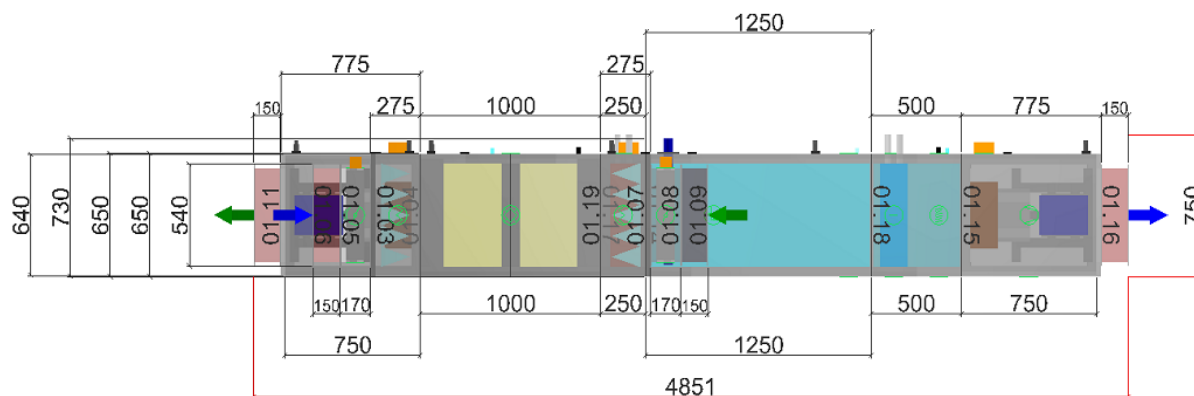
Součtový výkon ventilátorů	[kW]	0,94	0,99	0,94	0,95
Součtový výkon pro ohřev	[kW]	9,0		10,4	
Součtový výkon pro chlazení	[kW]	2,7		3,0	
Součtový výkon pro zvlhčování	[kW]	18,8		18,8	
Výkon ZZT (zima/léto)	[kW]	20,1/1,0		22,1/1,1	



Obrázek 43: Vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1A – 3D pohled



Obrázek 44: Vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1A – boční pohled na servisní stranu



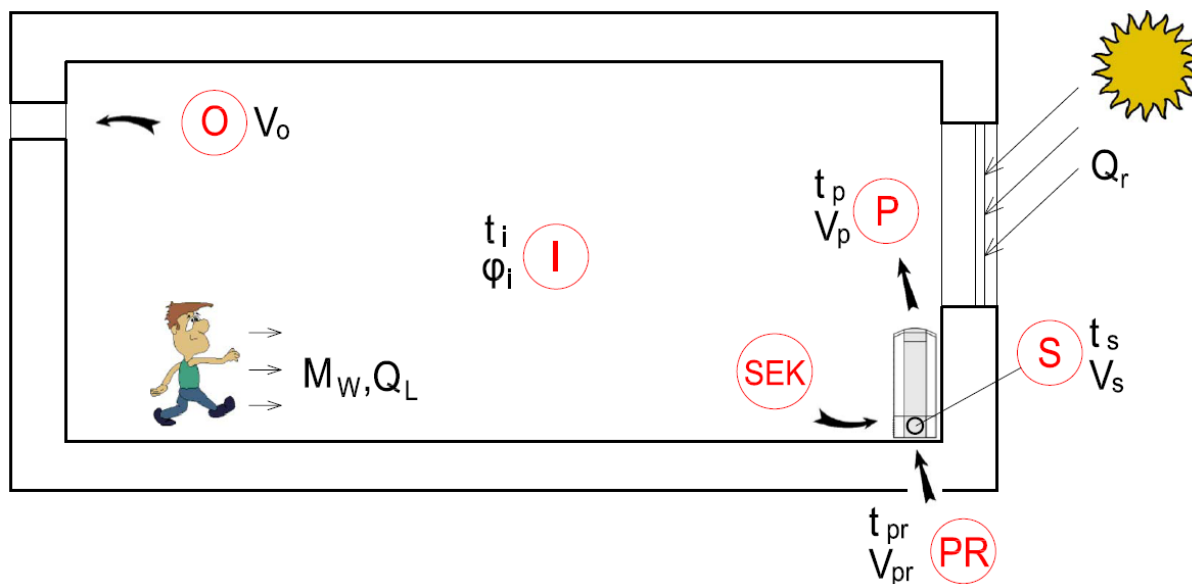
Obrázek 45: Vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1A – horní pohled

14.2 Klimatizační systém vodní s fancoily

Vybrané místnosti v prvním a druhém nadzemním podlaží budou chlazeny (vytápěny) fancoil jednotkami. Fancoil jednotky (ventilátorové konvektory) jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát) jednotlivých klimatizovaných místností, slouží tedy pro konečnou úpravu vzduchu v místnosti. Ventilátorový konvektor fancoil je vybaven ventilátorem, ohřívačem a chladičem vzduchu (toto platí u zvoleného čtyřtrubkového provedení). Primární vzduch (*PR*) je zaústěn do fancoil jednotky a ve směšovací komoře fancoilu dojde ke smísení (*S*) se sekundárním vzduchem (*SEK*) z místnosti. Tento, již smíšený vzduch, je chlazen (ohříván) výměníky jednotky a vyfukován jako přívodní vzduch (*P*) do místnosti k pokrytí tepelné zátěže (ztrát). Výše popsané děje zobrazuje *obrázek 46*.

Zvolený systém je čtyřtrubkového provedení s následujícími parametry:

Teplota chladicí vody	$t_{w1}/t_{w2} = 8/12 \text{ } ^\circ\text{C}$
Teplota topné vody	$t_{w3}/t_{w4} = 70/50 \text{ } ^\circ\text{C}$
Typ fancoilu	jednotka čtyřcestná kazetová
	jednotka v parapetním provedení



Obrázek 46: Schéma klimatizačního systému s fancoily – průběh dějů v místnosti

14.2.1 Návrh fancoil jednotek pro první nadzemní podlaží – zařízení č. 3A

Tabulka 33: Návrh fancoil jednotek pro 1.NP – letní období

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví
Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Tepelná zátěž Q_L	[W]	2750	2740	2740	2778	3073	5007
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	0,097	0,097	0,097	0,082	0,133	0,177

Primární vzduch (PR)

Teplota t_{pr}	[°C]	22					
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	210	210	210	210	780	340
Chladicí výkon Q_{pr}	[W]	141	141	141	141	525	229

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Průtok vzduchu fancoilem $V_f = V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	680	680	680	680	930	1540
Průtok vzduchu V_{sek}	[m ³ .h ⁻¹]	470	470	470	470	150	1200

Vzduch po směšování (S)

$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_{sek} \cdot t_{sek}) / V_f$	[°C]	23,4	23,4	23,4	23,4	22,3	23,6
---	------	------	------	------	------	------	------

Přívodní vzduch (P)

$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	2609	2599	2599	2637	2548	4778
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	11,4	11,4	11,4	11,4	8,1	9,5
$t_p = t_s - \Delta t_p$	[°C]	12,0	12,0	12,0	12,0	14,2	14,1
$\Delta x_p = M_w / (\rho \cdot V_p)$	[g.kg ⁻¹]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
$Q_{f, skut} = V_p \cdot \rho \cdot (h_s - h_p)$	[W]	3050	3050	3050	3050	3250	5500

Návrh fancoilu

Typ		GF 81 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GC S0 UWW K01	GC B2 UWW K01
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	1	1	1	1	3 (1300)	2 (3100)
$Q_{f, návrh}$	[W]	3200	3200	3200	3200	3900	6200
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	34	34	34	34	35,5	37

Tabulka 34: Návrh fancoil jednotek pro 1.NP – zimní období

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví
Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	20,0
Tepelná ztráta Q_z	[W]	899	749	624	786	888	1129
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	V zimním období je vlhkostní zátěž zanedbána					

Primární vzduch (PR)

Teplota t_{pr}	[°C]	20					
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	210	210	210	210	780	340
Topný výkon Q_{pr}	[W]	-283	-283	-283	-283	0	0

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	20,0
Průtok vzduchu fancoilem $V_f = V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	680	680	680	680	930	1540
Průtok vzduchu V_{sek}	[m ³ .h ⁻¹]	470	470	470	470	150	1200

Vzduch po směšování (S)

$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_{sek} \cdot t_{sek}) / V_f$	[°C]	22,8	22,8	22,8	22,8	20,0	20,0
---	------	------	------	------	------	------	------

Přívodní vzduch (P)

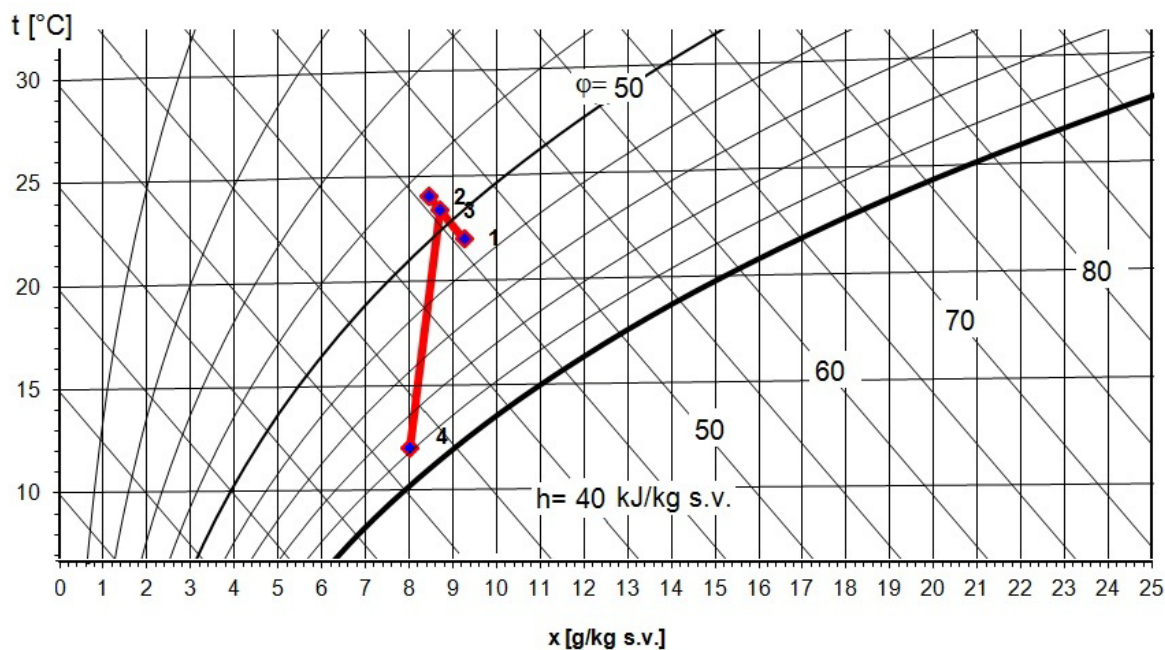
$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	1182	1032	907	1069	888	1129
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	5,2	4,5	4,0	4,7	2,8	2,2
$t_p = t_s + \Delta t_p$	[°C]	27,9	27,3	26,7	27,4	22,8	22,2
$Q_{f, skut} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_s)$	[W]	1182	1032	907	1069	888	1129

Návrh fancoilu

Typ		GF 81 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GC S0 UWW K01	GC B2 UWW K01
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	1	1	1	1	3 (2700)	2 (6300)
$Q_{f, návrh}$	[W]	4300	4300	4300	4300	8100	12600
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	34	34	34	34	35,5	37

Úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro první nadzemní podlaží zařízení číslo 3A – vybraná místnost číslo 101

Letní období



Tlak vzduchu: 98 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

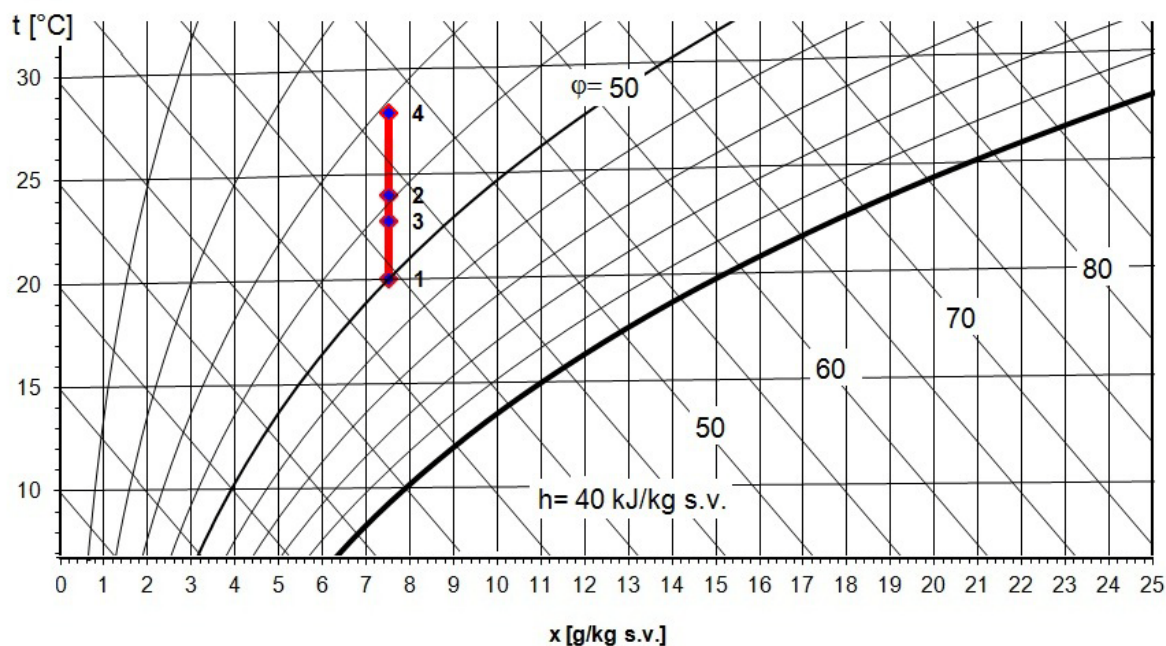
Povrchová teplota chladiče: 10 °C

Obrázek 47: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – letní období

Tabulka 35: Úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (PR)	2 (I = SEK)	3 (S)	4 (P)
			Primární	Interiér = sekundární	Smíšený	Přívodní
Teplota	t	[°C]	22,0	24,0	23,4	12,0
Relativní vlhkost	φ	[%]	55%	44%	47%	89%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	9,2	8,4	8,7	8,0
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	45,7	45,8	45,7	32,3
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,15	1,14	1,15	1,19
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	210	470	680	680

Zimní období



Tlak vzduchu: 98 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 10 °C

Obrázek 48: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – zimní období

Tabulka 36: Úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (PR)	2 (I = SEK)	3 (S)	4 (P)
			Primární	Interiér = sekundární	Smíšený	Přívodní
Teplota	t	[°C]	20,0	24,0	22,8	27,9
Relativní vlhkost	φ	[%]	50%	39%	42%	31%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	7,5	7,5	7,5	7,5
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	39,3	43,3	42,1	47,3
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,16	1,14	1,15	1,13
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	210	470	680	680

14.2.2 Návrh fancoil jednotek pro druhé nadzemní podlaží – zařízení č. 4A

Tabulka 37: Návrh fancoil jednotek pro 2.NP – letní období

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů
Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Tepelná zátěž Q_L	[W]	4334	2884	2437	2212	1234
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	0,681	0,408	0,136	0,082	0,054

Primární vzduch (PR)

Teplota t_{pr}	[°C]	22				
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	750	450	250	150	100
Chladicí výkon Q_{pr}	[W]	505	303	168	101	67

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Průtok vzduchu fancoilem $V_f = V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	1150	765	680	620	330
Průtok vzduchu V_{sek}	[m ³ .h ⁻¹]	400	315	430	470	230

Vzduch po směšování (S)

$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_{sek} \cdot t_{sek}) / V_f$	[°C]	22,7	22,8	23,3	23,5	23,4
---	------	------	------	------	------	------

Přívodní vzduch (P)

$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	3829	2581	2269	2111	1167
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	9,9	10,0	9,9	10,1	10,5
$t_p = t_s - \Delta t_p$	[°C]	12,8	12,8	13,4	13,4	12,9
$\Delta x_p = M_w / (\rho \cdot V_p)$	[g.kg ⁻¹]	1,8	1,6	0,6	0,4	0,5
$Q_{f, skut} = V_p \cdot \rho \cdot (h_s - h_p)$	[W]	5150	3450	2800	2400	1350

Návrh fancoilu

Typ		GF 71 UWW1 R00C1	GF 72 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GC B1 UWW K01	GC S1 UWW K01
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	2 (2750)	1	1	1	1
$Q_{f, návrh}$	[W]	5500	3550	3200	2550	1400
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	38	38	36	30	33

Tabulka 38: Návrh fancoil jednotek pro 2.NP – zimní období

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů
Teplota interiéru t_i	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Tepelná ztráta Q_Z	[W]	899	749	624	888	1129
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	V zimním období je vlhkostní zátěž zanedbána				

Primární vzduch (PR)

Teplota t_{pr}	[°C]	20				
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	750	450	250	150	100
Topný výkon Q_{pr}	[W]	0	0	0	0	0

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Průtok vzduchu fancoilem $V_f = V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	1150	765	680	620	330
Průtok vzduchu V_{sek}	[m ³ .h ⁻¹]	400	315	430	470	230

Vzduch po směšování (S)

$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_{sek} \cdot t_{sek}) / V_f$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
---	------	------	------	------	------	------

Přívodní vzduch (P)

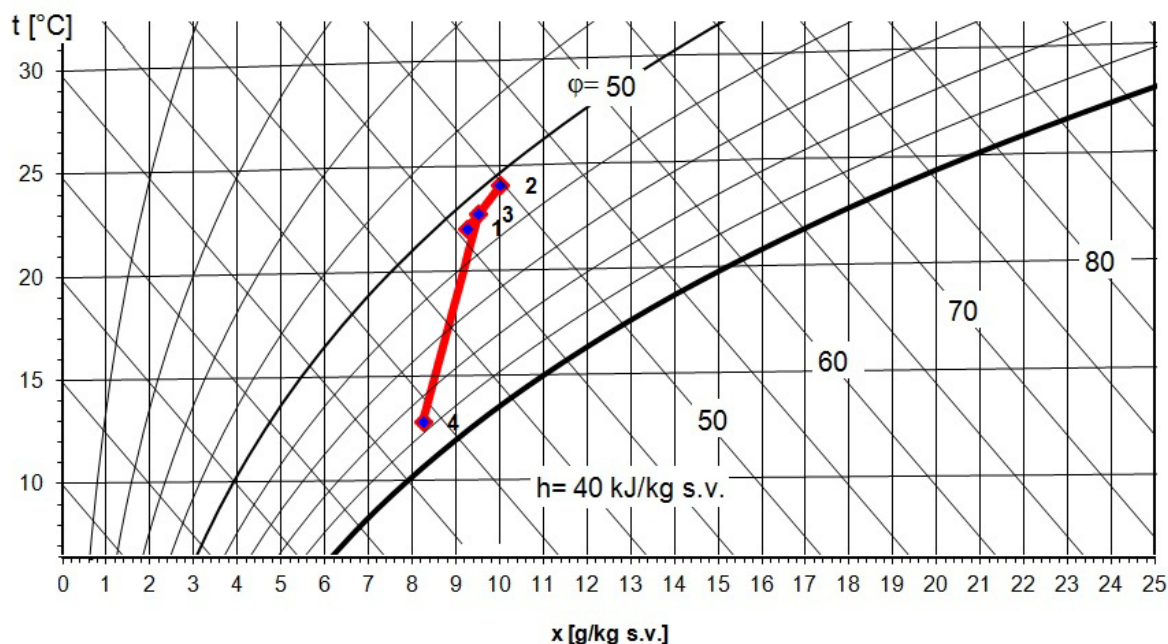
$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	899	749	624	888	1129
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	2,3	2,9	2,7	4,3	10,2
$t_p = t_s + \Delta t_p$	[°C]	22,3	22,9	22,7	24,3	30,2
$Q_{f, skut} = V_p \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_s)$	[W]	899	749	624	888	1129

Návrh fancoilu

Typ		GF 71 UWW1 R00C1	GF 72 UWW1 R00C1	GF 81 UWW1 R00C1	GC B1 UWW K01	GC S1 UWW K01
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	2 (3700)	1	1	1	1
$Q_{f, návrh}$	[W]	7400	4100	4300	5300	2800
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	38	38	36	30	33

Úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro druhé nadzemní podlaží zařízení číslo 4A – vybraná místnost číslo 201

Letní období



Tlak vzduchu: 98 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

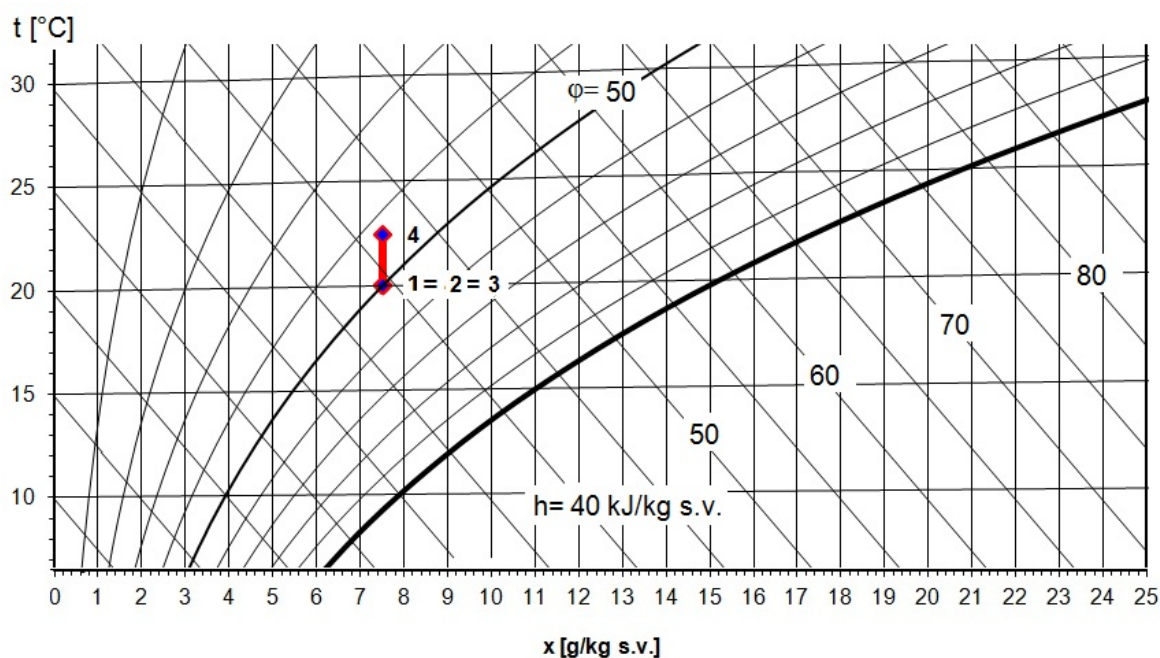
Povrchová teplota chladiče: 10 °C

Obrázek 49: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – letní období

Tabulka 39: Úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (PR)	2 (I = SEK)	3 (S)	4 (P)
			Primární	Interiér = sekundární	Smíšený	Přívodní
Teplota	t	[°C]	22,0	24,0	22,7	12,8
Relativní vlhkost	φ	[%]	55%	52%	53%	87%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	9,2	10,0	9,5	8,2
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	45,7	49,7	47,1	33,7
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,15	1,14	1,15	1,19
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	750	400	1 150	1 150

Zimní období



Tlak vzduchu: 98 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Povrchová teplota chladiče: 10 °C

Obrázek 50: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – zimní období

Tabulka 40: Úpravy vzduchu pro fancoil jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (PR)	2 (I = SEK)	3 (S)	4 (P)
			Primární	Interiér = sekundární	Smíšený	Přívodní
Teplota	t	[°C]	20,0	20,0	20,0	22,3
Relativní vlhkost	φ	[%]	50%	50%	50%	43%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	7,5	7,5	7,5	7,5
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	39,3	39,3	39,3	41,6
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,16	1,16	1,16	1,15
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	750	400	1150	1150

14.2.3 Návrh zdroje chladicí a topné vody pro fancoil a VZT jednotky

Zdroj chladicí vody

Pro tento účel jsem zvolil výrobek studené vody rovněž od společnosti GEA. Jedná se o vzduchem chlazený výrobek s hydraulickým modulem pro venkovní umístění. Tento výrobek bude umístěn na terase v třetím nadzemním podlaží. Okolo výrobku budou umístěny clony, které budou mít funkci protihlukovou a estetickou.

Návrh výrobku studené vody GEA

Typové označení:	GLAC 0182 BD1.SL
Potřebný chladicí výkon:	$Q_{\text{skut}} = 41,8 \text{ kW}$ (fancoil + VZT jednotky)
Návrhový chladicí výkon:	$Q_{\text{návrh}} = 46,5 \text{ kW}$
Celkový příkon přístroje:	$P_{\text{celk}} = 13,7 \text{ kW}$
Objemový průtok studené vody:	$V_e = 11,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
Tlaková ztráta (studená voda):	$\Delta p_e = 132,0 \text{ kPa}$
Hladina akustického tlaku:	$L_A = 48/60 \text{ dB}$ (ve vzdálenosti 10/1 m od jednotky)

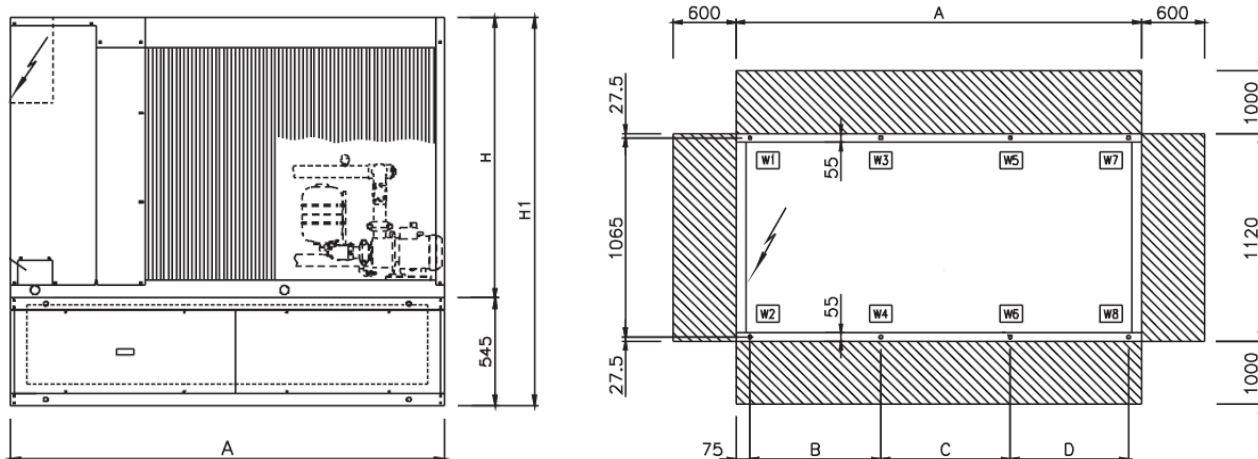
Návrh hydraulického modulu GEA

Typové označení:	GLHM 225A-18
Objem zásobníku:	$O_z = 250 \text{ l}$
Příkon čerpadla:	$P_{\text{č}} = 1,1 \text{ kW}$ (charakteristika A)

Celkové rozměry a hmotnost

$A = 2195 \text{ mm}$, $B = C = 1022 \text{ mm}$ ($D = 0 \text{ mm}$), $H = 1420 \text{ mm}$, $H1 = 1965 \text{ mm}$.

Celková provozní hmotnost $m = 1550 \text{ kg}$.



Obrázek 51: Přední a horní pohled na jednotku GLAC 0152 BD1.SL + GLHM

Zdroj topné vody

Vzhledem k tomu, že zbylé místnosti budou vytápěny deskovými tělesy, jakožto součástí systému ústředního vytápění, bude taktéž zdroj topné vody pro fancoil a VZT jednotky stejný. Bude se jednat o plynový kotel umístěný v kotelně v podzemním podlaží. Potřebný výkon pro fancoil jednotky ($Q_{\text{skut}} = 10,5 \text{ kW}$) a VZT jednotky ($Q_{\text{skut}} = 19,4 \text{ kW}$) bude součástí celkového výkonu potřebného na vytápění budovy. Tato problematika je dále předmětem řešení profese vytápění.

15 VARIANTA B.

KOMBINOVANÝ KLIMATIZAČNÍ SYSTÉM CHLADIVOVÝ

Daný systém byl zvolen na základě odlišných účelů užívání jednotlivých místností, pokrytí velké tepelné zátěže a také vzhledem k možnosti individualizace mikroklimatu každé místnosti. Pro přívod větracího primárního vzduchu je navržen vzduchový systém s ohřevem a ZZT. Tento primární vzduch je za pomoci vzduchotechnického potrubí přiváděn do místnosti a chladivové jednotky jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát). Samotné chladivové jednotky jsou zvoleny v kazetovém provedení.

15.1 Systém nuceného větrání s ohřevem a ZZT

Tento systém zajišťuje distribuci čerstvého vzduchu do jednotlivých místností v obou nadzemních podlažích a odvod vzduchu znehodnoceného. Do jednotlivých místností je tento vzduch přiváděn za pomoci vhodných distribučních prvků, jsou použity talířové ventily a vířivé vyústí (dle množství přiváděného vzduchu a vhodnosti použití). Odvod znehodnoceného vzduchu je zajištěn rovněž vhodnými koncovými prvky, jako jsou talířové ventily, vířivé vyústí či stěnové mřížky (opět dle množství odváděného vzduchu a vhodnosti použití).

Venkovní vzduch bude nasáván za pomoci sacího potrubí opatřeného protidešťovou žaluzií, do objektu budou vzduchovody vstupovat prostupem v obvodové konstrukci. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude ústít nad střešní rovinu a potrubí bude rovněž ukončeno protidešťovou žaluzií.

Vzduchovody pro přívod a odvod vzduchu budou ukryty v prostoru mezi podhledem a stropní konstrukcí. Potrubí bude čtyřhranného průřezu, přičemž talířové ventily a vířivé vyústí budou připojeny k hlavnímu trubnímu rozvodu ohebnými zvukově izolačními hliníkovými hadicemi. Distribuční prvky pro přívod a odvod vzduchu, které jsou kryty podhledem, budou lícovat se spodní hranou podhledu, čímž budou splněny určité estetické nároky.

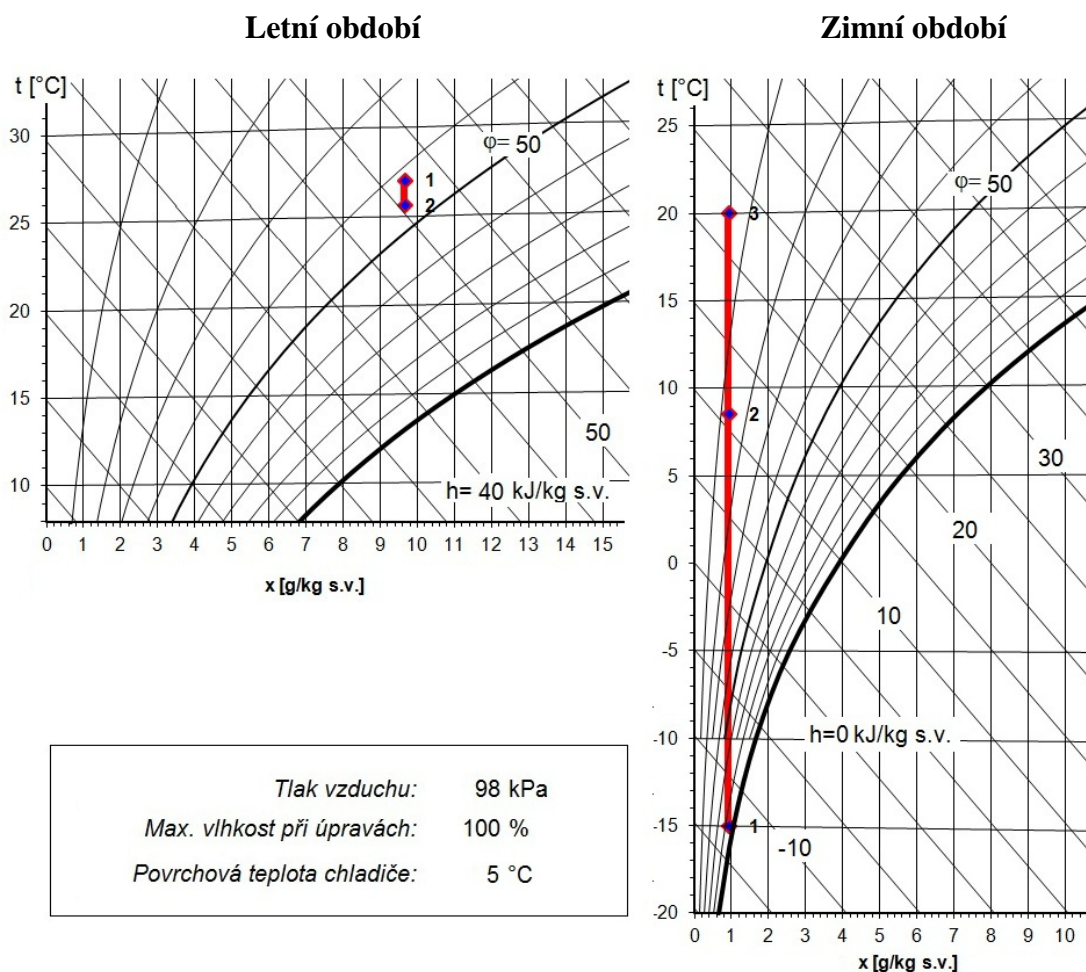
Distribuci čerstvého přívodního a odvod znehodnoceného vzduchu budou zajišťovat dvě vzduchotechnické jednotky, každá pro jedno nadzemní podlaží.

Průtok čerstvého vnějšího vzduchu vychází z počtu osob, počtu zařizovacích předmětů či doporučené výměny vzduchu (hodnoty jsou uvedeny v *tabulce 23*):

$$V_e = n \cdot V_{os}, \quad V_e = n \cdot V_{zař}, \quad V_e = O \cdot (n \times h^{-1}) \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

15.1.1 Úpravy vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku – zařízení číslo 1B

Vzhledem k tomu, že se primární vzduch bude v klimatizovaných místnostech mísit se vzduchem přivodním z chladivových jednotek a tento vzduch bude rovněž distribuován do ostatních neklimatizovaných místností, je teplota primárního vzduchu pro letní období upravována pouze prvkem ZZT, tedy $t_{pr,l} = 25,6 \text{ °C}$. Pro zimní období je zvolena $t_{pr,z} = 20 \text{ °C}$ bez úpravy vlhkosti, vzhledem k vysokým nákladům na vlhčení. Vlhčení vzduchu budou zajišťovat pouze vodní zisky M_w i přesto, že nebudou dodrženy požadavky na min. $\varphi_i = 30\%$.



Obrázek 52: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 1B

Tabulka 41: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 1B – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2 (PR)
			Vnější	ZZT
Teplota	t	[°C]	27,0	25,6
Relativní vlhkost	φ	[%]	42%	46%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	9,7	9,7
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	51,2	50,5
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,13	1,14
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 310	2 310

Tabulka 42: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 1B – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2	3 (PR)
			Vnější	ZZT	Ohřívač
Teplota	t	[°C]	-15,0	8,5	20,0
Relativní vlhkost	φ	[%]	87%	13%	6%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	0,9	0,9	0,9
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	-12,9	10,9	22,5
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,32	1,21	1,16
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 310	2 310	2 310

Zařízení (vzduchotechnická jednotka) číslo 1B slouží k distribuci čerstvého přívodního a odvodu znehodnoceného vzduchu pro první nadzemní podlaží.

15.1.2 Úpravy vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku – zařízení číslo 2B

Dané zařízení má stejné funkce a skladbu jako vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1B. Rovněž, vzhledem k podobným průtokům vzduchu, jsou úpravy vzduchu pro zařízení číslo 2B uvedeny pouze *tabulkou číslo 43 a 44*. Teplota primárního vzduchu pro letní období upravována opět pouze prvkem ZZT, tedy $t_{pr,l} = 25,6$ °C. Pro zimní období je zvolena $t_{pr,z} = 20$ °C opět bez úpravy vlhkosti.

Tabulka 43: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 2B – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2 (PR)
			Vnější	ZZT
Teplota	t	[°C]	27,0	25,6
Relativní vlhkost	φ	[%]	42%	46%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	9,7	9,7
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	51,2	50,5
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,13	1,14
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 575	2 575

Tabulka 44: Úpravy vzduchu pro VZT jednotku zařízení číslo 2B – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (E)	2	3 (PR)
			Vnější	ZZT	Ohřívač
Teplota	t	[°C]	-15,0	8,1	20,0
Relativní vlhkost	φ	[%]	87%	13%	6%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	0,9	0,9	0,9
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	-12,9	10,5	22,5
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,32	1,21	1,16
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	2 575	2 575	2 575

Zařízení (vzduchotechnická jednotka) číslo 2B slouží k distribuci čerstvého přívodního a odvodu znehodnoceného vzduchu pro druhé nadzemní podlaží.

15.1.3 Návrh potrubí

Dimenze potrubní sítě je provedena na základě rostoucí rychlosti od počátku větve směrem k jednotce. Maximální rychlost ve strojovně je volena do 5 m.s^{-1} , na konci větve cca 3 m.s^{-1} . Při návrhu potrubí je respektována výška podhledového prostoru a další konstrukční omezení. Schematické zobrazení dimenzování potrubí je uvedeno pod následujícími tabulkami.

Tabulka 45: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 1B – přívod pro 1.NP

u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	m	m.s^{-1}	m^2	mm	mm	mm	m.s^{-1}	Pa.m^{-1}	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
1	0,058	4,5	3,00	0,019	157	160 x 200	180	2,29	0,46	0,90	2,8	4,9
2	0,117	4,0	3,25	0,036	214	250 x 200	222	3,02	0,52	0,60	3,3	5,4
3	0,175	4,0	3,50	0,050	252	250 x 250	250	3,57	0,62	0,60	4,6	7,1
4	0,233	9,9	3,75	0,062	282	250 x 315	280	3,79	0,62	1,80	15,5	21,7
5	0,342	5,3	4,00	0,085	330	315 x 315	315	4,39	0,64	0,60	6,9	10,3
6	0,450	6,3	4,25	0,106	367	400 x 315	352	4,53	0,62	0,60	7,4	11,3
7	0,450	3,0	4,50	0,100	357	450 x 315	371	4,16	0,62	0,00	0,0	1,9
8	0,642	12,9	4,75	0,135	415	450 x 400	424	4,55	0,52	4,10	50,9	57,0
I	0,642	0,8	4,75	0,135	415	450 x 400	424	4,55	0,52	0,30	3,7	4,1
III	1,357	6,6	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	1,50	17,1	18,9

Vedlejší větev												
9	0,031	6,8	3,00	0,010	114	125 x 125	125	2,49	0,80	2,70	10,0	15,5
10	0,125	9,6	3,50	0,036	213	250 x 200	222	3,23	0,59	1,80	11,3	16,9
11	0,192	3,6	4,00	0,048	247	250 x 250	250	3,91	0,49	0,30	2,7	4,5

Tlaková ztráta potrubí celkem	142,6
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	8,5
Tlaková ztráta protidešť'ové žaluzie	60,0
Celková tlaková ztráta	211,1

Tabulka 46: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 1B – odvod pro 1.NP

u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	m^2	mm	mm	mm	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
12	0,017	2,6	2,60	0,006	90	100 x 100	100	2,13	0,83	1,50	4,1	6,2
13	0,075	1,3	2,80	0,027	185	160 x 250	195	2,51	0,45	0,90	3,4	4,0
14	0,133	1,4	3,00	0,044	238	225 x 250	239	2,97	0,46	0,90	4,8	5,4
15	0,156	3,0	3,20	0,049	249	250 x 250	250	3,17	0,50	0,60	3,6	5,1
16	0,178	1,1	3,40	0,052	258	250 x 250	250	3,62	0,54	0,90	7,1	7,7
17	0,192	1,1	3,60	0,053	260	280 x 250	264	3,67	0,62	0,90	7,3	8,0
18	0,250	1,3	3,80	0,066	289	355 x 250	293	3,71	0,54	0,90	7,4	8,1
19	0,308	1,9	4,00	0,077	313	355 x 280	313	4,01	0,56	0,90	8,7	9,7
20	0,338	2,2	4,20	0,080	320	355 x 315	313	4,23	0,62	0,60	6,4	7,8
21	0,368	1,3	4,40	0,084	326	355 x 315	334	4,24	0,57	1,50	16,2	16,9
22	0,481	2,4	4,60	0,104	365	450 x 315	371	4,45	0,58	1,20	14,2	15,6
23	0,642	12,8	4,80	0,134	413	450 x 400	424	4,55	0,52	2,90	36,0	42,6
IV	0,642	3,5	4,80	0,134	413	450 x 400	424	4,55	0,52	0,90	11,2	13,0
VI	1,357	26,5	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	4,80	54,6	62,0

Vedlejší větev												
24	0,094	2,3	3,40	0,028	188	200 x 200	200	3,01	0,60	0,90	4,9	6,3
25	0,117	0,5	3,80	0,031	198	200 x 200	200	3,72	0,88	0,90	7,5	7,9
26	0,147	1,7	4,20	0,035	211	250 x 200	222	3,80	0,84	1,20	10,4	11,9
27	0,161	1,5	4,60	0,035	211	250 x 250	222	4,16	1,03	0,60	6,2	7,8

Tlaková ztráta potrubí celkem	212,3
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	43,0
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie	45,0
Celková tlaková ztráta	300,3

Tabulka 47: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 2B – přívod pro 2.NP

u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	m^2	mm	mm	mm	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
1	0,069	5,0	3,00	0,023	172	160 x 200	178	2,79	0,59	0,90	4,2	7,2
2	0,194	3,5	3,25	0,060	276	250 x 315	279	3,18	0,47	0,60	3,6	5,3
3	0,299	3,0	3,50	0,085	330	355 x 315	334	3,41	0,41	0,60	4,2	5,4
4	0,403	12,2	3,75	0,107	370	450 x 315	371	3,73	0,42	1,50	12,5	17,6
5	0,433	8,0	4,00	0,108	371	450 x 315	371	4,01	0,48	0,60	5,8	9,6
6	0,547	1,0	4,25	0,129	405	450 x 355	397	4,42	0,54	0,60	7,0	7,6
7	0,604	1,3	4,50	0,134	414	500 x 355	415	4,47	0,52	0,30	3,6	4,3
8	0,715	19,0	4,75	0,151	438	500 x 400	444	4,62	0,48	4,70	60,3	68,9
II	0,715	3,5	4,75	0,151	438	500 x 400	444	4,62	0,48	0,90	11,5	13,2
III	1,357	6,6	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	1,50	17,1	18,9

Vedlejší větev I												
9	0,042	3,7	3,00	0,014	133	125 x 160	140	2,71	0,81	1,50	6,6	9,6
10	0,069	3,0	3,50	0,020	159	160 x 160	160	3,46	0,98	0,60	4,3	7,2
11	0,111	3,8	4,00	0,028	188	225 x 160	187	4,05	1,12	0,90	8,8	13,1

Vedlejší větev II												
12	0,057	4,1	3,00	0,019	155	160 x 160	160	2,83	0,71	1,50	7,2	10,1
13	0,114	4,3	4,00	0,028	190	250 x 160	195	3,82	0,92	0,30	2,6	6,6

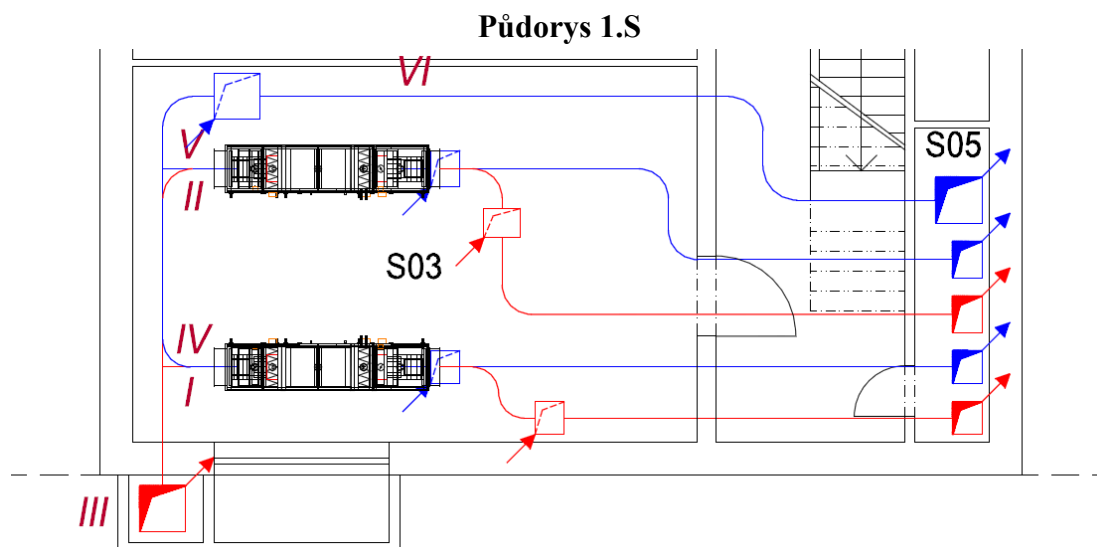
Tlaková ztráta potrubí celkem	158,0
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	12,0
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie	65,0
Celková tlaková ztráta	235,0

Tabulka 48: Dimenze potrubí a tlaková ztráta pro zařízení číslo 2B – odvod pro 2.NP

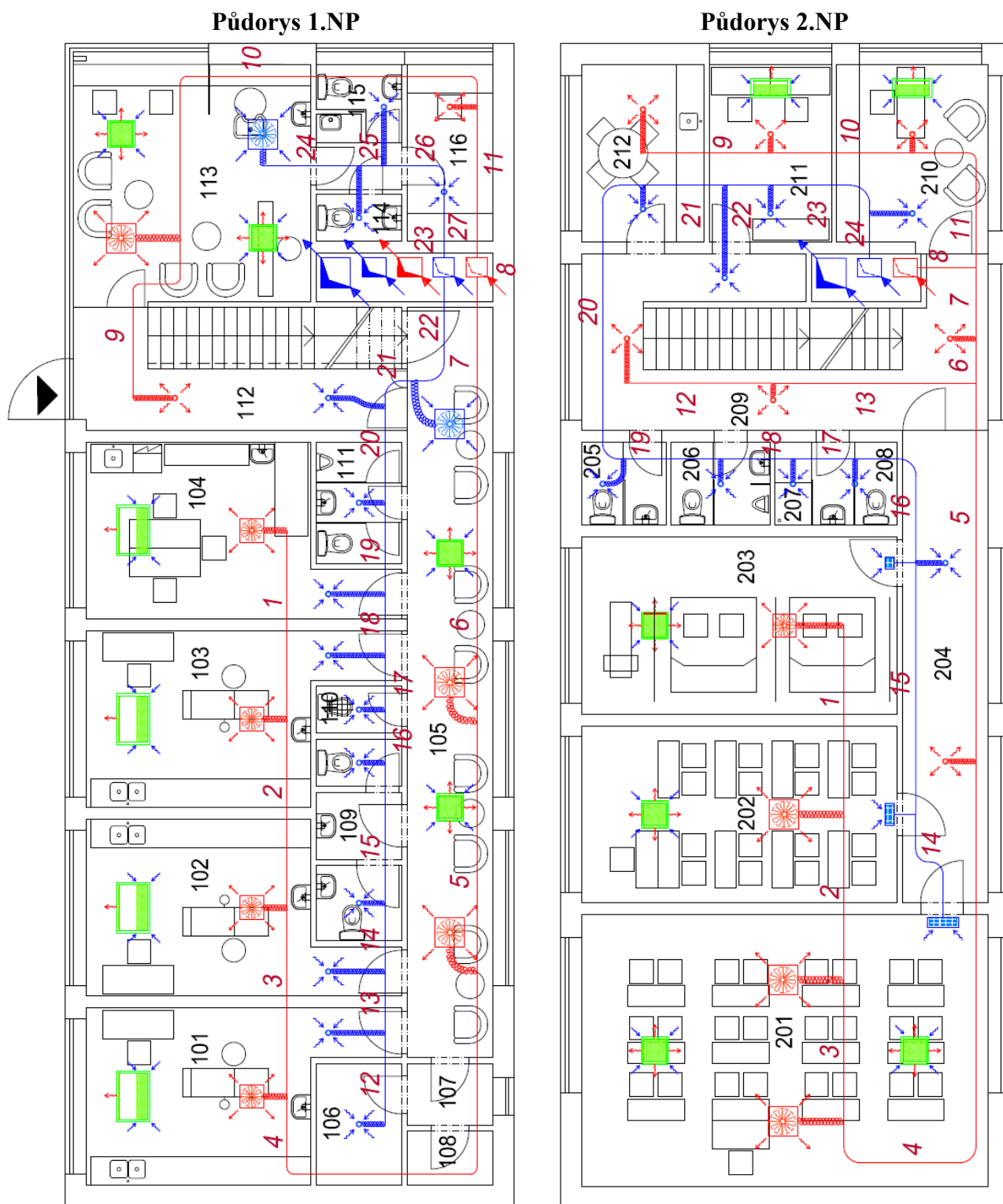
u	V	L	w'	S'	d'	A x B	d	w	R	ξ	Z	1.R + Z
-	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	m	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	m^2	mm	mm	mm	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$	-	Pa	Pa

Hlavní větev												
14	0,208	2,8	2,60	0,080	319	315 x 315	315	2,67	0,29	1,80	7,7	8,5
15	0,333	5,3	2,80	0,119	389	450 x 355	397	2,69	0,20	0,90	3,9	5,0
16	0,433	3,3	3,00	0,144	429	450 x 400	424	3,07	0,24	1,80	10,2	11,0
17	0,456	1,3	3,20	0,142	426	450 x 400	424	3,23	0,27	0,60	3,8	4,1
18	0,497	1,5	3,40	0,146	432	450 x 400	424	3,52	0,32	0,60	4,5	4,9
19	0,526	2,5	3,60	0,146	432	450 x 400	424	3,67	0,34	0,60	4,8	5,7
20	0,549	6,7	3,80	0,144	429	450 x 400	424	3,89	0,38	1,80	16,3	18,9
21	0,590	1,7	4,00	0,148	434	450 x 400	424	4,18	0,44	0,90	9,4	10,2
22	0,646	1,0	4,20	0,154	443	500 x 400	444	4,19	0,41	0,60	6,3	6,7
23	0,674	2,0	4,40	0,153	442	500 x 400	444	4,35	0,43	0,60	6,8	7,7
24	0,715	18,5	4,60	0,155	445	500 x 400	444	4,62	0,48	4,50	57,7	66,6
V	0,715	0,8	4,60	0,155	445	500 x 400	444	4,62	0,48	0,30	3,8	4,2
VI	1,357	26,5	4,75	0,286	603	630 x 630	630	4,36	0,28	4,80	54,6	62,0

Tlaková ztráta potrubí celkem	215,6
Tlaková ztráta posledního koncového elementu	8,0
Tlaková ztráta protidešťové žaluzie	51,0
Celková tlaková ztráta	274,6



Obrázek 53: Schéma dimenzování potrubí pro zařízení číslo 1B a 2B – technická místnost



Obrázek 54: Schéma dimenzování potrubí pro zařízení číslo 1B a 2B

15.1.4 Návrh vzduchotechnických jednotek

Pro systém nuceného větrání s ohřevem a ZZT jsou navrženy dvě sestavné vzduchotechnické jednotky umístěné v podzemním podlaží v místnosti S03 – technická místnost. Tyto jednotky jsou ve vnitřním provedení a budou upevněny na rámu. Venkovní vzduch bude nasáván za pomoci sacího potrubí opatřeného protidešťovou žaluzií, do objektu budou vzduchovody vstupovat prostupem v obvodové konstrukci. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude ústít nad střešní rovinu a potrubí bude rovněž ukončeno protidešťovou žaluzií. Tlumiče hluku budou osazeny na přívodní a odvodní potrubí.

Každá z jednotek je sestavena z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ventilátoru a tlumící vložky pro přívod vzduchu; z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ventilátoru a tlumící vložky pro odvod vzduchu.

Samotné vzduchotechnické jednotky jsou navrženy v softwaru AeroCAD od společnosti REMAK a.s.

Tabulka 49: Parametry vzduchotechnických jednotek zařízení číslo 1B, 2B

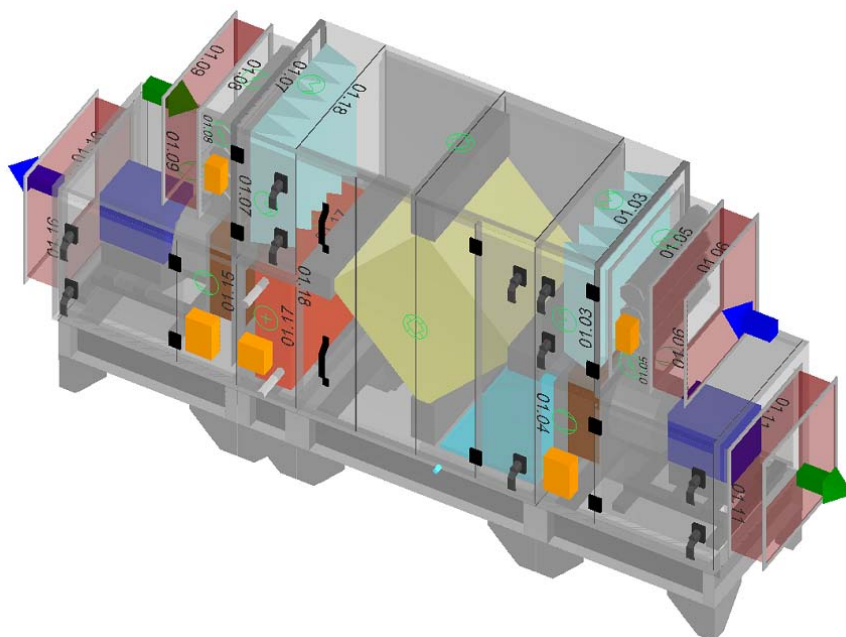
Vzduchotechnická jednotka	Jednotky	Zařízení 1B AeroMaster XP04		Zařízení 2B AeroMaster XP04	
		Přívod	Odvod	Přívod	Odvod

Vzduchové parametry

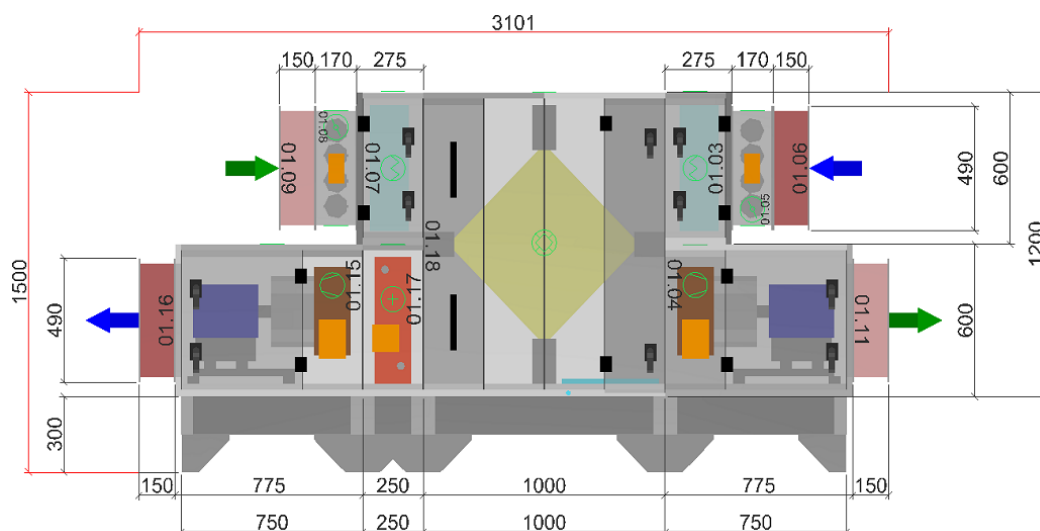
Průtok vzduchu	[m ³ .h ⁻¹]	2310	2310	2575	2575
Rychlost v průřezu	[m.s ⁻¹]	2,34	2,34	2,61	2,61
Tlaková ztráta komponentů v sestavě	[Pa]	267	204	324	248
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva)	[Pa]	563	626	336	413
Výstupní teplota z přívodu (zima/léto)	[°C]	20/22		20/22	
Výstupní vlhkost z přívodu (zima/léto)	[%]	6/46		6/46	

Výkonové parametry

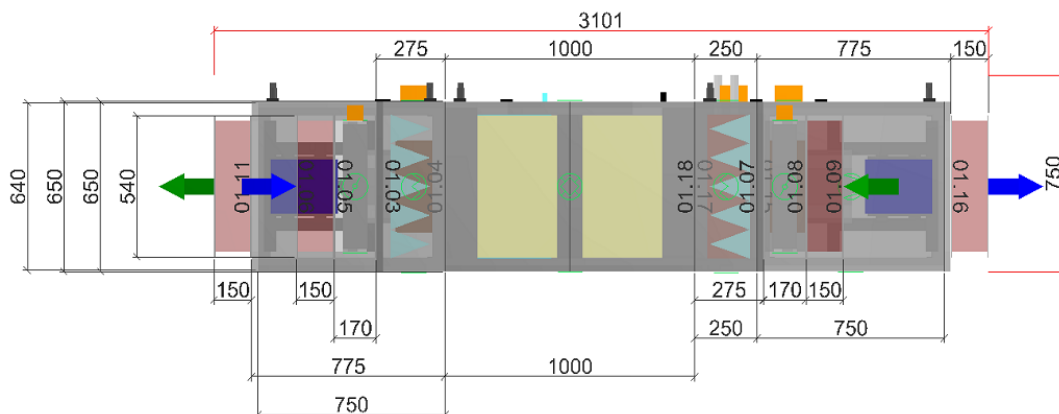
Součtový výkon ventilátorů	[kW]	0,94	0,99	0,90	0,95
Součtový výkon pro ohřev	[kW]	9,0		10,4	
Součtový výkon pro chlazení	[kW]	0,0		0,0	
Součtový výkon pro zvlhčování	[kW]	0,0		0,0	
Výkon ZZT (zima/léto)	[kW]	20,1/1,0		22,1/1,1	



Obrázek 55: Vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1B – 3D pohled



Obrázek 56: Vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1B – boční pohled na servisní stranu



Obrázek 57: Vzduchotechnická jednotka zařízení číslo 1B – horní pohled

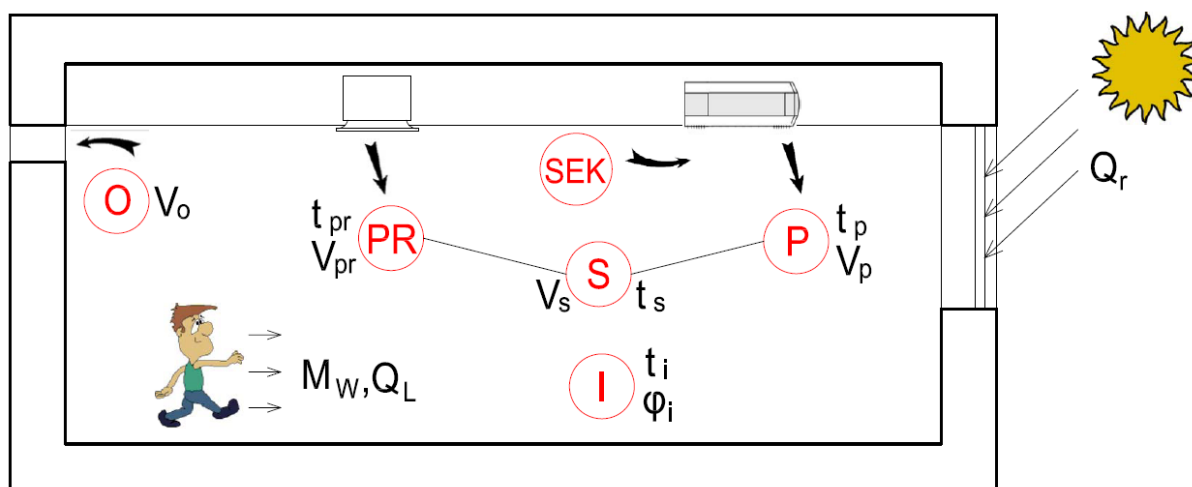
15.2 Klimatizační systém chladivový

Vybrané místnosti v prvním a druhém nadzemním podlaží budou chlazeny (vytápěny) vnitřními chladivovými (výparnickovými) jednotkami. Tyto vnitřní chladivové jednotky jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát) jednotlivých klimatizovaných místností, slouží tedy pro konečnou úpravu vzduchu v místnosti. Vnitřní jednotka je vybavena ventilátorem a přímým výparníkem – chladičem (ohřívačem) vzduchu; vnější poté ventilátorem, kompresorem, kondenzátorem a expanzním ventilem. Zvolený systém pochází od společnosti Toshiba – Super modular multi system (VRF – SMMS).

Primární vzduch (*PR*) je přiváděn přímo do místnosti. Vnitřní jednotka (s výparníkem) nasává z vnitřního prostoru sekundární vzduch (*SEK*), který upravuje (chladí nebo ohřívá) na požadovanou teplotu přiváděného vzduchu (*P*). V místnosti dojde ke smísení proudu vzduchu přiváděného z větrací jednotky (*PR*) s přívodním vzduchem z vnitřní jednotky (*P*) na stav smíšený (*S*). Vlivem tepelné a vlhkostní zátěže dojde ke změně stavu vzduchu v místnosti na stav (*I*). Výše popsané děje zobrazuje *obrázek 58*.

Zvolený systém je typu VRF s následujícími parametry:

Chladivo	R410A	
Vnitřní jednotky	povrchová teplota výparníku typ	$t_{ch} = 5\text{ °C}$ jednotka jednocestná kazetová jednotka čtyřcestná kazetová
Vnější jednotka	operační rozsah teplot	chlazení -5 až 43 °C vytápění -20 až 15,5 °C



Obrázek 58: Schéma chladivového klimatizačního systému – průběh dějů v místnosti

15.2.1 Návrh vnitřních chladivových jednotek pro první nadzemní podlaží – zařízení číslo 3B

Tabulka 50: Návrh vnitřních chladivových jednotek pro 1.NP – letní období

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví
Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Tepelná zátěž Q_L	[W]	2750	2740	2740	2778	3073	5007
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	0,097	0,097	0,097	0,082	0,133	0,177

Primární vzduch (PR)

Teplota $t_{pr} = t_{ZZT}$	[°C]	25,6					
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	210	210	210	210	780	340
Chladicí výkon Q_{pr}	[W]	-113	-113	-113	-113	-420	-183

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Průtok vzduchu jednotkou $V_j = V_p = V_{sek}$	[m ³ .h ⁻¹]	690	690	690	690	864	1188

Přívodní vzduch (P)

$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	2863	2853	2853	2891	3493	5190
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	12,3	12,3	12,3	12,3	12,0	12,8
$t_p = t_i - \Delta t_p$	[°C]	11,7	11,7	11,7	11,7	12,0	11,2
$Q_{j, skut} = V_p \cdot \rho \cdot (h_{sek} - h_p)$	[W]	3550	3550	3550	3550	4800	6400

Vzduch po směšování (S)

$V_s = V_{pr} + V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	900	900	900	900	1644	1528
$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_p \cdot t_p) / V_s$	[°C]	14,9	15,0	15,0	14,8	18,4	14,4
$\Delta x_s = M_w / (\rho \cdot V_s)$	[g.kg ⁻¹]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3

Návrh vnitřní jednotky

Typ		Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0091 MH	Toshiba MMU-AP0121 MH
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	1	1	1	1	2 (2500)	2 (3300)
$Q_{j, návrh}$	[W]	4100	4100	4100	4100	5000	6600
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	35	35	35	35	32	37

Tabulka 51: Návrh vnitřních chladivových jednotek pro 1.NP – zimní období

Číslo místnosti		101	102	103	104	105	113
Účel místnosti		Zubní ordinace	Zubní ordinace	Zubní ordinace	Ordinace lékaře	Čekárna	Kadeřnictví
Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	20,0
Tepelná ztráta Q_z	[W]	899	749	624	786	888	1129
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	0,097	0,097	0,097	0,082	0,133	0,177

Primární vzduch (PR)

Teplota t_{pr}	[°C]	20					
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	210	210	210	210	780	340
Topný výkon Q_{pr}	[W]	-283	-283	-283	-283	0	0
$\Delta x_{pr} = M_w / (\rho \cdot V_{pr})$	[g.kg ⁻¹]	1,4	1,4	1,4	1,2	0,5	1,6

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	20,0	20,0
Průtok vzduchu jednotkou $V_j = V_p = V_{sek}$	[m ³ .h ⁻¹]	690	690	690	690	864	1188

Přívodní vzduch (P)

$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	1182	1032	907	1069	888	1129
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	5,1	4,4	3,9	4,6	3,1	2,8
$t_p = t_i + \Delta t_p$	[°C]	29,1	28,4	27,9	28,6	23,1	22,8
$Q_{j, skut} = V_p \cdot \rho \cdot (t_p - t_{sek})$	[W]	1182	1032	907	1069	888	1129

Vzduch po směšování (S)

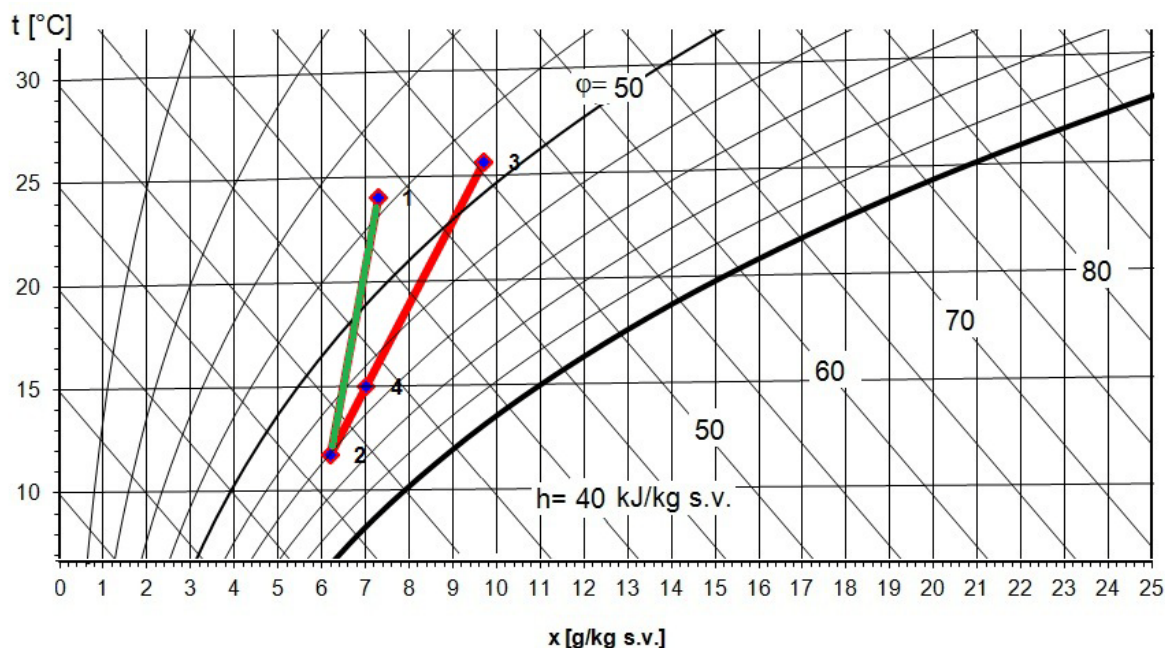
$V_s = V_{pr} + V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	900	900	900	900	1644	1528
$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_p \cdot t_p) / V_s$	[°C]	27,0	26,5	26,1	26,6	21,6	22,2

Návrh vnitřní jednotky

Typ		Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0152 SH	Toshiba MMU-AP0091 MH	Toshiba MMU-AP0121 MH
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	1	1	1	1	2 (1900)	2 (2400)
$Q_{j, návrh}$	[W]	3000	3000	3000	3000	3800	4800
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	35	35	35	35	32	37

Úpravy vzduchu pro vnitřní chladivové jednotky pro 1.NP zařízení číslo 3B – vybraná místnost číslo 101

Letní období



Tlak vzduchu: 98 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

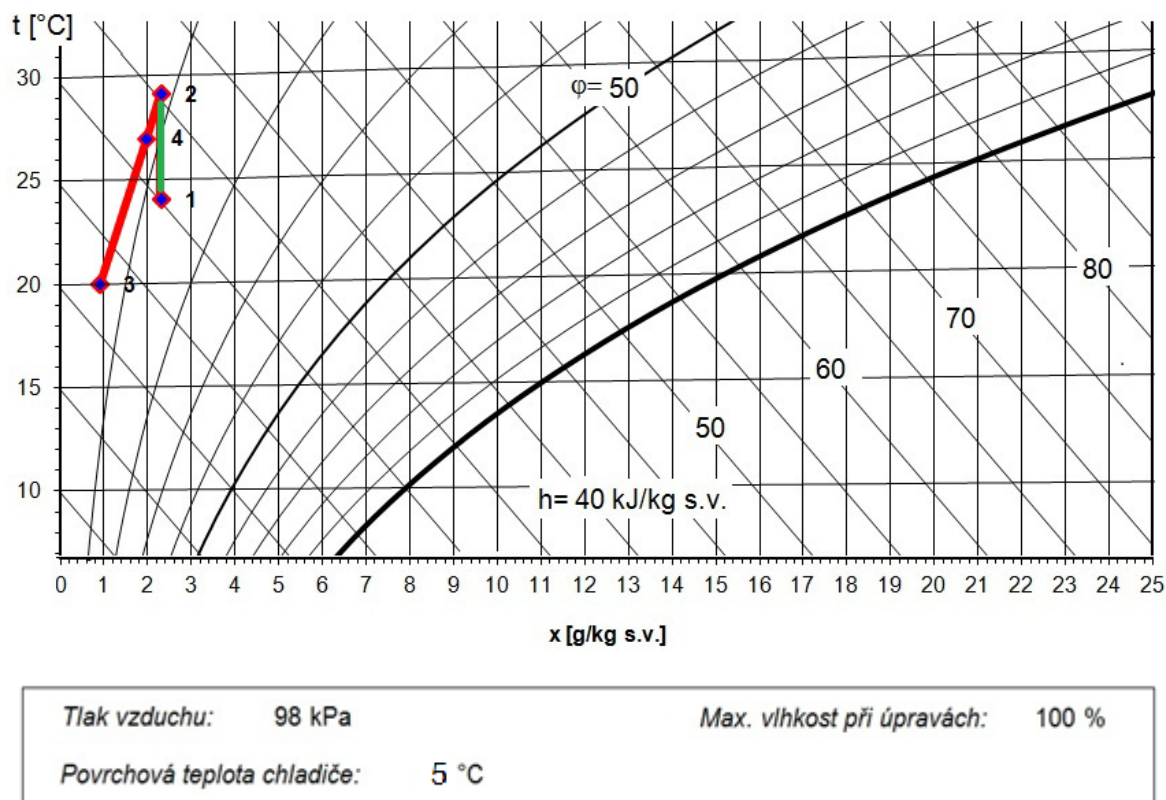
Povrchová teplota chladiče: 5 °C

Obrázek 59: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro vnitřní chl. jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – letní období

Tabulka 52: Úpravy vzduchu pro vnitřní chladivové jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (I = SEK)	2 (P)	3 (PR)	4 (S)
			Interiér = sekundární	Přívodní	Primární	Smíšený
Teplota	t	[°C]	24,0	11,7	25,6	14,9
Relativní vlhkost	φ	[%]	38%	70%	46%	64%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	7,3	6,2	9,7	7,0
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	42,8	27,4	50,6	32,8
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,14	1,19	1,14	1,18
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	690	690	210	900

Zimní období



Obrázek 60: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro vnitřní chl. jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – zimní období

Tabulka 53: Úpravy vzduchu pro vnitřní chladivové jednotky pro 1.NP, místnost číslo 101 – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (I = SEK)	2 (P)	3 (PR)	4 (S)
			Interiér = sekundární	Přívodní	Primární	Smíšený
Teplota	t	[°C]	24,0	29,1	20,0	27,0
Relativní vlhkost	φ	[%]	12%	9%	6%	9%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	2,3	2,3	0,9	2,0
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	30,1	35,3	22,5	32,3
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,15	1,13	1,16	1,14
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	690	690	210	900

15.2.2 Návrh vnitřních chladivových jednotek pro druhé nadzemní podlaží – zařízení číslo 4B

Tabulka 54: Návrh vnitřních chladivových jednotek pro 2.NP – letní období

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů
Teplota interiéru t_i	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Tepelná zátěž Q_L	[W]	4334	2884	2437	2212	1234
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	0,681	0,408	0,136	0,082	0,054

Primární vzduch (PR)

Teplota $t_{pr} = t_{ZZT}$	[°C]	25,6				
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	750	450	250	150	100
Chladicí výkon Q_{pr}	[W]	-404	-242	-135	-81	-54

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
Průtok vzduchu jednotkou $V_j = V_p = V_{sek}$	[m ³ .h ⁻¹]	1104	762	660	540	420

Přívodní vzduch (P)

$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	4738	3126	2572	2293	1288
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	12,7	12,2	11,6	12,6	9,1
$t_p = t_i - \Delta t_p$	[°C]	11,3	11,8	12,4	11,4	14,9
$Q_{j, skut} = V_p \cdot \rho \cdot (h_{sek} - h_p)$	[W]	6950	4500	3400	2800	1650

Vzduch po směšování (S)

$V_s = V_{pr} + V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	1854	1212	910	690	520
$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_{sek} \cdot t_{sek}) / V_s$	[°C]	17,1	16,9	16,0	14,5	17,0
$\Delta x_s = M_w / (\rho \cdot V_s)$	[g.kg ⁻¹]	1,1	1,0	0,4	0,4	0,3

Návrh vnitřní jednotky

Typ		Toshiba MMU-AP0151MH	Toshiba MMU-AP0181MH	Toshiba MMU-AP0151MH	Toshiba MMU-AP0121YH	Toshiba MMU-AP0071YH
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	2 (4100)	1	1	1	1
$Q_{j, návrh}$	[W]	8200	5100	4100	3300	2000
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	35	39	40	39	34

Tabulka 55: Návrh vnitřních chladivových jednotek pro 2.NP – zimní období

Číslo místnosti		201	202	203	210	211
Účel místnosti		Velká učebna	Malá učebna	Trenažér	Kancelář vedení	Kabinet učitelů
Teplota interiéru t_i	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Tepelná ztráta Q_Z	[W]	899	749	624	888	1129
Vlhkostní zátěž	[g.s ⁻¹]	0,681	0,408	0,136	0,082	0,054

Primární vzduch (PR)

Teplota t_{pr}	[°C]	20				
Průtok V_{pr}	[m ³ .h ⁻¹]	750	450	250	150	100
Topný výkon Q_{pr}	[W]	0	0	0	0	0
$\Delta x_{pr} = M_w / (\rho \cdot V_{pr})$	[g.kg ⁻¹]	2,7	2,7	1,6	1,6	1,6

Sekundární vzduch (SEK)

Teplota $t_{sek} = t_i$	[°C]	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Průtok vzduchu jednotkou $V_j = V_p = V_{sek}$	[m ³ .h ⁻¹]	1104	762	660	540	420

Přívodní vzduch (P)

$Q_p = Q_L - Q_{pr}$	[W]	899	749	624	888	1129
$\Delta t_p = Q_p / (V_p \cdot c \cdot \rho)$	[K]	2,4	2,9	2,8	4,9	8,0
$t_p = t_i + \Delta t_p$	[°C]	22,4	22,9	22,8	24,9	28,0
$Q_{j, skut} = V_p \cdot \rho \cdot (t_p - t_{sek})$	[W]	899	749	624	888	1129

Vzduch po směšování (S)

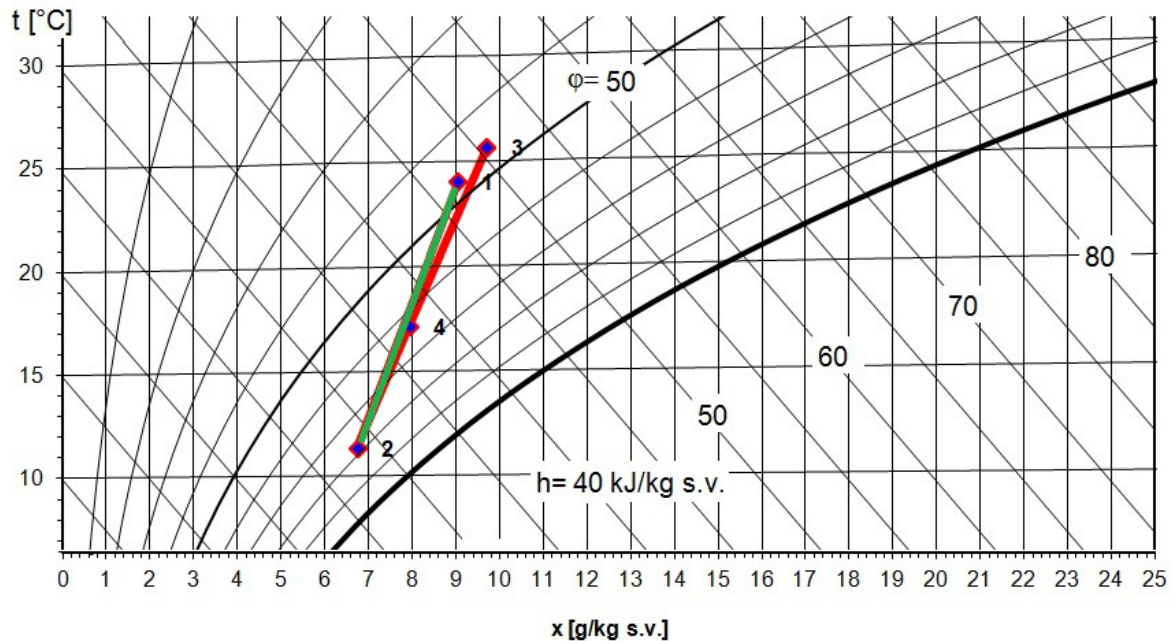
$V_s = V_{pr} + V_p$	[m ³ .h ⁻¹]	1854	1212	910	690	520
$t_s = (V_{pr} \cdot t_{pr} + V_{sek} \cdot t_{sek}) / V_s$	[°C]	21,4	21,8	22,0	23,8	26,4

Návrh vnitřní jednotky

Typ		Toshiba MMU-AP0151MH	Toshiba MMU-AP0181MH	Toshiba MMU-AP0151MH	Toshiba MMU-AP0121YH	Toshiba MMU-AP0071YH
Počet n (výkon pro 1 ks)	[ks]	2 (3000)	1	1	1	1
$Q_{j, návrh}$	[W]	6000	3800	3000	2400	1500
Hl. akustického tlaku L_p	[dB(A)]	35	39	40	39	34

Úpravy vzduchu pro vnitřní chladivové jednotky pro 2.NP zařízení číslo 4B – vybraná místnost číslo 201

Letní období



Tlak vzduchu: 98 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

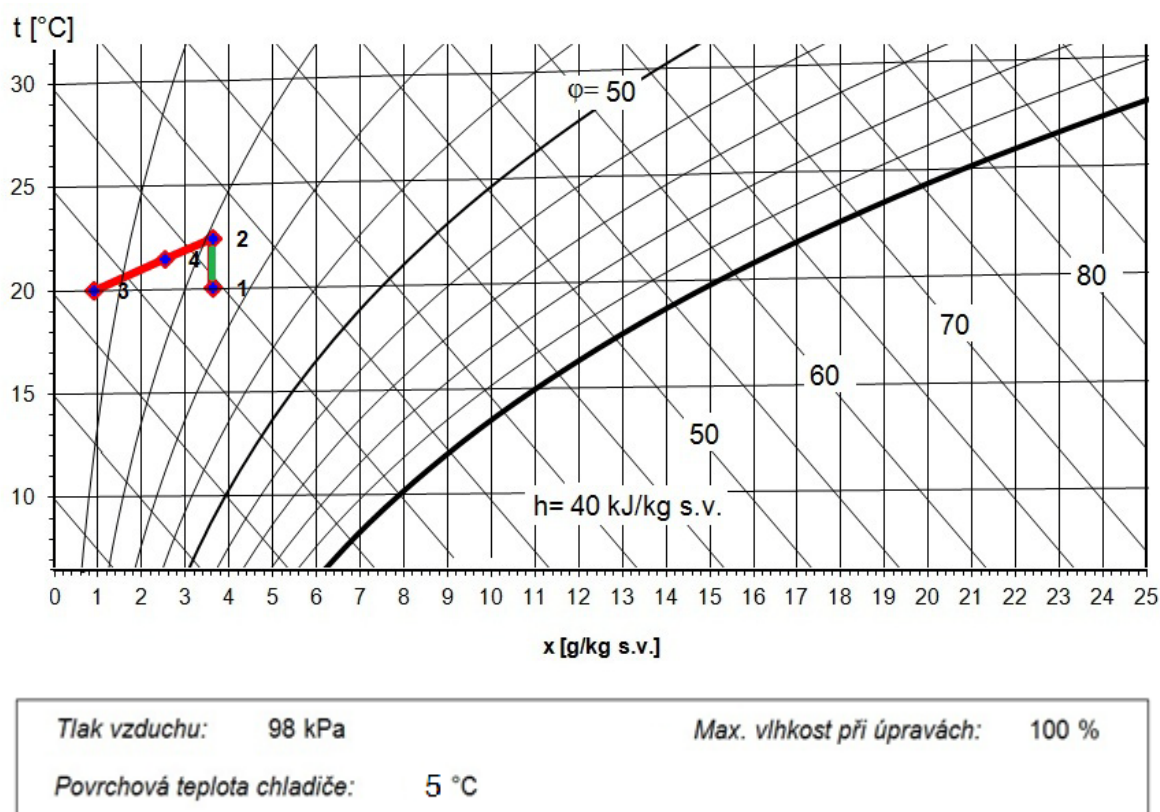
Povrchová teplota chladiče: 5 °C

Obrázek 61: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro vnitřní chl. jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – letní období

Tabulka 56: Úpravy vzduchu pro vnitřní chladivové jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – letní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (I = SEK)	2 (P)	3 (PR)	4 (S)
			Interiér = sekundární	Přívodní	Primární	Smíšený
Teplota	t	[°C]	24,0	11,3	25,6	17,1
Relativní vlhkost	φ	[%]	47%	78%	46%	63%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	9,0	6,7	9,7	7,9
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	47,2	28,4	50,6	37,4
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,14	1,20	1,14	1,17
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	1 104	1 104	750	1 854

Zimní období



Obrázek 62: Mollierův h-x diagram a úpravy vzduchu pro vnitřní chl. jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – zimní období

Tabulka 57: Úpravy vzduchu pro vnitřní chladivové jednotky pro 2.NP, místnost číslo 201 – zimní období

Veličina	Ozn.	Jednotka	1 (I = SEK)	2 (P)	3 (PR)	4 (S)
			Interiér = sekundární	Přívodní	Primární	Smíšený
Teplota	t	[°C]	20,0	22,4	20,0	21,4
Relativní vlhkost	φ	[%]	24%	21%	6%	15%
Měrná vlhkost	x	[g.kg ⁻¹ s.v.]	3,6	3,6	0,9	2,5
Entalpie	h	[kJ.kg ⁻¹ s.v.]	29,3	31,8	22,5	28,0
Hustota	ρ	[kg.m ⁻³]	1,16	1,15	1,16	1,16
Průtok	V	[m ³ .h ⁻¹]	1 104	1 104	750	1 854

15.2.3 Návrh venkovních chladivových jednotek

Zvolené vnější jednotky jsou součástí chladivového systému pocházející od společnosti Toshiba – Super modular multi system (VRF – SMMS).

Tabulka 58: Parametry venkovních chladivových jednotek pro 1.NP a 2.NP

Venkovní jednotka		Toshiba 10 HP MAP1004HT8-E	Toshiba 8 HP MAP0804HT8-E
Parametry	Jednotky	Zařízení 3B	Zařízení 4B

Vzdálenosti

$H = h_o + \max(h_a, h_b, h_c)$	[m]	5,30	1,80
$L' = l'_o + \max(l'_a, l'_b, l'_c)$	[m]	27,50	25,80

Výkonové parametry

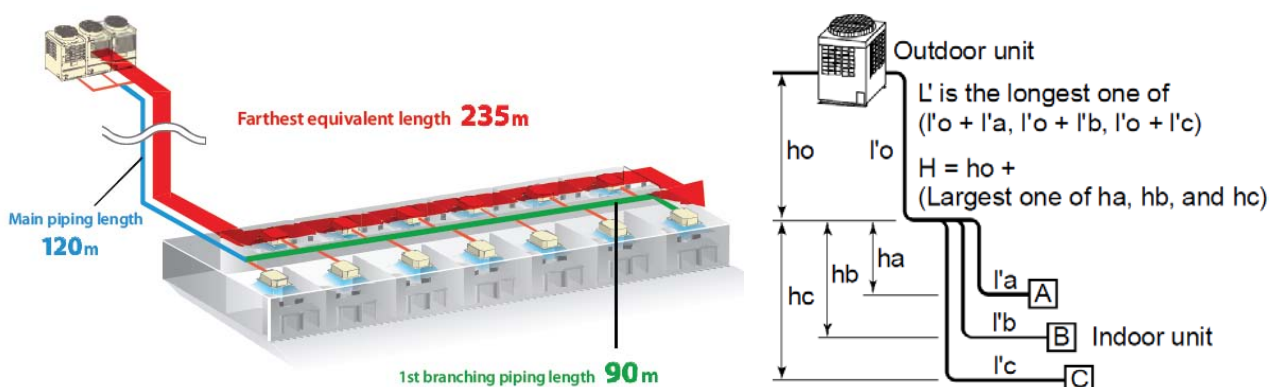
Chladicí výkon potřebný $Q_{c,skut}$	[kW]	25,4	19,3		
Chladicí výkon návrhový $Q_{c,návrh}$	[kW]	26,0	20,8		
Spotřeba energie/EER	[kW]/[kW.kW ⁻¹]	4,81	5,41	3,73	5,57
Topný výkon potřebný $Q_{t,skut}$	[kW]	6,2	4,3		
Topný výkon návrhový $Q_{t,návrh}$	[kW]	18,1	14,4		
Spotřeba energie/EER	[kW]/[kW.kW ⁻¹]	6,00	3,00	4,42	3,30

Hlukové parametry

Hladina akustického výkonu L_w	[dB(A)]	78	77
Hladina akustického tlaku L_p	[dB(A)]	57	55

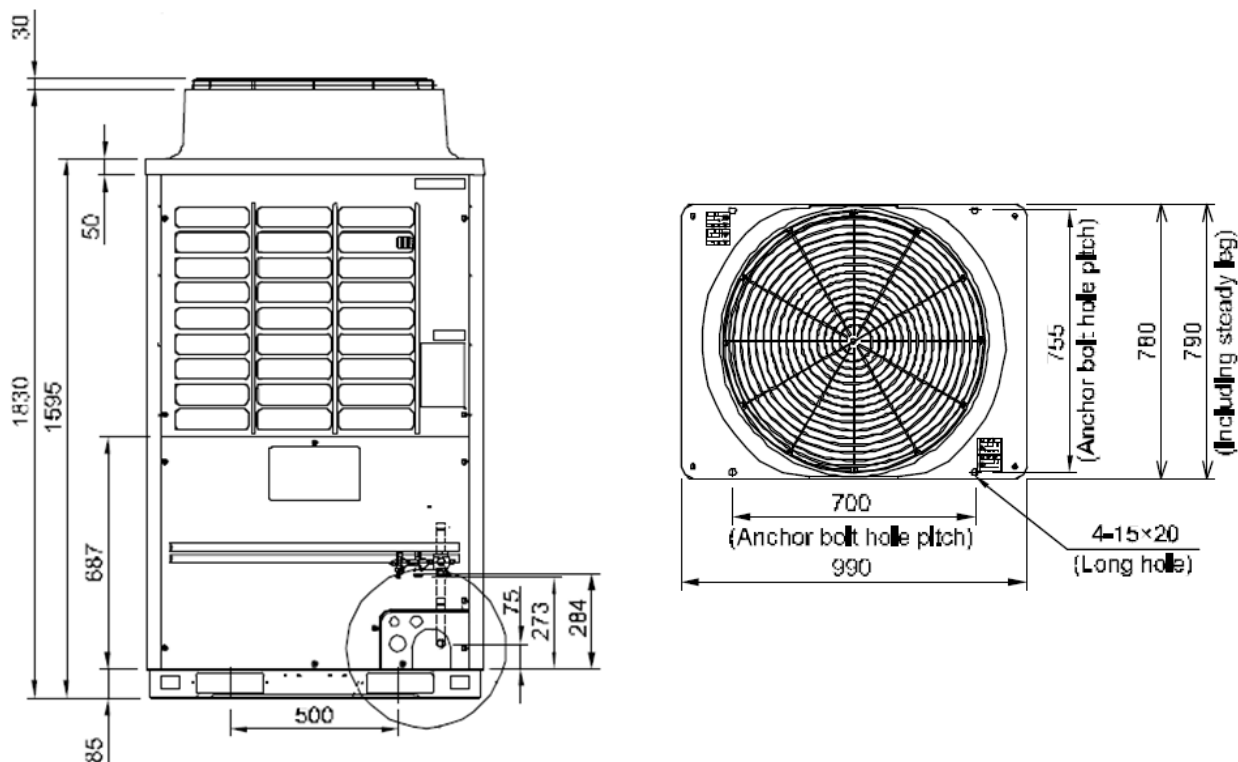
Rozměry

Výška x šířka x hloubka	[mm]	1830 x 990 x 780	
Připojení médií \varnothing plyn/kapalina	[mm]	22,2/12,7	22,2/12,7

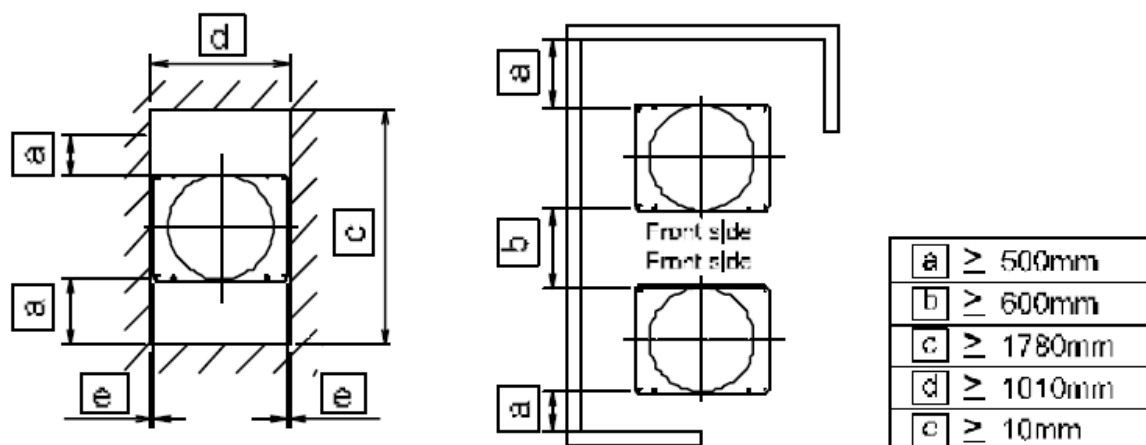


Obrázek 63: Omezující vzdálenosti a určení délky chladivového potrubí

Takto navržené venkovní jednotky budou umístěny na terase v třetím nadzemním podlaží. Okolo těchto jednotek budou umístěny clony, které budou mít funkci protihlukovou a estetickou. Rozměry jednotek a požadavky na volný a servisní prostor kolem nich udávají následující obrázky z katalogu výrobce Toshiba.



Obrázek 64: Boční a horní pohled na jednotku Toshiba 10 HP (8 HP)



Obrázek 65: Požadavky na volný a servisní prostor okolo venkovních jednotek Toshiba

16 HODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT

16.1 Ekonomické hodnocení

Tabulka 59: Potřeba energie na chlazení, vytápění a vlhčení měsíční metodou pro 1.NP

Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet dnů		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Průměrná teplota t_e	[°C]	-3,9	-3,0	0,3	3,7	8,5	14,3	16,6	16,6	10,3	6,6	1,2	-2,2
Měrná vlhkost x_e	[g.kg ⁻¹]	2,8	3,0	3,6	4,6	6,4	8,0	9,2	8,9	7,5	5,6	4,3	3,3

Plocha prosklení	V [m ²]	42,51											
	J [m ²]	3,60											
	Z [m ²]	6,29											
Plocha stěn	[m ²]	159,33											

Q_{rad}		390	612	1155	1627	2212	2377	2136	1922	1361	833	346	267
Q_l		420	379	420	406	420	406	420	420	406	420	406	420
Q_{osv}	[kW.h]	533	481	533	515	533	515	533	533	515	533	515	533
Q_{el}		95	86	95	92	95	92	95	95	92	95	92	95
Q_{int}		60	54	60	58	60	58	60	60	58	60	58	60
Q_G	[kW.h]	1497	1613	2262	2699	3319	3449	3243	3030	2432	1940	1418	1375

H_V	[W.K ⁻¹]	331,1											
H_{TR}	[W.K ⁻¹]	100,7											
$Q_{V,Z}$		1717	1493	1415	1133	826	396	244	244	674	963	1307	1595
$Q_{V,L}$	[kW.h]	2005	1752	1703	1411	1114	674	532	532	953	1250	1585	1882
$Q_{TR,Z}$		1044	908	861	689	502	241	149	149	410	585	795	970
$Q_{TR,L}$		1219	1065	1035	858	677	410	323	323	579	760	964	1145
$Q_{L,H}$	[kW.h]	2761	2400	2276	1822	1329	637	393	393	1085	1548	2102	2565
$Q_{L,C}$	[kW.h]	3223	2818	2738	2270	1791	1085	855	855	1532	2010	2549	3027

γ_H	[-]	0,54	0,67	0,99	1,48	2,50	5,41	8,26	7,71	2,24	1,25	0,67	0,54
γ_C	[-]	0,46	0,57	0,83	1,19	1,85	3,18	3,79	3,54	1,59	0,97	0,56	0,45
τ	[hod]	30											
a	[-]	3,00											
η_H	[-]	0,92	0,88	0,75	0,59	0,38	0,18	0,12	0,13	0,42	0,66	0,87	0,92
η_C	[-]	0,94	0,91	0,82	0,68	0,50	0,31	0,26	0,28	0,56	0,76	0,92	0,95

Q_H	[kW.h]	1384	989	574	230	52	0	0	0	55	267	863	1297
Q_C	[kW.h]	0	0	26	1151	2429	3115	3020	2792	1574	406	0	0
Q_W	[kW.h]	1963	1698	1629	1172	459	0	0	0	0	794	1294	1754

Tabulka 60: Potřeba energie na chlazení, vytápění a vlhčení měsíční metodou pro 2.NP

Měsíc		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet dnů		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Průměrná teplota t_e	[°C]	-3,9	-3,0	0,3	3,7	8,5	14,3	16,6	16,6	10,3	6,6	1,2	-2,2
Měrná vlhkost x_e	[g.kg ⁻¹]	2,8	3,0	3,6	4,6	6,4	8,0	9,2	8,9	7,5	5,6	4,3	3,3

Plocha prosklení	V [m ²]	19,96											
	J [m ²]	6,32											
	Z [m ²]	19,96											
Plocha stěn	[m ²]	165,49											

Q_{rad}		419	591	1071	1452	1877	1901	1834	1712	1270	872	358	265
Q_l		807	729	807	781	807	781	807	807	781	807	781	807
Q_{osv}	[kW.h]	398	360	398	386	398	386	398	398	386	398	386	398
Q_{el}		150	135	150	145	150	145	150	150	145	150	145	150
Q_{int}		76	69	76	73	76	73	76	76	73	76	73	76
Q_G	[kW.h]	1850	1884	2503	2837	3308	3286	3265	3143	2655	2303	1743	1697

H_V	[W.K ⁻¹]	369,1											
H_{TR}	[W.K ⁻¹]	95,5											
$Q_{V,Z}$		1914	1664	1578	1263	921	442	272	272	752	1073	1457	1778
$Q_{V,L}$		2235	1953	1898	1573	1241	752	593	593	1062	1394	1767	2098
$Q_{TR,Z}$	[kW.h]	991	861	817	654	477	229	141	141	389	556	754	921
$Q_{TR,L}$		1157	1011	983	815	643	389	307	307	550	722	915	1086
$Q_{L,H}$	[kW.h]	2905	2525	2395	1917	1398	671	413	413	1141	1629	2212	2699
$Q_{L,C}$	[kW.h]	3391	2964	2881	2388	1884	1141	900	900	1612	2115	2682	3185

γ_H	[-]	0,64	0,75	1,05	1,48	2,37	4,90	7,90	7,61	2,33	1,41	0,79	0,63
γ_C	[-]	0,55	0,64	0,87	1,19	1,76	2,88	3,63	3,49	1,65	1,09	0,65	0,53
τ	[hod]	29											
a	[-]	2,92											
η_H	[-]	0,88	0,84	0,73	0,59	0,40	0,20	0,13	0,13	0,41	0,61	0,83	0,89
η_C	[-]	0,91	0,88	0,79	0,68	0,52	0,34	0,27	0,28	0,54	0,71	0,88	0,92

Q_H	[kW.h]	1272	940	573	253	68	0	0	0	58	234	773	1196
Q_C	[kW.h]	0	0	214	1219	2336	2901	3021	2891	1781	797	0	0
Q_W	[kW.h]	2189	1893	1816	1307	512	0	0	0	0	885	1442	1956

Tabulka 61: Potřeby energií na chlazení, vytápění a vlhčení za rok

		1.NP	2.NP	Celkem		1.NP	2.NP	Celkem
Q_H	[MW.h]	5,71	5,37	11,08	[kW.h.m ⁻²]	30,6	27,9	29,2
Q_C	[MW.h]	14,51	15,16	29,67	[kW.h.m ⁻²]	77,8	78,8	78,3
Q_W	[MW.h]	10,76	12,00	22,76	[kW.h.m ⁻²]	57,7	62,4	60,1

Celkem s vlhčením

Q_{CELK}	[MW.h]	30,99	32,52	63,51	[kW.h.m ⁻²]	166,0	169,1	167,6
------------	--------	-------	-------	-------	-------------------------	-------	-------	-------

Celkem bez vlhčení

Q_{CELK}	[MW.h]	20,23	20,53	40,75	[kW.h.m ⁻²]	108,4	106,7	107,5
------------	--------	-------	-------	-------	-------------------------	-------	-------	-------

Výpočetní vztahy použité pro vyčíslení potřeb energií

$$Q_{\text{rad}} = \sum F \cdot I \cdot S \cdot g ;$$

$Q_l, Q_{\text{osv}}, Q_{\text{el}}$... stanoveno analýzou situace a z dříve vypočtené tepelné bilance ;

$$Q_{\text{int}} = q_{\text{app}} \cdot S_p \cdot \frac{h_{\text{pr}} \cdot d}{1000} ;$$

$$H_V = (1 - 0,95 \cdot \eta_{\text{ZZT}}) \cdot V \cdot \rho \cdot c ;$$

$$H_{\text{TR}} = \sum (U_p \cdot S_p + (U_n + \Delta U) \cdot S_n) ;$$

$$Q_{\text{TR}} = H_{\text{TR}} \cdot (t_i - t_e) \cdot \frac{24 \cdot d}{1000} ; \quad Q_V = H_V \cdot (t_i - t_e) \cdot \frac{h_{\text{pr}} \cdot d}{1000} ;$$

$$\gamma = \frac{Q_G}{Q_L} ;$$

$$\tau = \frac{C_m \cdot S / 3600}{H_T + H_V} ; \quad a = 1 - \left(\frac{\tau}{15} \right) ;$$

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad (\text{pro } \gamma \neq 1) ;$$

$$Q_H = Q_L - \eta \cdot Q_G ; \quad Q_C = Q_G - \eta \cdot Q_L ; \quad Q_W = V \cdot \rho \cdot \Delta x \cdot 2500 \cdot h_{\text{pr}} \cdot d \cdot \eta_w ;$$

kde: F – podíl skla z plochy okna [%];

I – energie dopadajícího slunečního záření [kW.h.m⁻² za měsíc];

g – propustnost okna [-];

q_{app} – zisky z vnitřních zdrojů [W.m⁻²];

h_{pr} – počet provozních hodin (uvažováno v průměru 10 hodin denně);

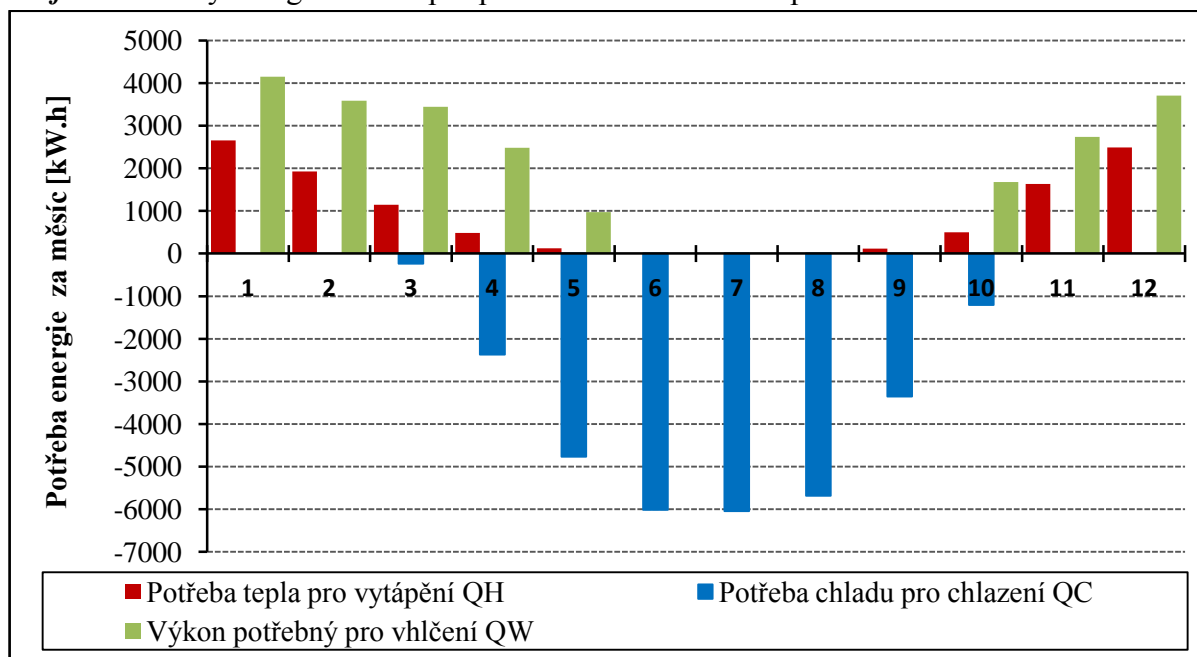
d – počet provozních dnů (není uvažován provoz o víkendech);

γ – poměr zisků a ztrát;

τ – časová konstanta budovy [hod]; a – faktor setrvačnosti budovy [-];

η – stupeň využití zisků.

Graf 25: Potřeby energií celkem pro první a druhé nadzemní podlaží



16.1.1 Roční náklady na provoz zařízení – varianta A

Cena energie pro chlazení

$$C_C = \frac{Q_C \cdot C_{el}}{EER} = \frac{29\,670 \cdot 4,60}{3,39} = 40\,260 \text{ Kč}$$

Cena energie pro vytápění

$$C_H = Q_H \cdot C_{pl} = 11\,080 \cdot 1,50 = 16\,620 \text{ Kč}$$

Cena energie pro vlhčení

$$C_W = Q_W \cdot C_{el} = 22\,760 \cdot 4,60 = 104\,700 \text{ Kč}$$

Cena energie na provoz zařízení celkem

$$C_{CELK} = 161\,580 \text{ Kč}$$

16.1.2 Roční náklady na provoz zařízení – varianta B

Cena energie pro chlazení

$$C_C = \frac{Q_C \cdot C_{el}}{EER} = \frac{29\,670 \cdot 4,60}{5,49} = 23\,180 \text{ Kč}$$

Cena energie pro vytápění

$$C_H = Q_H \cdot C_{pl} = 11\,080 \cdot 1,50 = 16\,620 \text{ Kč}$$

Cena energie na provoz zařízení celkem

$$C_{CELK} = 39\,800 \text{ Kč}$$

- Poznámka:** 1) Uvažovaná cena elektrické energie $C_{el} = 4,60$ Kč za kW.h
2) Uvažovaná cena plynu $C_{pl} = 1,50$ Kč za kW.h

16.2 Celkové hodnocení

Varianta A

Výhody

- možnost úpravy interního mikroklimatu dle individuálních požadavků za pomoci vnitřních fancoil jednotek;
- fancoil jednotky pracují v režimu chlazení i vytápění;
- menší rozměry vzduchotechnického potrubí a méně distribučních prvků, systém nuceného větrání zabezpečuje požadovanou výměnu vzduchu dle legislativních předpisů;
- centrální VZT jednotky zabezpečují požadovanou úpravu vlhkosti v zimním období.

Nevýhody

- vyšší hladina akustického tlaku v místnostech vlivem ventilátorů fancoil jednotek;
- nutnost odvodu kondenzátu od vnitřních fancoil jednotek;
- větší množství rozvodů (čtyřtrubkový systém) od zdroje chladicí a topné vody, více zařízení a složitější systém MaR;
- vysoké náklady na vlhčení.

Varianta B

Výhody

- možnost úpravy interního mikroklimatu dle individuálních požadavků za pomoci vnitřních chladivových jednotek;
- vnitřní chladivové jednotky mohou pracovat v režimu chlazení i vytápění;
- menší rozměry vzduchotechnického potrubí, systém nuceného větrání zabezpečuje požadovanou výměnu vzduchu dle legislativních předpisů;
- centrální VZT jednotky menších rozměrů (absence sekce chlazení a zvlhčování);
- menší náklady na provoz, především vlivem absence vlhčení.

Nevýhody

- vyšší hladina akustického tlaku v místnostech vlivem ventilátorů vnitřních jednotek;
- nutnost odvodu kondenzátu od vnitřních chladivových jednotek;
- méně rozvodů než v předchozí variantě, ale opět větší množství zařízení a složitější systém MaR;
- nemožnost úpravy vlhkosti přírodního vzduchu;
- při havárii možnost úniku chladiva a nepříznivý dopad na zdraví a životní prostředí.

16.3 Závěr

Obě varianty byly voleny na základě odlišných účelů užívání jednotlivých místností, pokrytí velké tepelné zátěže a také vzhledem k možnosti individualizace mikroklimatu každé místnosti. Varianta A splňuje veškeré požadavky a legislativní předpisy, avšak za cenu vyšších provozních nákladů, a to především vlivem zvlhčování přírodního vzduchu. Ve variantě B nemohou být dodrženy legislativní předpisy na úroveň vlhkosti v místnostech vlivem absence zvlhčování, přičemž ostatní požadavky jsou splněny a dodrženy. Provozní náklady jsou zde mnohem nižší než v předchozí variantě A.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH SOLAR GAINS IN BUILDINGS

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

17. TECHNICKÁ ZPRÁVA

17.1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je řešení interního mikroklimatu polyfunkčního domu v Blansku za pomoci vzduchotechnických a klimatizačních systémů. Systémy jsou voleny dle vhodnosti použití pro danou část objektu. Navržená zařízení budou zajišťovat potřebný stav vnitřního mikroklimatu.

17.1.1 Podklady pro zpracování

Výchozími podklady pro zpracování byly výkresy půdorysů a řezů objektu na základě stavebních a technologických podkladů předaných projekční kanceláří a požadavky investora. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení.

Legislativní předpisy

- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a změně některých souvisejících zákonů
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky zdraví při práci, se změnami: 68/2010 Sb., 93/2012 Sb. (prováděcí předpis k zákonu č. 262/2006 Sb.)
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)
- Vyhláška č. 221/2010 Sb., o požadavcích na věcné a technické vybavení zdravotnických zařízení, se změnami: 234/2011 Sb. (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.)

Technické normy

- ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty
- ČSN 73 0872 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN EN 13779 – Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační zařízení

17.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů:

Místo stavby:	Blansko
Nadmořská výška:	273 m n. m.
Normální tlak vzduchu:	98,0 kPa
Výpočtová teplota vzduchu pro léto:	27 °C
Entalpie pro léto:	51,2 kJ.kg ⁻¹ s.v.
Výpočtová teplota vzduchu pro zimu:	-15 °C

17.1.3 Výpočtové hodnoty pro interní mikroklima

Zubní ordinace a ordinace lékaře

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ °C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 24,0 \text{ °C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	70 m ³ .h ⁻¹ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \text{max. } 0,2 \text{ m.s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 35 \text{ dB}$

Kadeřnictví

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ °C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 20,0 \text{ °C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	70 m ³ .h ⁻¹ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \text{max. } 0,2 \text{ m.s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 55 \text{ dB}$

Čekárna

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ °C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 20,0 \text{ °C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu:	50 m ³ .h ⁻¹ na osobu
Rychlost proudění vzduchu:	$v = \text{max. } 0,2 \text{ m.s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku:	$L_{A,eq} = 55 \text{ dB}$

Kancelář a kabinet

Letní období:	$t_i = 24,0 \text{ °C}$ $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období:	$t_i = 20,0 \text{ °C}$

$\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu: $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu
Rychlost proudění vzduchu: $v = \max. 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku: $L_{A,eq} = 50 \text{ dB}$

Učebny

Letní období: $t_i = 24,0 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Zimní období: $t_i = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\varphi_i = 30 - 65 \%$
Dávka vzduchu na osobu: $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na osobu
Rychlost proudění vzduchu: $v = \max. 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Hladina akustického tlaku: $L_{A,eq} = 45 \text{ dB}$

Hygienické zázemí

Dávka vzduchu na zařizovací předmět:
Umyvadlo $30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na ks
Sprcha $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na ks
WC $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na ks
Pisoár $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na ks
Šatní místo $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na ks

Tabulka 62: Řešené místností, včetně teplené zátěže a průtoků vzduchu

Č.m.	Účel	Objem O [m^3]	Teplota $t_{i,l}$ [$^\circ\text{C}$]	Tepelná zátěž Q_L [W]	Dávka/ výměna vzduchu	Průtok vzduchu V [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]	Přívod V_P [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]	Odvod V_O [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]
101	Zubní ordinace I	61,85	24,0	2750	3 osoby	210	210	210
102	Zubní ordinace II	61,85	24,0	2740	3 osoby	210	210	210
103	Zubní ordinace III	61,85	24,0	2740	3 osoby	210	210	210
104	Ordinace lékaře	61,85	24,0	2778	3 osoby	210	210	210
105	Čekárna	82,00	24,0	3073	8 osob	400	780	400
106	Rentgen	14,42	-	-	$2 \times \text{h}^{-1}$	30	0	65
107	Vstup rentgen	7,91	-	-	$2 \times \text{h}^{-1}$	20	0	
108	Temná komora	6,36	-	-	$2 \times \text{h}^{-1}$	15	0	
109	WC pacienti	23,41	-	-	2 WC, 2 um.	160	0	160
110	Úklid	5,89	-	-	1 WC	50	0	50
111	WC personál	14,57	-	-	1 WC, 1 um., 1 pis.	105	0	105
112	Schodiště	56,27	-	-	$2 \times \text{h}^{-1}$	110	110	110
113	Kadeřnictví	78,90	24,0	5007	6 osob	340	340	340
114	WC zákazníci	5,74	-	-	1 WC, 1 um.	80	0	80
115	Zázemí, WC	14,88	-	-	1 WC, 2 um.	110	0	110
116	Šatna	20,93	-	-	2 šat. m.	50	240	50
1.NP	Celkem						2310	2310

201	Velká učebna	154,07	24,0	4334	25 osob	750	750	750
202	Malá učebna	77,97	24,0	2884	15 osob	450	450	450
203	Trenažér	77,97	24,0	2437	5 osob	250	250	250
204	Chodba	55,80	-	-	2 x h ⁻¹	110	110	110
205	WC ženy	10,23	-	-	1 WC, 1 um.	80	0	80
206	WC muži	11,94	-	-	1 WC, 1 um., 1 pis.	105	0	105
207	Sprcha	4,34	-	-	1 sprcha	150	0	150
208	WC personál	10,23	-	-	1 WC, 1 um.	80	0	80
209	Schodiště	93,47	-	-	2 x h ⁻¹	200	615	200
210	Kancelář vedení	38,60	24,0	2212	3 osoby	150	150	150
211	Kabinet učitelů	30,85	24,0	1234	2 osoby	100	100	100
212	Kuchyňka	30,85	-	-	3 x h ⁻¹	100	150	150
2.NP	Celkem						2575	2575

Hluk ve vnějším prostoru v chráněném prostoru staveb v denní době $L_{A,eq} = 50$ dB a v noci $L_{A,eq} = 40$ dB. Vzhledem k charakteru obsluhovaného prostoru není uvažováno s provozem zařízení v noční době.

17.2 Základní koncepční řešení

Pro první a druhé nadzemní podlaží jsou navrženy vzduchotechnické a klimatizační systémy ve dvou variantách A a B, dle požadavků investora na stav vnitřního mikroklimatu. Větrání bude zabezpečovat nucenou výměnu vzduchu v souladu s příslušnými hygienickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky, přitom implicitní hodnoty údajů ve výpočtech dále uvažovaných, jakož i předmětné výpočtové metody jsou převzaty zejména z výše uvedených obecně závazných předpisů a norem. V objektu bude nucené větrání a klimatizace rozdělena do čtyř zařízení variant A a B.

17.2.1 Varianta A – Kombinovaný klimatizační systém s fancoily

Distribuci čerstvého vzduchu do jednotlivých místností bude zajišťovat systém nuceného větrání – rovnotlaký s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT. V klimatizovaných místnostech je tento (primární) vzduch zaústěn přímo do fancoil jednotek. Fancoil jednotky jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát) jednotlivých klimatizovaných místností, slouží tedy pro konečnou úpravu vzduchu v místnosti. Pro hygienická zázemí je uvažováno s podtlakovým větráním s úhradou vzduchu z okolních místností.

Zařízení číslo 1A – VZT jednotka pro systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT pro první nadzemní podlaží.

- Zařízení číslo 2A – VZT jednotka pro systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT pro druhé nadzemní podlaží.
- Zařízení číslo 3A – fancoil jednotky pro první nadzemní podlaží – místnosti číslo 101, 102, 103, 104, 105 a 113.
- Zařízení číslo 4A – fancoil jednotky pro druhé nadzemní podlaží – místnosti číslo 201, 202, 203, 210 a 211.
- Zařízení číslo 5A – kompaktní výrobce chladicí vody pro fancoil a VZT jednotky.

17.2.2 Varianta B – Kombinovaný klimatizační systém chladivový

Distribuci čerstvého vzduchu do jednotlivých místností bude zajišťovat systém nuceného větrání – rovnotlaký s ohřevem a ZZT. Tento primární vzduch je za pomoci vzduchotechnického potrubí a vhodných koncových prvků přiváděn do místnosti a chladivové jednotky jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát). Pro hygienická zázemí je uvažováno s podtlakovým větráním s úhradou vzduchu z okolních místností.

- Zařízení číslo 1B – VZT jednotka pro systém nuceného větrání s ohřevem a ZZT pro první nadzemní podlaží.
- Zařízení číslo 2B – VZT jednotka pro systém nuceného větrání s ohřevem a ZZT pro druhé nadzemní podlaží.
- Zařízení číslo 3B – chladivové jednotky pro první nadzemní podlaží – místnosti číslo 101, 102, 103, 104, 105 a 113. Venkovní kondenzátorová jednotka.
- Zařízení číslo 4B – chladivové jednotky pro druhé nadzemní podlaží – místnosti číslo 201, 202, 203, 210 a 211. Venkovní kondenzátorová jednotka.

17.2.3 Větrání hygienického zázemí

Hygienické větrání bude navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. Přitom jako základní principy návrhu projektového řešení jsou přijaty následující podmínky:

- podtlakové větrání je navrženo v místnostech hygienického vybavení objektu;
- úhrada vzduchu bude tvořena z okolních prostorů netěsnostmi ve stavebních konstrukcích nebo přes stěnové mřížky;
- odvětrání bude vzhledem k obsluhovaným prostorům tvořit samostatné jednotlivé systémy podle stavební dispozice a druhu místností;
- výfuky znehodnoceného vzduchu budou vyvedeny nad střechu objektu;
- nejvyšší přípustná maximální hladina vnitřního hluku $L_{A,eq} = 55$ dB(A).

17.2.4 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů vzduchotechnických a klimatizačních zařízení včetně zdroje chladu – soustava 3 + NPE, 50 Hz, 400V /230V.

Tepelná energie

Varianta A

Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících centrálních vzduchotechnických jednotek a fancoil jednotek bude sloužit voda s pracovním rozsahem teplot $t_{w3}/t_{w4} = 70/50$ °C. Výrobu topné vody zajistí profese ÚT.

Chlazení vzduchu ve výměnících centrálních vzduchotechnických jednotek a fancoil jednotek je, v této fázi projektové dokumentace, zajištěno rovněž vodou s pracovním rozsahem teplot $t_{w1}/t_{w2} = 8/12$ °C. Venkovní jednotky pro výrobu chladicí vody budou umístěny na terase v třetím nadzemním podlaží.

Varianta B

Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících centrálních vzduchotechnických jednotek bude sloužit voda s pracovním rozsahem teplot $t_{w3}/t_{w4} = 70/50$ °C. Výrobu topné vody zajistí profese ÚT.

Pro chlazení (ohřev) vzduchu ve vnitřních výparníkových jednotkách je, v této fázi projektové dokumentace, uvažován systém nepřímého chlazení pomocí chladivového okruhu (chladiivo R410A) s venkovními kondenzačními jednotkami umístěnými na terase v třetím nadzemním podlaží.

17.3 Popis technického řešení

Návrh řešení větrání a klimatizace daných místností vychází ze stavebních dispozic a požadavků kladených na interní mikroklima jednotlivých místností. V zásadě jsou větrány prostory, které to vyžadují z hlediska hygienického, funkčního, či technologického. Pro rozvod vzduchu se počítá s nízkotlakým systémem.

17.3.1 VARIANTA A

Zařízení číslo 1A, 2A

Systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT

Tento systém zajišťuje distribuci čerstvého vzduchu do jednotlivých místností v obou nadzemních podlažích a odvod vzduchu znehodnoceného. V klimatizovaných místnostech je primární vzduch zaústěn přímo do fancoilů a po další úpravě (chlazení či ohřevu) vyfukován do místnosti. Ve zbylých místnostech je tento vzduch přiváděn za pomoci vhodných distribučních prvků, jsou použity talířové ventily a vířivé vyústi (dle množství přiváděného vzduchu a vhodnosti použití). Odvod znehodnoceného vzduchu je zajištěn rovněž vhodnými koncovými prvky, jako jsou talířové ventily, vířivé vyústi či stěnové mřížky (opět dle množství odváděného vzduchu a vhodnosti použití).

Pro systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT jsou navrženy centrální sestavné vzduchotechnické jednotky umístěné v podzemním podlaží v místnosti S03 – technická místnost. Tyto jednotky jsou ve vnitřním provedení a budou upevněny na rámu. Venkovní vzduch bude nasáván za pomoci sacího potrubí opatřeného protidešťovou žaluzií, do objektu budou vzduchovody vstupovat prostupem v obvodové konstrukci. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude ústít nad střešní rovinu a potrubí bude rovněž ukončeno protidešťovou žaluzií. Tlumiče hluku budou osazeny na přívodní a odvodní potrubí.

Každá z jednotek je sestavena z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ohřívače, parního zvlhčovače, chladiče a eliminátoru kapek, ventilátoru a tlumící vložky pro přívod vzduchu; z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ventilátoru a tlumící vložky pro odvod vzduchu. Jednotky budou na místo osazeny po jednotlivých částech – místní montáž.

Vzhledem k tomu, že se přívodní vzduch bude dále upravovat (chladit či ohřívat) ve fancoil jednotkách v klimatizovaných místnostech a tento vzduch bude rovněž distribuován do ostatních (neklimatizovaných) místností, je teplota přívodního vzduchu pro letní období zvolena $t_{pr,l} = 22 \text{ °C}$ a pro zimní období $t_{pr,z} = 20 \text{ °C}$ (při vlhkosti $\phi = 50\%$).

Vzduchovody pro přívod a odvod vzduchu budou ukryty v prostoru mezi podhledem a stropní konstrukcí, popřípadě v žlábků v podlaze. Potrubí bude čtyřhranného průřezu, přičemž talířové ventily a vířivé vyústi budou připojeny k hlavnímu trubnímu rozvodu ohebnými zvukově izolačními hliníkovými hadicemi. Distribuční prvky pro přívod a odvod vzduchu, které jsou kryty podhledem, budou lícovat se spodní hranou podhledu, čímž budou splněny určité estetické nároky. Na přívodní potrubní rozvod vedoucí v technické místnosti a instalačních šachtách je navržena tvrzená tepelná izolace tloušťky 40 mm – zabránění kondenzace vodní páry na potrubí v letním období.

Zařízení číslo 3A, 4A

Klimatizační systém vodní s fancoily

Vybrané místnosti v prvním a druhém nadzemním podlaží budou chlazeny (vytápěny) fancoil jednotkami. Fancoil jednotky (ventilátorové konvektory) jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát) jednotlivých klimatizovaných místností, slouží tedy pro konečnou úpravu vzduchu v místnosti. Zvolený systém je čtyřtrubkového provedení s pracovním rozsahem teplot chladicí vody $t_{w1}/t_{w2} = 8/12$ °C a topné vody $t_{w3}/t_{w4} = 70/50$ °C. Typy fancoil jednotek jsou čtyřcestné kazetové umístěné v podhledu a jednotky v parapetním provedení. Potrubí bude k jednotkám vedeno skrytě v podhledu nebo ve žlábků v podlaze s ohledem na další distribuční síť a vedení.

Zařízení číslo 5A

Kompaktní výrobek chladicí vody pro fancoil a VZT jednotky

Součástí výše uvedených systémů je výrobek studené vody, který zajišťuje distribuci chladicí vody do výměníků fancoil a centrálních vzduchotechnických jednotek. Jedná se o vzduchem chlazený výrobek chladicí vody s hydraulickým modulem pro venkovní umístění. Tento výrobek bude umístěn na terase v třetím nadzemním podlaží. Okolo výrobku budou zřízeny clony, které budou mít funkci protihlukovou a estetickou.

17.3.2 VARIANTA B

Zařízení číslo 1B, 2B

Systém nuceného větrání s ohřevem a ZZT

Tento systém zajišťuje distribuci čerstvého vzduchu do jednotlivých místností v obou nadzemních podlažích a odvod vzduchu znehodnoceného. Do jednotlivých místností je tento vzduch přiváděn za pomoci vhodných distribučních prvků, jsou použity talířové ventily a vířivé vyústi (dle množství přiváděného vzduchu a vhodnosti použití). Odvod

znehodnoceného vzduchu je zajištěn rovněž vhodnými koncovými prvky, jako jsou talířové ventily, vířivé vyústí či stěnové mřížky (opět dle množství odváděného vzduchu a vhodnosti použití).

Pro systém nuceného větrání s ohřevem a ZZT jsou navrženy centrální sestavné vzduchotechnické jednotky umístěné v podzemním podlaží v místnosti S03 – technická místnost. Tyto jednotky jsou ve vnitřním provedení a budou upevněny na rámu. Venkovní vzduch bude nasáván za pomoci sacího potrubí opatřeného protidešťovou žaluzií, do objektu budou vzduchovody vstupovat prostupem v obvodové konstrukci. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude ústít nad střešní rovinu a potrubí bude rovněž ukončeno protidešťovou žaluzií. Tlumiče hluku budou osazeny na přívodní a odvodní potrubí.

Každá z jednotek je sestavena z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ventilátoru a tlumící vložky pro přívod vzduchu; z tlumící vložky, uzavírací klapky, filtru, deskového rekuperátoru, ventilátoru a tlumící vložky pro odvod vzduchu. Jednotky budou na místo osazeny po jednotlivých částech – místní montáž.

Vzhledem k tomu, že se přívodní vzduch bude v klimatizovaných místnostech mísit se vzduchem z chladivových jednotek a tento vzduch bude rovněž distribuován do ostatních neklimatizovaných místností, je teplota primárního vzduchu pro letní období upravována pouze prvkem ZZT, tedy $t_{pr,l} = 25,6$ °C. Pro zimní období je zvolena $t_{pr,z} = 20$ °C bez úpravy vlhkosti, vzhledem k vysokým nákladům na vlhčení. Vlhčení vzduchu budou zajišťovat pouze vodní zisky M_w i přesto, že nebudou dodrženy požadavky na min. $\varphi_i = 30\%$.

Vzduchovody pro přívod a odvod vzduchu budou ukryty v prostoru mezi podhledem a stropní konstrukcí. Potrubí bude čtyřhranného průřezu, přičemž talířové ventily a vířivé vyústí budou připojeny k hlavnímu trubnímu rozvodu ohebnými zvukově izolačními hliníkovými hadicemi. Distribuční prvky pro přívod a odvod vzduchu, které jsou kryty podhledem, budou lícovat se spodní hranou podhledu, čímž budou splněny určité estetické nároky.

Zařízení číslo 3A, 4A **Klimatizační systém chladivový**

Vybrané místnosti v prvním a druhém nadzemním podlaží budou chlazeny (vytápěny) vnitřními výparníkovými jednotkami. Tyto vnitřní chladivové jednotky jsou určeny k pokrytí tepelné zátěže (ztrát) jednotlivých klimatizovaných místností, slouží tedy pro konečnou úpravu vzduchu v místnosti. Zvolený systém pochází od společnosti Toshiba – Super modular

multi system (VRF – SMMS). Typy vnitřních jednotek jsou čtyřcestné a jednocestné kazetové umístěné v podhledu. Chladivové potrubí bude k vnitřním jednotkám vedeno skrytě v podhledu s ohledem na další distribuční sítě a vedení.

Vnější jednotky jsou součástí chladivového systému pocházející od společnosti Toshiba VRF – SMMS. Navržené venkovní jednotky budou umístěny na terase v třetím nadzemním podlaží. Okolo těchto jednotek budou zřízeny clony, které budou mít funkci protihlukovou a estetickou.

17.4 Měření a regulace

Navržené systémy VZT budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR:

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení;
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřivače v zimním období – vlečná regulace (směšování);
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období (rozdělování);
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku;
- protimrazová ochrana deskového výměníku nastavováním obtokové klapky;
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů;
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody. Při poklesnutí teploty: 1) vypnutí ventilátoru, 2) uzavření klapky, 3) otevření třícestného ventilu, 4) spuštění čerpadla;
- plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení podle potřeby provozu a časového rozvrhu;
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku;
- snímání a signalizace zanesení filtrů;
- poruchová signalizace;
- snímání signalizace chodu, poruchy a zapnutí a vypnutí zdroje chladu;
- signalizace požárních klapek (Z/O) – podružná signalizace polohy na panel požárních klapek (VZT dodá ke každé klapce koncový spínač 24V).

17.5 Nároky na související profese

17.5.1 Stavební úpravy

- Otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě;
- obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení;
- dotěsnění a oplechování prostupů VZT;
- zajištění případných nátěrů VZT prvků umístěných na fasádě, či střeše objektu (architektonické ztvárnění);
- zřízení prostoru strojovny VZT v podzemním podlaží;
- zajištění povrchové úpravy podlahy pro bezprašný provoz a vyspádování podlahy k instalované vpusti;
- zřízení instalačních šachet pro vedení jednotlivých vzduchovodů;
- zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám nerozebíratelných částí podhledu;
- stavební, výpomocné práce

17.5.2 Silnoproud

- Je nutno zajistit přívod elektrické energie pro všechna vzduchotechnická a klimatizační zařízení a jejich součásti, dle požadavků výrobce;
- ovládání požárních klapek (při spuštění ventilátoru dojde k otevření klapky (servopohon na 230V, dodávka VZT));
- zajištění ochrany před elektrickým proudem.

17.5.3 Vytápění

- Připojení ohřivačů centrálních vzduchotechnických jednotek a fancoil jednotek na topnou vodu (včetně příslušných regulačních armatur).

17.5.4 Chlazení

- Připojení chladičů centrálních vzduchotechnických jednotek a fancoil jednotek na chladicí vodu (včetně příslušných regulačních armatur). Výroba chladicí vody je zajištěna vzduchem chlazeným výrobníkem s hydraulickým modulem (varianta A);
- připojení výparníků vnitřních chladičových jednotek za pomoci potrubí k venkovním jednotám, které slouží k výrobě chladu – systém Toshiba VRF – SMMS (varianta B).

17.5.5 Zdravotní technika

- Odvod kondenzátu ze vzduchotechnických jednotek (chladičů, ZZT, zvlhčovačů) a z vnitřních fancoil (popřípadě chladivových) jednotek přes zápachovou uzávěrku do kanalizace;
- umístění podlahových vpustí ve strojovně VZT (nerezová nebo kameninová vpust’).

17.6 Protihluková a protitřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí přivádějících a odvádějících vzduch do větraných místností i venkovního prostoru budou vloženy kulisové tlumiče hluku. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi. Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky bránící přenosu vibrací do těchto vzduchovodů. Pružná potrubí sloužící pro připojení distribučních prvků jsou provedena jako zvukově izolační. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací – dodávka stavby.

17.7 Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené izolace hlukové, protipožární a tepelné. Ve výkresové části PD jsou uvažované izolace zobrazeny na výkresech. Na přívodní (odvodní) potrubní rozvod vedoucí v technické místnosti a instalačních šachtách je navržena tvrzená tepelná izolace tloušťky 40 mm – zabránění kondenzace vodní páry na potrubí v letním období.

- Tvrzená tepelná izolace tl. 40 mm (součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,040 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$);
- podle potřeby jsou navrženy izolace protipožární s požadovanou odolností 60 min.

17.8 Protipožární opatření

Dělení objektu na požární úseky řeší samostatný projekt požární ochrany. Opatření proti šíření požáru VZT potrubí budou v souladu s normami. Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vřazeny protipožární klapky, zabraňující v případě požáru v některém požárním úseku jeho šíření do dalších úseků nebo na celý objekt. V případech, kdy nebude protipožární klapku možno osadit do požárně dělící konstrukce, bude potrubí mezi touto konstrukcí a protipožární klapkou opatřeno izolací s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení teplotní a ruční spouštění se signalizací na 24 V. K instalovaným klapkám bude zajištěn servisní přístup umožňující revizní kontroly.

17.9 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Veškeré montážní práce je nutno provádět v souladu s platnými technologickými předpisy, bezpečnostními předpisy a ustanoveními ČSN;
- před zahájením montáže je nezbytná koordinace všech navazujících profesí;
- prováděním prací mohou být pověřováni jen ti pracovníci, kteří jsou pro tyto činnosti zaškoleni nebo vyučeni;
- montáž všech vzduchotechnických prvků a zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená vzduchotechnická zařízení a prvky budou montována podle montážních předpisů výrobce;
- vzduchotechnická zařízení mohou obsluhovat pouze pověřeni pracovníci, kteří byli v tomto oboru zaškoleni a budou pravidelně kontrolováni;
- vzduchotechnická zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu;
- při obsluze a údržbě je třeba se řídit předpisy pro obsluhu a údržbu, které byly dodány k jednotlivým prvkům vzduchotechnického zařízení. Pro obsluhu zařízení je nutné vypracovat provozní předpis;
- po skončení montáže celého zařízení se provede funkční zkouška, při které se budou měřit výkonové parametry, a provede se správné nastavení regulace v součinnosti s profesí MaR. Vzduchotechnická zařízení budou správně fungovat za předpokladu, že budou správně a řádně dodána a namontována dle projektové dokumentace a pokynů výrobců;
- uživatelé musí být řádně seznámeni s funkcí, provozem a možností ovládání vzduchotechnických zařízení.

17.10 Závěr

Projekt byl zpracován na základě platných legislativních předpisů a technických norem. Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. Zabezpečí v daných místnostech optimální pohodu prostředí požadovanou předpisy.

17.11 Přílohy technické zprávy

- Přehled vzduchotechnických zařízení
- Funkční schéma

17.11.1 Přehled vzduchotechnických zařízení

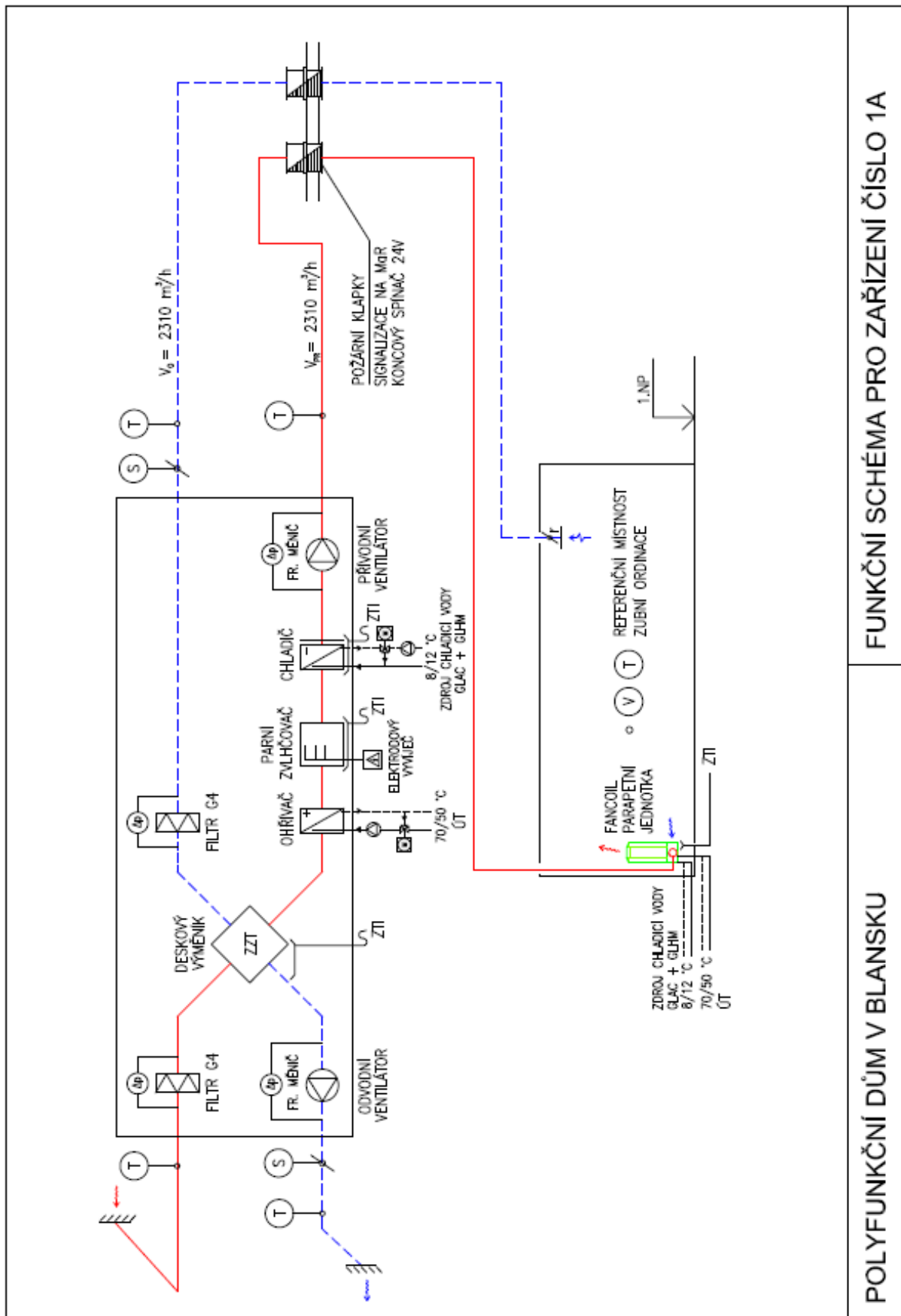
Tabulka 63: Přehled vzduchotechnických zařízení a výkonů – varianta A

Číslo zařízení Police	Ventilátor				Elektrická energie			Ohřev			Chlazení			Ovládání (poznámka)		
	Přívod/odvod/čirkul	Množství vzduchu m ³ .h ⁻¹	Extraktová ztráta Pa	Počet	Elektrický výkon kW	Elektrický proud A	Elektrický výkon kW	Elektrický výkon kW	Topný výkon kW	Průtok teplosnosného média kg.s ⁻¹	Tlaková ztráta kPa	Chladicí výkon kW	Průtok teplosnosného média kg.s ⁻¹		Tlaková ztráta kPa	Kondenzát kg.h ⁻¹
1A - Zariadenie č. 1A - Systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT pro 1.NP																
1A.01 - Centrální VZT jednotka																
	P	2 310	473	1	0,94	3,10	0,94	3NPE 400V, 50Hz							jednootáčkový motor řízený FM - MaR	
	O	2 310	626	1	0,99	3,10	0,99	3NPE 400V, 50Hz							jednootáčkový motor řízený FM - MaR	
	P		1	1					9,0	0,06	0,6				směšovací uzel - MaR	
	P		1	1								2,7	0,08	1,6	rozdělovací uzel - MaR	
	P		1	1	18,80	8,30	18,80	3NPE 400V, 50Hz							ovládání MaR	
	P/O		1	1					20,1			1,0			ovládání MaR	
2A - Zariadenie č. 2A - Systém nuceného větrání s chlazením, ohřevem, vlhčením a ZZT pro 2.NP																
2A.01 - Centrální VZT jednotka																
	P	2 575	304	1	0,94	3,10	0,94	3NPE 400V, 50Hz							jednootáčkový motor řízený FM - MaR	
	O	2 575	413	1	0,95	3,10	0,95	3NPE 400V, 50Hz							jednootáčkový motor řízený FM - MaR	
	P		1	1					10,4	0,07	0,8				směšovací uzel - MaR	
	P		1	1								3	0,09	1,9	rozdělovací uzel - MaR	
	P		1	1	18,80	8,30	18,80	3NPE 400V, 50Hz							ovládání MaR	
	P/O		1	1					22,1			1,1			ovládání MaR	
3A - Zariadenie č. 3A - Klimatizační systém vodní s fancoily pro 1.NP																
3A.01 - Fancoil GF 81 UWW1 R00C1																
	C	680	1	1	0,029	0,33	0,029	230V / 50Hz	1,2	0,014	0,7	3,1	0,185	23,0	0,6	regulace GEA MATRIX 4000
	C	680	1	1	0,029	0,33	0,029	230V / 50Hz	1,0	0,012	0,7	3,1	0,185	23,0	0,6	regulace GEA MATRIX 4000
	C	680	1	1	0,029	0,33	0,029	230V / 50Hz	0,9	0,011	0,7	3,1	0,185	23,0	0,6	regulace GEA MATRIX 4000
	C	680	1	1	0,029	0,33	0,029	230V / 50Hz	1,1	0,013	0,7	3,1	0,185	23,0	0,6	regulace GEA MATRIX 4000
	C	310	3	3	0,029	0,14	0,087	230V / 50Hz	0,9	0,011	0,5	3,3	0,196	1,9	0,9	regulace GEA MATRIX 4000
	C	770	2	2	0,056	0,43	0,112	230V / 50Hz	1,1	0,013	0,5	5,5	0,327	2,6	1,4	regulace GEA MATRIX 4000
4A - Zariadenie č. 4A - Klimatizační systém vodní s fancoily pro 2.NP																
4A.01 - Fancoil GF 71 UWW1 R00C1																
	C	575	2	2	0,037	0,33	0,074	230V / 50Hz	0,9	0,011	0,5	5,2	0,310	14,5	1,8	regulace GEA MATRIX 4000
	C	765	1	1	0,099	0,46	0,099	230V / 50Hz	0,8	0,010	0,6	3,5	0,208	4,5	1,2	regulace GEA MATRIX 4000
	C	680	1	1	0,029	0,33	0,029	230V / 50Hz	0,6	0,007	0,7	2,8	0,167	21,0	0,6	regulace GEA MATRIX 4000
	C	620	1	1	0,042	0,37	0,042	230V / 50Hz	0,9	0,011	0,5	2,4	0,143	1,9	0,6	regulace GEA MATRIX 4000
	C	330	1	1	0,030	0,14	0,030	230V / 50Hz	1,1	0,013	0,5	1,4	0,083	3,6	0,3	regulace GEA MATRIX 4000
5A - Zariadenie č. 5A - Zdroj chladicí vody pro fancoily a VZT jednotky																
5A.01 - GLAC 0152 BD1.SL + GLHM																
			1	1	14,80	32,80	14,80	3NPE 400V, 50Hz								ovládání MaR
Celkem																
										29,9		41,8			24,5	

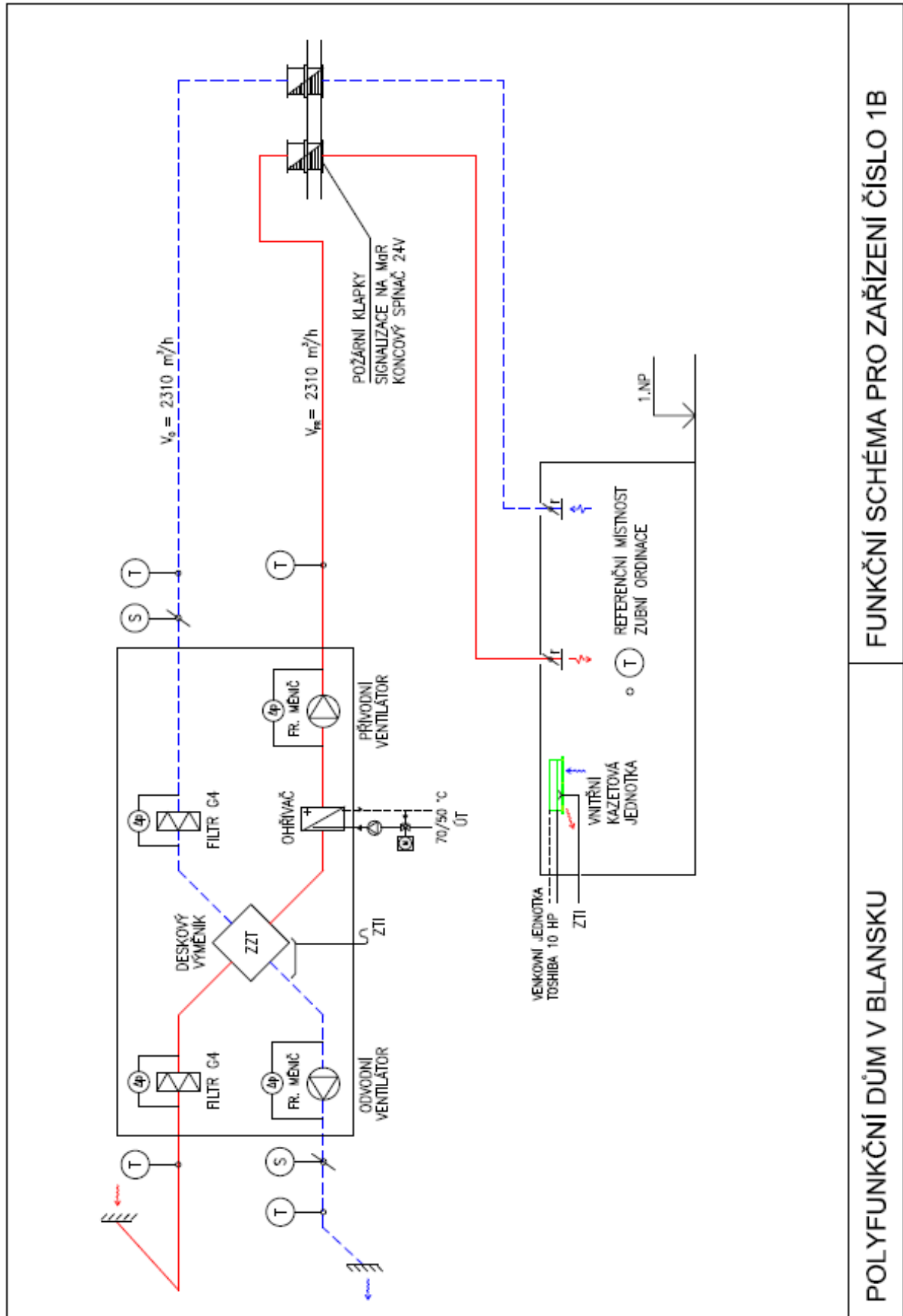
Tabulka 64: Přehled vzduchotechnických zařízení a výkonů – varianta B

Číslo zařízení	Pozice	Ventilátor			Elektrická energie			Ohřev		Chlazení			Ovládání	
		Přívod/odvod/cirkul.	Množství vzduchu	Extrakční ztráta	Elektrický příkon	Elektrický proud	Elektrický příkon	Topný výkon	Přítok teplotního média	Tlaková ztráta	Chladicí výkon	Přítok teplotního média		Tlaková ztráta
		m ³ .h ⁻¹	Pa	ks	kW	A	kW	kW	kg.s ⁻¹	kPa	kW	kg.s ⁻¹	kPa	kg.h ⁻¹
1B Zariadení č. 1B - Systém nuceného větrání s ohřevem a ZZI pro 1.NP														
1B.01	Centrální VZT jednotka													
	Prívodní ventilátor	P	2 310	563	1	0,94	3,10	0,94						jednotáčkový motor řízený FM - MaR
	Odvodní ventilátor	O	2 310	626	1	0,99	3,10	0,99						jednotáčkový motor řízený FM - MaR
	Vodní ohřevač, t _p = 20 °C	P			1				9,0	0,06			0,6	směšovací uzel - MaR
	Rotací rekuperátor	P/O			1				20,1		1,0			ovládání MaR
2B Zariadení č. 2B - Systém nuceného větrání s ohřevem a ZZI pro 2.NP														
2B.01	Centrální VZT jednotka													
	Prívodní ventilátor	P	2 575	336	1	0,90	3,10	0,90						jednotáčkový motor řízený FM - MaR
	Odvodní ventilátor	O	2 575	413	1	0,95	3,10	0,95						jednotáčkový motor řízený FM - MaR
	Vodní ohřevač, t _p = 20 °C	P			1				10,4	0,07			0,8	směšovací uzel - MaR
	Rotací rekuperátor	P/O			1				22,1		1,1			ovládání MaR
3B Zariadení č. 3B - Klimatizační systém chladivový pro 1.NP														
3B.01	Toshiba MMU-AP0152 SH	C	690		1	0,042	0,34	0,042	1,2		3,6			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
3B.02	Toshiba MMU-AP0152 SH	C	690		1	0,042	0,34	0,042	1,0		3,6			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
3B.03	Toshiba MMU-AP0152 SH	C	690		1	0,042	0,34	0,042	0,9		3,6			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
3B.04	Toshiba MMU-AP0152 SH	C	690		1	0,042	0,34	0,042	1,1		3,6			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
3B.05	Toshiba MMU-AP0091 MH	C	432		2	0,036	0,30	0,072	0,9		4,8			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
3B.06	Toshiba MMU-AP0121 MH	C	594		2	0,038	0,31	0,076	1,1		6,4			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
3B.07	Toshiba 10 HP MAP1004HT8-E				1	4,81	11,40	4,81						regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
4B Zariadení č. 4B - Klimatizační systém chladivový pro 2.NP														
4B.01	Toshiba MMU-AP0151MH	C	552		2	0,041	0,34	0,082	0,9		7,0			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
4B.02	Toshiba MMU-AP0181MH	C	762		1	0,052	0,42	0,052	0,8		4,5			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
4B.03	Toshiba MMU-AP0151MH	C	660		1	0,041	0,34	0,041	0,6		3,4			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
4B.04	Toshiba MMU-AP0121YH	C	540		1	0,024	0,53	0,024	0,9		2,8			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
4B.05	Toshiba MMU-AP0071YH	C	420		1	0,024	0,53	0,024	1,1		1,7			regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
4B.06	Toshiba 8 HP MAP0804HT8-E				1	3,73	8,50	3,73						regulace a ovládání TBC-SC642TLE2
Celkem									29,9		44,7			24,8

17.11.2 Funkční schéma



Obrázek 66: Funkční schéma – varianta A



Obrázek 66: Funkční schéma – varianta B



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

SOLAR GAINS IN BUILDINGS

SEZNAMY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

18. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

18.1 Tištěné publikace

- [1] GEBAUER, Günter; RUBINOVÁ, Olga a HORKÁ, Helena. *Vzduchotechnika*. 2. vydání. Brno: ERA, 2007, 262 s. ISBN 978-80-7366-091-8.
- [2] CIHELKA, Jaromír. *Solární tepelná technika*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství T. Malina, 1994, 208 s. ISBN 80-900759-5-9.
- [3] HIRŠ, Jiří a GEBAUER, Günter. *Vzduchotechnika v příkladech 1*. 1. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 230 s. ISBN 80-7204-486-9.

18.2 Internetové zdroje

- [4] ŠKORPÍK, Jiří. *Sluneční záření jako zdroj energie, publikováno na stránkách Transformační technologie* [online]. ISSN 1804–8293. Vydáno: 2006 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.transformacni-technologie.cz/slunecni-zareni-jako-zdroj-energie.html>>.
- [5] MICRONIX. *Solární energie* [online]. Vydáno: 2009 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.micronix.cz/solarix/zakladni-informace/solarni-panely>>.
- [6] CZECH SOLAR. *Sluneční záření* [online]. [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.czechsolar.cz/fotovoltaika/princip-fungovani/>>.
- [7] SSCRI GROUP. *Získávání sluneční energie* [online]. [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.scrigroup.com/limba/ceha-slovaca/28/ZSKVN-SLUNEN-ENERGIE53937.php>>.
- [8] MASTNÝ, Petr. *Sluneční energie* [online]. Vydáno: 2007 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.transformacni-technologie.cz/slunecni-zareni-jako-zdroj-energie.html>>.
- [9] LANDSCHEIDT, Theodor. *Sluneční aktivita: dominantní faktor v dynamice klimatu* [online]. Překlad: HLAVÁČ, Vladimír. Schroeter Institute for Research in Cycles of Solar Activity, Nova Scotia, Canada [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.fsid.cvut.cz/cz/u12110/hlavac/solar/>>.
- [10] ACRIM. *Total Solar Irradiance (TSI) Monitoring* [online]. [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://acrim.com/>>.
- [11] KOPP, G.; LAWRENCE, G. and ROTTMAN, G. *The Total Irradiance Monitor (TIM): Science Results* [online]. Vydáno: 2005 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <http://lasp.colorado.edu/sorce/instruments/tim/tim_science.htm>.

- [12] ZMRHAL, Vladimír. *Výpočet tepelné zátěže podle ČSN 730548* [online]. Vydáno: 2011 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/Podklady/01_Vypocet%20tepelne%20zateze.pdf>.
- [13] GEOCACHING. *Geocache Details* [online]. [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=14480d13-bf33-440b-9804-b40012fc00a2>.
- [14] RUBINA, Aleš. *Vzduchotechnika: Tepelně vlhkostní zátěž budov* [online]. Vydáno: 2012 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/vzt02.pdf>>.
- [15] VÝUKOVÉ STŘEDISKO FS ČVUT. *Energetická bilance solární soustavy* [online]. Vydáno: 2010 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://solab.fs.cvut.cz/Herbertov/text4.html>>.
- [16] AHLBORN [online]. [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.ahlborn.cz/>>.
- [17] RUBINOVÁ, Olga. *Technika prostředí: Slunce v tepelné bilanci budov* [online]. Vydáno: 2012 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/prednasky/tp01.pdf>>.
- [18] ŠÚRI M.; HULD T.A.; DUNLOP E.D.; OSSENBRINK H.A. *Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries*. Solar Energy, 81, 1295–1305. Vydáno: 2007 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>>.
- [19] ÚSTAV FYZIKY A MERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ, UTB. *Sluneční energie* [online]. Vydáno: 2011 [citováno 2013-01-11]. Dostupné z: <http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_13.pdf>.

18.3 Projekční podklady a doporučení

- [20] Projekční podklady společnosti Remak a.s. Dostupné z: <www.remak.eu>.
- [21] Projekční podklady spol. GEA Heat Exchangers a.s. Dostupné z: <www.gealvz.eu>.
- [22] Projekční podklady spol. Toshiba. Dostupné z: <<http://www.toshiba-aircon.co.uk>>.
- [23] Projekční podklady společnosti Mandík a.s. Dostupné z: <<http://www.mandik.cz>>.

18.4 Software

- [24] Microsoft Office, Excel, Word [počítačový program]. Ver. 2010. [citováno 2013-01-11].
- [25] Autodesk, AutoCAD [počítačový program]. Ver. 2011. [citováno 2013-01-11].
- [26] REMAK, AeroCAD [počítačový program]. Ver. 4.9.62. [citováno 2013-01-11].
- [27] C.I.C. Jan Hřebec s.r.o., HX diagram [počítačový program]. Ver. 2008 [cit. 2013-01-11].

18.5 Technické normy

- [28] ČSN 12 7010 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- [29] ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov
- [30] ČSN 73 0548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

18.6 Legislativní předpisy

- [31] Zákon č. 258/2000Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In *Sbírka zákonů*. Česká republika: Ministerstvo vnitra, 74. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3462>>.
- [32] Zákon č. 183/2006Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In *Sbírka zákonů*. Česká republika: Ministerstvo vnitra, 63. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4909>>.
- [33] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky zdraví při práci. In *Sbírka zákonů*. Česká republika: Ministerstvo vnitra, 111. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5202>>.
- [34] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In *Sbírka zákonů*. Česká republika: Ministerstvo vnitra, 97. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=6014>>.
- [35] Vyhláška 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb. In *Sbírka zákonů*. Česká republika: Ministerstvo vnitra, 4. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4088>>.
- [36] Vyhláška č. 221/2010 Sb., o požadavcích na věcné a technické vybavení zdravotnických zařízení. In *Sbírka zákonů*. Česká republika: Ministerstvo vnitra, 75. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5987>>.

19. SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A INDEXŮ

Značka	Veličina a základní jednotka
<i>a</i>	sluneční azimut [$^{\circ}$]
<i>A</i>	plocha [m^2]
<i>A</i>	amplituda kolísání teplot [K]
<i>c</i>	měrná tepelná kapacita [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]
<i>c</i>	konstanta
<i>d</i>	průměr, tloušťka [m]
<i>D</i>	den v měsíci
<i>h</i>	měrná entalpie [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$]
<i>h</i>	výška [m]
<i>h</i>	výška Slunce nad horizontem [$^{\circ}$]
<i>H</i>	nadmořská výška [m n. m.]
<i>i</i>	spektrální intenzita vyzařování [$\text{W} \cdot \text{m}^{-3}$]
<i>I</i>	intenzita sluneční radiace [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$]
<i>k</i>	součinitel prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]
<i>l</i>	délka [m]
<i>L</i>	hladina akustického tlaku [dB], hladina akustického výkonu [dB]
<i>M</i>	měsíc
<i>m</i>	hmotnost [kg]
<i>m</i>	hmotnostní průtok [$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$]
<i>m</i>	součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou [-]
<i>n</i>	intenzita výměny vzduchu [h^{-1}]
<i>O</i>	objem [m^3]
<i>p</i>	tlak [Pa]
<i>P</i>	příkon [W]
<i>P</i>	akustický tlak [dB], akustický výkon [dB]
<i>q</i>	měrný tepelný tok [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$]
<i>Q</i>	tepelný tok [W]
<i>R</i>	tepelný odpor [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]
<i>s</i>	stínící součinitel [-]
<i>S</i>	plocha [m^2]
<i>t</i>	teplota [$^{\circ}\text{C}$]
<i>T</i>	termodynamická teplota [K]
<i>T</i>	poměrná propustnost [-]
<i>U</i>	součinitel prostupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]
<i>v</i>	měrný objem [$\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$]
<i>V</i>	objemový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
<i>w</i>	rychlost proudění [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
<i>x</i>	měrná vlhkost vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$]
<i>Z</i>	součinitel znečištění atmosféry [-]
<i>α</i>	součinitel přestupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]
<i>α</i>	úhel stěny s vodorovnou rovinou [$^{\circ}$]

γ	azimutový úhel normály stěny [°]
Δ	konečný rozdíl dvou hodnot
δ	sluneční deklinace [°]
δ	směrové měřítko [J.kg ⁻¹]
ε	součinitel poměrné tepelné pohltivosti pro sluneční radiaci [-]
θ	úhel mezi normálou osluněné plochy a směrem paprsků [°]
ξ	součinitel vřazeného odporu [-]
ρ	hustota [kg.m ⁻³]
τ	hodinový úhel [°]
τ	čas [s]
φ	relativní vlhkost vzduchu [%]
φ	zeměpisná šířka [°]
ψ	časové zpoždění [h]

Index	Označuje
A	plocha, průřez
a	vzduch
c	celková hodnota, konvekce, cirkulace
d	průměr, difúzní
e	venkovní, vnější
ef	efektivní
h	vodorovný
i	vnitřní
k	konvekce
L	letní
m	střední hodnota, mokrý teploměr
n	exponent, směr normály
o	okno, odvod, obloha
p	výkon, přívod, povrch, přímý
r	radiace, rosný bod
s	stěna
τ	čas
w	voda, vlhkost
x, y, z	směr os X, Y, Z
Z	zimní
0	veličina při teplotě 0 °C
0	solární konstanta
1, 2	veličiny v místech 1 a 2

20. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha číslo 1 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

- P 1.1 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí A1, A2, A3, A4
- P 1.2 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí B1, B2, B3, B4
- P 1.3 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí S1, S2
- P 1.4 – Tepelně technické vlastnosti ostatních konstrukcí

Příloha číslo 2 – Tepelné ztráty

- P 2.1 až P 2.11 – Tepelné ztráty místností číslo 101, 102, 103, 104, 105, 113, 201, 202, 203, 210, 211

Příloha číslo 3 – Výkresová dokumentace

- Výkres číslo 1 – Studie varianty A – Půdorys 1.S
- Výkres číslo 2 – Studie varianty A – Půdorys 1.NP
- Výkres číslo 3 – Studie varianty A – Půdorys 2.NP
- Výkres číslo 4 – Studie varianty A – Půdorys 3.NP
- Výkres číslo 5 – Studie varianty A – Řez A–A', B–B'
- Výkres číslo 6 – Studie varianty B – Půdorys 1.S
- Výkres číslo 7 – Studie varianty B – Půdorys 1.NP
- Výkres číslo 8 – Studie varianty B – Půdorys 2.NP
- Výkres číslo 9 – Studie varianty B – Půdorys 3.NP
- Výkres číslo 10 – Studie varianty B – Řez A–A', B–B'



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

SOLAR GAINS IN BUILDINGS

PŘÍLOHA ČÍSLO 1 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

Tepelně technické vlastnosti konstrukcí A1, A2, A3, A4

konstrukce	č.v.	materiál	d [mm]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^9$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
A1	1	KOBEREC	0,005	230	0,059	1510	0,00013	0,08475	0,17	0,04	U _N =0,60
	2	BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTĚREM	0,065	2200	1,300	1020	0,00500				
	3	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)		1470	0,350	1470	0,0000013				
	4	TEP. IZOLACE Z EXPANDOVANÉHO POLYSTYRENU	0,080	30	0,034	2060	0,00019	2,35294			
	5	HYDROIZOLACE Z MODIF. ASFALTOVÝCH PASŮ		1400	0,210	1470	0,000022				
	6	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR 300 g/m ²		1400	0,210	1470	0,000022				
	7	PODKL. BET. MAZANINA + VYZTUŽENÍ KARI SÍTI	0,150	2400	1,580	1020	0,007	0,09494			
	8	HUTNĚNÝ ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP	0,200	1800	1,400		0,14286				
						$\Sigma R = 2,725$		R _T = 2,935		U = 0,34	

konstrukce	č.v.	materiál	d [mm]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^9$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
A2	1	KERAMICKÁ DLAŽBA	0,008	1850	0,97	840	0,013	0,00825	0,17	0,04	U _N =0,60
	2	SPOJOVACÍ TMEL	0,002	1500	0,22	1300	0,00014	0,00909			
	3	BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTĚREM	0,060	2200	1,300	1020	0,04615				
	4	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)		1470	0,350	1470	0,0000013				
	5	TEP. IZOLACE Z EXPANDOVANÉHO POLYSTYRENU	0,080	30	0,034	2060	0,00019	2,35294			
	6	HYDROIZOLACE Z MODIF. ASFALTOVÝCH PASŮ		1400	0,210	1470	0,000022				
	7	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR 300 g/m ²		1400	0,210	1470	0,000022				
	8	PODKL. BET. MAZANINA + VYZTUŽENÍ KARI SÍTI	0,150	2400	1,580	1020	0,007	0,09494			
	9	HUTNĚNÝ ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP	0,200	1800	1,400		0,14286				
						$\Sigma R = 2,654$		R _T = 2,864		U = 0,35	

konstrukce	č.v.	materiál	d [mm]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^9$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
A3	1	PVC VRSTVA (LINOLEUM)	0,007	1200	0,19	1880	0,0001	0,03684	0,17	0,04	U _N =0,60
	2	LEPIDLO	0,002	1500	0,22	1300	0,00014	0,00909			
	3	RENOSTAN	0,001	1400	0,210	1470	0,000022	0,00476			
	4	BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTĚREM	0,060	2200	1,300	1020	0,04615				
	5	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)		1470	0,350	1470	0,0000013				
	6	TEP. IZOLACE Z EXPANDOVANÉHO POLYSTYRENU	0,080	30	0,034	2060	0,00019	2,35294			
	7	HYDROIZOLACE Z MODIF. ASFALTOVÝCH PASŮ		1400	0,210	1470	0,000022				
	8	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR 300 g/m ²		1400	0,210	1470	0,000022				
	9	PODKL. BET. MAZANINA + VYZTUŽENÍ KARI SÍTI	0,150	2400	1,580	1020	0,007	0,09494			
	10	HUTNĚNÝ ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP	0,200	1800	1,400		0,14286				
						$\Sigma R = 2,688$		R _T = 2,898		U = 0,35	

konstrukce	č.v.	materiál	d [mm]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^9$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R _{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R _{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
A4	1	OCELI HLÁZENÝ DRÁTKOBETON	0,070	2300	1,580	1020	0,008	0,04430	0,17	0,04	U _N =0,60
	2	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)		1470	0,350	1470	0,0000013				
	3	TEP. IZOLACE Z EXPANDOVANÉHO POLYSTYRENU	0,080	30	0,034	2060	0,00019	2,35294			
	4	HYDROIZOLACE Z MODIF. ASFALTOVÝCH PASŮ		1400	0,210	1470	0,000022				
	5	ASFALTOVÝ PENETRAČNÍ NÁTĚR 300 g/m ²		1400	0,210	1470	0,000022				
	6	PODKL. BET. MAZANINA + VYZTUŽENÍ KARI SÍTI	0,150	2400	1,580	1020	0,007	0,09494			
	7	HUTNĚNÝ ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP	0,200	1800	1,400		0,14286				
						$\Sigma R = 2,635$		R _T = 2,845		U = 0,35	

Tepelně technické vlastnosti konstrukcí B1, B2, B3, B4

konstrukce	č. v.	materiál	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^6$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R_{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R_{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
B1	1	KOBEREC	0,005	230	0,059	1510	0,00013	0,08475	0,17	0,17	$U_N = 2,20$
	2	BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTÉREM	0,075	2200	1,300	1020	0,009	0,05769			
	3	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)	1470	0,350	1470	0,0000013					
	4	KROČEJOVÁ IZOLACE STEPROCK ND	0,070	350	0,037	840	0,02	1,89189			
	5	STROPNÍ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE	0,250	2400	1,580	1020	0,007	0,15823			
							$\Sigma R = 2,193$	$R_T = 2,533$			$U = 0,40$

konstrukce	č. v.	materiál	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^6$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R_{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R_{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
B2	1	KERAMICKÁ DLAŽBA	0,008	1850	0,97	840	0,013	0,00825	0,17	0,17	$U_N = 2,20$
	2	SPOJOVACÍ TMEL	0,002	1500	0,22	1300	0,00014	0,00909			
	3	BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTÉREM	0,070	2200	1,300	1020	0,009	0,05385			
	4	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)	1470	0,350	1470	0,0000013					
	5	KROČEJOVÁ IZOLACE STEPROCK ND	0,070	350	0,037	840	0,02	1,89189			
	6	STROPNÍ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE	0,250	2400	1,580	1020	0,007	0,15823			
							$\Sigma R = 2,121$	$R_T = 2,461$			$U = 0,41$

konstrukce	č. v.	materiál	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^6$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R_{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R_{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
B3	1	PVC VRSTVA (LINOLEUM)	0,007	1200	0,19	1880	0,0001	0,03684	0,17	0,17	$U_N = 2,20$
	2	LEPIDLO	0,002	1500	0,22	1300	0,00014	0,00909			
	3	RENOSTAN	0,001	1400	0,210	1470	0,000022	0,00476			
	4	BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTÉREM	0,070	2200	1,300	1020	0,009	0,05385			
	5	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)	1470	0,350	1470	0,0000013					
	6	KROČEJOVÁ IZOLACE STEPROCK ND	0,070	350	0,037	840	0,02	1,89189			
	7	STROPNÍ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE	0,250	2400	1,580	1020	0,007	0,15823			
							$\Sigma R = 2,155$	$R_T = 2,495$			$U = 0,40$

konstrukce	č. v.	materiál	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^6$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R_{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R_{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]
B4	1	VLYSY (DEKOR BRÍZA)	0,015	600	0,22	2510	0,0012	0,06818	0,17	0,17	$U_N = 2,20$
	2	MIRELON	0,005	200	0,064	880	0,054	0,07813			
	3	BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTÉREM	0,060	2200	1,300	1020	0,009	0,04615			
	4	SEPARAČNÍ PE fólie (0,2 mm)	1470	0,350	1470	0,0000013					
	5	KROČEJOVÁ IZOLACE STEPROCK ND	0,070	350	0,037	840	0,02	1,89189			
	6	STROPNÍ ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE	0,250	2400	1,580	1020	0,007	0,15823			
							$\Sigma R = 2,243$	$R_T = 2,583$			$U = 0,39$

Tepelně technické vlastnosti konstrukcí S1, S2

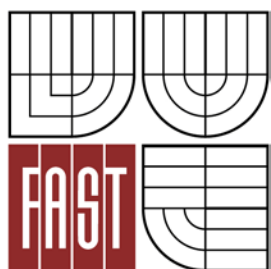
konstrukce	č.v.	materiál	d [m]	ρ [kg.m ⁻³]	λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c [J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	$\delta \cdot 10^9$ [s]	R [m ² .K.W ⁻¹]	R_{si} [m ² .K.W ⁻¹]	R_{se} [m ² .K.W ⁻¹]	U [W.m ² .K ⁻¹]		
S1	1	STŘEŠNÍ HYDROIZOL. FOLIE (např. ALKORPLAN)		1470	0,350	1470	0,0000013						
	2	SPÁDOVÉ DESKY Z DESEK Z MIN. VLÁKEN	0,050	350	0,037	840	0,02	1,35135					
	3	TEPELNÁ IZOL. Z DESEK Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN	0,150	350	0,037	840	0,02	4,05405					
	4	PAROZÁBRANA A POJISTNÁ HYDROIZOL. VRSTVA Z ASFALT. PÁSU (GLASTEK 40 SPECIÁL MINERAL)		1400	0,210	1470	0,0000022			0,10	0,04	$U_N = 0,24$	
	5	NOSNÁ KONSTRUKCE - ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	0,250	2400	1,580	1020	0,007	0,15823					
							$\Sigma R =$	5,564		$R_T =$	5,704	$U =$	0,17
S2		KERAMICKÁ DLAŽBA VENKOVNÍ	0,017	1850	0,97	840	0,013	0,01753					
		SPOJOVACÍ TMEL	0,003	1500	0,22	1300	0,00014	0,01364					
		BETONOVÁ MAZANINA B20 S CEM. POTĚREM	0,060	2200	1,300	1020	0,009	0,04615					
	1	HYDROIZOLAČNÍ FOLIE (např. ALKORPLAN)		1470	0,350	1470	0,0000013						
	3	TEPELNÁ IZOL. Z DESEK Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN	0,170	350	0,037	840	0,02	4,59459		0,10	0,04	$U_N = 0,24$	
4	PAROZÁBRANA A POJISTNÁ HYDROIZOL. VRSTVA Z ASFALT. PÁSU (GLASTEK 40 SPECIÁL MINERAL)		1400	0,210	1470	0,0000022							
5	NOSNÁ KONSTRUKCE - ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	0,250	2400	1,580	1020	0,007	0,15823						
							$\Sigma R =$	4,830		$R_T =$	4,970	$U =$	0,20

Tepelně technické vlastnosti ostatních konstrukcí

č. k.	konstrukce	materiál (typ)	rozměry [mm]	U [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]	U_N [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]
S01	Vnější nosné zdivo	POROTHERM 40 P+D, P10 NA MALTU MVC 5 FASADNÍ EXPANDOVANÝ POLYSTYREN EPS tl. 50 mm	tloušť ka 450mm	0,22	$U_N = 0,30$
SV1	Vnitřní nosné zdivo	POROTHERM 24 P+D, P10 NA MALTU M10	tloušť ka 250mm	1,10	$U_N = 2,70$
P1	Příčka	POROTHERM 11,5 P+D, NA MALTU M10	tloušť ka 125mm	1,55	$U_N = 2,70$
P2	Příčka	Sádrokartonová příčka	tloušť ka 100mm	0,70	$U_N = 2,70$
O1	Okna	Sestava oken z pětkomorových plastových profilů s hliníkovým opláštěním, s přerušeným tep. mostem, s dvojitým těsněním na rámu, křídla výklopná, vyztužení ocelovými pozinkovanými vložkami, kování bezpečnostní, křídla - svislé madlo. Vnitřní nebo vnější žaluzie Zasklení: Izolační dvojsklo ($U_g = 1,1W/m^2K$), čiré bezpečnostní	Dle výpisu oken	$U_g = 1,10$ $U_f = 1,08$ $U_w = 1,10$	$U_N = 1,70$
DV1	Vnější dveře	Venkovní dveřní hliníková stěna, prosklená Dveře jednokřídlé Materiál: Eloxovaný hliník, zasklení: Izolační dvojsklo, čiré, tažené 1,1W/m ² K	Dle výpisu dveří	$U_g = 1,10$ $U_f = 1,08$ $U_w = 1,10$	$U_N = 1,70$
D1	Vnitřní dveře	Vnitřní dveře jednokřídlé Materiál: lamíno, plně	Dle výpisu dveří	1,80	$U_N = 2,40$



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH SOLAR GAINS IN BUILDINGS

PŘÍLOHA ČÍSLO 2 – Tepelné ztráty

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

P 2.1 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 101

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
O1	Okno	7,43	1,10	0,05	1,15	1	8,54	
SO1	Vnější nosné zdivo	18,1	0,22	0,05	0,27	1	4,88	
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	13,43

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
P1	Příčka	14,8	1,55	0,10	2,30			
D1	Vnitřní dveře	1,82	1,80	0,10	0,33			
B3	Stropní konstrukce s podlahou	19,95	0,40	0,10	0,80			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	3,42

$$f_{ij} = (24-20)/(24-(-15)) = 0,10$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
A3	Podl. na terénu	20	0,35	6,98	1,45	0,49	1	0,7105
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				6,98				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	4,96

$$f_{g2} = (24-5)/(24-(-15)) = 0,49 \quad ; \quad f_{g1} \dots \text{národní hodnota}$$

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				21,81
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
24	-15	39	21,81	851

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
61,85	-15	24	-	210
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
1	1,5	0,02	1	3,71
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
3,71	1,2	39	49	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
101	851	49	0	899

P 2.2 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 102

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O1	Okno	7,43	1,10	0,05	1,15	1	8,54
SO1	Vnější nosné zdivo	3,83	0,22	0,05	0,27	1	1,03
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
						9,58	

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce						
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
P1	Příčka	14,8	1,55	0,10	2,30	
D1	Vnitřní dveře	1,82	1,80	0,10	0,33	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	19,95	0,40	0,10	0,80	
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
					3,42	

$$f_{ij} = (24-20)/(24-(-15)) = 0,10$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
A3	Podl. na terénu	20	0,35	6,98	1,45	0,49	1	0,7105
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				6,98				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			
					4,96			

$$f_{g2} = (24-5)/(24-(-15)) = 0,49$$

; f_{g1} ...národní hodnota

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				17,96
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
24	-15	39	17,96	701

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
61,85	-15	24	-	210
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
1	1,5	0,02	1	3,71
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
3,71	1,2	39	49	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupu $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
102	701	49	0	749

P 2.3 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 103

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
O1	Okno	7,43	1,10	0,05	1,15	1	8,54	
SO1	Vnější nosné zdivo	3,83	0,22	0,05	0,27	1	1,03	
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	9,58

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
P1	Příčka	14,3	1,55	0,10	2,22			
D1	Vnitřní dveře	1,82	1,80	0,10	0,33			
B3	Stropní konstrukce s podlahou	19,95	0,40	0,10	0,80			
B3	Stropní konstrukce s podlahou	19,95	0,40	0,23	1,84			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	5,18

$$f_{ij,20} = (24-20)/(24-(-15)) = 0,10$$

$$f_{ij,15} = (24-15)/(24-(-15)) = 0,23$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	0,00

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				14,76
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
24	-15	39	14,76	576

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
61,85	-15	24	-	210
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
1	1,5	0,02	1	3,71
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
3,71	1,2	39	49	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupu $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
103	576	49	0	624

P 2.4 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 104

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
O1	Okno	7,43	1,10	0,05	1,15	1	8,54	
SO1	Vnější nosné zdivo	3,83	0,22	0,05	0,27	1	1,03	
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]								9,58

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce							
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
P1	Příčka	14,8	1,55	0,10	2,30		
D1	Vnitřní dveře	1,82	1,80	0,10	0,33		
SV1	Vnitřní nosné zdivo	14,3	1,10	0,23	3,61		
B3	Stropní konstrukce s podlahou	11,1	0,40	0,1	0,44		
B3	Stropní konstrukce s podlahou	8,90	0,40	0,23	0,82		
B3	Stropní konstrukce s podlahou	19,95	0,40	0,23	1,84		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]							9,33

$$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$$

$$f_{ij,20} = (24-20)/(24-(-15)) = 0,10$$

$$f_{ij,15} = (24-15)/(24-(-15)) = 0,23$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]								0,00

$$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$$

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				18,91
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
24	-15	39	18,91	737

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
61,85	-15	24	-	210
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
1	1,5	0,02	1	3,71
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
3,71	1,2	39	49	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
104	737	49	0	786

P 2.5 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 105

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
O1	Okno	7,92	1,10	0,05	1,15	1	9,11	
SO1	Vnější nosné zdivo	35,9	0,22	0,05	0,27	1	9,69	
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$		18,80

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce						
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
P1	Příčka	5,33	1,55	-0,11	-0,91	
D1	Vnitřní dveře	7,28	1,80	-0,11	-1,44	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	16,95	0,40	0,14	0,95	
B4	Stropní konstrukce s podlahou	18,00	0,40	0,14	1,01	
P1	Příčka	1,27	1,55	0,14	0,28	
D1	Vnitřní dveře	2,63	1,80	0,14	0,66	
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	0,55

$$f_{ij,24} = (20-24)/(20-(-15)) = -0,11$$

$$f_{ij,15} = (20-15)/(20-(-15)) = 0,14$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
A2	Podl. na terénu	20,1	0,35	7,02	1,45	0,43	1	0,6235
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				7,02				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			4,38

$$f_{g2} = (20-5)/(20-(-15)) = 0,43 \quad ; \quad f_{g1} \dots \text{národní hodnota}$$

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				23,72
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
20	-15	35	23,72	830

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
82,00	-15	20	-	400
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltračí $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
3	1,5	0,02	1	4,92
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
4,92	1,7	35	58	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
105	830	58	0	888

P 2.6 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 113

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
O1	Okno	16,00	1,10	0,05	1,15	1	18,40	
SO1	Vnější nosné zdivo	16,40	0,22	0,05	0,27	1	4,43	
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$		22,83

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce							
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
P1	Příčka	12,1	1,55	0,14	2,61		
D1	Vnitřní dveře	3,03	1,80	0,14	0,76		
B2	Stropní konstrukce s podlahou	3,50	0,40	0,14	0,20		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		3,57

$$f_{ij} = (20-15)/(20-(-15)) = 0,14$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	
A2	Podl. na terénu	19,47	0,35	6,81	1,45	0,43	1	0,6235	
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				6,81					
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$				4,25

$$f_{g2} = (20-5)/(20-(-15)) = 0,43 \quad ; \quad f_{g1} \dots \text{národní hodnota}$$

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,jg}$				30,65
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
20	-15	35	30,65	1 073

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
78,89	-15	20	-	340
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltračí $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
2	1,5	0,02	1	4,73
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
4,73	1,6	35	56	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
113	1 073	56	0	1 129

P 2.7 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 201

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O1	Okno	9,90	1,10	0,05	1,15	1	11,39
SO1	Vnější nosné zdivo	52,4	0,22	0,05	0,27	1	14,15
S2	Stropní konstrukce venk.	9,34	0,2	0,05	0,25	1	2,34
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
						27,87	

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce						
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
SV1	Vnitřní nosné zdivo	3,72	1,10	0,14	0,57	
D1	Vnitřní dveře	1,87	1,80	0,14	0,47	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	39,10	0,40	-0,11	-1,72	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	10,60	0,40	0,14	0,59	
B2	Stropní konstrukce s podlahou	16,53	1,55	0,14	3,59	
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
					3,50	

$$f_{ij,24} = (20-24)/(20-(-15)) = -0,11$$

$$f_{ij,15} = (20-15)/(20-(-15)) = 0,14$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			0,00

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				31,38
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
20	-15	35	31,38	1 098

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
154,07	-15	20	-	750
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
2	1,5	0,02	1	9,24
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
9,24	3,1	35	109	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
201	1 098	109	0	1 207

P 2.8 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 202

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O1	Okno	4,95	1,10	0,05	1,15	1	5,69
SO1	Vnější nosné zdivo	6,68	0,22	0,05	0,27	1	1,80
S2	Stropní konstrukce venk.	3,02	0,2	0,05	0,25	1	0,76
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
						8,25	

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce						
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
P1	Příčka	9,76	1,55	0,14	2,12	
D1	Vnitřní dveře	1,87	1,80	0,14	0,47	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	17,82	0,40	-0,11	-0,78	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	7,33	0,40	0,14	0,41	
B2	Stropní konstrukce s podlahou	6,95	1,55	0,14	1,51	
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
					3,72	

$$f_{ij,24} = (20-24)/(20-(-15)) = -0,11$$

$$f_{ij,15} = (20-15)/(20-(-15)) = 0,14$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			0,00

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				11,97
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
20	-15	35	11,97	419

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
77,97	-15	20	-	450
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
1	1,5	0,02	1	4,68
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
4,68	1,6	35	55	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
202	419	55	0	474

P 2.9 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 203

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O1	Okno	4,95	1,10	0,05	1,15	1	5,69
SO1	Vnější nosné zdivo	6,68	0,22	0,05	0,27	1	1,80
S2	Stropní konstrukce venk.	3,02	0,2	0,05	0,25	1	0,76
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]						$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
						8,25	

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce						
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
P1	Příčka	9,76	1,55	0,14	2,12	
D1	Vnitřní dveře	1,87	1,80	0,14	0,47	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	22,47	0,40	-0,11	-0,99	
B3	Stropní konstrukce s podlahou	2,68	0,40	0,14	0,15	
B2	Stropní konstrukce s podlahou	6,95	1,55	0,14	1,51	
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	
					3,26	

$$f_{ij,24} = (20-24)/(20-(-15)) = -0,11$$

$$f_{ij,15} = (20-15)/(20-(-15)) = 0,14$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			0,00

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				11,51
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
20	-15	35	11,51	403

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
77,97	-15	20	-	250
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
1	1,5	0,02	1	4,68
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
4,68	1,6	35	55	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
203	403	55	0	458

P 2.10 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 210

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
O1	Okno	8,85	1,10	0,05	1,15	1	10,18	
SO1	Vnější nosné zdivo	13,6	0,22	0,05	0,27	1	3,68	
S2	Stropní konstrukce venk.	12,5	0,20	0,05	0,25	1	3,11	
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	16,97

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
D1	Vnitřní dveře	5,58	1,80	0,14	1,41			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	1,41

$$f_{ij,15} = (20-15)/(20-(-15)) = 0,14$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			0,00

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				18,38
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
20	-15	35	18,38	643

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
38,60	-15	20	-	150
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltračí $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
2	1,5	0,02	1	2,32
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
2,32	0,8	35	27	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupu $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
210	643	27	0	670

P 2.11 Tepelné ztráty prostupem tepla a větráním pro místnost číslo 211

TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM

Tepelné ztráty do venkovního prostředí

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
O1	Okno	3,90	1,10	0,05	1,15	1	4,49	
SO1	Vnější nosné zdivo	4,16	0,22	0,05	0,27	1	1,12	
S2	Stropní konstrukce venk.	9,95	0,20	0,05	0,25	1	2,49	
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	8,10

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

Stavební konstrukce								
Číslo konstrukce	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
SV1	Vnitřní nosné zdivo	6,19	1,10	0,14	0,95			
D1	Vnitřní dveře	1,87	1,80	0,14	0,47			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou [$W \cdot K^{-1}$]							$H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	1,42

$$f_{ij,15} = (20-15)/(20-(-15)) = 0,14$$

Tepelné ztráty zeminou

Číslo konstrukce	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
								0
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou [$W \cdot K^{-1}$]					$H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			0,00

Celk. měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$				9,52
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ [W]
20	-15	35	9,52	333

TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - NUCENÉ VĚTRÁNÍ

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočt. venk. teplota θ_e [°C]	Výpočtová vnitř. teplota θ_i [°C]	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
30,85	-15	20	-	100
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Vzduch infiltračí $V_{inf,i}$ [m ³ .h ⁻¹]
1	1,5	0,02	1	1,85
Výpočet tepelné ztráty větráním				
$\max z V_{min,i}, V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tep. ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
1,85	0,6	35	22	

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon$$

VÝPOČET NÁVRHOVÉHO TEPELNÉHO VÝKONU

Místnost číslo	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupu $\Phi_{T,i}$ [W]	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ [W]	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ [W]
211	333	22	0	355



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH SOLAR GAINS IN BUILDINGS

PŘÍLOHA ČÍSLO 3 – Výkresová dokumentace

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ TENORA

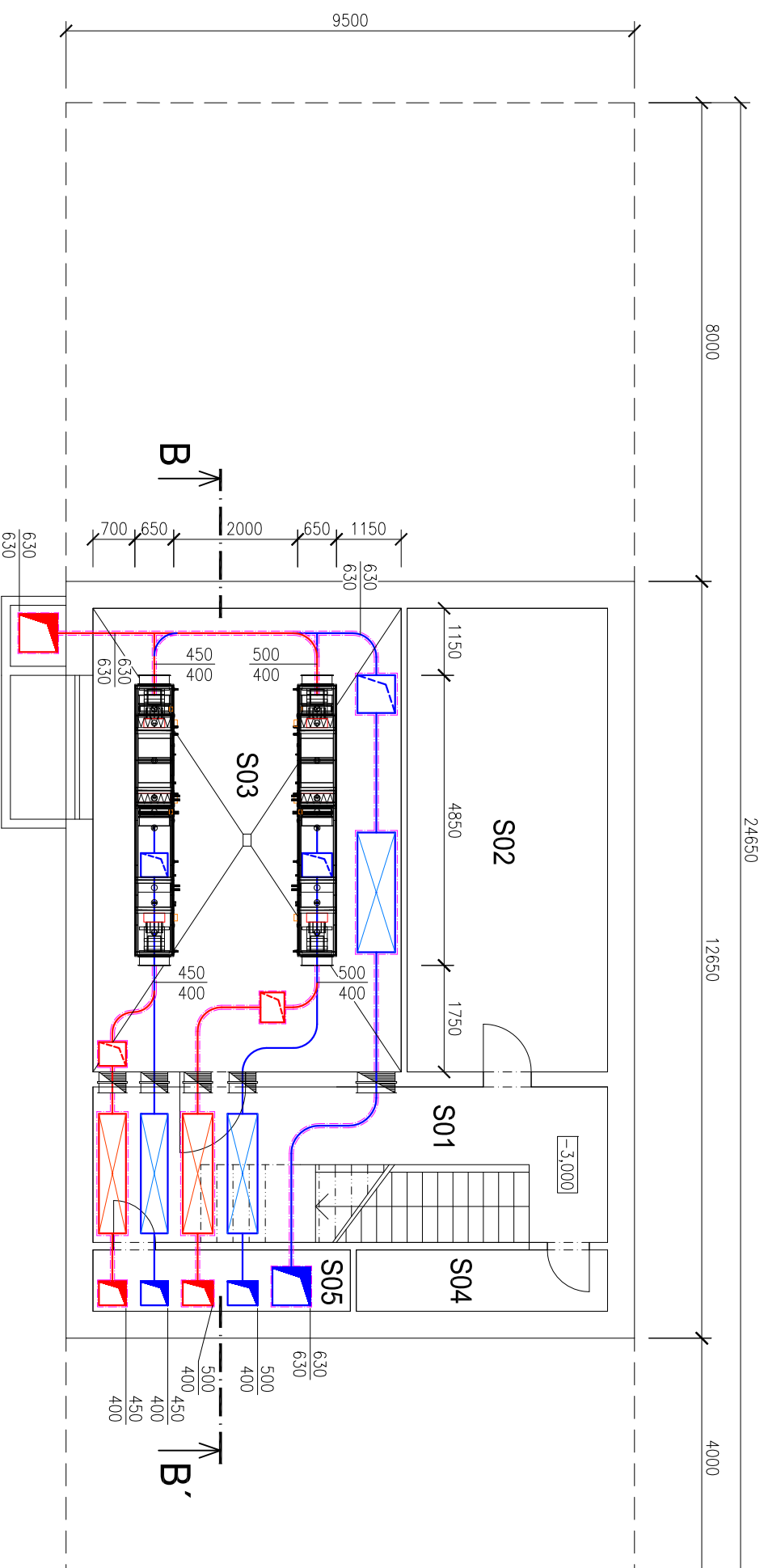
VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2013

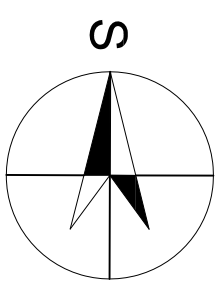
STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 1.S

Měřítko 1:100



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	TYRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLOUŠŤKY 40mm
	POŽÁRNÍ KLAPKA PTKM-90
	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU GREIF GKK (PRO PŘÍVODNÍ ČI ODVODNÍ POTRUBÍ)
	SESTAVNÁ VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VE VNITŘNÍM PŘÍVODNÍM UMÍSTĚNÁ NA RÁMU AERO MASTER XP04



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
S01	SCHODIŠTĚ	22,34	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
S02	SKLAD	25,96	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
S03	TECHNICKÁ MÍSTNOST	39,91	2,600	HLAZENÝ BETON
S04	KOMORA	4,35	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
S05	ROZVODNA	4,35	2,600	HLAZENÝ BETON

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVOÁCH

Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 1.S



VUT V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH
ZAŘÍZENÍ BUDOV

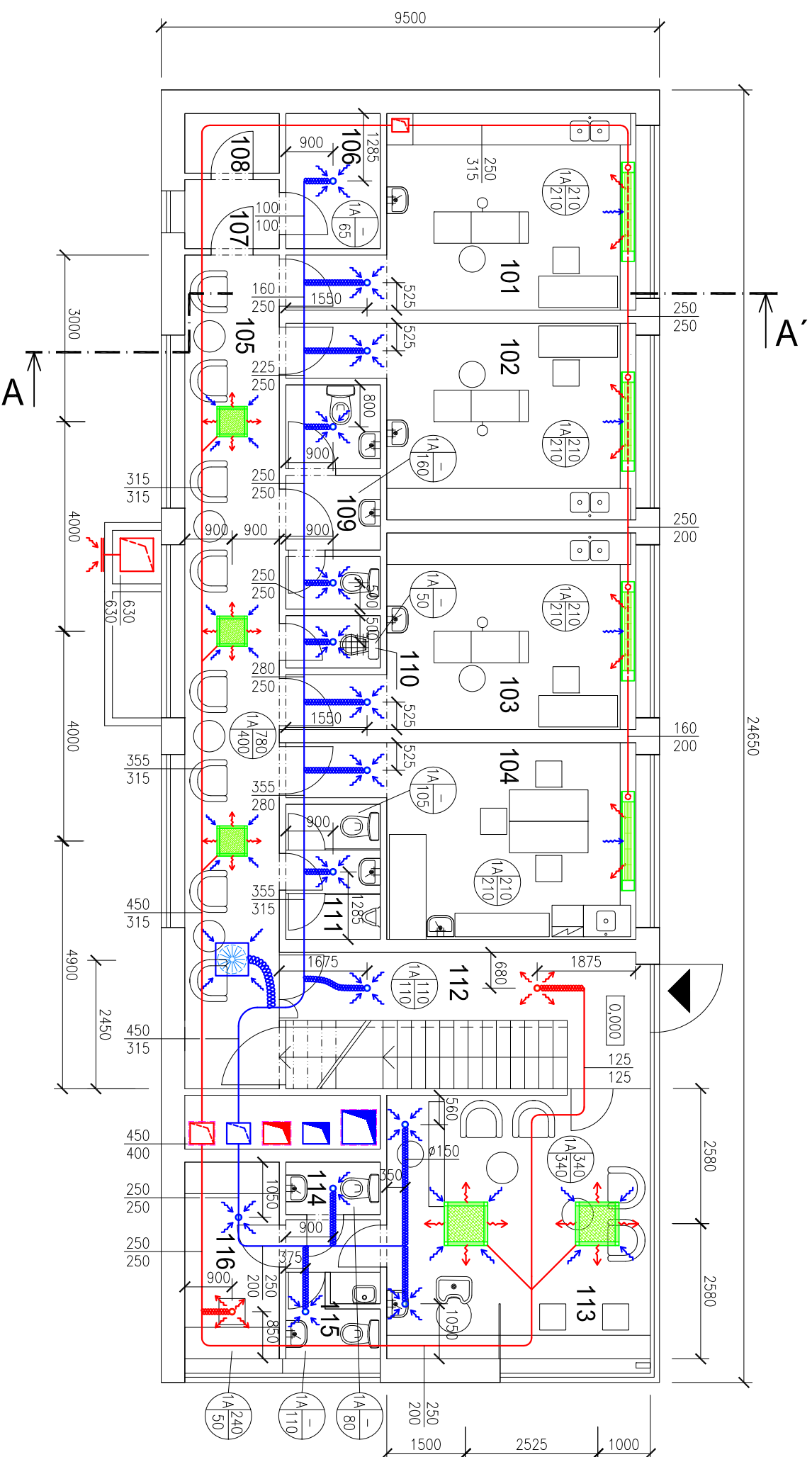
FORMÁT 2xA4

DATUM 11.1.2013

MĚŘÍTKO 1:100 Č. VÝKRESU 1

STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 1.NP

Měřítko 1:100

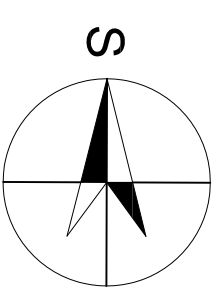


LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA	Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
101	ZUBNÍ ORDINACE I	19,95	3,100	PVC (LINOLEUM)	110	ÚKLID	1,90	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
102	ZUBNÍ ORDINACE II	19,95	3,100	PVC (LINOLEUM)	111	WC PERSONÁL	4,70	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
103	ZUBNÍ ORDINACE III	19,95	3,100	PVC (LINOLEUM)	112	SCHODIŠTĚ	18,15	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
104	ORDINACE LÉKAŘE	19,95	3,100	PVC (LINOLEUM)	113	KADEŘNICTVÍ	25,45	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
105	ČEKÁRNA	26,45	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA	114	WC ZÁKAZNÍCI	1,85	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
106	RENTGEN	4,65	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA	115	ZAZEMÍ, WC PERSONÁL	4,80	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
107	VSTUP RENTGEN	2,55	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA	116	ŠATNA	6,75	2,600	KOBEREC
108	TEMNÁ KOMORA	2,05	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
109	WC PACIENTI	7,55	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					

LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	PŘÍVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	ODVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLouŠTKY 40mm
	TALIŘOVÝ VENTIL TPVM 125(200)
	TALIŘOVÝ VENTIL TVOM 80(100,125,200)
	VÝŘÍVA VYTUŠ VMM 625-54 lamel
	FANCOIL JEDNOTKA V PARAPETNÍM PROVEDENÍ GEA FLEX GEKO COMFORT
	FANCOIL JEDNOTKA KAZETOVÁ ČTYŘCESTNÁ GEA GEKO CASSETTE SINGLE GEA GEKO CASSETTE BIG SINGLE



DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVOVÁCH

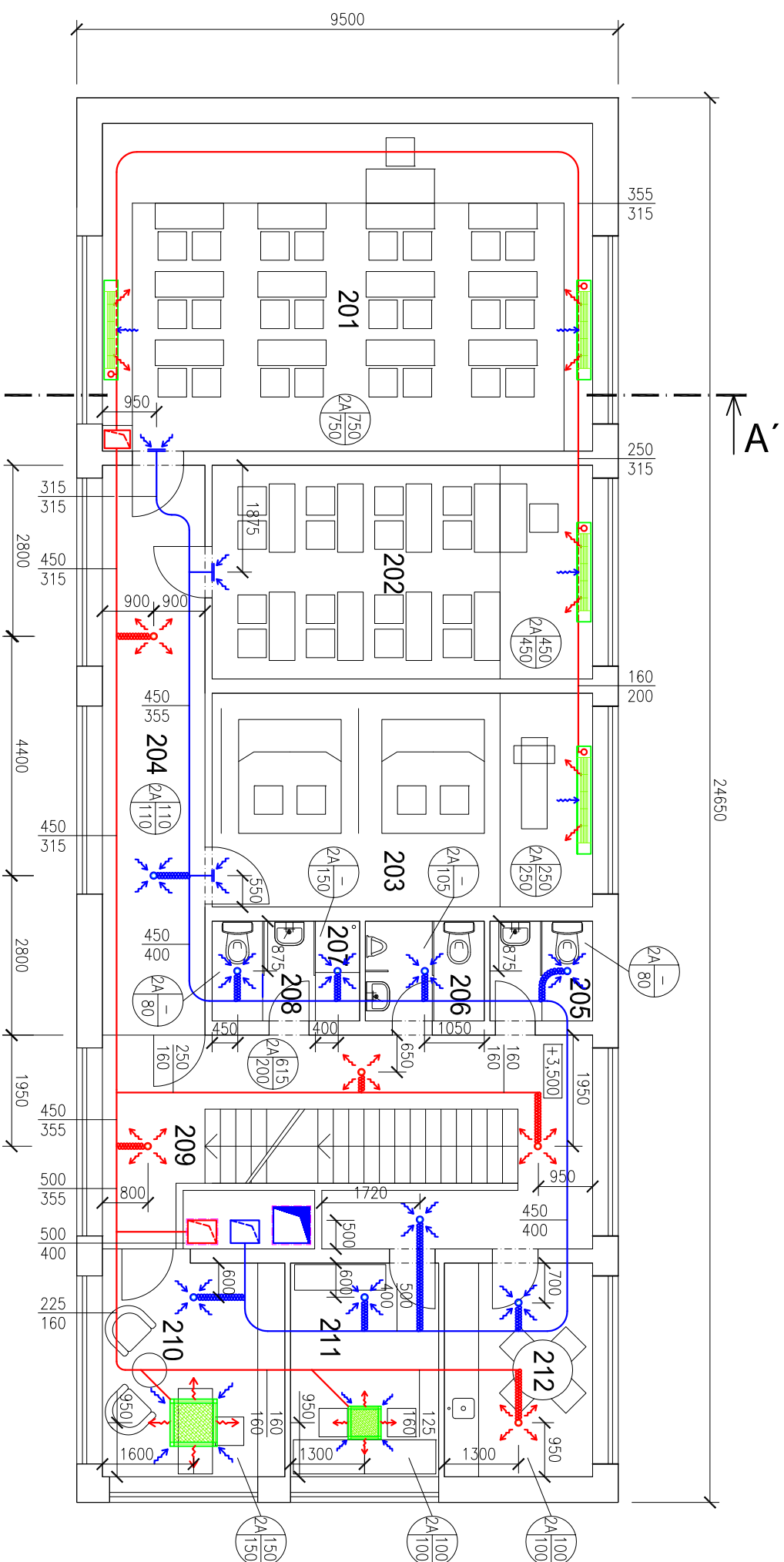
Polymfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 1.NP

		VUT V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	
DIPLOMOVÁ PRÁCE		ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV	
FORMÁT	2xA4	DATUM	11.1.2013
MĚŘÍTKO	1:100	Č. VÝKRESU	2

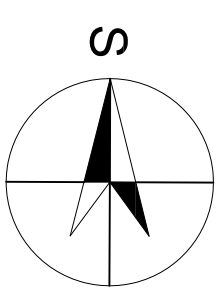
STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 2.NP

Měřítko 1:100



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	PŘÍVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	ODVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLouŠTKY 40mm
	TALIŘOVÝ VENTIL TPVM 125(150,200)
	TALIŘOVÝ VENTIL TVOM 125(150,200)
	STĚNOVÁ MŘÍŽKA SMM 300x300mm (300X200mm, 200x150mm)
	FANCOIL JEDNOTKA V PARAPETNÍM PROVEDENÍ GEA FLEX GEKO COMFORT
	FANCOIL JEDNOTKA KAZETOVÁ ČTYŘCESTNÁ GEA GEKO CASSETTE SINGLE GEA GEKO CASSETTE BIG SINGLE



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA	Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
201	VELIKÁ UČEBNA	49,70	3,100	PVC (LINOLEUM)	210	KANCELÁŘ VEDENÍ	12,45	2,600	KOBEREC
202	MALÁ UČEBNA	25,15	3,100	PVC (LINOLEUM)	211	KABINET UČITELŮ	9,95	2,600	KOBEREC
203	TRENAŽÉR	25,15	3,100	PVC (LINOLEUM)	212	KUCHYŇKA	9,95	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
204	CHODBA	18,00	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
205	WC ŽENY	3,30	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
206	WC MUŽI	3,85	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
207	SPRCHA	1,40	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
208	WC PERSONÁL	3,30	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
209	SCHODIŠTĚ	30,15	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVOÁCH

Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 2.NP



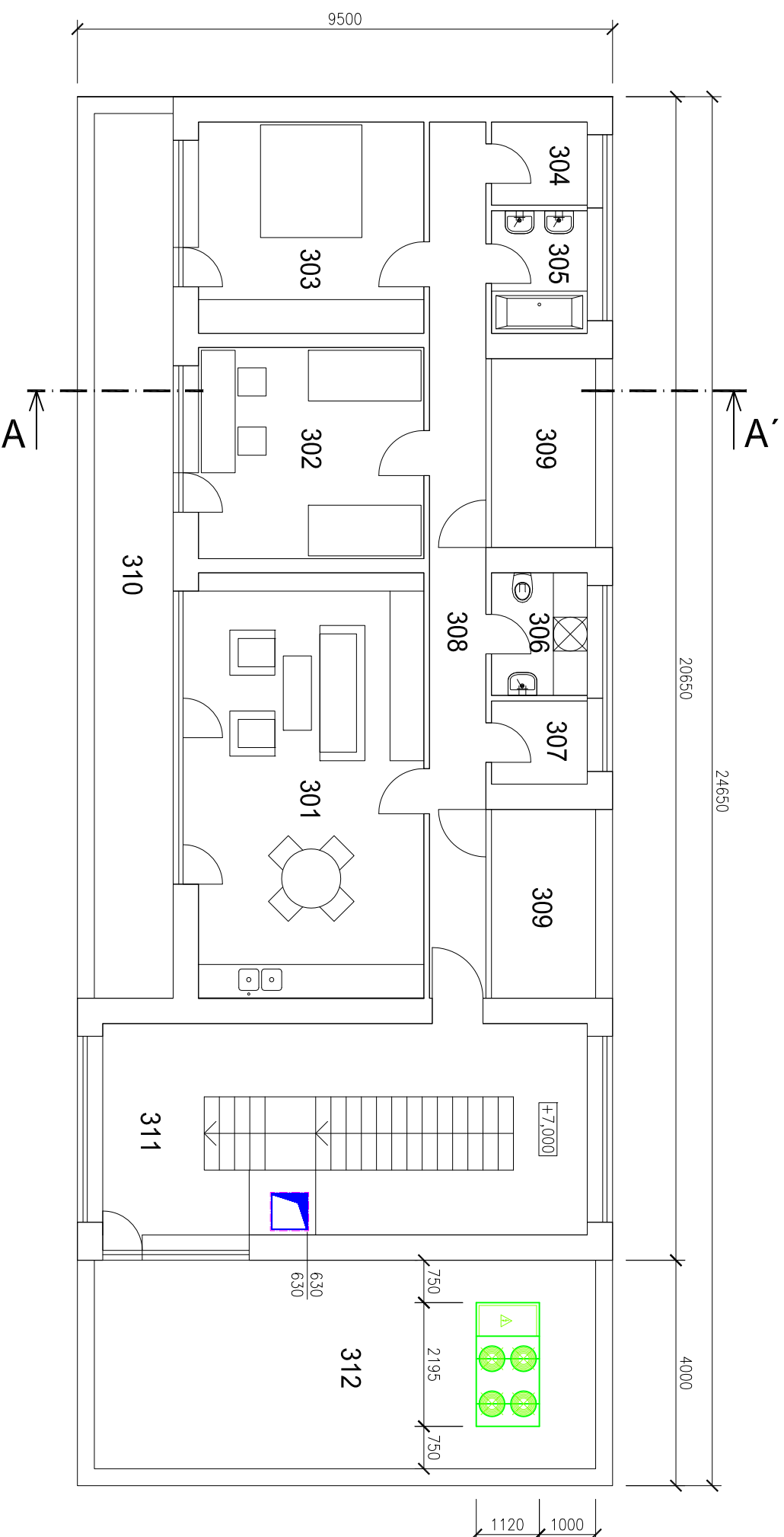
FORMÁT 2xA4

DATUM 11.1.2013

MĚŘÍTKO 1:100 Č. VÝKRESU 3

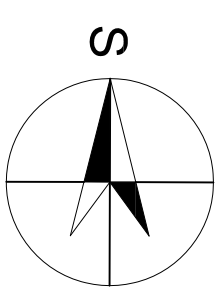
STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 3.NP

Měřítko 1:100



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	ODVODNĚNÍ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLOUŠŤKY 40mm
	VZDUCHEM CHLAZENÝ VÝROBNÍK STUDENÉ VODY S HYDRAULICKÝM MODULEM GEA GLAC 0182 BD1.SL + GLHM 225A-18



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA	Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
301	OBYTNÝ PROSTOR	31,65	2,600	VLYSY	310	TERASA BYT. JEDNOTKY	22,00	-	KERAMICKÁ DLAŽBA
302	DĚTSKÝ POKOJ	15,20	2,600	KOBEREC	311	SCHODIŠTĚ	32,85	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
303	LOŽNICE	15,20	2,600	VLYSY	312	TERASA	32,93	-	KERAMICKÁ DLAŽBA
304	KOMORA	2,50	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
305	KOUPELNA	3,70	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
306	WC	3,70	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
307	ŠATNA	2,50	2,600	VLYSY					
308	CHODBA	16,10	2,600	VLYSY					
309	TERASA BYT. JEDNOTKY	6,20	-	KERAMICKÁ DLAŽBA					

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY A - PŮDORYS 3.NP



VUT V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH
ZAŘÍZENÍ BUDOV

FORMÁT 2xA4

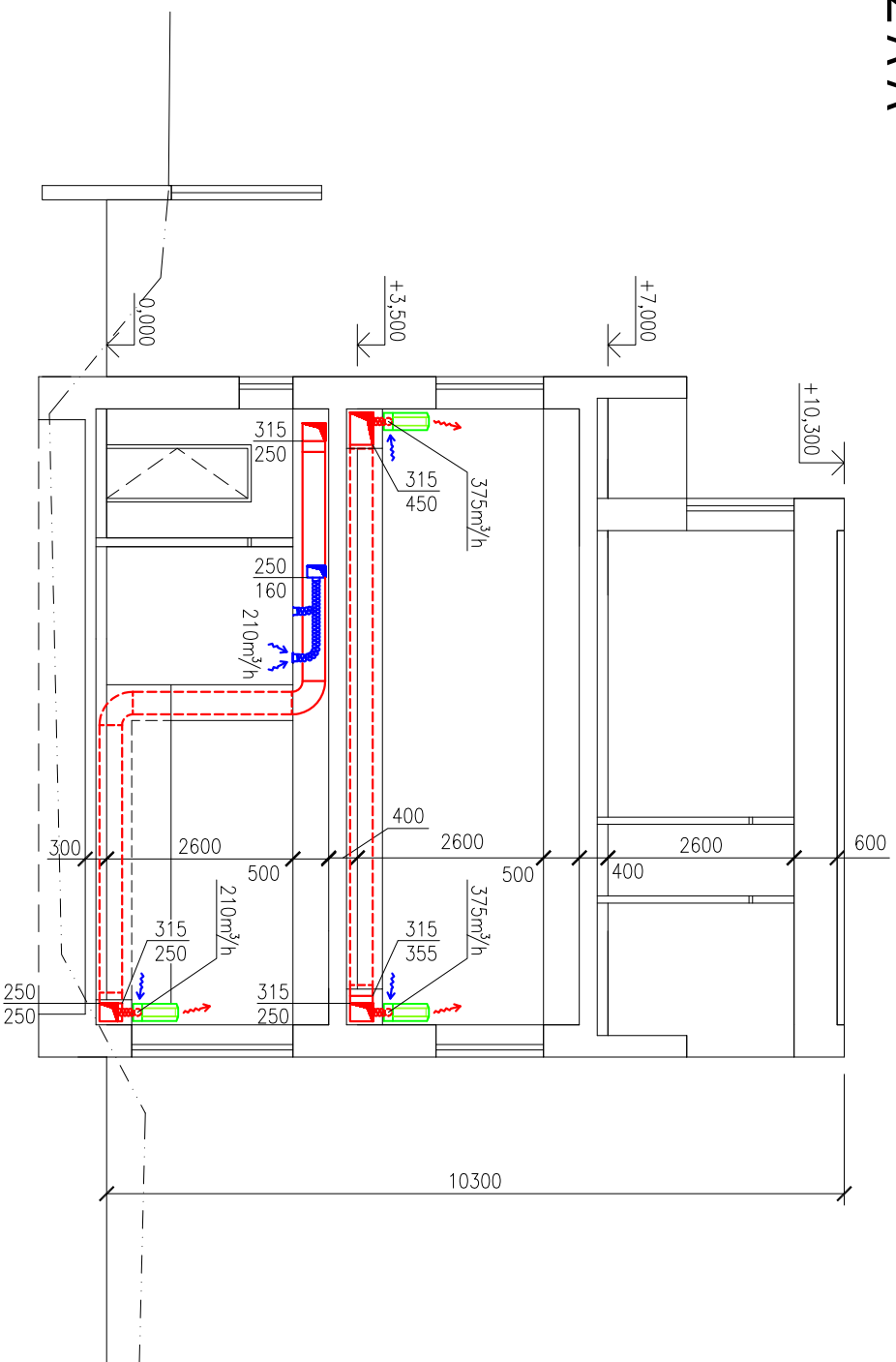
DATUM 11.1.2013

MĚŘÍTKO 1:100 Č. VÝKRESU 4

STUDIE VARIANTY A

Měřítko 1:100

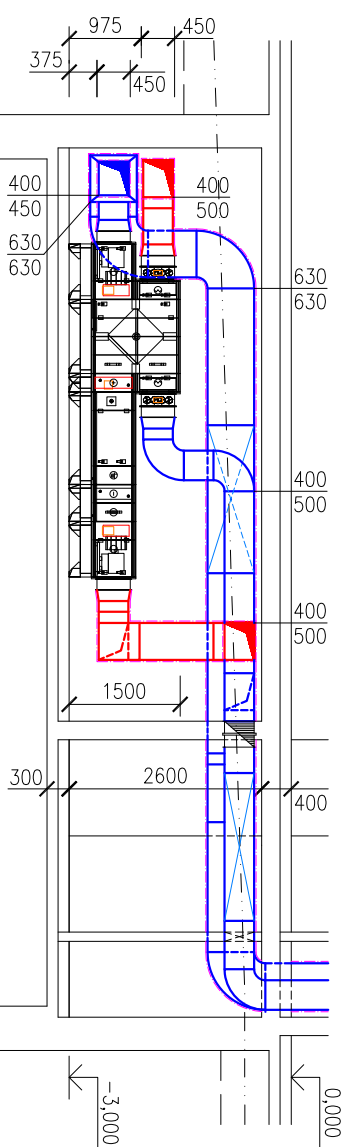
ŘEZ A-A'



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	PŘÍVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	ODVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLouŠTKY 40mm
	TALIŘOVÝ VENTIL TVOM 200(100)
	FANCOIL JEDNOTKA V PARAPETNÍM PROVEDENÍ GEA FLEX GEKO COMFORT
	POŽÁRNÍ KLAPKA PTKM-90
	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU GREIF GKK (PRO PŘÍVODNÍ ČI ODVODNÍ POTRUBÍ)
	SESTAVNÁ VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VE VNITŘNÍM PROVEDENÍ UMÍSTĚNÁ NA RÁMU AERO MASTER XP04

ŘEZ B-B'



DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

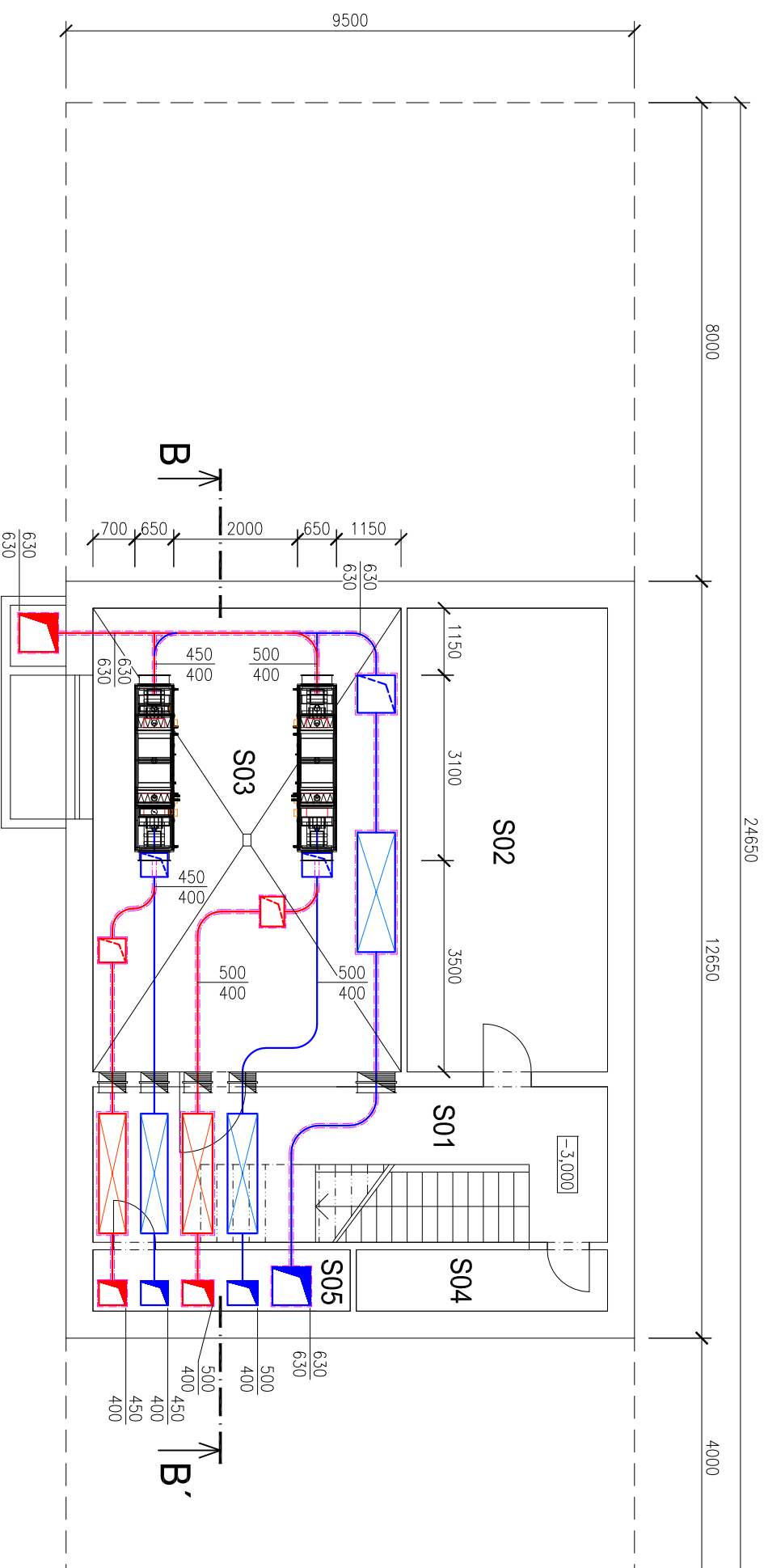
SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVOÁCH Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY A - ŘEZ A-A', ŘEZ B-B'

	VUT V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ
	ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FORMÁT	2xA4
DATUM	11.1.2013
MĚŘÍTKO	1:100
Č. VÝKRESU	5

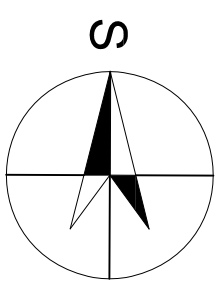
STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 1.S

Měřítko 1:100



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLOUŠŤKY 40mm
	POŽÁRNÍ KLAPKA PTKM-90
	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU GREIF GKK (PRO PŘÍVODNÍ ČI ODVODNÍ POTRUBÍ)
	SESTAVNÁ VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VE VNITŘNÍM PŘÍVODNÍ UMÍSTĚNÁ NA RÁMU AERO MASTER XP04



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
S01	SCHODIŠTĚ	22,34	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
S02	SKLAD	25,96	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
S03	TECHNICKÁ MÍSTNOST	39,91	2,600	HLAZENÝ BETON
S04	KOMORA	4,35	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
S05	ROZVODNA	4,35	2,600	HLAZENÝ BETON

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 1.S



VUT V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH
ZAŘÍZENÍ BUDOV

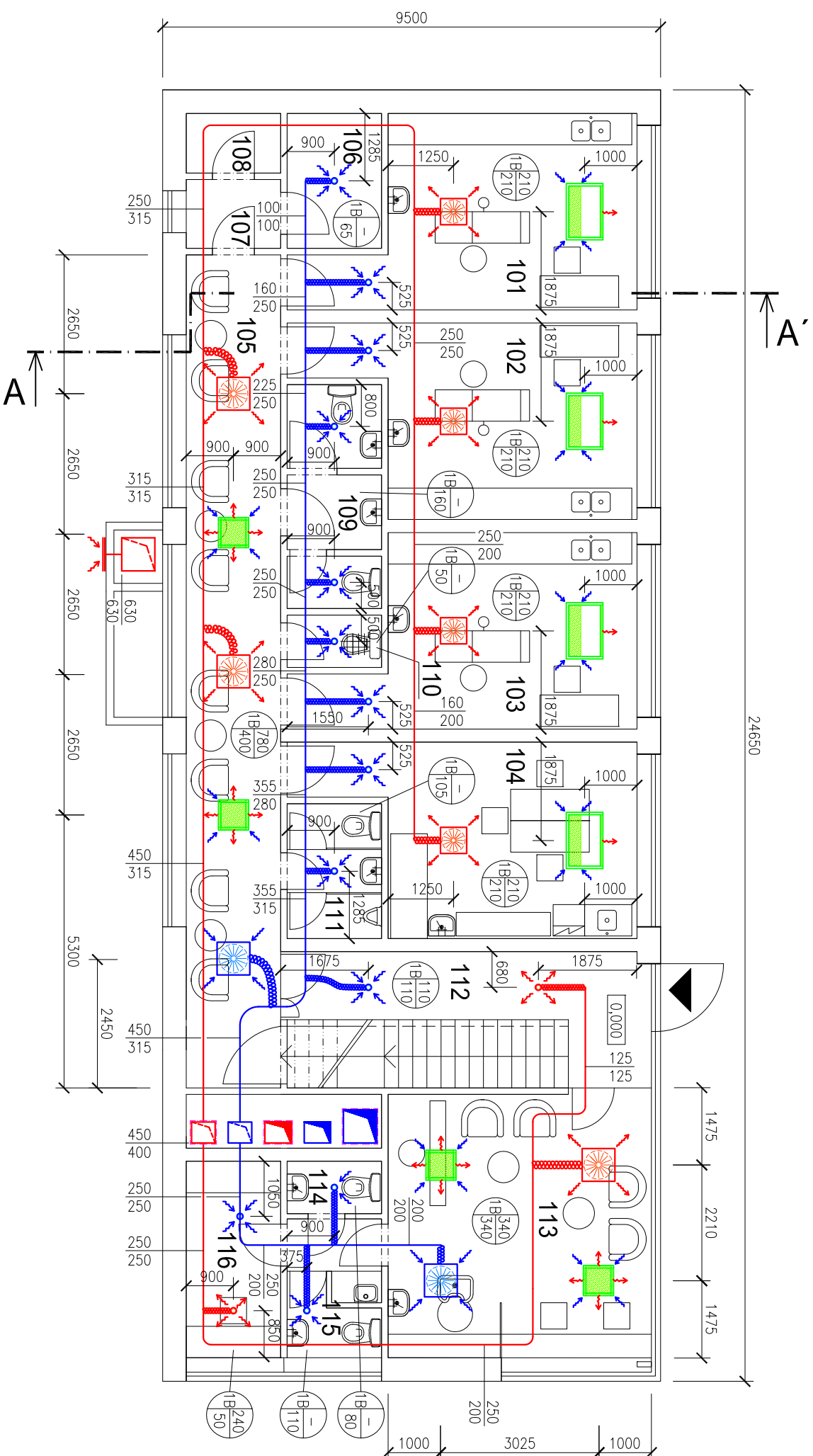
FORMÁT 2xA4

DATUM 11.1.2013

MĚŘÍTKO 1:100 Č. VÝKRESU 6

STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 1.NP

Měřítko 1:100

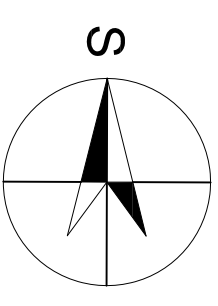


LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA	Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
101	ZUBNÍ ORDINACE I	19,95	2,600	PVC (LINOLEUM)	110	ÚKLID	1,90	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
102	ZUBNÍ ORDINACE II	19,95	2,600	PVC (LINOLEUM)	111	WC PERSONÁL	4,70	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
103	ZUBNÍ ORDINACE III	19,95	2,600	PVC (LINOLEUM)	112	SCHODIŠTĚ	18,15	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
104	ORDINACE LÉKAŘE	19,95	2,600	PVC (LINOLEUM)	113	KADEŘNICTVÍ	25,45	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
105	ČEKÁRNA	26,45	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA	114	WC ZÁKAZNÍCI	1,85	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
106	RENTGEN	4,65	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA	115	ZÁZEMÍ, WC PERSONÁL	4,80	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
107	VSTUP RENTGEN	2,55	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA	116	ŠATNA	6,75	2,600	KOBEREC
108	TEMNÁ KOMORA	2,05	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
109	WC PACIENTI	7,55	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					

LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	PŘÍVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	ODVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLouŠTKY 40mm
	TALIŘOVÝ VENTIL TPM 125(200)
	TALIŘOVÝ VENTIL TVOM 80(100,125,200)
	VŘÍVA VŮŠŤ VM 625-54 lamel (625-48 lamel, 500-24 lamel)
	VŘÍVA VŮŠŤ VM 625-54 lamel (625-48 lamel)
	VNITŘNÍ CHLADIVOVÁ JEDNOTKA KAZETOVÁ JEDNOCESTNÁ TOSHIBA MMU-AP0xxxSH
	VNITŘNÍ CHLADIVOVÁ JEDNOTKA KAZETOVÁ ČTYŘCESTNÁ KOMPAKTNÍ TOSHIBA MMU-AP0xxxMH



DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

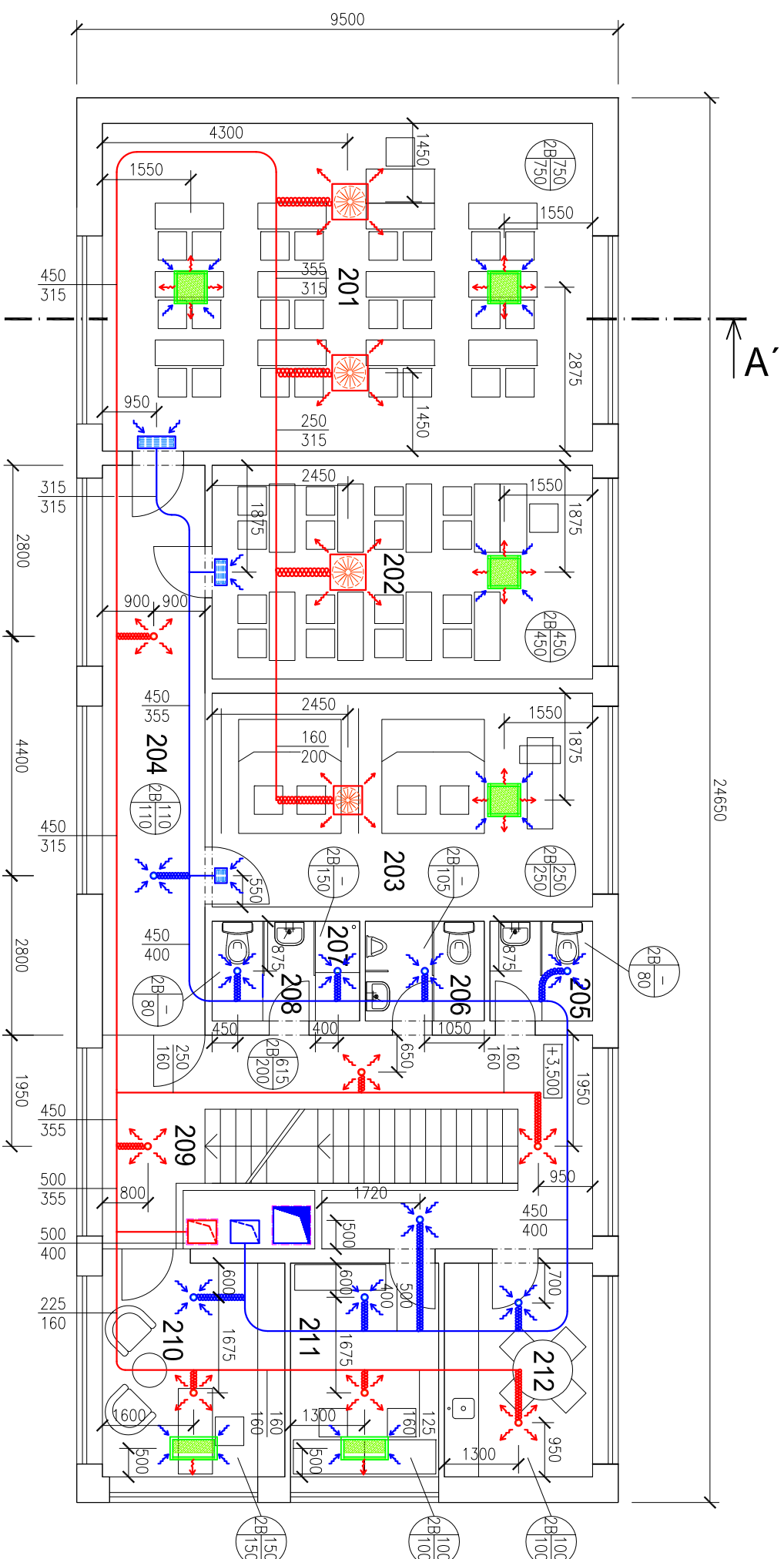
Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 1.NP

	VUT V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ
	ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FORMÁT	2xA4
DATUM	11.1.2013
MĚŘÍTKO	1:100
	Č. VÝKRESU 7

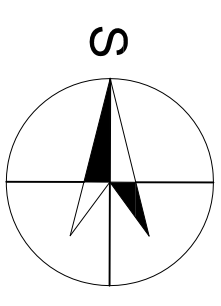
STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 2.NP

Měřítko 1:100



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	PŘÍVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	ODVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLouŠTKY 40mm
	TALIŘOVÝ VENTIL TPVM 125(150,200)
	TALIŘOVÝ VENTIL TVOM 125(150,200)
	VŘÍVA VŮŠť VM 625-54 lamel (500-24 lamel)
	STĚNOVÁ MŘÍŽKA SMM 600x150mm (400x150mm, 200x150mm)
	VNITŘNÍ CHLADIVOVÁ JEDNOTKA KAZETOVÁ JEDNOCESTNÁ TOSHIBA MMU-AP0xxxYH
	VNITŘNÍ CHLADIVOVÁ JEDNOTKA KAZETOVÁ ČTYŘCESTNÁ KOMPAKTNÍ TOSHIBA MMU-AP0xxxMH



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA	Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
201	VELIKÁ UČEBNA	49,70	2,600	PVC (LINOLEUM)	210	KANCELÁŘ VEDENÍ	12,45	2,600	KOBEREC
202	MALÁ UČEBNA	25,15	2,600	PVC (LINOLEUM)	211	KABINET UČITELŮ	9,95	2,600	KOBEREC
203	TRENAŽÉR	25,15	2,600	PVC (LINOLEUM)	212	KUCHYŇKA	9,95	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
204	CHODBA	18,00	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
205	WC ŽENY	3,30	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
206	WC MUŽI	3,85	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
207	SPRCHA	1,40	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
208	WC PERSONÁL	3,30	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
209	SCHODIŠTĚ	30,15	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH

Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 2.NP



VUT v BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH
ZAŘÍZENÍ BUDOV

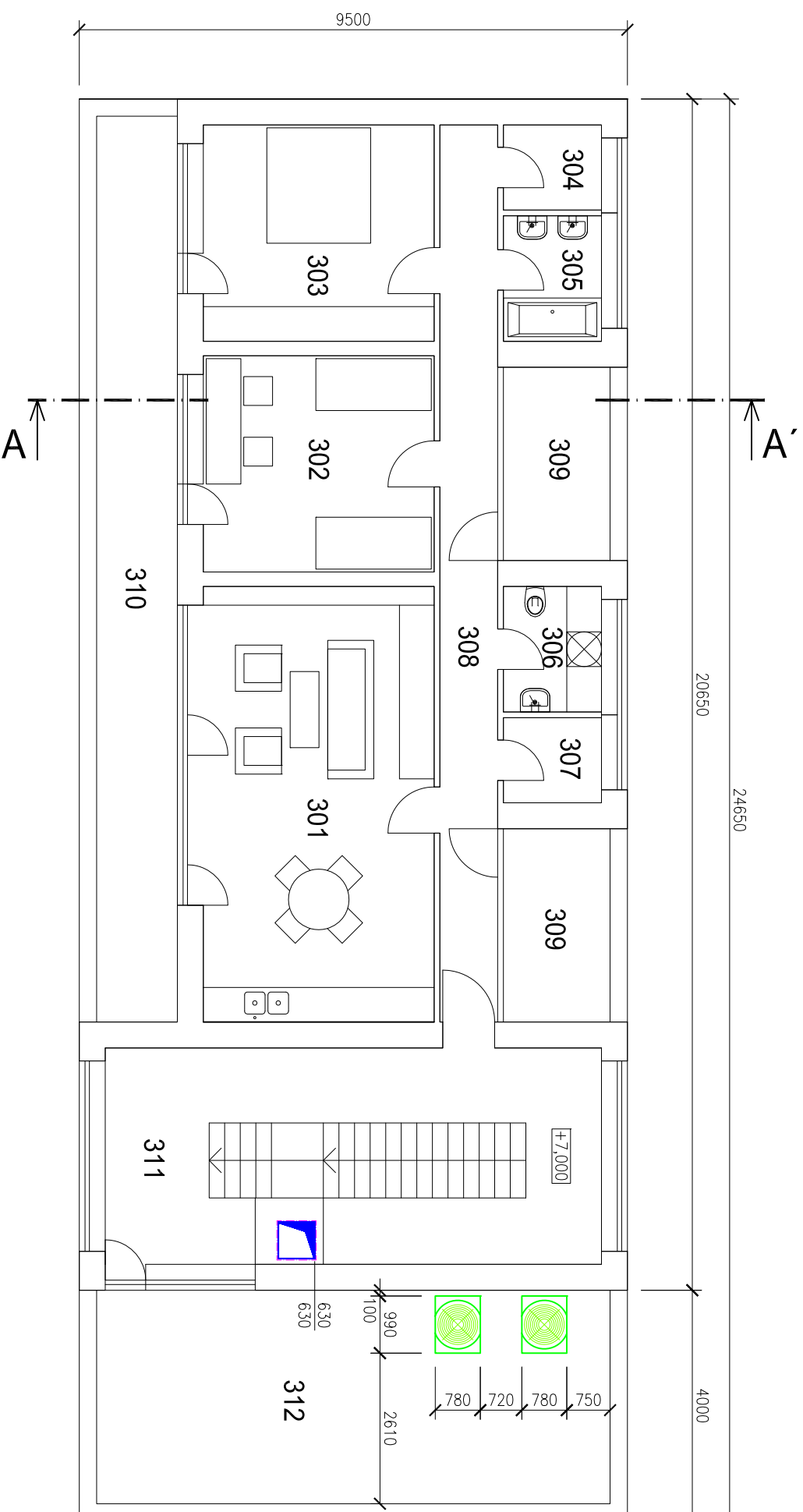
FORMÁT 2xA4

DATUM 11.1.2013

MĚŘÍTKO 1:100 Č. VÝKRESU 8

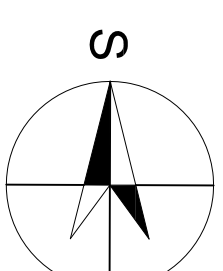
STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 3.NP

Měřítko 1:100



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLOUŠŤKY 40mm
	VENKOVNÍ CHLADIVOVÁ JEDNOTKA TOSHIBA 10HP, MAP1004HT8-E (TOSHIBA 8HP, MAP0804HT8-E)



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA	Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m ²]	S.V. [m]	PODLAHA
301	OBYTNÝ PROSTOR	31,65	2,600	VLYSY	310	TERASA BYT. JEDNOTKY	22,00	–	KERAMICKÁ DLAŽBA
302	DĚTSKÝ POKOJ	15,20	2,600	KOBEREC	311	SCHODIŠTĚ	32,85	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA
303	LOŽNICE	15,20	2,600	VLYSY	312	TERASA	32,93	–	KERAMICKÁ DLAŽBA
304	KOMORA	2,50	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
305	KOUPELNA	3,70	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
306	WC	3,70	2,600	KERAMICKÁ DLAŽBA					
307	ŠATNA	2,50	2,600	VLYSY					
308	CHODBA	16,10	2,600	VLYSY					
309	TERASA BYT. JEDNOTKY	6,20	–	KERAMICKÁ DLAŽBA					

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVOÁCH

Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY B - PŮDORYS 3.NP



VUT V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH
ZAŘÍZENÍ BUDOV

FORMÁT 2xA4

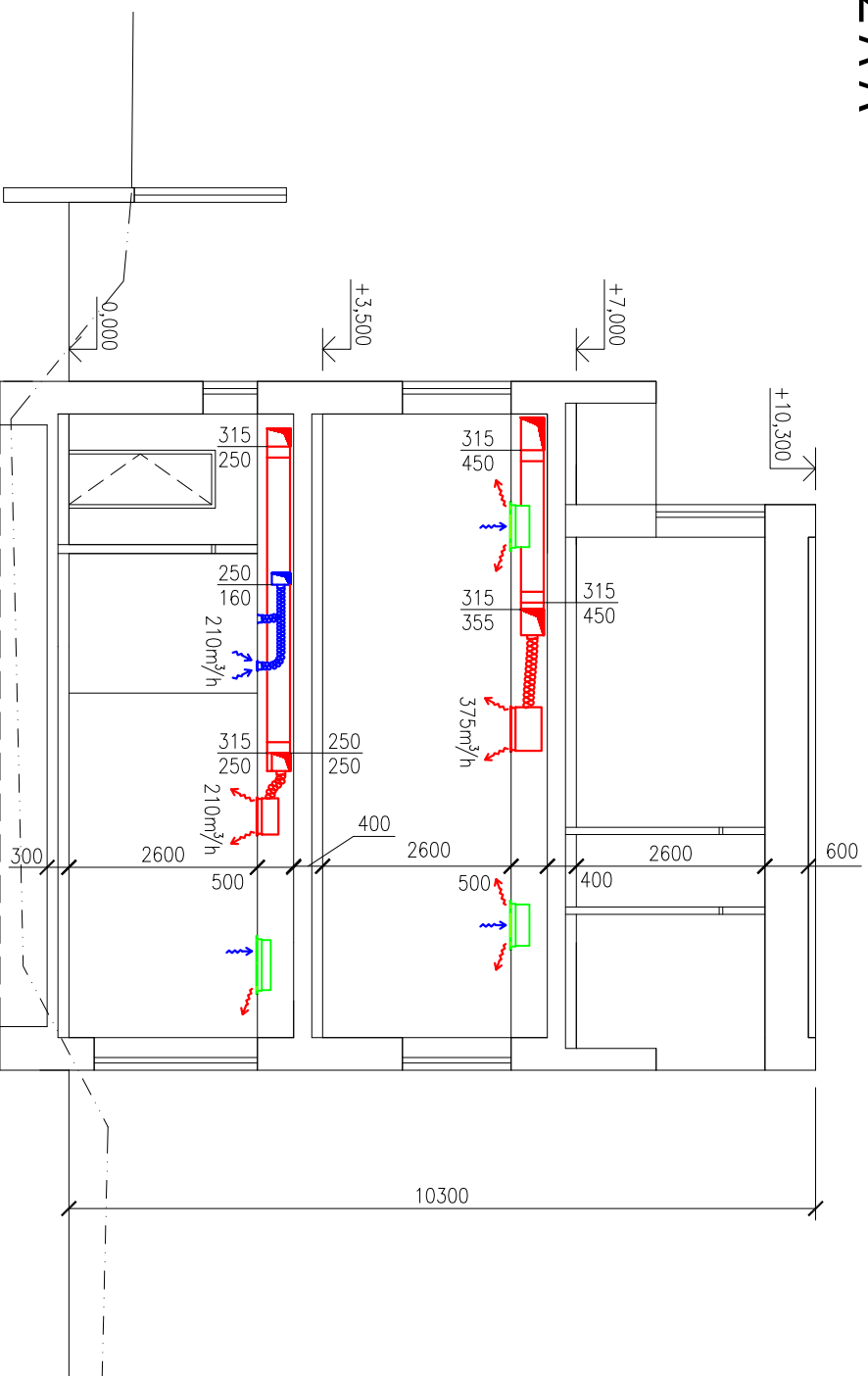
DATUM 11.1.2013

MĚŘÍTKO 1:100 Č. VÝKRESU 9

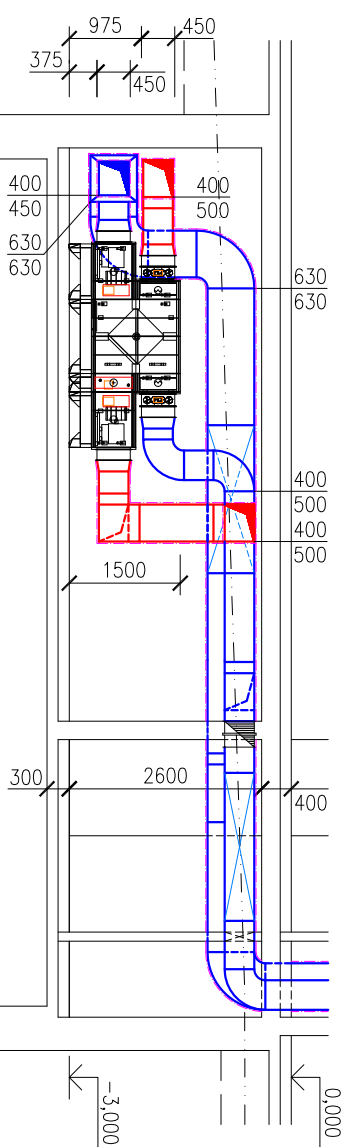
STUDIE VARIANTY B

Měřítko 1:100

ŘEZ A-A'



ŘEZ B-B'



LEGENDA PRVKŮ

GRAFICKÁ ZNAČKA	NÁZEV
	PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
	ODVODNÍ POTRUBÍ
	PŘÍVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	ODVODNÍ ZVUKOVĚ IZOL. OHEBNÉ POTRUBÍ
	TVRZENÁ TEPELNÁ IZOLACE TLouŠTKY 40mm
	TALIŘOVÝ VENTIL TVOM 200(100)
	VÝŘIVÁ VYUŠŤ VMM 625-54 lamele (500-24 lamele)
	VNITŘNÍ CHLADIVOVÁ JEDNOTKA KAZETOVÁ JEDNOCESTNÁ TOSHIBA MMU-AP0152SH
	VNITŘNÍ CHLADIVOVÁ JEDNOTKA KAZETOVÁ ČTYŘCESTNÁ KOMPAKTNÍ TOSHIBA MMU-AP0151MH
	POŽÁRNÍ KLAPKA PTKM-90
	KULISOVÝ TLUMIČ HLUKU GREIF GKK (PRO PŘÍVODNÍ ČI ODVODNÍ POTRUBÍ)
	SESTAVNÁ VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA VE VNITŘNÍM PROVEDENÍ UMÍSTĚNÁ NA RÁMU AERO MASTER XP04

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMANT Bc. TOMAŠ TENORA

VEDOUcí DIPL. PRÁCE Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

SOLÁRNÍ ZISKY V BUDOVÁCH Polyfunkční dům v Blansku

STUDIE VARIANTY B - ŘEZ A-A', ŘEZ B-B'

	VUT V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ
	ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
FORMÁT	2xA4
DATUM	11.1.2013
MĚŘÍTKO	1:100
Č. VÝKRESU	10