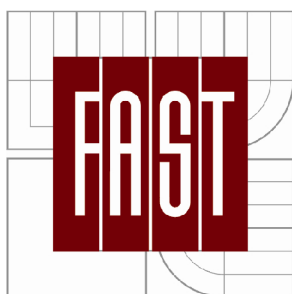


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÁ CERTIFIKACE SYSTÉMŮ
VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE V BUDOVÁCH
ENERGY VALUATION OF SYSTEMS OF VENTILATION AND AIR-CONDITIONING

DIZERTAČNÍ PRÁCE
DISSERTATION THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ING. PETRA PÍŠOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. JIŘÍ HIRŠ, CSC.

BRNO 2013

Abstrakt

Hlavním tématem jsou větrací a klimatizační systémy používané v budovách. Práce se zabývá jejich analýzou a parametry vnitřního prostředí, které ovlivňují. Podle současné legislativy sumarizuje požadavky na způsob výpočtu energetické náročnosti technických systémů budov. Na vybraném typu budovy vyhodnocuje z hlediska energetické náročnosti jednotlivé systémy větrání a klimatizace a jejich měrné spotřeby energie.

Klíčová slova

větrání, klimatizační systémy, energetická certifikace, simulace, teplota operativní, teplota vnitřního vzduchu, relativní vlhkost, referenční hodnota, idealizovaný model

Abstract

The main theme of dissertation theses is systems of ventilation and air-condition used in buildings. Work consists of analyse of this systems and parameters of indoor climate whose are affected by them. It summarizes demands on the process of calculation the energy efficiency of the building services by actual legislative. On one chosen type of building is done the energy simulation of implemented systems of ventilation and air-condition by energy efficiency and their specific need of energy.

Keywords

ventilation, (air-)condition systems, energy certification, simulation, operative temperature, indoor air temperature, relative humidity, reference value, idealize model

Bibliografická citace VŠKP

PÍŠOVÁ, Petra. *Energetická certifikace systémů větrání a klimatizace v budovách*. Brno, 2013. 90 s., 41 s. příl. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně 29. 11. 2013

.....

podpis autora

Ing. Petra Píšová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala školiteli Doc. Ing. Jiřímu Hiršovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a věnovaný čas při tvorbě dizertační práce.

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY	10
2.1. Energetický ukazatel	12
2.2. Větrání	15
2.2.1. Typy větrání	15
2.2.2. Přirozené větrání	16
2.2.3. Nucené větrání	19
2.2.4. Kombinované větrání	21
2.2.5. Nucený přívod vzduchu	23
2.2.6. Nucený odvod vzduchu	24
2.3. Klimatizace	26
2.4. Tvorba prostředí	27
2.4.1. Vnější klimatické podmínky	27
2.4.2. Vnitřní prostředí	28
2.4.3. Některé složky vnitřního prostředí a jejich charakteristika	30
2.5. Legislativní předpisy	34
2.5.1. Obecný postup výpočtu	34
2.5.2. Výpočet dodané energie dle ČSN EN 12831	35
2.6. Současný software	44
3. CÍL PRÁCE	45
3.1.1. Přehled cílů	45
3.1.2. Zaměření na cíl	45
4. ZVOLENÝ OBJEKT	47
4.1. Obecný popis pavilonu O	48
4.1.1. Stavební konstrukce	48
4.1.2. Technická zařízení	48
4.2. Rozdělení do teplotních zón	51
4.2.1. Zóna 1 – Větrání výdeje jídel a přípravný bufetu	52
4.2.2. Zóna 2 – Klimatizace jídelen	52

4.2.3. Zóna 3 – Zázemí 2.NP	52
4.2.4. Zóna 4 – Vstup, sklady, hygienické zázemí	53
4.2.5. Zóna 5 – Kanceláře a sprchy	54
4.2.6. Zóna 6 – Sousední objekt	54
4.3. Vnější klimatické podmínky	55
4.4. Energie vstupující do objektu	55
5. METODY ŘEŠENÍ	57
5.1. Sketch Up	57
5.2. BSim	58
5.2.1. Možnosti výstupů	59
5.3. Stavební fyzika - Energie	61
6. ROZBOR DÍLČÍCH ÚLOH	62
6.1. Teoretické řešení	62
6.1.1. Geometrický model a fyzikální popis konstrukcí	62
6.2. Simulace v BSim	64
6.2.1. Profily užívání budovy	64
6.2.2. Simulace	66
6.2.3. Dílčí závěr	68
6.3. Simulace v Energii	71
6.3.1. Obálka budovy	71
6.3.2. Zónování objektu	71
6.3.3. Výpočet	72
6.3.4. Dílčí závěr	74
6.4. Experimentální řešení	75
6.4.1. Měření vnitřních parametrů v referenčních místnostech Pavilonu O	75
6.4.2. Vyhodnocení naměřených hodnot	76
6.4.3. Dílčí závěr	80
7. VÝSLEDKY DIZERTACE	82
7.1. Výsledky z programu BSim	82
7.1.1. Varianty zkoušené na modelu	82
7.1.2. Porovnání variant mezi sebou	83

7.1.3. Dílčí závěr	87
7.2. Výsledky z programu Energie	88
7.2.1. Porovnání výpočtu pro režim vytápění a chlazení	88
7.2.2. Porovnání variant výpočtu	89
7.2.3. Dílčí závěr	91
7.3. Porovnání výstupů mezi sebou	92
7.3.1. Porovnání programů BSim a Energie	92
7.3.2. Porovnání výstupů simulace s reálnými hodnotami	94
7.4. Závěr	95
7.5. Shrnutí cílů dizertace	96
7.5.1. Přehled cílů	96
7.5.2. Závěrné shrnutí	97
8. APLIKACE DO PRAXE A MOŽNOST DALŠÍHO VÝZKUMU	100
8.1. Aplikace do praxe	100
8.2. Možnosti dalšího výzkumu	100
9. REJSTRÍK POJMŮ	101
10. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	104
10.1. Seznam obrázků	104
10.2. Seznam tabulek	106
11. POUŽITÁ LITERATURA	107
12. SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ VZTAHUJÍCÍCH SE K TÉMATU DIZERAČNÍ PRÁCE	109
13. PŘÍLOHY	110
13.1. Př. 1: Karty skladeb konstrukcí	110
13.2. Př. 2: Energetický štítek obálky budovy	114
13.3. Př. 3 Model vnější obálky budovy	118
13.4. Př. 4 Vyhodnocení měření θ_i v místnosti 207	119
13.5. Př. 5 Odečty z měřidel pro PAVILON O	129
13.6. Př. 6 Protokol o výpočtu – Energie 2013	130

1. ÚVOD

Od okamžiku, kdy člověk vyšel z jeskyní a přirozených úkrytů, poprvé vztyčil čtyři stěny a zakryl vzniklý prostor střechou nebo jen stropní konstrukcí, začal vytvářet vnitřní obytné prostředí. Nároky na pobytovou pohodu v tomto prostoru se vyvíjely postupem času a sledovaly tempo vývoje technických a technologických prostředků, a také poznatky o vlivu pobytového prostoru na člověka se rozšiřovaly s pokrokem vědy.

Bylo nezbytné zajistit v uměle vytvořeném prostředí podmínky optimální pro pobyt lidí v něm. Ať už se to týká teploty v místnosti, vlhkosti vzduchu či koncentrace různých chemických látek, nečistot a prachu. Způsobů úpravy ovzduší v interiéru budovy je mnoho, např. ovlivnění technologie, hermetizace zdrojů škodlivin, větrání, teplovzdušné vytápění, klimatizace.

S rozvojem znalostí vzniká potřeba tyto systémy porovnávat a vybírat z nich nejvhodnější řešení. Vystává nutnost certifikovat jednotlivé varianty řešení.

A jak porovnat tak rozmanité systémy, jakými větrací a klimatizační jsou? Jejich typy se liší dle druhu provozu, kde jsou umístěny, dispozice budovy či velikostí a orientací místností. Odlišné jsou požadavky na provozní parametry. Ty mohou být rozmanité i na stejném typu provozu.

Ideální variantou se jeví porovnávat jednotlivé klimatizační systémy na stejném typu objektu. Tímto by byla zajištěna jednotnost vstupních parametrů a možnost systémy navzájem srovnávat a hodnotit.

2. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

Současná legislativní úprava se zabývá problematikou certifikace a energetickou náročností budov velmi podrobně. Ukládá podmínky výpočtu a požadovanou velikost jednotlivých veličin, které musí být ve výpočtu zohledněny. Definuje jednotlivé metody a postupy pro vyhodnocení a také podíl zjednodušujících předpokladů či zanedbání některých vstupních parametrů při charakteristice daného stavebního objektu a jeho dílčích stavebních částí.

Hodnoty mikroklimatických podmínek pro vnitřní pracovní prostředí stanoví pro ČR například právní předpis č. 178 [5, 7].

Tab. 2.1: Třídy práce a vybraných činností dle [5, 7]

Třída práce	Příklad činností
I	Sezení s mírnou aktivitou, kancelářské práce
IIa	Činnost ve stoje nebo v chůzi (laboratorní práce, práce nástrojářů, mechaniků, prodavačů, ap.)
IIb	Činnost spojená s přenášením středně těžkých břemen (mechanici, montáž a opracování středně těžkých elementů, ap.)
IIIa	Práce především ve stoje, občas v předklonu, v kleče, v chůzi (údržba strojů, mechanici, skladníci s přenášením břemen do 15 kg, kovoprůmysl, výroba textilu, zpracování masa, ap.)
IIIb	Práce především ve stoje, v předklonu, v kleče, v chůzi (skládání cihel, zahradnické práce, žehlení prádla, hutě, gumárenský průmysl, ap.)

Tab. 2.2: Minimální množství venkovního vzduchu [5, 7]

Případ	Charakter práce	Minimální množství venkovního vzduchu
1	Převážně v sedě	$y = 50 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ na osobu
2	Převážně ve stoje a v chůzi	$y = 70 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ na osobu
3	Těžká fyzická práce	$y = 90 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ na osobu

Existuje celá škála výpočetních počítačových programů, které pomáhají při posuzování a do jisté míry odstraňují nutnost ručního výpočtu a zkracují vlastní dobu výpočtu. Při vytváření výpočtových modelů se využívá popisu vnějších podmínek ovlivňujících budovu; definování účelu vnitřního prostředí a způsobu jeho využití; a uvedení typu vnitřních technologických systémů (vytápění, větrání, druh zdroje energie, apod.).

2.1. Energetický ukazatel

Důležitou součástí je definování pojmu energetický ukazatel. Jsou to ty parametry a vlastnosti, které ovlivňují návrh budovy a jejích konstrukcí a mají vliv na její užívání a provoz.

Jsou jimi:

- Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí budovy;
- Vlastnosti a provoz technického zařízení budovy a osvětlení.

Splněním hodnot stanovených pro porovnávací ukazatele se zajistí podmínky pro:

- Vytvoření požadovaného tepelného stavu vnitřního prostředí.
- Nízkou spotřebu energie při vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravě TV a osvětlení.
- Splnění hygienických požadavků na kvalitu vzduchu, omezení vlhkosti na povrchu a uvnitř konstrukcí, plísň v budově a vyhovující podmínky zrakové pohody v rámci požadavků na ochranu zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí.

Požadavky kladené na tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí budovy a jejích styků jsou vyhovující, pokud budova a její konstrukce byly navrženy, provedeny a ověřeny pomocí výpočtů a měření podle příslušných technických norem.^{1, 2, 3}

¹ Například ČSN 73 0540 a její normativní odkazy a souvisící normy a předpisy, ČSN EN 12454-1, ČSN 360020-1 a jejich normativní odkazy a souvisící normy a předpisy.

² Například ČSN EN ISO 13790, ČSN EN 12831, prEN 14335, EN 13465, prEN 15242, prEN 15241, prEN ISO 13790 a další pro otopné soustavy, větrání a klimatizaci a jejich regulaci, jejich normativní odkazy a souvisící normy a

Například:

- Stavební konstrukce a jejich styky mají ve všech místech nejméně takový tepelný odpor, že na jejich vnitřním povrchu nedochází ke kondenzaci vodní páry.
- U stavebních konstrukcí nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v takovém množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti konstrukce.
- Funkční spáry vnějších výplní otvorů mají nejvýše požadovanou nízkou průvzdušnost, ostatní konstrukce a spáry obvodového pláště budovy jsou téměř vzduchotěsné, s požadovaně nízkou celkovou průvzdušností obvodového pláště.
- Místnosti (budova) mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období, snižující riziko jejich přílišného chladnutí a přehřívání.
- Budova má požadovaný nízký průměrný součinitel prostupu tepla.

Podobné je to s požadavky kladenými na technická zařízení budovy pro vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení a jejich regulace⁴.

Technická zařízení zajistí:

předpisy, ČSN EN 12454-1, ČSN 36 0020-1 a další pro osvětlení a jejich normativní odkazy a související normy a předpisy.

³ Například ČSN 06 0320, prEN 15316 a další pro ohřev teplé vody, jejich normativní odkazy a související normy a předpisy.

⁴ Podle vyhlášky č. 152/2001 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a přípravu teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům.

- Požadovanou dodávku užitečné energie pro požadovaný stav vnitřního prostředí.
- Dodávku energie s požadovanou energetickou účinností.
- Požadovanou osvětlenost s nízkou spotřebou energie na sdružené a umělé osvětlení při splnění požadavku na úroveň osvětlenosti umělým osvětlením v souladu s platnými technickými normami a hygienickými požadavky⁵.
- Nízkou energetickou náročnost budovy.

⁵ Například ČSN EN 12464-1, ČSN 73 4301.

2.2. Větrání

Jednou z prvních možností, jak ovlivnit mikroklima ve vnitřním prostoru, bylo větrání. Lidstvo ji využívá od počátku přesídlení do obytných budov.

Větrání je výměna vzduchu v interiéru, při níž se odvádí zkažený, závadný vzduch a nahrazuje se přívodem vzduchu nezávadného.[15]

Nejčastějším parametrem větrání místnosti je výměna vzduchu, která určuje, kolikrát za hodinu se vzduch v místnosti nahradí (vymění) čerstvým vzduchem. Minimální hodnota (je vyžadována hygienickými předpisy a platí i pro bytové jednotky) je 0,5 (tj. v místnosti se plně vymění vzduch za 2 hodiny) a ve stavbách občanské vybavenosti, kde se shromažďuje větší počet osob, může nucené větrání dosáhnout 5 až 10 - ti násobné výměny vzduchu.

Základním výkonovým parametrem vzduchotechnického zařízení je vzduchový výkon (též objemové množství nebo objemový průtok vzduchu) v jednotkách m^3/h , nebo m^3/s .

2.2.1. Typy větrání

Větrací systémy rozdělujeme na:

- přirozené
- nucené
- kombinované (sdružené, hybridní)

Dle délky časového působení systému můžeme rozeznat větrání trvalé, přerušované a občasné.

Následovat bude krátká charakteristika jednotlivých systémů větrání a výpočet objemového průtoku vzduchu pro každý z nich.

2.2.2. Přirozené větrání

Výměnu vzduchu zajišťují rozdíly způsobené gravitačním vztlakem, dynamickým účinkem větru a obecně tlakovými rozdíly mezi vnějším a vnitřním prostředím.

V dřívějších dobách tento systém znamenitě fungoval díky netěsným ráámům oken, a například také díky existenci kamen a krbů. V dnešní době je nutno pamatovat na vytvoření potřebného prostupu vzduchu přes obvodový plášť budovy.

Výměnu vzduchu probíhá samočinně a zajišťují ji rozdíly způsobené gravitačním vztlakem, dynamickým účinkem větru a obecně tlakovými rozdíly mezi vnějším a vnitřním prostředím. [9, 11, 15].

Rozložení tlaků v budově

Přirozené větrání funguje na základě stejných fyzikálních zákonů, které způsobují pohyb vzduchu v atmosféře – vítr. Jejich znalost umožňovala zejména našim předkům navrhovat složité větrací soustavy, které byly využívány dokonce jako teplovzdušné vytápění. Různé průduchy a větrací šachty takového systému můžeme dodnes vidět na některých našich hradech.

Přirozený pohyb vzduchu vzniká v důsledku působení gravitačních (vztlakových sil), vyvozených rozdílem hustot vzduchu venkovního ρ_e a vnitřního ρ_i a tlakovými rozdíly, vznikajícími při obtékání budovy větrem.

Vzhledem k nahodilému charakteru větru, jak intenzitou, tak směrem působení, nepočítá se při dimenzování větrání s jeho účinkem, pouze se kontroluje nepříznivý vliv větru na funkci větrání.

Účinek relativního pohybu okolního vzduchu je hybnou silou přirozeného větrání dopravních prostředků, automobilů, vozů metra a železnic.

Vztlak je dostatečný v zimě, v létě fungují systémy přirozeného větrání jen při vyšší teplotě vnitřního vzduchu než je teplota venkovní a užívají se celoročně tam, kde je vývin škodlivin doprovázen vznikem tepla.

Přirozené větrání se dělí podle větraného prostoru do dvou skupin: na celkové a místní.

Celkové větrání podle způsobu provedení se dále dělí:

Infiltrace

Průtok vzduchu infiltrací spárami oken a dveří; závisí na velikosti součinitele spárové průvzdušnosti i .

$$V_d = \sum(i l) \Delta p^{0,67} \quad (2.1)$$

Infiltrace je největší v mrazivých a větrných dnech a působí velké tepelné ztráty. Přináší prach, vlhkost a jiné nežádoucí příměsi do místnosti a proto se infiltrace omezuje zdokonaleným těsněním spár.

V současné době hodnoty součinitele u stávajících oken a dveří tak nízké, že nedovolují dosáhnout požadované výměny vzduchu v místnosti.

Pokud není současně vyřešeno větrání místností regulovatelnými větracími otvory nebo nuceným větráním, je nebezpečí nedostatečné trvalé výměny vzduchu, která může být příčinou hygienických závad.

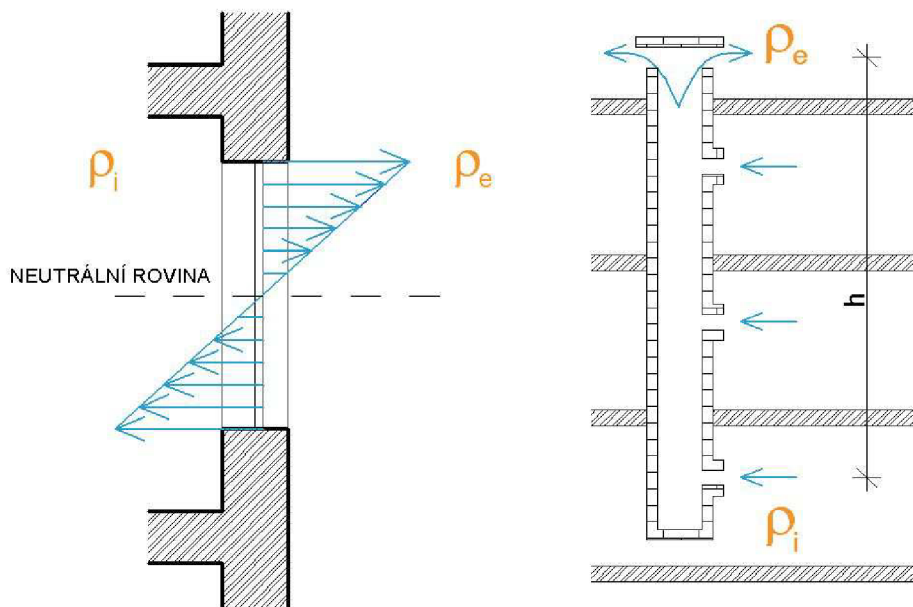
Provětrávání

Dochází k němu při otevření oken. Zvláštním případem provětrávání je větrání příčné.

$$V_d = \mu b \sqrt{g \Delta p h^3 \rho_e} \quad (2.2.)$$

Užívá se přerušovaně v obytných a veřejných budovách a přípouští se normami i pro výrobní haly (zejména jako havarijní). Energeticky úsporné je provětrávat krátce, často a velkými průřezy.

Obr. 2.1: Provětrávání oknem a šachtové větrání



Šachtové větrání

Odvádění škodlivin od stabilního zdroje s dostatečnou produkcí tepla je možné šachtovým větráním.

$$gh(\rho_e - \rho_i) = \frac{(\frac{\lambda h}{d} + \sum \xi + 1)\rho_i w^2}{2} + (p_e - p_i) \quad (2.3.)$$

Účinný tah šachty se spotřebuje na překonání tlakových ztrát při průtoku vzduchu šachtou včetně vytvoření dynamického tlaku ve výstupu a k překonání rozdílů tlaků vně a uvnitř budovy (tlakové ztráty v příváděcích otvorech).

Aerace

Přirozené větrání regulovanými větracími otvory ve stěně a ve střeše. Průtok větracího vzduchu se určuje z tepelné bilance prostoru:

$$V_d = Q / (c(t_o - t_e)) \quad (2.4.)$$

Je rozšířená zejména v teplých průmyslových provozech (měrná tepelná zátěž od vnitřních zdrojů > 25 W/m³) hutních, strojírenských a sklářských závodů. Aeraci lze ještě podle přívodu vzduchu uvažovat jednostážovou nebo vícestážovou.

Požární přirození větrání

Zvláštní stropní větrací otvory mají v případě požáru za úkol odvést kouř a teplo a vytvořit přízemní vrstvu bez kouře, která umožní záchranné práce a hašení. Odvodem tepla se snižuje nebezpečí přenosu požáru.

Místní větrání (větrání odtahové)

Celkový objemový průtok vzduchu musí být určen jako větší z těchto dvou veličin minimální výměna vzduchu V_{\min} a návrhová výměna vzduchu V_d .

$$\dot{V} = \max[\dot{V}_{\min}, \dot{V}_d] \quad (2.5.)$$

2.2.3. Nucené větrání

Je zajišťováno pomocí mechanických strojních zařízení (ventilátoru, ejektoru, dmýchadla nebo kompresoru), která regulují přívod a současně odvod vzduchu v budovách. Nucené větrání zaručuje výměnu vzduchu i při nepříznivých tlakových podmínkách, možnost regulace výkonu na základě momentálních požadavků (koncentrace CO_2 , počet osob či úroveň vlhkosti atd.), možnost úpravy vzduchu (filtrace, úprava teploty či vlhkosti atd.), a také možnost rekuperace tepla. [16, 17]

Hodnota součinitele větrací rovnováhy při celkovém větrání $\varepsilon = V_p/V_o$ (poměr průtoku vzduchu nuceně přiváděného a nuceně odváděného) dělí systémy na rovnotlaké $\varepsilon = 1$, přetlakové $\varepsilon > 1$ a podtlakové $\varepsilon < 1$. Spolu s hodnotou ε rozhoduje o velikosti tlakových rozdílů těsnost spár oken dveří.

Přetlakové větrání se používá pro větraný prostor obklopený místnostmi s nižšími požadavky na čistotu vzduchu. Podtlakovým větráním se zabraňuje unikání nebezpečných nebo obtěžujících škodlivin z větracího prostoru do jeho okolí.

Nucené větrání se dělí do čtyř hlavních skupin: na celkové, oblastní, místní a havarijní.

Celkové nucené větrání se dále dělí na podtlakové, rovnotlaké, přetlakové a rozdílové, jež může být paralelní (zónové) a sériové.

Místní větrání zahrnuje odsávání, zavětrávání, spojené větrání a vzduchové clony.

Kterýkoliv z uvedených způsobů nuceného větrání může být proveden jako jednotkový (lokální – pouze pro jednu místnost), centrální (vzduchotechnické zařízení obsluhuje více místností) a kombinovaný.

Celkový objemový tok vzduchu je určen jako součet objemového toku stanoveného z průměrného objemového toku vzduchu větracím systémem v provozu V_f a přídatného toku vzduchu V_x vyvolaného větrem a vztlakem při netěsném obvodovém plášti budovy.

$$\dot{V} = \dot{V}_f + \dot{V}_x \quad (2.6.)$$

Pro systém nuceného větrání odpovídá V vždy větší hodnotě, buď objemovému toku přiváděného vzduchu V_{sup} , nebo odváděného vzduchu V_{ex} .

Základním prvkem je ventilátor, který zajišťuje odvod vzduchu. V prostoru vzniká podtlak, množství vzduchu odebrané z místnosti tímto ventilátorem musí být nahrazeno vzduchem z okolních prostorů, který se přísaje netěsnostmi, příp. přes elementy k tomu vhodnými, jako jsou stěnové nebo dveřní mřížky.

Výměna vzduchu v celém prostoru se navrhuje v prostorách, v nichž se nedosáhne potřebné čistoty vzduchu větráním místním nebo oblastním, které jsou energeticky hospodárnější.

Jsou to prostory s rovnoměrně v prostoru rozmístěnými zdroji škodlivin (např. shromažďovací místnosti - divadla, biografy, společenské sály) nebo tam, kde nelze předem určit místa vzniku škodlivin, jako jsou výroby bez pevných pracovišť (svařovny velkých výrobků, velkokuchyně, hromadné garáže, továrny apod.).

Pro specifické účely se filtrace a ohřev větracího vzduchu doplňuje dalšími úpravami. Chlazením v létě u komfortních zařízení a určitých průmyslových zařízení, např. potravinářského průmyslu, laboratoří.

Zvlhčováním při zpracování hygroskopických materiálů jako je textil, tabák, papír avšak i v muzeích výtvarného umění, knihovnách. Odvlhčováním, které je většinou spojeno s chlazením (chemický průmysl). Takto vybavená zařízení umožňují částečnou klimatizaci.

2.2.4. Kombinované větrání

Větrání nucené lze kombinovat s přirozeným. Oblíbená kombinace místního odsávání s přirozeným přívodem vzduchu (bez starosti o jeho čistotu a ohřev) se nazývá kombinované větrání.

Hybridní větrání

Představuje systém, ve kterém je kombinován účinek přirozených (vztlakových) sil se silou mechanickou (nucené větrání). [1]

Základní filozofií hybridního větrání je udržet uspokojivé vnitřní prostředí střídáním a kombinací obou režimů (přirozeného a nuceného) tak, aby to nebylo na úkor spotřeby energie. To znamená použít přesně definované množství vzduchu v letním a zimním období, použití elektrické energie pouze pokud je to nezbytné a elektrickou energii dodávat pokud možno z obnovitelných zdrojů.

Nezbytnou součástí je řídicí systém, který na základě aktuálních hodnot směrodatných veličin nastavuje provozní režim systému. Z hlediska kvality obytného prostředí je podstatnou veličinou koncentrace CO₂.

Nejčastěji lze aplikovat kombinované větrání při ventilaci velkých, prostorově značně rozlehlých celků se zdroji tepla. I když aerací zajistíme celkové větrání provozní haly, v některých, zvláště vyšších partiích, bývá výměna vzduchu zcela

nedostatečná. Pak je tedy nutno přivádět do těchto míst čerstvý vzduch nuceným způsobem.

Druhy možných kombinací:

- Střídané nebo současné použití přirozeného a nuceného větrání



Tato strategie je založena na dvou nezávislých větracích systémech, kde řídicí systém přepíná mezi jednotlivými systémy nebo je vzájemně kombinuje.

- Přirozené větrání asistované ventilátorem



Tato strategie je založena na systému přirozeného větrání, kombinovaného s ventilátorem pro přívod nebo odvod vzduchu. Ventilátor se uvádí do činnosti pouze v případě nepříznivých podmínek pro přirozené větrání.

- Nucené větrání podpořené šachtovým efektem a účinkem větru



Tato strategie je založena na systému nuceného větrání, který optimálně využívá rozdílů teplot a účinku větru pro výměnu vzduchu

Celkový objemový tok vzduchu, pokud není mechanické větrání nepřetržitě v provozu, se vypočítá:

(2.7.)

Objemový tok vzduchu V_0 zobrazuje tok vzduchu při přirozeném větrání (při vypnutí mechanického větracího systému) včetně toku vzduchovody, V'_x je přídatný objemový vzduchový tok infiltrací při vypnutí větracího systému, V_f je návrhový objemový tok vzduchu způsobený mechanickým větráním, V_x je přídatný tok infiltrací při mechanickém větrání způsobený účinky větru.

Chladné provozy vyžadují v létě větší intenzitu větrání než v zimě, neboť je třeba odvádět tepelnou zátěž z oslunění. Je účelné zajistit v létě zvýšené větrání přirozeným způsobem a v zimě větrat nuceně vzhledem k nutnosti ohřívat přiváděný vzduch.

V provozovnách s nebezpečím náhlého úniku škodlivin při poruše technologického zařízení, se zajišťuje intenzivní větrání zamořeného prostoru, aby nebylo ohroženo zdraví pracovníků, nedošlo k výbuchu apod., *větráním havarijním*. Intenzita větrání se jím několikanásobně zvýší.

Navrhuje se jen do místností, do nichž je zajištěn dostatečný přívod vzduchu, a to vhodnými otvory (otevřením dveří) a z venkovního prostoru (otevřením oken). Zařízení se spouští automaticky nebo ručně z ohroženého prostoru a paralelně mimo něj.

2.2.5. Nucený přívod vzduchu

Celkové větrání jen s nuceným přívodem vzduchu může sloužit ke kompenzaci místně odsávaného vzduchu. Přebytek přiváděného vzduchu nad odváděným vytváří přetlak vůči okolí a uniká spárami v oknech a dveřích.

V zimě je nutné přiváděný vzduch ohřívat, celoročně filtrovat. Tento systém je vhodný převážně pro prostory, ve kterých nevznikají žádná silná znečištění, jako jsou např. kanceláře, drobné výroby, prodejny, výstavní haly.

Zařízení umožňuje pracovat zčásti nebo zcela se vzduchem oběhovým. Jsou oblíbená, neboť jedním zařízením řeší větrání i vytápění prostoru.

Jednotková zařízení, zejména s axiálními ventilátory (nástěnné soupravy), neumožňují filtraci výfukového vzduchu a nejsou proto hygienicky vhodná. Jejich tepelný výkon je vzhledem ke vzduchovému výkonu značný a vystupující vzduch

při velkém zvýšení teploty a malé rychlosti (velkém Archimédově čísle) je silně neizotermní.

Čerstvý teplý vzduch se proto shromažďuje pod stropem a přízemní pracovní oblastí neprochází. Je třeba počítat s velkým rozdílem teplot u stropu a u podlahy.

U vysokých hal se určitého vyrovnání teplot dosáhne svislými proudy vzduchu z pomocných ventilátorů, umístěných pod stropem. Zařízení centrální umožňují filtraci vzduchu i hospodárnou regulaci.

Nelze využít rekuperaci odpadního tepla a tím snížení energetické náročnosti zařízení.

Zvláštním případem je teplovzdušné větrání s vytápěním, s ohřevem přiváděného vzduchu na 30 až 50 K nad vnitřní teplotu. Teplem, úměrným uvedenému rozdílu teplot, se kryjí tepelné ztráty prostupem tepla stěnami.

2.2.6. Nucený odvod vzduchu

V tomto systému se využívá ve většině případů nucený odtah vzduchu a přirozený přívod vzduchu okny a dveřmi. Tento systém může být s výhodou využíván, jak v nových bytových stavbách, tak při zlepšení hygienických podmínek při rekonstrukcích starší bytové zástavby.

Nucený odtah vzduchu bývá obvykle navržen následujícími způsoby:

- systémem s trvalým odsáváním vzduchu z WC, koupelny a kuchyně;
- systémem s občasným odsáváním z těchto místností, zapínaným současně se vstupem do místnosti nebo rozsvícením světla.

Celkové odsávání je vhodné pro malé místnosti se silným znečišťováním vzduchu plynnými škodlivinami nebo teplem, zejména kuchyně, záchody, sklady odpadků, bezokenní pomocné místnosti, garáže.

Je v nich podtlak vůči okolním místnostem, který brání pronikání znečištěného vzduchu do okolí.

Pro správnou funkci musí být zajištěn dostatečný volný průřez vhodně umístěných otvorů k přívodu vzduchu. Zařízení sestává z ventilátoru, odsávacího vzduchovodu s vyústkami a odpadního vzduchovodu s výfukovou hlavicí nebo krytem výfukového otvoru.

Zásadní nevýhodou těchto systémů je vyloučená instalace rekuperačních zařízení, zvláště pro nízkoenergetické a pasivní objekty, kde spotřeba tepla pro větrání již převyšuje transmisní ztráty budov.

2.3. Klimatizace

Lze ji definovat jako úpravu a výměnu znehodnoceného vzduchu v daném prostoru přírodním vzduchem, který je alespoň ochlazován, vlhčen, nebo odvlhčován a v zimě zpravidla ohříván. Klimatizace zajišťuje všechny složky vnitřního prostředí budov (čistota, teplota, vlhkost) na požadované úrovni v celém spektru vyskytujících se provozních stavů budovy či místnosti. [15]

Základním výkonovým parametrem vzduchotechnického zařízení je vzduchový výkon (též objemové množství nebo objemový průtok vzduchu) v jednotkách m^3/h , nebo m^3/s .

Celkový objemový tok vzduchu V se stanovuje individuálně dle konkrétního případu, obecně by jej šlo napsat pomocí integrálu proměnného v čase t :

$$\dot{V} = \int_{t=t_1}^{t=t_2} c\rho\Delta\theta dt \quad (2.8.)$$

Základním prvkem je ventilátor, který zajišťuje odvod vzduchu. V prostoru vzniká podtlak, množství vzduchu odebrané z místnosti tímto ventilátorem, musí být nahrazeno vzduchem z okolních prostorů, který se přísaje netěsnostmi, příp. přes elementy k tomu vhodnými, jako jsou stěnové nebo dveřní mřížky.

Pro specifické účely se filtrace a ohřev větracího vzduchu doplňuje dalšími úpravami. Chlazením v létě u komfortních zařízení a určitých typů průmyslových zařízení, např. potravinářského průmyslu, laboratoří; zvlhčováním při zpracování hygroskopických materiálů jako je textil, tabák, papír avšak i v muzeích výtvarného umění, knihovnách. Odvlhčováním, které je většinou spojeno s chlazením (chemický průmysl).

Klimatizován nemusí být celý prostor budovy pouze některé vybrané místnosti. Tímto se liší od větrání, které je přítomno ve všech prostorech budovy.

2.4. Tvorba prostředí

Vytvořit odpovídající model ke skutečnému objektu není jednoduché. Model musí obsahovat určitá zjednodušení, aby program mohl pracovat bez větších problémů, ale zároveň musí být dostatečně přesný, aby výsledky odpovídaly hodnotám naměřeným na reálných objektech.

Objekt definujeme jeho polohou v krajině, jednotlivými provozy v budově a používanými technickými zařízeními.

2.4.1. Vnější klimatické podmínky

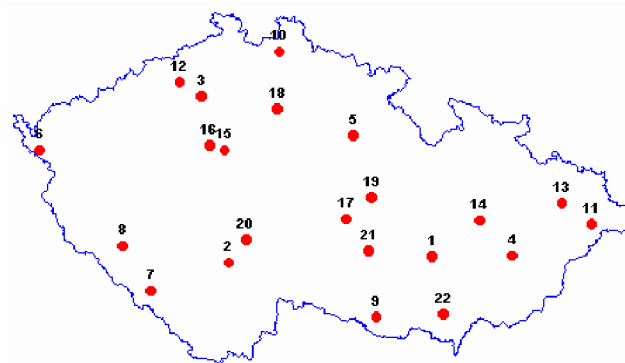
Nejčastěji jde o určení zeměpisné polohy objektu a s tím související meteorologické a klimatologické poměry. Ty charakterizují vnější prostředí veličinami, jejichž číselné hodnoty jsou výsledkem statistického zpracování výsledků dlouhodobého měření.

Klimatické podmínky

Vyjadřují průměrný stav ovzduší a jsou výchozí pro určení mezních tepelných toků nutných k dimenzování vnitřních technických systémů (VZT, vytápění). Pro ČR jsou extrémní období zima a léto.

Ve valné většině případů se přebírají měření vnějších teplot z ČHMU (Český hydrometeorologický ústav). Obvykle se zvolí nejbližší hydrometeorologická stanice.

Obr. 2.2: Poloha meteorologických stanic po ČR



Povětrnostní poměry

Charakterizují aktuální stav ovzduší. Jsou výrazně nestacionární a nezbytné k určení okamžitých tepelných toků.

K nejdůležitějším veličinám patří teplota vnějšího vzduchu, intenzita slunečního záření, vlhkost a entalpie vnějšího vzduchu, koncentrace škodlivin ve vnějším prostředí, intenzita a převládající směr větru.

Neméně důležitá je i poloha objektu v krajině. Zda se jedná o budovy samostatně stojící nebo řadovou zástavbu.

2.4.2. Vnitřní prostředí

Vnitřní prostředí neboli mikroklima je omezená část životního prostředí, jehož stav formují agencie představující energetické a hmotnostní toky mezi dvěma prostředími.

Přehled druhů mikroklimatu:

<ul style="list-style-type: none">• tepelně vlhkostní• mikrobiální• ionizační• aerosolové• odérové• toxické	<ul style="list-style-type: none">• akustické• světelné• elektroiontové• elektrostatické• elektromagnetické
--	---

Pro návrh a provoz soustav technických zařízení budov (TZB) je zásadní interní mikroklima budov čili vnitřní prostředí budov. Charakteristika a doporučení uvedeny ve zkrácené formě dle [22]:

- AGENCIE jsou látky tepelného nebo hmotnostního charakteru např. teplo, vodní pára, odéry, aerosol, apod., často mají povahu škodlivin

- ŠKODLIVINY jsou látky energetického nebo hmotnostního charakteru, jejichž výskyt je v daném prostoru nežádoucí např. teplo, prach, vodní pára apod.
- ODÉRY jsou látky, které lze charakterizovat čichovými vjemy např. vůně a zápach
- AEROSOL je směs vzduchu a rozptýlených velmi jemných tuhých či kapalných částic

Interní mikroklima místností a budov se vytváří v interakci působících agencí, provozu budovy a jejího zařízení. K pobytu osob, živočichů či průběhu technologických procesů je nutný jistý stav vnitřní prostředí místností a budov vytvořený technickými prostředky.

Tvorba interního mikroklimatu představuje vytvoření požadovaného stavu vnitřního prostředí budov. Základním prostředkem tvorby interního mikroklimatu v naší zeměpisné poloze je stavební konstrukce, která poskytuje prvotní ochranu před vlivy počasí. Zásadním technickým prostředkem celoroční tvorby interního mikroklimatu jsou VZT systémy. V zimním období zajistí tepelný stav prostředí většiny budov vytápění.

Obecná doporučení k zajištění interního mikroklimatu:

- je nutná vyšší teplota vzduchu v létě a nižší teplota v zimě oproti střední teplotě sálání okolních ploch.
- maximální průměrná rychlost vzduchu $0,15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v zóně pobytu osob. V případě vnitřní teploty vyšší než 26°C lze tuto rychlost mírně zvýšit.
- relativní vlhkost vnitřního vzduchu v místnostech s pobytom osob by měla být mezi 40 % až 60 %.
- maximální teplotní rozdíl mezi zónou úrovně nohou a úrovně hlavy má být 3K.
- teplota podlahy má být mezi 18°C a 28°C .

- maximální koncentrace CO_2 v místnostech s pobytem osob ve vzduchu nemá přesáhnout 0,1 %.

2.4.3. Některé složky vnitřního prostředí a jejich charakteristika

Teplotně – vlhkostní složka

Tepelně-vlhkostní pohodu prostředí vytvářejí tepelné a vlhkostní toky (teplo a vodní pára) v interiéru, které působí na člověka a spoluvytvářejí tak jeho celkový stav. Tepelně vlhkostní mikroklima je dáno třemi navzájem závislými faktory - teplotou, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu.

Optimální tepelně vlhkostní stav vnitřního prostředí je důležitý nejen pro zdraví člověka, ale i pro správné fungování vlastní stavby.

Teplota vzduchu: Hodnocení teploty zahrnuje teplotu vzduchu, výslednou teplotu, radiační teplotu a povrchovou teplotu.

Základní pojmy jsou:

- *teplota vnitřního vzduchu* t_i ,
- *účinná teplota okolních ploch* t_u (často se nahrazuje průměrnou povrchovou teplotou t_p),
- *výsledná teplota* (globeteplota) t_g , vyjadřuje společný účinek výše uvedených teplot,
- *střední radiační teplota* t_r rovnající se t_u ,
- *asymetrie střední radiační teploty* t_a protilehlých ploch,
- *stereoteplota* t_{st} je směrová radiační teplota měřená kulovým teploměrem a charakterizuje radiační účinek okolních ploch ve sledovaném prostorovém úhlu, *operativní teplota* t_o je vypočtená hodnota dle níže uvedeného vztahu pro účinnou (střední radiační) teplotu t_r , teplotu vzduchu t_i a rychlost jeho proudění a udává teplotu uzavřeného černého prostoru, v němž by lidské tělo sdílelo radiací a konvekcí stejně tepla, jako ve skutečném prostoru

Dosažení optimálních operativních teplot předpokládá ohřev interiéru v zimě a chlazení v létě, tj. vytápění a klimatizační zařízení je třeba dimenzovat na tyto teploty.

Přípustnou operativní teplotou se rozumí průměrná operativní teplota, která je dána časově váženým průměrem teplot vyskytujících se během dne (mezi 6 a 23h), respektive aritmetickým průměrem pravidelně měřených teplot v intervalech nejdéle jedné hodiny.

Relativní vlhkost:

Vlhkost je nutno ve vnitřním prostředí sledovat a upravovat - nejjednodušší cestou je výměna vzduchu větráním. Nepříznivé zdravotní následky může mít pokles relativní vlhkosti v zimním období na 20% i méně, ke kterému dochází vlivem vytápění, stejně jako zvýšení vlhkosti nad 60% v ostatních ročních obdobích.

V běžném životě může být vlhkost přesahující trvale 60% již nebezpečným faktorem, protože dojde-li na chladnějších plochách vnitřních konstrukcí ke kondenzaci vzdušné vlhkosti, dochází na vlhkém zdivu k růstu plísní. Ve srovnání s relativní vlhkostí 30 - 40% se při této relativní vlhkosti až dvojnásobně množí počet přežívajících mikroorganismů (Staphylococcus, Streptococcus).

Rychlost proudění vzduchu

Rychlost proudění vzduchu je veličinou ovlivňující tepelné děje v prostoru a tím i stav vnitřního prostředí. Pohyb vzduchu v prostoru je dosti turbulentní. Proto je nutno sledovat její hodnoty měřením v delším časovém intervalu a určit střední hodnotu.

Oděrová složka

Oděrová složka prostředí je tvořena oděry, tj. toky těch látek v ovzduší, které působí na člověka a spoluvytvářejí tak jeho celkový stav.

Odérové látky (odéry) jsou plynné složky v ovzduší, vnímané jako pachy (jednak nepříjemné - zápachy, jednak příjemné - vůně). Jsou to anorganické nebo organické látky, většinou produkované člověkem samotným nebo jeho činností, nebo uvolňované člověkem nebo jeho činností, popř. uvolňované ze stavebních konstrukcí a zařizovacích předmětů. Jejich počet má v interiérech budov stoupající tendenci.

Kriteriem pro posuzování úrovně odérové složky je jednak koncentrace CO₂ v interiéru, jednak koncentrace TVOC, podrobněji viz. Obytné prostory dle EUR 14449 EN; za postačující kritérium lze tedy považovat jen CO₂.

- Průměrná hodnota CO₂ v průběhu 24 h se předpisuje 1000 ppm (1800 mg/m²); (WHO/ EURO: Air Quality Guidelines 1992 – odpovídá cca 20% nespokojených neadaptovaných osob). Na tuto hodnotu je třeba dimenzovat vzduchotechnická zařízení pro obytné budovy.
- Současně by nikdy neměla být překročena (v průběhu celých 24 h) koncentrace 1200 ppm (2160 mg/m³); (WHO/ EURO: Air Quality Guidelines 1992 – blíží se hodnotě 30 % nespokojených neadaptovaných osob).
- Předpokládáme-li koncentraci CO₂ v čistém venkovním vzduchu 390ppm, ve znečištěném vzduchu 440ppm, produkci CO₂ 19 l/ h osobu (EUR 14 449 EN), pak platí: Pro koncentraci CO₂ v interiéru 1000ppm je nutný přívod čistého vzduchu 30 m³/(h os), znečištěného vzduchu (zvláště ve městech) až 34 m³/(h os). Na tyto hodnoty je třeba dimenzovat nucené větrání. Nemá-li současně překročit nárazová hodnota koncentrace CO₂ 1200ppm, musí minimální hodnota čistého přiváděného vzduchu být nejméně 23 m³/ (h os), znečištěného vzduchu 25 m³/ (h os).

Uvedená množství venkovního vzduchu, vzhledem k obvyklé kvalitě současných staveb (plastová okna, eurookna), je nutno zajistit:

- okny s regulovatelnými větracími otvory
- speciálními přívody vzduchu pod okny (pokud možno za otopnými tělesy)
- nuceným větráním, kdy množství vzduchu by mělo být regulovatelné v závislosti na počtu osob v interiéru

Eletro-iontová složka

Elektro-iontová složka prostředí je vytvářena negativními a pozitivními ionty v ovzduší, které působí na člověka a spoluvytváří tak jeho celkový stav.

Zdrojem ionizační energie bývá nejčastěji působení elektrického pole.

Akustická složka

Akustické (zvukové) mikroklima je složka prostředí tvořené akustickými (zvukovými) toky v ovzduší, které exponují subjekt a spoluvytvářejí tak jeho celkový stav. Do interiéru budovy vniká zvuk jednak z exteriéru, přes obvodový plášť objektu, jednak je vytvářen zdroji uvnitř budovy, a to většinou v souvislosti s různou činností člověka (při různých pracích, při hře na hudební nástroje, při provozu různých zařízení při poslechu rozhlasu a televize).

Mimo činnost člověka jsou nejčastěji zdroji hluku:

- vzduch s relativně vysokou rychlostí a náhlými změnami své rychlosti
- vibrující části mechanismů, tj. většinou nevyvážené rotující díly strojů

Od zdroje se vzduch šíří buď pouze vzduchem a jím do sluchu člověka, nebo je přenášen různými konstrukcemi a pak teprve vzduchem.

Z hlediska časového průběhu rozeznáváme hluk ustálená, proměnný, přerušovaný a impulsní.

Základem je tvorba optimálního vnitřního prostředí budov – mikroklimatu. Tím je myšleno zabezpečit optimalizaci alespoň tří složek prostředí: tepelně-vlhkostní, odérové a elektroiontové.

2.5. Legislativní předpisy

Přistoupením ČR do Evropské Unie se v procesu přibližování legislativní předpisů jednotlivých zemí změnila i naše národní legislativa. Do stávající platných předpisů je nutno zapracovat úpravy vztahů a některé nové veličiny, které byly schváleny EU a budou platit na celém jejím území.

Energetickou náročností budov se zabývá Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2002/91/ES [4]. Některé její části, např. tepelnou bilanci celé budovy a způsobem výpočtu jejích jednotlivých složek, uvádí vyhláška [6].

K vyhlášce patří přílohy, ve kterých jsou uvedeny jednotlivé postupy výpočtu spotřeb tepla a energií, a vzor pro vypracování energetického průkazu (PENB).

V době psaní dizertační práce docházelo k zásadní novelizaci zákona č. 406/2000 Sb. a jeho prováděcích vyhlášek. Účinnost zákona je od 1. 1. 2013. Schválení zákona [24] proběhlo 19. 7. 2012.

Nejvýznamnějším zásahem je zavedení referenční budovy pro posouzení požadavků na energetickou náročnost budovy.

2.5.1. Obecný postup výpočtu

Celková vypočtená roční energie Q_{fuel} se stanoví pro celou budovu (všechny zóny) pomocí měsíční intervalové výpočtové metody jako součet vypočtené dodané energie pro pokrytí jednotlivých dílčích potřeb pro viz. Tab. 2.3.

Hodnoty těchto dílčích dodaných energií se spočítají podle druhu energonositele a zahrnují účinnosti energetických systémů v budově a ztráty vzniklé v těchto systémech. Také obsahují část tepelných ztrát využitých ke snížení spotřeby energie a pomocnou energii včetně využitelných tepelných zisků. [13, 14]

Tab. 2.3: Schéma výpočtu celkové roční dodané energie

	Dílní dodaná energie ⁶	Dodaná pomocná energie	Energie z OZE ⁷	Celkem
			Elektrická	
vytápění	$Q_{\text{fuel};H}$	$Q_{\text{Aux};H}$	$Q_{\text{PV};E} + Q_{\text{CHP};E}$	Q_{fuel}
chlazení	$Q_{\text{fuel};C}$	$Q_{\text{Aux};C}$		
větrání (vč. zvlhčování ⁸)	$Q_{\text{Aux};\text{Fans}} + Q_{\text{fuel};\text{Hum}}$			
teplá voda	$Q_{\text{fuel};\text{DHW}}$	$Q_{\text{Aux};\text{DWH}}$		
osvětlení	$Q_{\text{fuel};\text{Light};E}$			

2.5.2. Výpočet dodané energie dle ČSN EN 12831

Do budovy je na její systémové hranici dodávána energie, která je přeměněna ve zdroji a následně je rozvedena do jednotlivých zón. Zdrojem pro přeměnu energie je například tepelné čerpadlo, plynový kotel nebo výměňková stanice pro ústřední topení. Na Obr 2.1 je zobrazeno schéma celkového toku energie budovou.

Legenda:

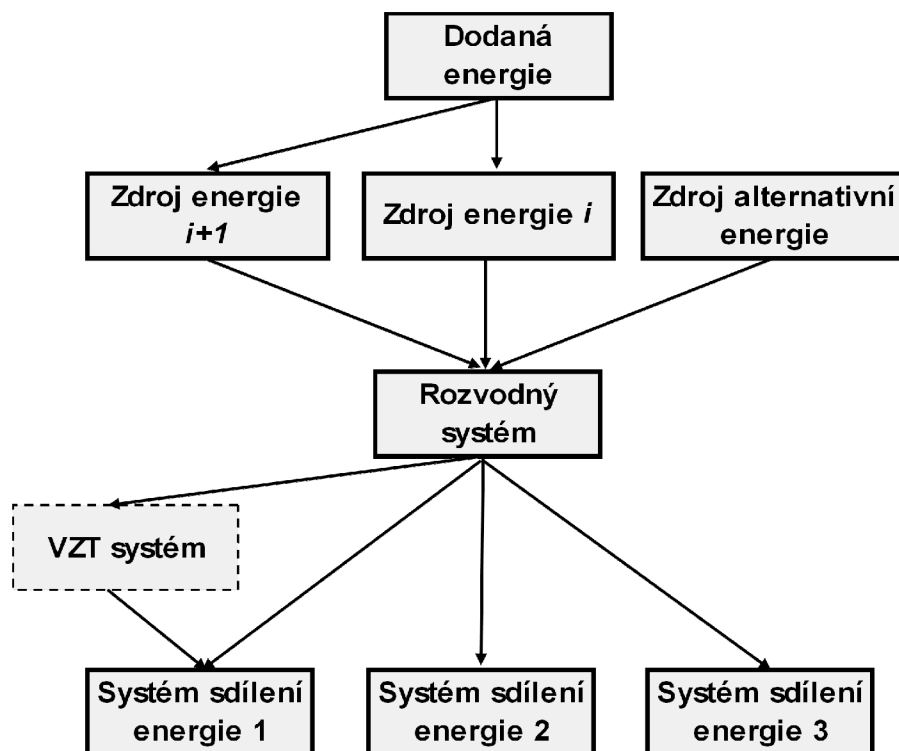
<ul style="list-style-type: none"> • B budova • THT – přenos tepla prostupem • VHT – přenos tepla větráním • L – přenos mezi I a E; • SHS – vnější zdroje solárních zisků • IHS – vnitřní zdroje tepla • NC – potřeba energie pro chlazení 	<ul style="list-style-type: none"> • CR-Sys-L – chlad získaný ze ztrát systému v budově • Sys – technické zařízení budovy • Sys-HL – energ. systém pro chlazení • RE-H – obnov. energie pro C (tepel.) • RE-E – obnov. energie pro C (efekt.) • 1 – dodaná energie (elektrická) • 2 – dodaná energie (plyn, uhlí, olej,..)
---	---

⁶ Dodaná energie včetně odečtené energie ze solárních kolektorů.

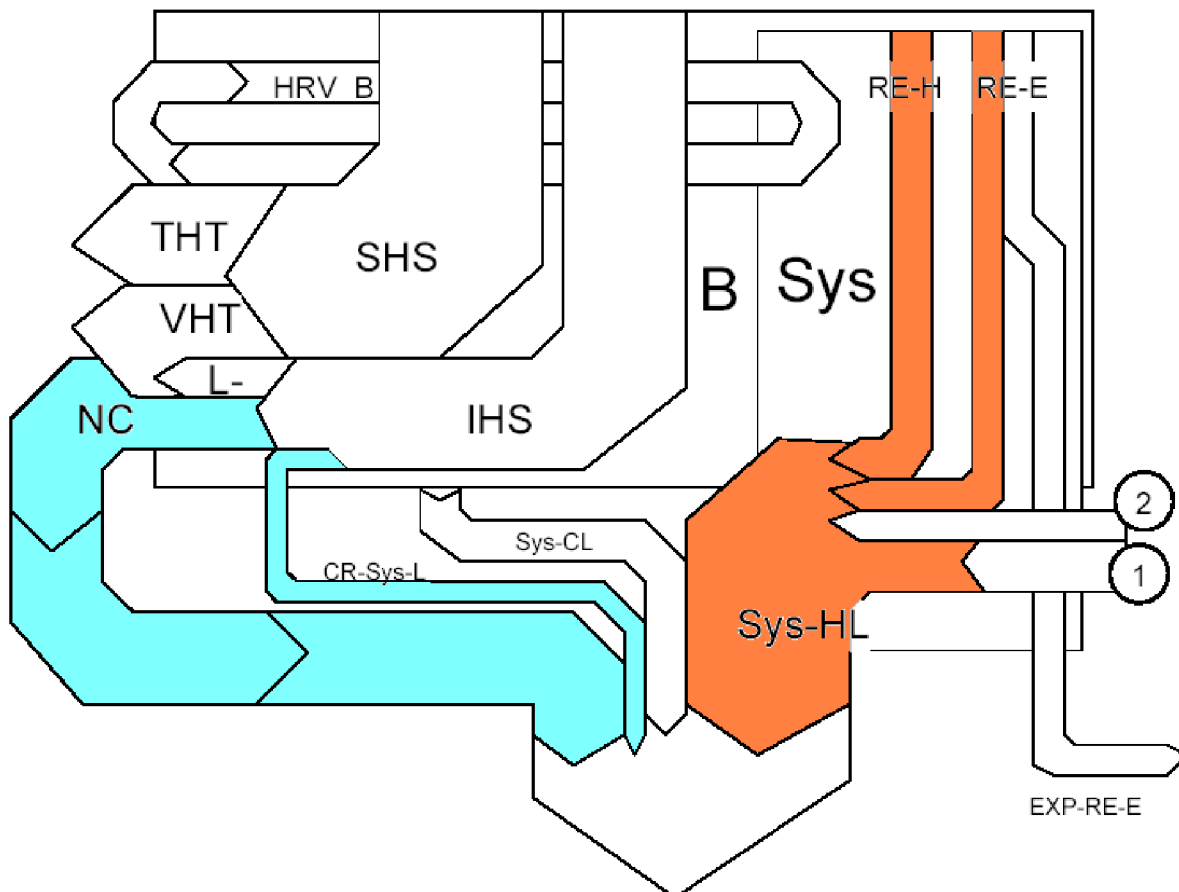
⁷ Energie vyrobená z OZE je přičítána se znaménkem minus.

⁸ V případě použití zvlhčování je dodaná energie na zvlhčování připočtena k dodané energii na mechanické větrání budovy.

Obr. 2.3: Celkový tok energie v budově dle [1]



Obr. 2.4: Tok energie při chlazení v budově dle [14]



Výpočetní postup stanovení potřeby energie v budově nebo zóně budovy je proveden obálkovou metodou pro režimy vytápění (index H) a chlazení (index C) podle příslušných technických norem.⁹

- Potřeba energie na vytápění

$$Q_{dem,H} = Q_{L,H} - \eta_{G,H} Q_{G,H} \quad (2.1)$$

- Potřeba energie na chlazení

$$Q_{dem,C} = Q_{L,C} - \eta_{G,C} Q_{G,C} \quad (2.2)$$

Celkový tepelný tok a tepelné zisky pro režim vytápění a chlazení

- Celkový tepelný tok Q_L

$$Q_L = Q_T + Q_V \quad (2.3)$$

- Celkové tepelné zisky Q_G

$$Q_G = Q_i + Q_s \quad (2.4)$$

- Tepelný tok větráním Q_V

$$Q_V = \sum i \{H_{V,i}(\theta_{i,z} - \theta_{S,i})\} t \quad (2.5)$$

Měrný tepelný tok větráním $H_{V,i}$ se stanoví jako součet infiltrace, přirozeného a nuceného větrání pro každou zónu budovy z , pro každou konstrukci přilehlou k prostoru(ům), prostředí nebo zóně(ám) podle:

$$H_{V,i} = b f_{vent} \rho_a c_a V_{V,i} \quad (2.6)$$

Činitel b se určuje pouze v případech, pokud je zóna provětrávána vzduchem z přilehlé neklimatizované zóny.

⁹ Například ČSN EN ISO 13790, ČSN EN 12831, EN ISO 13370.

Výměna vzduchu v klimatizovaném prostoru

Výpočtový postup pro stanovení výměny vzduchu závisí na uvažovaném řešení, např. s nebo bez větrací soustavy.

- Přírozené větrání – Předpokládá se, že větrací soustava není nainstalovaná. Hodnota výměny vzduchu je poté:

$$\dot{V}_i = \max (\dot{V}_{inf,i} \dot{V}_{min,i}) \quad (2.7)$$

- Nucené větrání – Větrací soustava je v prostoru využívána, pak se výměna vzduchu vypočítá jako:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} \times f_{vi} + \dot{V}_{mech,inf,i} \quad (2.8)$$

- Množství vzduchu při užití nucených soustav

$$\dot{V}_{mech,inf} = \max (\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}) \quad (2.9)$$

V budovách pro bydlení je množství přiváděného vzduchu pro celou budovu většinou rovno 0. $\dot{V}_{mech,inf}$ se nejprve stanoví pro celou budovu. Následně se rozdělí množství venkovního vzduchu do každého prostoru podle jeho průvzdušnosti v poměru k průvzdušnosti celé budovy.

$$\dot{V}_{mech,inf,i} = \dot{V}_{mech,inf} \frac{V_i}{\sum V_i} \quad (2.10)$$

Nejsou-li dostupné hodnoty průvzdušnosti, lze využít poměr objemů jednotlivých prostorů.

Dodaná energie pro vytápění

Výpočet velikosti potřeby energie na vytápění se provádí za těchto podmínek:

- Měrný tepelný tok H (W/K), celkové ztráty nebo zisky Q_G , (GJ), a veličiny pro jejich výpočet se stanoví podle příslušných technických norem.

- Výpočet se provádí v ustáleném teplotním stavu, dynamické vlastnosti se zahrnují činitelem využití tepelné kapacity budovy, účinností systémů technických zařízení budovy nebo účinností využití tepelných zisků, apod.
- Potřeby energie se stanovují pro jednotlivé energonositele a výpočet se provádí samostatně pro každý časový výpočtový interval (měsíc) a pro každou teplotní, režimovou nebo užitnou zónu budovy.
- Vstupní údaje opakovaně proměnlivé v průběhu časového výpočtového intervalu se stanoví průměrem, například z hodnot získaných z časových snímků jednotlivých provozních stavů alespoň v týdenních cyklech.
- Pro hodnocení budovy se systémem chlazení nebo klimatizace musí být budova rozdělena na teplotní zóny tak, aby v jedné zóně nebyly současně obvodové konstrukce se severní a jižní orientací.
- Tepelný tok prostupem se stanoví z venkovních rozměrů obvodového pláště budovy, tj. obalová plocha na systémové hranici budovy, ostatní veličiny se stanoví pro celkovou podlahovou plochu budovy.
- Prostup tepla do nevytápěných prostorů a přilehlé zeminy se v jednoduchém výpočtu může provést pomocí činitelů teplotních redukcí b při uvažování součinitelů prostupu tepla U bez vlivu přilehlých prostředí.
- Ve výpočtu měrného toku prostupem tepla H_T se zohledňují jak tepelné mosty, tak tepelné vazby mezi konstrukcemi; měrný tepelný tok větráním H_V se stanoví jako součet tepelných toků mechanického a přirozeného větrání vnitřních prostorů.
- Vliv přídatné tepelné izolace výplní otvorů, noční chlazení větráním, chlazení či ohřev zemním výměníkem a zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu se zahrnuje do výpočtu prostřednictvím činitele teplotní korekce f_j nebo účinností technických zařízení energetických systémů budovy η_j .
- Vnitřní tepelné zisky obsahují využitelné metabolické teplo normového počtu uživatelů, teplo z energetických systémů budovy, z osvětlovacích těles; dále

se mohou započítat tepelné zisky z rozvodů, cirkulace a akumulace teplé vody a vytápění v budově, z pomocné energie.

- Solární tepelné zisky se započítávají s uvažováním korekčního činitele stínění (clonami, konstrukcemi, horizontem) a s uvažováním účinnosti jejich využití pro vytápění, popř. s plnou účinností při tepelné zátěži pro chlazení.

Při výpočtu solárních tepelných zisků zvláštních prvků (zimní zahrady, stěny s transparentní izolací, Trombeho stěny) a neprůsvitných konstrukcí se zahrnuje vliv fázového posunu tepelného zisku.

Energie dodaná do budovy pro vytápění v jednom roku $Q_{\text{fuel};H}$ se rozděluje podle druhů energonositelů a pro jednotlivé měsíce. Pokud je zdrojem tepla KVET, je předpokládáno, že teplo na vytápění je přednostně dodáváno z KVET ($Q_{\text{gen};H}$).

Dodaná energie za měsíc n pro každý zdroj tepelné energie i se stanoví podle vztahu:

$$Q_{\text{gen};H;c;n;i} = \frac{(Q_{\text{distr};H;n} \times F_{\text{gen};H;n;i})}{(\eta_{\text{gen};H;c;i} \times \eta_{\text{gen};H;ctrl;i} \times COP_{\text{gen};H;c;i})} \quad (2.11)$$

Součinitel $F_{\text{gen};H;n;i}$ určuje podíl dodávky tepelné energie ze zdroje do rozvodného systému. Tento podíl je stanoven v rámci předběžných výpočtů.

Příprava teplé vody

Tato energie se stanoví za následujících podmínek:

- Množství připravované teplé vody, její teplota a další veličiny pro výpočet dodané energie na její ohřev $Q_{\text{fuel};DHW}$, (GJ), musí být stanoveny podle příslušných technických norem.
- Tepelné ztráty rozvodem, cirkulací a akumulací teplé vody v budově se mohou zčásti započítat do využitelných tepelných zisků na vytápění a popř. do tepelné zátěže při chlazení.

- Výpočet tepelných zisků se provádí v ustáleném teplotním stavu, dynamické vlastnosti se zahrnují účinností soustavy ohřevu teplé vody a účinností využití tepelných zisků.
- Potřeby energie se stanovují pro jednotlivé energonositele; výpočet se provádí samostatně pro každý časový výpočtový interval (měsíc) pro celou budovu.
- Vstupní údaje opakovaně proměnlivé v průběhu časového výpočtového intervalu se stanoví průměrem například z hodnot získaných z časových snímků jednotlivých provozních stavů aspoň v týdenních cyklech.
- Tepelné zisky ze slunečního záření se zahrnují s uvažováním korekčního činitele stínění kolektorů (konstrukcemi, horizontem), s uvažováním účinnosti využití tepelných zisků a účinnosti soustavy přehřevu teplé vody.

Dodaná energie na přípravu teplé vody za měsíc n pro každý instalovaný zdroj přípravy teplé vody i se stanoví ze vztahu:

$$Q_{gen;DHW;c;n;i} = (Q_{distr;DHW;n} \times F_{gen;DHW;n;i}) / (\eta_{gen;DHW;i} \times COP_{gen;H;c;i}) \quad (2.12)$$

Systémy přípravy teplé vody bez tepelného čerpadla mají koeficient $COP_{gen;H;c;i} = 1$.

Dodaná energie na chlazení a odvlhčování

Postup výpočtu je velmi obdobný určení dodané energie pro vytápění. Pouze index H se mění za index C . Také se třeba rozlišit, zda se v objektu jedná o chlazení či pouze odvlhčování.

- Chlazení

Dodaná energie na chlazení za měsíc n pro každý zdroj chladu i a každý energonositel c je stanovena vztahem:

$$Q_{gen;C;c;n;i} = (Q_{distr;C;n} \times F_{gen;C;n;i}) / COP_{gen;C;c;i} \quad (2.13)$$

- Zvlhčování

Pro každý zvlhčovací systém s a každý energonositel c je dodaná energie stanovena ze vztahu:

$$Q_{gen;Hum;c;n;i;s} = Q_{distr;Hum;n;s} / \eta_{gen;Hum;c;i} \quad (2.14)$$

Pomocná energie

Pro účely této vyhlášky se stanovuje spotřeba pomocné energie pro systém vytápění, chlazení, větrání a přípravy teplé vody.

Dodaná pomocná energie zahrnuje pouze elektrickou energii. Roční dodaná pomocná energie se stanoví ze vztahu:

$$Q_{fuel;Aux} = \sum_n Q_{fuel;Aux;n} \quad (2.15)$$

$$Q_{fuel;Aux;n} = Q_{Aux;H;n} + Q_{Aux;C;n} + Q_{Aux;DHW;n} + Q_{Aux;Fans;n} \quad (2.16)$$

Spotřeba pomocné energie na mechanické větrání ve výpočtovém období n se stanoví ze vztahu:

$$Q_{Aux;Fans;n} = P_{fans} \times t_n \times f_{vent} \times f_{c;vent} \quad (2.17)$$

$$P_{fans} = e_{vent} \times V_{V,AHU;n} \quad (2.18)$$

V tabulkách Tab. 2.3 a 2.4 jsou uvedeny příklady možných velikostí jednotlivých součinitelů v závislosti na různých typech zařízení.

Tab. 2.4: Váhový činitel regulace pohonu ventilátoru (příklad)

Typ pohonu	$f_{c,vent}$ [-]
Jednootáčkový pohon	1,00
Tříotáčkový pohon	0,68
Pohon s proměnnými otáčkami	0,54

Tab. 2.5: Měrná spotřeba ventilátoru (příklad)

Ventilační systém	e_{vent} [Ws/m ³]
Pouze mechanický odtah	1,2
Mechanický přívod, případně v kombinaci s mechanickým odtahem, bez přívodu chladícího vzduchu	2,0
Ostatní případy	3,0

Osvětlení

Pro výpočet velikosti dodané energie na osvětlení se udávají, za kterých se stanovuje:

- Dodaná energie na osvětlení $Q_{fuel;Light}$ (GJ), a podklady pro její výpočet, musí být stanoveny podle příslušných technických norem.
- Do využitelných vnitřních tepelných zisků se započítává i teplo z osvětlovacích těles, s uvažováním účinnosti využití tepelných zisků.
- Výpočet se provádí v ustáleném teplotním stavu, dynamické vlastnosti se zahrnují účinností využití tepelných zisků.
- Výpočet tepelných zisků se provádí s rozlišením na stejné časové intervaly pro všechny zóny budovy.
- Vstupní údaje se stanoví z ročních hodnot průměrem pro požadovaný interval.
- Potřeba energie na osvětlení se stanoví jednoduchým výpočtem z číselného ukazatele potřeby energie na osvětlení na jednotku celkové podlahové plochy nebo podrobnějším výpočtem z instalovaného výkonu.

Dodaná energie na osvětlení v měsíci n je stanovena ze vztahu:

$$Q_{fuel;Light;E;n} = \Phi_{LI;n} \times t_n \quad (2.19)$$

Kromě uvedených typů energií se ve vyhlášce objevuje ještě metodika výpočtu dodané solární energie a jejích ztrát a zisků, a také výpočet energie získané pomocí KVET.

2.6. Současný software

V dnešní době je možno si z internetové sítě stáhnout demoverze či plné verze programů volně šiřitelných nebo zakoupit si programy, které se zabývají výpočtem tepelných zisků a ztrát budovy, energetické náročnosti budovy, anebo vytvářením modelu budovy nebo místnosti, následné simulace jejího chování a vývoj hodnot sledovaných veličin ve zvoleném časovém období.

Například se jedná o programy:

- Klima ADE 4.5: Výpočet tepelných zisků dle ČSN 73 0548, h-x diagram
- KmP 3.2000: Výpočet tepelné ztráty a zisků budovy
- Bilanční hodnocení budov ENB: Bilanční hodnocení energetické náročnosti budov
- IMItop: Výpočet energetického průkazu budovy
- Louisa 3.1: Poradenská činnost v oblasti úspory energie a využití obnovitelných zdrojů energie
- Bsim2000: Simulace celého stavebního objektu a jeho chování v určitém časovém období
- TRNSYS 15 + IISiBat: Simulace energetického systému budovy
- Stavební fyzika – Svoboda software: Kompletní řešení problematiky stavební fyziky v objektech

Možností je tedy mnoho a záleží na přístupu uživatele a zadání řešeného problému pro správnou volbu výpočetního mechanismu.

3. CÍL PRÁCE

3.1.1. Přehled cílů

Nyní k přehledu prvotních cílů disertační práce, které byly stanoveny na počátku doktorského studia:

- analýza větracích a klimatizačních systémů z energetického hlediska
- definování okrajových podmínek výpočtu energetické náročnosti pro ČR
- definování okrajových podmínek modelů vybraných typů budov v ČR
- experimentální měření větracích a klimatizačních systémů u vybraných typů budov
- energetická simulace vybraných typů budov
- stanovení měrných spotřeb energie na větrání a klimatizaci pro vybrané typy budov

Tyto cíle jsou však samy o sobě velmi široké a jejich zpracování by svým rozsahem obsáhlo několik samostatných disertačních prací. Některé z těchto bodů jsou již částečně definované pomocí legislativních požadavků po přijetí Směrnice EPBD II [4] a navazujících zákon, prováděcích vyhlášek [6] a norem [8, 9, 12].

3.1.2. Zaměření na cíl

Důsledkem této širší témat je zúžení zaměření disertační práce pouze na jeden vybraný cíl. Tím je energetická simulace vybraného typu budovy a rozbor větracích a klimatizačních systémů umístěných v budově.

Po vstupní analýze projektové dokumentace budovy a prohlídky na místě bude vytvořen matematický model budovy z hlediska obálky budovy (stavebních konstrukcí) a instalací technických zařízení. Při tvorbě modelu bude nutné předem uvážit jednotlivá zjednodušení – v rámci tvorby 3D matematického modelu skutečné

budovy a zejména provozních harmonogramů technický systému uvnitř budovy. Týká se to zejména dispozičního rozčlenění na jednotlivé provozní zóny v budově a odůvodněného zjednodušení geometrického modelu. Důležitým prvkem je volba odpovídajícího výpočetního nástroje.

Nutné je provedení měření vybraných parametrů vnitřního prostředí v budově. Nejlépe v dlouhodobém časovém horizontu, nejméně však v délce 3 týdny.

Po porovnání virtuálního modelu s reálně provedeným měřením v referenčních místnostech budovy a jeho případném upravení vstupních podmínek v modelu bude možné prohlásit objekt jako referenční.

Na modelu bude vyhodnoceno několik způsobů využití větracích a klimatizačních systému ve více simulačních programech. Na závěr bude provedeno jejich porovnání a vyhodnocení získaných poznatků.

4. ZVOLENÝ OBJEKT

V současné době je velmi dobře zpracovaná problematika energetické náročnosti obytných budov – rodinné, bytové domy. Proto jsem se rozhodla vybrat si jiný typ budov.

Během poslední cca tří let jsem se často dostávala pracovně do prostor školních zařízení (MŠ, ZŠ, SŠ, VŠ) a podklady, ze kterých by se dalo při výpočtu energetické náročnosti vycházet, je omezené množství a jsou vesměs staršího data.

Při prohlídkách jsem zjistila, že problematické z hlediska údajů jsou prostory stravovací. Obvykle je v nich navržen některý z typů mechanického zařízení pro větrání (nucený odtah, teplovzdušné větrání), které buď není uváděno do provozu, nebo je jeho využití omezeno. Doprovázeno je to stížnostmi pracovníků na hlučnost provozu či nepříznivé projevy rychlosti proudění vzduchu (průvan).

Ve spolupráci s energetickým manažerem Mendelovy university v Brně (Mendelu) Ing. Radkem Holoubkem jsem si zvolila stravovací pavilon O (menza) v areálu Mendelu v Černých Polích.

Tento pavilon je svým provozem a vybavením typickým představitelem vysokoškolských stravovacích zařízení.

4.1. Obecný popis pavilonu O

Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepený objekt, dokončený v roce 1996. Budova jednou stěnou přiléhá k sousední vytápěné budově.

Pavilon slouží pro zabezpečení denního stravování zaměstnanců a studentů s denní kapacitou výdeje 500 hlavních jídel.



4.1.1. Stavební konstrukce

Mezi důležitá dispoziční řešení objektu, která patří tyto:

- hlavní nosnou konstrukci budovy tvoří železobetonový montovaný skelet
- část druhého podlaží je konzolovitě vyložena
- nad jídelnou a výdejnou jídel je střešní světlík
- obvodové konstrukce jsou zděné
- střecha je plochá dvouplášťová
- výplně otvorů jsou plastové s izolačním dvojsklem a hliníkové

Přehled jednotlivých skladeb konstrukcí je uveden v Příloze 1: Karty skladeb konstrukcí. V Příloze 2 je Energetický štítek obálky budovy. Dle [8].

4.1.2. Technická zařízení

V budově jsou instalovány tyto technické zařízení:

Systém ÚT

Objekt je vytápěn otopnou vodou přiváděnou z výměňkové stanice (objekt D) do předávací stanice umístěné v suterénu budovy. Předávací stanice je řešena jako tlakově závislá. Řídící jednotka zaznamenává teplotu otopné vody do jednotlivých větví a je napojena na centrální dispečink v kanceláři energetika. Celá soustava vytápění je v objektu řešena jednotlivými větvemi orientovanými na příslušné fasády (východ; západ; vzduchotechnika).

Jednotlivé větve jsou vedeny k fasádám v podhledu 1.NP. Odtud vedou dále ke stoupačkám na vnitřní straně fasád. Zvláštní pozornost zaslouží podokenní jednotky, které v části jídelna nasávají vzduch z venkovního prostoru, přes výměník voda/vzduch jej ohřívají a vhání do jídelny. Regulace jednotek je lokální dle potřeby.

Samostatná topná větev obsluhuje ohřev přívodního vzduchu vzduchotechniky kuchyně.

Topná tělesa jsou opatřena výhradně termostatickými ventily. Uvedené řešení je výhodné neboť:

- jednotlivé částí objektů se liší dobou a intenzitou provozu i účelem užívání (přípravna jídel, minutková kuchyně, sklad jídel, učebna);
- systém dokáže vytápět jednotlivé části s ohledem na jejich reálnou potřebu (zohlednění tepelných zisků).

Provoz vytápění je utlumován s ohledem na víkendový provoz.

Výroba TV

Objekt je zásobován z přípravní TV umístěné ve výměňkové stanici (objekt D). Odtud je přiváděná do některých částí objektu (úklidové místnosti, sociální zařízení).

Klimatizace

V roce 2004 byla provedena rekonstrukce systému klimatizace v objektu. Byly navrženy nové klimatizační jednotky a vnitřních prostor objektu byl rozčleněn do několika samostatně klimatizovaných částí:

- VZT jednotka osazená na střeše objektu pro rovnotlakou klimatizaci výdejny jídel a přípravnu bufetu;
- odsávací zařízení ve výdeji jídel a přípravně bufetu pro nucené větrání;
- VZT jednotka osazená na střeše objektu s kondenzačními chladícími jednotkami pro rovnotlakou klimatizaci jídelny v 1. NP, 2. NP a salóнку;

Provozní režim

Z energeticko-provozního hlediska lze objekt rozčlenit na části:

- provozní – jídelna, bufet, kuchyně;
- komunikační prostory (schodiště, chodby, sociální zařízení).

Provoz objektu během pracovního týdne je od 7⁰⁰-17⁰⁰. Nad rámec této doby objekt funguje pouze dílčím způsobem. O víkendech nebývá objekt v užívání.

V objektu je umístěno množství technologie pro ohřev a konečnou úpravu jídel.

Problémy s tvorbou optimálního vnitřního prostředí

V pavilonu O se vyskytují problémy zejména s chlazením prostor v letních měsících. Chlazení se uvádí do provozu kolem 10 hodiny odpolední, kdy na střeše objektu může být teplota nasávaného vzduchu kolem 37°C. Stížnosti jsou na nedostatečný výkon chlazení (dle uživatele).

Dalšími komplikacemi je provoz zařízení v přechodových obdobích roku (jaro, podzim). Kombinace vytápění (chladné rána) a chlazení (vnitřní zisky od zařízení, provozu a solární zisky prosklenými konstrukcemi během dne) je na regulaci velmi náročná.

4.2. Rozdělení do teplotních zón

Vnitřní prostory budovy budou rozděleny podle typu užívání jednotlivých místností a způsobu regulace vnitřního mikroklimatu v nich.

Z důvodu zavedení výpočtu energetické náročnosti budovy a jejích technických systémů podle jednotlivých zón v objektu, je důležité si uvědomit, co všechno pojem zóna zahrnuje.

- Do systémové hranice budovy patří všechny vnitřní i vnější prostory spojené s budovou, kde se energie spotřebovává nebo vyrábí.
- Pokud některá část energetických systémů budovy je mimo obálku budovy (například kotel, výměňková stanice, chladič, chladicí věž, tepelné čerpadlo či klimatizační zařízení ve venkovním provedení apod.) uvažuje se, že je uvnitř systémové hranice budovy.
- Skupina přilehlých budov, pokud jsou navrženy a provozovány za shodných vnitřních a vnějších podmínek společně, se může hodnotit jako jedna budova.
- Budova může mít několik zón z, které se od sebe mohou lišit:

Různým požadovaným teplotním režimem (například členění na část vytápěnou, část chlazenou, část klimatizovanou apod.);

V případě chlazení objektu nejsou v jedné zóně obsaženy konstrukce jižní a severní.

Výpočet potřeby energie na vytápění nebo chlazení musí obsahovat minimálně:

- Přestup tepla (chlada) mezi zónami.
- Výměnu vzduchu mezi zónami.

Pozn.: Pokud jsou přilehlé budovy nebo zóny shodného typu a užívání, pak se s prostupem tepla mezi nimi neuvažuje.

4.2.1. Zóna 1 – Klimatizace výdeje jídel a přípravný bufetu

Obsahuje místnosti:

1.10: přípravná bufetu	1.16: chodba
1.16: sklad potravin	1.27: ofis obsluhy

Zóna je vytápěna v otopném období, chlazena v letních měsících. Je zde umístěna technologie pro ohřev a konečnou úpravu jídel.

V zóně jsou tepelné zisky od osob a vaření, také od osvětlení.

4.2.2. Zóna 2 – Rovnotlaká klimatizace jídelen

Obsahuje místnosti:

1.08: bufet – konzumace	1.09: bufet - prodej
1.24: salonek	1.28: přednášková místnost
2.07: jídelna	2.18: šatna strážníků
2.20: výdej jídel	

Zóna je vytápěna v otopném období, chlazena v letních měsících.

V zóně jsou tepelné zisky od osob a vaření, také od osvětlení.

4.2.3. Zóna 3 – Nucené větrání zázemí 2.NP

Obsahuje místnosti:

2.12: umývárna a sklad termosů	2.19: umývárna bílého nádobí
--------------------------------	------------------------------

Zóna je vytápěna v otopném období, větrána.

V zóně jsou tepelné zisky od osob a od osvětlení.

4.2.4. Zóna 4 – Vstup, sklady, hygienické zázemí

Obsahuje místnosti:

1.01: vstup – zádveří	1.02: hala – schodiště
1.02: hala – schodiště	1.03: předsíň WC – muži
1.04: WC – muži	1.05: úklid
1.06: Předsíň WC – ženy	1.07: WC – ženy
1.12: sklad odpadků	1.13: schodiště personálu
1.15: výtahová šachta	1.17: sklad obalů
1.18: sklad lahvovin	1.19: sklad DKP
1.20: úklid	1.21: WC personálu
1.30: sklad	1.31: WC imobilních
2.01: schodiště	2.02: hala
2.04: umývárna strážníků	2.05: WC imobilních
2.06: úklid	2.08: schodiště

2.09: chodba	2.11: výtahová šachta
2.13: sklad DPK	2.14: WC personálu
2.15: úklid	

Zóna je vytápěna v otopném období, větrána.

V zóně jsou tepelné zisky od osob a od osvětlení.

4.2.5. Zóna 5 – Kanceláře a sprchy

Obsahuje místnosti:

1.14: kancelář bufetu	1.22: umývárna personálu
1.23: šatna, denní místnost personálu	2.10: kancelář vedoucího
2.16: umývárna personálu	2.17: šatna personálu

Zóna je vytápěna v otopném období, větrána.

V zóně jsou tepelné zisky od osob a od osvětlení.

4.2.6. Zóna 6 – Sousední objekt

Je namodelován pouze, aby se zohlednilo, že společná stěna je k vytápěnému prostoru. Zóna je vytápěna v otopném období, větrána. V zóně jsou tepelné zisky od osob a od osvětlení.

4.3. Vnější klimatické podmínky

Pro simulace byla využita data získaná z hydrometeorologické stanice Brno – Tuřany.

Jedná se o průměrné hodnoty měsíční a hodinové teploty vnějšího vzduchu za celý rok 2009 a 2010.

4.4. Energie vstupující do objektu

Areál Mendelu v Černých polích je centrálně monitorován z kanceláře hlavního energetika pomocí soustavy měřidel (kalorimetry, elektroměry, apod.) a čidel (teplotní, vlhkostní, elektrické, apod.).

Seznam měřících bodů přímo pro Pavilon O, je uveden v Tabulce 4.1.

Tab. 4.1: Seznam měřících bodů umístěných v Pavilonu O

ID Bodu	Popis	Oblast	Budova LL	Celek technologie CC	Text identifikace technologie DDDDDDDDD 8znaků	Jednotka
UNO_EL01_Spotreba_cel	Spotřeba celkem	ELM-O	O	EL	Spotreba_cel	kWh
UNO_MT01_Teplo	Spotřebované teplo	MT-O	O	MT	Teplo	GJ
UNO_VZ01_Tod_do	Teplota odtah doporučená	MaR-O	O	VZ	Tod_do	-
UNO_VZ01_Tod_me	Teplota odtah měřená	MaR-O	O	VZ	Tod_me	-
UNO_VZ01_Tvy_me	Teplota výstup měřená	MaR-O	O	VZ	Tvy_me	-
UNO_VZ03_Tod_do	Teplota odtah doporučená	MaR-O	O	VZ	Tod_do	-
UNO_VZ03_Tod_me	Teplota odtah měřená	MaR-O	O	VZ	Tod_me	-
UNO_VZ03_Tvy_me	Teplota výstup měřená	MaR-O	O	VZ	Tvy_me	-

Z těch měřících bodů je stanovena spotřeba energie Pavilonu O. Do objektu vstupují tyto energonositelé:

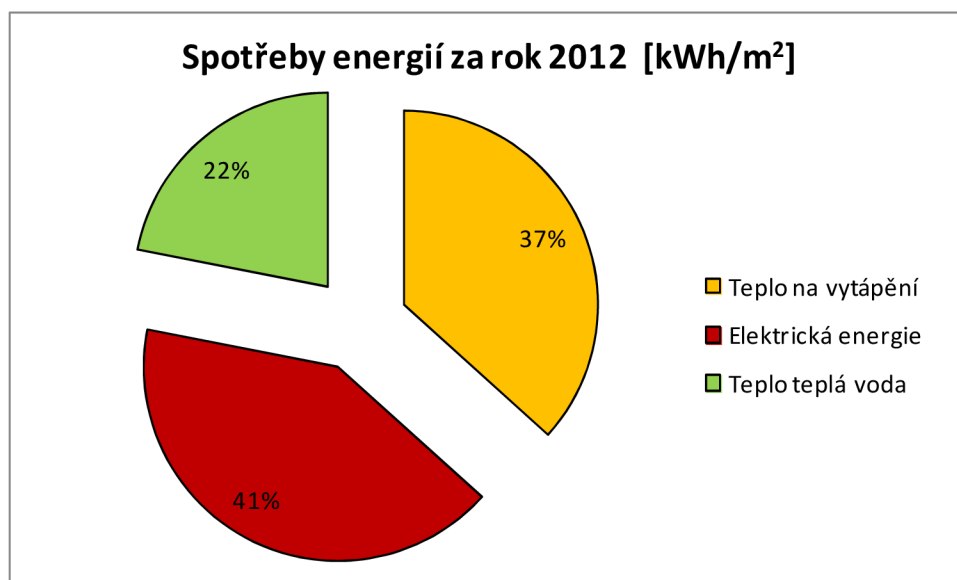
- Dálkové teplo (CZT)
- Elektrická energie
- Studená voda
- Teplá voda

Pomocí měsíčních odečtu viz Příloha 13.5. je uvedena přehled spotřeby energie pro rok 2012 v tabulce 4.2. a jejich grafické znázornění Obr. 4.1.

Tab. 4.2: Přehled spotřebované energie v Pavilonu O

Spotřeby za rok 2012							
Teplo na vytápění		Elektrická energie		Studená voda		Teplá voda	
401,0	[GJ]	125 670	[kWh]	846	[m ³]	799	[m ³]
111,39	[MWh]	125,67	[MWh]	--	[MWh]	66,58	[MWh]
79,30	[kWh/m ²]	89,46	[kWh/m ²]	--	[kWh/m ²]	47,40	[kWh/m ²]

Obr. 4.1: Podíl jednotlivých spotřeb v Pavilonu O



5. METODY ŘEŠENÍ

Vybraný typ budovy je komplexní soubor navzájem propojených teplotních zón s různými profily užívání. Dvě teplotní zóny jsou klimatizovány, ostatní jsou vytápěny.

Vhodný výpočetní program byl zvolen dle možnosti vložení geometrického modelu budovy s odpovídajícími fyzikálními parametry. Další důležitou součástí byla tvorba vnitřního prostředí pomocí jednotlivých provozních profilů užívání. Dále také vložení klimatických podmínek vnějšího prostředí.

Tyto nároky na software byly zohledněny a výsledkem je, že pro tvorbu modelu bude využit program SketchUp [2].

K řešení energetické náročnosti budovy a technických zařízení v ní je zvolen výpočetní program BSim2000 [3] a Energie 2013.

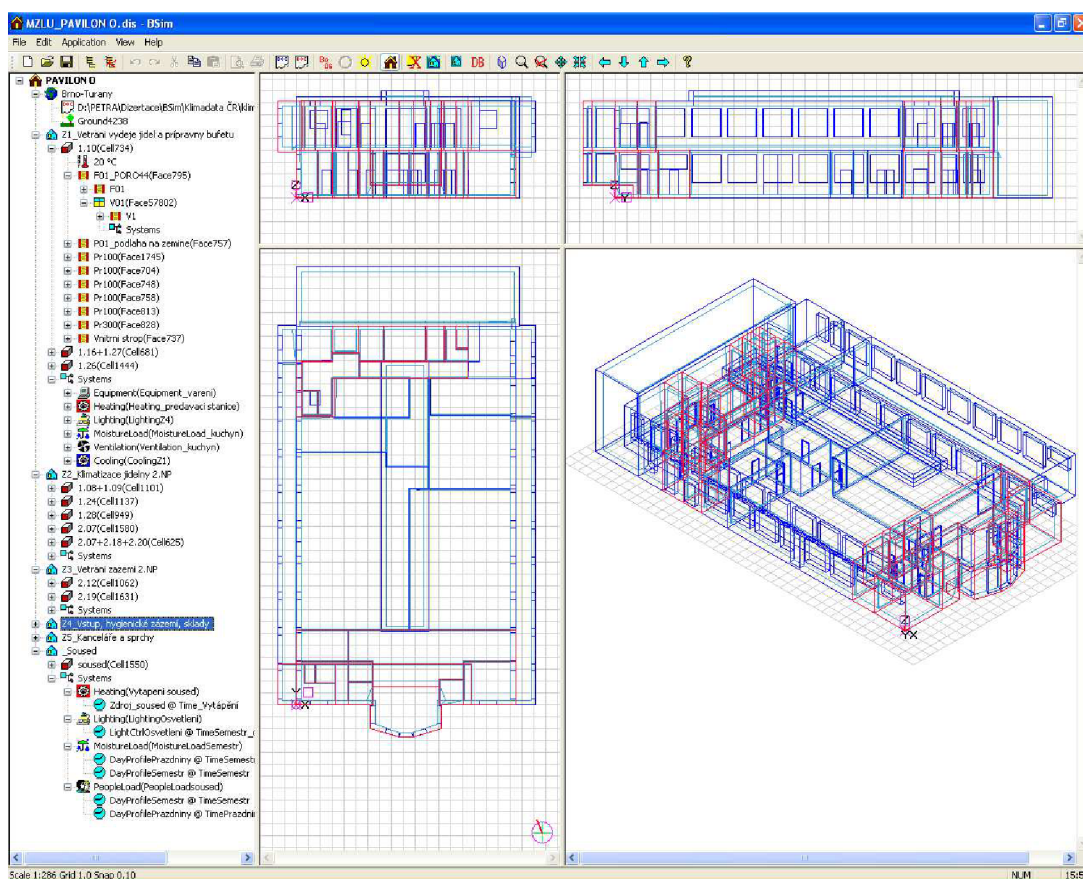
5.1. Sketch Up

- Trimble SketchUp je CAD software pro tvorbu 3D modelů, vyvíjený společností Trimble, navržený pro profesionální architekty, stavební a strojní inženýry, ale i například pro filmové tvůrce a vývojáře počítačových her. Tento program umožňuje nejen vytvářet 3D objekty a texturovat jejich povrch, ale umožňuje také geografické umístění kdekoli na Zemi prostřednictvím Google Earth a propojení se softwarem GIS. [25]
- freeware
- bude vytvořen „drátěný model“ budovy se zohledněním vnitřních dispozic příček a pozice výplní otvorů (vnitřních i vnějších)
- v Příloze 3 je model vnější obálky budovy Pavilonu A

5.2. BSim

- program vyvinutý dánským výzkumným stavebním institutem (SBI)
- pracuje s metodou konečných objemů
- umožňuje vytvoření modelu celého objektu nebo jeho části v 3D pomocí kartézského systému vynášení jednotlivých funkčních prostor
- budova je chápána jako soubor navzájem oddělených zón od sebe i vnějšího prostředí

Obr. 5.1: Pracovní prostor programu BSim [3]



Dává možnost výpočtu a analýzy vnitřních klimatických podmínek, množství dodané a spotřebované energie v budovách. Při tvorbě podrobného matematického modelu stavebního objektu je možné vytvořit i velmi komplexní budovu s příslušným systémem vytápění a větrání a vyzkoušet průběh vnitřních parametrů, které se střídají po dnech či v průběhu roku.

Software také modeluje působící podmínky a dynamickou vazbu mezi objektem, vnitřními instalacemi a jejich automatickými kontrolními systémy. Je zvláště vhodný pro získání parametrů zaměřených např. na dopadající sluneční záření, využití pasivních solárních zisků, velikost a orientaci okenních otvorů. Také k porovnání a vyhodnocení různých variant návrhů vzhledem k úsporám energie, vnitřnímu teplotnímu mikroklimatu a osvětlení.

Dalším nástrojem programu je výpočet energie dodané a spotřebované v budově a mezi objektem a okolím. Pro všechny definované prostory a zóny je vypočítáno tepelná ztráta prostupem, infiltrací a větráním, taktéž tepelné zisky ze slunečního záření, osvětlení, osob a technologického vybavení. Zohlední se možné tepelné zisky od systému vytápění, chlazení a větrání. Vnitřní prostředí se mění po hodinách ovlivněné vnitřní teplotou, teplotou povrchů, relativní vlhkostí vzduchu a výměnou vzduchu v každé zóně.

5.2.1. Možnosti výstupů

Vnější prostředí

- atmosférický tlak p_a (Pa)
- stupeň zastínění mraky (-)
- rozptýlené sluneční záření na horizontu (kW/m^2)
- venkovní (suchý teploměr) teplotu vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)
- vnější vlhkost (kg/kg)
- rychlost větru (m/s)
- směr větru ($^{\circ}$, 0 je sever)
- a další...

Teplotní (virtuální) zóny

- relativní vlhkost (%)
- celková sluneční záření skrze průsvitné výplně otvorů (kW)

- obsah CO₂ ve vnitřním vzduchu (ppm)
- denní osvětlení ze zvoleného referenčního bodu – přirozené, umělé (lx)
- vnitřní teplotu vzduchu v zadané výšce nad podlahou (°C)
- průměrnou účinnou teplotu okolních ploch (°C)
- operativní teplotu (°C)
- množství odváděného vzduchu infiltrací (m³/s)
- energie pro vytápění ve virtuální zóně (kWh/a) – qHeating
- energie pro chlazení ve virtuální zóně (kWh/a) – qCooling
- energie dodaná nebo odebraná infiltrací z okolí virtuální zóny (kWh/a) - qInfiltration
- energie přenesená venkovními okny a jinými otvory (kWh/a) – qVenting
- energie přenesená (pozitivně/ negativně) skrze vzduch pomocí VZT potrubí do virtuální zóny včetně energie spotřebované v jednotlivých součástech systému / (kWh/a) – qVentilation
- energie přenesená (pozitivně/ negativně) skrze stavební konstrukce a výplně otvorů do virtuální zóny (kWh/a) - qTransmission

Program umožňuje navolit seznam fyzikálních parametrů z konkrétních zón, které jsou upřednostňovány.

5.3. Stavební fyzika - Energie

Jedná se o český software Stavební fyzika. Jeho části tvoří jednotlivé programy zaměřené na konkrétní problematiku z oblasti tepelné techniky, např. Teplo – výpočet součinitele prostupu konstrukcemi, Aera – 2D teplotní pole pro řešení detailů stavebních konstrukcí s ohledem na průběh teplotních polí a oblastí kondenzace v nich.

Program Energie je určen pro komplexní hodnocení energetické náročnosti budov.

Umožňuje výpočet:

- průměrného součinitele prostupu tepla budovy
- měrných tepelných toků, potřeby tepla na vytápění
- dílčích dodaných energií (vytápění, chlazení, nucené větrání, úprava vlhkosti vzduchu, příprava teplé vody, osvětlení)
- produkci energie (solární kolektory, fotovoltaika, kogenerace)
- celkové dodané energie, primární energie (celkové i neobnovitelné)
- emisí CO₂.

Při výpočtu se zohledňují postupy a požadavky ČSN 730540, TNI 730329, TNI 730330, STN 730540, EN ISO 13790, EN ISO 13370, EN ISO 13789 a dalších evropských norem.

Program zpracovává energetický průkaz podle vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb. a energetický štítek podle ČSN 730540-2 (2011). [26]

6. ROZBOR DÍLČÍCH ÚLOH

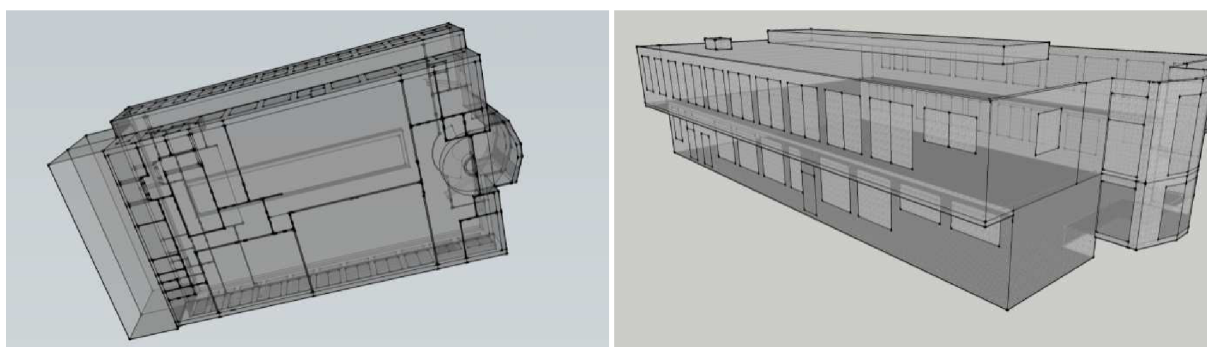
6.1. Teoretické řešení

6.1.1. Geometrický model a fyzikální popis konstrukcí

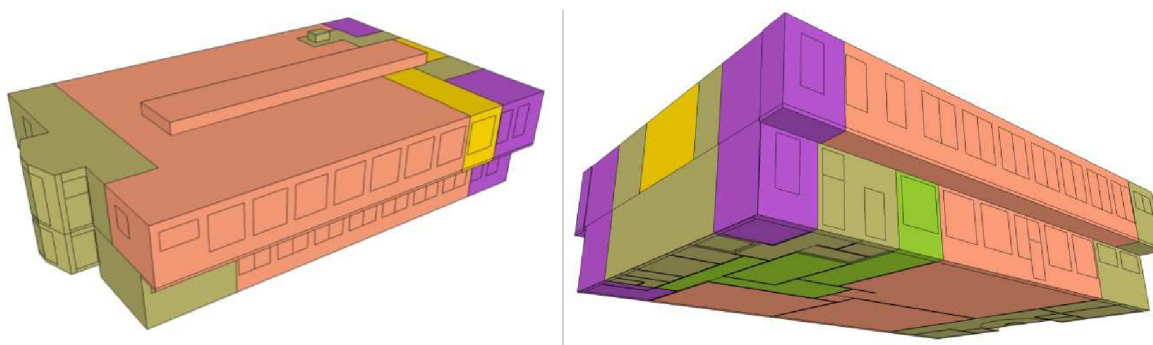
Kompletní projektová dokumentace ke stavebnímu povolení k posuzovanému objektu je v papírové a digitální podobě. Dílčí slepé matrice v elektronické podobě ve formátu dwg byly zhotoveny pro specializace (VZT, elektro – silno a slaboproud, ZTI) při rekonstrukci klimatizačních jednotek.

Model byl vytvořen s přihlédnutím ke změnám ve vnitřní dispozici.

Obr. 6.1: Model Pavilonu O pro zadávání do programu BSim



Obr. 6.2: Model Pavilonu O pro zadávání do programu Energie



Zároveň bylo provedeno rozčlenění jednotlivých ploch modelu k seznamu stavebních konstrukcí. Namodelovány byly otvorové výplně – vnějších i vnitřních. Zjednodušen byl vstupní portál, jeho tvar byl upraven z oblouku na lichoběžník.

Jednotlivé skladby byly vyčteny z Technické zprávy a ověřeny při místním šetření. Byla zanedbána nášlapná vrstva u vnitřních stropů a v celé ploše uvažována pouze s podkladní betonovou mazaninou a tepelnou izolací.

Pro jednodušší zadávání a tvorby databáze konstrukcí byl využit program Excel a vytvořeny karty jednotlivých konstrukcí. Viz. Obr. 6.3.

Obr. 6.3: Karta Podlahy – skladby konstrukce

Název konstrukce: Podlaha na zemině I				P1
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Keramická dlažba Taurus	1,010	-	9
2	Lože z cementové malty	1,160	-	15
3	Betonová mazanina B20 + rabic. pletivo	1,200	-	66
4	Desky ORSIL-P	0,043	-	60
5	Podkladní beton B12,5 s ocelovou sítí	1,430	-	100
6	Štěrkodrt'	0,560	-	200
7	Štěrkopísek	0,560	-	50
Celková plocha konstrukce		A	427,8	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,463	W/(m².K)

Pro výpočet v Energii budou využity výstupy z Energetického štítku budovy, viz Příloha 13.2.

6.2. Simulace v BSim

6.2.1. Profily užívání budovy

Dále budou přehledně uvedeny uvažované provozní profily a klimatické podmínky využitě pro program BSim.

Vytápění:

Tab. 6.1: Provozní profily vytápění

Profil užívání	Zdroj	Zóna	Období	Poznámky
1	předávací stanice	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5	od září do dubna	pracovní dny od 7:00 do 17:00 přes noc a víkendy útlum
2	předávací stanice	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5	od května do srpna	nevytápěno

Větrání:

Tab. 6.2: Provozní profily způsobu větrání

Profil užívání	Zdroj	Zóna	Období	Poznámky
1	VZT 1	Z1	od září do května	pracovní dny od 11:00 do 14:00 přes noc a víkendy vypnuto
2	VZT 2	Z2	od září do května	pracovní dny od 11:00 do 17:00 přes noc a víkendy vypnuto
3		Z3, Z4, Z5	celoročně	Infiltrace okny

Chlazení:

Tab. 6.3: Provozní profily chlazení

Profil užívání	Zdroj	Zóna	Období	Poznámky
----------------	-------	------	--------	----------

1	VZT 1	Z1	duben – květen září - říjen	pracovní dny od 11:00 do 14:00 přes noc a víkendy vypnuto
2	VZT 2	Z2	duben – květen září - říjen	pracovní dny od 11:00 do 14:00 přes noc a víkendy vypnuto

VZT 1: klimatizační jednotka s přiváděným / odváděným vzduchem 0,79 /0,65 m³/s, výkon ohřívače 36,43 kW, výkon chladiče 30,9 kW

VZT 2: klimatizační jednotka s přiváděným / odváděným vzduchem 4,38 /4,28 m³/s, výkon ohřívače 111,76 kW, výkon chladiče 95,2 kW

Osvětlení:

Tab. 6.4: Provozní profily osvětlení

Profil užívání	Zóna	Období	Poznámky
1	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5	říjen – duben	výkony dle technické zprávy požadované intenzity osvětlení pro daný provoz (lx)

Tepelné zisky od lidí a technologie

Tab. 6.5: Tepelné zisky

Profil užívání	Zdroj	Zóna	Období	Poznámky
1	lidé	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5	od září do května	pracovní dny od 07:00 do 17:00
2	vaření	Z1	od září do května	pracovní dny od 11:00 do 17:00
3	výdej jídel	Z2	od září do května	pracovní dny od 11:00 do 17:00
4	lidé	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5	od června do srpna	pracovní dny od 0,7:00 do 17:00

Denní kapacita výdeje jídel je 500, počet strážníků je také 500 denně a počet zaměstnanců je 10. Variabilní je počet osob v bufetu. Odhadovaná hodnota pro zadávání je 80 osob/den.

Přes letní prázdniny se předpokládá pouze údržba objektu.

Vodní zisky

Tab. 6.6: Vodní zisky

Profil užívání	Zdroj	Zóna	Období	Poznámky
1	lidé	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5	od září do května	pracovní dny od 07:00 do 17:00
2	vaření	Z1	od září do května	pracovní dny od 11:00 do 17:00
3	výdej jídel	Z2	od září do května	pracovní dny od 11:00 do 17:00
4	lidé	Z1, Z2, Z3, Z4, Z5	od června do srpna	pracovní dny od 0,7:00 do 17:00

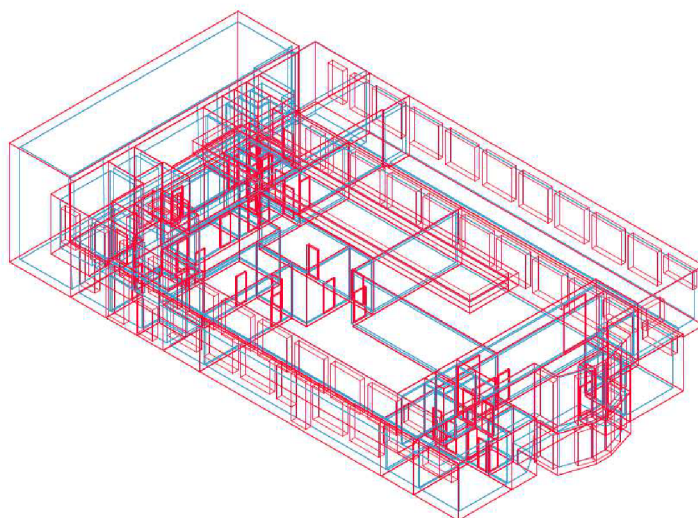
6.2.2. Simulace

Výsledná grafická podoba modelu budovy, včetně tloušťky jednotlivých stavebních konstrukcí a okenních a dveřních otvorů. Červeně je zvýrazněna posuzovaná teplotní zóna v budově, viz obrázek 6.4.

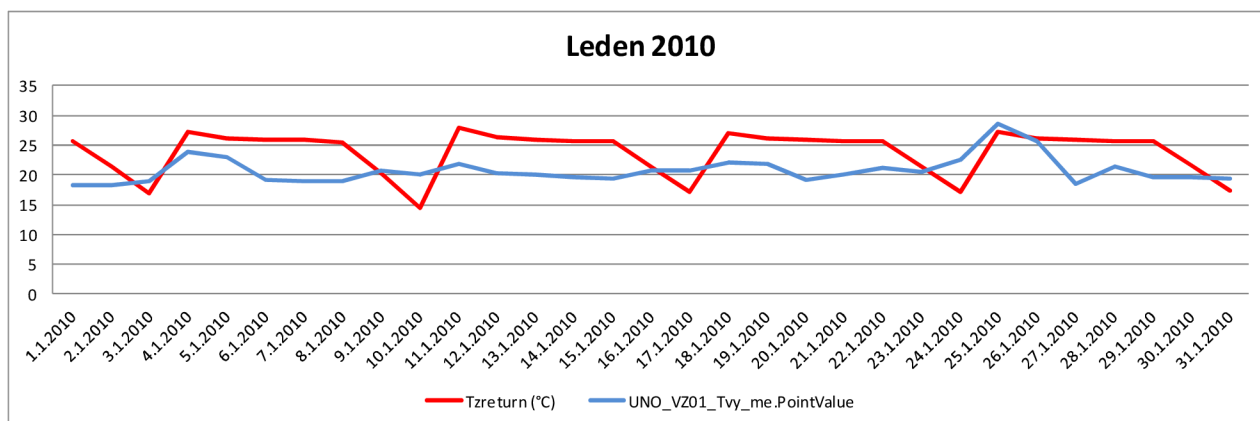
Byla provedena kalibrace teploty a provozu pavilonu O pomocí porovnání průběhu teplot v přívodním a odvodním potrubí klimatizačních jednotek v zóně 1 a zóně 2. Byly provedeny drobné úpravy provozních dob.

Tato upravená simulace bude dále využita jako výchozí stav pro namodelování dalších variant provozu. Bude vytvořen model pro přirozené větrání a model se současným technickým zařízením a využitím stínící techniky.

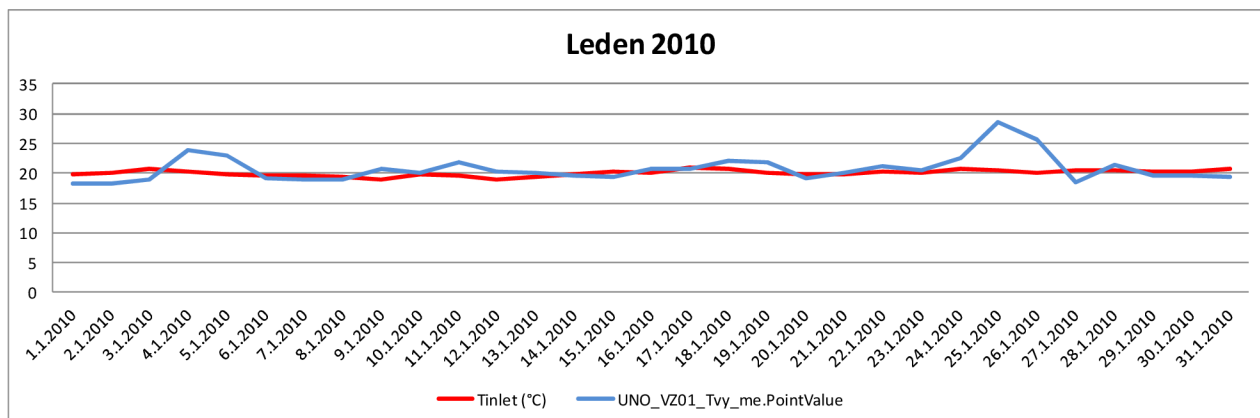
Obr. 6.4: Model obálky Pavilonu O - program BSim



Obr. 6.5: Průběh teplot podle simulace v BSim a naměřených hodnot



Obr. 6.6: Průběh teplot podle simulace v BSim a naměřených hodnot - kalibrace

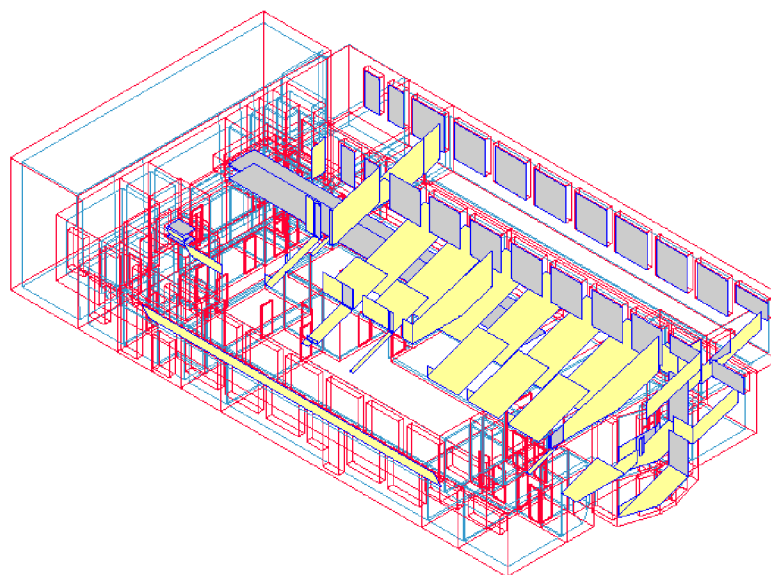


6.2.3. Dílčí závěr

Výstupy ze simulace

Po ověření spojitosti obálky budovy – tzn. jednotlivých prostor budovy a přiřazení nutných vstupních fyzikálních vlastností jednotlivým konstrukcím, byla provedena simulace provozu pavilonu O během kalendářního roku. Viz kapitola 6.1.2.

Obr. 6.7: Oslunění Pavilonu O v 7:00 dne 8. 4. 2010



Žlutá barva zobrazuje sluneční záření dopadající do budovy, šedé plochy jsou osluněné plochy průsvitných výplní otvorů.

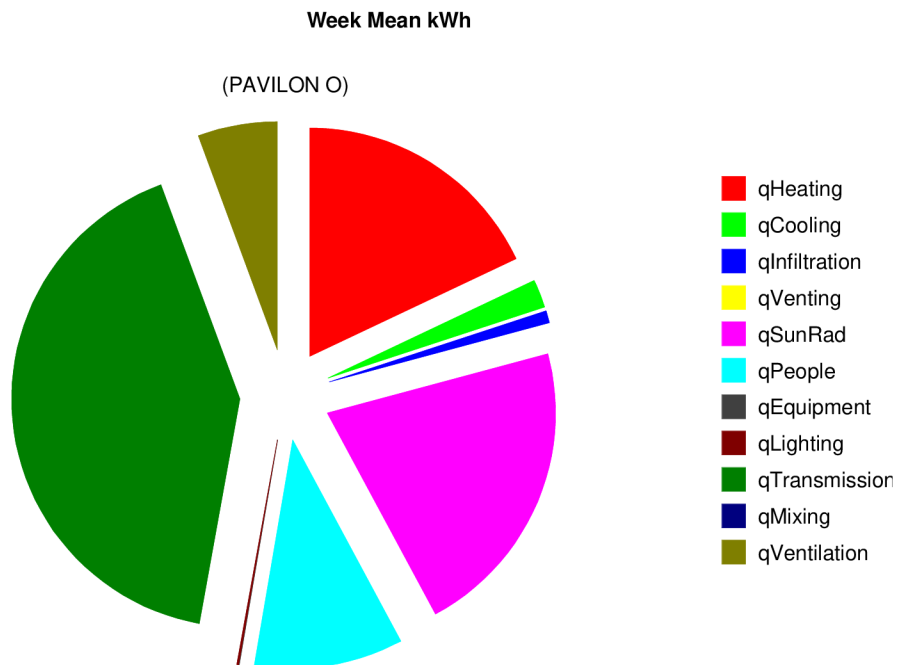
Lze zobrazit průběh oslunění budovy během celého dne v roce. Nicméně tato oblast problematiky přehřívání vnitřních prostor v přechodových obdobích roku není náplní této práce.

Zvláštní pozornost je věnována teplotním zónám označeným Z1 a Z2:

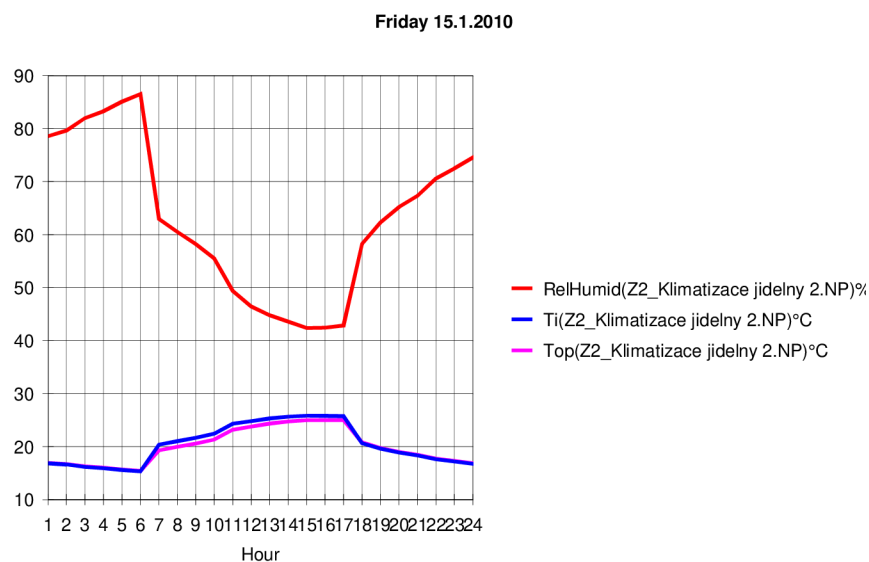
- tyto prostory jsou klimatizované
- probíhá v nich průběžné měření vnitřní teploty vzduchu

Po nastavení provozních profilů jednotlivých zón proběhla simulace. Některé výstupy jsou uvedeny níže.

Obr. 6.8: Rozdělení energetických toků – průměrný týden



Obr. 6.9: Průběh vnitřních teplot a relativní vlhkosti v zóně Z2



Z grafu je patrné ovlivnění průběhu vnitřních teplot a relativní vlhkosti uvedením dílčí klimatizace do provozu. Ta je v provozu od 7:00 do 17:00.

Kalibrace modelu

Pro kalibraci modelu porovnám výsledky (průběh teplot vzduchu na přívodu do vnitřního prostředí budovy) ze simulace s reálnými naměřenými daty.

Simulace je nastavena dle poznatků z projektové dokumentace a informací od uživatelů viz kapitola 6.1.2. (profily užívání).

Toto srovnání by mělo potvrdit vhodnost použitého nastavení provozních profilů a případně poupravit původní. Tím bude vhodnou referenční budovou pro zkoumání energetické náročnosti jednotlivých větracích a klimatizačních systémů.

Z grafu (obr. 6.5) je patrné, že navzdory tvrzení uživatele je během víkendu nastaven běžný provoz topení. Také provoz klimatizačního zařízení je odlišný od navrženého v projektové dokumentaci.

Nejvyšší odchylky mezi simulací a měření jsou v pondělí ráno (až $\Delta t = 7,36^{\circ}\text{C}$). Tato odchylka je způsobena poklesem teploty v důsledku útlumu vytápění přes víkend (simulace).

Na základě tohoto závěru byla provedena úprava provozních charakteristik, zejména prodloužení provozu vytápění i na víkendy. Útlum ve vytápění byl ponechán pouze přes noc a po pracovní době (17:00 – 7:00). Viz obrázek 6.6.

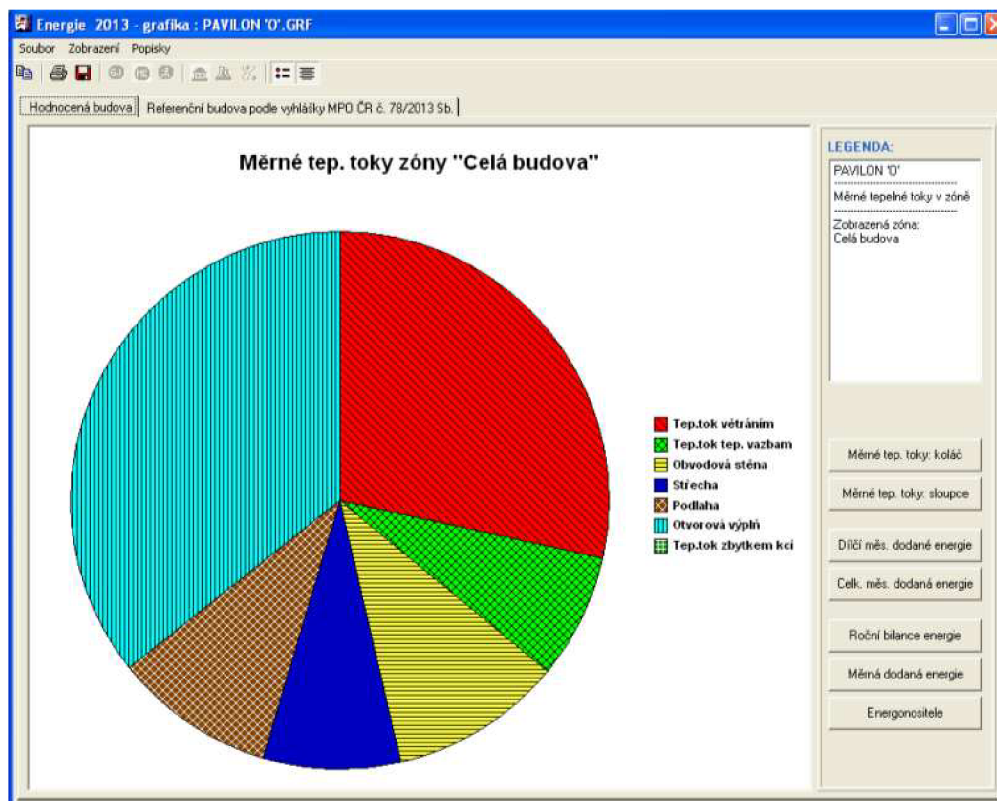
Zde je průměrná odchylka mezi měřením a simulací $0,6^{\circ}\text{C}$. Výkyv v teplotě měření byl ($\Delta t = 8,02^{\circ}\text{C}$) způsoben víkendovým seminářem konaným v prostorách zóny Z2.

6.3. Simulace v Energii

6.3.1. Obálka budovy

Pro základní posouzení bylo nejprve provedeno posouzení obálky budovy. Budova byla zadána jako jedna zóna a vyhodnocená byla pouze obálka budovy.

Obr. 6.10: Měrné tepelné toky obálkou budovy



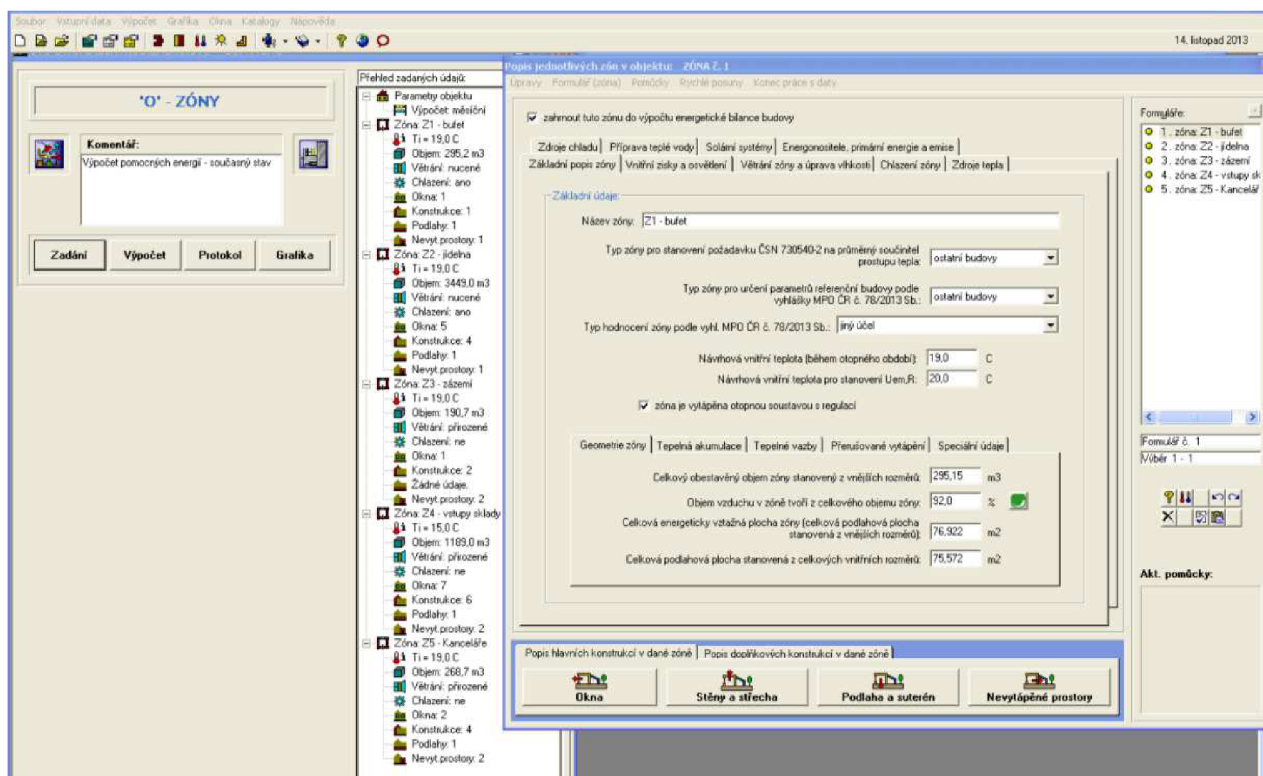
Její zatřídění je do kategorie D - nevyhovující.

Toto se shoduje s výpočtem Energetického štítku obálky budovy viz. Příloha 13.2.

6.3.2. Zónování objektu

Zónování budovy je obdobné jako u simulace BSim. Model zón viz obrázek 6.2. Pro charakterizování jednotlivých zón dle typu provozu bylo využito hodnot uvedených v TNI 73 0331: Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet z dubna 2013.

Obr. 6.11: Pohled na pracovní prostředí programu



6.3.3. Výpočet

Pro první simulaci byly použity parametry typického užívání budov z TNI 73 0331. Přehled vypočítaných spotřeb energie je uveden v tabulce 6.7.

V Příloze 13.6. je uveden kompletní výstupní protokol z programu včetně zařazení do energetických tříd.

Informativní přehled klasifikačních tříd pro dílčí dodané energie:

- Vytápění: B (velmi úsporná)
- Chlazení: G (mimořádně neekonomická)
- Nucené větrání: B (velmi úsporná)
- Příprava teplé vody: C (úsporná)
- Osvětlení: B (velmi úsporná)

Tyto údaje byly porovnány s hodnotami reálně spotřebované energie podle odečtů z měřidel (Tab. 4.2.). Vypočtené hodnoty jsou skoro 2 násobně větší než reálně naměřené a proto byla provedena úprava výpočtu.

Úpravy se týkaly především korekce vnitřních tepelných zisků. Tzn. časového podílu pobytu a počtu osob a spotřebičů v jednotlivých zónách. Dále se upravovaly parametry k zadání umělého osvětlení – intenzity a hodin využití osvětlovací soustavy.

Informativní přehled klasifikačních tříd pro dílčí dodané energie po úpravě provozu:

- Vytápění: B (velmi úsporná)
- Chlazení: F (velmi nevhodná)
- Nucené větrání: B (velmi úsporná)
- Příprava teplé vody: C (úsporná)
- Osvětlení: B (velmi úsporná)

Tab. 6.7: Porovnání spotřeb energie

Kalibrace modelu			Legenda	
[kWh/m ²]	Původní výpočet	Kalibrace na faktury		
$Q_{f,H}$	251,83	87,86	$Q_{f,H}$	spotřeba energie na vytápění
$Q_{f,C}$	7,75	4,88	$Q_{f,C}$	spotřeba energie na chlazení
$Q_{f,F}$	41,02	35,00	$Q_{f,F}$	spotřeba energie na nucené větrání
$Q_{f,W}$	99,43	47,38	$Q_{f,W}$	spotřeba energie na přípravu teplé vody
$Q_{f,L}$	16,56	42,65	$Q_{f,L}$	spotřeba energie na osvětlení a spotřebiče
$Q_{f,A}$	1,86	1,00	$Q_{f,A}$	pomocná energie
Q_{fuel}	418,45	218,78	Q_{fuel}	celková dodaná energie

6.3.4. Dílčí závěr

Pro modelování reálných provozů v programu Energie není vhodné využívat standardizované hodnoty parametrů typického užívání budov. Jejich výsledky značně převyšují reálně naměřené spotřeby energií.

Dalším problémem je zadání osvětlení a spotřebičů. Normové hodnoty zkreslují výsledky, vhodnější je zadávání skutečně zjištěných elektrických příkonů a doby provozu jednotlivých spotřebičů a osvětlení.

6.4. Experimentální řešení

6.4.1. Měření vnitřních parametrů v referenčních místnostech Pavilonu O

Vnitřní teplota θ_i Pavilonu ,O‘ se neměří a obsluha nemá k dispozici teplotní čidlo pro zjištění okamžité teploty.

V Pavilonu ,O‘ bylo při rekonstrukci systému nuceného větrání v roce 2004 instalováno MaR – elektronický měřicí systém Siemens s teplotními čidly umístěnými na vzduchotechnickém potrubí (zkratka EBI). Měření probíhá celoročně s časovým intervalem 1 hodiny a je měřena teplota vzduchu na přívodním a odvodním potrubí u jednotlivých klimatizačních jednotek.

Klimatizační jednotky jsou umístěny na ploché střeše objektu.



Seznam teplotních čidel umístěným na potrubí je uveden v Tabulce 4.1.

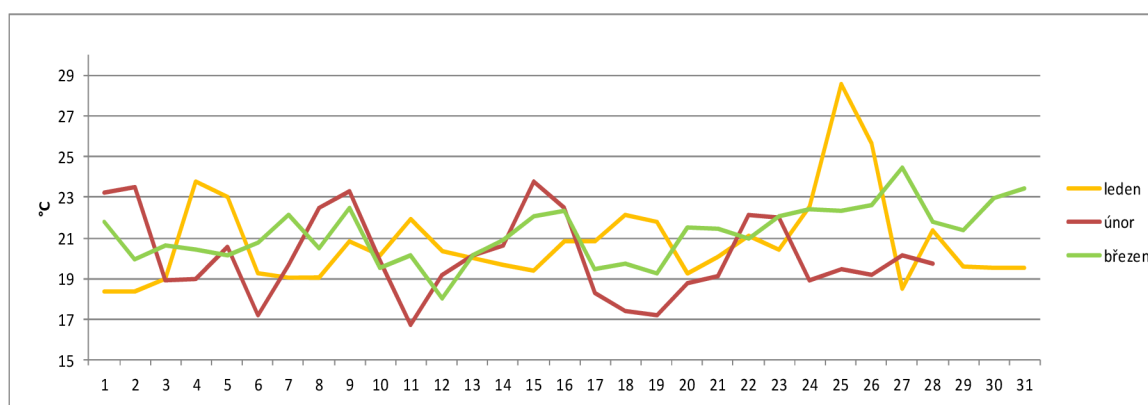
Na obrázku 6.4 je zobrazen průběh vnitřní teploty vzduchu z teplotního čidla umístěného na přívodním potrubí VZT1 do zóny Z1 během tři měsíců.

Dále bylo provedeno měření vnitřní teploty vzduchu v prostorech jídelny ve 2.NP. Jedno měření se uskutečnilo v zimním (4. 1. – 26. 2.) a jedno v letním období (3. 8. – 28. 9.). Měření vnitřní teploty probíhalo pomocí 5 datalogerů (Testo – Comet).

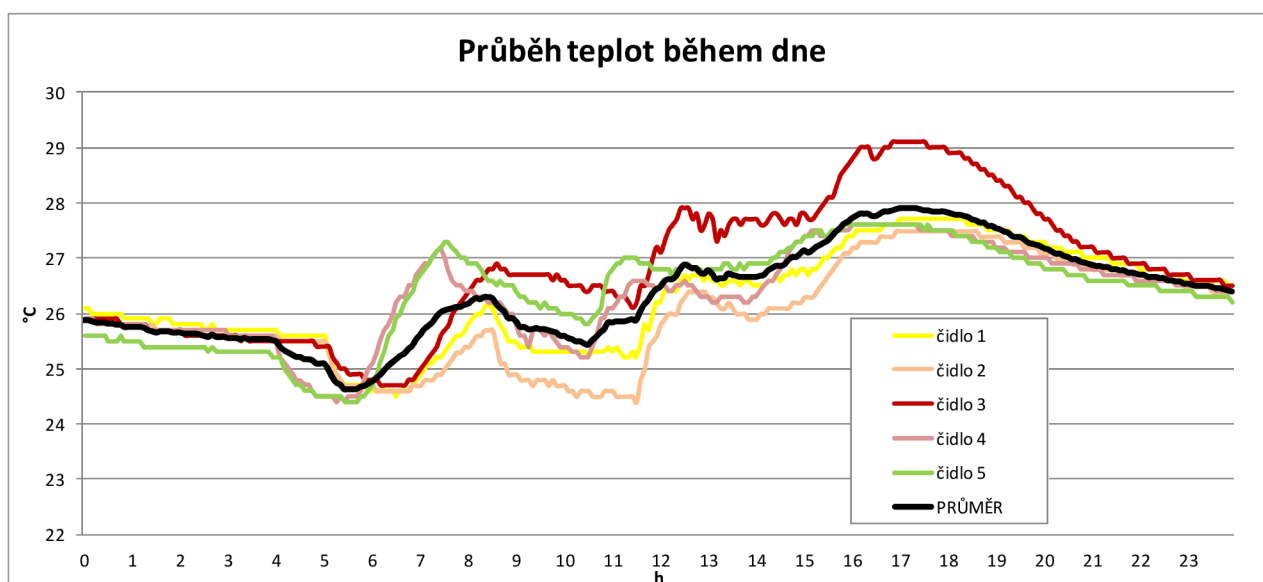
Interval pro odečet teploty byl 5 minut. Poblíž rohů místnosti byly ve výšce 2,5 m umístěny 4 datalogery a 5 byl umístěn ve výšce 3,5 m ve světlíku.

Zaznamenávala se vnitřní teplota, relativní vlhkost a teplota rosného bodu

Obr. 6.12: Průběh vnitřních teplot během měsíce ledna až března 2010



Obr. 6.13: Průběh vnitřních teplot z čidel během 7. 8. 2010



6.4.2. Vyhodnocení naměřených hodnot

Hodnocení vnitřního prostředí jídelny bylo provedeno pomocí legislativních předpisů pro energetickou náročnost (ČSN EN 15 251), požadavků na pracovní prostředí (Vyhláška 93/2012 Sb.) a pobytových prostor (Vyhláška 6/2003 Sb.).

Zatřídění do jednotlivých kategorií bylo provedeno podle požadavků předpisů.

Nejpřísnější hodnoty na posouzení jsou pro pobytové prostory. Pro tyto bude provedeno posouzení typického pracovního dne.

Vyhodnocení bylo provedeno pro jednotlivé měsíce zvlášť. Pokud je překročen daný požadavek, je uvedená hodnota vnitřní teploty. Celkový přehled je uveden v Příloze 13.4.

Srpen

V tabulce jsou uvedeny hodnoty, které překračují povolené hodnoty.

Tab. 6.8: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle ČSN EN 15251 Příloha A.3.

ČSN EN 15 251		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5
Datum	Hodina	Kategorie III (min 19°C (zima) max 27°C (léto))				
3.8.2009	11 - 12	--	--	--	27,53	27,67
3.8.2009	12 - 13	27,88	27,60	27,45	30,41	30,47
3.8.2009	13 - 14	30,87	31,03	30,52	33,04	33,07
3.8.2009	14 - 15	34,08	34,63	33,68	33,38	33,39
3.8.2009	15 - 16	34,35	34,75	33,68	33,43	33,48
3.8.2009	16 - 17	34,46	34,94	33,73	32,70	32,78
3.8.2009	17 - 18	33,47	33,75	32,68	31,63	31,72
3.8.2009	18 - 19	32,21	32,35	31,46	30,13	30,13
3.8.2009	19 - 20	30,40	30,28	29,85	29,50	29,40
3.8.2009	20 - 21	29,46	29,13	29,43	27,63	27,78
5.8.2009	17 - 18	--	--	27,22	--	--
5.8.2009	18 - 19	27,48	27,10	27,63	--	--
5.8.2009	19 - 20	27,17	--	27,26	--	--
6.8.2009	14 - 15	--	--	27,24	--	--
6.8.2009	15 - 16	--	--	27,38	--	--
6.8.2009	16 - 17	--	--	27,48	--	--
6.8.2009	17 - 18	--	--	27,69	--	--
6.8.2009	18 - 19	--	--	27,25	--	--
6.8.2009	19 - 20	--	--	27,11	--	--
7.8.2009	7 - 8	--	--	--	--	27,05
7.8.2009	12 - 13	--	--	27,63	--	--
7.8.2009	13 - 14	--	--	27,62	--	--
7.8.2009	14 - 15	--	--	27,69	--	27,07
7.8.2009	15 - 16	27,02	--	28,10	27,46	27,48
7.8.2009	16 - 17	27,53	27,33	28,95	27,60	27,60
7.8.2009	17 - 18	27,70	27,50	29,06	27,54	27,56
7.8.2009	18 - 19	27,63	27,47	28,73	27,37	27,35
7.8.2009	19 - 20	27,40	27,27	28,11	27,09	27,01
7.8.2009	20 - 21	27,13	--	27,42	--	--
7.8.2009	21 - 22	--	--	27,03	--	--

Tab. 6.9: Kompletní vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 93/2012 Sb.

Vyhl. 93/2012 Sb.		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5
Datum	Hodina	Kategorie třídy práce IIIa (min 10°C max 30°C)				
3.8.2009	12 - 13	--	--	--	30,41	30,47
3.8.2009	13 - 14	30,87	31,03	30,52	33,04	33,07
3.8.2009	14 - 15	34,08	34,63	33,68	33,38	33,39
3.8.2009	15 - 16	34,35	34,75	33,68	33,43	33,48
3.8.2009	16 - 17	34,46	34,94	33,73	32,70	32,78
3.8.2009	17 - 18	33,47	33,75	32,68	31,63	31,72
3.8.2009	18 - 19	32,21	32,35	31,46	30,13	30,13
3.8.2009	19 - 20	30,40	30,28	--	--	--
8.8.2009	13 - 14	--	--	30,41	--	--

Tab. 6.10: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 6/2003 Sb.

Vyhl. 6/2003 Sb.		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5
Datum	Hodina	Pobytové místnosti 24,5 ± 1,5 °C				
3.8.2009	11 - 12	26,49	26,53	26,50	27,53	27,67
3.8.2009	12 - 13	27,88	27,60	27,45	30,41	30,47
3.8.2009	13 - 14	30,87	31,03	30,52	33,04	33,07
3.8.2009	14 - 15	34,08	34,63	33,68	33,38	33,39
3.8.2009	15 - 16	34,35	34,75	33,68	33,43	33,48
3.8.2009	16 - 17	34,46	34,94	33,73	32,70	32,78
3.8.2009	17 - 18	33,47	33,75	32,68	31,63	31,72
3.8.2009	18 - 19	32,21	32,35	31,46	30,13	30,13
3.8.2009	19 - 20	30,40	30,28	29,85	29,50	29,40
3.8.2009	20 - 21	29,46	29,13	29,43	27,63	27,78
3.8.2009	21 - 22	27,78	27,11	27,38	--	--
3.8.2009	22 - 23	--	--	--	22,87	--
3.8.2009	23 - 24	--	22,65	22,63	21,98	22,00
4.8.2009	0 - 1	22,17	21,93	21,87	20,95	21,03
4.8.2009	1 - 2	21,15	20,90	20,80	19,81	19,83
4.8.2009	2 - 3	20,00	19,74	19,68	19,01	18,97
4.8.2009	3 - 4	19,17	18,95	18,95	18,58	18,48
4.8.2009	4 - 5	18,66	18,52	18,59	18,36	18,22
4.8.2009	5 - 6	18,40	18,31	18,38	18,21	18,04
4.8.2009	6 - 7	18,25	18,20	18,28	18,85	18,48
4.8.2009	7 - 8	18,82	18,89	19,14	21,65	21,15
4.8.2009	8 - 9	21,38	21,48	22,23	22,43	22,30
4.8.2009	9 - 10	22,53	22,57	22,86	22,06	21,98
4.8.2009	10 - 11	22,33	22,51	22,33	22,94	22,79
4.8.2009	11 - 12	--	--	22,95	--	--
4.8.2009	16 - 17	--	--	--	22,78	22,82
4.8.2009	17 - 18	22,94	22,91	22,73	--	--
4.8.2009	20 - 21	--	--	--	21,69	21,70

Září

Tab. 6.11: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle ČSN EN 15251 Příloha A.3.

ČSN EN 15 251		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5
Datum	Hodina	Kategorie III (min 19°C (zima) max 27°C (léto))				
1.9.2009	12 - 13	--	--	27,66	--	--
1.9.2009	13 - 14	--	--	27,62	--	--
1.9.2009	14 - 15	--	--	27,11	--	--
1.9.2009	15 - 16	--	--	27,40	27,08	27,03
1.9.2009	16 - 17	27,07	--	28,33	27,18	27,08
1.9.2009	17 - 18	27,03	--	28,18	27,03	--
1.9.2009	18 - 19	--	--	27,77	--	--
1.9.2009	19 - 20	--	--	27,14	--	--
2.9.2009	17 - 18	--	--	27,13	--	--
3.9.2009	12 - 13	--	--	27,39	--	--
3.9.2009	13 - 14	27,04	--	27,92	--	--
3.9.2009	14 - 15	--	--	27,35	--	--
3.9.2009	15 - 16	--	--	27,29	27,07	--
3.9.2009	16 - 17	--	--	28,19	27,18	27,06
3.9.2009	17 - 18	--	--	28,18	--	--
3.9.2009	18 - 19	--	--	27,50	--	--

Tab. 6.12: Kompletní vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 93/2012 Sb.

Vyhl. 93/2012 Sb.		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5
Datum	Hodina	Kategorie třídy práce IIIa (min 10°C max 30°C)				
Vyhovují veškeré teploty						

Tab. 6.13: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 6/2003 Sb.

Vyhl. 6/2003 Sb.		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5
Datum	Hodina	Pobytové místnosti 24,5 ± 1,5 °C				
1.9.2009	8 - 9	--	--	--	--	26,23
1.9.2009	9 - 10	--	--	26,23	--	26,18
1.9.2009	10 - 11	--	--	26,34	--	26,08
1.9.2009	11 - 12	--	--	26,48	26,53	26,96
1.9.2009	12 - 13	26,55	26,28	27,66	26,45	26,88
1.9.2009	13 - 14	26,46	--	27,62	26,24	26,62
1.9.2009	14 - 15	26,50	--	27,11	26,33	26,50
1.9.2009	15 - 16	26,95	26,03	27,40	27,08	27,03
1.9.2009	16 - 17	27,07	26,84	28,33	27,18	27,08
1.9.2009	17 - 18	27,03	26,90	28,18	27,03	26,94

6.4.3. Dílčí závěr

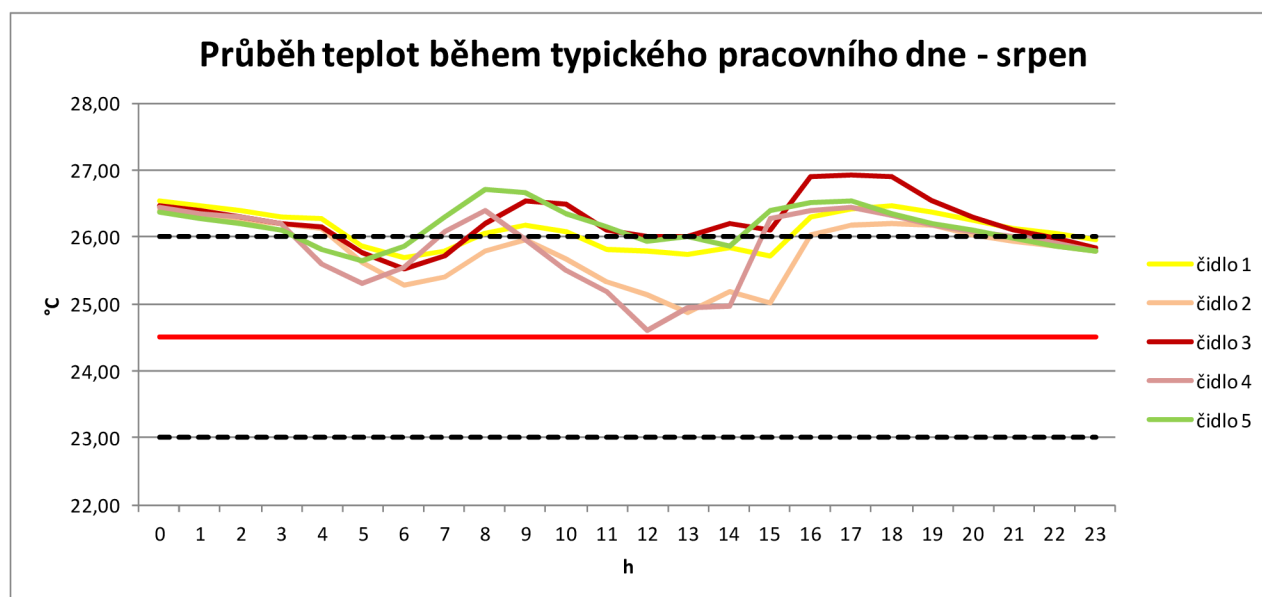
Srpen

Naměřené vnitřní teploty v místnosti 207 překračují povolené hodnoty pro všechny posuzované kategorie:

- z hlediska ČSN EN 15251 je splněn požadavek pouze 4., 12. a 14. 8.
- požadavek na pracovní prostředí je splněn celý srpen kromě 3. a 8. 8.
- požadavek na obytné prostory není splněn žádný den v měsíci srpnu

Při posouzení na obytné prostory se vnitřní teploty pohybují u horní hrany povoleného intervalu, viz obrázek 6.14.

Obr. 6.14: Průběh vnitřních teplot – typický pracovní den srpen – obytné prostory



Čárkovaně jsou zobrazeny horní a dolní mez pro požadovanou vnitřní teplotu.

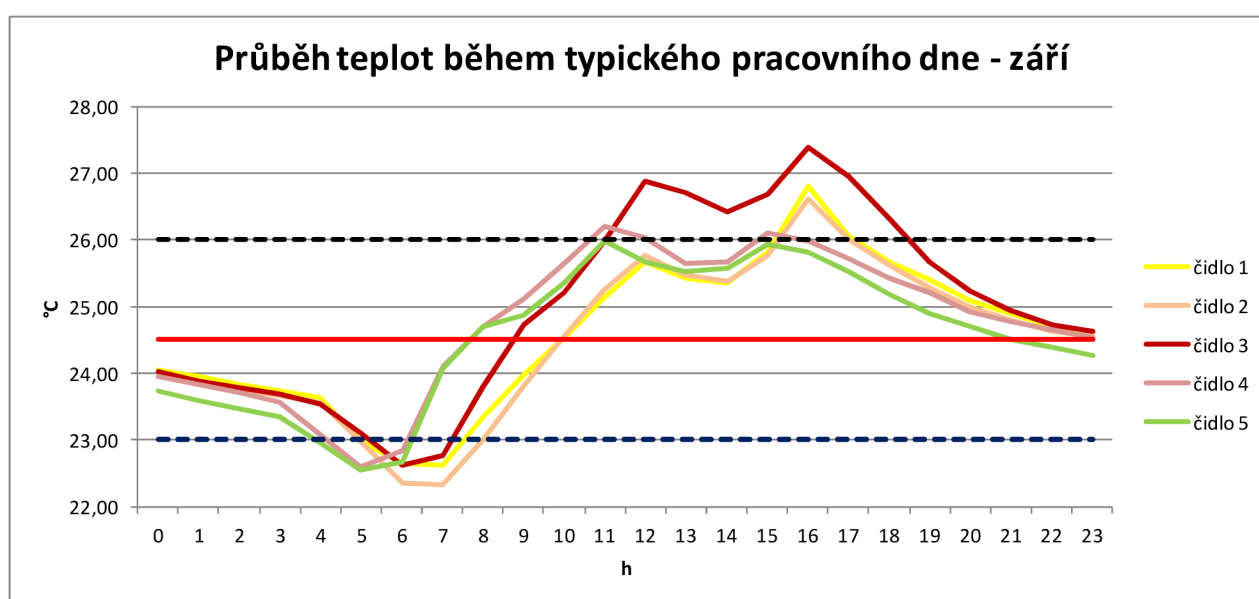
Září

Naměřené vnitřní teploty v místnosti 207 překračují povolené hodnoty pro některé posuzované kategorie:

- z hlediska ČSN EN 15251 je splněn požadavek ve dnech 4., 6. – 8., 11. – 18., 22., 27. – 28. 9.
- požadavek na pracovní prostředí je splněn celé září
- požadavek na pobytové prostory je splněn 4. a 15. 9.

Při posouzení na pobytové prostory vnitřní teploty oscilují kolem středu intervalu, viz obrázek 6.15.

Obr. 6.15: Průběh vnitřních teplot – typický pracovní den září – pobytové prostory



Čárkovaně jsou zobrazeny horní a dolní mez pro požadovanou vnitřní teplotu.

Shrnutí

Čidlo 3 vychází v posouzení velmi nepříznivé kvůli svému umístění těsně pod proskleným světlíkem.

Měsíc září vychází ve srovnání lépe než srpen. Důvodem je uvedení systému nuceného větrání do provozu.

Z hlediska požadavku na pobytové prostory nevyhoví celý měsíc srpen a září kromě dvou dnů – 4. a 15. 9.

7. VÝSLEDKY DIZERTACE

7.1. Výsledky z programu BSim

7.1.1. Varianty zkoušené na modelu

Na tomto matematickém modelu pak byly variantně zkoušeny:

Klimatizace (stávající stav)

Zóny Z1 a Z2 jsou větrány dílčí rovnotlakou klimatizací pomocí klimatizačních jednotek umístěných na střeše budovy. Podrobnosti viz kapitola 6.1.2.

Větrání celé budovy pouze infiltrací

Zóny Z1 a Z2 budou větrány přirozeně pouze pomocí infiltrace. Ostatní zóny budovy zůstanou stejné jako v předchozí variantě.

Zastínění

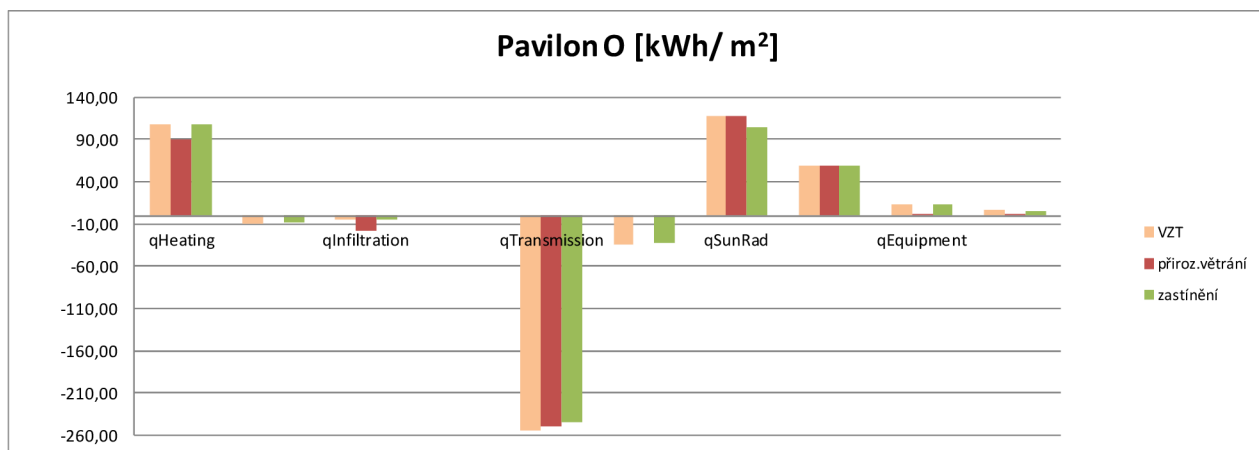
Zóny Z1 a Z2 nají stejný způsob mechanického větrání jako ve Variantě 1. Podrobnosti viz kapitola 6.1.2.

Domodelované je zastínění vnitřními světlými látkovými žaluziemi a zastínění světlíku světlou textilií. Světlík je dle skutečnosti namodelován jako trvalé stínění po celou dobu dne. Žaluzie jsou uvažovány v zastíněné pozici ve stejnou dobu, kdy v prostoru je počítáno s pobytem osob, viz. Tab. 6.5.

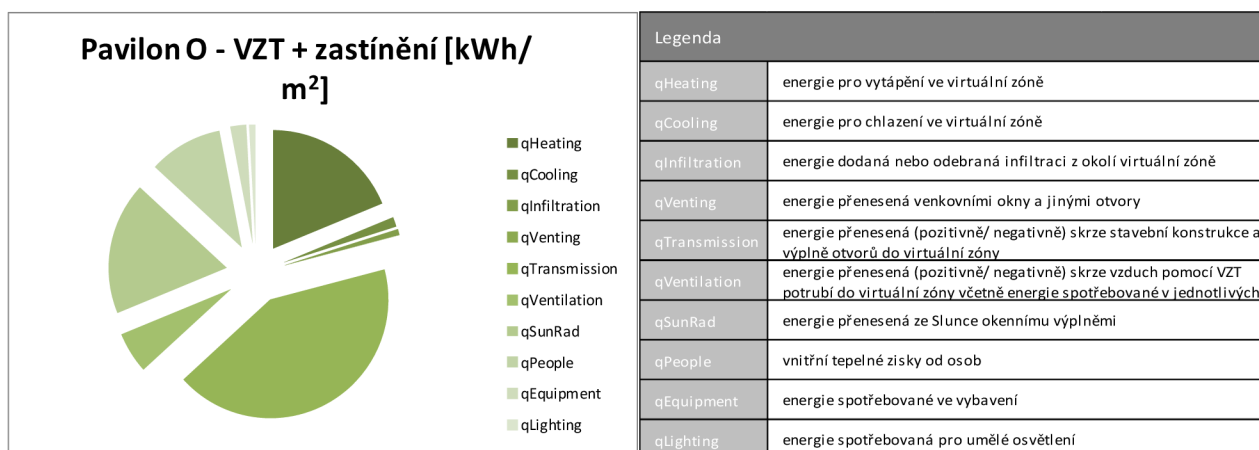
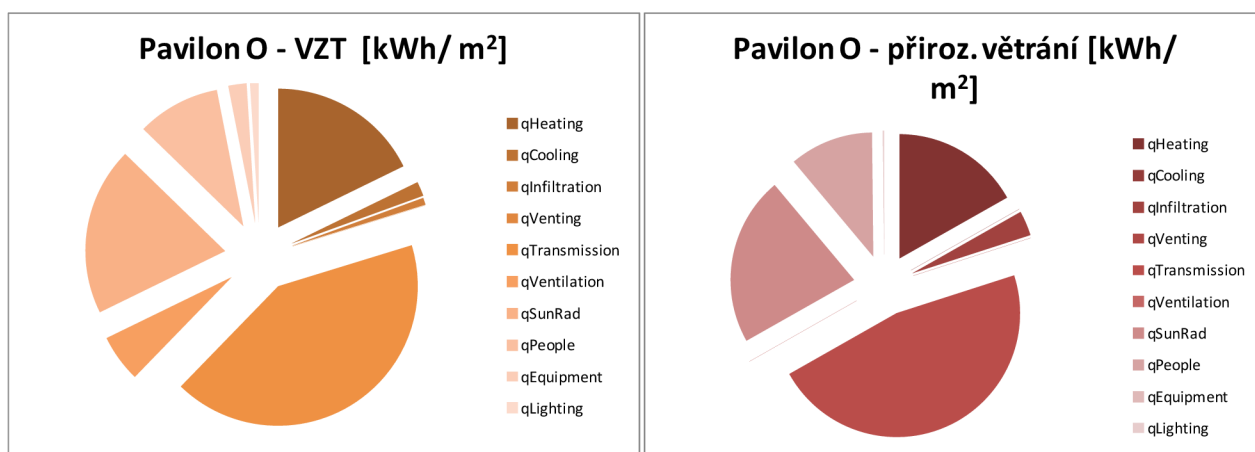
7.1.2. Porovnání variant mezi sebou

Pavilon O

Obr. 7.1: Porovnání energetické náročnosti jednotlivých variant – celá budova



Obr. 7.2: Porovnání energetické náročnosti – podíly energetických toků – celá budova



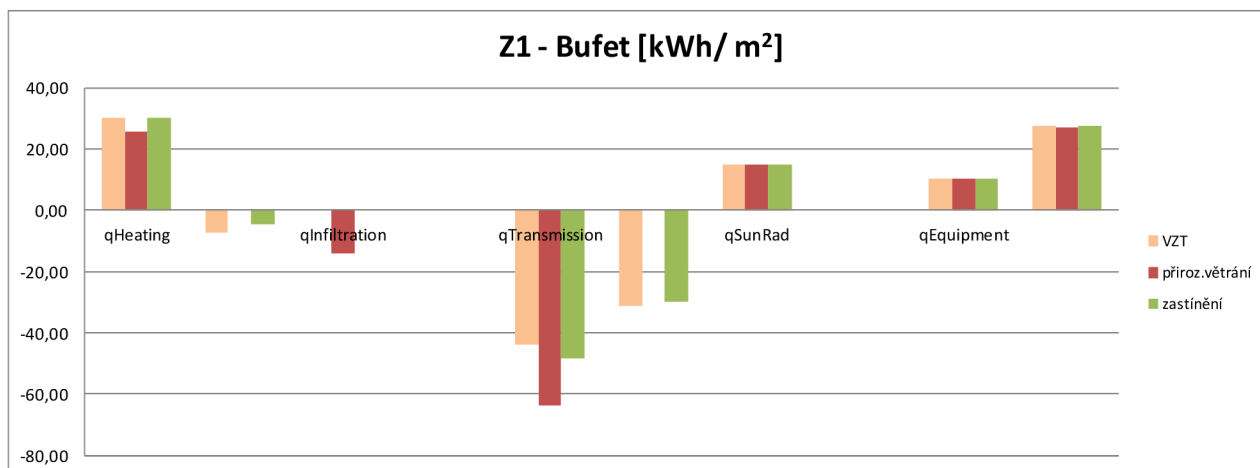
Souhrnný přehled jednotlivých potřeb energie je uveden v tabulce níže.

Tab. 7.1: Spotřeba energie na jednotlivé varianty – celá budova

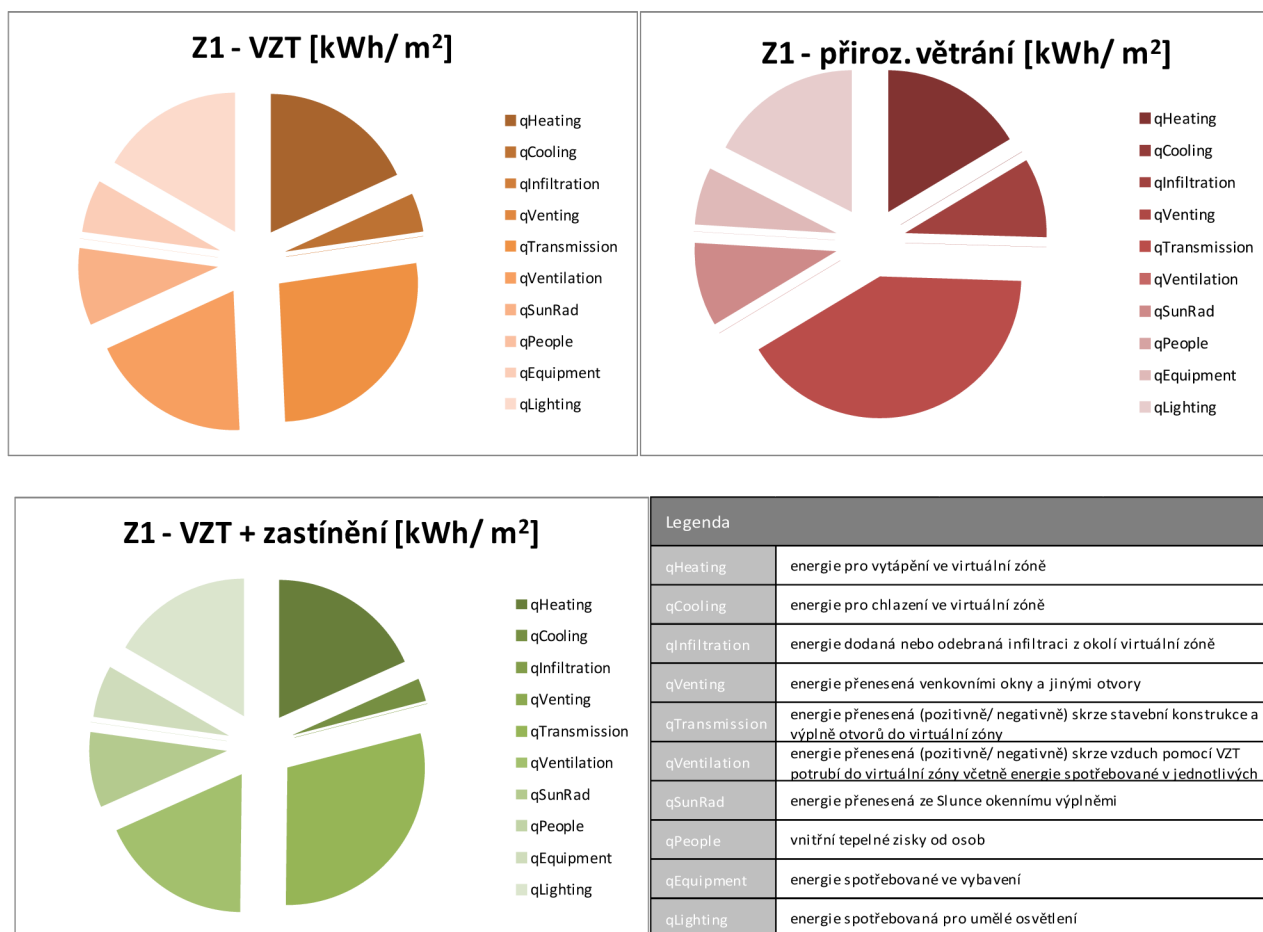
Sum/Mean [kWh/m ² a]	Celá budova		
	VZT	přiroz.větrání	zastínění
qHeating	107,48	89,79	108,62
qCooling	-10,09	0,00	-7,51
qInfiltration	-4,81	-17,31	-4,78
qVenting	0,00	0,00	0,00
qTransmission	-253,97	-249,62	-244,28
qVentilation	-33,44	0,00	-32,39
qSunRad	117,82	117,82	104,34
qPeople	58,44	58,43	58,44
qEquipment	12,65	0,17	12,65
qLighting	5,92	0,72	4,91

Z1 - bufet

Obr. 7.3: Porovnání energetické náročnosti jednotlivých variant – zóna Z1



Obr. 7.4: Porovnání energetické náročnosti – podíly energetických toků – zóna Z1

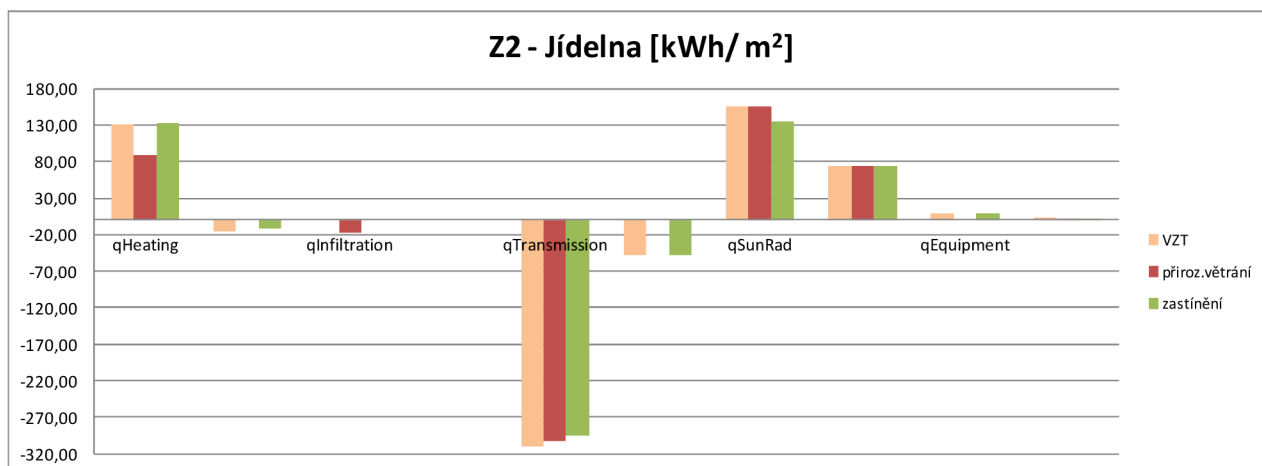


Tab. 7.2: Spotřeba energie na jednotlivé varianty – zóna Z1

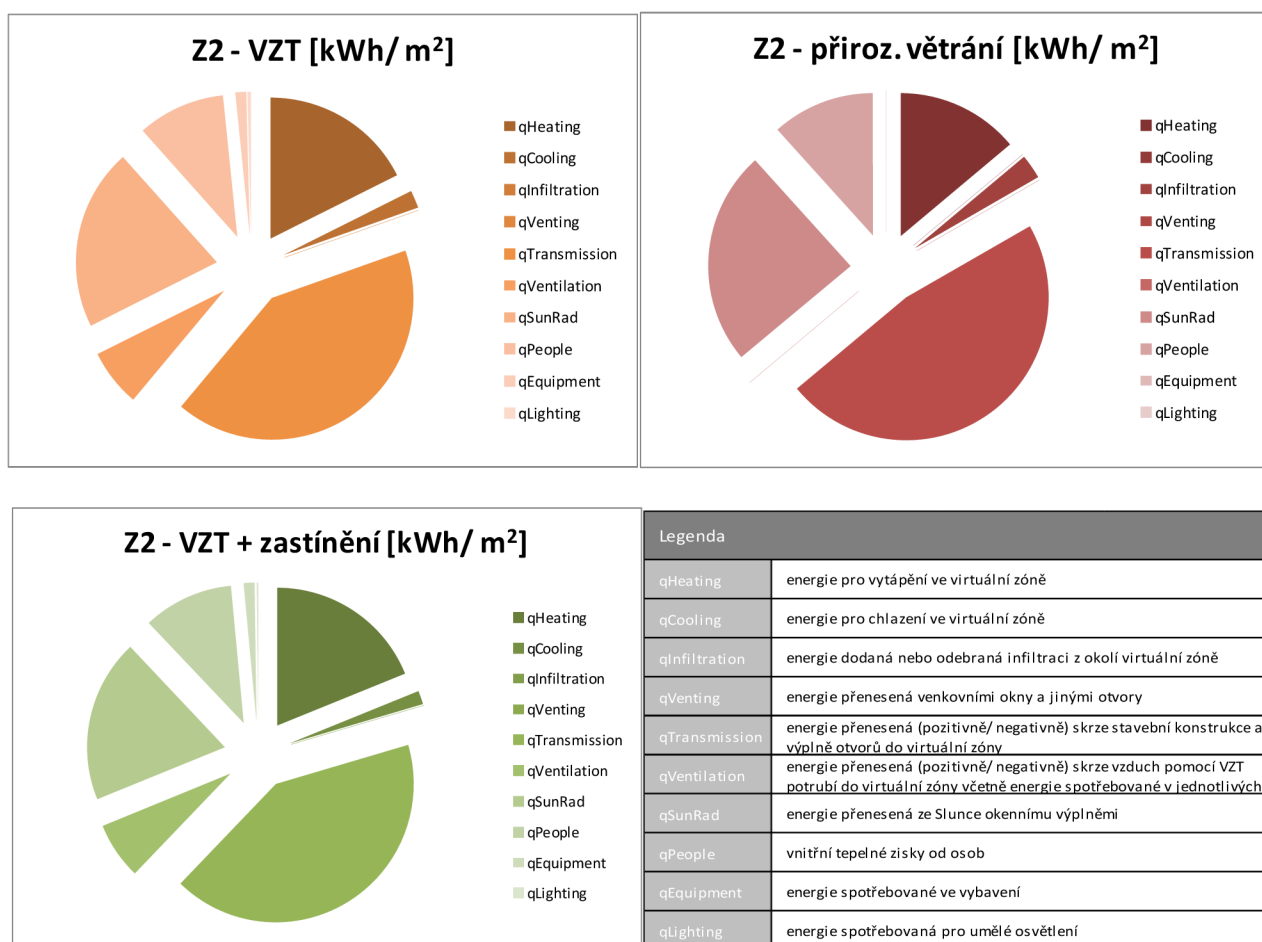
Sum/Mean [kWh/m ² a]	Z1		
	VZT	přiroz.větrání	zastínění
qHeating	30,01	25,44	30,33
qCooling	-7,40	0,00	-4,40
qInfiltration	0,00	-14,10	0,00
qVenting	0,00	0,00	0,00
qTransmission	-43,99	-63,50	-48,31
qVentilation	-31,17	0,00	-30,01
qSunRad	14,84	14,84	14,66
qPeople	0,00	0,00	0,00
qEquipment	10,16	10,16	10,16
qLighting	27,54	27,16	27,57

Z2 - jídelna

Obr. 7.5: Porovnání energetické náročnosti jednotlivých variant – zóna Z2



Obr. 7.6: Porovnání energetické náročnosti – podíly energetických toků – zóna Z2



Tab. 7.3: Spotřeba energie na jednotlivé varianty – zóna Z2

Sum/Mean [kWh/m ² a]	Z2		
	VZT	přiroz.větrání	zastínění
qHeating	131,65	89,07	133,10
qCooling	-14,88	0,00	-11,17
qInfiltration	0,00	-17,58	0,00
qVenting	0,00	0,00	0,00
qTransmission	-310,19	-301,78	-294,83
qVentilation	-48,77	0,00	-47,25
qSunRad	155,46	155,46	134,96
qPeople	74,68	74,68	74,68
qEquipment	9,07	0,00	9,07
qLighting	2,99	0,15	1,44

7.1.3. Dílčí závěr

Jak je vidět z předešlých srovnávacích grafů výsledků simulace jednotlivých variant energeticky nejnáročnějším je klimatizace (dílčí pro zóny Z1 a Z2). Nejméně náročný je systém přirozeného větrání tj. infiltrace.

Předběžné závěry jsou:

- pro tento konkrétní typ budovy a typ provozu je z hlediska spotřebované energie nejvýhodnější systém přirozeného větrání
- energetické vyhodnocení v tomto případě nezohledňuje parametry vnitřního prostředí

Zajímavé srovnání se nabízí při porovnání Varianty 1 – současný stav a Varianty 3 – současný stav TZB a vhodně zvolený režim zastínění výplní otvorů.

Vliv zastínění se projeví zejména u solárních zisků a následně ve výpočtu energie na vytápění, chlazení a osvětlení.

Při posuzování budov je nutné nezanedbat vliv zastínění a uvažovat s ním, jeho vliv na výsledky je nezanedbatelný.

7.2. Výsledky z programu Energie

7.2.1. Porovnání výpočtu pro režim vytápění a chlazení

Program Energie pro budovy s chlazením počítá s oddělenými výpočty pro režim vytápění a chlazení. Ve vstupních parametrech se to projevuje u zadání korekčních součinitelů stínění. Ty jsou stanoveny zvláště pro zimní a letní období. Výpočet potřeby je proveden pro celý kalendářní rok.

Vyhodnocení stupně využitelnosti tepelných ztrát se pro režim vytápění a chlazení liší a díky tomu je stanovena potřeba energie pro vytápění a pro chlazení.

V tabulce 7.4. jsou uvedeny hodnoty jednotlivých energetických toků z výpočtu.

Značné rozdíly započítání rozdílných součinitelů způsobí při výpočtu potřeby tepla na pokrytí tepelné ztráty $Q_{H,ht}$. Ovlivněná je i hodnota solárních zisků a vnitřních tepelných zisků.

Tab. 7.4: Spotřeba energie podle jednotlivých energetických toků

ENERGIE	Celá budova		Legenda	
	Vytápění	Chlazení		
[kWh/m ² a]				
$Q_{f,H}$	87,87	-	$Q_{f,H}$	spotřeba energie na vytápění
$Q_{f,C}$	-	4,88	$Q_{f,C}$	spotřeba energie na chlazení
$Q_{H,ht} / Q_{C,ht}$	133,28	225,62	$Q_{f,H,ht/C,ht}$	potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty
$Q_{f,F}$	35,00	35,00	$Q_{f,F}$	spotřeba energie na nucené větrání
Q_{sol}	74,57	32,81	Q_{sol}	solární tepelné zisky
Q_{int}	65,65	51,84	Q_{int}	vnitřní tepelné zisky
$Q_{f,A}$	1,00	1,00	$Q_{f,A}$	pomocná energie
$Q_{f,L}$	42,65	42,65	$Q_{f,L}$	spotřeba energie na osvětlení a spotřebiče

7.2.2. Porovnání variant výpočtu

Kromě uvedené kalibrace výpočtového model v kap. 6.3.2. byly na model namodelovány další varianty.

Přirozené větrání

Stejně jako u programu BSim byla zkoumána simulace budovy bez mechanického systému větrání.

Změna zdroje tepla – plynová kotelna

Vzhledem k probíhající dohadům o možném odpojení některých pavilonů na lokální zdroje, je uvedena varianta uvažující s lokální plynovou kotelnou, která by zajišťovala dodávku topné a teplé vody.

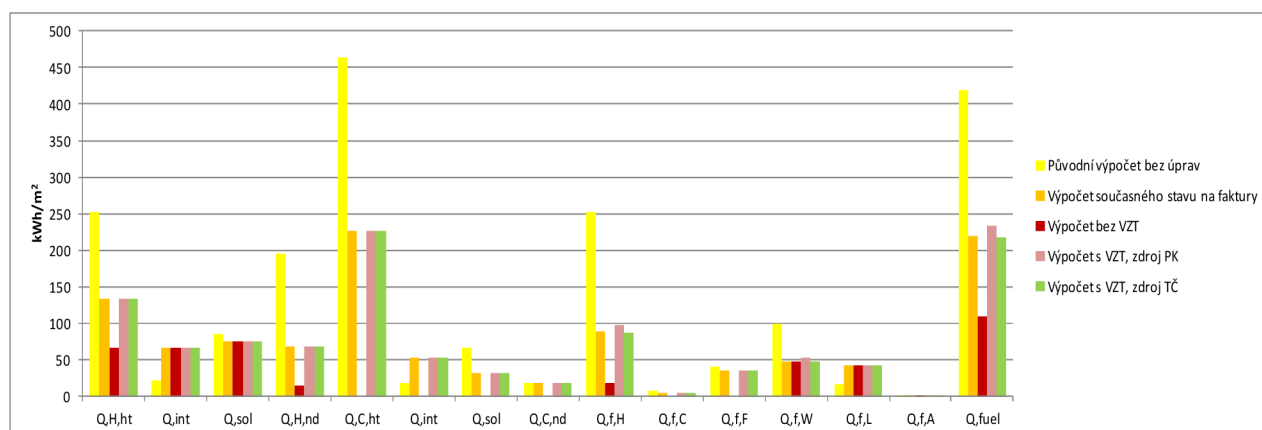
Změna zdroje tepla – tepelné čerpadlo

Velkou oblastí zájmu je využití obnovitelných zdrojů energie. V původní projektové dokumentaci k rekonstrukci klimatizačních jednotek bylo uvažováno s instalací tepelných čerpadel. Toto nebylo realizováno.

Pro porovnání je varianta se zdrojem OZE vypočítána.

Výsledky z jednotlivých variant jsou uvedeny v grafu – Obr. 7.7. a tabulce 7.5.

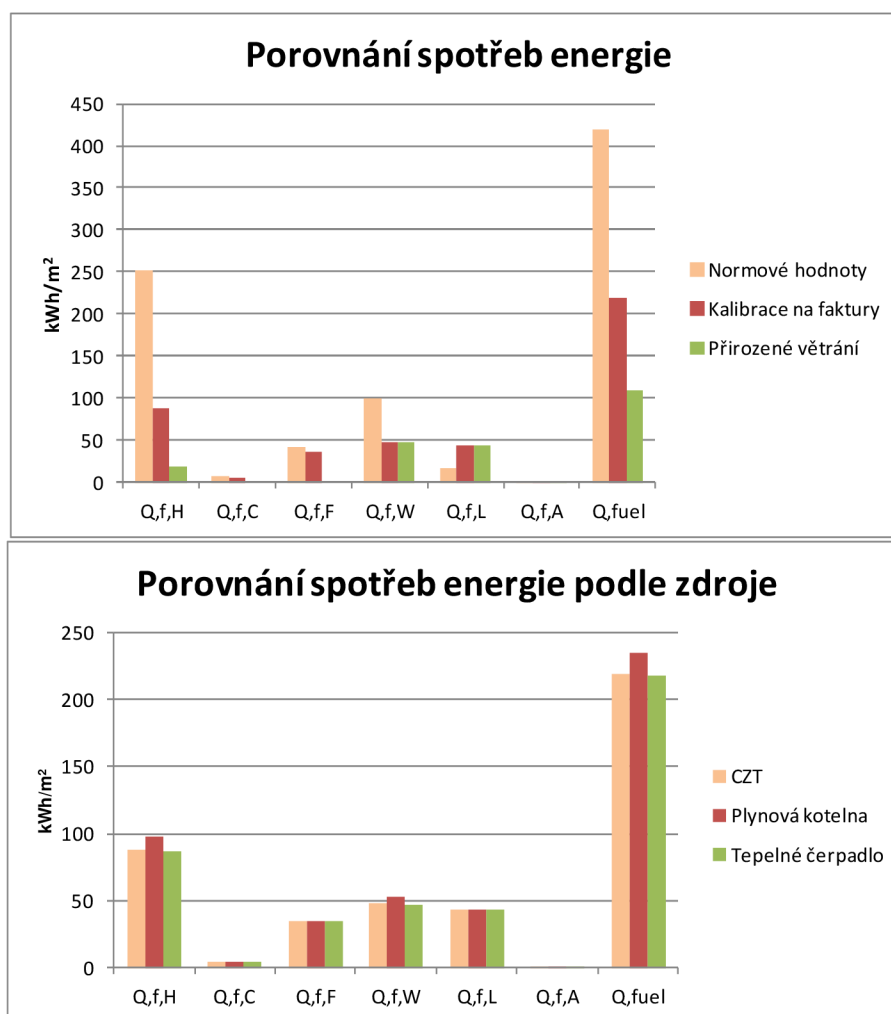
Obr. 7.7: Celkový přehled energetických toků ve variantách



Tab. 7.5: Přehled jednotlivých variant v programu Energie

Měrná spotřeba energie Pavilonu 'O' - Energie 2013						Legenda	
[kWh/m ²]	Původní výpočet	Kalibrace na faktury	Přirozené větrání	Zdroj PK	Zdroj TČ		
Q _{f,H}	251,83	87,86	18,49	97,74	86,99	Q _{f,H}	spotřeba energie na vytápění
Q _{f,C}	7,75	4,88	0,00	4,88	4,88	Q _{f,C}	spotřeba energie na chlazení
Q _{f,F}	41,02	35,00	0,00	35,00	35,00	Q _{f,F}	spotřeba energie na nucené větrání
Q _{f,W}	99,43	47,38	47,38	52,70	46,90	Q _{f,W}	spotřeba energie na přípravu teplé vody
Q _{f,L}	16,56	42,65	42,65	42,65	42,65	Q _{f,L}	spotřeba energie na osvětlení a spotřebiče
Q _{f,A}	1,86	1,00	0,08	1,00	1,00	Q _{f,A}	pomocná energie
Q _{fuel}	418,45	218,78	108,60	233,98	217,43	Q _{fuel}	celková dodaná energie

Obr. 7.8: Porovnání energetické náročnosti – podíly energetických toků



7.2.3. Dílčí závěr

Ze simulací provedených v programu Energie vyplývá, že při využití normových doporučených parametrů pro popis provozu a technického vybavení dochází oproti skutečně naměřeným hodnotám ke značným odchylkám, i více než 100% u celkové spotřeby energie.

Z porovnání jednotlivých variant simulace můžeme prohlásit:

Přirozené větrání

Vychází z hlediska spotřeby energie nejlépe. Není zde spotřeba energie na nucené větrání a chlazení.

Změna zdroje tepla – plynová kotelna

V porovnání s ostatními variantami vychází ve spotřebě energie nejhůře. Je to způsobeno nižší účinností vlastního zdroje tepla oproti CZT a tepelnému čerpadlu. Dále se projevilo zvýšení spotřeby energie na ohřev teplé vody.

Změna zdroje tepla – tepelné čerpadlo

Tato simulace vychází srovnatelně se současným stavem. Spotřeba energie na vytápění je téměř shodná. Je nutné si uvědomit, že program u tohoto výpočtu nezohledňuje typ energonositele. V hodnotě spotřeby energie na vytápění je u tepelného čerpadla zahrnuta obnovitelná energie.

Z hlediska provozních nákladů by tato varianta vycházela lépe než současný stav.

7.3. Porovnání výstupů mezi sebou

7.3.1. Porovnání programů BSim a Energie

V tabulce 7.6. je provedeno porovnání odpovídajících si energetických toků ze simulací z programu BSim a Energie.

Tab. 7.6: Srovnání simulačních programů

Celá budova			
[kWh/m ² a]	Bsim	Energie	
		Vytápění	Chlazení
spotřeba energie na vytápění	107,48	87,87	-
spotřeba energie na chlazení	10,09	-	4,88
infiltrace	4,81	-	-
potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty	253,97	133,28	225,62
spotřeba energie na nucené větrání	33,44	35,00	35,00
solární zisky	117,82	74,57	32,81
tepelné zisky od osob	58,44	65,65	51,84
spotřeba energie na spotřebiče	12,65	42,65	42,65
spotřeba energie na osvětlení	5,92		

Vyhodnocení

Hodnota potřeby tepla na pokrytí tepelné ztráty si odpovídá v programu BSim a Energie pro letní období. Odchylka je cca 11%.

Odpovídají si i hodnoty na spotřebu energie na nucené větrání, vnitřní tepelné zisky od osob.

Velmi odlišné jsou hodnoty pro solární zisky. Tento údaj je důležitý, protože jeho velikost ovlivňuje výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení.

V programu BSim jsou solární zisky počítány na základě matematických modelů podle [3]:

- Muneer T (1989). *Algorithms for estimating hourly solar irradiation on slopes*. Journal of Building services, Engineering, Research and Technology 10(2).
- Lund H (1979) *Revised splitting procedure for calculation of direct normal radiation and diffuse radiation*. Thermal Insulation Laboratory, Technical University of Denmark. Lyngby, DENMARK.
- Perez
- Peterson E.

Program využívá hodinové hodnoty pro výpočet solárních zisků.

Energie využívá pro výpočet solárních zisků denostupňovou metodu.

Výsledná hodnota solárních zisků bude přesněji počítána v programu BSim.

Závěr

Program BSim je uživatelsky náročnější na tvorbu modelu a vstupních parametrů. Umožňuje zadat komplexní provoz budovy včetně změn během roku. (prázdninový a víkendový útlum, provozní doby technických zařízení, spotřebičů a osvětlení, pobyt osob). Neobsahuje nastavbu pro přímé posouzení s našimi legislativními požadavky.

Program Energie je uživatelsky příjemný. Neumožňuje přímé zadání jednotlivých spotřebičů, pouze jejich časový podíl provozu a průměrnou produkci tepla. Obsahuje nastavbu pro posouzení legislativních požadavků.

Výsledky si přibližně odpovídají kromě výpočtu solárních zisků a spotřebované energií na spotřebiče.

7.3.2. Porovnání výstupů simulace s reálnými hodnotami

Srovnání výsledků simulace se skutečnou spotřebou objektu je uvedeno v tabulce 7.7.

Tab. 7.7: Srovnání spotřeb energie

Celá budova			
[kWh/m ² a]	Bsim	Energie	Faktury
spotřeba energie na vytápění	107,48	87,87	79,30
spotřeba energie na chlazení	10,09	4,88	89,46
spotřeba energie na nucené větrání	33,44	35,00	
spotřeba energie na spotřebiče	12,65	42,65	
spotřeba energie na osvětlení	5,92		
Celkem spotřebovaná energie	169,57	170,40	168,76

Celková spotřeba energie se u simulací a skutečné spotřeby shoduje. Odlišné je rozložení jednotlivých spotřeb energie.

7.4. Závěr

Pro správné vyhodnocení energetické náročnosti technických systémů a jejich certifikaci je nutné uvažovat s reálným provozem, nikoliv typickým dle normových požadavků.

Výstupy s normovými hodnotami vstupních parametrů bývají až dvojnásobné, zejména se to týká zadávání časového podílu provozu spotřebičů, pobytu osob a produkce tepla.

Díky měření vnitřních teplot je prokázáno, že při současném provozu klimatizačního zařízení, není dosahováno požadovaných parametrů pro pobytové prostory. Vzhledem k tomu, že zkoumaný objekt je typickým zástupcem tohoto provozu, dá se prohlásit, že z hlediska hygienických požadavků je objekt nevhodně provozován.

Provázání energetické náročnosti budovy a kvality vnitřního prostředí je nutné zohlednit už při návrhu budovy a jejího provozu.

V současné době neexistuje vhodný software, který by obsahoval všechny potřebné aplikace. Vhodná je kombinace více programů a měření.

7.5. Shrnutí cílů dizertace

7.5.1. Přehled cílů

Přehled cílů dizertační práce stanovených na začátku doktorského studia a jejich vyhodnocení v dizertační práci:

- analýza větracích a klimatizačních systémů z energetického hlediska

Analýzou systémů větrání a klimatizace v budovách se zabývají kapitoly 2.2 a 2.3 (technický popis jednotlivých typů systémů a jejich rozdělení) a 2.5.2. (požadavky na výpočet dodané energie – stanovení energetické náročnosti).

- definování okrajových podmínek výpočtu energetické náročnosti pro ČR

Tato problematika je řešena v kapitole 2.5 (rozběr současných legislativních požadavků pro výpočet dodané energie).

- definování okrajových podmínek modelů vybraných typů budov v ČR

Obecná definice podmínek pro tvorbu modelu je uvedena v kapitole 2.4. Podrobnější charakteristika vnějšího prostředí je popsána v kapitole 2.4.1 a vnitřního prostředí v kapitole 2.4.2.

Okrajové podmínky pro tvorbu modelu u konkrétní zvolené budovy jsou popsány v kapitole 4.

Stavební a technické řešení budovy je v kapitole 4.1, teplotní rozdělení do zón v kapitole 4.2 a vnější podmínky v kapitole 4.3.

- experimentální měření větracích a klimatizačních systémů u vybraných typů budov

Experimentální měření bylo provedeno u jedné konkrétní zvolené budovy – stravovací školní pavilon. Popis měření je uveden v kapitole 6.4.1. Výsledky z měření a jeho vyhodnocení jsou popsány v kapitole 6.4.

- energetická simulace vybraných typů budov

Energetickou simulací provozu vybraného typu budovy se zabývají kapitoly 5.2, 5.3, 6.1 - 3, 7.1., 7.2. a 7.3.

V kapitole 5.2 a 5.3 je popsán zvolený výpočetní software a jeho možnosti využití pro dizertační práci.

Kapitola 6.1 6.3 se zabývá vstupními podmínkami a dílčími úloha energetické simulace budovy a v kapitolách 7.1., 7.2. a 7.3 jsou zpracovány výstupy z energetických simulací.

- stanovení měrných spotřeb energie na větrání a klimatizaci pro vybrané typy budov

Stanovení jednotlivých spotřeb energie na větrání a klimatizaci pro vybraný typ budovy se zabývá kapitola 7.3 v tabulkách Tab. 7.1. – 7.5.

7.5.2. Závěrné shrnutí

Experimentální měření

Hodnocení vnitřního prostředí jídelny bylo provedeno pomocí legislativních předpisů pro energetickou náročnost [31], požadavků na pracovní prostředí [7] a pobytových prostor [32].

Zatřídění do jednotlivých kategorií bylo provedeno podle požadavků předpisů. Nejpřísnější hodnoty na posouzení jsou pro pobytové prostory.

Měsíc září vychází ve srovnání lépe než srpen. Důvodem je uvedení klimatizačního zařízení do provozu. Z hlediska požadavku na pobytové prostory nevyhoví celý měsíc srpen a září kromě dvou dnů – 4. a 15. 9.

Díky měření vnitřních teplot je prokázáno, že při současném provozu klimatizačního zařízení, není dosahováno požadovaných parametrů pro pobytové prostory. Vzhledem k tomu, že zkoumaný objekt je typickým zástupcem tohoto

provozu, lze prohlásit, že objekt je z hlediska hygienických požadavků nevhodně provozován.

Energetická simulace

Program BSim umožňuje zadat komplexní provoz budovy včetně změn během roku (prázdninový a víkendový útlum, provozní doby technických zařízení, spotřebičů a osvětlení, pobyt osob). Neobsahuje nastavbu pro přímé posouzení s našimi legislativními požadavky.

Program Energie neumožňuje přímé zadání jednotlivých spotřebičů, pouze jejich časový podíl provozu a průměrnou produkci tepla. Obsahuje nastavbu pro posouzení legislativních požadavků.

Pro modelování reálných provozů v programu Energie není vhodné využívat standardizované hodnoty parametrů typického užívání budov. Ze simulací provedených v programu Energie vyplývá, že při využití normových doporučených parametrů pro popis provozu a technického vybavení dochází oproti skutečně naměřeným hodnotám ke značným odchylkám, i více než 100% u celkové spotřeby energie.

Dalším problémem u tohoto programu je zadání osvětlení a spotřebičů. Normové hodnoty zkreslují výsledky, vhodnější je zadávání skutečně zjištěných elektrických příkonů a doby provozu jednotlivých spotřebičů a osvětlení.

Energetická certifikace systémů větrání a klimatizace

Závěry z obou simulačních programů a měření jsou:

- pro tento konkrétní typ budovy a typ provozu je z hlediska spotřebované energie nejvýhodnější systém přirozeného větrání
- energetické vyhodnocení v tomto případě nezohledňuje parametry vnitřního prostředí

- vliv zastínění se projeví zejména u solárních zisků a následně ve výpočtu energie na vytápění, chlazení a osvětlení. Při posuzování budov je nutné nezanedbat vliv zastínění a uvažovat s ním, jeho vliv na výsledky je nezanedbatelný.
- Při změně typu zdroje tepla je nutné zohlednit kromě energetické náročnosti i provozní náklady (typ energonositele)

Pro správné vyhodnocení energetické náročnosti technických systémů a jejich certifikaci je nutné uvažovat s reálným provozem, nikoliv typickým dle normových požadavků.

Provázání energetické náročnosti budovy a kvality vnitřního prostředí je nutné zohlednit už při návrhu budovy a jejího provozu.

V současné době neexistuje vhodný software, který by obsahoval všechny potřebné aplikace. Vhodná je kombinace více programů a měření.

8. APLIKACE DO PRAXE A MOŽNOST DALŠÍHO VÝZKUMU

8.1. Aplikace do praxe

Disertační práce má být s ohledem na snadnou aplikovatelnost uváděných řešení přínosem pro projektanty i realizační firmy. Pro technickou praxi vyplývá především možnost:

- využít výsledků simulace a vyhodnocení možných variantních řešení při návrhu ekonomicky optimálního systému větrání a klimatizace v budovách
- ověřování průběhu vnitřního mikroklima během celého roku a tím odhalení potencionálních problémů (např. přehřívání vnitřních prostor v období jara a podzimu)
- ověření splnění hygienických požadavků na prostory při změně režimu provozování technických zařízení (omezení doby provozu, snížení výkonu zařízení apod.)

8.2. Možnosti dalšího výzkumu

Oblast energetické náročnosti budov v současné době díky zdražování cen energie nabývá na důležitosti a možnosti energetický úspór v rámci obálky budovy začínají být omezené. Je tedy důležité pokračovat v oblasti technického zařízení budov a hledání možnosti úspor zde.

Jako další možnosti ve výzkumu:

- provedení energetické vyhodnocení systému klimatizace a větrání na dalších typech budov (obytné, administrativní)
- kalkulace finanční náročnosti jednotlivých systémů z hlediska provozních nákladů
- úprava hodnoty typického užívání budov (pro např. TNI 73 03 31)

9. REJSTŘÍK POJMŮ

b	redukční činitel pro nevytápěné prostory (-)
c	měrná tepelná kapacita (J/Kg K)
$COP_{gen;C;c;i}$	poměr mezi chladícím výkonem a příkonem zdroje chladu i (-)
$COP_{gen;H;c;i}$	poměr mezi tepelným výkonem a příkonem zdroje tepla na bázi tepelného čerpadla i poháněného elektrickou energií nebo plynem, (-). Systémy bez tepelného čerpadla mají koeficient $COP_{gen;H;c;i} = 1$
	koeficient provozu zdroje tepla na bázi tepelného čerpadla (-), zahrnující vliv akumulčních zásobníků na účinnost celého systému
e_{vent}	měrná spotřeba elektřiny ventilátorů, (Ws/m^3)
$f_{c;vent}$	váhový činitel regulace pohonu ventilátorů větr. systému, (-)
f_{vent}	časový podíl spuštěného větrání, (-)
	opravný součinitel pro případ, že výměna vzduchu konstrukcí probíhá, jen pokud je budova užívána, (-)
$f_{v,i}$	teplotní redukční činitel, (-)
$F_{gen;C;n;i}$	měsíční podíl chladu dodaného do rozvodného systému dodané zdrojem chladu, (-); pro všechny zdroje v systému je $\sum_i F_{gen;C;n;i} = 1$
$F_{gen;DHW;n;i}$	měsíční podíl spotřeby energie na přípravu teplé vody dodaná zdrojem systému, (-)
$F_{gen;H;n;i}$	měsíční podíl tepelné energie dodané do rozvodného systému s, (-); pro všechny zdroje i v systému je $\sum_i F_{gen;H;n;i} = 1$
g	tíhové zrychlení (m/s^2)
h	vertikální převýšení os větracích otvorů (m) výška (m)
$H_{v,i}$	měrný tepelný tok větráním konstrukcí k přilehlému prostoru(ům), prostředí nebo zóně(ám) s teplotou $\theta_{s,i}$, (W/K)
i	součinitel průvzdušnosti ($m^3/(s \cdot m \cdot Pa^{0,67})$)
l	délka (m)
p	tlak (Pa)
P_{fans}	činný elektrický výkon ventilátorů, (kW_e)
Q	teplo (J)
$Q_{Aux;C;n}$	spotřeba pomocné energie na chlazení, (MJ/měsíc)
$Q_{Aux;DHW;n}$	spotřeba pomocné energie na přípravu teplé vody, (MJ/měsíc)

$Q_{\text{Aux;Fans};n}$	spotřeba pomocné energie na mechanické větrání, (MJ/měsíc)
$Q_{\text{Aux;H};n}$	spotřeba pomocné energie na vytápění, (MJ/měsíc)
$Q_{\text{dem};C}$	roční potřeba energie budovy na chlazení, (MJ)
$Q_{\text{dem};H}$	roční potřeba energie budovy na vytápění, (MJ)
$Q_{\text{distr};C;n}$ (MJ/měsíc)	chladičí energie dodaná do rozvodného systému s v měsíci,
$Q_{\text{distr};DHW;n}$	dodávka energie v teplé vodě do systému, (MJ/měsíc)
$Q_{\text{distr};H;n}$	tepelná energie dodaná do rozvodného systému s , (MJ/měsíc)
$Q_{\text{distr};Hum;n;s}$	energie dodaná do rozvodného systému v měsíci, (MJ/měsíc)
$Q_{\text{fuel};Aux;n}$	dodaná pomocná energie v měsíci n , (MJ/měsíc)
$Q_{G,C}$	celkové tepelné zisky v chladícím režimu, (MJ)
$Q_{G,H}$	celkové tepelné zisky v otopném období, (MJ)
Q_i	součet vnitřních tepelných zisků za dané výpočtové období, (MJ)
$Q_{L,C}$	celkový tepelný tok v chladícím režimu, (MJ)
$Q_{L,H}$	celkový tepelný tok v otopném období, (MJ)
Q_S	součet solárních tepelných zisků za dané výpočtové období, (MJ)
Q_T	celkové tepelný tok prostupem tepla, (MJ)
Q_V	celkové tepelný tok ventilací, (MJ)
t	trvání výpočtového období, (Ms) teplota ($^{\circ}\text{C}$)
V_{ex}	množství odváděného vzduchu soustavou pro celou budovu, (m^3/s)
$V_{\text{inf},i}$	množství vzduchu infiltrací obvodovým pláštěm, (m^3/s)
$V_{\text{mech,inf},i}$ místnosti, (m^3/s)	rozdíl mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné
$V_{\text{min},i}$	minimální hygienické množství vzduchu, (m^3/s)
V_{su}	množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu, (m^3/s)
$V_{\text{su},i}$	množství přiváděného vzduchu do místnosti, (m^3/s)
$V_{V,AHU;n}$	jmenovitý průtok vzduchu klimatizační jednotkou v otopném nebo chladícím režimu v měsíci n , (m^3/s)
$V_{V,i}$	výměna vzduchu v klimatizovaném prostoru, (m^3/s)
w	rychlost (m/s)

β	podíl délky časového úseku, kdy je v provozu větrací zařízení, a délky výpočtového období (-)
Δ	konečný rozdíl dvou hodnot
$\eta_{em;C;s}$	účinnost sdílení chladu systému, (-)
$\eta_{G,C}$	stupeň využití tepelných toků, (-)
$\eta_{gen;H;c;i}$	účinnost výroby energie zdrojem, stanovená hodnota podle příslušné vyhlášky ¹⁰ ; (-); pokud je zdrojem energie tepelné čerpadlo, pak $\eta_{gen;H} = 1$
$\eta_{gen;H;ctrl;i}$	účinnost regulace zdroje energie i , (-); pokud je zdrojem energie tepelné čerpadlo, pak $\eta_{gen;H;ctrl} = 1$
$\eta_{gen;Hum;i}$	účinnost zdroje zvlhčování i , (-)
$\eta_{G,H}$	stupeň využití tepelných zisků, (-)
$\theta_{i,z}$	vnitřní výpočtová teplota v budově nebo v zóně budovy (°C)
$\theta_{s,i}$	výpočtová venkovní teplota přírodního vzduchu konstrukcí vstupujícího do budovy nebo do zóny budovy větráním nebo infiltrací, (°C)
λ	součinitel tepelné vodivosti (W/(m K)) součinitel tření (-)
μ	průtokový součinitel (-)
ξ	souřadnice (m)
ρ	hustota vzduchu, (kg/m ²)

Indexy označující:

a	vzduch, akumulaci
e	venkovní, vnější, ekvivalentní
i	vnitřní
o	hodnota vztažená na objem, základní hodnotu, okno; odsávaný plyn

¹⁰ Například vyhláška č. 150/2001 Sb., kterou se stanoví minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie, nařízení vlády č. 25/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na účinnost nových teplovodních kotlů spalujících kapalná nebo plynná paliva.

10. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

10.1. Seznam obrázků

Obr. 2.1: Provětrávání oknem a šachtové větrání	18
Obr. 2.2: Poloha meteorologických stanic po ČR.....	27
Obr. 2.3: Celkový tok energie v budově dle [1].....	36
Obr. 2.4: Tok energie při chlazení v budově dle [14]	36
Obr. 4.1: Podíl jednotlivých spotřeb v Pavilonu O	56
Obr. 5.1: Pracovní prostor programu BSim [3].....	58
Obr. 6.1: Model Pavilonu O pro zadávání do programu BSim.....	62
Obr. 6.2: Model Pavilonu O pro zadávání do programu Energie	62
Obr. 6.3: Karta Podlahy – skladby konstrukce.....	63
Obr. 6.4: Model obálky Pavilonu O - program BSim	67
Obr. 6.5: Průběh teplot podle simulace v BSim a naměřených hodnot	67
Obr. 6.6: Průběh teplot podle simulace v BSim a naměřených hodnot - kalibrace	67
Obr. 6.7: Oslunění Pavilonu O v 7:00 dne 8. 4. 2010	68
Obr. 6.8: Rozdělení energetických toků – průměrný týden	69
Obr. 6.9: Průběh vnitřních teplot a relativní vlhkosti v zóně Z2.....	69
Obr. 6.10: Měrné tepelné toky obálkou budovy.....	71
Obr. 6.11: Pohled na pracovní prostředí programu	72
Obr. 6.12: Průběh vnitřních teplot během měsíce ledna až března 2010.....	76
Obr. 6.13: Průběh vnitřních teplot z čidel během 7. 8. 2010	76
Obr. 6.14: Průběh vnitřních teplot – typický pracovní den srpen – pobytové prostory	80
Obr. 6.15: Průběh vnitřních teplot – typický pracovní den září – pobytové prostory	81
Obr. 7.1: Porovnání energetické náročnosti jednotlivých variant – celá budova .	83
Obr. 7.2: Porovnání energetické náročnosti – podíly energetických toků – celá budova.....	83
Obr. 7.3: Porovnání energetické náročnosti jednotlivých variant – zóna Z1	84

Obr. 7.4: Porovnání energetické náročnosti – podíly energetických toků – zóna Z1	85
Obr. 7.5: Porovnání energetické náročnosti jednotlivých variant – zóna Z2.....	86
Obr. 7.6: Porovnání energetické náročnosti– podíly energetických toků – zóna Z2	86
Obr. 7.7: Celkový přehled energetických toků ve variantách.....	89
Obr. 7.8: Porovnání energetické náročnosti – podíly energetických toků.....	90

10.2. Seznam tabulek

Tab. 2.1: Třídy práce a vybraných činností dle[5, 7]	10
Tab. 2.2: Minimální množství venkovního vzduchu [5, 7].....	10
Tab. 2.3: Schéma výpočtu celkové roční dodané energie	35
Tab. 2.4: Váhový činitel regulace pohonu ventilátoru (příklad).....	42
Tab. 2.5: Měrná spotřeba ventilátoru (příklad)	43
Tab. 4.1: Seznam měřících bodů umístěných v Pavilonu O	55
Tab. 4.2: Přehled spotřebované energie v Pavilonu O	56
Tab. 6.1: Provozní profily vytápění.....	64
Tab. 6.2: Provozní profily větrání	64
Tab. 6.3: Provozní profily chlazení	64
Tab. 6.4: Provozní profily osvětlení.....	65
Tab. 6.5: Tepelné zisky	65
Tab. 6.6: Vodní zisky	66
Tab. 6.7: Porovnání spotřeb energie.....	73
Tab. 6.8: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle ČSN EN 15251 Příloha A.3.	77
Tab. 6.9: Kompletní vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 93/2012 Sb. 78	
Tab. 6.10: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 6/2003 Sb.	78
Tab. 6.11: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle ČSN EN 15251 Příloha A.3.	79
Tab. 6.12: Kompletní vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 93/2012 Sb.	79
Tab. 6.13: Ukázka vyhodnocení vnitřních teplot podle Vyhlášky 6/2003 Sb.	79
Tab. 7.1: Spotřeba energie na jednotlivé varianty – celá budova	84
Tab. 7.2: Spotřeba energie na jednotlivé varianty – zóna Z1.....	85
Tab. 7.3: Spotřeba energie na jednotlivé varianty – zóna Z2.....	87
Tab. 7.4: Spotřeba energie podle jednotlivých energetických toků.....	88
Tab. 7.5: Přehled jednotlivých variant v programu Energie	90
Tab. 7.6: Srovnání simulačních programů	92
Tab. 7.7: Srovnání spotřeb energie.....	94

11. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *Tzb-info.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-11-26]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/>
- [2] SketchUp. [online]. [cit. 2011-11-26]. Dostupné z: <http://sketchup.google.com/intl/cs/>
- [3] WITTCHEN, Kim B. WITTCHEN a Kjeld JOHNSEN. DANISH BUILDING RESEARCH INSTITUTE (SBI). BSim User's Guide, version 6.11.1.17. edited 2011. Hørsholm, 1999.
- [4] Česká Republika. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU, o energetické náročnosti budov. In: *L 153 (Úřední věstník Evropské unie)*. Strassburg, 2010.
- [5] Česká Republika. Nařízení vlády č. 523/2002 Sb.: ze dne 14. října 2002, kterým se mění nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. In: *523/2002*. 2002, 180.
- [6] Česká Republika. Prováděcí vyhláška č. 148/2007 Sb, o energetické náročnosti budov. In: *č. 53/2007 Sbírky zákonů na straně 1855*. 2007.
- [7] Česká republika. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů č. 9/1012*. 2012, roč. 2012, 5.
- [8] ČSN 730540. *Tepelná ochrana budova - Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2011, 56 s. ČSN 73 0540-1, 1994: *Tepelná ochrana budov – část 1: Terminologie*
- [9] ČSN EN 832. *Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění - Obytné budovy*. Praha: ČSNI, 2000.
- [10] ČSN 062010. *Výpočet teplených ztrát budov při ústředním vytápění*. Praha: Český normalizační institut, 1993.
- [11] ČSN EN 15217. *Energetická náročnost budov - Metody pro vyjádření energetické náročnosti a pro energetickou certifikaci budov*. Praha: Český normalizační institut, únor 2008, 32 s.
- [12] ČSN EN ISO 13790. *Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [13] ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*. Praha: Český normalizační institut, 2005, 76 s.
- [14] DRAFT prEN ISO 13 790. *Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling*. Drussels: CEN - European committee for standardization, 2005.
- [15] CHYSKÝ, Jaroslav. *Větrání a klimatizace*. Vyd. 3., zcela přeprac. Praha: Česká Matica technická, 1993, 490 s. ISBN 80-901-5740-8.
- [16] JOKL, Miloslav a Vladimír SKOKAN. *Vytápění, větrání a klimatizace pro*

- stavební inženýry*: určeno pro posl. fak. stavební. 1. vyd. Praha: SNTL, 1965, 376 s.
- [17] JOKL, Miloslav a Vladimír SKOKAN. *Vytápění, větrání a klimatizace pro stavební inženýry*: určeno pro posl. stavební fak. 2. přeprac. vyd. Praha: NTL, 1969, 462 s.
- [18] JOKL, Miloslav. JOKL. *Teorie vnitřního prostředí budov*. 2. přeprac. vyd. Praha: ČVUT, 1991, 261 s. ISBN 80-010-0481-3.
- [19] RUBINOVÁ, Olga a Aleš RUBINA. *Klimatizace a větrání*. 1. vyd. Brno: ERA group, 2004, VI, 117 s. ISBN 80-86517-30-6.
- [20] HIRŠ, Jiří a Günter GEBAUER. *Vzduchotechnika v příkladech*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, VIII, 230 s. ISBN 80-7204-486-9.
- [21] SCHWARZER, Jan. Požadavky na větrání - vstupní data pro energetické výpočty (zaměřeno na obytné budovy dle ŠSN EN 15665/Z1). In: *Odborná konference TZB-info: Energetická náročnost budov 2013*. 8.11.2012. Praha, 2013.
- [22] JOKL, Miroslav. Optimální a přípustné mikroklimatické podmínky pro obytné prostředí. [Http://www.tzb-info.cz/](http://www.tzb-info.cz/) [online]. [cit. 2007-11-28]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2103-optimalni-a-pripustne-mikroklimaticke-podminky-pro-obytno-prostredi>
- [23] AZOUVI, Cyril. Mesurez votre bilan en CO2. *Science & vie*. 2007, No 1077, s. 4. ISSN T 02578.
- [24] Česká republika. Zákon 318/2012 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů. In: *č 318/2010*. 2012, 117.
- [25] SketchUp. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2011-10-2]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/SketchUp>
- [26] K-CAD [online]. 2013 [cit. 2013-11-14]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/energie/>
- [27] ČSN EN ISO 9920. *Ergonomie tepelného prostředí - Hodnocení tepelné izolace oděvu a odporu oděvu proti odpařování*. 2009. vyd. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [28] ČSN EN ISO 7730. *Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu*. 2005. vyd. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [29] ČSN EN ISO 8996. *Ergonomie tepelného prostředí - Určování metabolismu*. 2005. vyd. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

- [30] *Panelové domy - EkoWATT* [online]. 2013 [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://panelovedomy.ekowatt.cz/index.php>
- [31] ČSN EN 15251. *Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2011, 44 s.
- [32] Česká republika. Vyhláška ze dne 16. prosince 2002, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb. In: *č.6/2003*. 2003.

12. SEZNAM VLASTNÍCH PRACÍ VZTAHUJÍCÍCH SE K TÉMATU DIZERAČNÍ PRÁCE

- [33] PÍŠOVÁ, Petra. Metoda výpočtu tepelné ztráty větráním v dané místnosti. In: *Juniorstav 2007: 9. odborná konference doktorského studia = 9th professional Conference of Postgraduate Students : sborník anotací : 24.1.2007*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 2007, s. 6. DOI: 978-80-214-3337-3.
- [34] PÍŠOVÁ, Petra a Jiří HIRŠ. Provozní mikroklima v koupelnách a kuchyních v bytových domech. In: *Zdravé domy 2006: sekce Prostředí a energie*. Brno: Vysoké učení technické, 2007, s. 6. DOI: ISBN 80-214-3146-6.
- [35] PÍŠOVÁ, Petra. Změna pohledu na metodiku posuzování energetické náročnosti budov. In: *Juniorstav 2006: 8. odborná konference doktorského studia = 8th professional Conference of Postgraduate Students*. Brno: Vysoké učení technické, 2006, s. 6. DOI: 80-214-3108-3.
- [36] PÍŠOVÁ, Petra. Simulace vlivu provozu v bytě na parametry vnitřního prostředí. In: *Juniorstav 2008: 10. odborná konference doktorského studia : sborník anotací : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební = 10th Professional Conference of Postgraduate Students : [collection of abstracts] : Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering : 23.1.2008*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2008, s. 7. DOI: 978-80-86433-45-5.
- [37] PÍŠOVÁ, P. *Simulace vlivu provozu v bytě na parametry vnitřního prostředí*: Článek do informačního bulletinu *Jak to dělají* 1/2008.
- [38] PÍŠOVÁ, P. *Simulace vlivu provozu v bytě na parametry vnitřního prostředí*: Článek do informačního bulletinu *Jak to dělají* 1/2008.
- [39] PÍŠOVÁ, Petra. Změny ve výpočtu Průkazu energetické náročnosti budovy: Vliv změny vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb. In: *TZB-ifo* [online]. 2013. vyd. Praha, 2013 [cit. 2013-11-18]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby/10568-zmeny-ve-vypoctu-prukazu-energeticke-narocnosti-budovy>

13. PŘÍLOHY

13.1. Př. 1: Karty skladeb konstrukcí

Obvodové konstrukce svislé

Název konstrukce: Obvodové zdivo I				F1
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ W/(m.K)	λ_{ekv} W/(m.K)	d mm
1	Vnitřní omítka štuková	0,880	-	20
2	POROTerm 44 P+D	0,145	-	440
3	Keramický obklad	1,010	-	5
Celková plocha konstrukce		A	141,9	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,309	W/(m².K)
Název konstrukce: Obvodové zdivo II				F2
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ W/(m.K)	λ_{ekv} W/(m.K)	d mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	YTONG 375	0,120	-	375
3	Vnější omítka vápenocementová	0,990	-	30
Celková plocha konstrukce		A	226,9	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,299	W/(m².K)
Název konstrukce: Obvodové zdivo III				F3
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ W/(m.K)	λ_{ekv} W/(m.K)	d mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	POROTerm 40 P+D	0,145	-	400
3	Keramický obklad	1,010	-	5
Celková plocha konstrukce		A	32,1	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,338	W/(m².K)
Název konstrukce: Obvodové zdivo IV				F4
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ W/(m.K)	λ_{ekv} W/(m.K)	d mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	YTONG 300	0,120	-	300
3	Tepelná izolace	0,045	-	75
Celková plocha konstrukce		A	12,6	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,230	W/(m².K)

Název konstrukce: Obruba světlíku I				F5
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	POROTherm 40 P+D	0,145	-	400
Celková plocha konstrukce		A	48,2	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,339	W/(m ² .K)
Název konstrukce: Obruba světlíku II				F6
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	YTONG	0,120	-	150
3	Tepelná izolace	0,045	-	50
Celková plocha konstrukce		A	3,4	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,392	W/(m ² .K)
Název konstrukce: Obvodové zdivo V				F7
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	YTONG 300	0,120	-	300
3	Tepelná izolace - vyplněná dilatační mezera	0,045	-	25
Celková plocha konstrukce		A	151,6	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,308	W/(m ² .K)
Název konstrukce: Obvodové zdivo VI				F8
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	YTONG 375	0,120	-	375
3	Keramický obklad	1,010	-	5
Celková plocha konstrukce		A	51,3	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,301	W/(m ² .K)
Název konstrukce: Obvodové zdivo VII				F9
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	POROTherm 40 P+D	0,145	-	400
3	CPP	0,760	-	70
Celková plocha konstrukce		A	9,1	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,329	W/(m ² .K)

Podlahy

Název konstrukce: Podlaha na zemině I				P1
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Keramická dlažba Taurus	1,010	-	9
2	Lože z cementové malty	1,160	-	15
3	Betonová mazanina B20 + rabic. pletivo	1,200	-	66
4	Desky ORSIL-P	0,043	-	60
5	Podkladní beton B12,5 s ocelovou sítí	1,430	-	100
6	Štěrkodrt'	0,560	-	200
7	Štěrkopísek	0,560	-	50
Celková plocha konstrukce		A	427,8	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,463	W/(m ² .K)
Název konstrukce: Podlaha na zemině II				P2
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Kobercové čtverce INTERFACE_HEUGA	0,065	-	8
2	Cementový potěr C350	1,160	-	27
3	Betonová mazanina B20 + rabic. pletivo	1,200	-	55
4	Desky ORSIL-P	0,043	-	60
5	Podkladní beton B12,5 s ocelovou sítí	1,430	-	100
6	Štěrkodrt'	0,056	-	200
7	Štěrkopísek	0,056	-	50
Celková plocha konstrukce		A	174,5	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,158	W/(m ² .K)
Název konstrukce: Podlaha 2.NP nad exteriérem				P3
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Keramická dlažba Taurus	1,010	-	9
2	Teramotmel	-	-	3
3	Betonová mazanina B20 + rabic. pletivo	1,200	-	45
4	Desky ORSIL-P	0,043	-	40
5	Stropní panel SPIROLL	1,200	-	250
6	Mínerální vlna ORSIL-L	0,045	-	100
7	Deska CETRIS	0,350	-	13
Celková plocha konstrukce		A	103,8	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,274	W/(m ² .K)

Střechy

Název konstrukce: Plochá střecha - dolní plášť				S1
Skladba konstrukce				
č.	Název vrstvy	λ	λ_{ekv}	d
		W/(m.K)	W/(m.K)	mm
1	Vnitřní omítka	0,880	-	20
2	Stropní panel SPIROLL	1,200	-	250
3	Minerální vlna ORSIL	0,042	-	150
4	Hydroizolace			0
5	Větraná vzduchová vrstva			0
6	Válcovaný ocel. profil I140 + dřevěné vazničky 60/120			0
7	Bednění - prkna tl. 24 mm + krytina z pozinkovaného plechu			0
Celková plocha konstrukce		A	615,0	m ²
Součinitel prostupu tepla		U	0,253	W/(m ² .K)

Výplně otvorů

Výplně otvorů				V1 - V3
okna, dveře				
č.	Název	materiál rámu	A_w	U_w
			[m ²]	W/(m ² .K)
V1	Plastové okna	plast	198,7	1,500
V2	Hliníkové okna	hliník	42,1	2,000
V3	Plastové dveře	plast	10,8	1,500
Celková plocha výplní otvorů		A	251,6	m²
Výplně otvorů				H1
střešní okna, světlíky				
č.	Název	materiál rámu	A_w	U_w
			[m ²]	W/(m ² .K)
H1	Střešní světlík	plast	92,9	1,700
Celková plocha výplní otvorů		A	92,9	m²









13.2. Př. 2: Energetický štítek obálky budovy

Posouzení ochlazovaných konstrukcí dle ČSN 73 0540-2: 2011							
Název zóny:			PAVILONO				
Úroveň návrhu:			Stávající stav objektu				
Ochlazované konstrukce	Plocha A_i	Součinitel prostupu tepla konstrukce U_i	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,ra}$	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{N,rec}$	Činitel teplotní redukce b_i	Měrná ztráta konstrukce protopem tepla $H_{T,i} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$	
	[m ²]		[W/m ² .K]		[-]	[W/K]	
FASÁDA							
F1	Obvodové zdivo I	141,9	0,31	0,30	0,25	1,00	43,9
F2	Obvodové zdivo II	226,9	0,30	0,30	0,25	1,00	67,8
F3	Obvodové zdivo III	32,1	0,34	0,30	0,25	1,00	10,9
F4	Obvodové zdivo IV	12,6	0,23	0,30	0,25	1,00	2,9
F5	Obruba světlíku I	48,2	0,34	0,30	0,25	1,00	16,3
F6	Obruba světlíku II	3,4	0,39	0,30	0,25	1,00	1,3
F7	Obvodové zdivo V	151,6	0,31	1,05	0,70	0,06	2,8
F8	Obvodové zdivo VI	51,3	0,30	0,30	0,25	1,00	15,4
F9	Obvodové zdivo VII	9,1	0,33	0,45	0,30	0,49	1,5
FASÁDA CELKEM		677,1					162,8
PODLAHA							
P1	Podlaha na zemině I	427,8	0,46	0,45	0,30	0,61	120,8
P2	Podlaha na zemině II	174,5	0,16	0,45	0,30	0,63	17,2
P3	Podlaha 2.NP nad exteriérem	103,8	0,27	0,24	0,16	1,00	28,4
PODLAHA CELKEM		706,1					166,5
STŘECHA							
S1	Plochá střecha - dolní plášť	615,0	0,25	0,30	0,20	0,83	128,9
STŘECHA CELKEM		615,0					128,9
OKNA, DVEŘE							
V1	Plastové okna	198,7	1,50	1,50	1,20	1,00	298,1
V2	Hliníkové okna	42,1	2,00	1,50	1,20	1,00	84,2
V3	Plastové dveře	10,8	1,50	1,70	1,20	1,00	16,2
OKNA, DVEŘE CELKEM		251,6					398,5
STŘEŠNÍ OKNA, SVĚTLÍKY							
H1	Střešní světlík	92,9	1,70	1,40	1,10	1,00	157,8
STŘEŠNÍ OKNA, SVĚTLÍKY CELKEM		92,9					157,8

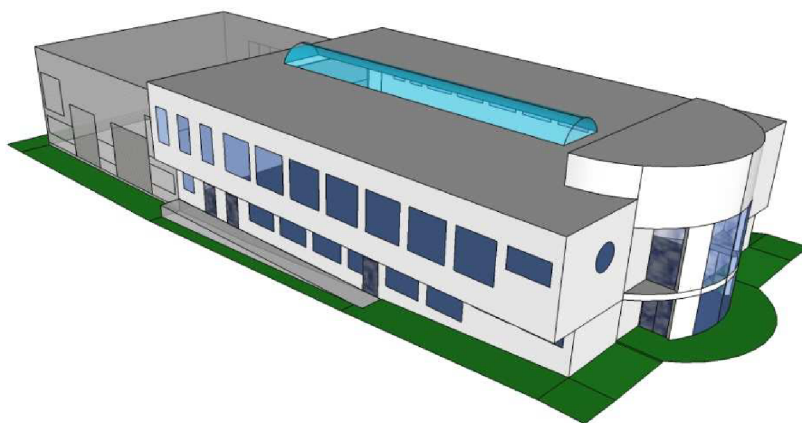
REFERENČNÍ ZÓNA					
Ochlazované konstrukce		Plocha A_i	Požadovaný součinitel protupu tepla konstrukce $U_{Nrq,20}$	Činitel teplotní redukce b_i	Měrná ztráta konstrukce protupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$
		[m ²]	[W/m ² .K]	[-]	[W/K]
FASÁDA - REFERENČNÍ HODNOTY					
F1	Obvodové zdivo I	141,9	0,30	1,00	42,6
F2	Obvodové zdivo II	226,9	0,30	1,00	68,1
F3	Obvodové zdivo III	32,1	0,30	1,00	9,6
F4	Obvodové zdivo IV	12,6	0,30	1,00	3,8
F5	Obruba světlíku I	48,2	0,30	1,00	14,5
F6	Obruba světlíku II	3,4	0,30	1,00	1,0
F7	Obvodové zdivo V	151,6	1,05	0,06	9,5
F8	Obvodové zdivo VI	51,3	0,30	1,00	15,4
F9	Obvodové zdivo VII	9,1	0,45	0,49	2,0
		677,1			166,5
PODLAHA - REFERENČNÍ HODNOTY					
P1	Podlaha na zemině I	427,8			121,9
P2	Podlaha na zemině II	174,5			30,0
P3	Podlaha 2.NP nad exteriérem	103,8	0,24	1,00	24,9
		706,1			176,8
STŘECHA - REFERENČNÍ HODNOTY					
S1	Plochá střecha - dolní plášť	615,0	0,30	0,83	153,1
		615,0			153,1
OKNA, DVEŘE - REFERENČNÍ HODNOTY					
V1	Plastové okna	198,7	1,50	1,00	298,1
V2	Hliníkové okna	42,1	1,50	1,00	63,2
V3	Plastové dveře	10,8	1,70	1,00	18,4
		251,6			379,6
STŘEŠNÍ OKNA, SVĚTLÍKY - REFERENČNÍ HODNOTY					
H1	Střešní světlík	92,9	1,40	1,00	130,0
		92,9			130,0

SOUHRNNÉ HODNOTY HODNOCENÉ ZÓNY		
Celková plocha obálky zóny A	m ²	2 342,70
Měrná ztráta prostupem tepla bez vlivu tepelných vazeb H_T	W/K	1 014,5
Vliv tepelných vazeb ΔU_{tb}	W/(m ² ·K)	0,05
Měrná ztráta prostupem tepla tepelnými vazbami	W/K	117,1
Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	1 131,7
Posouzení průměrného součinitele prostupu tepla obálkou dle ČSN 73 0540-2: 2011		
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,48
Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	Hodnocení:	NESPLNĚNO
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$	Hodnocení:	NESPLNĚNO
Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy A-G	Třída:	D

SOUHRNNÉ HODNOTY REFERENČNÍ BUDOVY	
$\sum (U_{N,20,j} \cdot A_j \cdot b_j)$	1 006,07
Celková plocha obálky referenční zóny $\sum A_j$	2 342,7
Referenční přírážka na vliv tepelných vazeb $\Delta U_{em,R}$	0,02
e1 - součinitel typu budovy (pro přepočítání UN,20)	1,00
$U_{em,R}$ - REFERENČNÍ ZÓNA	
Požadovaná hodnota $U_{em,N,20}$	0,45
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N}$	0,45
Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,rec}$	0,34
Klasifikační třída obálky budovy $CI = U_{em} / U_{em,N}$	1,07

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY		
Školní zařízení - stravovací pavilon 'O'		HODNOCENÍ OBÁLKY BUDOVY
Zemědělská 1/1665, 613 00		
Celková podlahová plocha $A_c =$	1 303 m ²	
CI	Velmi úsporná	
		
0,5		
0,75		
1,0		
1,5		
2,0		
2,5		
	Mimořádně neekonomická	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} = H_T/A$	[W/m ² .K]	0,48
Požadovaná hodota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540 - U_{emN}	[W/m ² .K]	0,45

13.3. Př. 3 Model vnější obálky budovy



13.4. Př. 4 Vyhodnocení měření θ_i v místnosti 207

Srpen

ČSN EN 15 251		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5								
Datum	Hodina	Kategorie III (min 19°C (zima) max 27°C (léto))												
10.8.2009	0 - 1						27,10	--	27,10	27,13	--			
10.8.2009	1 - 2						27,03	--	27,02	27,05	--			
10.8.2009	7 - 8						--	--	--	--	--	27,10		
10.8.2009	8 - 9						--	--	--	27,15	27,68			
10.8.2009	9 - 10						--	--	27,51	27,29	27,55			
10.8.2009	10 - 11						--	--	27,67	27,04	27,60			
10.8.2009	11 - 12						--	--	27,92	--	27,73			
10.8.2009	12 - 13						--	--	28,25	--	27,29			
10.8.2009	13 - 14						--	--	27,73	--	27,01			
10.8.2009	14 - 15						--	--	27,47	--	27,09			
10.8.2009	15 - 16						--	--	27,73	27,59	27,70			
10.8.2009	16 - 17						27,52	27,28	28,39	28,07	28,07			
10.8.2009	17 - 18						27,95	27,75	28,89	28,00	28,03			
10.8.2009	18 - 19						27,92	27,75	28,62	27,71	27,69			
10.8.2009	19 - 20						27,65	27,47	28,00	27,58	27,53			
10.8.2009	20 - 21						27,56	27,33	27,70	27,46	27,40			
10.8.2009	21 - 22						27,45	27,22	27,53	27,33	27,31			
10.8.2009	22 - 23						27,37	27,11	27,40	27,26	27,21			
10.8.2009	23 - 24						27,26	27,06	27,27	27,18	27,07			
11.8.2009	0 - 1						27,15	--	27,17	27,10	--			
11.8.2009	1 - 2						27,06	--	27,08	--	--			
11.8.2009	10 - 11						--	--	--	27,09	27,02			
11.8.2009	11 - 12						--	--	27,23	27,13	27,46			
11.8.2009	12 - 13						--	--	27,63	--	--			
11.8.2009	14 - 15						--	--	27,12	--	--			
11.8.2009	15 - 16						--	--	--	27,05	27,15			
11.8.2009	16 - 17						--	--	27,88	27,24	27,34			
11.8.2009	17 - 18						27,16	27,02	28,01	27,29	27,38			
11.8.2009	18 - 19						27,28	27,10	28,01	27,13	27,14			
11.8.2009	19 - 20						27,12	--	27,49	--	--			
11.8.2009	20 - 21						--	--	27,05	--	--			
13.8.2009	17 - 18						--	--	27,22	--	--			
15.8.2009	8 - 9						--	--	--	27,35	27,22			
15.8.2009	9 - 10						--	--	27,52	27,19	27,16			
15.8.2009	10 - 11						--	--	27,83	--	27,02			
15.8.2009	11 - 12						--	--	28,13	--	27,03			
15.8.2009	12 - 13						--	--	28,43	27,02	27,13			
15.8.2009	13 - 14						--	--	28,60	27,18	27,30			
15.8.2009	14 - 15						--	--	28,90	27,16	27,29			
15.8.2009	15 - 16						--	--	28,65	27,28	27,38			
15.8.2009	16 - 17						27,03	27,01	28,78	27,23	27,39			
15.8.2009	17 - 18						27,10	27,10	28,62	27,15	27,27			
15.8.2009	18 - 19						27,04	27,03	28,20	--	27,03			
15.8.2009	19 - 20						--	--	27,64	--	--			
15.8.2009	20 - 21						--	--	27,05	--	--			
16.8.2009	7 - 8						--	--	--	27,87	27,80			
16.8.2009	8 - 9						--	--	27,58	28,26	28,13			
16.8.2009	9 - 10						--	27,02	28,43	27,98	27,92			
16.8.2009	10 - 11						27,10	27,10	28,65	27,66	27,73			
16.8.2009	11 - 12						27,10	27,10	28,90	27,63	27,73			
16.8.2009	12 - 13						27,20	27,23	29,20	27,80	27,90			
16.8.2009	13 - 14						27,41	27,45	29,55	27,95	28,06			
16.8.2009	14 - 15						27,61	27,64	29,83	28,08	28,18			
16.8.2009	15 - 16						27,76	27,79	29,98	28,11	28,26			
16.8.2009	16 - 17						27,88	27,90	29,99	28,10	28,25			
16.8.2009	17 - 18						27,91	27,95	29,74	27,99	28,12			
16.8.2009	18 - 19						27,85	27,88	29,21	27,75	27,82			
16.8.2009	19 - 20						27,65	27,68	28,53	27,55	27,54			
16.8.2009	20 - 21						27,43	27,45	27,98	27,35	27,31			
16.8.2009	21 - 22						--	--	27,62	27,01	--			
16.8.2009	22 - 23						--	--	27,15	--	--			
17.8.2009	7 - 8						--	--	--	27,51	27,93			
17.8.2009	8 - 9						--	--	27,37	27,31	27,85			
17.8.2009	9 - 10						--	--	27,64	--	27,44			
17.8.2009	10 - 11						--	--	27,54	--	27,25			
17.8.2009	11 - 12						--	--	27,68	27,83	27,88			
17.8.2009	12 - 13						27,90	27,25	28,73	27,33	27,99			
17.8.2009	13 - 14						28,01	27,30	28,63	--	27,85			
17.8.2009	14 - 15						27,83	--	28,18	--	27,94			
17.8.2009	15 - 16						28,01	27,10	28,39	28,13	28,22			
17.8.2009	16 - 17						28,03	27,76	28,88	28,38	28,36			
17.8.2009	17 - 18						28,14	27,98	29,03	28,46	28,44			

28.8.2009	0 - 1	27,38	27,21	27,33	27,32	27,14
28.8.2009	1 - 2	27,28	27,14	27,21	27,23	27,06
28.8.2009	2 - 3	27,18	27,07	27,11	27,11	--
28.8.2009	3 - 4	27,10	--	--	27,07	--
28.8.2009	4 - 5	27,05	--	--	--	--
28.8.2009	7 - 8	--	--	--	27,80	28,08
28.8.2009	8 - 9	27,03	--	27,62	27,48	27,92
28.8.2009	9 - 10	--	--	27,71	--	27,58
28.8.2009	10 - 11	--	--	27,54	27,03	27,67
28.8.2009	11 - 12	27,15	--	27,82	27,63	28,31
28.8.2009	12 - 13	28,13	27,37	28,79	27,54	28,46
28.8.2009	13 - 14	28,50	27,81	29,12	27,53	28,49
28.8.2009	14 - 15	28,58	27,79	29,05	27,94	28,37
28.8.2009	15 - 16	28,30	27,75	29,24	28,59	28,73
28.8.2009	16 - 17	28,53	28,28	29,98	28,70	28,80
28.8.2009	17 - 18	28,60	28,40	29,87	28,63	28,68
28.8.2009	18 - 19	28,58	28,37	29,53	28,36	28,35
28.8.2009	19 - 20	28,39	28,18	28,87	28,21	28,16
28.8.2009	20 - 21	28,23	28,00	28,39	28,09	28,02
28.8.2009	21 - 22	28,14	27,89	28,18	28,00	27,90
28.8.2009	22 - 23	28,03	27,80	28,03	27,95	27,81
28.8.2009	23 - 24	27,98	27,73	27,95	27,88	27,73
29.8.2009	0 - 1	27,83	27,66	27,83	27,80	27,70
29.8.2009	1 - 2	27,80	27,60	27,77	27,73	27,63
29.8.2009	2 - 3	27,73	27,57	27,68	27,65	27,53
29.8.2009	3 - 4	27,61	27,50	27,58	27,60	27,50
29.8.2009	4 - 5	27,60	27,50	27,51	27,60	27,40
29.8.2009	5 - 6	27,53	27,40	27,50	27,54	27,40
29.8.2009	6 - 7	27,50	27,40	27,48	27,45	27,32
29.8.2009	7 - 8	27,41	27,32	27,38	27,36	27,23
29.8.2009	8 - 9	27,32	27,23	27,29	27,30	27,14
29.8.2009	9 - 10	27,27	27,17	27,23	27,32	27,18
29.8.2009	10 - 11	27,29	27,11	27,30	27,42	27,24
29.8.2009	11 - 12	27,31	27,18	27,41	27,57	27,38
29.8.2009	12 - 13	27,48	27,25	27,58	27,50	27,39
29.8.2009	13 - 14	27,48	27,29	27,59	27,43	27,28
29.8.2009	14 - 15	27,34	27,18	27,45	27,40	27,28
29.8.2009	15 - 16	27,33	27,14	27,44	27,39	27,26
29.8.2009	16 - 17	27,38	27,19	27,45	27,28	27,13
29.8.2009	17 - 18	27,23	27,08	27,27	27,35	27,18
29.8.2009	18 - 19	27,29	27,11	27,41	27,15	27,01
29.8.2009	19 - 20	27,13	27,01	27,13	--	--
30.8.2009	7 - 8	--	--	--	27,70	27,49
30.8.2009	8 - 9	--	--	27,32	28,10	27,88
30.8.2009	9 - 10	27,04	--	28,10	27,73	27,69
30.8.2009	10 - 11	27,17	--	28,32	27,52	27,51
30.8.2009	11 - 12	27,18	--	28,54	27,58	27,54
30.8.2009	12 - 13	27,26	27,08	28,81	27,63	27,65
30.8.2009	13 - 14	27,37	27,23	28,95	27,66	27,60
30.8.2009	14 - 15	27,36	27,21	28,69	27,88	27,86
30.8.2009	15 - 16	27,57	27,48	29,20	27,72	27,68
30.8.2009	16 - 17	27,50	27,41	28,71	27,64	27,60
30.8.2009	17 - 18	27,48	27,35	28,48	27,55	27,48
30.8.2009	18 - 19	27,43	27,29	28,17	27,23	27,13
30.8.2009	19 - 20	27,20	27,07	27,53	--	--
30.8.2009	20 - 21	--	--	27,05	--	--
31.8.2009	12 - 13	--	--	27,64	--	--
31.8.2009	13 - 14	--	--	27,28	--	--
31.8.2009	16 - 17	--	--	28,00	--	--
31.8.2009	17 - 18	--	--	27,90	--	--
31.8.2009	18 - 19	--	--	27,58	--	--

26.8.2009	0 - 1	26,78	26,60	26,76	26,72	26,58	28.8.2009	19 - 20	28,39	28,18	28,87	28,21	28,16
26.8.2009	1 - 2	26,69	26,50	26,63	26,63	26,47	28.8.2009	20 - 21	28,23	28,00	28,39	28,09	28,02
26.8.2009	2 - 3	26,60	26,43	26,53	26,52	26,33	28.8.2009	21 - 22	28,14	27,89	28,18	28,00	27,90
26.8.2009	3 - 4	26,48	26,33	26,42	26,43	26,27	28.8.2009	22 - 23	28,03	27,80	28,03	27,95	27,81
26.8.2009	4 - 5	26,43	26,28	26,34	--	--	28.8.2009	23 - 24	27,98	27,73	27,95	27,88	27,73
26.8.2009	6 - 7	--	--	--	26,11	26,17	29.8.2009	0 - 1	27,83	27,66	27,83	27,80	27,70
26.8.2009	7 - 8	--	--	--	27,26	27,52	29.8.2009	1 - 2	27,80	27,60	27,77	27,73	27,63
26.8.2009	8 - 9	26,41	26,17	27,18	27,13	27,48	29.8.2009	2 - 3	27,73	27,57	27,68	27,65	27,53
26.8.2009	9 - 10	26,34	26,15	27,29	26,92	27,36	29.8.2009	3 - 4	27,61	27,50	27,58	27,60	27,50
26.8.2009	10 - 11	26,23	--	27,43	26,59	27,28	29.8.2009	4 - 5	27,60	27,50	27,51	27,60	27,40
26.8.2009	11 - 12	26,58	26,13	27,53	26,72	27,64	29.8.2009	5 - 6	27,53	27,40	27,50	27,54	27,40
26.8.2009	12 - 13	27,02	26,42	28,03	26,88	27,39	29.8.2009	6 - 7	27,50	27,40	27,48	27,45	27,32
26.8.2009	13 - 14	27,26	26,78	28,13	26,80	27,46	29.8.2009	7 - 8	27,41	27,32	27,38	27,36	27,23
26.8.2009	14 - 15	27,48	26,92	28,24	26,96	27,52	29.8.2009	8 - 9	27,32	27,23	27,29	27,30	27,14
26.8.2009	15 - 16	27,39	27,15	28,21	28,07	28,10	29.8.2009	9 - 10	27,27	27,17	27,23	27,32	27,18
26.8.2009	16 - 17	27,88	27,74	29,13	28,13	28,11	29.8.2009	10 - 11	27,29	27,11	27,30	27,42	27,24
26.8.2009	17 - 18	27,98	27,81	29,01	27,99	27,91	29.8.2009	11 - 12	27,31	27,18	27,41	27,57	27,38
26.8.2009	18 - 19	27,86	27,68	28,52	27,80	27,73	29.8.2009	12 - 13	27,48	27,25	27,58	27,50	27,39
26.8.2009	19 - 20	27,72	27,54	28,07	27,64	27,54	29.8.2009	13 - 14	27,48	27,29	27,59	27,43	27,28
26.8.2009	20 - 21	27,56	27,35	27,70	27,50	27,41	29.8.2009	14 - 15	27,34	27,18	27,45	27,40	27,28
26.8.2009	21 - 22	27,45	27,23	27,53	27,45	27,32	29.8.2009	15 - 16	27,33	27,14	27,44	27,39	27,26
26.8.2009	22 - 23	27,38	27,17	27,38	27,32	27,18	29.8.2009	16 - 17	27,38	27,19	27,45	27,28	27,13
26.8.2009	23 - 24	27,25	27,04	27,26	27,23	27,10	29.8.2009	17 - 18	27,23	27,08	27,27	27,35	27,18
27.8.2009	0 - 1	27,13	26,97	27,14	27,16	27,01	29.8.2009	18 - 19	27,29	27,11	27,41	27,15	27,01
27.8.2009	1 - 2	27,10	26,90	27,10	27,10	26,99	29.8.2009	19 - 20	27,13	27,01	27,13	26,94	26,78
27.8.2009	2 - 3	27,09	26,90	27,04	27,05	26,90	29.8.2009	20 - 21	26,93	26,85	26,87	26,73	26,50
27.8.2009	3 - 4	27,00	26,81	26,99	27,07	26,90	29.8.2009	21 - 22	26,65	26,63	26,63	26,41	26,13
27.8.2009	4 - 5	27,00	26,80	26,94	26,88	26,69	29.8.2009	22 - 23	26,32	26,28	26,32	26,18	--
27.8.2009	5 - 6	26,73	26,52	26,63	26,74	26,53	29.8.2009	23 - 24	26,14	26,07	26,12	26,19	--
27.8.2009	6 - 7	26,55	26,25	26,43	26,88	26,65	30.8.2009	0 - 1	26,20	26,10	26,10	26,10	--
27.8.2009	7 - 8	26,63	26,31	26,56	27,18	27,07	30.8.2009	1 - 2	26,20	26,10	26,02	26,03	--
27.8.2009	8 - 9	26,73	26,53	26,94	26,90	27,22	30.8.2009	2 - 3	26,14	26,01	--	--	--
27.8.2009	9 - 10	26,61	26,39	26,99	26,96	27,02	30.8.2009	3 - 4	26,03	--	--	--	--
27.8.2009	10 - 11	26,64	26,32	26,79	27,06	27,17	30.8.2009	6 - 7	--	--	--	26,18	--
27.8.2009	11 - 12	26,86	26,63	27,03	26,97	27,73	30.8.2009	7 - 8	--	--	26,03	27,70	27,49
27.8.2009	12 - 13	27,32	26,63	28,11	26,75	27,57	30.8.2009	8 - 9	26,63	26,43	27,32	28,10	27,88
27.8.2009	13 - 14	27,65	26,74	28,13	26,77	27,70	30.8.2009	9 - 10	27,04	26,91	28,10	27,73	27,69
27.8.2009	14 - 15	28,05	27,34	28,61	27,07	27,49	30.8.2009	10 - 11	27,17	27,00	28,32	27,52	27,51
27.8.2009	15 - 16	27,63	26,98	28,59	28,08	28,09	30.8.2009	11 - 12	27,18	27,00	28,54	27,58	27,54
27.8.2009	16 - 17	28,03	27,79	29,13	28,33	28,29	30.8.2009	12 - 13	27,26	27,08	28,81	27,63	27,65
27.8.2009	17 - 18	28,22	28,08	29,32	28,28	28,18	30.8.2009	13 - 14	27,37	27,23	28,95	27,66	27,60
27.8.2009	18 - 19	28,20	28,06	28,92	28,07	27,98	30.8.2009	14 - 15	27,36	27,21	28,69	27,88	27,86
27.8.2009	19 - 20	28,05	27,88	28,44	27,92	27,78	30.8.2009	15 - 16	27,57	27,48	29,20	27,72	27,68
27.8.2009	20 - 21	27,88	27,69	28,01	27,73	27,57	30.8.2009	16 - 17	27,50	27,41	28,71	27,64	27,60
27.8.2009	21 - 22	27,73	27,52	27,73	27,63	27,48	30.8.2009	17 - 18	27,48	27,35	28,48	27,55	27,48
27.8.2009	22 - 23	27,57	27,39	27,57	27,51	27,37	30.8.2009	18 - 19	27,43	27,29	28,17	27,23	27,13
27.8.2009	23 - 24	27,49	27,30	27,43	27,45	27,26	30.8.2009	19 - 20	27,20	27,07	27,53	26,93	26,78
28.8.2009	0 - 1	27,38	27,21	27,33	27,32	27,14	30.8.2009	20 - 21	26,89	26,78	27,05	26,66	26,44
28.8.2009	1 - 2	27,28	27,14	27,21	27,23	27,06	30.8.2009	21 - 22	26,58	26,48	26,66	26,25	26,03
28.8.2009	2 - 3	27,18	27,07	27,11	27,11	26,93	30.8.2009	22 - 23	26,13	26,09	26,23	--	--
28.8.2009	3 - 4	27,10	26,99	27,00	27,07	26,90	31.8.2009	8 - 9	--	--	--	--	26,21
28.8.2009	4 - 5	27,05	26,91	26,94	26,57	26,61	31.8.2009	9 - 10	--	--	26,05	26,43	26,26
28.8.2009	5 - 6	26,65	26,50	26,57	26,53	26,40	31.8.2009	10 - 11	--	--	26,60	--	26,10
28.8.2009	6 - 7	26,52	26,14	26,31	26,96	26,85	31.8.2009	11 - 12	--	--	26,56	26,77	26,89
28.8.2009	7 - 8	26,65	26,25	26,68	27,80	28,08	31.8.2009	12 - 13	26,33	26,32	27,64	26,35	26,40
28.8.2009	8 - 9	27,03	26,69	27,62	27,48	27,92	31.8.2009	13 - 14	--	--	27,28	26,01	26,33
28.8.2009	9 - 10	26,69	26,34	27,71	27,00	27,58	31.8.2009	14 - 15	--	--	26,73	26,02	26,25
28.8.2009	10 - 11	26,58	26,14	27,54	27,03	27,67	31.8.2009	15 - 16	--	--	26,81	26,80	26,79
28.8.2009	11 - 12	27,15	26,53	27,82	27,63	28,31	31.8.2009	16 - 17	26,65	26,50	28,00	26,90	26,90
28.8.2009	12 - 13	28,13	27,37	28,79	27,54	28,46	31.8.2009	17 - 18	26,80	26,70	27,90	26,85	26,81
28.8.2009	13 - 14	28,50	27,81	29,12	27,53	28,49	31.8.2009	18 - 19	26,78	26,67	27,58	26,58	26,48
28.8.2009	14 - 15	28,58	27,79	29,05	27,94	28,37	31.8.2009	19 - 20	26,58	26,41	26,92	26,32	26,18
28.8.2009	15 - 16	28,30	27,75	29,24	28,59	28,73	31.8.2009	20 - 21	26,33	26,14	26,44	26,10	--
28.8.2009	16 - 17	28,53	28,28	29,98	28,70	28,80	31.8.2009	21 - 22	26,09	--	26,17	--	--
28.8.2009	17 - 18	28,60	28,40	29,87	28,63	28,68							
28.8.2009	18 - 19	28,58	28,37	29,53	28,36	28,35							

Září

ČSN EN 15 251		čidlo 1	čidlo 2	čidlo 3	čidlo 4	čidlo 5
Datum	Hodina	Kategorie III (min 19°C (zima) max 27°C (léto))				
1.9.2009	12 - 13	--	--	27,66	--	--
1.9.2009	13 - 14	--	--	27,62	--	--
1.9.2009	14 - 15	--	--	27,11	--	--
1.9.2009	15 - 16	--	--	27,40	27,08	27,03
1.9.2009	16 - 17	27,07	--	28,33	27,18	27,08
1.9.2009	17 - 18	27,03	--	28,18	27,03	--
1.9.2009	18 - 19	--	--	27,77	--	--
1.9.2009	19 - 20	--	--	27,14	--	--
2.9.2009	17 - 18	--	--	27,13	--	--
3.9.2009	12 - 13	--	--	27,39	--	--
3.9.2009	13 - 14	27,04	--	27,92	--	--
3.9.2009	14 - 15	--	--	27,35	--	--
3.9.2009	15 - 16	--	--	27,29	27,07	--
3.9.2009	16 - 17	--	--	28,19	27,18	27,06
3.9.2009	17 - 18	--	--	28,18	--	--
3.9.2009	18 - 19	--	--	27,50	--	--
5.9.2009	13 - 14	--	--	27,24	--	--
5.9.2009	14 - 15	--	--	27,53	--	--
9.9.2009	16 - 17	--	--	27,38	--	--
10.9.2009	12 - 13	--	--	27,08	--	--
19.9.2009	14 - 15	--	--	27,16	--	--
19.9.2009	15 - 16	--	--	27,39	--	--
19.9.2009	16 - 17	--	--	27,28	--	--
19.9.2009	17 - 18	--	--	27,14	--	--
20.9.2009	13 - 14	--	--	27,03	--	--
20.9.2009	14 - 15	--	--	27,41	--	--
20.9.2009	15 - 16	--	--	27,73	--	--
20.9.2009	16 - 17	--	--	27,48	--	--
20.9.2009	17 - 18	--	--	27,20	--	--
21.9.2009	16 - 17	--	--	27,07	--	--
23.9.2009	12 - 13	--	--	27,02	--	--
23.9.2009	16 - 17	--	--	27,54	--	--
23.9.2009	17 - 18	27,50	27,16	27,69	--	--
23.9.2009	18 - 19	--	--	27,01	--	--
24.9.2009	12 - 13	--	--	27,02	--	--
25.9.2009	12 - 13	--	--	27,36	--	--
25.9.2009	13 - 14	--	--	27,53	--	--
25.9.2009	15 - 16	--	--	27,03	--	--
25.9.2009	16 - 17	27,03	--	27,69	--	--
25.9.2009	17 - 18	27,34	27,04	27,48	--	--
26.9.2009	13 - 14	--	--	27,47	--	--
26.9.2009	14 - 15	--	--	28,16	--	--
26.9.2009	15 - 16	--	--	27,80	--	--
26.9.2009	16 - 17	--	--	27,68	--	--
26.9.2009	17 - 18	27,20	--	27,25	--	--

Vyhl. 6/2003 Sb.	číslo 1	číslo 2	číslo 3	číslo 4	číslo 5								
Datum	Hodina	Pobytové místnosti 24,5 ± 1,5 °C											
1.9.2009	8 - 9	--	--	--	--	26,23	9.9.2009	14 - 15	--	--	26,42	--	--
1.9.2009	9 - 10	--	--	26,23	--	26,18	9.9.2009	15 - 16	--	--	26,68	26,10	--
1.9.2009	10 - 11	--	--	26,34	--	26,08	9.9.2009	16 - 17	26,80	26,62	27,38	--	--
1.9.2009	11 - 12	--	--	26,48	26,53	26,96	9.9.2009	17 - 18	26,05	26,01	26,96	--	--
1.9.2009	12 - 13	26,55	26,28	27,66	26,45	26,88	9.9.2009	18 - 19	--	--	26,33	--	--
1.9.2009	13 - 14	26,46	--	27,62	26,24	26,62	10.9.2009	11 - 12	--	--	26,17	26,37	26,40
1.9.2009	14 - 15	26,50	--	27,11	26,33	26,50	10.9.2009	12 - 13	26,15	26,18	27,08	26,25	26,21
1.9.2009	15 - 16	26,95	26,03	27,40	27,08	27,03	10.9.2009	13 - 14	26,02	--	26,85	26,08	--
1.9.2009	16 - 17	27,07	26,84	28,33	27,18	27,08	10.9.2009	14 - 15	--	--	26,48	--	--
1.9.2009	17 - 18	27,03	26,90	28,18	27,03	26,94	10.9.2009	15 - 16	--	--	26,34	26,05	--
1.9.2009	18 - 19	26,98	26,82	27,77	26,78	26,65	10.9.2009	16 - 17	26,03	--	26,63	26,09	--
1.9.2009	19 - 20	26,78	26,55	27,14	26,51	26,39	10.9.2009	17 - 18	26,21	26,04	26,68	--	--
1.9.2009	20 - 21	26,51	26,29	26,66	26,34	26,18	10.9.2009	18 - 19	--	--	26,18	--	--
1.9.2009	21 - 22	26,32	26,12	26,38	26,23	26,06	11.9.2009	11 - 12	--	--	--	--	26,15
1.9.2009	22 - 23	26,19	--	26,21	26,12	--	11.9.2009	12 - 13	--	--	26,45	--	--
1.9.2009	23 - 24	26,08	--	26,07	--	--	11.9.2009	16 - 17	--	--	26,11	--	--
2.9.2009	9 - 10	--	--	--	26,37	26,14	11.9.2009	17 - 18	--	--	26,03	--	--
2.9.2009	10 - 11	--	--	26,33	--	--	12.9.2009	12 - 13	--	--	26,11	--	--
2.9.2009	11 - 12	--	--	26,01	26,41	26,53	12.9.2009	13 - 14	--	--	26,29	--	--
2.9.2009	12 - 13	26,02	26,01	26,83	--	26,18	12.9.2009	14 - 15	--	--	26,13	--	--
2.9.2009	13 - 14	--	--	26,58	--	--	12.9.2009	15 - 16	--	--	26,35	--	--
2.9.2009	14 - 15	--	--	26,10	--	--	13.9.2009	11 - 12	--	--	26,28	--	--
2.9.2009	15 - 16	--	--	26,13	26,38	26,28	13.9.2009	12 - 13	--	--	26,37	--	--
2.9.2009	16 - 17	26,18	--	26,79	26,63	26,53	13.9.2009	13 - 14	--	--	26,41	--	--
2.9.2009	17 - 18	26,41	26,22	27,13	26,60	26,49	13.9.2009	14 - 15	--	--	26,65	--	--
2.9.2009	18 - 19	26,47	26,33	27,00	26,37	26,24	13.9.2009	15 - 16	--	--	26,64	--	--
2.9.2009	19 - 20	26,33	26,13	26,52	26,18	26,01	13.9.2009	16 - 17	--	--	26,57	--	--
2.9.2009	20 - 21	26,13	--	26,18	26,07	--	14.9.2009	5 - 6	--	--	--	22,93	--
3.9.2009	11 - 12	--	--	26,13	26,34	26,74	14.9.2009	6 - 7	--	--	--	22,90	--
3.9.2009	12 - 13	26,47	26,05	27,39	26,88	26,95	14.9.2009	7 - 8	--	22,93	--	22,82	--
3.9.2009	13 - 14	27,04	26,74	27,92	26,33	26,70	14.9.2009	8 - 9	--	22,88	--	22,81	--
3.9.2009	14 - 15	26,48	26,31	27,35	26,43	26,55	14.9.2009	9 - 10	--	22,87	--	--	--
3.9.2009	15 - 16	26,48	26,54	27,29	27,07	26,96	16.9.2009	11 - 12	--	--	--	--	26,07
3.9.2009	16 - 17	26,89	26,82	28,19	27,18	27,06	16.9.2009	12 - 13	--	--	26,60	--	--
3.9.2009	17 - 18	27,00	26,97	28,18	26,92	26,74	16.9.2009	13 - 14	--	--	26,37	--	--
3.9.2009	18 - 19	26,83	26,77	27,50	26,68	26,52	16.9.2009	16 - 17	--	--	26,72	--	--
3.9.2009	19 - 20	26,64	26,50	26,96	26,44	26,28	16.9.2009	17 - 18	--	--	26,29	--	--
3.9.2009	20 - 21	26,40	26,27	26,50	26,28	26,14	17.9.2009	11 - 12	--	--	--	26,57	26,04
3.9.2009	21 - 22	26,23	26,08	26,28	26,18	26,02	17.9.2009	12 - 13	26,18	26,21	26,32	26,12	--
3.9.2009	22 - 23	26,11	--	26,13	26,10	--	17.9.2009	13 - 14	--	--	26,01	--	--
3.9.2009	23 - 24	--	--	26,02	26,05	--	18.9.2009	12 - 13	--	--	26,23	--	--
5.9.2009	11 - 12	--	--	--	26,09	--	18.9.2009	14 - 15	--	--	26,49	--	26,13
5.9.2009	12 - 13	26,01	--	26,80	26,33	26,02	18.9.2009	15 - 16	--	26,08	26,68	--	--
5.9.2009	13 - 14	26,31	26,04	27,24	26,68	26,46	18.9.2009	16 - 17	--	--	26,15	26,03	--
5.9.2009	14 - 15	26,78	26,46	27,53	26,23	--	18.9.2009	17 - 18	--	--	26,33	--	--
5.9.2009	15 - 16	26,28	26,03	26,69	--	--	18.9.2009	18 - 19	26,21	26,11	26,30	--	--
6.9.2009	12 - 13	--	--	26,38	--	--	19.9.2009	12 - 13	--	--	26,19	--	--
6.9.2009	13 - 14	--	--	26,27	--	--	19.9.2009	13 - 14	--	--	26,73	--	--
6.9.2009	14 - 15	--	--	26,05	--	--	19.9.2009	14 - 15	--	--	27,16	--	--
6.9.2009	15 - 16	--	--	26,32	--	--	19.9.2009	15 - 16	26,34	26,38	27,39	26,05	--
6.9.2009	16 - 17	--	--	26,19	--	--	19.9.2009	16 - 17	26,62	26,65	27,28	26,14	--
6.9.2009	17 - 18	--	--	26,21	--	--	19.9.2009	17 - 18	26,79	26,75	27,14	--	--
6.9.2009	18 - 19	26,03	--	--	--	--	19.9.2009	18 - 19	26,28	26,19	26,40	--	--
7.9.2009	4 - 5	--	--	--	22,54	22,76	20.9.2009	11 - 12	--	--	26,31	--	--
7.9.2009	5 - 6	22,78	22,75	22,88	22,05	22,32	20.9.2009	12 - 13	--	--	26,69	--	--
7.9.2009	6 - 7	22,53	22,13	22,45	22,22	22,43	20.9.2009	13 - 14	--	--	27,03	--	--
7.9.2009	7 - 8	22,53	22,22	22,54	--	--	20.9.2009	14 - 15	26,18	26,13	27,41	26,20	26,14
7.9.2009	13 - 14	--	--	26,13	--	--	20.9.2009	15 - 16	26,59	26,59	27,73	26,22	26,16
7.9.2009	16 - 17	--	--	26,25	--	--	20.9.2009	16 - 17	26,75	26,74	27,48	26,17	26,11
8.9.2009	4 - 5	--	--	--	22,70	22,71	20.9.2009	17 - 18	26,74	26,63	27,20	--	--
8.9.2009	5 - 6	22,72	22,68	22,84	22,18	22,23	20.9.2009	18 - 19	26,38	26,27	26,63	--	--
8.9.2009	6 - 7	22,34	22,01	22,32	22,50	22,43	21.9.2009	11 - 12	--	--	--	26,06	26,10
8.9.2009	7 - 8	22,40	21,95	22,45	--	--	21.9.2009	12 - 13	--	--	26,78	--	--
8.9.2009	8 - 9	--	22,69	--	--	--	21.9.2009	13 - 14	--	--	26,54	--	--
8.9.2009	12 - 13	--	--	26,55	--	--	21.9.2009	14 - 15	--	--	26,50	--	--
8.9.2009	13 - 14	--	--	26,33	--	--	21.9.2009	15 - 16	--	--	26,56	26,05	--
8.9.2009	15 - 16	--	--	26,09	--	--	21.9.2009	16 - 17	--	--	27,07	26,03	--
8.9.2009	16 - 17	--	--	26,49	--	--	21.9.2009	17 - 18	--	--	26,84	--	--
8.9.2009	17 - 18	--	--	26,31	--	--	21.9.2009	18 - 19	--	--	26,32	--	--
9.9.2009	4 - 5	--	--	--	--	22,97	22.9.2009	11 - 12	--	--	26,28	26,07	26,46
9.9.2009	5 - 6	22,99	22,98	--	22,59	22,54	22.9.2009	12 - 13	26,06	--	26,92	--	26,07
9.9.2009	6 - 7	22,64	22,36	22,63	22,83	22,67	22.9.2009	13 - 14	--	--	26,63	--	--
9.9.2009	7 - 8	22,63	22,33	22,77	--	--	22.9.2009	14 - 15	--	--	26,34	--	--
9.9.2009	11 - 12	--	--	--	26,19	--	22.9.2009	15 - 16	--	--	26,53	26,08	26,01
9.9.2009	12 - 13	--	--	26,87	26,03	--	22.9.2009	16 - 17	--	--	26,99	26,09	--
9.9.2009	13 - 14	--	--	26,70	--	--	22.9.2009	17 - 18	26,01	--	26,78	--	--
							22.9.2009	18 - 19	--	--	26,33	--	--

23.9.2009	10 - 11	--	--	--	26,01	--
23.9.2009	11 - 12	--	--	26,32	26,29	26,33
23.9.2009	12 - 13	26,06	26,26	27,02	26,01	--
23.9.2009	13 - 14	--	--	26,73	--	--
23.9.2009	14 - 15	--	--	26,19	26,09	26,03
23.9.2009	15 - 16	26,28	26,17	26,92	26,61	26,41
23.9.2009	16 - 17	26,98	26,85	27,54	26,81	26,59
23.9.2009	17 - 18	27,50	27,16	27,69	26,51	26,34
23.9.2009	18 - 19	26,86	26,66	27,01	26,18	--
23.9.2009	19 - 20	26,17	26,09	26,26	--	--
24.9.2009	10 - 11	--	--	--	26,22	26,08
24.9.2009	11 - 12	--	--	26,47	26,49	26,59
24.9.2009	12 - 13	26,20	26,14	27,02	26,29	26,26
24.9.2009	13 - 14	--	--	26,83	26,29	26,16
24.9.2009	14 - 15	--	--	26,49	26,33	26,10
24.9.2009	15 - 16	26,08	--	26,44	26,38	26,20
24.9.2009	16 - 17	26,40	26,30	26,86	26,22	26,05
24.9.2009	17 - 18	26,23	26,13	26,57	--	--
24.9.2009	18 - 19	--	--	26,04	--	--
25.9.2009	11 - 12	--	--	--	26,82	26,30
25.9.2009	12 - 13	26,31	26,28	27,36	26,78	26,25
25.9.2009	13 - 14	26,23	26,24	27,53	26,13	26,08
25.9.2009	14 - 15	--	--	26,91	26,13	26,05
25.9.2009	15 - 16	26,20	26,14	27,03	26,43	26,30
25.9.2009	16 - 17	27,03	26,93	27,69	26,45	26,40
25.9.2009	17 - 18	27,34	27,04	27,48	--	--
25.9.2009	18 - 19	26,54	26,27	26,39	--	--
26.9.2009	2 - 3	--	--	--	--	22,93
26.9.2009	3 - 4	--	--	--	--	22,71
26.9.2009	4 - 5	--	22,94	22,91	22,88	22,46
26.9.2009	5 - 6	22,83	22,70	22,67	22,68	22,23
26.9.2009	6 - 7	22,63	22,48	22,44	22,63	22,18
26.9.2009	7 - 8	22,50	22,40	22,40	--	22,68
26.9.2009	8 - 9	22,86	22,77	--	--	--
26.9.2009	9 - 10	--	--	26,15	--	--
26.9.2009	11 - 12	--	--	26,20	--	--
26.9.2009	12 - 13	--	--	26,66	--	--
26.9.2009	13 - 14	--	--	27,47	26,29	--
26.9.2009	14 - 15	26,05	26,10	28,16	--	--
26.9.2009	15 - 16	26,39	26,39	27,80	--	--
26.9.2009	16 - 17	26,94	26,80	27,68	26,02	26,02
26.9.2009	17 - 18	27,20	26,76	27,25	--	--
26.9.2009	18 - 19	26,21	--	26,13	--	--
27.9.2009	0 - 1	--	--	--	--	22,92
27.9.2009	1 - 2	--	--	--	--	22,68
27.9.2009	2 - 3	--	22,98	22,94	22,88	22,49
27.9.2009	3 - 4	22,93	22,77	22,72	22,68	22,29
27.9.2009	4 - 5	22,70	22,58	22,54	22,48	22,07
27.9.2009	5 - 6	22,48	22,35	22,33	22,31	21,86
27.9.2009	6 - 7	22,28	22,17	22,15	22,23	21,80
27.9.2009	7 - 8	22,20	22,06	22,11	22,90	22,28
27.9.2009	8 - 9	22,50	22,39	22,77	--	--
27.9.2009	12 - 13	--	--	26,01	--	--
27.9.2009	13 - 14	--	--	26,39	--	--
27.9.2009	14 - 15	--	--	26,70	--	--
27.9.2009	15 - 16	--	--	26,40	--	--
27.9.2009	22 - 23	--	--	--	--	22,80
27.9.2009	23 - 24	--	22,98	22,93	22,78	22,58
28.9.2009	0 - 1	22,92	22,78	22,80	22,63	22,39
28.9.2009	1 - 2	22,75	22,60	22,63	22,47	22,20
28.9.2009	2 - 3	22,57	22,43	22,46	22,34	22,03
28.9.2009	3 - 4	22,39	22,25	22,20	22,20	21,86
28.9.2009	4 - 5	22,23	22,09	22,03	21,38	21,40
28.9.2009	5 - 6	21,49	21,55	21,46	21,02	20,99
28.9.2009	6 - 7	20,97	21,08	21,08	20,82	20,79
28.9.2009	7 - 8	20,80	20,88	20,95	21,13	21,03
28.9.2009	8 - 9	20,98	21,03	21,44	21,94	21,95
28.9.2009	9 - 10	21,68	21,78	--	22,43	22,58
28.9.2009	10 - 11	22,44	22,45	--	22,94	--
28.9.2009	11 - 12	--	22,97	--	--	--
28.9.2009	20 - 21	--	--	--	--	22,94

13.5. Př. 5 Odečty z měřidel pro Pavilon O

Stav měřičů pro rok 2012											
Název		MTO7		MT		ELM		SV		TV	
Adresa		UNO_MT01_Teplo		UNO_MT02_Teplo		UNO_EL01_Spotreba_cel		UNO_VO01_Hlavni		UNO_VO02_TUV	
Odečty		[-]	[GJ]	[-]	[GJ]	[-]	[kWh]	[-]	[m ³]	[-]	[m ³]
2012	leden	18 600,3	408,7	501	89	1 012 150	12 150	2 518	87	101 057	73
	únor	19 009,0	480,0	590	102	1 024 300	11 250	2 605	119	101 130	73
	březen	19 489,0	264,0	692	36	1 035 550	12 130	2 724	140	101 203	83
	duben	19 753,0	161,0	728	15	1 047 680	10 750	2 864	64	101 286	71
	květen	19 914,0	0,0	743	0	1 058 430	11 960	2 928	81	101 357	71
	červen	19 914,0	0,0	743	0	1 070 390	10 840	3 009	77	101 428	63
	červenec	19 914,0	0,0	743	0	1 081 230	7 290	3 086	41	101 491	36
	srpen	19 914,0	0,0	743	0	1 088 520	7 719	3 127	32	101 527	41
	září	19 914,0	28,0	743	1	1 096 239	8 421	3 159	37	101 568	60
	říjen	19 942,0	189,0	744	28	1 104 660	9 900	3 196	61	101 628	89
	listopad	20 131,0	258,0	772	44	1 114 560	15 200	3 257	60	101 717	85
	prosinec	20 389,0	418,0	816	86	1 129 760	8 060	3 317	47	101 802	54
2013	leden	20 807,0		902		1 137 820		3 364		101 856	
Celkem			2 206,7		401,0		125 670		846		799
Poznámky		pro O, P, R		pouze pro O							

13.6. Př. 6 Protokol o výpočtu – Energie 2013

Uveden výpočet pro kalibrovaný provozní hodnoty získané z odečtů měřidel.

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2

a podle EN ISO 13790, EN ISO 13789 a EN ISO 13370

Energie 2013

Název úlohy: **Pavilon 'O'**

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 5
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-3,0 C	54,0	137,0	72,0	72,0	90,0
únor	28	0,3 C	86,0	205,0	119,0	119,0	158,0
březen	31	4,8 C	126,0	281,0	187,0	187,0	299,0
duben	30	14,2 C	158,0	295,0	241,0	241,0	418,0
květen	31	15,4 C	212,0	328,0	313,0	313,0	569,0
červen	30	17,3 C	223,0	306,0	313,0	313,0	576,0
červenec	31	20,4 C	227,0	335,0	338,0	338,0	619,0
srpen	31	20,9 C	187,0	335,0	292,0	292,0	518,0
září	30	17,2 C	133,0	288,0	205,0	205,0	346,0
říjen	31	8,9 C	90,0	263,0	144,0	144,0	234,0
listopad	30	5,9 C	50,0	130,0	68,0	68,0	104,0
prosinec	31	0,3 C	43,0	112,0	54,0	54,0	72,0

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-3,0 C	54,0	54,0	112,0	112,0
únor	28	0,3 C	86,0	86,0	173,0	173,0
březen	31	4,8 C	126,0	126,0	245,0	245,0
duben	30	14,2 C	158,0	158,0	281,0	281,0
květen	31	15,4 C	202,0	202,0	338,0	338,0
červen	30	17,3 C	209,0	209,0	320,0	320,0
červenec	31	20,4 C	212,0	212,0	353,0	353,0
srpen	31	20,9 C	184,0	184,0	331,0	331,0
září	30	17,2 C	133,0	133,0	259,0	259,0
říjen	31	8,9 C	90,0	90,0	220,0	220,0
listopad	30	5,9 C	50,0	50,0	108,0	108,0
prosinec	31	0,3 C	43,0	43,0	90,0	90,0

PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: Z1 - bufet
 Typ zóny pro určení Uem,N: jiná než nová obytná budova
 Typ zóny pro refer. budovu: jiná budova než RD a BD
 Typ hodnocení: jiný účel posouzení
 Objem z vnějších rozměrů: 295,15 m3

Podlah. plocha (celková vnitřní):	75,57 m ²
Celk. energet. vztažná plocha:	76,92 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	260,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	19,0 C / 21,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ano
Typ vytápění:	nepřerušované
Chlazení je v provozu min.:	5,0 dní v týdnu
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	438 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none">· produkci tepla: 10,0+2,5 W/m² (osoby+spotřebiče)· časový podíl produkce: 30+30 % (osoby+spotřebiče)· zohlednění spotřebičů: zisky i spotřeba· minimální přípustnou osvětlenost: 150,0 lx· dodanou energii na osvětlení: 22,4 kWh/(m².a) (vztaženo na podlah. plochu z celk. vnitřních rozměrů)· prům. účinnost osvětlení: 20 %· další tepelné zisky: 0,0 W
Tepl. na přípravu TV:	237194,1 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none">· roční potřebu teplé vody: 1261,0 m³· teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C

Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 89,0 %
Název zdroje tepla:	CZT (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	99,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	38,4 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,5 / 10,0 W

Zdroje chladu v zóně

Chlazení je zajištěno VZT:	ano (z 100,0 %)
Přiváděný vzduch:	19,0 C (recirkulace: 0,0 %)
Účinnost sdílení/distrib. VZT:	81,0 % / 93,0 %
Účinnost sdílení/distribuce:	100,0 % / 95,0 %
Název zdroje chladu:	(podíl 100,0 %)
Parametr EER:	3,2
Souč. příkonu chlazení kond.:	0,045 kW/kW
Souč. provozu zpět. chlazení:	0,9
Příkon čerpadel a zpět. chlazení:	0,0 + 0,0 W
Příkon regulace/emise chladu:	0,0 / 0,0 W

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	CZT (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV:	99,0 %
Délka rozvodů TV:	0,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	0,0 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	271,538 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	92,0 %
Typ větrání zóny:	nucené (mechanický větrací systém)
Objem.tok přiváděného vzduchu:	2850,0 m ³ /h
Objem.tok odváděného vzduchu:	2350,0 m ³ /h
Násobnost výměny při dP=50Pa:	1,5 1/h
Součinitel větrné expozice e:	0,1
Součinitel větrné expozice f:	15,0

Účinnost zpětného získávání tepla: 60,0 % (jen pro režim vytápění)
Podíl času s nuceným větráním: 35,71 %
Výměna bez nuceného větrání: 0,5 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv: 171,808 W/K, resp. 373,319 W/K (pro režim vytápění, resp. chlazení)

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N [W/m ² K]
F01	5,75	0,310	1,00	1,783	0,300
V01	5,76 (5,76x1,0 x 1)	1,500	1,00	8,640	1,500

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je číselný koeficient teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 10,423 W/K
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 0,576 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	P01
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	76,922 m ²
Exponovaný obvod podlahy:	3,0 m
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:	0,5 m
Tepelný odpor podlahy:	1,99 m ² K/W
Přídavná okrajová izolace:	není
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,085 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	6,53 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od -32,916 do 29,125 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	23,052 / 1,107 W/K

Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg: 6,530 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hg,tb: 3,846 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m: od -32,916 do 29,125 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fs [-]	Orientace
V01	5,76	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	SZ (90 st.)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční číselný koeficient zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční číselný koeficient rámu (podíl plochy rámu k celkové ploše okna); Fc,h je korekční číselný koeficient clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční číselný koeficient clonění pro režim chlazení a Fs je korekční číselný koeficient stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	147,0	234,1	342,9	430,0	549,8	568,8
Zátěž (chlazení):	44,1	70,2	102,9	129,0	164,9	170,6
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	577,0	500,8	362,0	244,9	136,1	117,0
Zátěž (chlazení):	173,1	150,2	108,6	73,5	40,8	35,1

PARAMETRY ZÓNY Č. 2 :

Základní popis zóny

Název zóny:	Z2 - jídelna
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	jiná budova než RD a BD
Typ hodnocení:	jiný účel posouzení
Objem z vnějších rozměrů:	3448,99 m ³
Podlah. plocha (celková vnitřní):	825,14 m ²

Celk. energet. vztažná plocha:	913,95 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	260,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	19,0 C / 21,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ano
Typ vytápění:	nepřerušované
Chlazení je v provozu min.:	5,0 dní v týdnu
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	7876 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"> · produkci tepla: 50,0+15,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 9+20 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: zisky i spotřeba · minimální přípustnou osvětlenost: 200,0 lx · dodanou energii na osvětlení: 22,4 kWh/(m².a) <small>(vztaženo na podlah. plochu z celk. vnitřních rozměrů)</small> · prům. účinnost osvětlení: 20 % · další tepelné zisky: 0,0 W
Tepl. na přípravu TV:	0,0 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · roční potřebu teplé vody: 0,0 m³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C

Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 89,0 %
Název zdroje tepla:	(podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	99,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	0,0 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Zdroje chladu v zóně

Chlazení je zajištěno VZT:	ano (z 100,0 %)
Přiváděný vzduch:	19,0 C (recirkulace: 0,0 %)
Účinnost sdílení/distrib. VZT:	81,0 % / 93,0 %
Účinnost sdílení/distribuce:	100,0 % / 95,0 %
Název zdroje chladu:	(podíl 100,0 %)
Parametr EER:	3,2
Souč. příkonu chlazení kond.:	0,045 kW/kW
Souč. provozu zpět. chlazení:	0,9
Příkon čerpadel a zpět. chlazení:	0,0 + 0,0 W
Příkon regulace/emise chladu:	0,0 / 0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 2 :

Objem vzduchu v zóně:	2873,009 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	83,3 %
Typ větrání zóny:	nucené (mechanický větrací systém)
Objem.tok přiváděného vzduchu:	15800,0 m ³ /h
Objem.tok odváděného vzduchu:	15400,0 m ³ /h
Násobnost výměny při dP=50Pa:	1,5 1/h
Součinitel větrné expozice e:	0,1
Součinitel větrné expozice f:	15,0
Účinnost zpětného získávání tepla:	60,0 % (jen pro režim vytápění)
Podíl času s nuceným větráním:	35,71 %
Výměna bez nuceného větrání:	0,5 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv:	1163,116 W/K, resp. 2280,268 W/K (pro režim vytápění, resp. chlazení)

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 2 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N [W/m ² K]
F01	68,12	0,310	1,00	21,117	0,300
F02	142,32	0,300	1,00	42,695	0,300
F05	48,24	0,340	1,00	16,402	0,300

P03	80,52	0,270	1,00	21,740	0,240
V01	82,52 (82,52x1,0 x 1)	1,500	1,00	123,780	1,500
V01	72,0 (72,0x1,0 x 1)	1,500	1,00	108,000	1,500
V02	2,25 (2,25x1,0 x 1)	2,000	1,00	4,500	1,500
V03	4,08 (4,08x1,0 x 1)	1,500	1,00	6,120	1,700
H01	91,2 (91,2x1,0 x 1)	1,700	1,00	155,040	1,400

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je číselný koeficient redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m2K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 499,393 W/K
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 29,562 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 2 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	P01+P02
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	315,794 m2
Exponovaný obvod podlahy:	36,075 m
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:	0,5 m
Tepelný odpor podlahy:	3,231 m2K/W
Přídavná okrajová izolace:	není
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,137 W/m2K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	43,216 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od -201,819 do 183,58 W/K
..... stanoveny pro periodické toky Hpi / Hpe:	69,375 / 9,529 W/K
<u>Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>	<u>43,216 W/K</u>
..... a příslušnými tep. vazbami Hg,tb:	15,790 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od -201,819 do 183,58 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory u zóny č. 2 :

1. konstrukce u nevytáp. prostoru

Název konstrukce:	S01
Plocha kce ve styku s nevytáp.prostorem:	422,94 m2
Součinitel prostupu tepla této konstrukce:	0,25 W/m2K
Číselný koeficient redukce:	0,83
Měrný tep.tok touto konstrukcí:	87,76 W/K
<u>Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu:</u>	<u>87,760 W/K</u>
..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb:	21,147 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 2 :

Název konstrukce	Plocha [m2]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fs [-]	Orientace
V01	82,52	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	SV (90 st.)
V01	72,0	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	JZ (90 st.)
V02	2,25	0,8	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	JV (90 st.)
V03	4,08	0,75	0,3/0,7	1,0/1,0	1,0	JZ (90 st.)
H01	91,2	0,75	0,7/0,3	0,65/0,65	1,0	H (0 st.)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční číselný koeficient zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční číselný koeficient rámu (podíl plochy rámu k celk. ploše okna); Fc,h je korekční číselný koeficient clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční číselný koeficient clonění pro režim chlazení a Fs je korekční číselný koeficient stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	8656,2	14003,3	22102,9	27979,1	35975,0	35796,4
Zátěž (chlazení):	4515,1	7536,3	12829,5	16975,0	22412,6	22471,5
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	38305,1	33592,8	24196,0	17979,1	8748,4	6931,5
Zátěž (chlazení):	24112,5	20688,4	14398,2	10283,6	4811,8	3614,6

PARAMETRY ZÓNY Č. 3 :

Základní popis zóny

Název zóny:	Z3 - zázemí
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	jiná budova než RD a BD
Typ hodnocení:	jiný účel posouzení
Objem z vnějších rozměrů:	190,65 m ³
Podlah. plocha (celková vnitřní):	43,51 m ²
Celk. energet. vztažná plocha:	44,72 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	260,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	19,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	nepřerušované
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	542 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"> · produkci tepla: 5,0+35,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 30+30 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: zisky i spotřeba · minimální přípustnou osvětlenost: 150,0 lx · dodanou energii na osvětlení: 4,9 kWh/(m².a) (vztaženo na podlah. plochu z celk. vnitřních rozměrů) · prům. účinnost osvětlení: 20 % · další tepelné zisky: 0,0 W
Teplo na přípravu TV:	0,0 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · roční potřebu teplé vody: 0,0 m³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 89,0 %
Název zdroje tepla:	CZT (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	99,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	0,0 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 3 :

Objem vzduchu v zóně:	152,329 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	79,9 %
Typ větrání zóny:	přirozené
Minimální násobnost výměny:	0,15 1/h
Návrhová násobnost výměny:	0,15 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv:	7,540 W/K

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 3 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N [W/m ² K]
F02	7,99	0,300	1,00	2,396	0,300
P03	5,5	0,270	1,00	1,486	0,240
V01	5,76 (5,76x1,0 x 1)	1,500	1,00	8,640	1,500

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je číselný koeficient teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 12,522 W/K
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 0,963 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory u zóny č. 3 :

1. konstrukce u nevytáp. prostoru

Název konstrukce:	S01
Plocha kce ve styku s nevytáp.prostorem:	45,104 m ²
Součinitel prostupu tepla této konstrukce:	0,25 W/m ² K
Činitel teplotní redukce:	0,83
Měrný tep.tok touto konstrukcí:	9,359 W/K

2. konstrukce u nevytáp. prostoru

Název konstrukce:	F07
Plocha kce ve styku s nevytáp.prostorem:	23,126 m ²
Součinitel prostupu tepla této konstrukce:	0,31 W/m ² K
Činitel teplotní redukce:	0,06
Měrný tep.tok touto konstrukcí:	0,43 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu:	9,789 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb:	3,412 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 3 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fs [-]	Orientace
V01	5,76	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	JV (90 st.)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční činitel rámu (podíl plochy rámu k celk. ploše okna); Fc,h je korekční činitel clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční činitel clonění pro režim chlazení a Fs je korekční činitel stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	304,8	470,8	666,8	764,8	919,9	870,9
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	960,7	900,8	704,9	598,8	293,9	244,9

PARAMETRY ZÓNY Č. 4 :

Základní popis zóny

Název zóny:	Z4 - vstupy sklady
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	jiná budova než RD a BD
Typ hodnocení:	jiný účel posouzení
Objem z vnějších rozměrů:	1189,02 m ³
Podlah. plocha (celková vnitřní):	279,47 m ²
Celk. energet. vztažná plocha:	303,14 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	260,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	15,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	nepřerušované
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	1313 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"> · produkci tepla: 2,0+15,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 25+25 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: zisky i spotřeba · minimální přípustnou osvětlenost: 150,0 lx · dodanou energii na osvětlení: 4,9 kWh/(m².a) (vztaženo na podlah. plochu z celk. vnitřních rozměrů) · prům. účinnost osvětlení: 20 % · další tepelné zisky: 0,0 W
Teplota na přípravu TV:	0,0 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · roční potřebu teplé vody: 0,0 m³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C

Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ne
Účinnost sdílení/distribuce: 88,0 % / 89,0 %
Název zdroje tepla: (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla: 99,0 %
Příkon čerpadel vytápění: 0,0 W
Příkon regulace/emise tepla: 0,0 / 0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 4 :

Objem vzduchu v zóně: 966,673 m³
Podíl vzduchu z objemu zóny: 81,3 %
Typ větrání zóny: přirozené
Minimální násobnost výměny: 0,15 1/h
Návrhová násobnost výměny: 0,15 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv: 47,850 W/K

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 4 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N [W/m ² K]
F01	48,53	0,310	1,00	15,045	0,300
F02	52,76	0,300	1,00	15,827	0,300
F03	32,12	0,340	1,00	10,920	0,300
F08	51,33	0,300	1,00	15,398	0,300
P03	5,44	0,270	1,00	1,468	0,240
F06	3,38	0,390	1,00	1,318	0,300
V01	8,64 (8,64x1,0 x 1)	1,500	1,00	12,960	1,500
V01	5,76 (5,76x1,0 x 1)	1,500	1,00	8,640	1,500
V02	22,77 (22,77x1,0 x 1)	2,000	1,00	45,540	1,500
V02	8,55 (8,55x1,0 x 1)	2,000	1,00	17,100	1,500
V02	8,55 (8,55x1,0 x 1)	2,000	1,00	17,100	1,500
V03	6,72 (6,72x1,0 x 1)	1,500	1,00	10,080	1,700
H01	1,65 (1,65x1,0 x 1)	1,700	1,00	2,805	1,400

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je číselný koeficient teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).

Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 174,201 W/K
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 12,810 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 4 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce: P01
Tepelná vodivost zeminy: 2,0 W/mK
Plocha podlahy: 182,84 m²
Exponovaný obvod podlahy: 39,992 m
Součinitel vlivu spodní vody Gw: 1,0
Typ podlahové konstrukce: vytápěný suterén
Tloušťka suterénní stěny: 0,5 m
Tepelný odpor podlahy suterénu: 1,99 m²K/W
Tepelný odpor suterénních stěn: 2,87 m²K/W
Hloubka podlahy suterénu pod terénem: 0,228 m
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U: 0,23 W/m²K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 44,095 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m: od -327,084 do 186,719 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe: 57,124 / 15,451 W/K
Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg: 44,095 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hg,tb: 9,598 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m: od -327,084 do 186,719 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory u zóny č. 4 :

1. konstrukce u nevytáp. prostoru

Název konstrukce:	S01
Plocha kce ve styku s nevytáp.prostorem:	107,819 m ²
Součinitel prostupu tepla této konstrukce:	0,25 W/m ² K
Činitel teplotní redukce:	0,83
Měrný tep.tok touto konstrukcí:	22,372 W/K

2. konstrukce u nevytáp. prostoru

Název konstrukce:	F07
Plocha kce ve styku s nevytáp.prostorem:	69,013 m ²
Součinitel prostupu tepla této konstrukce:	0,31 W/m ² K
Činitel teplotní redukce:	0,06
Měrný tep.tok touto konstrukcí:	1,284 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu: 23,656 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb: 8,842 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 4 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fs [-]	Orientace
V01	8,64	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	JZ (90 st.)
V01	5,76	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	SV (90 st.)
V02	22,77	0,8	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	JV (90 st.)
V02	8,55	0,8	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	JZ (90 st.)
V02	8,55	0,8	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	SV (90 st.)
V03	6,72	0,75	0,3/0,7	1,0/1,0	1,0	JZ (90 st.)
H01	1,65	0,75	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	H (0 st.)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční činitel rámu (podíl plochy rámu k celk. ploše okna); Fc,h je korekční činitel clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční činitel clonění pro režim chlazení a Fs je korekční činitel stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	2827,4	4400,4	6320,0	7402,0	9039,1	8711,6
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	9466,8	8724,1	6703,0	5485,5	2725,3	2269,0

PARAMETRY ZÓNY Č. 5 :

Základní popis zóny

Název zóny:	Z5 - Kanceláře
Typ zóny pro určení Uem,N:	jiná než nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	jiná budova než RD a BD
Typ hodnocení:	jiný účel posouzení
Objem z vnějších rozměrů:	268,69 m ³
Podlah. plocha (celková vnitřní):	58,9 m ²
Celk. energet. vztažná plocha:	65,95 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	260,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	19,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	nepřerušované
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	360 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"> · produkci tepla: 5,0+10,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 25+25 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: zisky i spotřeba · minimální přípustnou osvětlenost: 200,0 lx · dodanou energii na osvětlení: 25,9 kWh/(m².a) (vztaženo na podlah. plochu z celk. vnitřních rozměrů) · prům. účinnost osvětlení: 20 % · další tepelné zisky: 0,0 W

Teplo na přípravu TV: 0,0 MJ/rok
..... odvozeno pro · roční potřebu teplé vody: 0,0 m³
· teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C

Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ne
Účinnost sdílení/distribuce: 88,0 % / 89,0 %
Název zdroje tepla: (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla: 99,0 %
Příkon čerpadel vytápění: 0,0 W
Příkon regulace/emise tepla: 0,0 / 0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 5 :

Objem vzduchu v zóně: 208,235 m³
Podíl vzduchu z objemu zóny: 77,5 %
Typ větrání zóny: přirozené
Minimální násobnost výměny: 0,15 1/h
Návrhová násobnost výměny: 0,15 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv: 10,308 W/K

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 5 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N [W/m ² K]
F01	19,47	0,310	1,00	6,036	0,300
F04	12,57	0,230	1,00	2,892	0,300
F02	23,86	0,300	1,00	7,159	0,300
P03	12,45	0,270	1,00	3,360	0,240
V01	12,52 (12,52x1,0 x 1)	1,500	1,00	18,780	1,500
V01	5,76 (5,76x1,0 x 1)	1,500	1,00	8,640	1,500

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je číselník teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 46,867 W/K
..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 4,332 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 5 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce: P01
Tepelná vodivost zeminy: 2,0 W/mK
Plocha podlahy: 26,744 m²
Exponovaný obvod podlahy: 7,1 m
Součinitel vlivu spodní vody Gw: 1,0
Typ podlahové konstrukce: podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny: 0,5 m
Tepelný odpor podlahy: 1,99 m²K/W
Přídavná okrajová izolace: není
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U: 0,247 W/m²K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 6,602 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m: od -22,37 do 23,198 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe: 8,015 / 2,619 W/K
Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg: 6,602 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hg,tb: 1,337 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m: od -22,37 do 23,198 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory u zóny č. 5 :

1. konstrukce u nevytáp. prostoru

Název konstrukce: S01
Plocha kce ve styku s nevytáp.prostorem: 39,116 m²
Součinitel prostupu tepla této konstrukce: 0,25 W/m²K

Činitel teplotní redukce: 0,83
Měrný tep.tok touto konstrukcí: 8,117 W/K

2. konstrukce u nevytáp. prostoru

Název konstrukce: F07
Plocha kce ve styku s nevytáp.prostorem: 59,416 m²
Součinitel prostupu tepla této konstrukce: 0,31 W/m²K
Činitel teplotní redukce: 0,06
Měrný tep.tok touto konstrukcí: 1,105 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu: 9,222 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb: 4,927 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 5 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fs [-]	Orientace
V01	12,52	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	SV (90 st.)
V01	5,76	0,75	0,7/0,3	1,0/0,3	1,0	JZ (90 st.)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční činitel rámu (podíl plochy rámu k celk. ploše okna); Fc,h je korekční činitel clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční činitel clonění pro režim chlazení a Fs je korekční činitel stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	624,3	979,6	1412,2	1699,5	2114,9	2107,3
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2214,9	1989,3	1491,7	1131,2	589,7	499,3

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: Z1 - bufet
Vnitřní teplota (zima/léto): 19,0 C / 21,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ano
Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním pro režim vytápění Hv: 171,808 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 14,845 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 6,530 W/K
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu: ---
Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---
Měrný tok větranými stěnami H,vw: ---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---
Výsledný měrný tok pro režim vytápění H: 193,182 W/K

Výsledný měrný tok do zóny č.2 H,12: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.3 H,13: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.4 H,14: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.5 H,15: ---

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	11,191	1,388	0,147	1,535	0,997	100,0	9,660
2	8,609	1,153	0,234	1,387	0,996	100,0	7,228
3	7,269	1,190	0,343	1,533	0,991	100,0	5,749
4	2,459	1,075	0,430	1,505	0,887	100,0	1,125
5	1,938	1,049	0,550	1,599	0,804	100,0	0,653
6	0,951	0,995	0,569	1,564	0,533	13,2	0,117
7	---	---	---	---	---	0,0	---
8	---	---	---	---	---	0,0	---
9	0,999	1,083	0,362	1,445	0,586	41,2	0,153
10	5,207	1,186	0,245	1,430	0,983	100,0	3,801
11	6,499	1,231	0,136	1,368	0,991	100,0	5,143

12 9,532 1,380 0,117 1,497 0,996 100,0 8,040

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 41,669 GJ

Potřeba chladu na chlazení po měsících:

Měsíc	Q,C,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,C [-]	fC [%]	Q,C,nd[GJ]
1	25,162	1,388	0,044	1,433	0,057	0,0	---
2	19,621	1,153	0,070	1,223	0,062	0,0	---
3	17,036	1,190	0,103	1,293	0,076	0,0	---
4	7,036	1,075	0,129	1,204	0,171	0,0	---
5	6,037	1,049	0,165	1,214	0,201	0,0	---
6	4,002	0,995	0,171	1,166	0,291	0,0	---
7	0,571	1,028	0,173	1,201	0,870	79,3	0,503
8	0,098	1,049	0,150	1,199	0,994	87,6	0,787
9	4,095	1,083	0,109	1,192	0,291	0,0	---
10	12,769	1,186	0,073	1,259	0,099	0,0	---
11	15,378	1,231	0,041	1,272	0,083	0,0	---
12	21,724	1,380	0,035	1,415	0,065	0,0	---

Při výpočtu potřeby chladu Q,C,nd byl uplatněn vliv přerušovaného chlazení (f,C,day = 5,0/7,0).

Vysvětlivky: Q,C,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,C je stupeň využitelnosti tepelných ztrát; fC je část měsíce, v níž musí být zóna chlazená, a Q,C,nd je potřeba chladu na chlazení zóny.

Potřeba chladu na chlazení za rok Q,C,nd: 1,291 GJ (s vlivem přeruš. chlazení)

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	12,458	---	---	1,060	19,966	0,939	0,217	34,640
2	9,322	---	---	0,957	19,966	0,721	0,196	31,163
3	7,415	---	---	1,060	19,966	0,690	0,217	29,348
4	1,451	---	---	1,026	19,966	0,573	0,210	23,225
5	0,842	---	---	1,060	19,966	0,514	0,217	22,599
6	0,150	---	---	1,026	19,966	0,472	0,101	21,716
7	---	0,198	---	1,060	19,966	0,488	0,242	21,954
8	---	0,363	---	1,060	19,966	0,514	0,242	22,145
9	0,197	---	---	1,026	19,966	0,583	0,136	21,908
10	4,903	---	---	1,060	19,966	0,685	0,217	26,830
11	6,633	---	---	1,026	19,966	0,768	0,210	28,603
12	10,370	---	---	1,060	19,966	0,928	0,217	32,541

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 316,673 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 21,4 W/K
Plocha obalových konstrukcí zóny: 88,4 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,21 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,24 W/m²K

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 2 :

Název zóny: Z2 - jídelna
Vnitřní teplota (zima/léto): 19,0 C / 21,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ano
Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním pro režim vytápění Hv: 1163,116 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 565,892 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 43,216 W/K
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu: 87,760 W/K

Měrný tok Trombeho stěnami H,tw:	---
Měrný tok větranými stěnami H,vw:	---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti:	---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt:	---
Výsledný měrný tok pro režim vytápění H:	1859,984 W/K

Výsledný měrný tok do zóny č.1 H,21:	---
Výsledný měrný tok do zóny č.3 H,23:	---
Výsledný měrný tok do zóny č.4 H,24:	---
Výsledný měrný tok do zóny č.5 H,25:	---

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	108,407	23,447	8,656	32,104	0,985	100,0	76,790
2	83,336	20,076	14,003	34,079	0,964	100,0	50,484
3	70,253	21,277	22,103	43,380	0,903	99,4	31,073
4	23,489	19,760	27,979	47,739	0,492	0,0	---
5	18,402	19,740	35,975	55,715	0,330	0,0	---
6	8,814	18,885	35,796	54,681	0,161	0,0	---
7	---	---	---	---	---	0,0	---
8	---	---	---	---	---	0,0	---
9	9,288	19,847	24,196	44,043	0,211	0,0	---
10	50,197	21,232	17,979	39,211	0,843	63,5	17,154
11	62,779	21,466	8,748	30,214	0,946	100,0	34,211
12	92,265	23,357	6,932	30,288	0,980	100,0	62,587

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 272,299 GJ

Potřeba chladu na chlazení po měsících:

Měsíc	Q,C,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,C [-]	fC [%]	Q,C,nd[GJ]
1	190,074	23,447	4,515	27,962	0,147	0,0	---
2	148,193	20,076	7,536	27,612	0,186	0,0	---
3	128,621	21,277	12,830	34,107	0,265	0,0	---
4	52,967	19,760	16,975	36,735	0,564	15,7	4,887
5	45,382	19,740	22,413	42,153	0,672	100,0	8,325
6	29,898	18,885	22,472	41,356	0,798	100,0	12,508
7	4,391	19,514	24,113	43,627	0,997	100,0	28,036
8	0,747	19,740	20,688	40,428	1,000	100,0	28,344
9	30,611	19,847	14,398	34,245	0,733	69,5	8,435
10	96,343	21,232	10,284	31,516	0,327	0,0	---
11	116,088	21,466	4,812	26,278	0,226	0,0	---
12	164,071	23,357	3,615	26,972	0,164	0,0	---

Při výpočtu potřeby chladu Q,C,nd byl uplatněn vliv přerušovaného chlazení (f,C,day = 5,0/7,0).

Vysvětlivky: Q,C,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,C je stupeň využitelnosti tepelných ztrát; fC je část měsíce, v níž musí být zóna chlazená, a Q,C,nd je potřeba chladu na chlazení zóny.

Potřeba chladu na chlazení za rok Q,C,nd: 90,535 GJ (s vlivem přeruš. chlazení)

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	99,036	---	---	10,704	---	15,220	0,172	125,133
2	65,110	---	---	9,668	---	12,369	0,156	87,303
3	40,075	---	---	10,704	---	12,507	0,172	63,459
4	---	---	---	10,359	---	11,065	0,167	21,591
5	---	---	---	10,704	---	10,586	0,172	21,463
6	---	---	---	10,359	---	9,971	0,167	20,497
7	---	11,023	---	29,788	---	10,303	0,482	51,597
8	---	13,071	---	30,116	---	10,586	0,482	54,254
9	---	---	---	10,359	---	11,174	0,167	21,700
10	22,124	---	---	10,704	---	12,451	0,172	45,452
11	44,122	---	---	10,359	---	13,198	0,167	67,846
12	80,719	---	---	10,704	---	15,107	0,172	106,702

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání;

Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 686,995 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht:	696,9 W/K
Plocha obalových konstrukcí zóny:	1330,0 m ²
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20:	0,49 W/m ² K
Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em:	0,52 W/m²K

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 3 :

Název zóny:	Z3 - zázemí
Vnitřní teplota (zima/léto):	19,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Regulace otopné soustavy:	ano

Měrný tepelný tok větráním Hv:	7,540 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb:	16,896 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	---
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu:	9,789 W/K
Měrný tok Trombeho stěnami H,tw:	---
Měrný tok větranými stěnami H,vw:	---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti:	---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt:	---
Výsledný měrný tok H:	34,226 W/K

Výsledný měrný tok do zóny č.1 H,31:	---
Výsledný měrný tok do zóny č.2 H,32:	---
Výsledný měrný tok do zóny č.4 H,34:	---
Výsledný měrný tok do zóny č.5 H,35:	---

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	2,017	1,478	0,305	1,783	0,924	100,0	0,370
2	1,548	1,322	0,471	1,793	0,804	43,6	0,107
3	1,302	1,453	0,667	2,120	0,614	0,0	---
4	0,426	1,396	0,765	2,161	0,197	0,0	---
5	0,330	1,435	0,920	2,355	0,140	0,0	---
6	0,151	1,386	0,871	2,257	0,067	0,0	---
7	---	---	---	---	---	0,0	---
8	---	---	---	---	---	0,0	---
9	0,160	1,397	0,705	2,102	0,076	0,0	---
10	0,926	1,452	0,599	2,051	0,451	0,0	---
11	1,162	1,416	0,294	1,710	0,680	0,0	---
12	1,714	1,477	0,245	1,722	0,875	79,1	0,208

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 0,684 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	0,477	---	---	---	---	1,323	---	1,800
2	0,138	---	---	---	---	1,179	---	1,317
3	---	---	---	---	---	1,292	---	1,292
4	---	---	---	---	---	1,238	---	1,238
5	---	---	---	---	---	1,269	---	1,269
6	---	---	---	---	---	1,225	---	1,225
7	---	---	---	---	---	1,266	---	1,266
8	---	---	---	---	---	1,269	---	1,269
9	---	---	---	---	---	1,239	---	1,239
10	---	---	---	---	---	1,291	---	1,291

11	---	---	---	---	---	1,262	---	1,262
12	0,268	---	---	---	---	1,322	---	1,590

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 16,058 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 26,7 W/K
Plocha obalových konstrukcí zóny: 87,5 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,31 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,31 W/m²K

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 4 :

Název zóny: Z4 - vstupy sklady
Vnitřní teplota (zima/léto): 15,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 47,850 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 205,451 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 44,095 W/K
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu: 23,656 W/K
Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---
Měrný tok větranými stěnami H,vw: ---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---
Výsledný měrný tok H: 321,052 W/K

Výsledný měrný tok do zóny č.1 H,41: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.2 H,42: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.3 H,43: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.5 H,45: ---

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	14,464	3,690	2,827	6,518	0,993	100,0	7,992
2	10,730	3,252	4,400	7,652	0,949	100,0	3,469
3	8,355	3,530	6,320	9,850	0,767	50,0	0,801
4	0,961	3,354	7,402	10,756	0,089	0,0	---
5	---	---	---	---	---	0,0	---
6	---	---	---	---	---	0,0	---
7	---	---	---	---	---	0,0	---
8	---	---	---	---	---	0,0	---
9	---	---	---	---	---	0,0	---
10	5,144	3,526	5,485	9,012	0,571	0,0	---
11	7,252	3,481	2,725	6,206	0,901	86,5	1,662
12	11,880	3,684	2,269	5,953	0,988	100,0	5,996

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 19,920 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	10,307	---	---	---	---	3,443	---	13,751
2	4,474	---	---	---	---	3,008	---	7,482
3	1,033	---	---	---	---	3,242	---	4,275
4	---	---	---	---	---	3,061	---	3,061
5	---	---	---	---	---	3,100	---	3,100
6	---	---	---	---	---	2,980	---	2,980

7	---	---	---	---	---	3,079	---	3,079
8	---	---	---	---	---	3,100	---	3,100
9	---	---	---	---	---	3,069	---	3,069
10	---	---	---	---	---	3,238	---	3,238
11	2,143	---	---	---	---	3,219	---	5,362
12	7,733	---	---	---	---	3,435	---	11,168

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 63,665 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 273,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí zóny: 625,0 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,39 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,44 W/m²K

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 5 :

Název zóny: Z5 - Kanceláře
Vnitřní teplota (zima/léto): 19,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 10,308 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 57,462 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 6,602 W/K
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu: 9,222 W/K
Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---
Měrný tok větranými stěnami H,vw: ---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---
Výsledný měrný tok H: 83,594 W/K

Výsledný měrný tok do zóny č.1 H,51: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.2 H,52: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.3 H,53: ---
Výsledný měrný tok do zóny č.4 H,54: ---

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	4,785	1,159	0,624	1,783	0,993	100,0	3,015
2	3,686	0,956	0,980	1,935	0,973	100,0	1,804
3	3,122	0,980	1,412	2,392	0,907	78,2	0,953
4	1,081	0,879	1,699	2,579	0,419	0,0	---
5	0,861	0,853	2,115	2,968	0,290	0,0	---
6	0,441	0,807	2,107	2,915	0,151	0,0	---
7	---	---	---	---	---	0,0	---
8	---	---	---	---	---	0,0	---
9	0,462	0,887	1,492	2,378	0,194	0,0	---
10	2,247	0,976	1,131	2,107	0,841	56,8	0,476
11	2,794	1,020	0,590	1,610	0,962	100,0	1,246
12	4,081	1,151	0,499	1,651	0,990	100,0	2,448

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 9,941 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	3,888	---	---	---	---	1,103	---	4,992
2	2,326	---	---	---	---	0,883	---	3,209

3	1,229	---	---	---	---	0,879	---	2,108
4	---	---	---	---	---	0,765	---	0,765
5	---	---	---	---	---	0,721	---	0,721
6	---	---	---	---	---	0,675	---	0,675
7	---	---	---	---	---	0,698	---	0,698
8	---	---	---	---	---	0,721	---	0,721
9	---	---	---	---	---	0,774	---	0,774
10	0,614	---	---	---	---	0,875	---	1,489
11	1,607	---	---	---	---	0,941	---	2,548
12	3,157	---	---	---	---	1,094	---	4,251

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 22,951 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 73,3 W/K
Plocha obalových konstrukcí zóny: 211,9 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,34 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,35 W/m²K

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,43 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok pro režim vytápění H:	---	193,182	100,00 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	---	171,808	88,94 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	6,530	3,38 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	---	0,00 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	4,422	2,29 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	10,423	5,40 %
	rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	5,8	1,783	0,92 %
	Střecha:	---	---	0,00 %
	Podlaha:	76,9	6,530	3,38 %
	Otvorová výplň:	5,8	8,640	4,47 %
2	Celkový měrný tok pro režim vytápění H:	---	1859,984	100,00 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	---	1163,116	62,53 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	43,216	2,32 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	87,760	4,72 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	66,499	3,58 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	499,393	26,85 %
	rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	258,7	80,213	4,31 %
	Střecha:	422,9	87,760	4,72 %
	Podlaha:	396,3	64,956	3,49 %
	Otvorová výplň:	252,1	397,440	21,37 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	0,0	0,000	0,00 %
3	Celkový měrný tok H:	---	34,226	100,00 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	---	7,540	22,03 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	---	0,00 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	9,789	28,60 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	4,374	12,78 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	12,522	36,59 %
	rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	31,1	2,826	8,26 %
	Střecha:	45,1	9,359	27,35 %

	Podlaha:	5,5	1,486	4,34 %
	Otvorová výplň:	5,8	8,640	25,24 %
4	Celkový měrný tok H:	---	321,052	100,00 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	---	47,850	14,90 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	44,095	13,73 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	23,656	7,37 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	31,249	9,73 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	174,201	54,26 %
	rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	257,1	59,792	18,62 %
	Střecha:	107,8	22,372	6,97 %
	Podlaha:	197,4	45,563	14,19 %
	Otvorová výplň:	62,6	114,225	35,58 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	0,0	0,000	0,00 %
5	Celkový měrný tok H:	---	83,594	100,00 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	---	10,308	12,33 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	6,602	7,90 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	9,222	11,03 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	10,595	12,67 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	46,867	56,07 %
	rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	115,3	17,191	20,57 %
	Střecha:	39,1	8,117	9,71 %
	Podlaha:	39,2	9,963	11,92 %
	Otvorová výplň:	18,3	27,420	32,80 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	2492,037 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	5392,5 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,46 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	34,0 kWh/(m ³ .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	1091,4 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	2342,8 m ²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,43 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U,em: 0,47 W/m²K

Potřeba tepla na vytápění budovy

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	140,864	31,163	12,560	43,722	0,984	100,0	97,826
2	107,910	26,758	20,088	46,846	0,957	88,7	63,091
3	90,300	28,429	30,845	59,274	0,873	65,5	38,576
4	28,417	26,465	38,275	64,740	0,422	20,0	1,125
5	21,531	26,493	48,599	75,091	0,278	20,0	0,653
6	10,357	25,362	48,055	73,417	0,139	2,6	0,117
7	---	26,208	51,524	77,732	---	0,0	---
8	---	26,493	45,708	72,200	---	0,0	---
9	10,909	26,575	33,458	60,033	0,179	8,2	0,153
10	63,722	28,372	25,439	53,811	0,786	44,1	21,432
11	80,486	28,614	12,493	41,108	0,930	77,3	42,262
12	119,471	31,049	10,062	41,111	0,978	95,8	79,278

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 344,513 GJ 95,698 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 5392,5 m³
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 1404,7 m²
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m³): 17,7 kWh/(m³.a)

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 68 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3174.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Potřeba chladu na chlazení budovy

Měsíc	Q,C,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,C [-]	fC [%]	Q,C,nd[GJ]
1	215,236	24,836	4,559	29,395	0,137	0,0	---
2	167,814	21,229	7,606	28,835	0,172	0,0	---
3	145,657	22,467	12,932	35,399	0,243	0,0	---
4	60,003	20,835	17,104	37,939	0,551	7,8	4,887
5	51,419	20,789	22,578	43,367	0,681	50,0	8,325
6	33,900	19,880	22,642	42,522	0,885	50,0	12,508
7	4,961	20,542	24,286	44,828	1,000	89,7	28,539
8	0,844	20,789	20,839	41,628	1,000	93,8	29,131
9	34,706	20,930	14,507	35,437	0,778	34,8	8,435
10	109,111	22,418	10,357	32,775	0,300	0,0	---
11	131,466	22,697	4,853	27,550	0,210	0,0	---
12	185,794	24,737	3,650	28,387	0,153	0,0	---

Vysvětlivky: Q,C,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,C je stupeň využitelnosti tepelných ztrát; fC je část měsíce, v níž musí být zóna chlazená, a Q,C,nd je potřeba chladu na chlazení zóny.

Potřeba chladu na chlazení za rok Q,C,nd: 91,826 GJ
(s vlivem přeruš. chlazení)

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	126,168	---	---	11,764	19,966	22,028	0,389	180,315
2	81,369	---	---	10,626	19,966	18,160	0,352	130,473
3	49,752	---	---	11,764	19,966	18,611	0,389	100,482
4	1,451	---	---	11,385	19,966	16,702	0,377	49,880
5	0,842	---	---	11,764	19,966	16,190	0,389	49,152
6	0,150	---	---	11,385	19,966	15,324	0,268	47,093
7	---	11,221	---	30,848	19,966	15,835	0,725	78,594
8	---	13,434	---	31,176	19,966	16,190	0,725	81,490
9	0,197	---	---	11,385	19,966	16,839	0,303	48,691
10	27,641	---	---	11,764	19,966	18,540	0,389	78,300
11	54,505	---	---	11,385	19,966	19,389	0,377	105,621
12	102,246	---	---	11,764	19,966	21,886	0,389	156,252

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Dodané energie:

Vyp. spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	444,321 GJ	123,423 MWh	88 kWh/m ²
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	1,100 GJ	0,306 MWh	0 kWh/m ²
Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	445,422 GJ	123,728 MWh	88 kWh/m²
Vyp. spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	24,655 GJ	6,848 MWh	5 kWh/m ²
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	24,655 GJ	6,848 MWh	5 kWh/m²
Vyp. spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp. spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	177,012 GJ	49,170 MWh	35 kWh/m ²
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	3,970 GJ	1,103 MWh	1 kWh/m ²
Dodaná energie na nuc. větrání za rok EP,F:	180,982 GJ	50,273 MWh	36 kWh/m²
Vyp. spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	239,590 GJ	66,553 MWh	47 kWh/m ²
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	239,590 GJ	66,553 MWh	47 kWh/m²
Vyp. spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	215,694 GJ	59,915 MWh	43 kWh/m ²
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	215,694 GJ	59,915 MWh	43 kWh/m²
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	1106,342 GJ	307,317 MWh	219 kWh/m²

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie: 307,317 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 5392,5 m³

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 1404,7 m²

Měrná dodaná energie EP,V: 57,0 kWh/(m³.a)

Měrná dodaná energie budovy EP,A: 219 kWh/(m².a)

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO₂

Ergo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	MWh/a		t/a		MWh/a		t/a	
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂
elektrina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	---	---	---	---	---	---	---	---
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	123,4	135,8	135,8	34,2	66,6	73,2	73,2	18,4
SOUČET				123,4	135,8	135,8	34,2	66,6	73,2	73,2	18,4

Ergo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	MWh/a		t/a		MWh/a		t/a	
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂
elektrina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	59,9	179,7	191,7	17,6	1,4	4,2	4,5	0,4
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				59,9	179,7	191,7	17,6	1,4	4,2	4,5	0,4

Ergo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	MWh/a		t/a		MWh/a		t/a	
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂
elektrina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	49,2	147,5	157,3	14,4	6,8	20,5	21,9	2,0
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				49,2	147,5	157,3	14,4	6,8	20,5	21,9	2,0

Ergo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	MWh/a		t/a		MWh/a		
				Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,el	Q,pN	Q,pC
elektrina ze sítě	3,0	3,2	0,2930	---	---	---	---	---	---	---
zemní plyn	1,1	1,1	0,2770	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO₂ je součinitel emisí CO₂ v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO₂ jsou s tím spojené emise CO₂ v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO ₂ [t/a]
elektrina ze sítě	117,342	352,025	375,494	34,381
zemní plyn	189,975	208,973	208,973	52,623
SOUČET	307,317	560,998	584,467	87,004

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO₂ jsou s tím spojené emise CO₂ v t/rok.

Měrná primární energie a emise CO₂ budovy

Emise CO₂ za rok: 87,004 t

Celková primární energie za rok: 584,467 MWh 2 104,080 GJ

Neobnovitelná primární energie za rok: 560,998 MWh 2 019,594 GJ

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 5 392,5 m³

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 1 404,7 m²

Měrné emise CO₂ za rok (na 1 m³): 16,1 kg/(m³.a)

Měrná celková primární energie E,pC,V: 108,4 kWh/(m³.a)

Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V: 104,0 kWh/(m³.a)

Měrné emise CO₂ za rok (na 1 m²): 62 kg/(m².a)

Měrná celková primární energie E,pC,A: 416 kWh/(m².a)

Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A: 399 kWh/(m².a)

STOP, Energie 2013

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ POSOUZENÍ PODLE KRITÉRIÍ VYHLÁŠKY MPO ČR č. 78/2013 Sb.

Název úlohy: Pavilon 'O'

Rekapitulace vstupních dat:

Celková roční dodaná energie: 307,317 MWh
Neobnovitelná primární energie: 560,998 MWh
Celková energeticky vztažná plocha: 1404,7 m²
Druh budovy (podle 1. zóny): jiná než RD a BD
Typ hodnocení (podle 1. zóny): jiný účel

Podrobný výpis vstupních dat popisujících okrajové podmínky a obalové konstrukce je uveden v protokolu o výpočtu programu Energie.

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla (§6)

Vyhláška MPO ČR č. 78/2013 Sb. nestanovuje pro daný typ hodnocení žádné požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla.

Referenční hodnota:

pro zatřídění do klasif. třídy se použije 0,35 W/m²K

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = 0,47 W/m²K

Klasifikační třída: **D (méně úsporná)**

Požadavek na celkovou dodanou energii (§6)

Vyhláška MPO ČR č. 78/2013 Sb. nestanovuje pro daný typ hodnocení žádné požadavky na celkovou dodanou energii.

Referenční hodnota:

pro zatřídění do klasif. třídy se použije 285 kWh/(m².a)

Výsledky výpočtu:

měrná dodaná energie EP,A: 219 kWh/(m².a)

Klasifikační třída: **C (úsporná)**

Požadavek na neobnovitelnou primární energii (§6)

Vyhláška MPO ČR č. 78/2013 Sb. nestanovuje pro daný typ hodnocení žádné požadavky na neobnovitelnou primární energii.

Referenční hodnota:

pro zatřídění do klasif. třídy se použije 480 kWh/(m².a)

Výsledky výpočtu:

měrná neob. prim. energie E_{pN,A}: 399 kWh/(m².a)

Klasifikační třída: **C (úsporná)**

Informativní přehled klasifikačních tříd pro dílčí dodané energie:

Vytápění: B (velmi úsporná)
Chlazení: D (méně úsporná)
Nucené větrání: E (nehospodárná)
Příprava teplé vody: C (úsporná)
Osvětlení: B (velmi úsporná)