



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ RODINNÉHO DOMU

ENERGY ASSESSMENT OF SINGLE FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

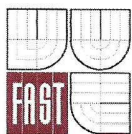
Jan Panovec

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ HIRŠ, CSc.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jan Panovec
Název	Energetické hodnocení rodinného domu
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011



doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální právní předpisy ČR a EU
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje technických informací na internetu

Zásady pro vypracování

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy
 - specifikace energetických systémů budovy
 - stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí
 - B2. Energetické hodnocení budovy
 - standardizované užívání budovy
 - potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení
 - návrh 2 až 3 opatření pro snížení energetické náročnosti
 - ekonomické hodnocení navržených opatření
 - C. Projekt – energetický audit a energetický certifikát budovy
- a) závěr,
- b) seznam použitých zdrojů,
- c) seznam použitých zkratk a symbolů,
- d) seznam příloh,
- e) přílohy – výkresy

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

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací



.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je pochopení podstaty energetického hodnocení rodinného domu s nízkou energetickou náročností a požadavků na úspory energie. Byly provedeny výpočty energetické náročnosti budovy a experimentální měření vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu v zadaném objektu. Teoretická část se zabývá požadavky a zásadami návrhu domů s nízkou energetickou náročností.

Klíčová slova

Energetické hodnocení, úspora energií, energetická náročnost, spotřeba energie, součinitel prostupu tepla, experimentální měření

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is to understand the nature of the energy assesment of building with low energy demand and energy-saving requirements. The calculations of energy intensity and experimental measurements of chosen parameters of inner microclimate in the building were done. Theoretical part includes requirements and principles of projecting buildings with low energy demand.

Key words

Energy assesment, energy savings, energy demand, consumption of energy, heat transfer coefficient, experimental measurements

Bibliografická citace VŠKP

PANOVEC, Jan. *Energetické hodnocení rodinného domu*. Brno, 2011. 103 s., 19 s. příl.

Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Prohlášení:

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

V Brně dne 18. 5. 2012

Paworec

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Jiřímu Hiršovi, CSc. za ochotu a čas, který mi věnoval a za cenné rady a připomínky, kterými přispěl k vypracování této bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	12
A. TEORETICKÁ ČÁST	13
1. BUDOVY S NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ.....	14
1.1 Energetická náročnost budovy	14
1.2 Definice budov s nízkou energetickou náročností	14
1.3 Nízkoenergetické budovy.....	15
1.4 Pasivní budovy	15
1.5 Budovy s téměř nulovou spotřebou energie	16
1.6 Aktivní budovy.....	16
1.6.1 Úvod.....	16
1.6.2 Základní principy aktivního domu	17
1.6.3 „Radar“ aktivního domu.....	17
1.6.4 Energie	18
1.6.4.1 Roční energetická bilance	18
1.6.4.2 Roční spotřeba energie	18
1.6.4.3 Zásobování energií	19
1.6.5 Vnitřní mikroklima.....	19
1.6.6 Životní prostředí	19
2. NAVRHOVÁNÍ BUDOV S NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ	20
2.1 Požadavky	20
2.2 Zásady návrhu	21
3. STAVEBNĚ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	22
3.1 Volba pozemku a vliv místních klimatických podmínek.....	22
3.2 Tvarové řešení a velikost domu	23
3.3 Dispoziční řešení – umístění místností a zónování	24
3.4 Umístění a velikost prosklených ploch	25
4. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	25
4.1 Obvodové stěny.....	25
4.2 Střechy.....	25
4.3 Stropy a podlahy.....	26
4.4 Tepelné izolace.....	26
4.5 Okna	27
4.6 Dveře	29
5. SYSTÉMY TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV	29
5.1 Úvod.....	29

5.2 Větrání	29
5.3 Vytápění	29
5.4 Příprava teplé vody.....	29
5.5 Chlazení.....	30
6. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE.....	31
6.1 Úvod.....	31
6.2 Energie biomasy	31
6.2.1 Přírodní podmínky.....	31
6.2.2 Využití a technologie	32
6.3 Energie větru	32
6.3.1 Využití.....	33
6.3.1.1 Autonomní systémy.....	33
6.3.1.2 Systémy připojené k síti	33
6.3.2 Životní prostředí	34
6.4 Energie vody	34
6.5 Energie Slunce.....	34
6.5.1 Využití.....	34
6.5.1.1 Pasivní systémy	34
6.5.1.2 Aktivní systémy.....	34
6.5.2 Přírodní podmínky.....	35
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	36
B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy.....	37
1. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	38
1.1 Představení budovy	38
1.1.1 Účel objektu	38
1.1.2 Architektonické, funkční a dispoziční řešení	38
1.2 Základní údaje	39
1.2.1 Lokalizace domu	39
1.2.2 Rozměrové a kapacitní parametry domu.....	40
1.2.3 Technické parametry	40
1.2.3.1 Skladby konstrukcí.....	40
1.2.3.2 Výplně otvorů.....	42
1.3 Výpočet vlivu tepelných vazeb	42
1.3.1 Metodika výpočtu.....	42
1.3.2 Styk stěna – stěna: vnější roh	43
1.3.2.1 Geometrie detailu	43

1.3.2.2 Zadané materiály	43
1.3.2.3 Průběh teplotního pole	44
1.3.2.4 Výsledná hodnota tepelné propustnosti.....	44
1.3.2.5 Výpočet v programu CalA	44
1.3.2.6 Porovnání výsledků	45
1.3.3 Styk stěna – strop pod nevytápěnou půdou	46
1.3.3.1 Geometrie detailu	46
1.3.3.2 Zadané materiály	46
1.3.3.3 Výsledná hodnota tepelné propustnosti.....	46
1.3.4 Styk stěna - podlaha	47
1.3.4.1 Geometrie celého detailu.....	48
1.3.4.2 Zadané materiály	48
1.3.4.3 Výsledná hodnota tepelné propustnosti.....	49
1.3.4.4 Geometrie detailu obvodové stěny	49
1.3.4.5 Zadané materiály	49
1.3.4.6 Výsledná hodnota tepelné propustnosti bez vlivu obvodové stěny.....	50
1.3.5 Styk ostění a nadpraží - okno	50
1.3.5.1 Geometrie detailu	50
1.3.5.2 Průběh teplotního pole	51
1.3.5.3 Zadané materiály	51
1.3.5.4 Výsledná hodnota tepelné propustnosti.....	51
1.3.6 Styk parapet - okno	52
1.3.6.1 Geometrie detailu	52
1.3.6.2 Průběh teplotního pole	52
1.3.6.3 Zadané materiály	53
1.3.6.4 Výsledná hodnota tepelné propustnosti.....	53
1.3.7 Přehled výsledků	53
2. SPECIFIKACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY	54
2.1 Zdroj tepla	54
2.2 Ohřev teplé vody	56
2.3 Vzduchotechnická jednotka	56
2.4 Periodické větrání.....	57
B2. Energetické hodnocení budovy.....	58
3. ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY	59
3.1 Výstupy z programu Energie.....	59
3.1.1 Výpočet podle vyhlášek MPO ČR	59
3.1.2 Grafické výstupy výpočtu podle vyhlášek MPO ČR	66

3.1.2.1 Měrné ztráty	66
3.1.2.2 Roční bilance	67
3.1.2.3 Měrné spotřeby energie	67
3.1.3 Výpočet podle TNI 73 0329	68
3.1.4 Grafické výstupy výpočtu podle TNI 73 0329	74
3.1.4.1 Měrné ztráty	74
3.1.4.2 Roční bilance	75
3.1.4.3 Měrné spotřeby energie	76
4. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ	76
4.1 Úvod	76
4.2 Měřicí přístroje	76
4.3 Měření vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu v obývacím pokoji	76
4.3.1 Datum měření	76
4.3.2 Způsob měření	77
4.3.3 Celkové grafy	78
4.3.4 Rozbor	79
4.4 Měření teploty v potrubí sekundárního okruhu	80
4.4.1 Datum měření	80
4.4.2 Způsob měření	80
4.4.3 Grafy	81
4.4.4 Rozbor	81
4.5 Závěr	83
C. PROJEKT	85
1. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	86
2. ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	98
ZÁVĚR	100
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	101
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	102
SEZNAM PŘÍLOH	103

ÚVOD

Předložená bakalářská práce se zabývá energetickým hodnocením rodinného domu. Objektem pro hodnocení je rodinný dům s nízkou energetickou náročností. Hodnocení bylo provedeno pomocí software Stavební fyzika – Energie.

Teoretická část – literární rešerše se v první části zabývá rozdělením a definicí domů s nízkou energetickou náročností. V další části jsou pak rozepsány požadavky a zásady návrhu domů s nízkou energetickou náročností, stavebně koncepční řešení a stavebně konstrukční řešení. Následující kapitola se zabývá popisem a řešením systémů technických zařízení vhodných pro domy s nízkou energetickou náročností. Poslední kapitola je věnována obnovitelným zdrojům energie – energii biomasy, větru, vody a Slunce.

První část výpočtové části se zabývá analýzou energetických potřeb a toků budovy. Je zde uveden podrobný výpočet tepelných vazeb objektu a dále stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí a specifikace energetických systémů budovy. Ve druhé části výpočtové části jsou výstupy z programu Energie ve dvou variantách. První varianta je výpočet podle vyhlášek MPO ČR, druhá varianta podle TNI 73 0329. Poslední část výpočtové části se zabývá experimentálním měřením vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu.

Třetí část práce tvoří průkaz energetické náročnosti budovy a energetický štítek obálky budovy.

A. TEORETICKÁ ČÁST



1. BUDOVY S NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ

1.1 Energetická náročnost budovy

Třída energetické náročnosti hodnocené budovy dle vyhlášky č. 148/2007 se stanoví dle následující tabulky pro vypočtenou měrnou spotřebu energie v kWh/(m².rok). Měrné spotřeby energie v kWh/(m².rok) ve třídě C jsou pro vyjmenované druhy budov hodnotami referenčními. [10]

Tabulka 1: Třídy energetické náročnosti budov [10]

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G	
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 - 142	143 - 191	192 - 240	241 - 286	> 286	kWh/(m ² .rok)

Tabulka 2: Tabulka slovního vyjádření tříd energetické náročnosti budovy [10]

Třída energetické náročnosti budovy	Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy
A	Mimořádně úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovující
D	Nevyhovující
E	Nehospodárná
F	Velmi nehospodárná
G	Mimořádně nehospodárná

1.2 Definice budov s nízkou energetickou náročností

Každá budova na svůj provoz spotřebovává určité množství energie. To zahrnuje například potřebu energie na vytápění, přípravu teplé vody nebo na provoz elektrospotřebičů. Budova s nízkou energetickou náročností se vyznačuje nízkou spotřebou energie, čehož lze dosáhnout nejen kvalitním zateplením obvodového pláště, ale mnoha dalšími způsoby, které vyžadují komplexní náhled na tuto problematiku. [1]

Faktorem pro klasifikaci budov s nízkou energetickou náročností je potřeba energie na vytápění. U nízkoenergetických staveb ale už vytápění nebývá rozhodující položkou. Pro vzájemné porovnání budov různých velikostí a tvarů se potřeba energie na vytápění vztahuje k podlahové ploše nebo k objemu budovy.

Stále se ještě používá při hodnocení energetické náročnosti budov dílčí hodnota potřeby energie na vytápění. Jedná se zejména o případy spojené se stavebním řešením budovy a tepelnou ochranou budovy. U budov s nízkou energetickou náročností se předpokládá měrná potřeba tepla na vytápění menší než 50 kWh/m^2 . Budovy s roční plošnou měrnou potřebou tepla na vytápění méně než 20 kWh/m^2 jsou označovány jako pasivní. Zvláštní kategorií jsou budovy, které jsou označovány jako nulové. Jejich roční plošná měrná potřeba tepla na vytápění menší než 5 kWh.m^{-2} , blíží se tedy nule. Vizi budoucnosti jsou tzv. aktivní domy.

1.3 Nízkoenergetické budovy

Nízkoenergetické budovy se vyznačují nízkou spotřebou energie. Té je dosahováno zejména vhodným stavebním řešením budovy, otopným systémem o nižším výkonu, řízeným větráním a využitím obnovitelných zdrojů. Za nízkoenergetickou budovu se podle ČSN 73 0540-2 považuje budova, jejíž průměrný součinitel prostupu tepla nepřekračuje doporučenou hodnotu $U_{em,rec}$ (podle TNI 73 0329 má být $U_{em} \leq 0,35 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$) a současně měrná potřeba tepla na vytápění stanovená v souladu s ČSN EN ISO 13 790, TNI 73 0329 a TNI 73 0330 nepřekračuje $50 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$. Toto platí pro budovy s převládající vnitřní návrhovou teplotou v intervalu 18°C až 22°C . [3]

1.4 Pasivní budovy

Pasivní budovy se vyznačují minimalizovanou potřebou energie na požadovaný stav vnitřního prostředí a minimalizovanou potřebou primární energie z neobnovitelných zdrojů na jejich provoz díky vhodnému stavebnímu řešení a dalším opatřením.

Rozhodujícím faktorem pro klasifikaci budovy jako pasivní je požadovaná hodnota měrné potřeby tepla na vytápění. Ta je podle TNI 73 0329 a TNI 73 0330 $20 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$ pro rodinné domy a $15 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$ pro bytové domy. [1]

Pro úplné objasnění pojmu pasivní dům je třeba ještě zdůraznit, že tento pojem vyjadřuje pouze to, že velmi nízká je pouze spotřeba tepla na vytápění, ostatní spotřeby (příprava teplé vody, osvětlení, chlazení, technologie) zůstávají na běžných hodnotách a u budov s nízkou spotřebou energie se mohou stát dominantními. [2]

1.5 Budovy s téměř nulovou spotřebou energie

I energeticky nulový dům či dům k němu blízký je napojen na energeticky obvyklé sítě. Z hlediska stavebního jsou požadavky odpovídající standardu řešení pasivní budovy. Odlišná jsou kritéria vyjadřující bilanci spotřeby a produkci energie v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů.

Podle směrnice 2010/31/EU se budovou s téměř nulovou spotřebou energie rozumí budova, jejíž energetická náročnost je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí. [11]

Rodinný dům blízký nulovému a nulový musí mít podle ČSN 73 0540 průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} \leq 0,25 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$ a měrnou potřebu tepla na vytápění $E_A \leq 20 \text{ [kWh/(m}^2\text{.a)]}$. Roční bilance energetických spotřeb a energetické produkce v budově a jejím okolí vyjádřená měrnou hodnotou primární energie z neobnovitelných zdrojů má dvě základní úrovně hodnocení - A a B. V úrovni A se do hodnocení zahrnuje energie pro vytápění, přípravu teplé vody, pomocná na provoz energetických systémů, pro umělé osvětlení a elektrické spotřebiče. Strojní chlazení by v tomto typu rodinných domů opět nemělo být díky stavebním opatřením potřebné. Toto je jeden ze základních požadavků i u pasivních domů. Pokud je nutné chlazení s potřebou energie výjimečně realizovat, musí být zahrnuto do bilance. V úrovni B se nehodnotí užitelská elektrická energie, do bilance je tedy kromě elektrických spotřebičů zahrnuto vše výše uvedeno. [3]

V současné době se nulové domy kvůli své nákladnosti a náročnosti na výstavbu staví především jako experimentální stavby. Na území České republiky se první nulový dům začal stavět v roce 2010, několik takových staveb už se nachází například v Rakousku. [4]

1.6 Aktivní budovy

1.6.1 Úvod

Aktivní dům je vize budovy, která vytváří zdravější a pohodlnější podmínky pro život, posouvá nás směrem k čistšímu, zdravějšímu a bezpečnějšímu světu.

Aktivní dům je založen na vzájemném působení mezi spotřebou energie, vnitřním mikroklimatem a dopadem na životní prostředí.

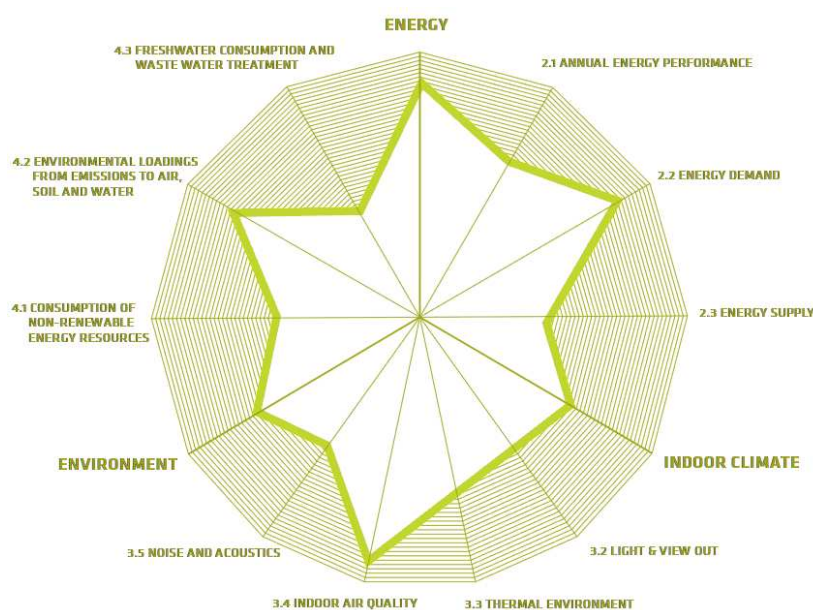
1.6.2 Základní principy aktivního domu

Vize aktivního domu se soustředí na tři základní principy:

- Energie – aktivní dům by měl být energeticky úsporný a z energetického hlediska má být snadno ovladatelný;
- Vnitřní klima – aktivní dům by měl poskytovat dobrou kvalitu vnitřního vzduchu, požadovanou teplotu, přičemž vše je pro uživatele lehce ovladatelné;
- Životní prostředí – aktivní dům by měl mít minimální dopad na životní prostředí a měl by být postaven z recyklovatelných materiálů.

1.6.3 „Radar“ aktivního domu

Obrázek 1.1 znázorňuje, jak jsou všechny parametry každého ze základních principů vize aktivního domu ve vzájemné rovnováze.



Obr. 1.1: „Radar“ aktivního domu [13]

1.6.4 Energie

Návrh aktivního domu by měl být založen na třech pravidlech, co se týče energie:

1. Minimalizovat spotřeby energie prostřednictvím architektonického řešení jako je orientace budovy, vhodné materiály a tvar budovy.
2. Cílem je neutrální bilance CO₂ a použití obnovitelných zdrojů energie v co největší míře.
3. Zbývající potřeba energie může být pokryta fosilními palivy pomocí vysoce efektivních procesů přeměny energie.

1.6.4.1 Roční energetická bilance

Aktivní domy mohou být na základě roční energetické bilance klasifikovány do kategorií 1 – 3, přičemž kategorie 4 je pro rekonstrukce (tab. 3).

Tab. 3: Roční energetická bilance aktivních budov [13]

Kategorie	Roční spotřeba energie [kWh/m ²]
1	≤ 0 pro budovu i zařízení
2	≤ 0 pro budovu
3	≤ 15 pro budovu
4	≤ 30 pro budovu (rekonstrukce)

1.6.4.2 Roční spotřeba energie

Do roční spotřeby energie se započítává všechna energie potřebná pro budovu i zařízení. Pro klasifikaci budov se započítává spotřeba energie pro budovu.

Tab. 4: Roční spotřeba energie [13]

Kategorie	Roční spotřeba energie [kWh/m ²]
1	≤ 30
2	≤ 50
3	≤ 80
4	≤ 120 (rekonstrukce)

1.6.4.3 Zásobování energií

Cílem je, aby zásobování aktivního domu energií bylo z obnovitelných zdrojů. Na způsob produkce energie z obnovitelných zdrojů nejsou kladeny zvláštní požadavky. Pokud je budově dodáváno méně než 100 % energie z obnovitelných zdrojů, zbytek musí být vyroben na budově nebo na pozemku.

Tab. 5: Místo výroby energie [13]

Kategorie	Místo výroby energie
1	100% na pozemku
2	> 50% na pozemku
3	> 25% na pozemku
4	< 25% na pozemku

1.6.5 Vnitřní mikroklima

Lidé v budovách stráví 90 % času, proto kvalita vnitřního mikroklimatu má velký dopad na naše zdraví. Dobré a kvalitní vnitřní mikroklima je pro aktivní dům klíčové.

Požadavky na vnitřní mikroklima v aktivních budovách jsou kvalitativní a kvantitativní. Hodnocení kvantitativních parametrů rozděluje budovu do kategorií 1 – 4, přičemž kategorie 1 je nejvyšší.

Tab. 6: Popis použití kategorií vnitřního mikroklimatu [13]

Kategorie	Popis
1	Doporučeno pro místa obývaná např. nemocnými lidmi, malými dětmi, důchodci apod.
2	Standard pro novostavby a rozsáhlé rekonstrukce
3	Rekonstrukce a referenční úroveň pro měření ve stávajících budovách
4	Referenční úroveň pro měření ve starších budovách

1.6.6 Životní prostředí

Vize aktivního domu předpokládá pozitivní dopad na životní prostředí. Proto je důležité důkladně zvážit, z jakých materiálů a surovin bude dům postaven. Klíčovými parametry, které je nutné vzít v potaz ve spojitosti se životním prostředím je spotřeba neobnovitelných zdrojů energie, zatížení vzduchu emisemi, spotřeba pitné vody a nakládání s odpadními vodami.

V následujících tabulkách jsou uvedeny některé základní parametry související se životním prostředím rozdělující aktivní budovy do kategorií 1 – 4.

Tab. 7: Spotřeba neobnovitelných zdrojů primární energie [13]

Kategorie	Spotřeba neobnovitelných zdrojů primární energie během životního cyklu [kWh/m ²]
1	< -150
2	< 15
3	< 150
4	< 200

Tab. 8: Požadavky na potenciál globálního oteplování (GWP) [13]

Kategorie	Potenciál globálního oteplování (GWP) [kg CO ₂ /m ² .a]
1	< -30
2	< 10
3	< 40
4	< 50

2. NAVRHOVÁNÍ BUDOV S NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ

2.1 Požadavky

Pasivní obytné budovy musí splňovat požadavky podle tabulky 9. Pro rodinné domy se podle konkrétních podmínek doporučuje volit hodnoty při spodním okraji příslušného intervalu, pro kompaktní bytové domy může být dostačující použít hodnoty při horním okraji příslušného intervalu. [3]

Tabulka 9: Základní vlastnosti pasivního rodinného domu

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² .K)] (dle ČSN 73 0540)	Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² .K)] (dle TNI 73 0329)	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² .a)] (dle ČSN 73 0540 i TNI 73 0329)	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m ² .a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m ² .a)] (dle ČSN 73 0540 i TNI 73 0329)
≤ 0,25 požadováno	≤ 0,22	≤ 20 požadováno	0	≤ 60
≤ 0,20 doporučeno		≤ 15 doporučeno		

Dále se pro pasivní budovy doporučuje splnit hodnotu celkové intenzity výměny vzduchu podle tabulky 10 a hodnotu měrné tepelné ztráty budovy H , která by u pasivních budov měla být menší než 0,3 W/(m².K).

Tabulka 10: Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}[\text{h}^{-1}]$	
	úroveň I	úroveň II
Nucené se ZZT v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy)	0,6	0,4

Tabulka 11: Přehled energetických potřeb zahrnutých do hodnocení primární energie pasivních budov (hodnotí se položky označené X)

	Obytné budovy
Vytápění	X
Chlazení a úprava vlhkosti	-
Příprava teplé vody	X
Pomocná elektrická energie na provoz energetických systémů budovy	X
Elektrické spotřebiče a umělé osvětlení	-

2.2 Zásady návrhu

Základem návrhu budovy s nízkou energetickou náročností by měla být vyváženost všech složek ovlivňujících její energetickou bilanci. Koncepční a detailní stavební řešení je třeba kombinovat s vhodným řešením technických zařízení budovy. Velmi nízká energetická náročnost by měla být zajištěna po celou dobu životnosti budovy.

Dispozice budovy by měla být kompaktní, s vhodnou orientací ke světovým stranám a přizpůsobena místním klimatickým podmínkám.

Pro výměnu vzduchu v budově se doporučuje použít nuceného větrání. Pro tento účel se doporučuje navrhovat vzduchotechnická zařízení se zpětným získáváním tepla (rekuperace) z odpadního vzduchu. Účinnost rekuperace by měla být minimálně 75%.

Ke krytí zbytkových potřeb tepla na vytápění a přípravu teplé vody je vhodné použít tepelná čerpadla, solární energii, popřípadě jiné obnovitelné zdroje energie nebo jejich vzájemnou kombinaci.

Doporučuje se navrhovat úsporné elektrické spotřebiče a tím dosáhnout vysoké účinnosti využití elektrické energie.

3. STAVEBNĚ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

3.1 Volba pozemku a vliv místních klimatických podmínek

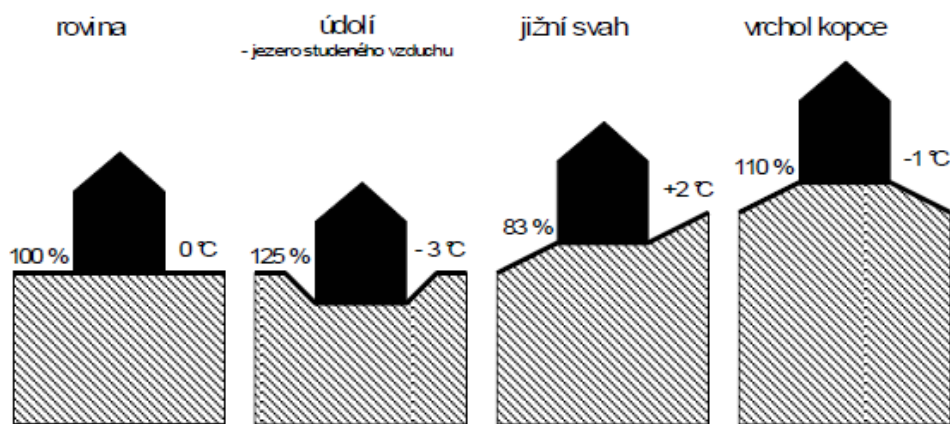
Místní klimatické podmínky jsou dané, nemůžeme je ovlivnit a výrazně ovlivňují energetickou bilanci budovy. Proto je volba pozemku a umístění budovy důležitý úkon. Rozhodující roli hrají tyto faktory:

- Nadmořská výška - s nárůstem nadmořské výšky o 100 m poklesne teplota vnějšího vzduchu zhruba o 0,5 °C;

- Orientace pozemku ke světovým stranám – důležitý je především směr svahu, na jižní svah dopadá v zimě o 10 až 30 % více slunečního záření než na severně orientované svahy. Solární zisky mohou být také snižovány mlhami, především na podzim;

- Tvar terénu – v údolích a na vrcholech kopců jsou teploty nižší než na jižně orientovaných svazích a v chráněných polohách. V noci se v údolních oblastech mohou tvořit tzv. jezera studeného vzduchu, která vznikají klesáním studeného vzduchu do nižších poloh. Údolí se navíc oproti svahům vyznačují velkými denními výkyvy teplot.

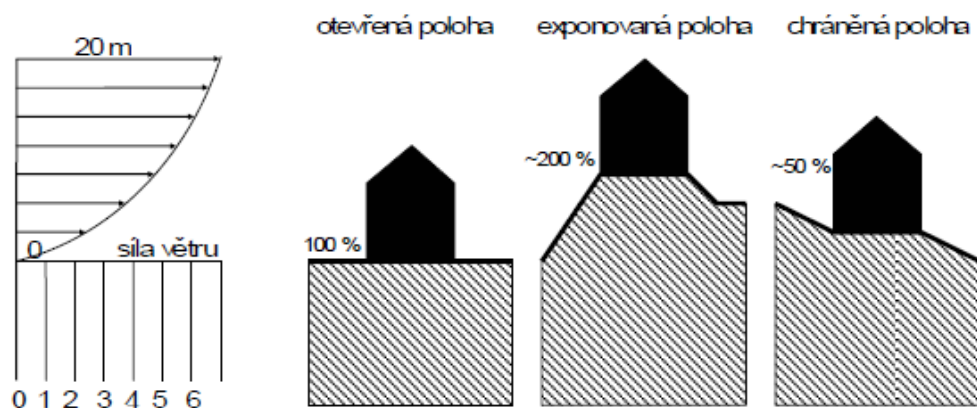
Vliv terénu na tepelné ztráty domu je znázorněn na obrázku 3.1.



Obr. 3.1: Tepelné ztráty budovy (v %) a teplota okolního vzduchu v závislosti na jejím umístění v terénu [2]

- Povětrnostní poměry – zatížení větrem ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění v zimním období. Rychlost větru je také závislá na tvaru budovy a jeho výškové poloze. Proudění větru navíc výrazně ovlivňuje součinitel přestupu tepla na vnější straně obvodových konstrukcí. Proto je nutné navrhnout vhodnou orientaci budovy k převládajícímu směru větru, kompaktní tvar bez

zbytečných členění, omezenou výšku budovy a dobrou tepelnou izolaci. Těmito faktory lze negativní účinky větru z velké části eliminovat. Vliv větru a umístění budovy v terénu na tepelnou ztrátu je znázorněn na obrázku 3.2.



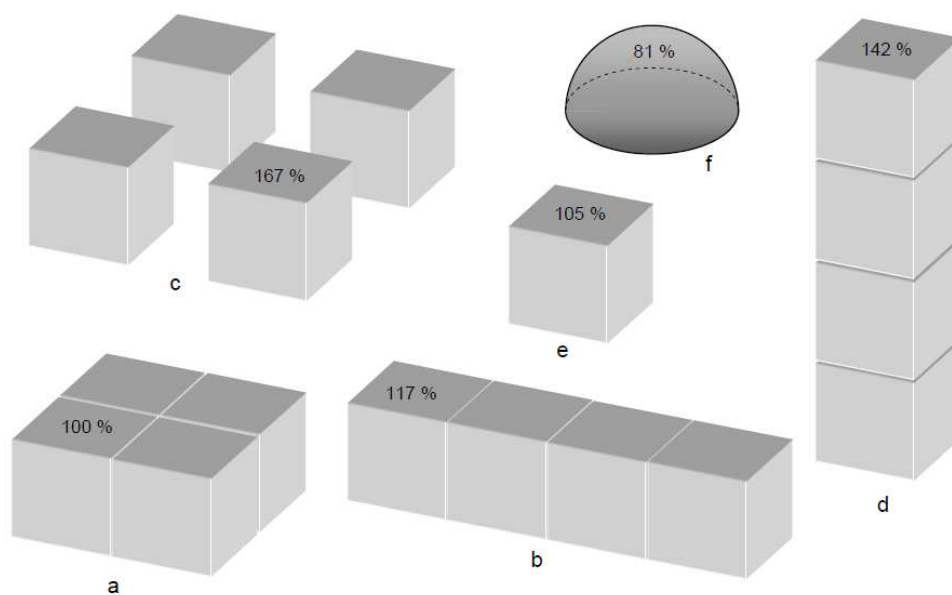
Obr. 3.2: Tepelné ztráty budovy (v %) v závislosti na síle větru a jejím umístění v terénu [2]

- Hustota okolní zástavby – v hustě zastavěných lokalitách může být teplota o 5 až 10 °C vyšší než ve volné krajině;
- Hustota a druh okolní vegetace – zalesněné plochy zadržují vláhu a tím mohou výrazně ovlivnit vlhkost a teplotu okolního vzduchu. Zároveň tvoří přirozenou ochranu před větrem a nadměrnými solárními zisky;
- Vodní toky a plochy – mají vysokou tepelnou akumulaci, tudíž mohou mírnit teplotní výkyvy ve svém okolí.

3.2 Tvarové řešení a velikost domu

Potřebu tepla na vytápění ovlivňuje také tzv. geometrická charakteristika budovy A/V . Jedná se o poměr plochy vnějších ochlazovaných konstrukcí (obálky) budovy k jejímu vytápěnému objemu. Nižší hodnoty A/V znamenají nižší potřebu energie na vytápění. Z toho vyplývá, že domy s nízkou spotřebou energie by měly mít minimum vnějších ploch ke svému objemu. Balkony, lodžie, arkýře, vikýře apod. způsobují zvětšení A/V a tím i zvětšení tepelných ztrát objektu. Je vhodné dosáhnout hodnoty $A/V \leq 0,7$ pro dosažení měrné potřeby tepla na vytápění 50 kWh/(m².a).

U dobře izolovaných domů je ale vliv tvaru budovy malý, protože malý je i podíl ztrát tepla prostupem na celkové energetické bilanci objektu.



a) poloviční kostka se čtyřmi jednotkami v kompaktním seskupení, b) řazené, c) oddělené, d) navršené, e) celá kostka, f) polokoule

Obr. 3.3: Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty [2]

3.3 Dispoziční řešení – umístění místností a zónování

Pro budovy s nízkou energetickou náročností se doporučuje tzv. zónování, tj. návrh dispozičního řešení podle teplotních zón v objektu. Tím se vytváří přirozený teplotní spád z vytápěných místností do místností částečně vytápěných nebo nevytápěných.

Na osluněné strany se umísťují obytné místnosti. Ložnice je ideální umísťovat na severovýchodní až jihovýchodní stranu (ranní oslunění), obývací pokoje na jižní až západní stranu (odpolední oslunění).

Na severní stranu je dobré umísťovat místnosti s menší frekvencí užívání, jako jsou sociální zařízení, sklady, technické místnosti, garáže apod. Tyto místnosti tvoří tzv. „narázníkovou“ zónu proti chladu ze severu. Tyto místnosti mají malé okenní otvory pro minimalizaci tepelných ztrát.

3.4 Umístění a velikost prosklených ploch

Velikost prosklených ploch se volí v závislosti na orientaci ke světovým stranám. Jejich plocha se řeší buď z hlediska minimalizace tepelných ztrát nebo naopak maximalizaci tepelných zisků nebo z hlediska potřebného denního osvětlení.

Celková plocha prosklení by neměla přesáhnout 25 % celkové plochy vnějších obvodových konstrukcí.

4. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

4.1 Obvodové stěny

Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla těžkou vnější stěnou je $U_{rec,20} = 0,25 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, lehkou vnější stěnou $U_{rec,20} = 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla vnější stěny pro pasivní budovy jsou $U_{pas,20} = 0,18$ až $0,12 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Konstrukce a skladba nemá na celkovou energetickou bilanci zásadní vliv, proto se dají stěny realizovat z mnoha různých dostupných stavebních materiálů, popřípadě jejich kombinací, při dodržení normových a dalších požadavků na výstavbu budov s nízkou energetickou náročností. Jedním z rozhodujících faktorů při volbě konstrukčního systému by mělo být ekonomické hledisko.

Pro navrhování budov s nízkou energetickou náročností je důležité rozdělení vnějších stěn na těžké (plošná hmotnost větší než 100 kg/m^2) a lehké (plošná hmotnost menší než 100 kg/m^2). Z hlediska skladby konstrukce se vnější stěny dělí na jednovrstvé a vícevrstvé (sendvičové).

Výhodou těžkých vnějších stěn je výrazná tepelná akumulace, nevýhodou je omezená tepelná izolace dána maximální tloušťkou stěny do 500 mm.

4.2 Střechy

Pro šikmé střechy se sklonem nad 45° je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_{rec,20} = 0,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ a doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy $U_{pas,20} = 0,18$ až $0,12 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. U šikmých střech se sklonem do 45° a střech plochých jsou doporučené hodnoty přísnější: $U_{rec,20} = 0,16 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ a $U_{pas,20} = 0,15$ až $0,10 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Stejně jako vnější stěny i konstrukce střech se dělí na těžké a lehké, přičemž platí, že těžké konstrukce střech mají dobré tepelně akumulární vlastnosti. Lehké střechy naopak nemají tepelnou akumulaci téměř žádnou.

Nejdůležitějšími požadavky na konstrukční řešení střechy jsou tepelná izolace a její návaznost na izolaci obvodové stěny, eliminace tepelných mostů a vodotěsnost.

4.3 Stropy a podlahy

Stropy plní statickou funkci, zatímco skladba podlahy má zásadní vliv na kvalitu bydlení a energetickou bilanci domu. Tepelně technické požadavky na podlahy si však do značné míry odporují. Na jedné straně musí podlaha splňovat požadavek na velikost poklesu dotykové teploty, na straně druhé musí vykazovat dobrou tepelnou akumulaci pro pasivní využití sluneční energie. Oba požadavky najednou nelze splnit bez určitých kompromisů. Jedním z možných řešení je podlahové vytápění s nízkou provozní teplotou (např. 27 °C), ale vede ke snížení množství pasivně využitelné sluneční energie.

Z tohoto důvodu je diskutabilní i umístění tepelné izolace. Je-li umístěna pod nášlapnou vrstvou, většinou je splněn požadavek na pokles dotykové teploty, ale jsou horší tepelně akumulační vlastnosti konstrukce. V případě umístění izolace ze spodní strany se u stropů nad nevytápěnými prostory složitě řeší tepelné vazby mezi stěnami a stropem.

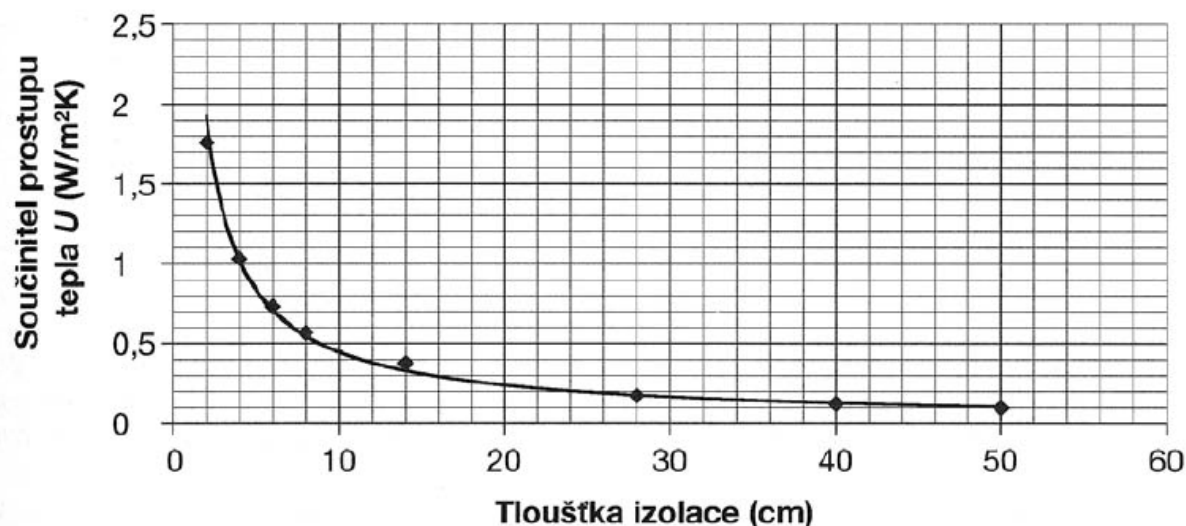
4.4 Tepelné izolace

Tepelně izolační vlastnosti materiálu vyjadřuje součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]. Tepelná vodivost závisí na objemové hmotnosti materiálu, na jeho pórovitosti a vlhkosti. Hranicí pro klasifikaci materiálu jako tepelnou izolaci je hodnota součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,17$ W/(m.K). Nejúčinnější tepelné izolace využívající se pro stavbu domů s nízkou energetickou náročností mají součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,05$ W/(m.K).

Tepelně izolačních materiálů existuje nepřeberné množství, proto jsou zde zmíněny jen ty nejpoužívanější: pěnový polystyren EPS, extrudovaný polystyren XPS, pěnový polyuretan PUR, pěnové sklo, minerální vata, perlit atd.

Důležitá je také správná volba tloušťky tepelné izolace. Na tu se dá nahlížet dvěma pohledy. První je běžný u dodatečně zateplováných budov, kdy je dána největší důležitost na návratnost investovaných prostředků. Druhý je typický pro zateplování novostaveb, kdy se klade důraz hlavně na tepelné vlastnosti konstrukcí.

Minimální tloušťka tepelné izolace je dána požadavkem na hodnotu součinitele prostupu tepla U [W/(m².K)]. Maximální tloušťka není omezena technickým řešením, ale fyzikálními vlastnostmi materiálu. Na obr. 4.1 je patrné, že při větších tloušťkách tepelné izolace se součinitel prostupu tepla už moc nemění, proto se jako maximální rozumná tloušťka tepelné izolace uvádí 500 mm.



Obr. 4.1: Závislost součinitele prostupu tepla na tloušťce tepelné izolace [2]

4.5 Okna

Okna jsou, co se týče tepelně izolačních vlastností, nejslabší součástí obalových konstrukcí a mají velký vliv na tepelné ztráty budovy. Zároveň ale mají značný vliv na tvorbu ideálního vnitřního prostředí. Při navrhování oken se nejvíce uplatňují tyto parametry:

- součinitel prostupu tepla okna U_w [W/(m².K)] – tato hodnota v sobě zahrnuje součinitel prostupu tepla rámem, křídlem, zasklením a lineární činitel prostupu tepla ψ [W/(m.K)] zohledňující tepelný most ve styku křídla a zasklení. Okna domu s nízkou energetickou náročností by měla mít hodnotu součinitele prostupu tepla oknem $U_w \leq 1,2$ W/(m².K). Doporučena hodnota součinitele prostupu tepla oknem pro pasivní budovy je $U_w = 0,8$ až $0,6$ W/(m².K);

- celková propustnost slunečního záření g [-] – je dána přímým slunečním zářením přes zasklení a sekundárního záření, které jde do interiéru vlivem zahřátí zasklení. Pokud jsou okna určena k využívání tepelných zisků, má být celková propustnost slunečního záření $g > 0,5$;

- index neprůzvučnosti R_w [dB] – vyjadřuje zvukově izolační vlastnosti oken.

Okenní rámy a křídla tvoří nosnou konstrukci samotného zasklení. Dnes se k výrobě rámu a křídla používá dřevo, plast a kovy. Podíl rámu a křídla na celkové ploše okna se pohybuje mezi 15 až 35 %.

Důležité z hlediska tepelných vlastností okna jsou spáry, které tvoří tepelné mosty. Tepelný most zasklívací spárou je eliminován větším zapuštěním zasklení do zasklívací drážky. Spára mezi rámem a křídlem musí být opatřena těsněním, nejčastěji z lehčených pryží EPDM.

Rámy se do okenního otvoru osazují v oblasti její tepelně izolační vrstvy u sendvičových konstrukcí nebo cca v 1/3 od vnějšího líce stěny u jednovrstvých konstrukcí. V případě vnějšího zateplení se doporučuje přesah tepelné izolace 30 až 40 mm.

Mezi rámem a stěnou je tzv. připojovací spára, která musí být tepelně a vzduchotěsně izolována.

Zasklení je nedílnou součástí okna. Má lepší tepelně izolační vlastnosti než rám a křídlo a navíc přináší tepelné zisky. V současné době zasklení tvoří dvě nebo více skleněných tabulí, které uzavírají jednu nebo více dutin plněných vzduchem nebo jiným plynem. Takové zasklení se nazývá dvojsklo, trojsklo, atd. Okraj zasklení tvoří tzv. distanční rámečky, které vymezují mezeru mezi okny. Jsou vyráběny z hliníku, nerez oceli nebo plastu. Distanční rámečky výrazně ovlivňují povrchové teploty okna. Z tohoto důvodu se nedoporučují distanční rámečky z hliníku, jelikož mají velkou tepelnou vodivost. Vnitřek distančního rámečku bývá vyplněn silikagelem.

S rostoucí vzdáleností mezi skleněnými tabulemi roste také tepelný odpor vzduchové mezery. Není vhodná větší mezera mezi skly než 30 mm z důvodu nárůstu přenosu tepla prouděním, kvůli čemuž se pak tepelně izolační vlastnosti zasklení dále nelepší.

Pro domy s nízkou energetickou náročností se používají tzv. izolační trojskla, která mají lepší tepelně izolační vlastnosti, na druhé straně mají větší tloušťku, hmotnost a jsou dražší. Prostřední sklo zde nepůsobí jako tepelný izolant, ale zamezuje přenosu tepla prouděním (konvekci). Zároveň se také snižuje celková propustnost slunečního záření *g*.

4.6 Dveře

Primární funkcí dveří je spojení dvou prostorů se stejným nebo různým klimatem. Z tepelně technického hlediska jsou na ně kladeny prakticky stejné požadavky jako na okna. Protože dveře zaujímají minimální plochu z celkové plochy obalových konstrukcí, mají minimální vliv na energetickou bilanci budovy.

5. SYSTÉMY TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

5.1 Úvod

Systémy technických zařízení budov (TZB) tvoří vhodné podmínky pro provoz a užívání budov. Mezi ně patří systémy vytápění, větrání, chlazení, přípravy teplé vody, osvětlení atd. Navrhování TZB u budov s nízkou energetickou náročností je mírně odlišné od zavedených pravidel. Důležitá je optimalizace především systémů vytápění, větrání a přípravy teplé vody s využitím vnějších a vnitřních tepelných zisků a obnovitelných zdrojů energie.

5.2 Větrání

Tepelné ztráty větráním jsou díky snižování tepelných ztrát prostupem obvodovými konstrukcemi u budov s nízkou energetickou náročností výrazně vyšší v poměru k celkové tepelné ztrátě. Potřeba tepla na krytí tepelných ztrát větráním je dána požadovaným množstvím větracího vzduchu a klimatickými podmínkami. Doporučuje se použít nucené větrání vždy ve spojení se zpětným získáváním tepla (rekuperace) a případně s teplovzdušným vytápěním. Při nuceném větrání je požadována vzduchotěsnost obalových konstrukcí budovy (viz tabulka 10). Rozdíl oproti tradičním budovám je právě v nuceném větrání a rekuperaci.

5.3 Vytápění

Správnou volbu vytápěcího systému ovlivňuje především vysoký tepelný odpor obvodových konstrukcí a velké množství využitelného naakumulovaného tepla (ve stavebních konstrukcích nebo akumulacích zásobnících) z období energetického přebytku. Energeticky úsporné vytápěcí zařízení musí být schopné rychle reagovat na změnu potřeby tak, aby se změna výkonu přenesla až do zdroje, nejlépe s individuální regulací v jednotlivých místnostech a při zachování požadavků na tepelnou pohodu. Často se využívá více zdrojů energie nebo se kombinují různé typy systémů TZB sloužících pro stejný účel.

5.4 Příprava teplé vody

Pro přípravu teplé vody lze využít solárního systému. Kvůli nestabilitě slunečního záření ale musí být doplněn dohřevem vody na vyšší teplotu. Řešením je připojení solárního ohříváče před klasický ohříváč teplé vody. Velká je variabilita ve velikostech, materiálech a provedení. Výhodnější je vertikální provedení oproti horizontálnímu z důvodu stratifikace (rozdělení zásobníku na vrstvy o různé teplotě). Dohřev teplé vody může být celoroční

elektrickou energií (bivalentní soustava) nebo zimní dohřev zdrojem na vytápění a letní dohřev elektrickou energií (trivalentní soustava).

Oběhové čerpadlo by mělo být schopné odvést z kolektorů maximální množství tepla, které lze získat v létě v poledne, jinak hrozí přehřátí kolektorů.

Rozvody teplé vody mají být co nejkratší, dobře tepelně izolované a vybavené centrálním termostatickým ventilem hned u ohřívače. Měla by se posoudit i tepelná kapacita materiálu potrubí, aby tepelná ztráta jeho samovolným ohříváním při občasném použití byla co nejmenší.

5.5 Chlazení

Chlazení může být potřeba v letních měsících u budov, které mají konstrukce s vysokým tepelným odporem. Kvůli vysoké energetické náročnosti klasické klimatizace je ale nutno hledat alternativní řešení chlazení.

Mezi ně patří tzv. pasivní chlazení, jehož úkolem je snížení tepelných zisků v budově. Příkladem pasivního chlazení jsou například provětrávané střešní pláště a fasáda, stínění, vhodná orientace budovy, výsadba zeleně apod.

Pro aktivní chlazení se využívá kolísání teplot vzduchu, přeměna citelného tepla na latentní (adiabatické chlazení, přímé, nepřímé nebo sorpční) a chladu ze země. Distribuce chladu v budově se děje prouděním, sáláním nebo kombinací obou způsobů.

6. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE

6.1 Úvod

Lidstvo až do začátku průmyslové revoluce prakticky využívalo pouze obnovitelné zdroje energie, například energii větru, vody nebo biomasy. S nástupem spalování fosilních paliv výrazně vzrostly emise CO_2 , které se v dnešní době daří stále lépe odstraňovat. Naproti tomu obnovitelné zdroje energie nezatěžují životní prostředí emisemi, jsou nevyčerpatelné a mají i další pozitivní vlastnosti.

V roce 2002 měla Evropská unie podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové výrobě energie 6 %.

V roce 2010 bylo schváleno přepracování směrnice 2002/91/ES o energetické náročnosti budov pod označením 2010/31/EU. Hlavním cílem této směrnice je tzv. cíl 20-20-20: V roce 2020 dosáhnout snížení spotřeby energie o 20 %, snížení emisí skleníkových plynů o 20 % a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů na 20 % celkové výroby energie v Evropě v porovnání s rokem 1990.

6.2 Energie biomasy

Biomasa vzniká díky dopadajícímu slunečnímu záření. Jedná se o hmotu organického původu. Biomasa se podle obsahu vody dělí na suchou (dřevo, sláma), mokrou (kejda a další tekuté odpady) a speciální biomasu (olejniny, cukernaté plodiny).

6.2.1 Přírodní podmínky

V přírodních podmínkách lze biomasu využívat v následujících kategoriích:

1. Biomasa odpadní

- Rostlinné odpady ze zemědělské výroby;
- Lesní odpady (dendromasa);
- Organické odpady z průmyslových výroby;
- Odpady ze živočišné výroby;
- Komunální organické odpady.

2. Biomasa produkovaná k energetickým účelům

- Lignocelulózové (dřeviny, obiloviny, travní porosty);
- Olejnaté (řepka olejná, slunečnice);
- Cukernaté (cukrová řepa, obilné zrna, cukrová třtina).

6.2.2 Využití a technologie

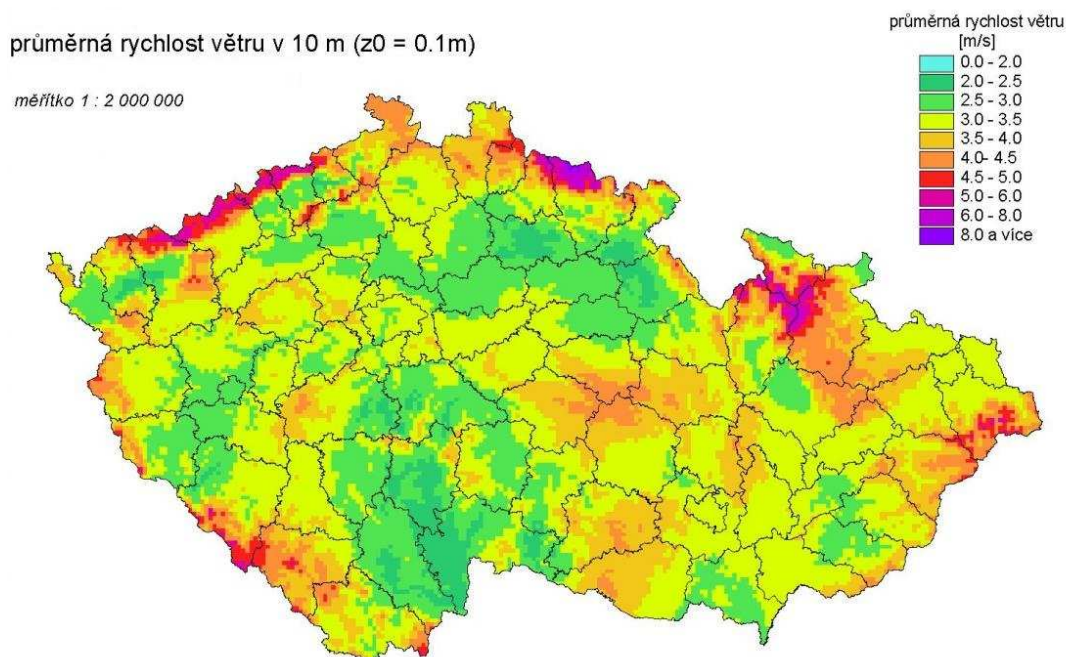
Energii z biomasy lze téměř výhradně získávat termochemickou přeměnou – spalováním. Biomasa je podle druhu spalována buď přímo, nebo jsou spalovány kapalně nebo plynné produkty jejího zpracování. Z toho vyplývají různé technologie zpracování a přípravy ke spalování.

- Termochemická přeměna (pyrolýza, zplyňování);
- Biochemická přeměna (fermentace, anaerobní vyhnívání);

- Mechanicko-chemická přeměna (lisování olejů, štípání, drcení, štěpkování, peletování).

6.3 Energie větru

Jelikož je Česká republika vnitrozemský stát, vyznačuje se výrazným sezónním kolísáním rychlosti větru. Při využívání větrné energie je právě rychlost větru nejdůležitější údaj. Obvykle se udává v m/s. Rychlost a směr větru se měří 10 m nad zemským povrchem.



Obr. 6.1: Větrná mapa ČR [5]

6.3.1 Využití

V dnešní době se z energie větru získává především elektřina. Velká zařízení dodávají elektřinu do sítě, menší zařízení slouží pro zásobování odlehlých objektů, drobná zařízení například pro nabíjení baterií na lodích apod.

6.3.1.1 Autonomní systémy

Jedná se o systémy nezávislé na rozvodné síti. Slouží pro zásobování zejména odlehlých objektů, které nemají přístup k rozvodné síti. Pro tento účel se obvykle používají elektrárny o výkonu od 0,1 do 5 kW. Autonomní systémy bývají doplněny fotovoltaickými panely pro letní provoz, kdy je méně větru, ale více slunečního záření. Kvůli vysokým nákladům na pořízení větrné elektrárny a dalších nutných prvků celého systému ztrácí v místech s dostupnou elektrickou sítí využití autonomního systému své opodstatnění.

6.3.1.2 Systémy připojené k síti

Tyto systémy jsou nejrozšířenější a využívají se v oblastech s velkým větrným potenciálem. Ve vnitrozemí se staví elektrárny o výkonech 100 až 2000 kW, na pobřeží až 5 MW. Kvůli snížení nákladů na projektování a provoz a zefektivnění provozu se větrné elektrárny sdružují do tzv. větrných farem. Největší větrná farma v Evropě se nachází ve Skotsku a disponuje výkonem 322 MW (viz obr. 6.2).



Obr. 6.2: Větrná farma Whitelee, Skotsko [6]

6.3.2 Životní prostředí

Větrné elektrárny jsou symbolem ekologické výroby elektřiny, ale bývají jim vytýkány i negativa. V dnešní době jsou ale elektrárny modernější než dříve a tak asi nejvýznamnějším problémem je zásah do krajiny, který se někomu líbí a někomu ne.

6.4 Energie vody

Energii z vody je možné získat využitím jejího proudění (kinetická energie) nebo jejího tlaku (potenciální energie). Podle typu využívání potom rozlišujeme i používané typy vodních strojů. Kinetická energie je ve vodních tocích dána proudem, energie potenciální vzniká v důsledku gravitace, je dána výškovým rozdílem hladin.

Výstavba velkých vodních elektráren znamená velký zásah do životního prostředí a na území naší republiky je potenciál výstavby prakticky vyčerpán. Naopak malé vodní elektrárny lze stále stavět, zejména v místech bývalých mlýnů, hamrů apod. a díky mikroturbínám lze využívat i toky s velmi malým energetickým potenciálem.

6.5 Energie Slunce

Téměř veškerá energie, kterou na Zemi máme, pochází ze Slunce. Na území České republiky dopadne stotisíckrát více energie než je veškerá spotřeba paliv. Sluneční záření lze přímo využívat k výrobě tepla, chladu a elektřiny, nepřímo jako energii větru, vodních toků nebo mořských vln.

Pro využívání sluneční energie je třeba znát hodnoty jeho energetické hustoty neboli intenzity. Intenzita slunečního záření ve vzdálenosti 150 milionů km (vzdálenost Země – Slunce) má hodnotu zhruba 1367 W/m^2 . Při průchodu atmosférou ztratí asi 300 W/m^2 , dalších 100 až 200 W/m^2 se rozptýlí. Při jasném počasí tedy na povrch Země dopadá zhruba 800 W/m^2 . Při polojasnu 350 až 700 W/m^2 a v případě zatažené oblohy 100 až 350 W/m^2 (difuzní záření).

Na povrch planety Země dopadne ročně asi 800 až 1250 kWh/m^2 slunečního záření, z toho tři čtvrtiny v období duben – září. Z toho vyplývá, že intenzita slunečního záření nejvíce závisí na počasí, ročním období a také na lokalitě.

6.5.1 Využití

Přeměna slunečního záření na teplo může být buď pasivní (pomocí pasivních solárních prvků budov) nebo aktivní (solární kolektory).

6.5.1.1 Pasivní systémy

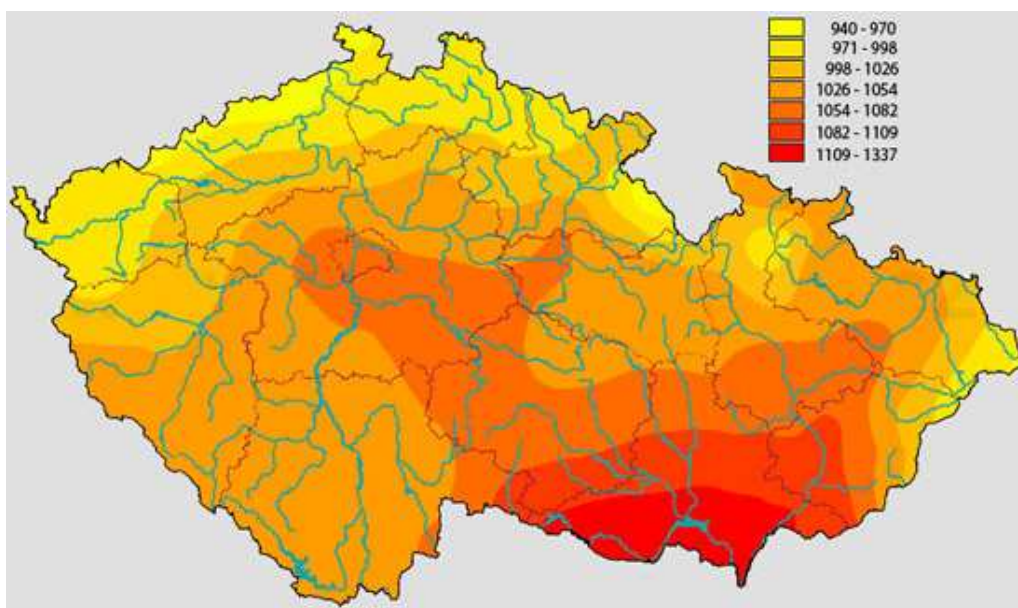
Pasivní systémy nepotřebují k provozu žádné další zařízení. Pasivní systémy využívají sluneční energii dopadající okny nebo jiným prosklením do interiéru. Zároveň je třeba co nejlépe tyto zisky využívat (cirkulace vzduchu z osluněných místností, akumulace ve stěnách, atd.). Tyto systémy s sebou nesou riziko přehřívání v letních měsících, proto je nutné řádné odvětrání nebo stínění.

6.5.1.2 Aktivní systémy

Aktivní systémy se využívají k výrobě tepla i elektrické energie. K výrobě tepla slouží solární kolektory (zejména kapalinové), k výrobě elektřiny potom fotovoltaické články, ve kterých probíhá solární technická přeměna. Solární kolektory se používají především k celoročnímu ohřevu teplé užitkové vody, ohřevu bazénové vody a k vytápění budov.

6.5.2 Přírodní podmínky

Sluneční záření se skládá z přímého a difuzního. Přímé záření tvoří svazek prakticky rovnoběžných paprsků. Difuzní sluneční záření vzniká rozptylem přímých slunečních paprsků na molekulách vzduchu, vodních kapkách a krystalcích ledu. Rozptýlené záření je v podstatě světlo oblohy, kdyby nebylo, obloha by i ve dne byla černá.



Obr. 6.3: Průměrné roční hodnoty intenzity slunečního záření v kWh/m² [7]

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST



B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy

1. STAVEBNÍ ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

1.1 Představení budovy

1.1.1 Účel objektu

Jedná se o rodinný dům, který slouží k bydlení, obsahuje jeden byt a je koncipován jako jednogenerační pasivní.

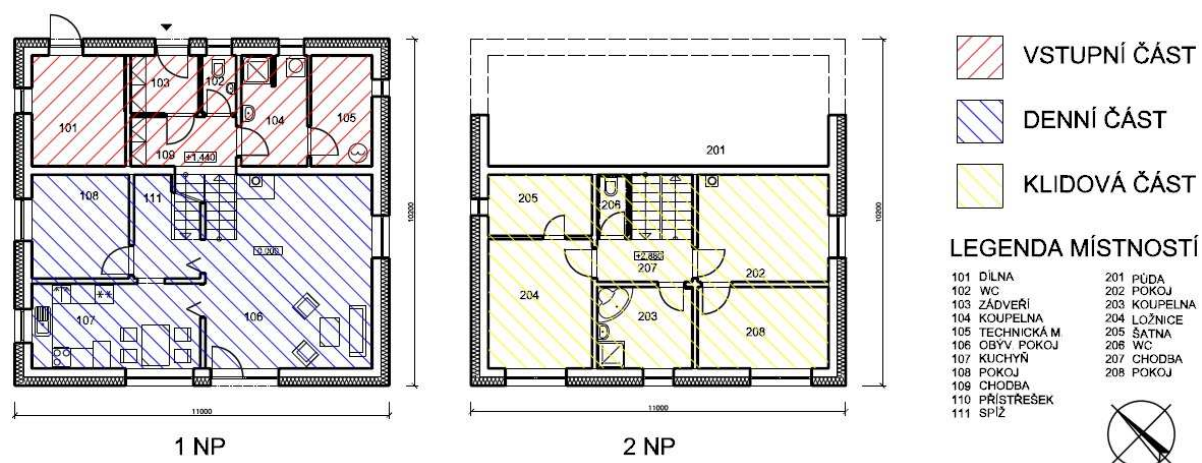
1.1.2 Architektonické, funkční a dispoziční řešení

Jde o tvarově jednoduchou stavbu v rámci tradičních konceptů bydlení, které respektují všechny funkce moderní rodinné zástavby. Navržená architektura objektu dává předpoklad pro zdárné zakomponování objektu do urbanistického prostředí místní části obce. Zároveň jsou tímto řešením dodrženy podmínky dané regulativy a územně plánovacími podklady pro danou lokalitu.

Z hlediska funkčního a dispozičního je stavba rozdělena na tři části. Na severovýchodní straně se nachází vstupní část, která se skládá ze zádveří, chodby, WC, koupelny s prádelnou a technické místnosti sloužící k technickému zabezpečení objektu. Tato vstupní část je výškově umístěna mezi denní a klidovou částí.

Ze vstupní části se po jednom rameni schodiště směrem dolů dostaneme do další části – denní, ve které najdeme obývací pokoj, kuchyň se spíží a pokoj, který může být využit jako pracovna.

Ze vstupní části se po druhém rameni schodiště směrem nahoru dostaneme do klidové části, kde se nachází malá chodba, ze které se dostaneme na WC, do koupelny, pokoje pro děti a do ložnice se šatnou.

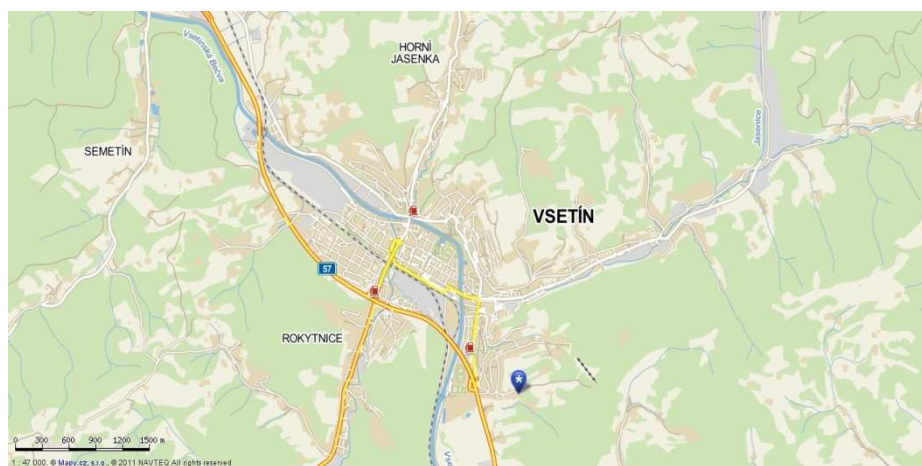


Obr. 1.1: Dispoziční řešení domu

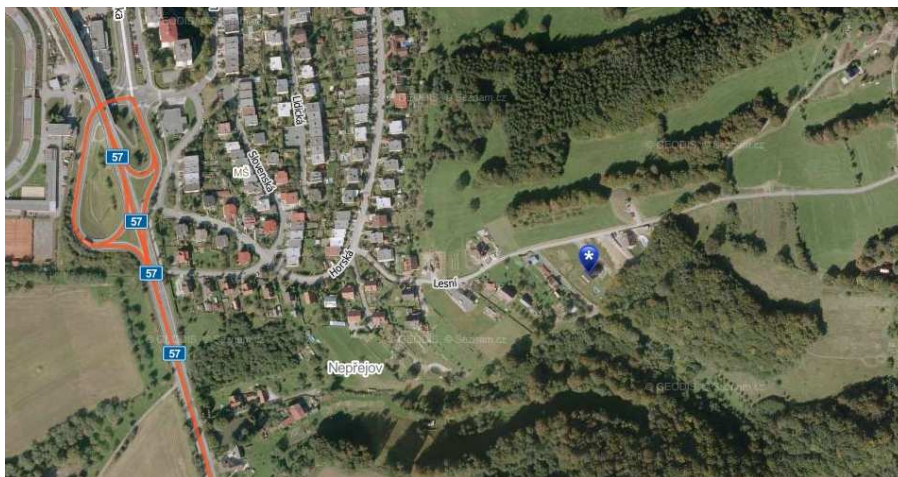
1.2 Základní údaje

1.2.1 Lokalizace domu

Pozemek leží na okraji města Vsetín asi 370 m n. m. v oblasti zástavby rodinnými domy asi 20 m od místní komunikace. Pozemek leží ve svahu se značným sklonem na louce v blízkosti lesa. Pozemek se nachází v okrajové čtvrti, v okolí se nachází mnohé stavby, tudíž jsou zde obsaženy všechny inženýrské sítě. K pozemku vede místní komunikace 4. třídy. Nejbližší komunikace 1. třídy je vzdálena asi 500 m od pozemku.



Obr. 1.2: Mapa širšího okolí (dům označen modrým znakem)



Obr. 1.3: Přesná lokalita domu (označeno modrým znakem)

1.2.2 Rozměrové a kapacitní parametry domu

Obestavěný prostor domu ...	725,60 m ³
Zastavěná plocha domu ...	179,00 m ²
Užitková plocha domu ...	68,20 m ²
Obytná plocha domu ...	169,1 m ²
Počet bytů ...	1
Předpokládaný počet osob ...	4

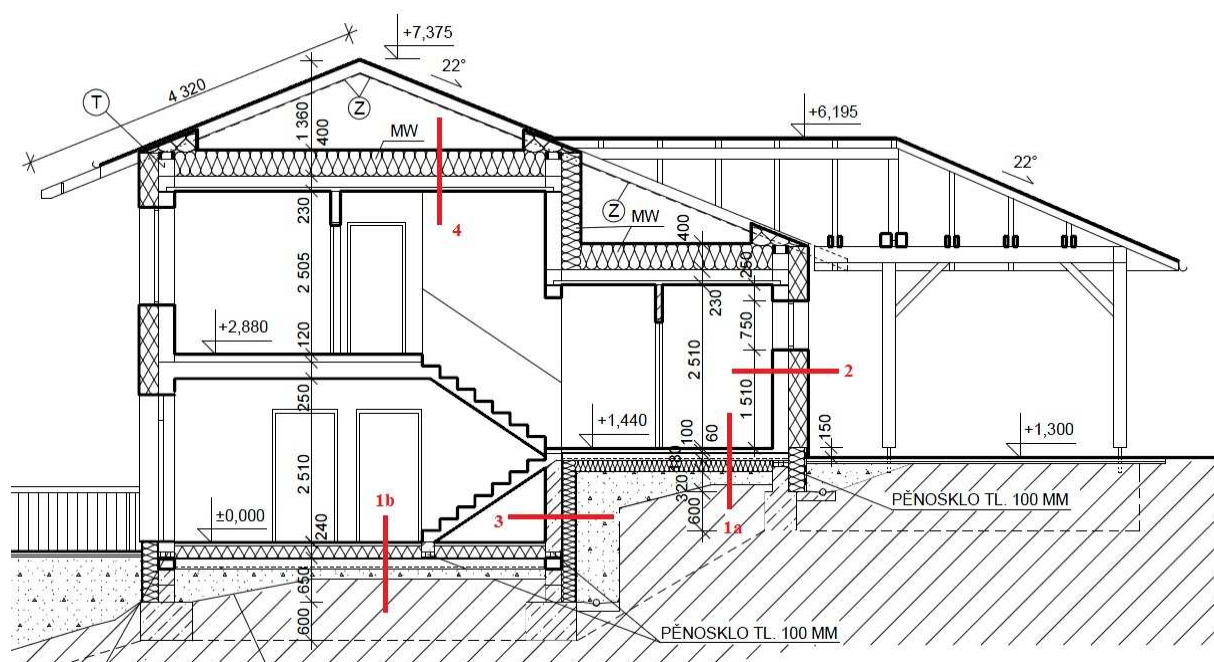
1.2.3 Technické parametry

1.2.3.1 Skladby konstrukcí

Všechny skladby konstrukcí uvedené v tabulce 1 souhlasí s projektovou dokumentací. Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy $U_{pas,20}$ [W/(m².K)] podle ČSN 73 0540-2 u vybraných konstrukcí jsou uvedeny rovněž v tabulce 1.

Tab. 1: Skladby konstrukcí

č.	Konstrukce		Skladba	Celková tloušťka	U [W/(m ² K)]	U _{pas,20} [W/(m ² K)]
1a	Základová konstrukce	a) TI pod podkl. betonem	-keramická dlažba 10 mm -Aquafin 2K 4 mm -cementový potěr 46 mm -Elastodek 40 S 8 mm -podkladní beton 150 mm -TI XPS 180 mm	400 mm	0,18	0,22 až 0,15
1b		b) TI nad podkl. betonem	-podlahové linoleum 10 mm -cementový potěr 50 mm TI EPS 100 180mm	240 mm	0,2	
2	Obvodová stěna		-vnitřní vápenná omítka 5 mm -vápenopískové kvádry Sendwix 250 mm -TI EPS 70 F 250 mm -tenkovrstvá silikonová omítka 2 mm	507 mm	0,15	0,18 až 0,12
3	Stěna zasypaná zeminou		-beton 250 mm -Elastodek 40 S 8 mm -TI XPS 250 mm -Aquafin 2K 4 mm	512 mm	0,13	0,22 až 0,15
4	Strop pod nevytápěnou půdou		-vnitřní vápenná omítka 5 mm -keramická stropní konstrukce Miako 230 mm -TI minerální vata 400 mm	635 mm	0,09	0,15 až 0,10



Obr. 1.4: Svislý řez domu s vyznačenými skladbami konstrukcí

1.2.3.2 Výplně otvorů

Výplně otvorů tvoří dřevěné profily EURO IV-92 zasklené izolačním trojsklem Infern Ultra tl. 44 mm (4-16-4-16-4). Mezery mezi skly jsou plněny argonem. Distanční rámečky jsou provedeny z nerez oceli. Hodnota součinitele prostupu tepla zasklením je $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Celková propustnost slunečního záření zasklením dle ČSN EN 410 je 0,5. Rám tvoří čtyřvrstvý hranol ze smrkového dřeva. Deklarovaná hodnota součinitele prostupu tepla celým oknem je $U = 0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

1.3 Výpočet vlivu tepelných vazeb

1.3.1 Metodika výpočtu

Tepelně technické vlastnosti dvourozměrných tepelných mostů a vazeb vyjadřuje veličina lineární činitel prostupu tepla ψ . Vyjadřuje množství tepla ve W, které prochází při jednotkovém teplotním rozdílu jednotkovou délkou tepelného mostu.

Požadavky na lineární činitel prostupu tepla uvádí ČSN 73 0540-2 v čl. 5.4. Pro každou tepelnou vazbu mezi konstrukcemi musí být splněna podmínka

$$\psi \leq \psi_N \quad [\text{W/(m.K)}],$$

kde ψ je vypočtený lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby mezi konstrukcemi a ψ_N je jeho normou požadovaná hodnota ve W/(m.K), která je uvedena v tabulce 2.

Tab. 2: Požadovaný lineární činitel prostupu tepla ψ_N podle ČSN 73 0540-2[3]

	Požadované hodnoty ψ_N	Doporučené hodnoty ψ_{rec}	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy ψ_{pas}
	[W/(m.K)]	[W/(m.K)]	[W/(m.K)]
Styk vnější stěny a další konstrukce s výjimkou výplně otvoru (např. styk se základem, stropem, jinou stěnou, střechou, balkonem apod.)	0,20	0,10	0,05
Styk vnější stěny a výplně otvoru (parapet, ostění, nadpraží)	0,10	0,03	0,01
Styk střechy a výplně otvoru (střešní okno, světlík apod.)	0,30	0,10	0,02

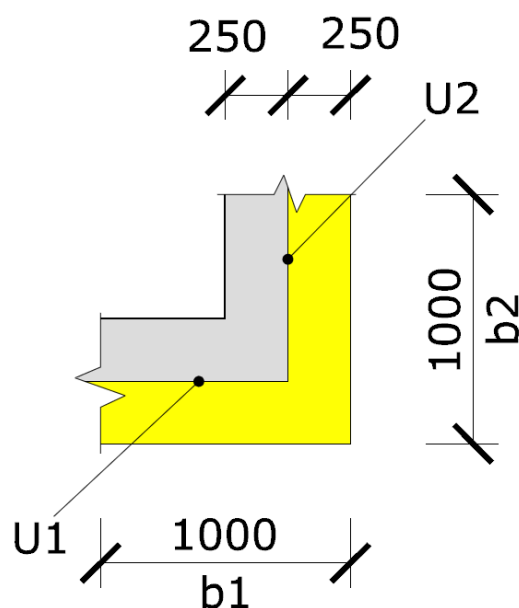
Pro detaily, na které působí pouze dvě okrajové teploty, se lineární činitel prostupu tepla určí ze vztahu

$$\psi = L - \sum U_j \cdot b_j [\text{W}/(\text{m.K})],$$

kde L je vypočtená tepelná propustnost hodnoceným detailem ve $\text{W}/(\text{m.K})$, U_j je součinitel prostupu tepla j -té dílčí plošné konstrukce ve $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ a b_j je šířka j -té konstrukce v m. [14]

1.3.2 Styk stěna – stěna: vnější roh

1.3.2.1 Geometrie detailu



Obr. 1.5: Geometrie detailu styku stěna – stěna: vnější roh

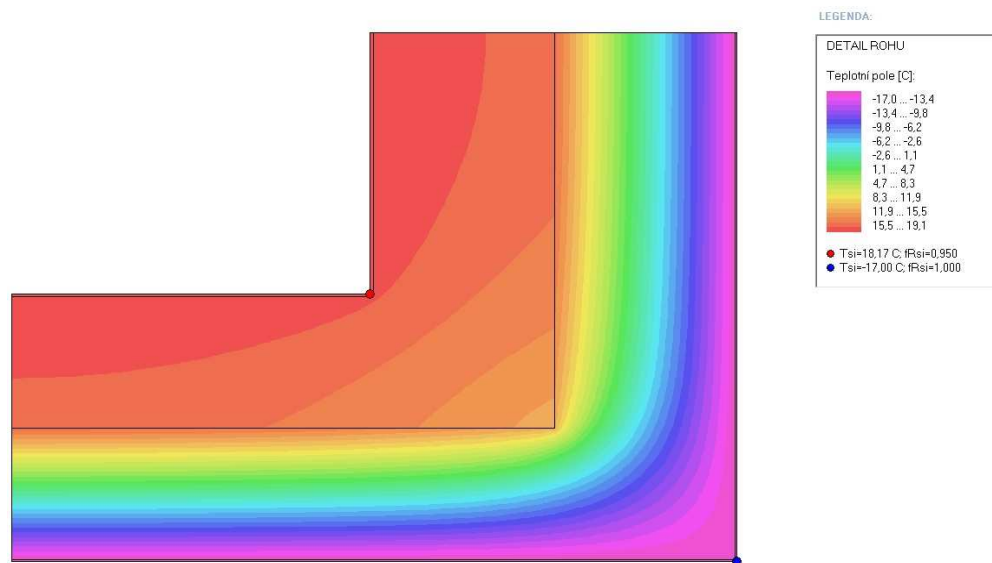
1.3.2.2 Zadané materiály

Zadané materiály jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3: Zadané materiály

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]
Vápenopískové kvádry Sendwix	0,860
TI EPS 70 F 250 mm	0,039
Vnitřní vápenná omítka	0,870
Tenkovrstvá silikonová omítka	0,870

1.3.2.3 Průběh teplotního pole



Obr. 1.6: Průběh teplotního pole v detailu styku stěna – stěna: vnější roh

1.3.2.4 Výsledná hodnota tepelné propustnosti

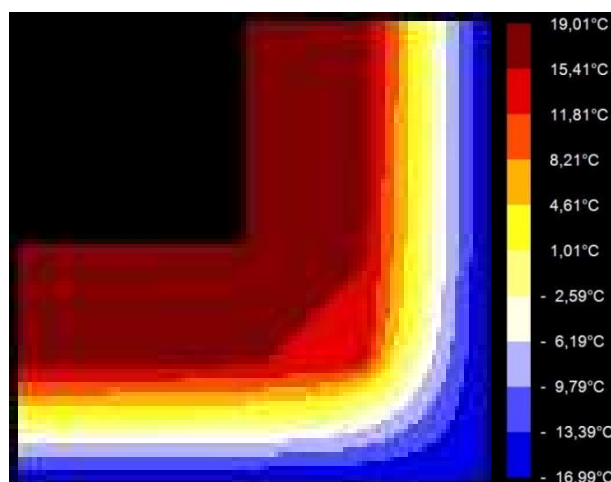
Výsledná hodnota tepelné propustnosti L je uvedena v tabulce 4. Protokol výpočtu v programu Area je v příloze 3.

Tab. 4: Tepelná propustnost styku stěna – stěna: vnější roh

Styk	Tepelná propustnost L [W/(m.K)]
Stěna – stěna: vnější roh	0,227

1.3.2.5 Výpočet v programu CalA

Pro porovnání vypočtené hodnoty tepelné propustnosti L byl proveden kontrolní výpočet detailu styku stěna – stěna: vnější roh v programu CalA.



Obr. 1.7: Zobrazení teplotního pole v detailu styku stěna – stěna: vnější roh v programu CalA

Tepelné toky	
Počet buněk ve směru X:	300 sloupců
Počet buněk ve směru Y:	200 řádků
Počet buněk celkem:	60 000 buněk
Rozměr rastru ve směru X:	10,000 mm
Rozměr rastru ve směru Y:	10,000 mm
Plocha jedné buňky v rastru:	0,000100 m²
Počet buněk s materiálem:	7 748 ks
Počet buněk s okrajovou podmínkou:	298 ks
Počet buněk s vnitřním zdrojem:	0 ks
Maximální teplota v konstrukci:	t = 19,01°C
Minimální teplota v konstrukci:	t = - 16,99°C
Průměrná teplota v konstrukci:	t = 5,56°C
Tepelný tok okrajovou podmínkou:	
do konstrukce:	Q(IN) = 8,429 W/m
z konstrukce:	Q(OUT) = - 8,429 W/m
Tepelný tok vnitřními zdroji:	
do konstrukce:	Q(IN) = 0,000 W
z konstrukce:	Q(OUT) = 0,000 W
Chyba výpočtu:	$\varepsilon = -8,79238359630108\text{E-}06$ W/m

Obr. 1.8: Výstup z programu CalA

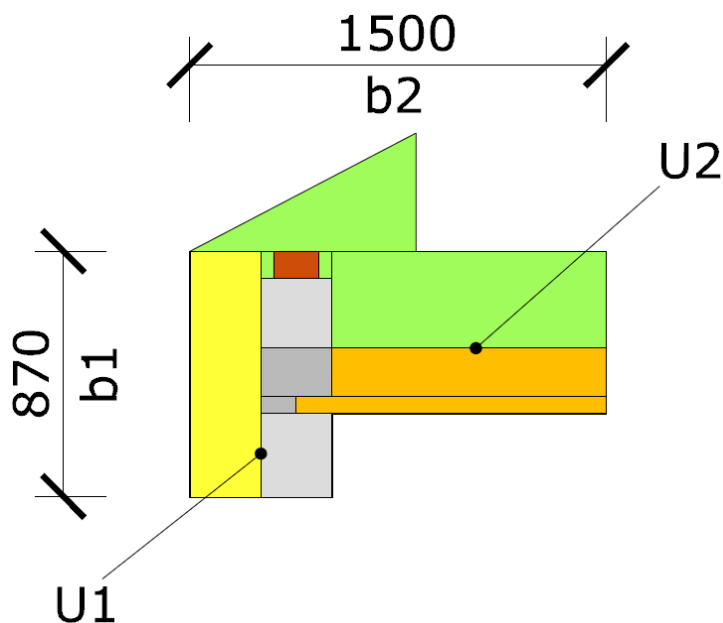
1.3.2.6 Porovnání výsledků

Tab. 5: Porovnání vypočtených hodnot tepelných toků v programech Area a CalA

	Tepelný tok Q [W/m]
výsledek z programu Area	8,41
výsledek z programu CalA	8,43

1.3.3 Styk stěna – strop pod nevytápěnou půdou

1.3.3.1 Geometrie detailu



Obr. 1.9: Geometrie detailu styku stěna – strop pod nevytápěnou půdou

1.3.3.2 Zadané materiály

Zadané materiály jsou uvedeny v tabulce 6.

Tab. 6: Zadané materiály

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]
Vápenopískové kvádry Sendwix	0,860
TI EPS 70 F	0,039
Vnitřní vápenná omítka	0,870
Tenkovrstvá silikonová omítka	0,870
Minerální vata	0,040
Stropní konstrukce	0,284
Pozednice z měkkého dřeva	0,180
Pórobetonová tvárnice	0,120
Železobeton	1,430

1.3.3.3 Výsledná hodnota tepelné propustnosti

Výsledná hodnota tepelné propustnosti L je uvedena v tabulce 7. Protokol výpočtu v programu Area je v příloze 3.

Tab. 7: Tepelná propustnost styku stěna – strop pod nevytápěnou půdou

Styk	Tepelná propustnost L [W/(m.K)]
Stěna – strop pod nevytápěnou půdou	0,304

1.3.4 Styk stěna – podlaha

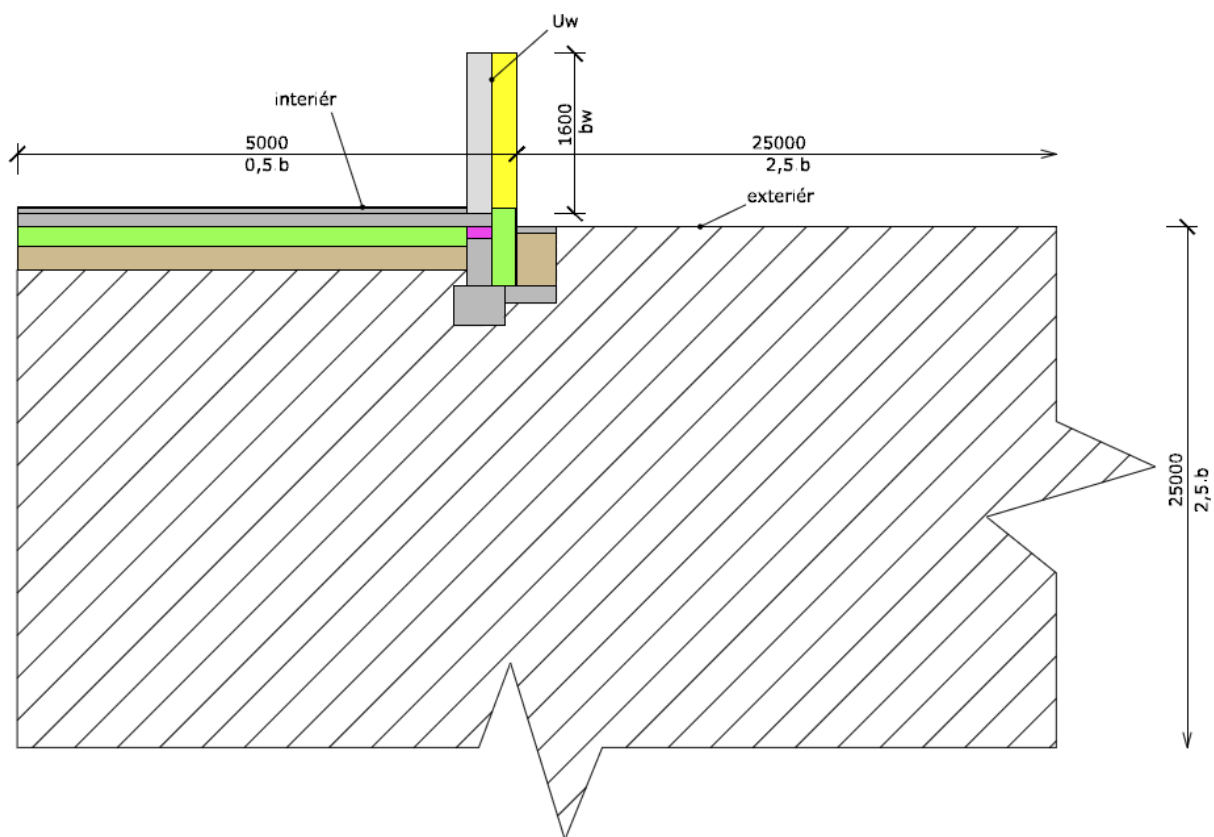
Pro hodnocení styku obvodové stěny a podlahy na zemině byl použit postup výpočtu uvedený v ČSN EN ISO 10211 podle vztahu

$$\psi = L - U_w \cdot b_w - L_g \cdot b_{f,e} / b_{f,i} \quad [\text{W}/(\text{m.K})],$$

kde L je tepelná propustnost celým detailem, U_w je součinitel prostupu tepla stěny, b_w je výška stěny měřená z vnější strany, L_g je tepelná propustnost podlahou včetně vlivu zeminy, $b_{f,e}$ je vodorovný rozměr podlahy měřený z vnější strany a $b_{f,i}$ je vodorovný rozměr podlahy měřený z vnitřní strany.

Výpočet tepelné propustnosti L se provádí pro celý detail, přičemž se okrajové podmínky zadávají na všech površích, které jsou v kontaktu s vnitřním a vnějším vzduchem. Výpočet tepelné propustnosti L_g se provádí pro upravený detail, v němž je zcela vynechána obvodová stěna a v němž je základ nahrazen zeminou (zůstává tedy pouze podlahová konstrukce o šířce $b_{f,i}$). [15]

1.3.4.1 Geometrie celého detailu



Obr. 1.10: Geometrie celého detailu styku stěna – podlaha

1.3.4.2 Zadané materiály

Zadané materiály jsou uvedeny v tabulce 8.

Tab. 8: Zadané materiály

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]
Vápenopískové kvádry Sendwix	0,860
TI EPS 70 F	0,039
Vnitřní vápenná omítka	0,870
Tenkovrstvá silikonová omítka	0,870
TI XPS	0,034
Pěnové sklo	0,040
Keramická dlažba	1,010
Zámková dlažba	3,100
Beton hutný	1,230
Písečná půda	2,300
Štěrkopísek	2,000
Aquafin 2K	0,210
Elastodek 40 Sp	0,210

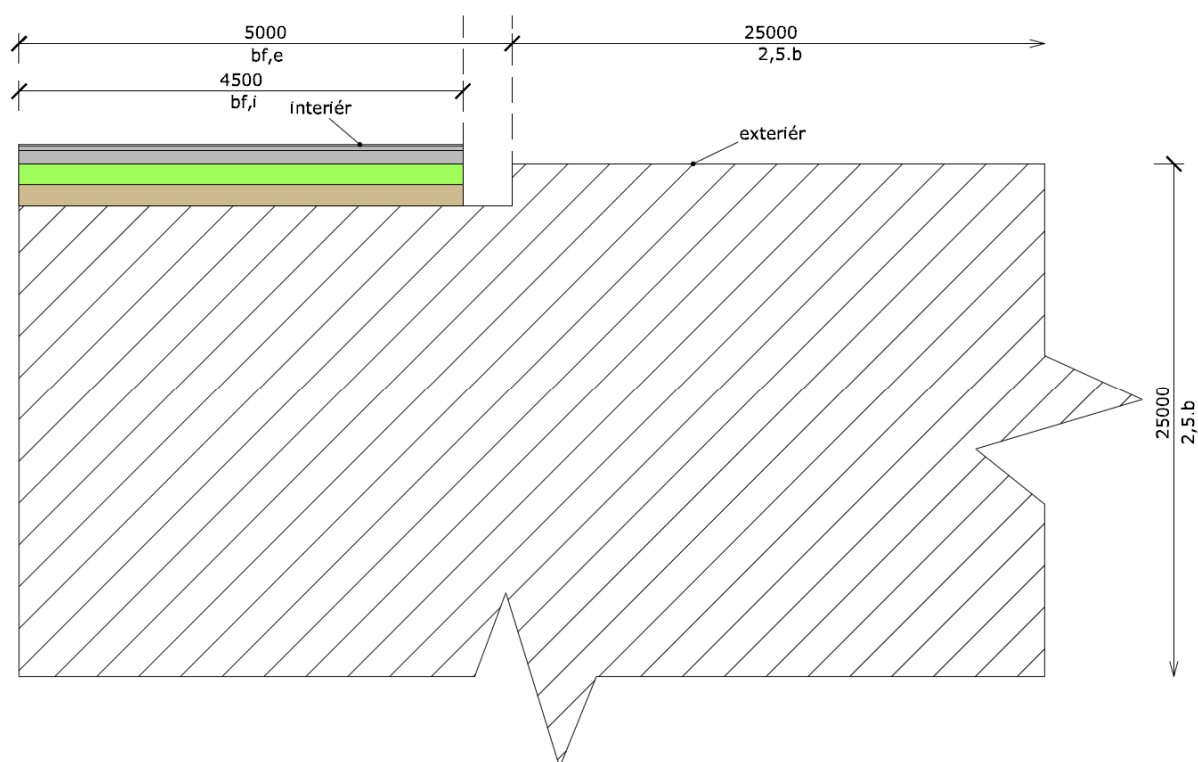
1.3.4.3 Výsledná hodnota tepelné propustnosti

Výsledná hodnota tepelné propustnosti L je uvedena v tabulce 9. Protokol výpočtu v programu Area je v příloze 3.

Tab. 9: Tepelná propustnost styku stěna – podlaha

Styk	Tepelná propustnost L [W/(m.K)]
Stěna – podlaha	0,802

1.3.4.4 Geometrie detailu bez obvodové stěny



Obr. 1.11: Geometrie detailu styku stěna – podlaha bez obvodové stěny

1.3.4.5 Zadané materiály

Zadané materiály jsou uvedeny v tabulce 10.

Tab. 10: Zadané materiály

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]
TI XPS	0,034
Keramická dlažba	1,010
Beton hutný	1,230
Písčitá půda	2,300
Štěrkopísek	2,000
Aquafin 2K	0,210
Elastodek 40 Sp	0,210

1.3.4.6 Výsledná hodnota tepelné propustnosti bez vlivu obvodové stěny

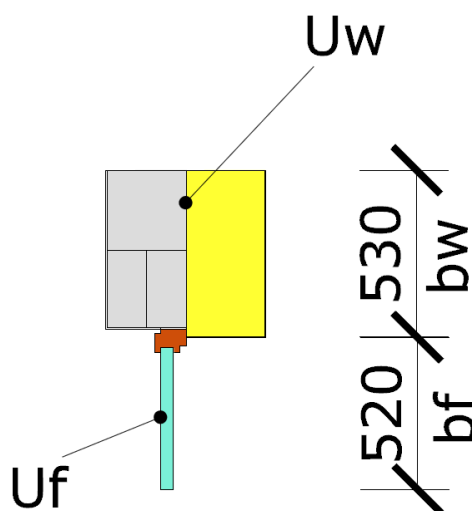
Výsledná hodnota tepelné propustnosti L je uvedena v tabulce 11. Protokol výpočtu v programu Area je v příloze 3.

Tab. 11: Tepelná propustnost styku stěna – podlaha bez vlivu obvodové stěny

Styk	Tepelná propustnost L [W/(m.K)]
Stěna – podlaha bez vlivu obvodové stěny	0,519

1.3.5 Styk ostění a nadpraží - okno

1.3.5.1 Geometrie detailu



Obr. 1.12: Geometrie detailu styku ostění a nadpraží - okno

1.3.5.2 Průběh teplotního pole



Obr. 1.13: Průběh teplotního pole v detailu styku ostění a nadpraží – okno

1.3.5.3 Zadané materiály

Zadané materiály jsou uvedeny v tabulce 12.

Tab. 12: Zadané materiály

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]
Vápenopískové kvádry Sendwix	0,860
TI EPS 70 F	0,039
Vnitřní vápenná omítka	0,870
Tenkovrstvá silikonová omítka	0,870
Zasklení	0,029
Rám ze smrkového dřeva	0,13

1.3.5.4 Výsledná hodnota tepelné propustnosti

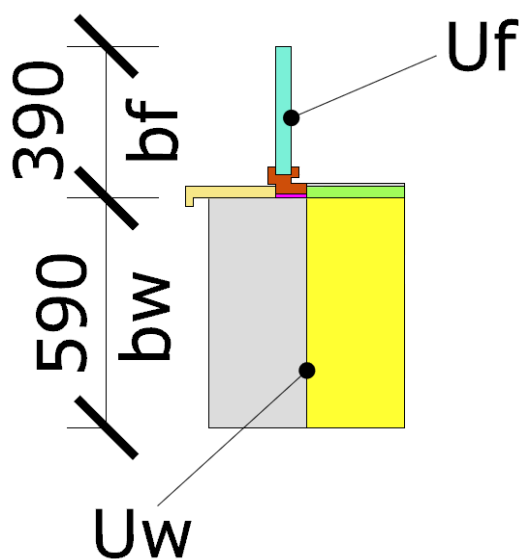
Výsledná hodnota tepelné propustnosti L je uvedena v tabulce 13. Protokol výpočtu v programu Area je v příloze 3.

Tab. 13: Tepelná propustnost styku ostění a nadpraží - okno

Styk	Tepelná propustnost L [W/(m.K)]
Ostění a nadpraží - okno	0,541

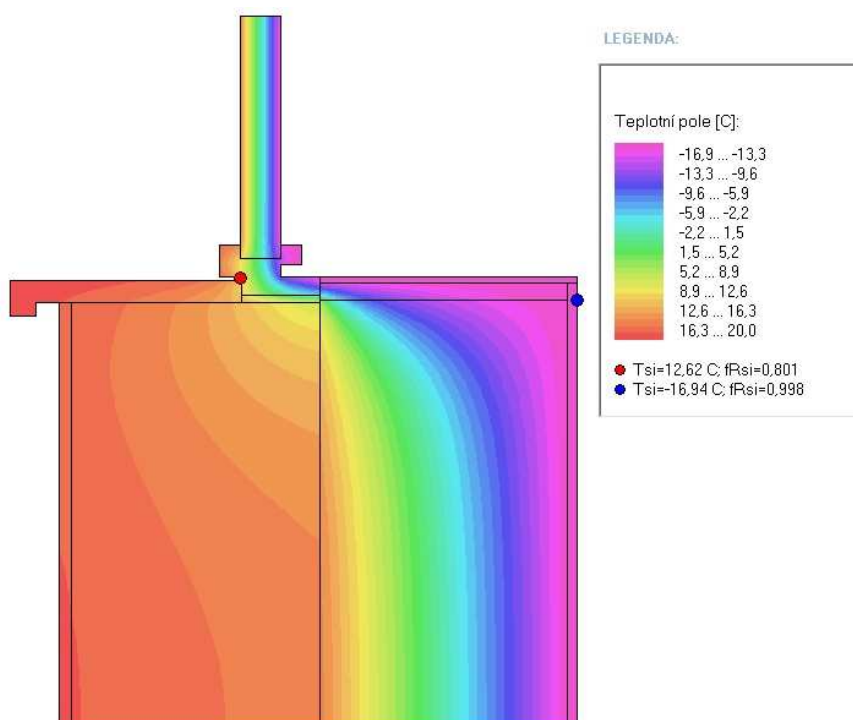
1.3.6 Styk parapet - okno

1.3.6.1 Geometrie detailu



Obr. 1.14: Geometrie detailu styku parapet - okno

1.3.6.2 Průběh teplotního pole



Obr. 1.15: Průběh teplotního pole v detailu styku parapet – okno

1.3.6.3 Zadané materiály

Zadané materiály jsou uvedeny v tabulce 14.

Tab. 14: Zadané materiály

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]
Vápenopiskové kvádry Sendwix	0,860
TI EPS 70 F	0,039
Vnitřní vápenná omítka	0,870
Tenkvrstvá silikonová omítka	0,870
Zasklení	0,029
Rám ze smrkového dřeva	0,13
PVC	0,170
PUR pěna	0,050

1.3.6.4 Výsledná hodnota tepelné propustnosti

Výsledná hodnota tepelné propustnosti L je uvedena v tabulce 15. Protokol výpočtu v programu Area je v příloze 3.

Tab. 15: Tepelná propustnost styku parapet - okno

Styk	Tepelná propustnost L [W/(m.K)]
parapet - okno	0,541

1.3.7 Přehled výsledků

Přehled vypočtených výsledných hodnot lineárních činitelů prostupu tepla ψ pro jednotlivé detaily je uveden v tabulce 16.

Tab. 16: Lineární činitel prostupu tepla ψ [W/(m.K)] stanovený z tepelných propustností a geometrie jednotlivých detailů

Styk	Tepelná propustnost L [W/(m.K)]	Tepelná propustnost bez vlivu obvodové stěny L_g [W/(m.K)]	Lineární činitel prostupu tepla pro vnější rozměry ψ [W/(m.K)]
Stěna – stěna: vnější roh	0,227	-	- 0,063
Stěna – strop pod půdou	0,304	-	- 0,045
Stěna - podlaha	0,802	0,519	-0,013
Ostění a nadpraží - okno	0,541	-	+ 0,048
Parapet - okno	0,471	-	+ 0,071

2. SPECIFIKACE ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY

2.1 Zdroj tepla

Hlavním zdrojem tepla pro vytápění domu a ohřev teplé vody je tepelné čerpadlo vzduch/voda TnG AIR X1100i s topným výkonem 13,2 kW a COP 3,73.

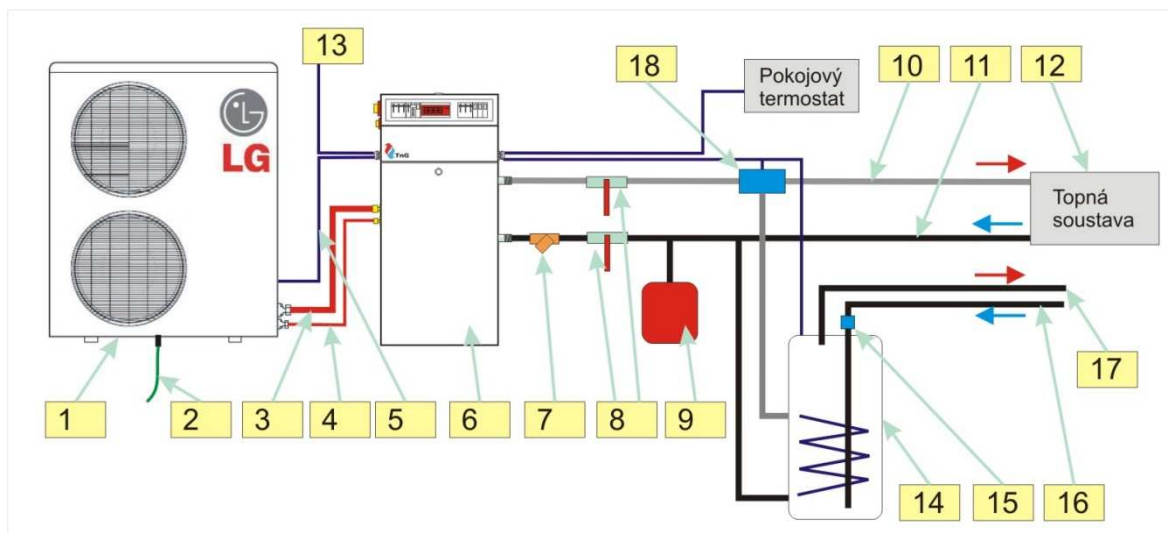
Primární okruh tepelného čerpadla je tvořen venkovní jednotkou umístěnou před fasádou technické místnosti. Vnitřní jednotka tepelného čerpadla obsahuje oběhové čerpadlo sekundárního okruhu, regulátor pro ovládání, elektrokotel, tlumicí kryt kompresoru a pružné hadice pro tlumení chvění tepelného čerpadla.



Obr. 2.1: Venkovní jednotka tepelného čerpadla



Obr. 2.2: Vnitřní jednotka tepelného čerpadla

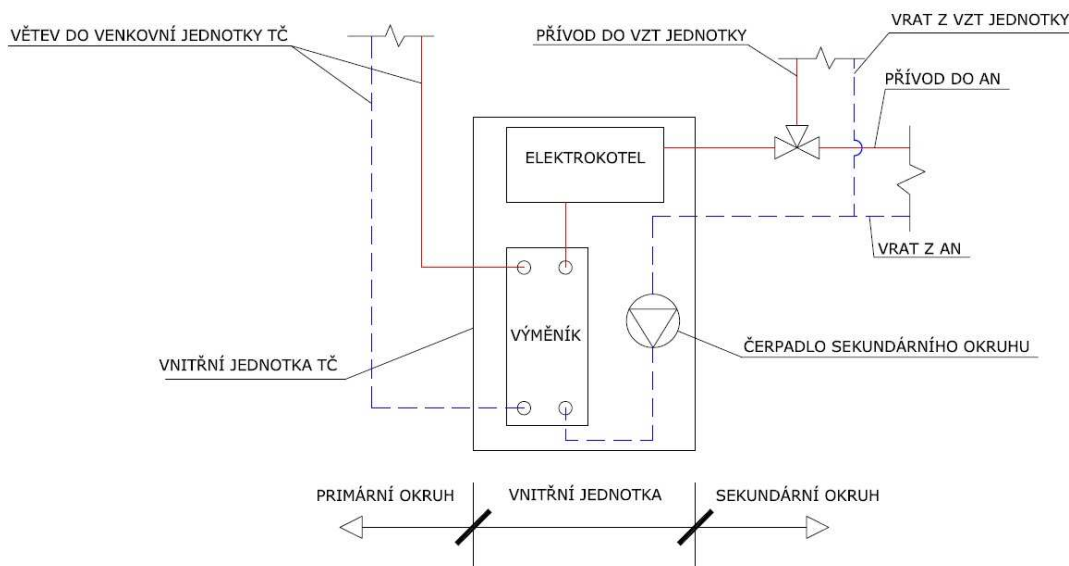


Obr. 2.3: Schéma zapojení tepelného čerpadla

1. Venkovní jednotka
2. Odvod kondenzátu, tepelně izolovaná hadice
3. Cu chladírenská trubka 16 mm, pracovní tlak 4 MPa
4. Cu chladírenská trubka 10 mm, pracovní tlak 4 MPa
5. Elektrické propojení
6. Vnitřní jednotka TNG AIR
7. Vodní filtr
8. Servisní topenářské pákové kulové ventily
9. Expanzomat
10. Topná voda Cu28 mm
11. Zpáteční voda Cu28 mm
12. Topná soustava
13. Domovní rozvaděč elektro 3x400, N PE
14. Zásobník TUV (standardně stacionární, 160 litrů)
15. Zpětná klapka a přetlakový ventil
16. Přívod studené pitné vody pro ohřev TUV
17. Výstup TUV
18. Elektrický trojcestný ventil (součást dodávky)



Obr. 2.4: Vnitřní jednotka tepelného čerpadla



Obr. 2.5: Zjednodušené schéma zapojení vnitřní jednotky tepelného čerpadla

2.2 Ohřev teplé vody

Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo vzduch/voda (viz výše). Zásobníkem teplé vody je akumulční nádoba Dražice Nado 500 v2 o objemu 500 l. Uvnitř nádoby je instalována další ocelová nádoba o objemu 140 l, která slouží k ohřevu teplé vody.

Propojení akumulční nádoby a tepelného čerpadla je provedeno měděným potrubím 18x1. Vše je izolováno izolací Mirelon tloušťky 20 mm.

2.3 Vzduchotechnická jednotka

V technické místnosti je umístěna vzduchotechnická jednotka Atrea Duplex RC určená pro teplovzdušné vytápění a současně pro nucené větrání se zpětným získáváním tepla. V jednotce je vestavěn cirkulační radiální ventilátor, radiální ventilátor odpadního vzduchu, protiproudý rekuperační výměník s účinností až 90 % (dle výrobce) a filtr cirkulačního vzduchu s třídou filtrace G4.



Obr. 2.6: Vzduchotechnická jednotka Atrea Duplex RC

2.4 Periodické větrání

Z výroby je nastaveno tak, že 30 minut jednotka cirkuluje vzduch nebo neběží (dle nastaveného režimu) a 10 minut se větrá, tj. do obytných prostor je přiváděn čerstvý vzduch. Interval, kdy se nevětrá, se posouvá dle spínání odsávání z koupelen, WC a kuchyní; první větrací interval (např. z výroby nastavených 10 minut) začne až po nastavených 30 minutách od ukončení odsávání.

B2. Energetické hodnocení budovy

3. ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY

3.1 Výstupy z programu Energie

3.1.1 Výpočet podle vyhlášek MPO ČR

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 148/2007 Sb. a ČSN 730540

a podle ČSN EN ISO 13790 a ČSN EN 832

Energie 2010

Název úlohy: **Pasivní rodinný dům**
Zpracovatel: Jan Panovec
Zakázka: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Datum: 11.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
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
1. měsíc	31	-1,0 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	1,0 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	4,0 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	9,0 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	14,6 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	17,0 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	18,2 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	18,8 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	13,8 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	9,4 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	4,0 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-0,5 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-1,0 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	1,0 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	4,0 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	9,0 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	14,6 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	17,0 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	18,2 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	18,8 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	13,8 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	9,4 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	4,0 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-0,5 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny:	pobytová zóna
Geometrie (objem/podlah.pl.):	609,39 m ³ / 149,0 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	165,0 kJ/(K.m ²)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	609 W
..... odvozeny pro	· produkci tepla: 3,0+3,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 100+20 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: zisky i spotřeba · spotřebu energie na osvětlení: 4,5 kWh/(m².a) · prům. účinnost osvětlení: 4 % · další tepelné zisky: 0,0 W
Teplo na přípravu TV:	10015,28 MJ/rok
..... odvozeno pro	· roční potřebu teplé vody: 59,9 m³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (50,0 - 10,0) C
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ano (z 100,0 %)
Priváděný vzduch:	35,0 C (recirkulace: 20,0 %)
Účinnost sdílení/distrib. VZT:	93,0 % / 98,0 %
Účinnost sdílení/distribuce:	98,0 % / 98,0 %
Název zdroje tepla:	tepelné čerpadlo (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	tepelné čerpadlo
Parametr COP:	3,4
Příkon čerpadel vytápění:	0,0 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	(podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	tepelné čerpadlo (1. zdroj tepla)
Účinnost zdroje přípravy TV:	99,0 %
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W
Účinnost distribuce teplé vody:	100,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	487,512 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	nucené (mechanický větrací systém)
Objem.tok přiváděného vzduchu:	243,8 m ³ /h
Objem.tok odváděného vzduchu:	243,8 m ³ /h
Násobnost výměny při dP=50Pa:	0,5 1/h
Souč.větrné expozice e:	0,01
Souč.větrné expozice f:	20,0
Účinnost zpětného získávání tepla:	80,0 %
Podíl času s nuceným větráním:	100,0 %
<u>Měrný tepelný tok větráním Hv:</u>	<u>17,407 W/K</u>

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

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	U _N [W/m ² K]
obvodové stěny	208,85	0,145	1,00	0,300
stěna přilehlá k zemině	16,65	0,128	1,00	0,380
okno 1	3,75	0,800	1,00	1,700

okno 2	0,63	0,950	1,00	1,700
okno 3	0,94	0,870	1,00	1,700
okno 4	0,5	0,960	1,00	1,700
okno 5	1,56	0,810	1,00	1,700
okno 6	1,25	0,830	1,00	1,700
okno 7	5,4	0,830	1,00	1,700
okno 8	1,35	0,830	1,00	1,700
dveře 9	9,0	0,790	1,00	1,700
okno 10	0,94	0,870	1,00	1,700
okno 11	0,56	0,920	1,00	1,700
dveře 12	4,5	0,790	1,00	1,700

Název liniového tep.mostu	Délka [m]	Psi [W/mK]	b [-]
Kouty obvodové stěny	15,7	-0,063	1,00
okno 1 - ostění	6,0	0,048	1,00
okno 1 - nadpraží	2,5	0,048	1,00
okno 1 - parapet	2,5	0,071	1,00
okno 2 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 2 - nadpraží	0,5	0,048	1,00
okno 2 - parapet	0,5	0,071	1,00
okno 3 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 3 - nadpraží	0,75	0,048	1,00
okno 3 - parapet	0,75	0,071	1,00
okno 4 - ostění	2,0	0,048	1,00
okno 4 - nadpraží	0,5	0,048	1,00
okno 4 - parapet	0,5	0,071	1,00
okno 5 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 5 - nadpraží	1,25	0,048	1,00
okno 5 - parapet	1,25	0,071	1,00
okno 6 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 6 - nadpraží	1,0	0,048	1,00
okno 6 - parapet	1,0	0,071	1,00
okno 7 - ostění	6,0	0,048	1,00
okno 7 - nadpraží	3,6	0,048	1,00
okno 7 - parapet	3,6	0,071	1,00
okno 8 - ostění	3,0	0,048	1,00
okno 8 - nadpraží	0,9	0,048	1,00
okno 8 - parapet	0,9	0,071	1,00
dveře 9 - ostění	9,0	0,048	1,00
dveře 9 - nadpraží	4,0	0,048	1,00
dveře 9 - parapet	4,0	0,071	1,00
okno 10 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 10 - nadpraží	0,75	0,048	1,00
okno 10 - parapet	0,75	0,071	1,00
okno 11 - ostění	1,5	0,048	1,00
okno 11 - nadpraží	0,75	0,048	1,00
okno 11 - parapet	0,75	0,071	1,00
dveře 12 - ostění	9,0	0,048	1,00
dveře 12 - nadpraží	2,0	0,048	1,00
dveře 12 - parapet	2,0	0,045	1,00

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 60,720 W/K

Měrný tok zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	podlaha 1 (horní)
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	56,78 m ²
Exponovaný obvod podlahy:	31,35 m
Lin. činitel v napojení stěny:	-0,013 W/mK
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:	0,5 m
Tepelný odpor podlahy:	5,52 m ² K/W
Přídavná okrajová izolace:	svislá
Tloušťka okrajové izolace:	0,25 m

Tepelná vodivost okrajové izolace:	0,034 W/mK
Hloubka okrajové izolace:	0,67 m
Vypočtený přídavný lin. činitel prostupu:	-0,036 W/mK
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,127 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	6,801 W/K
Kolisání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 5,96 do 21,153 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	8,203 / 5,039 W/K

2. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	podlaha 2 (spodní)
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	32,32 m ²
Exponovaný obvod podlahy:	26,39 m
Lin. činitel v napojení stěny:	-0,013 W/mK
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:	0,5 m
Tepelný odpor podlahy:	4,97 m ² K/W
Přídavná okrajová izolace:	svislá
Tloušťka okrajové izolace:	0,25 m
Tepelná vodivost okrajové izolace:	0,034 W/mK
Hloubka okrajové izolace:	0,9 m
Vypočtený přídavný lin. činitel prostupu:	-0,054 W/mK
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,123 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	3,63 W/K
Kolisání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od -2,093 do 3,966 W/K
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	5,068 / 4,333 W/K
<u>Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>	<u>10,431 W/K</u>
Kolisání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 9,926 do 19,06 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory u zóny č. 1 :

1. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	půda
Objem vzduchu v prostoru:	56,43 m ³
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h
Násobnost výměny do exteriéru:	0,0 1/h

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	Umístění
strop k nevytápěné půdě	114,33	0,091	do interiéru
Střecha	114,33	6,258	do exteriéru

Název liniového tep.mostu	Délka [m]	Psi [W/mK]	Umístění
stěna - strop pod půdou	33,0	-0,045	do interiéru

Tepelná propustnost Hiu:	8,919 W/K
Tepelná propustnost Hue:	715,477 W/K
Měrný tok Hiu:	8,919 W/K
Měrný tok Hue:	715,477 W/K
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,988

Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu: **8,809 W/K**

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
okno 1	3,75	0,5	0,64	1,0	1,0	JV
okno 2	0,63	0,5	0,46	1,0	1,0	JV
okno 3	0,94	0,5	0,55	1,0	1,0	SZ
okno 4	0,5	0,5	0,44	1,0	1,0	SZ
okno 5	1,56	0,5	0,65	1,0	1,0	SZ
okno 6	1,25	0,5	0,6	1,0	1,0	SZ
okno 7	5,4	0,5	0,7	1,0	1,0	JZ
okno 8	1,35	0,5	0,6	1,0	1,0	JZ
dveře 9	9,0	0,5	0,76	1,0	1,0	JZ
okno 10	0,94	0,5	0,55	1,0	1,0	SV
okno 11	0,56	0,5	0,48	1,0	1,0	SV

dveře 12 4,5 0,0 0,0 1,0 1,0 SV

Celkový solární zisk konstrukcemi Q_s (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	1039,7	1255,5	1920,8	2256,4	2685,5	2511,3
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2647,7	2628,1	2159,9	1664,7	758,7	526,6

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: pobyťová zóna
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 17,407 W/K
 Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 60,720 W/K
 Ustálený měrný tok zeminou Hg: 10,431 W/K
 Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu: 8,809 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: 97,368 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	$Q_{H,ht}$ [GJ]	Q_{int} [GJ]	Q_{sol} [GJ]	Q_{gn} [GJ]	$\eta_{t,H}$ [-]	fH [%]	$Q_{H,nd}$ [GJ]
1	5,448	1,733	1,040	2,773	0,989	100,0	2,705
2	4,455	1,518	1,255	2,773	0,974	100,0	1,755
3	4,158	1,640	1,921	3,560	0,908	100,0	0,925
4	2,776	1,551	2,256	3,807	0,692	12,0	0,142
5	1,424	1,573	2,686	4,259	0,334	0,0	---
6	0,779	1,513	2,511	4,024	0,194	0,0	---
7	0,495	1,563	2,648	4,211	0,118	0,0	---
8	0,341	1,573	2,628	4,201	0,081	0,0	---
9	1,578	1,555	2,160	3,714	0,425	0,0	---
10	2,765	1,638	1,665	3,302	0,766	46,9	0,237
11	4,024	1,624	0,759	2,383	0,979	100,0	1,692
12	5,319	1,729	0,527	2,256	0,996	100,0	3,073

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, $\eta_{t,H}$ 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 $Q_{H,nd}$: 10,529 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	$Q_{f,H}$ [GJ]	$Q_{f,C}$ [GJ]	$Q_{f,RH}$ [GJ]	$Q_{f,W}$ [GJ]	$Q_{f,L}$ [GJ]	$Q_{f,A}$ [GJ]	Q_{fuel} [GJ]
1	0,900	---	---	0,248	0,548	0,911	2,607
2	0,584	---	---	0,248	0,446	0,823	2,100
3	0,308	---	---	0,248	0,451	0,911	1,917
4	0,047	---	---	0,248	0,399	0,493	1,188
5	---	---	---	0,248	0,382	0,455	1,085
6	---	---	---	0,248	0,360	0,441	1,048
7	---	---	---	0,248	0,372	0,455	1,075
8	---	---	---	0,248	0,382	0,455	1,085
9	---	---	---	0,248	0,403	0,441	1,091
10	0,079	---	---	0,248	0,449	0,669	1,444
11	0,563	---	---	0,248	0,476	0,881	2,168
12	1,022	---	---	0,248	0,544	0,911	2,725

Vysvětlivky: $Q_{f,H}$ je spotřeba energie na vytápění, $Q_{f,C}$ je spotřeba energie na chlazení, $Q_{f,RH}$ je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, $Q_{f,W}$ je spotřeba energie na přípravu teplé vody, $Q_{f,L}$ je spotřeba energie

na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinnosti technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 19,533 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,75 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	97,368	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	17,407	17,9 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	10,431	10,7 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	8,809	9,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	3,512	3,6 %
	Měrný tok plošnými kceci Hd,c:	57,208	58,8 %
<u>rozložení měrných toků po konstrukcích:</u>			
	Obvodová stěna:	41,224	42,3 %
	Střecha:	---	0,0 %
	Podlaha:	10,431	10,7 %
	Otvorová výplň:	24,793	25,5 %
	Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc: 97,368 W/K
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 609,4 m³
 Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994): 0,16 W/m³K
 Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997): 11,7 kWh/m³,a
 Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu objektu lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht: 80,0 W/K
 Plocha obalových konstrukcí budovy: 459,3 m²
 Limit odvozený z U_{req} dílčích konstrukcí... U_{em,lim}: 0,46 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}: 0,17 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 10,529 GJ 2,925 MWh
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 609,4 m³
 Celková podlahová plocha budovy: 149,0 m²
 Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m³): 4,8 kWh/(m³.a)

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 20 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3453.
 Měrná potřeba tepla na vytápění pro 3422 denostupňů
 při daném způsobu větrání a vnitřních ziscích: 19 kWh/(m².a)

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

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	0,900	---	---	0,248	0,548	0,911	2,607
2	0,584	---	---	0,248	0,446	0,823	2,100
3	0,308	---	---	0,248	0,451	0,911	1,917
4	0,047	---	---	0,248	0,399	0,493	1,188
5	---	---	---	0,248	0,382	0,455	1,085

6	---	---	---	0,248	0,360	0,441	1,048
7	---	---	---	0,248	0,372	0,455	1,075
8	---	---	---	0,248	0,382	0,455	1,085
9	---	---	---	0,248	0,403	0,441	1,091
10	0,079	---	---	0,248	0,449	0,669	1,444
11	0,563	---	---	0,248	0,476	0,881	2,168
12	1,022	---	---	0,248	0,544	0,911	2,725

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	3,503 GJ	0,973 MWh	7 kWh/m2
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	2,484 GJ	0,690 MWh	5 kWh/m2
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	5,987 GJ	1,663 MWh	11 kWh/m2
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	5,361 GJ	1,489 MWh	10 kWh/m2
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	5,361 GJ	1,489 MWh	10 kWh/m2
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	2,975 GJ	0,827 MWh	6 kWh/m2
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	---	---	---
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	2,975 GJ	0,827 MWh	6 kWh/m2
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	5,209 GJ	1,447 MWh	10 kWh/m2
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	5,209 GJ	1,447 MWh	10 kWh/m2
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektřina z FV článků za rok Q,PV,el:	---	---	---
Elektřina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	---	---	---
<u>Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:</u>	<u>19,533 GJ</u>	<u>5,426 MWh</u>	<u>36 kWh/m2</u>

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

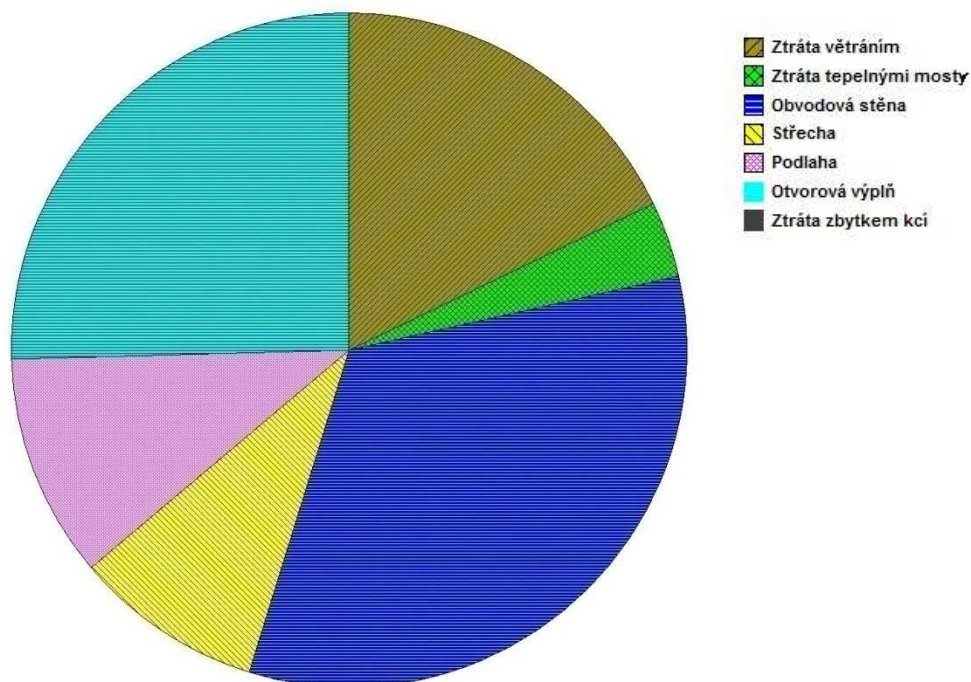
Celková roční dodaná energie:	5426 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	609,4 m3
Celková podlahová plocha budovy:	149,0 m2
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	8,9 kWh/(m3.a)

Měrná spotřeba energie budovy EP,A: **36 kWh/(m2.a)**

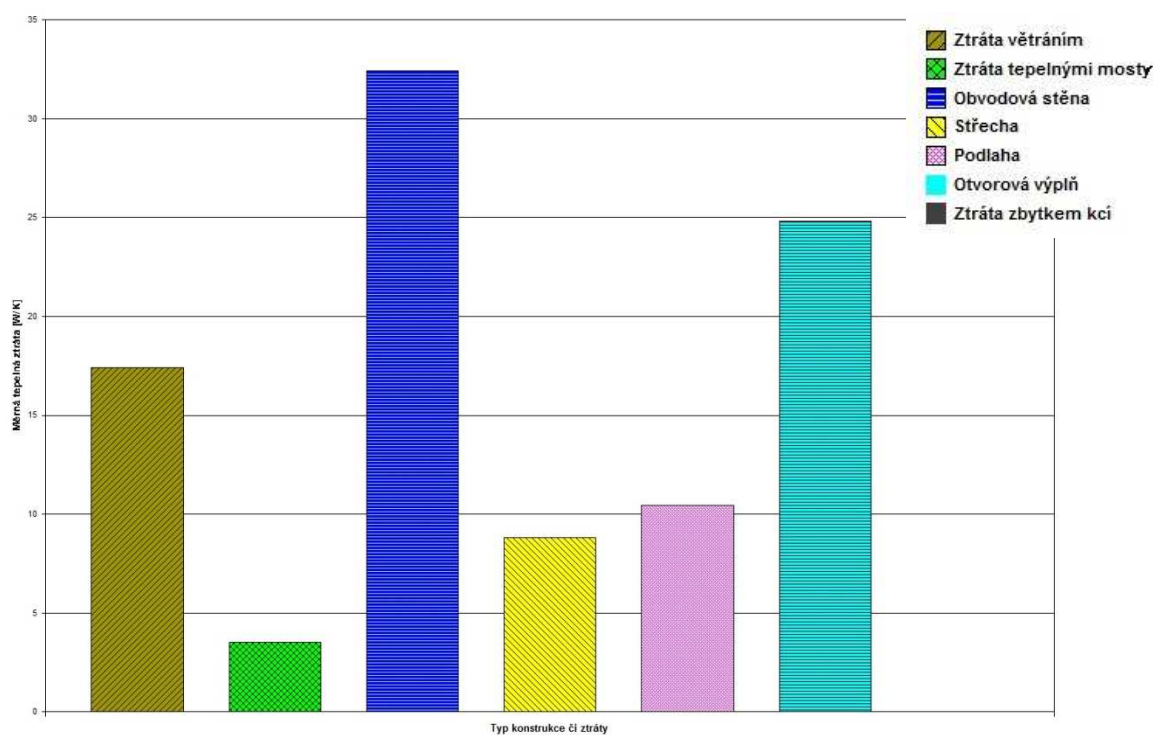
Poznámka: Měrná spotřeba energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

3.1.2 Grafické výstupy výpočtu podle vyhlášek MPO ČR

3.1.2.1 Měrné ztráty

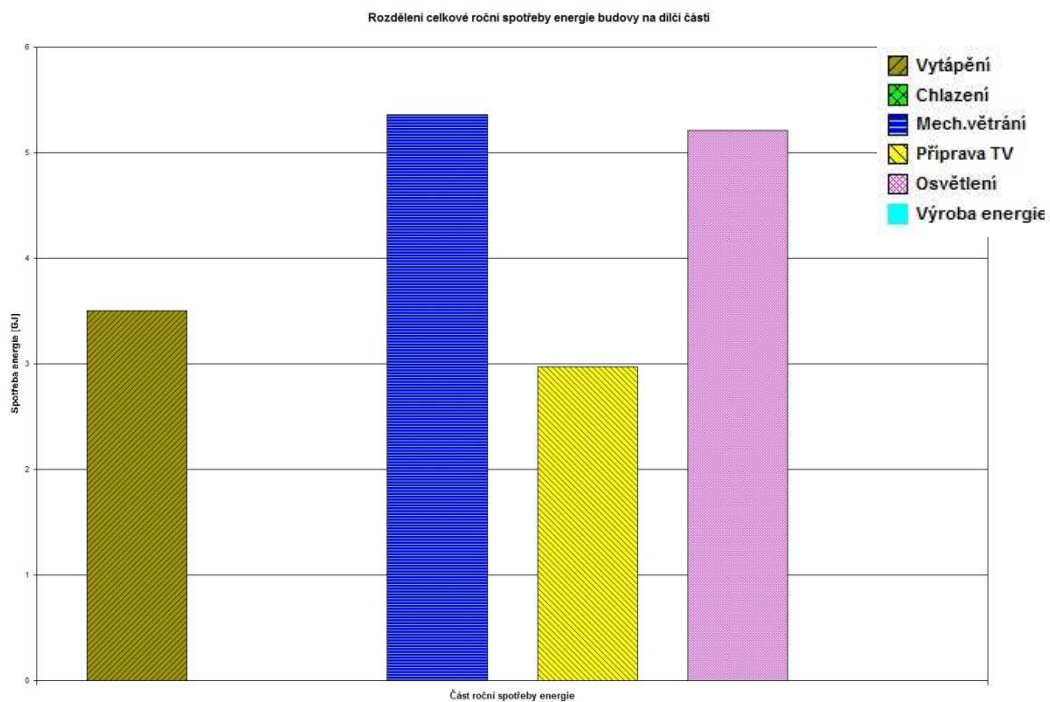


Obr. 3.1: Měrné ztráty – koláč



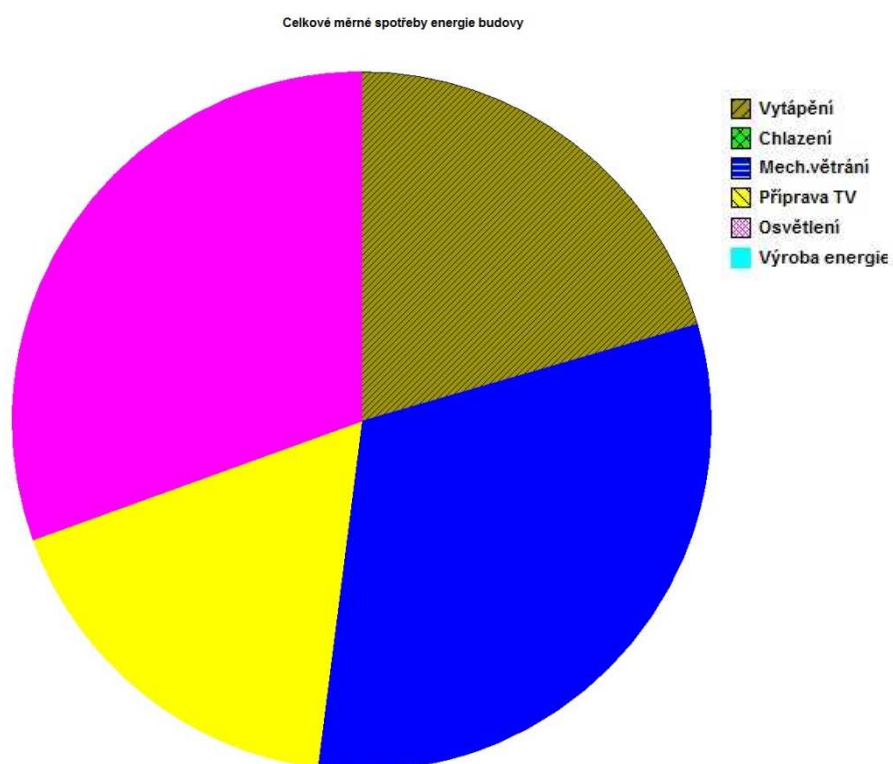
Obr. 3.2: Měrné ztráty – sloupce

3.1.2.2 Roční bilance



Obr. 3.3: Rozdělení celkové roční spotřeby energie budovy na dílčí části

3.1.2.3 Měrné spotřeby energie



Obr. 3.4: Celkové měrné spotřeby energie budovy

3.1.3 Výpočet podle TNI 73 0329

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Energie 2010

Název úlohy: **Pasivní rodinný dům**
Zpracovatel: Jan Panovec
Zakázka: BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Datum: 11.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
Typ výpočtu potřeby energie: podle TNI 730329 (měsíční)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
1. měsíc	31	-1,0 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	1,0 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	4,0 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	9,0 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	14,6 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	17,0 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	18,2 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	18,8 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	13,8 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	9,4 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	4,0 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-0,5 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-1,0 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	1,0 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	4,0 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	9,0 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	14,6 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	17,0 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	18,2 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	18,8 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	13,8 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	9,4 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	4,0 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-0,5 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: pobytová zóna
Geometrie (objem/podlah.pl.): 609,39 m3 / 149,0 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita: 165,0 kJ/(K.m2)

Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	380 W
..... odvozeny pro	· počet osob: 4 a počet bytů: 1
Teplo na přípravu TV:	7920,0 MJ/rok
Celk. pomocná energie:	2880,0 MJ/rok
Celk. elektřina na osvětlení:	11520,0 MJ/rok
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ano (z 100,0 %)
Priváděný vzduch:	35,0 C (recirkulace: 0,0 %)
Účinnost sdílení/distrib. VZT:	100,0 % / 98,0 %
Účinnost sdílení/distribuce:	98,0 % / 98,0 %
Název zdroje tepla:	(podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	tepelné čerpadlo
Parametr COP:	3,4

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	(podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	tepelné čerpadlo (1. zdroj tepla)
Účinnost zdroje přípravy TV:	95,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	487,512 m3
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	přirozené nebo nucené
Objem.tok přiváděného vzduchu:	70,0 m3/h
Objem.tok odváděného vzduchu:	70,0 m3/h
Násobnost výměny při dP=50Pa:	0,5 1/h
Souč.větrné expozice e:	0,01
Souč.větrné expozice f:	20,0
Účinnost zpětného získávání tepla:	80,0 %

Měrný tepelný tok větráním Hv: 5,589 W/K

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

Název konstrukce	Plocha [m2]	U [W/m2K]	b [-]	U,N [W/m2K]
obvodové stěny	208,85	0,145	1,00	0,300
stěna přilehlá k zemině	16,65	0,128	1,00	0,380
stropy přilehlé k nevytápěné p	114,33	0,091	1,00	0,240
okno 1	3,75	0,800	1,00	1,700
okno 2	0,63	0,950	1,00	1,700
okno 3	0,94	0,870	1,00	1,700
okno 4	0,5	0,960	1,00	1,700
okno 5	1,56	0,810	1,00	1,700
okno 6	1,25	0,830	1,00	1,700
okno 7	5,4	0,830	1,00	1,700
okno 8	1,35	0,830	1,00	1,700
dveře 9	9,0	0,790	1,00	1,700
okno 10	0,94	0,870	1,00	1,700
okno 11	0,56	0,920	1,00	1,700
dveře 12	2,25	0,790	1,00	1,700
Název liniového tep.mostu	Délka [m]	Psi [W/mK]	b [-]	
Kouty obvodové stěny	15,7	-0,063	1,00	
okno 1 - ostění	6,0	0,048	1,00	
okno 1 - nadpraží	2,5	0,048	1,00	
okno 1 - parapet	2,5	0,071	1,00	
okno 2 - ostění	2,5	0,048	1,00	
okno 2 - nadpraží	0,5	0,048	1,00	
okno 2 - parapet	0,5	0,071	1,00	

okno 3 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 3 - nadpraží	0,75	0,048	1,00
okno 3 - parapet	0,75	0,071	1,00
okno 4 - ostění	2,0	0,048	1,00
okno 4 - nadpraží	0,5	0,048	1,00
okno 4 - parapet	0,5	0,071	1,00
okno 5 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 5 - nadpraží	1,25	0,048	1,00
okno 5 - parapet	1,25	0,071	1,00
okno 6 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 6 - nadpraží	1,0	0,048	1,00
okno 6 - parapet	1,0	0,071	1,00
okno 7 - ostění	6,0	0,048	1,00
okno 7 - nadpraží	3,6	0,048	1,00
okno 7 - parapet	3,6	0,071	1,00
okno 8 - ostění	3,0	0,048	1,00
okno 8 - nadpraží	0,9	0,048	1,00
okno 8 - parapet	0,9	0,071	1,00
dveře 9 - ostění	9,0	0,048	1,00
dveře 9 - nadpraží	4,0	0,048	1,00
dveře 9 - parapet	4,0	0,071	1,00
okno 10 - ostění	2,5	0,048	1,00
okno 10 - nadpraží	0,75	0,048	1,00
okno 10 - parapet	0,75	0,045	1,00
okno 11 - ostění	1,5	0,048	1,00
okno 11 - nadpraží	0,75	0,048	1,00
okno 11 - parapet	0,75	0,071	1,00
dveře 12 - ostění	4,5	0,048	1,00
dveře 12 - nadpraží	1,0	0,048	1,00

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 68,973 W/K

Měrný tok zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	podlaha	
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK	
Plocha podlahy:	92,0 m ²	
Exponovaný obvod podlahy:	38,4 m	
Lin. činitel v napojení stěny:	-0,013 W/mK	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu	
Tloušťka obvodové stěny:	0,5 m	
Tepelný odpor podlahy:	5,52 m ² K/W	
Přídavná okrajová izolace:	svislá	
Tloušťka okrajové izolace:	0,25 m	
Tepelná vodivost okrajové izolace:	0,034 W/mK	
Hloubka okrajové izolace:	0,9 m	
Vypočtený přídavný lin. činitel prostupu:	-0,047 W/mK	
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,122 W/m ² K	
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	10,689 W/K	
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 8,382 do 50,056 W/K	
..... stanoveno pro periodické toky Hpi / Hpe:	13,291 / 5,856 W/K	

Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg: 10,689 W/K

Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m: od 8,382 do 50,056 W/K

Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory u zóny č. 1 :

1. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	půda
Objem vzduchu v prostoru:	56,43 m ³
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h
Násobnost výměny do exteriéru:	0,0 1/h
Tepelná propustnost Hiu:	0,0 W/K
Tepelná propustnost Hue:	0,0 W/K

Měrný tok Hiu: 0,0 W/K
Měrný tok Hue: 0,0 W/K
Parametr b dle EN ISO 13789: 1,0
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu: 0,000 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1:

Název konstrukce	Plocha [m2]	g/alfa [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
okno 1	3,75	0,5	0,7	1,0	1,0	JV
okno 2	0,63	0,5	0,42	1,0	1,0	JV
okno 3	0,94	0,5	0,5	1,0	1,0	SZ
okno 4	0,5	0,5	0,4	1,0	1,0	SZ
okno 5	1,56	0,5	0,65	1,0	1,0	SZ
okno 6	1,25	0,5	0,62	1,0	1,0	SZ
okno 7	5,4	0,5	0,61	1,0	1,0	JZ
okno 8	1,35	0,5	0,61	1,0	1,0	JZ
dveře 9	9,0	0,5	0,68	1,0	1,0	JZ
okno 10	0,94	0,5	0,55	1,0	1,0	SV
okno 11	0,56	0,5	0,46	1,0	1,0	SV
dveře 12	2,25	0,0	0,0	1,0	1,0	SV

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	965,7	1170,5	1794,5	2115,8	2525,1	2369,7
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2487,2	2462,2	2016,9	1542,0	704,0	493,8

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY:

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1:

Název zóny: pobytová zóna
Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 5,589 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 68,973 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 10,689 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. 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 H: 85,251 W/K

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	4,665	1,018	0,966	1,983	0,998	100,0	2,686
2	3,825	0,919	1,170	2,090	0,991	100,0	1,754
3	3,588	1,018	1,794	2,812	0,946	100,0	0,927
4	2,430	0,985	2,116	3,101	0,740	25,3	0,135
5	1,305	1,018	2,525	3,543	0,368	0,0	---
6	0,763	0,985	2,370	3,355	0,227	0,0	---
7	0,530	1,018	2,487	3,505	0,151	0,0	---
8	0,401	1,018	2,462	3,480	0,115	0,0	---
9	1,430	0,985	2,017	3,002	0,476	0,0	---
10	2,425	1,018	1,542	2,560	0,839	59,4	0,277
11	3,473	0,985	0,704	1,689	0,995	100,0	1,792
12	4,558	1,018	0,494	1,512	0,999	100,0	3,047

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 $Q_{H,nd}$:

10,618 GJ

Energie dodaná do zón po měsících:

Měsíc	$Q_{f,H}[GJ]$	$Q_{f,C}[GJ]$	$Q_{f,RH}[GJ]$	$Q_{f,W}[GJ]$	$Q_{f,L}[GJ]$	$Q_{f,A}[GJ]$	$Q_{fuel}[GJ]$
1	0,983	---	---	0,204	1,459	0,240	2,886
2	0,614	---	---	0,204	1,200	0,240	2,258
3	0,287	---	---	0,204	0,998	0,240	1,730
4	0,042	---	---	0,204	0,816	0,240	1,302
5	---	---	---	0,204	0,672	0,240	1,116
6	---	---	---	0,204	0,624	0,240	1,068
7	---	---	---	0,204	0,624	0,240	1,068
8	---	---	---	0,204	0,672	0,240	1,116
9	---	---	---	0,204	0,835	0,240	1,280
10	0,086	---	---	0,204	0,989	0,240	1,519
11	0,613	---	---	0,204	1,190	0,240	2,248
12	1,121	---	---	0,204	1,440	0,240	3,005

Vysvětlivky: $Q_{f,H}$ je spotřeba energie na vytápění, $Q_{f,C}$ je spotřeba energie na chlazení, $Q_{f,RH}$ je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, $Q_{f,W}$ je spotřeba energie na přípravu teplé vody, $Q_{f,L}$ je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), $Q_{f,A}$ je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q_{fuel} je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinnosti technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q_{fuel} :

20,597 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,75 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	85,251	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	5,589	6,6 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	10,689	12,5 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	3,139	3,7 %
	Měrný tok plošnými kceci Hd,c:	65,834	77,2 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	32,414	38,0 %
	Střecha:	10,404	12,2 %
	Podlaha:	10,689	12,5 %
	Otvorová výplň:	23,016	27,0 %
	Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	0,000	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc: 85,251 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 609,4 m³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994): 0,14 W/m³K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997): 10,3 kWh/m³,a

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

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht: 79,7 W/K
... dtto pro činitel teplotní redukce výplní otvorů b=1,15 (dle ČSN 730540): 83,1 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy: 460,0 m²
Limit odvozený z U_{req} dílčích konstrukcí... $U_{em,lim}$: 0,45 W/m²K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle TNI 730329 a 30: 0,17 W/m²K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle ČSN 730540: 0,18 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	10,618 GJ	2,950 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	609,4 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	149,0 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	4,8 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	20 kWh/(m².a)	
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	3453.	
Měrná potřeba tepla na vytápění pro 3422 denostupňů při daném způsobu větrání a vnitřních ziscích:	19 kWh/(m ² .a)	
Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systémů výroby, distribuce a emise tepla.		

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	0,983	---	---	0,204	1,459	0,240	2,886
2	0,614	---	---	0,204	1,200	0,240	2,258
3	0,287	---	---	0,204	0,998	0,240	1,730
4	0,042	---	---	0,204	0,816	0,240	1,302
5	---	---	---	0,204	0,672	0,240	1,116
6	---	---	---	0,204	0,624	0,240	1,068
7	---	---	---	0,204	0,624	0,240	1,068
8	---	---	---	0,204	0,672	0,240	1,116
9	---	---	---	0,204	0,835	0,240	1,280
10	0,086	---	---	0,204	0,989	0,240	1,519
11	0,613	---	---	0,204	1,190	0,240	2,248
12	1,121	---	---	0,204	1,440	0,240	3,005

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	3,745 GJ	1,040 MWh	7 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	4,897 GJ	1,360 MWh	9 kWh/m²
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m²
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	2,452 GJ	0,681 MWh	5 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	0,576 GJ	0,160 MWh	1 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	3,028 GJ	0,841 MWh	6 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	11,520 GJ	3,200 MWh	21 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	11,520 GJ	3,200 MWh	21 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektřina z FV článků za rok Q,PV,el:	---	---	---
Elektřina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	---	---	---
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	20,597 GJ	5,721 MWh	38 kWh/m²

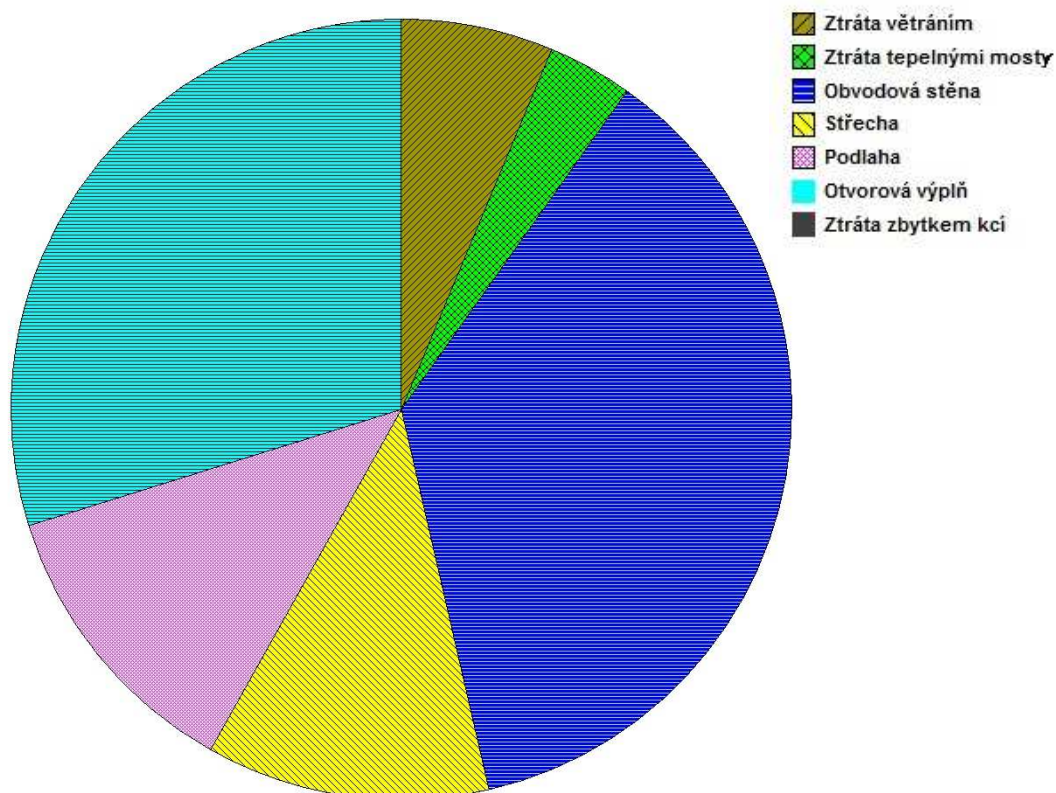
Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	5721 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	609,4 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	149,0 m ²
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	9,4 kWh/(m ³ .a)
Měrná spotřeba energie budovy EP,A:	38,4 kWh/(m².a)

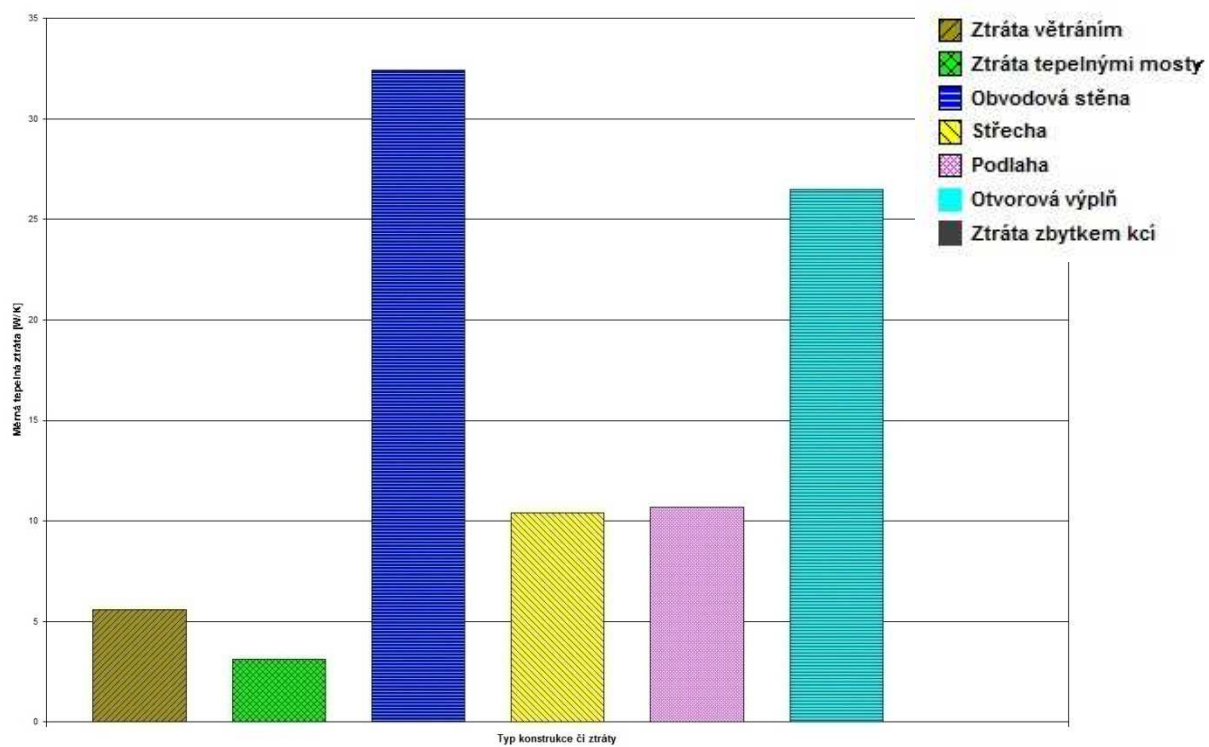
Poznámka: Měrná spotřeba energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

3.1.4 Grafické výstupy výpočtu podle TNI 73 0329

3.1.4.1 Měrné ztráty

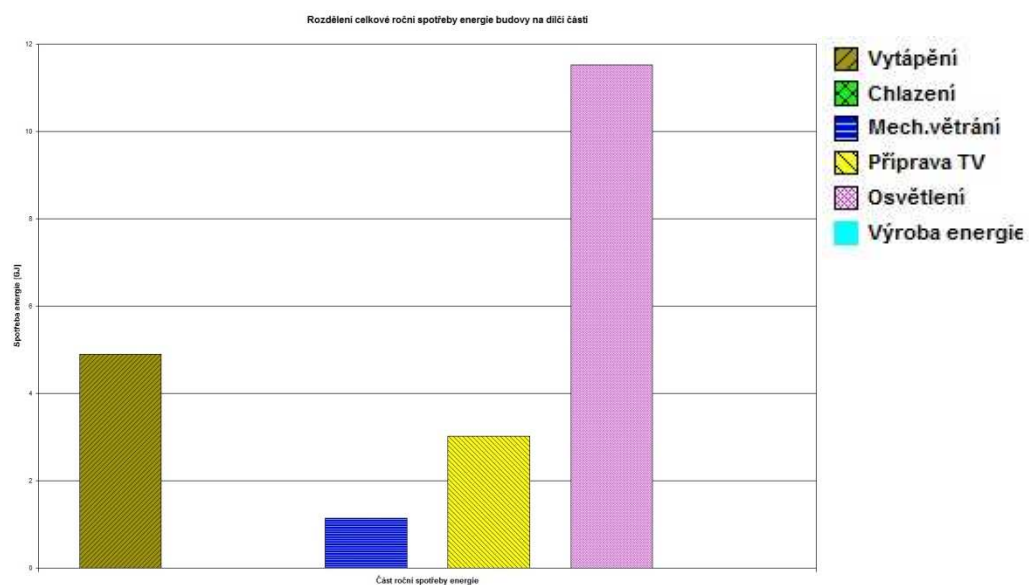


Obr. 3.5: Měrné ztráty – koláč



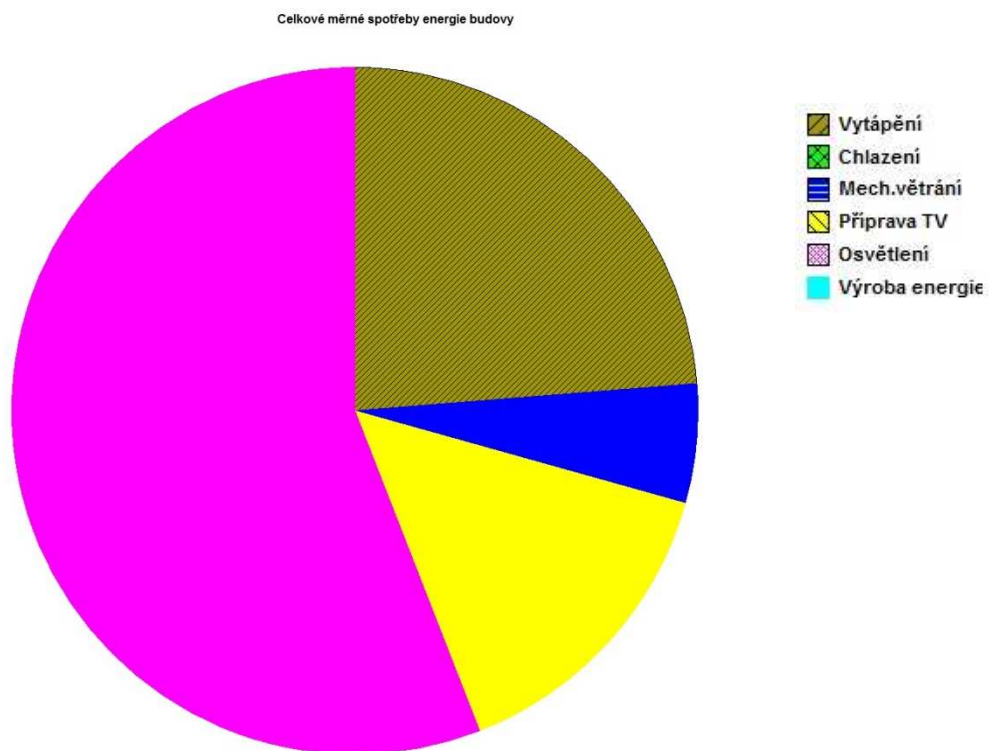
Obr. 3.6: Měrné ztráty – sloupce

3.1.4.2 Roční bilance



Obr. 3.7: Rozdělení celkové roční spotřeby energie budovy na dílčí části

3.1.4.3 Měrné spotřeby energie



Obr. 3.8: Celkové měrné spotřeby energie budovy

4. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

4.1 Úvod

V domě bylo provedeno měření vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu: vnitřní teploty a relativní vlhkosti vzduchu. Měření bylo provedeno v obývacím pokoji, kuchyni, pracovně, dětském pokoji a koupelně ve 2. NP. Tato práce se zabývá podrobnějším rozбором vnitřního mikroklimatu obývacího pokoje.

Za účelem ověření provozu a chování instalovaného systému teplovzdušného vytápění a tepelného čerpadla bylo dále provedeno měření teploty vody v potrubí sekundárního okruhu, v potrubí uvnitř vnitřní jednotky tepelného čerpadla a teploty vzduchu vycházejícího ze vzduchotechnických vyústek umístěných v obývacím pokoji a v kuchyni.

4.2 Měřicí přístroje

Měření v místnostech bylo provedeno pomocí dataloggerů Comet S3120 (obr. 4.1), měření teploty vody v potrubí a teploty vzduchu ve vyústkách bylo provedeno pomocí čtyřkanálového dataloggeru Comet S0141 (obr. 4.2).



Obr. 4.1: Comet S3120



Obr. 4.2: Comet S0141

4.3 Měření vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu v obývacím pokoji

4.3.1 Datum měření

- začátek měření: pondělí 12. 3. 2012, 13:00
- konec měření: pondělí 19. 3. 2012, 12:00

4.3.2 Způsob měření

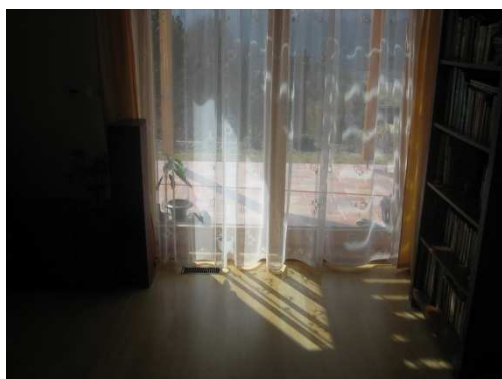
Způsob měření je zobrazen na Obr. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 a 4.5.



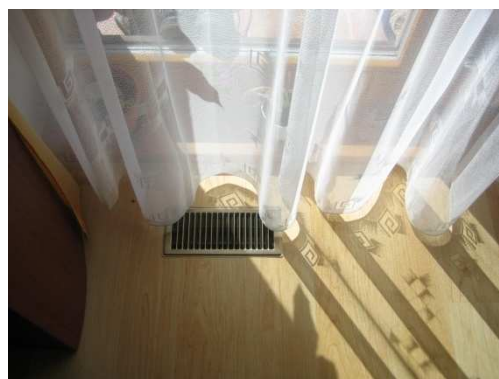
Obr. 4.3: Měření v obývacím pokoji



Obr. 4.4: Měření v obývacím pokoji



Obr. 4.5: Umístění vyústky v místnosti



Obr. 4.6: Vyústka vzduchotechniky

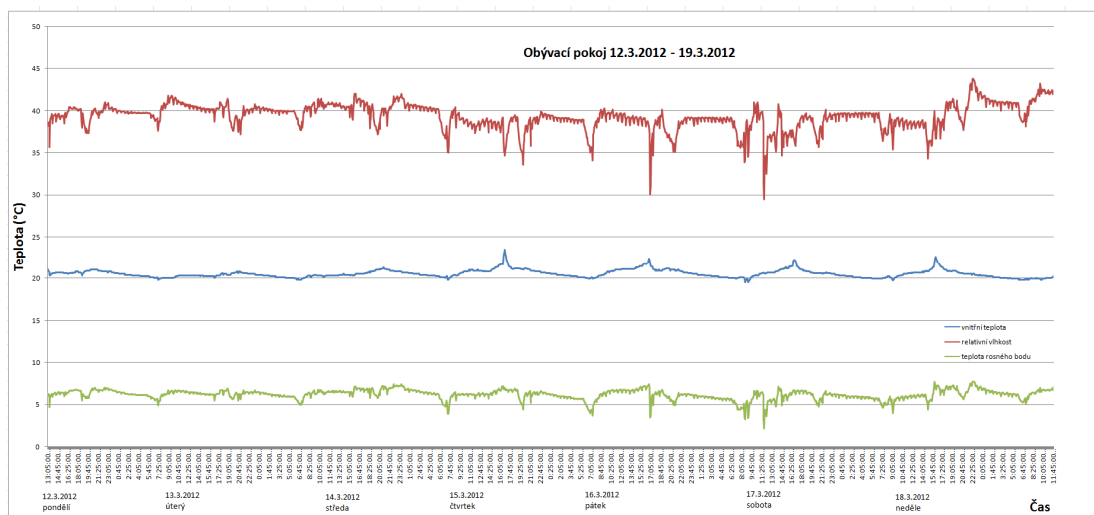


Obr. 4.7: Měření ve vyústce vzduchotechniky

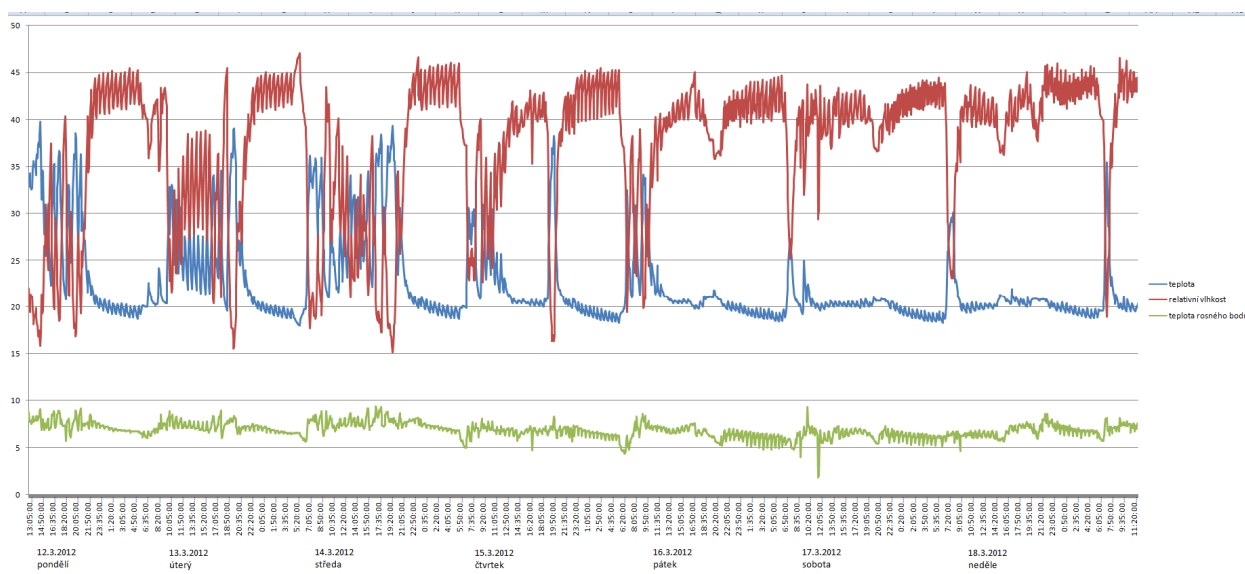
4.3.3 Celkové grafy

První graf (Obr. 4.8) znázorňuje průběh vnitřní teploty, relativní vlhkosti a teploty rosného bodu za jeden týden.

Druhý graf (Obr. 4.9) ukazuje průběh teploty a relativní vlhkosti ve výústce vzduchotechniky.



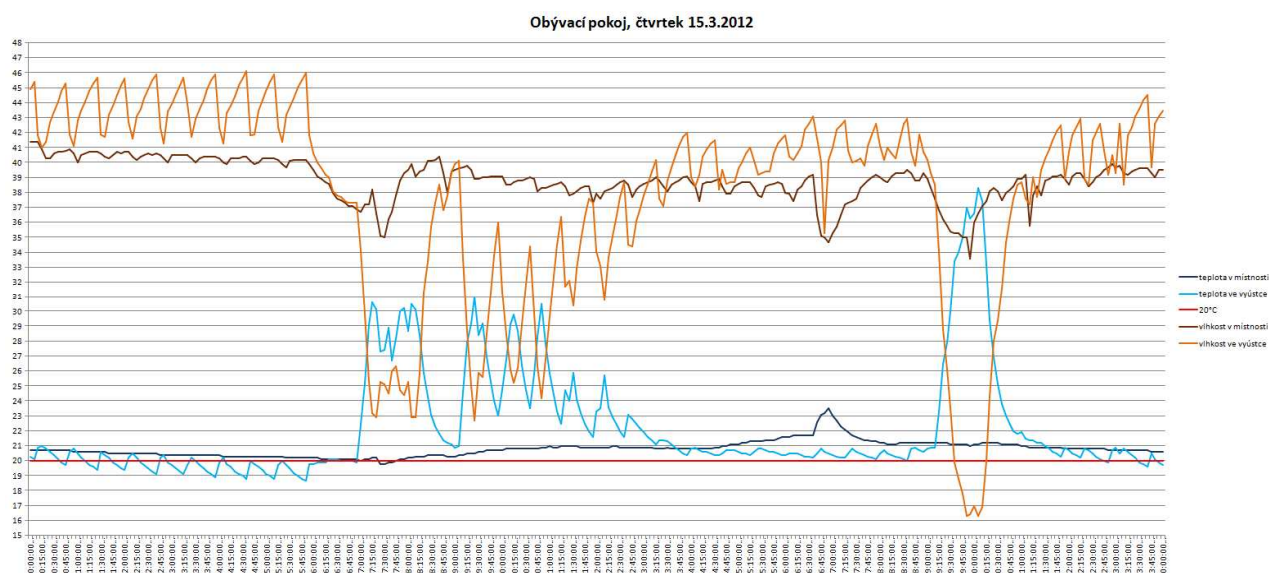
Obr.4.8: Průběh vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu v obývacím pokoji 12.3. – 15.3.2012



Obr. 4.9: Průběh vybraných parametrů vzduchu ve výústce vzduchotechniky

4.3.4 Rozbor

Pro názornou ukázkou průběhu teplot v obývacím pokoji byl vybrán typický den vyhodnocovaného týdne. Jedná se o čtvrtek 15. 3. 2012, protože obsahuje všechny výrazné změny parametrů vnitřního vzduchu, které se v týdnu odehrály. Z grafu (Obr. 4.10) je patrný pokles teploty o necelý 1°C v nočních hodinách, kdy nedochází k vytápění, ale pouze k větrání. Zhruba v 7:00 se spouští vytápění. V 7:20 je zřetelně vidět pokles teploty i relativní vlhkosti z důvodu otevření francouzského okna vedoucího na terasu. Zde je nutno poznamenat, že francouzské okno a okno na jihovýchodní straně jsou opatřeny žaluziemi, které ale byly v době měření po celou dobu vytaženy. V dalších hodinách dochází k nárůstu vnitřní teploty vzduchu zhruba na 21°C. Ke zvýšení vnitřní teploty zde přispívá i tepelný zisk radiací oknem na jihovýchodní straně. Jelikož je francouzské okno orientováno na jihozápadní stranu, zhruba od 15:00 lze jasně vidět poměrně výrazný nárůst vnitřní teploty vzduchu až na hodnotu přesahující 23°C. Zároveň klesla relativní vlhkost zhruba na 35%. V tuto dobu je vytápění vypnuto. Mezi 17:00 a 17:30, kdy začíná zapadat Slunce, vnitřní teplota opět klesá na 21°C. Naposledy se vytápění zapne večer v 19:15 a končí ve 21:00. Z grafu je zřejmé, že během této doby dochází jen k nepatrnému zvýšení vnitřní teploty. Poté už vnitřní teplota během noci opět pozvolna klesá k 20°C.



Obr. 4.10: Srovnání vybraných parametrů vzduchu (teploty a rel. vlhkosti) v místnosti a ve výústce vzduchotechniky

4.4 Měření teploty vody v potrubí sekundárního okruhu

4.4.1 Datum měření

- začátek měření: pondělí 26. 3. 2012, 13:00
- konec měření: pondělí 2. 4. 2012, 12:00

4.4.2 Způsob měření

Způsob měření je zobrazen na Obr. 4.11, 4.12 a 4.13



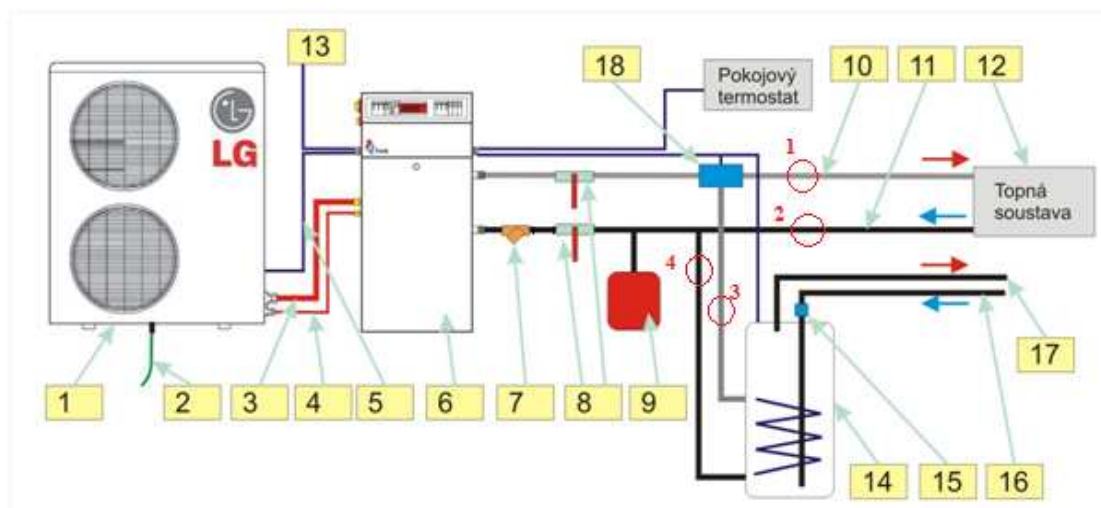
Obr. 4.11: Měření na větvi do VZT jednotky



Obr. 4.12: Měření na větvi do AN

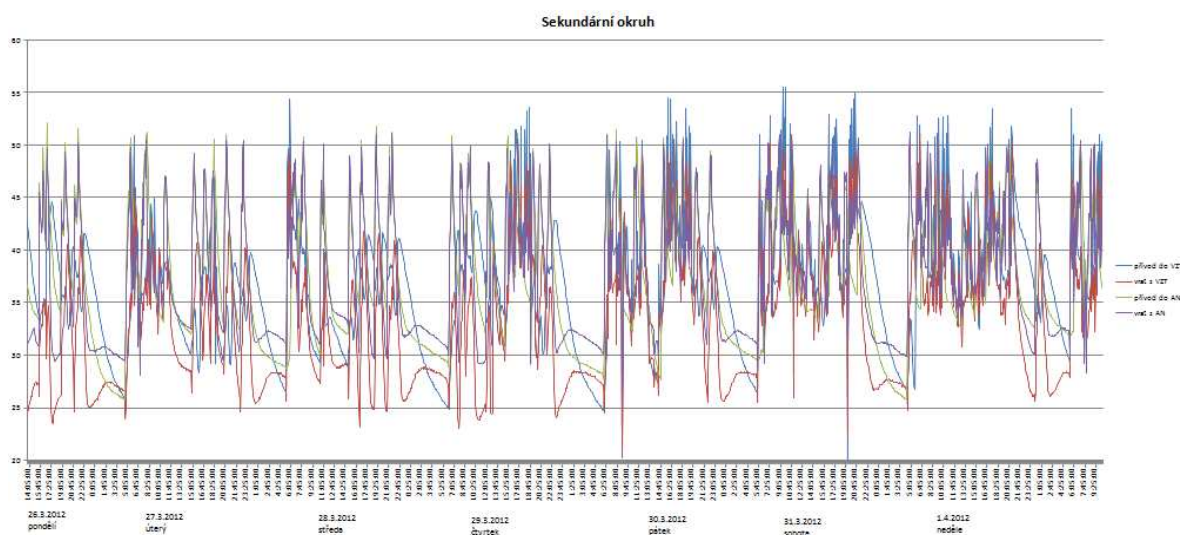


Obr. 4.13: Měření na sekundárním okruhu



Obr. 4.14: Umístění čidel na měření povrchových teplot trubek sekundárního okruhu

4.4.3 Grafy



Obr. 4.15: Průběh teplot vody v potrubí sekundárního okruhu

4.4.4 Rozbor

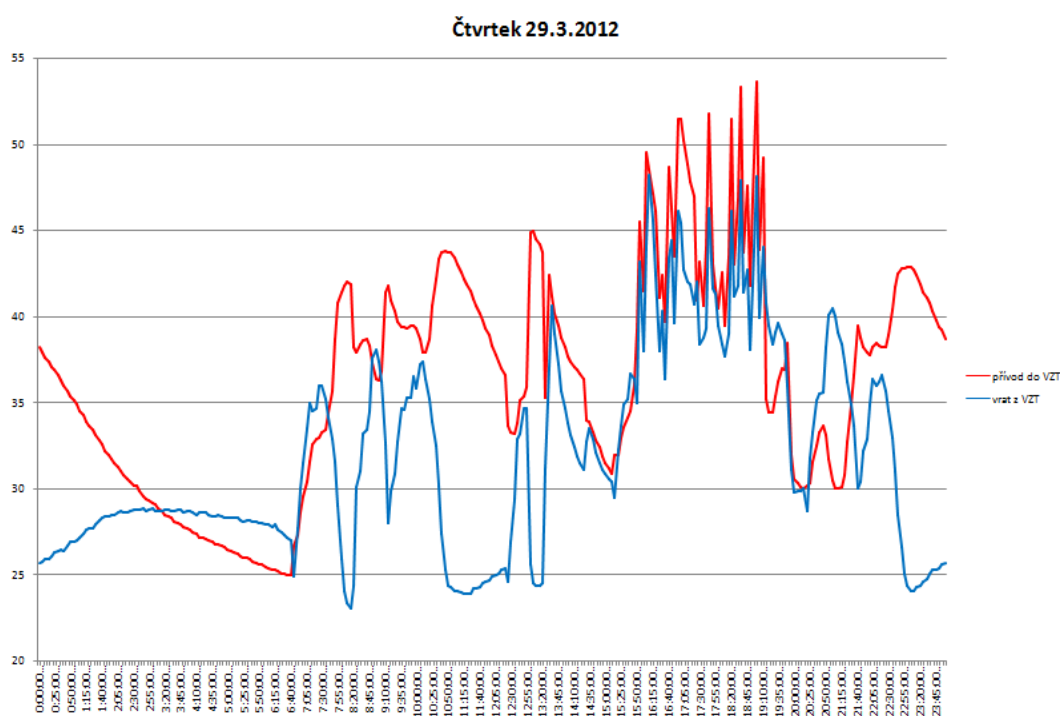
Pro rozbor průběhu teplot vody v potrubí sekundárního okruhu byl vybrán čtvrtek 29. 3. 2012. Průběhy jsou znázorněny na obr. 4.16 (přívod a vrat do akumulární nádrže) a obr. 4.17 (přívod a vrat do vzduchotechnické jednotky). Na obr. 4.18 je srovnání teplot na přívodu do akumulární nádrže a do vzduchotechnické jednotky.

Ze všech grafů je jasně patrný počátek aktivity sekundárního okruhu v 6:45 ráno. Voda vedoucí do vzduchotechnické jednotky vykazuje nejvyšší teplotu v odpoledních hodinách mezi 16. a 19. hodinou.

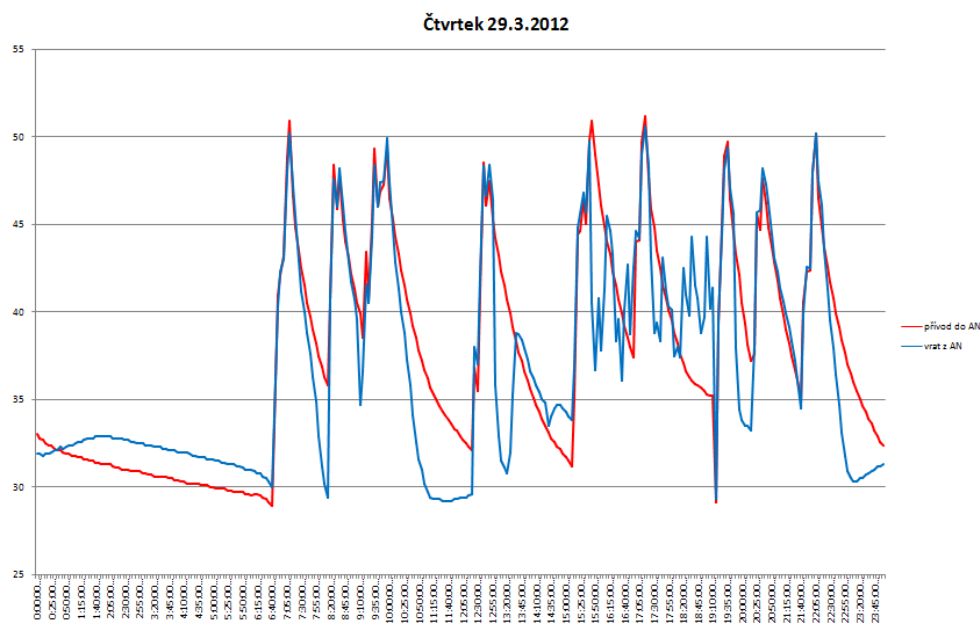
Teploty přívodu do vzduchotechnické jednotky se v dopoledních hodinách pohybují mezi 40°C až 45 °C. Odpoledne se dostávají až na 54°C. Teplota vratu je většinou zhruba o 5°C nižší.

Voda jdoucí do akumulační nádrže má přibližně stejnou maximální teplotu 50°C po celý den. Z grafu je jasně patrné, že teplota vratné vody z akumulační nádrže má jen o málo nižší maximální teploty, ale oproti přívodu rychleji chladne.

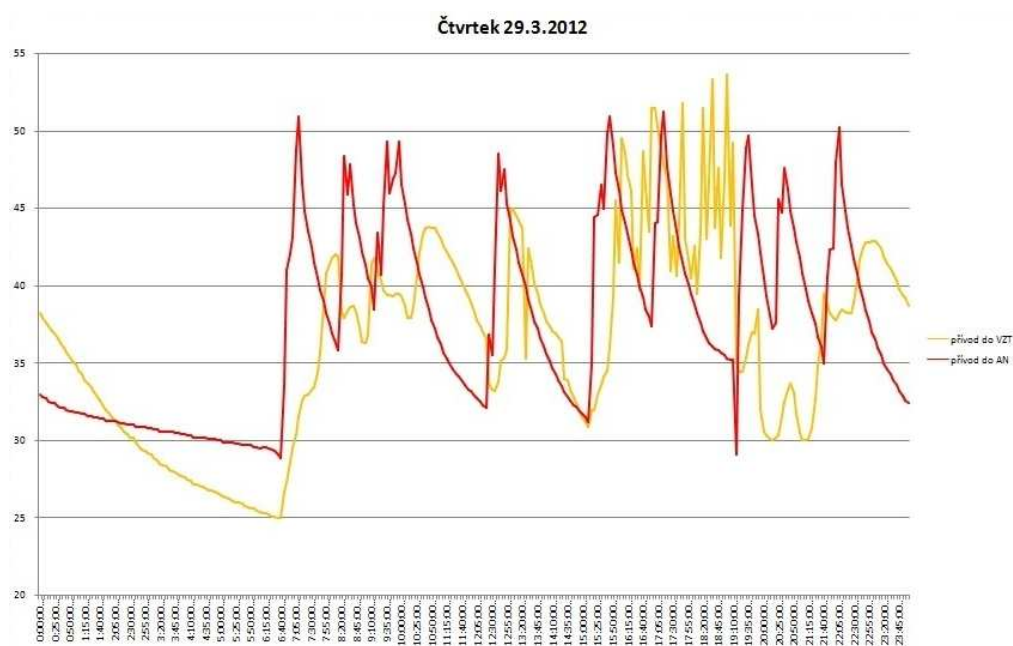
Na posledním grafu je patrné, že v dopoledních hodinách má vyšší teplotu přívod do akumulační nádrže, zatímco přívod do vzduchotechnické jednotky vykazuje vyšší teploty odpoledne.



Obr. 4.16: Průběh teplot vody na přívodu a odvodu ze VZT jednotky



Obr. 4.17: Průběh teplot vody na přívodu a vratu z akumulční nádrže



Obr. 4.18: Průběh teplot vody na přívodu do VZT jednotky a akumulční nádrže

4.5. Závěr

Bylo provedeno měření vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu (vnitřní teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu a teplota rosného bodu) pasivního rodinného domu. Měření probíhalo od 20. 2. 2012 do 18. 3. 2012 postupně v kuchyni, pracovně, obývacím pokoji,

dětském pokoji ve 2. NP a v koupelně ve 2. NP. V kuchyni a obývacím pokoji bylo zároveň provedeno měření vybraných parametrů vzduchu ve vzduchotechnických vyústkách.

Byl proveden rozbor naměřených dat v obývacím pokoji pro čtvrtek 15. 3. 2012.

Dále bylo provedeno měření teplot vody sekundárního okruhu. V týdnu od 26. 3. 2012 do 1. 4. 2012 byly naměřeny teploty vody na přívodu do akumulární nádrže a vratu z akumulární nádrže a teploty vody na přívodu a vratu ze vzduchotechnické jednotky. Rozbor popisuje průběh teplot ve čtvrtek 29. 3. 2012.

C. PROJEKT



1. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

a) identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, číslo, PSČ):	Lesní 2171 Vsetín 755 01
Účel budovy:	Rodinný dům
Kód obce:	541630
Kód katastrálního území:	786764
Parcelní číslo:	7695/2
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník:	Ing. Vladan Panovec
Adresa:	Lesní 2171 Vsetín 755 01
IČ:	-
Tel./e-mail:	unisol@seznam.cz
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel:	Ing. Vladan Panovec
Adresa:	Lesní 2171 Vsetín 755 01
IČ:	-
Tel./e- mail:	unisol@seznam.cz
☒ Nová budova	☐ Změna stávající budovy
☐ Umístění na veřejném místě podle § 6a, odst. 6 zákona 406/2000 Sb.	

b) typ budovy

☒ Rodinný dům	☐ Bytový dům	☐ Hotel a restaurace
☐ Administrativní budova	☐ Nemocnice	☐ Budova pro vzdělávání
☐ Sportovní zařízení	☐ Budova pro velkoobchod a maloobchod	
☐ Jiný druh budovy - připojte jaký:		

c) užití energie v budově

1. stručný popis energetického a technického zařízení budovy

Hlavním zdrojem tepla pro vytápění domu a ohřev teplé vody je tepelné čerpadlo vzduch/voda TnG AIR X1100i s topným výkonem 13,2 kW a COP 3,73.

Zásobníkem teplé vody je akumulční nádoba Dražice Nado 500 v2 o objemu 500 l. Uvnitř nádoby je instalována další ocelová nádoba o objemu 140 l, která slouží k ohřevu teplé vody.

V technické místnosti je umístěna vzduchotechnická jednotka Atrea Duplex RC určená pro teplovzdušné vytápění a současně pro nucené větrání se zpětným získáváním tepla.

2. druhy energie užívané v budově

- | | | |
|--|---|-------------------------------------|
| ☒ Elektrická energie | ☐ Tepelná energie | ☐ Zemní plyn |
| ☐ Hnědé uhlí | ☐ Černé uhlí | ☐ Koks |
| ☐ TTO | ☐ LTO | ☐ Nafta |
| ☐ Jiné plyny | ☐ Druhotná energie | ☐ Biomasa |
| ☐ Ostatní obnovitelné zdroje – připojte jaké: | | |
| ☐ Jiná paliva – připojte jaká: | | |

3. hodnocená dílčí energetická náročnost budovy EP

- | | |
|---|--|
| ☒ Vytápění (EP_H) | ☒ Příprava teplé vody (EP_{DHW}) |
| ☐ Chlazení (EP_C) | ☒ Osvětlení (EP_{Light}) |
| ☒ Mechanické větrání (vč. zvlhčování) ($EP_{Aux;Fans}$) | |

d) technické údaje budovy

1. stručný popis budovy

Jedná se o rodinný dům, který slouží k bydlení, obsahuje jeden byt a je koncipován jako jednogeneční pasivní.

Rodinný dům je samostatně stojící, s částečně výškově uskočeným podlažím, přízemní, s obytným podkrovím, nepodsklepený. Je navržen na obdélníkovém půdoryse o rozměrech 10,3 x 11,1 m. Střecha je sedlová, s orientací hlavního hřebene střechy ve směru SZ-JV.

Z hlediska funkčního a dispozičního je stavba rozdělena na tři části. Na severovýchodní straně se nachází vstupní část, která se skládá ze zádveří, chodby, WC, koupelny s prádelnou a technické místnosti sloužící k technickému zabezpečení objektu. Tato vstupní část je výškově umístěna mezi denní a klidovou částí.

2. geometrické charakteristiky budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné budovy [m^3]	609,4
Celková plocha obálky A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy [m^2]	459,3
Celková podlahová plocha budovy A_c [m^2]	149,0
Objemový faktor tvaru budovy A/V [m^2/m^3]	0,75

3. klimatické údaje a vnitřní návrhová teplota

Klimatické místo	II.
Venkovní návrhová teplota v otopném období θ_e [$^{\circ}\text{C}$]	-17
Převažující vnitřní návrhová teplota v otopném období θ_i [$^{\circ}\text{C}$]	20

4. charakteristika ochlazovaných konstrukcí budovy

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A [m^2]	Součinitel prostupu tepla U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H_T [W/K]
Obvodová stěna	225,5	0,14	32,4
Strop pod nevytápěnou půdou	114,3	0,08	8,8
Podlaha	89,1	0,18	10,4
Otvorové výplně	30,4	0,82	24,8
Tepelné vazby mezi konstrukcemi			3,6
Celkem	459,3	---	80,0

5. tepelně technické vlastnosti budovy

Požadavek podle § 6a Zákona	Veličina a jednotka	Hodnocení
1. Stavební konstrukce a jejich styky mají ve všech místech nejméně takový tepelný odpor, že jejich vnitřní povrchová teplota nezpůsobí kondenzaci vodní páry.	teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{\text{Rsi},N}$ [-]	Požadavek je splněn
2. Stavební konstrukce a jejich styky mají nejvýše požadovaný součinitel prostupu tepla a činitel prostupu tepla.	souč. prostupu tepla U_N [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$], činitel prostupu tepla ψ_N [$\text{W}/(\text{m.K})$] a χ_N [W/K]	Požadavek je splněn
3. U stavebních konstrukcí nedochází k vnitřní kondenzaci vodní páry nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti.	roční množství kondenzátu a možnost odpaření $M_{\text{c},N}$ [$\text{kg}/(\text{m}^2.\text{a})$] a $M_{\text{c}} < M_{\text{ev}}$	Požadavek je splněn

4. 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.	součinitel spárové průvzdušnosti $i_{LV,N}$ [$m^3/(s.m.Pa^{0,67})$], celková průvzdušnost obálky budovy n_{50} [h^{-1}]	Požadavek je splněn
5. Podlahové konstrukce mají požadovaný pokles dotykové teploty, zajišťovaný jejich jímovostí a teplotou na vnitřním povrchu.	pokles dotykové teploty $\Delta\theta_{10,N}$ [$^{\circ}C$]	Požadavek je splněn
6. Místnosti (budova) mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období, snižující riziko jejich přílišného chladnutí a přehřívání.	pokles výsledné teploty $\Delta\theta_{v,N}(t)$ [$^{\circ}C$], nejvyšší vzestup teploty nebo teplota vzduchu $\Delta\theta_{ai,max,N} / \theta_{ai,max,N}$ [$^{\circ}C$]	Požadavek je splněn
7. Budova má požadovaný nízký průměrný součinitel prostupu tepla obvodového pláště U_{em} .	průměrný součinitel prostupu tepla obálky $U_{em,N}$ [$W/(m^2K)$]	Požadavek je splněn

Pozn. Hodnoty 1, 2, 3 převzaty z projektové dokumentace.

6. vytápění

Otopný systém budovy				
Typ zdroje (zdrojů) energie	Tepelné čerpadlo			
Použité palivo	elektřina			
Jmenovitý tepelný výkon kotle (kotlů) [kW]	-			
Průměrná roční účinnost zdroje (zdrojů) energie [%]	-	☐ Výpočet	☐ Měření	☒ Odhad
Roční doba využití zdroje (zdrojů) energie [hod./rok]	-	☐ Výpočet	☐ Měření	☐ Odhad
Regulace zdroje (zdrojů) energie	Automatická			
Údržba zdroje (zdrojů) energie	☒ Pravidelná	☐ Pravidelná smluvní	☐ Není	
Převažující typ otopné soustavy	Teplovzdušná			
Převažující regulace otopné soustavy	Automatická			
Rozdělení otopných větví podle orientace budovy	☐ Ano		☒ Ne	
Stav tepelné izolace rozvodů otopné soustavy	Dobrý			

7. dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

Vytápění	Bilanční
Dodaná energie na vytápění $Q_{\text{fuel,H}}$ [GJ/rok]	3,50
Spotřeba pomocné energie na vytápění $Q_{\text{Aux,H}}$ [GJ/rok]	2,48
Energetická náročnost vytápění $EP_H = Q_{\text{fuel,H}} + Q_{\text{Aux,H}}$ [GJ/rok]	5,99
Měrná spotřeba energie na vytápění vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{H,A}$ [kWh/(m ² .rok)]	11

8. větrání a klimatizace

Mechanické větrání			
Typ větracího systému (systémů)	Nucené větrání		
Tepelný výkon [kW]	10		
Jmenovitý elektrický příkon systému (systémů) větrání [kW]	250		
Jmenovité průtokové množství vzduchu [m ³ /hod]	243,7		
Převažující regulace větrání	Automatická		
Údržba větracího systému (systémů)	☒ Pravidelná	☐ Pravidelná smluvní	☐ Není
Zvlhčování vzduchu			
Typ zvlhčovací jednotky (jednotek)	Není		
Jmenovitý příkon systému (systémů) zvlhčování [kW]	-		
Použité médium pro zvlhčování	☐ Pára	☐ Voda	
Regulace klimatizační jednotky	-		
Údržba klimatizace	☐ Pravidelná	☐ Pravidelná smluvní	☐ Není
Stav tepelné izolace VZT jednotky a rozvodů	-		
Chlazení			
Druh systému (systémů) chlazení	-		
Jmenovitý el. příkon pohonu zdroje (zdrojů) chladu [kW]	-		
Jmenovitý chladicí výkon [kW]	-		
Převažující regulace zdroje (zdrojů) chladu	-		
Převažující regulace chlazeného prostoru	-		
Údržba zdroje (zdrojů) chladu	☐ Pravidelná	☐ Pravidelná smluvní	☐ Není
Stav tepelné izolace rozvodů chladu	-		

9. dílčí hodnocení energetické náročnosti mechanického větrání (vč. zvlhčování)

Mechanické větrání a úprava vnitřní vlhkosti	Bilanční
Spotřeba pomocné energie na mech. větrání $Q_{Aux;Fans}$ [GJ/rok]	5,36
Dodaná energie na zvlhčování $Q_{fuel,Hum}$ [GJ/rok]	-
Energetická náročnost mechanického větrání (vč. zvlhčování) $EP_{Fans} = Q_{Aux;Fans} + Q_{fuel,Hum}$ [GJ/rok]	5,36
Měrná spotřeba energie na mech. větrání vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{Fans,A}$ [kWh/(m ² .rok)]	10

10. dílčí hodnocení energetické náročnosti chlazení

Chlazení	Bilanční
Dodaná energie na chlazení $Q_{\text{fuel,C}}$ [GJ/rok]	-
Spotřeba pomocné energie na chlazení $Q_{\text{Aux,C}}$ [GJ/rok]	-
Energetická náročnost chlazení $EP_C = Q_{\text{fuel,C}} + Q_{\text{Aux,C}}$ [GJ/rok]	-
Měrná spotřeba energie na chlazení vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{C,A}$ [kWh/(m ² .rok)]	-

11. příprava teplé vody (TV)

Příprava teplé vody			
Druh přípravy TV	Akumulační zásobník		
Systém přípravy TV v budově	☒ Centrální	☐ Lokální	☐ Kombinovaný
Použitá energie	elektrická		
Jmenovitý příkon pro ohřev TV [kW]	-		
Průměrná roční účinnost zdroje (zdrojů) přípravy [%]	-	☐ Výpočet	☐ Měření ☒ Odhad
Objem zásobníku TV [litry]	-		
Údržba zdroje přípravy TV	☒ Pravidelná	☐ Pravidelná smluvní	☐ Není
Stav tepelné izolace rozvodů TV	Dobry		

12. dílčí hodnocení energetické náročnosti přípravy teplé vody

Příprava teplé vody	Bilanční
Dodaná energie na přípravu TV $Q_{\text{fuel,DHW}}$ [GJ/rok]	2,98
Spotřeba pomocné energie na přípravu TV $Q_{\text{Aux,DHW}}$ [GJ/rok]	-
Energetická náročnost přípravy TV $EP_{\text{DHW}} = Q_{\text{fuel,DHW}} + Q_{\text{Aux,DHW}}$ [GJ/rok]	2,98
Měrná spotřeba energie na přípravu teplé vody vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{\text{DHW,A}}$ [kWh/(m ² .rok)]	6

13. osvětlení

Osvětlení	
Typ osvětlovací soustavy	Žárovky a zářivky
Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	450
Způsob ovládání osvětlovací soustavy	Ruční

14. dílčí hodnocení energetické náročnosti osvětlení

Osvětlení	Bilanční
Dodaná energie na osvětlení $Q_{\text{fuel,Light,E}}$ [GJ/rok]	5,21
Energetická náročnost osvětlení $EP_{\text{Light}} = Q_{\text{fuel,Light,E}}$ [GJ/rok]	5,21
Měrná spotřeba energie na osvětlení vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{\text{Light,A}}$ [kWh/(m ² .rok)]	10

15. ukazatel celkové energetické náročnosti budovy

Energetická náročnost budovy	Bilanční
Výroba energie v budově nezapočtená v dílčích energetických náročnostech (např. z kogenerace a fotovoltaických článků) Q_E [GJ/rok]	-
Energetická náročnost budovy EP [GJ/rok]	19,53
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu EP_A [kWh/(m ² .rok)]	36
Měrná spotřeba energie referenční budovy $R_{\text{rq,A}}$ [kWh/(m ² .rok)], tj. energetická náročnost referenční budovy R_{rq} vztažená na celkovou podlahovou plochu A	142
Vyjádření ke splnění požadavků na energetickou náročnost budovy	Budova splňuje požadavky
Třída energetické náročnosti hodnocené budovy	A – mimořádně úsporná

e) energetická bilance budovy pro standardní užívání

1. dodaná energie z vnější strany systémové hranice budovy stanovená bilančním hodnocením

Energonositel	Vypočtené množství dodané energie	Energie skutečně dodaná do budovy	Jednotková cena
	GJ/rok	GJ/rok	Kč/GJ
Elektřina	19,53	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Celkem	19,53	-	-

2. energie vyrobená v budově

Druh zdroje energie	Vypočtené množství vyrobené energie
	GJ/rok
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
Celkem	-

f) ekologická a ekonomická proveditelnost alternativních systémů a kogenerace u nových budov s podlahovou plochou nad 1 000 m²

☐ Místní obnovitelný zdroj energie	☐ Kogenerace
☐ Dálkové vytápění nebo chlazení	☐ Blokové vytápění nebo chlazení
☐ Tepelné čerpadlo	☐ Jiné:

1. postup a výsledky posouzení ekologické a ekonomické proveditelnosti technicky dostupných a vhodných alternativních systémů dodávek energie

V budově se nevyplatí instalovat další systémy dodávek energie.

g) doporučená technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

1. doporučená opatření

Popis opatření	Úspora energie (GJ)	Investiční náklady (tis. Kč)	Prostá doba návratnosti
Nejsou navržena další opatření	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Úspora celkem se zahrnutím synergických vlivů	-	-	-

2. hodnocení budovy po provedení doporučených opatření

Budova po opatřeních	Bilanční
Energetická náročnost budovy EP (GJ/rok)	-
Třída energetické náročnosti	-
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu (kWh/m ²)	-

h) další údaje

1. doplňující údaje k hodnocené budově

Stavební konstrukce vyhovují legislativním a normovým požadavkům, proto nejsou navržena žádná další opatření.

2. seznam podkladů použitých k hodnocení budovy

Projektová dokumentace z roku 2010

(2) Doba platnosti průkazu a identifikace zpracovatele

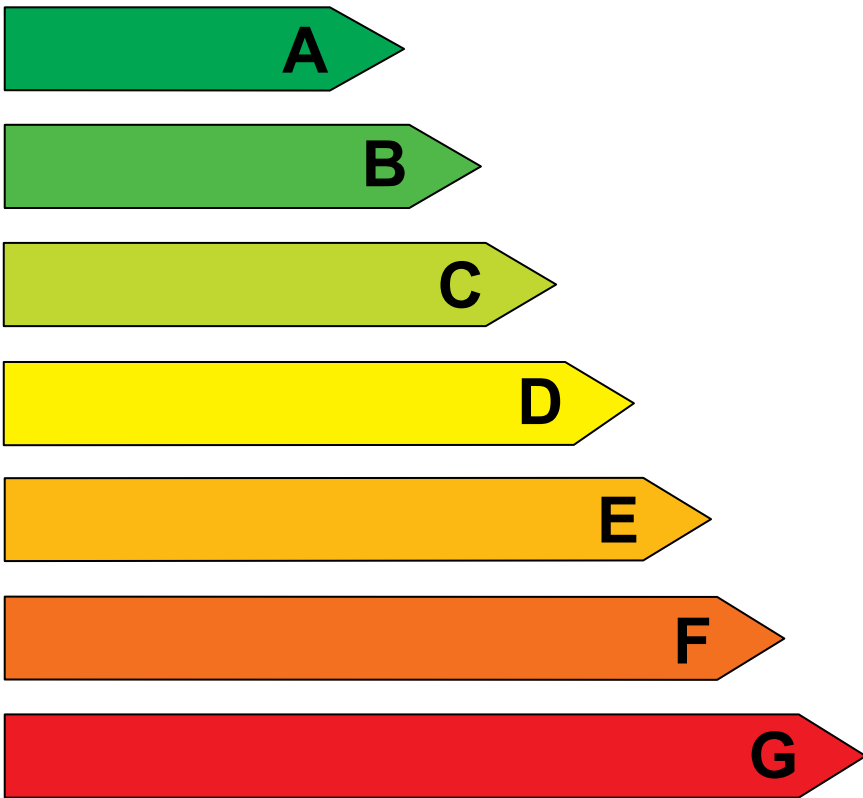
Platnost průkazu do 2022

Průkaz vypracoval Jan Panovec

Osvědčení č. -

Dne: 21.5.2012

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Rodinný dům Lesní 2171, 755 01 Vsetín Celková podlahová plocha: 149,0 m ²		Hodnocení budovy		
		stávající stav	po realizaci doporučení	
				
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok		36	-	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ		19,53	-	
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
31 %	-	27 %	15 %	27 %
Doba platnosti průkazu		do 2022		
Průkaz vypracoval		Jan Panovec Osvědčení č. --		

2. ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

konstrukce	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel protupu tepla	Redukční součinitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel protupu tepla	Redukční součinitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A [m ²]	U _{req} [W/(m ² .K)]	b [-]	H _T [W/K]	A [m ²]	U [W/(m ² .K)]	b [-]	H _T [W/K]
Obvodová stěna	225,5	0,30	1,0	67,7	225,5	0,14	1,0	32,4
Strop pod nevytápěnou půdou	114,3	0,30	1,0	34,3	114,3	0,08	1,0	8,8
Podlaha	89,1	0,45	1,0	40,1	89,1	0,18	1,0	10,4
Otvorové výplně	30,4	1,50	1,0	45,6	30,4	0,82	1,0	24,8
				0,0				0,0
				0,0				0,0
				0,0				0,0
				0,0	0,0			0,0
				0,0	0,0			0,0
Celkem	459,3			187,6	459,3			76,4
Tepelné vazby				3,6				3,6
Celková měrná ztráta				191,2				80,0
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5	U _{em} =Σ(U _{n,i} .A.b _i)/ΣAa +0,02		požadovaná hodnota: 0,43					0,17
	0,43		doporučená: 0,32					Vyhovuje požadované hodnotě
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,39	Třída A - velmi úsporná			

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: Rodinný dům				Hodnocení obálky		
Adresa budovy: Lesní 2171, 755 01 Vsetín				budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 149,0 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná			0,39		
0,5	A					
	B					
0,75	C					
	D					
1,0	E					
	F					
1,5	G					
Mimořádně ne hospodárná						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em}=H_T/A$				0,17		
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$				0,43		
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,5	0,75	1,00	1,5	2,0	2,50
U_{em}	0,22	0,32	0,43	0,65	0,86	1,08
Platnost štítku do: 21.5.2022			Datum: 21.5.2012	Jméno a příjmení: Jan Panovec		

ZÁVĚR

Tato práce se v teoretické části zabývala požadavky a zásadami návrhu domů s nízkou energetickou náročností.

Cílem výpočtové části bylo energetické hodnocení stávající budovy v programu Energie. Součástí je experimentální měření vybraných parametrů vnitřního mikroklimatu a teploty vody v sekundárním okruhu, jehož cílem bylo ověření provozu a chování instalovaného systému teplovzdušného vytápění a tepelného čerpadla.

Část projektu obsahuje vypracovaný průkaz energetické náročnosti budovy a energetický štítek obálky budovy.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KALOUSEK, Miloš. *Stavby s nízkou energetickou náročností*. Brno, 2007.
- [2] VAVERKA, Jiří a kolektiv. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 2006, 648 s. ISBN 80-214-2910-0.
- [3] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [4] První nulová dřevostavba v ČR. *Novatop* [online]. 2011 [cit. 2012-04-09]. Dostupné z: <http://www.novatop-system.cz/prvni-nulovy-dum-z-novatopu/>
- [5] Větrná mapa ČR. *WindTronics East* [online]. [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://windtronicseast.eu/cs/content/vetрна-mapa-cr>
- [6] SPENCER, Ben. Windfarmshutoversafetyfearsafter 150ft turbinebladefallsoff. [online]. 2010 [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.dailyrecord.co.uk/news/science-and-technology/2010/03/23/scots-wind-farm-shut-after-150ft-turbine-blade-falls-off-86908-22132234/>
- [7] Sluneční mapa. [online]. [cit. 2012-05-06]. Dostupné z: <http://www.trubicove-kolektory.cz/mapa.html>
- [8] Vize: Energie a aktivní dům. [online]. [cit. 2012-05-08]. Dostupné z: <http://www.aktivni-dum.cz/energie/>
- [9] LichtAktivHaus – rekonstrukce do aktivního standardu. [online]. 2011. vyd. [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.aktivni-dum.cz/zajimavosti-a-fakta/licht-aktiv-haus-rekonstrukce-do-aktivniho-standardu/>
- [10] Česká republika. Vyhláška MPO č. 148/2007 Sb.: O energetické náročnosti budov. In: 2007.
- [11] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU: O energetické náročnosti budov. In: 2010.
- [12] Česká republika. TNI 73 0329: Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou spotřebou tepla na vytápění - Rodinné domy. In: Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [13] Specification. *Activehouse.info: Network and knowledge sharing* [online]. [cit. 2012-05-22]. Dostupné z: <http://activehouse.info/about-active-house/specification>
- [14] SVOBODA, Zbyněk. Lineární činitel prostupu tepla. *Tepelná ochrana budov 2011*. 2011, s. 5.
- [15] SVOBODA, Zbyněk. Okrajové podmínky pro tepelně technické výpočty. *Tepelná ochrana budov 2011*. 2011, s. 9.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

MPO ČR Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky

EU Evropská unie

GWP Global warming potencial (potenciál globálního oteplování)

EPDM Ethylene propylene diene monomer rubber (etylen-propylen pryž)

TZB Technická zařízení budov

TI Tepelná izolace

XPS Extruded Polystyrene (Extrudovaný polystyren)

EPS Expanded Polystyrene (Expandovaný polystyren)

COP Coefficient of performance (topný/chladicí faktor)

NP Nadzemní podlaží

U	$[W/(m^2.K)]$	součinitel prostupu tepla
$U_{em,N,20}$	$[W/(m^2.K)]$	doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla pro nízkoenergetické budovy
U_{em}	$[W/(m^2.K)]$	průměrný součinitel prostupu tepla
E_A	$[kWh/(m^2.a)]$	měrná potřeba tepla na vytápění
H	$[W/(m^2.K)]$	měrná tepelná ztráta budovy
$n_{50,N}$	$[h^{-1}]$	doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu
A/V	$[m^2/m^3]$	geometrická charakteristika budovy
$U_{rec,20}$	$[W/(m^2.K)]$	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla
$U_{pas,20}$	$[W/(m^2.K)]$	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy
λ	$[W/(m.K)]$	součinitel tepelné vodivosti
U_w	$[W/(m^2.K)]$	součinitel prostupu tepla oknem
ψ	$[W/(m.K)]$	lineární činitel prostupu tepla
g	[-]	celková propustnost slunečního záření
R_w	[dB]	index neprůzvučnosti
U_g	$[W/(m^2.K)]$	součinitel prostupu tepla zasklením
ψ_N	$[W/(m.K)]$	požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla
ψ_{rec}	$[W/(m.K)]$	doporučená hodnota lineárního činitele prostupu tepla
ψ_{pas}	$[W/(m.K)]$	doporučená hodnota lineárního činitele prostupu tepla pro pasivní budovy
L	$[W/(m.K)]$	tepelná propustnost
L_g	$[W/(m.K)]$	tepelná propustnost podlahou včetně vlivu zeminy

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Pohledy

Příloha 2 – Posouzení tepelně technických vlastností konstrukcí, program Teplo 2010

Příloha 3 – Výpočet tepelné propustnosti, program Area 2010

Příloha 4 – Projektová dokumentace

- půdorys 1 NP
- půdorys 2 NP
- řez A-A‘

PŘÍLOHA 1: Pohledy



Obr. 1: Jihovýchodní pohled



Obr. 2: Jihozápadní pohled



Obr. 3: Severozápadní pohled



Obr. 4: Severovýchodní pohled

PŘÍLOHA 2: Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí

Název úlohy : **obvodová stěna**
Zpracovatel : Jan Panovec
Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Datum : 14.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenná	0.0050	0.8700	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Vápenopískové	0.2500	0.8600	960.0	1800.0	15.0	0.0000
3	TI EPS 70 F	0.2500	0.0390	1270.0	60.0	67.0	0.0000
4	Silikonová omí	0.0020	0.8700	1050.0	1775.0	130.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -17.0 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.0 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [°C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [°C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	21.0	42.7	1061.3	-2.7	81.3	396.4
2	28	21.0	44.8	1113.5	-1.1	80.7	449.8
3	31	21.0	47.5	1180.7	2.6	79.6	586.0
4	30	21.0	50.8	1262.7	7.4	77.6	798.6
5	31	21.0	56.5	1404.4	12.4	74.7	1075.1
6	30	21.0	60.9	1513.7	15.4	72.4	1266.1
7	31	21.0	63.2	1570.9	16.8	71.1	1359.6
8	31	21.0	62.4	1551.0	16.3	71.6	1326.3
9	30	21.0	57.0	1416.8	12.8	74.4	1099.3
10	31	21.0	51.8	1287.5	8.4	77.1	849.5
11	30	21.0	47.8	1188.1	3.2	79.4	610.0
12	31	21.0	45.0	1118.5	-1.0	80.8	454.1

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.71 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.145 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.1E+0011 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 699.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.1 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.68 °C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.964

Číslo Minimální požadované hodnoty při max. Vypočtené

měsíce	rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	11.2	0.585	7.9	0.445	20.2	0.964	45.0
2	11.9	0.588	8.6	0.437	20.2	0.964	47.0
3	12.8	0.553	9.4	0.371	20.3	0.964	49.5
4	13.8	0.471	10.4	0.222	20.5	0.964	52.3
5	15.5	0.356	12.0	-----	20.7	0.964	57.6
6	16.6	0.220	13.2	-----	20.8	0.964	61.7
7	17.2	0.100	13.7	-----	20.8	0.964	63.8
8	17.0	0.153	13.5	-----	20.8	0.964	63.0
9	15.6	0.341	12.2	-----	20.7	0.964	58.0
10	14.1	0.453	10.7	0.184	20.5	0.964	53.3
11	12.9	0.544	9.5	0.355	20.4	0.964	49.7
12	12.0	0.589	8.6	0.437	20.2	0.964	47.2

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	18.7	18.6	17.1	-16.8	-16.8
p [Pa]:	1285	1284	1073	131	116
p,sat [Pa]:	2152	2148	1950	140	139

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství	
číslo	levá	[m]	pravá	vodní páry [kg/m2s]
1	0.4314		0.4740	4.409E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a: 0.002 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry Mev,a: 0.691 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Název úlohy : **strop k nevytápěné půdě**

Zpracovatel : Jan Panovec

Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Datum : 19.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenná	0.0050	0.8700	840.0	1600.0	6.0	0.0000
2	Stropní kosntr	0.2300	0.2840	960.0	2100.0	17.0	0.0000
3	Minerální vata	0.4000	0.0400	880.0	50.0	1.2	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -3.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RH_e : 85.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	$T_{ai}[C]$	$RH_i[%]$	$P_i[Pa]$	$T_e[C]$	$RH_e[%]$	$P_e[Pa]$
1	31	20.0	45.1	1054.0	-2.7	81.3	396.4
2	28	20.0	47.4	1107.7	-1.1	80.7	449.8
3	31	20.0	50.2	1173.1	2.6	79.6	586.0
4	30	20.0	53.7	1254.9	7.4	77.6	798.6
5	31	20.0	59.8	1397.5	12.4	74.7	1075.1
6	30	20.0	64.5	1507.3	15.4	72.4	1266.1
7	31	20.0	66.9	1563.4	16.8	71.1	1359.6
8	31	20.0	66.0	1542.4	16.3	71.6	1326.3
9	30	20.0	60.4	1411.5	12.8	74.4	1099.3
10	31	20.0	54.8	1280.6	8.4	77.1	849.5
11	30	20.0	50.5	1180.2	3.2	79.4	610.0
12	31	20.0	47.5	1110.1	-1.0	80.8	454.1

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 10.82 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.091 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_pT : 2.3E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny^* : 5923.8
 Fázový posun teplotního kmitu Ψ^* : 22.1 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.48 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.977

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	11.1	0.606	7.7	0.460	19.5	0.977	46.6
2	11.8	0.612	8.5	0.454	19.5	0.977	48.8
3	12.7	0.580	9.3	0.387	19.6	0.977	51.4
4	13.7	0.501	10.3	0.233	19.7	0.977	54.7
5	15.4	0.392	12.0	-----	19.8	0.977	60.4
6	16.6	0.254	13.1	-----	19.9	0.977	64.9
7	17.1	0.107	13.7	-----	19.9	0.977	67.2
8	16.9	0.170	13.5	-----	19.9	0.977	66.3
9	15.5	0.380	12.1	-----	19.8	0.977	61.0
10	14.0	0.485	10.6	0.193	19.7	0.977	55.7
11	12.8	0.570	9.4	0.370	19.6	0.977	51.7
12	11.8	0.612	8.5	0.453	19.5	0.977	48.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	19.5	19.5	17.8	-2.9
p [Pa]:	1285	1279	500	404
p,sat [Pa]:	2263	2261	2036	479

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 3.987E-0008 kg/m2s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Název úlohy : **stěna přilehlá k zemině**
Zpracovatel : Jan Panovec
Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Datum : 19.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Beton hutný	0.2500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
2	Elastodek 40 S	0.0080	0.2100	1470.0	1200.0	50000.0	0.0000
3	TI XPS	0.2500	0.0340	2060.0	30.0	100.0	0.0000
4	Aquaflin - 2K	0.0040	0.2100	1000.0	1500.0	1000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -17.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 7.61 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.129 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_pT : 2.3E+0012 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny^* : 800.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi^* : 14.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 18.83 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.968

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	18.8	17.9	17.7	-16.7	-16.8
p [Pa]:	1285	1274	193	126	115
p,sat [Pa]:	2173	2047	2024	140	139

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry G_d : 5.403E-0010 kg/m2s

Název úlohy : **podlaha – TI pod podkladním betonem**
 Zpracovatel : Jan Panovec
 Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
 Datum : 18.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Dlažba keramic	0.0100	1.0100	840.0	2000.0	200.0	0.0000
2	Aquaflin - 2K	0.0040	0.2100	1000.0	1500.0	1000.0	0.0000
3	Potěr cementov	0.0460	1.1600	840.0	2000.0	19.0	0.0000
4	Elastodek 40 S	0.0080	0.2100	1470.0	1200.0	50000.0	0.0000
5	Podkladní beto	0.1500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
6	TI XPS	0.1800	0.0340	2060.0	30.0	100.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -17.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 5.52 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.176 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 W/m2K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírůžkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_pT : 2.3E+0012 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 18.41 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.957

Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1115.42 Ws/m²K

Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 7.05 C

Název úlohy : **podlaha – TI nad podkladním betonem**

Zpracovatel : Jan Panovec

Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Datum : 28.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K**Skladba konstrukce (od interiéru) :**

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Podlahové lino	0.0100	0.1700	1400.0	1200.0	1000.0	0.0000
2	Potěr cementov	0.0500	1.1600	840.0	2000.0	19.0	0.0000
3	EPS 100 S Stab	0.1800	0.0370	1270.0	20.0	30.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/WTepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -17.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %**TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :****Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**Tepelný odpor konstrukce R : 4.97 m²K/WSoučinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.195 W/m²KSoučinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 8.7E+0010 m/s

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.24 CTeplotní faktor v návrhových podmínkách f_{si,p} : 0.952**Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:**Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 626.21 Ws/m²K

Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 5.11 C

PŘÍLOHA 3: Výpočet tepelné propustnosti

Název úlohy : **styk stěna – stěna: vnější roh**
 Zpracovatel : JanPanovec
 Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
 Datum : 14.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -17.0 C
 Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 71
 Počet vodorovných os: 77
 Počet prvků: 10640
 Počet uzlových bodů: 5467

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Silikonová omít	0.870	0.870	130	130	1	2	1	77
2	Silikonová omít	0.870	0.870	130	130	2	71	1	2
3	TI EPS 70 F	0.039	0.039	0.000	0.000	2	20	2	77
4	TI EPS 70 F	0.039	0.039	0.000	0.000	20	71	2	20
5	Vápenopískové c	0.860	0.860	15	15	20	37	20	77
6	Vápenopískové c	0.860	0.860	15	15	37	71	20	40
7	Silikonová omít	0.870	0.870	130	130	37	38	40	77
8	Silikonová omít	0.870	0.870	130	130	38	71	40	43

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	Pd [kPa]	h,p [s/m]
1	2892	5433	20.00	0.13	1.29	10.00
2	2892	2926	20.00	0.13	1.29	10.00
3	78	5391	-17.00	0.04	0.12	20.00
4	1	78	-17.00	0.04	0.12	20.00
5	1	77	-17.00	0.04	0.12	20.00

Pro výpočet šíření vodní páry byla uplatněna přírážka k vnitřní průměrné vlhkosti 5 %.

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	18.17	8.40845	0.22726
2	-17.0	0.04	84	-17.00	-8.40765	0.22723

Vysvětlivky:

T zadaná teplota v daném prostředí [C]
 Rs zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m2K/W]
 R.H. zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]
 Ts,min minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
 Tep.tok Q hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]
 (hodnota je vztažena na 1m délky tepelného mostu, přičemž ztráta je kladná a zisk je záporný)
 Propust. L tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]
 (lze určit jen pro maximálně 2 prostředí; pro určité charakteristické výseky lze získat průměrný součinitel prostupu tepla vydělením hodnoty L šířkou hodnoceného výseku konstrukce)

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLOTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	18.17	0.950	ne	---	---
2	-18.84	-17.00	1.000	ne	---	---

Vysvětlivky:

Tw teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C
 Ts,min minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
 f,Rsi tepelný faktor dle ČSN 730540, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [-]
 [rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem
 vnitřní (20.0 C) a vnější (-17.0 C) teploty - přesně lze určit jen pro max. 2 prostředí]

	a pro rozdílnou vnitřní a vnější teplotu, program nicméně určuje orientační hodnoty i pro více prostředí, přičemž se uvažuje vnitřní teplota podle daného prostředí a konstantní vnější teplota $T_e = -17.0\text{ C}$
KOND.	označuje vznik povrchové kondenzace
RH,max	maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]
T,min	minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zajistí

odstranění povrchové kondenzace [C] - platí jen pro případ dvou prostředí

Název úlohy : **styk stěna – strop pod nevytápěnou půdou**
 Zpracovatel : JanPanovec
 Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
 Datum : 16.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru:	0.0 C
Teplota vzduchu v interiéru:	1.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os:	116
Počet vodorovných os:	117
Počet prvků:	26680
Počet uzlových bodů:	13572

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	57	83	74	94
2	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	23	51	52	94
3	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	5	24	52	99
4	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	24	33	93	117
5	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	32	40	93	113
6	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	39	50	93	111
7	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	49	64	93	109
8	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	63	77	93	107
9	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	76	88	93	105
10	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	87	99	93	103
11	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	98	107	87	101
12	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	106	115	87	98
13	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	90	99	87	94
14	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	82	91	74	94
15	Minerální vata	0.040	0.040	2.000	2.000	50	58	74	94
16	TI EPS 70 F	0.039	0.039	0.000	0.000	90	115	3	88
17	Pórobetonová tv	0.120	0.120	7.000	7.000	50	91	52	75
18	Železobeton	1.430	1.430	23	23	50	91	35	53
19	Železobeton	1.430	1.430	23	23	69	91	24	36
20	Vápenopískové c	0.860	0.860	15	15	50	91	3	25
21	Sílikonová omít	0.870	0.870	130	130	114	116	3	88
22	Omítka vápenná	0.870	0.870	6.000	6.000	47	51	3	25
23	Omítka vápenná	0.870	0.870	6.000	6.000	5	48	21	25
24	Stropní konstru	0.284	0.284	0.000	0.000	5	51	35	53
25	Stropní konstru	0.284	0.284	0.000	0.000	5	70	24	36

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	1.0	0.13	50	0.95	0.21676	0.21676
2	0.0	0.04	???	0.00	-0.09401	0.09401
3	0.0	0.10	???	0.00	-0.12274	0.12274

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLoTNÍ FAKToRY A RIZIKo KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-7.33	0.95	0.945	ne	---	---
2	???	0.00	0.999	??	---	---
3	???	0.00	1.000	??	---	---

Název úlohy : **styk stěna – podlaha – celý detail**

Zpracovatel : JanPanovec

Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Datum : 19.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :**Základní parametry úlohy :**Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -17.0 C

Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 156

Počet vodorovných os: 189

Počet prvků: 58280

Počet uzlových bodů: 29484

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Půda písčitá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	2	156	3	150
2	Foamglas	0.040	0.040	800000	800000	112	128	122	141
3	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	112	128	68	123
4	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	99	138	68	87
5	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	79	100	75	87
6	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	69	80	75	87
7	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	112	156	140	160
8	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	127	156	162	171
9	TI XPS	0.034	0.034	100	100	127	156	111	141
10	TI XPS	0.034	0.034	100	100	86	113	86	178
11	Štěrkopísek	2.000	2.000	50	50	127	156	97	112
12	Štěrkopísek	2.000	2.000	50	50	69	80	86	129
13	Půda písčitá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	127	156	86	98
14	Půda písčitá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	79	100	68	76
15	TI EPS 70 F	0.039	0.039	0.000	0.000	79	113	177	189
16	Vápenopískové c	0.860	0.860	15	15	112	128	162	189
17	Dlažba keramick	1.010	1.010	200	200	129	156	172	176
18	Dlažba keramick	1.010	1.010	200	200	129	133	172	189
19	Aquaafin - 2K	0.210	0.210	1000	1000	127	156	170	173
20	Aquaafin - 2K	0.210	0.210	1000	1000	127	130	170	189
21	Elastodek 40 Sp	0.210	0.210	50000	50000	112	156	159	163
22	Elastodek 40 Sp	0.210	0.210	50000	50000	79	87	86	178
23	Sílikonová omít	0.870	0.870	130	130	76	80	149	189
24	Zámková dlažba	3.100	3.100	10000	10000	69	80	133	150
25	Štěrkopísek	2.000	2.000	50	50	69	80	129	134

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToTY TEPELNÉHo ToKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	18.31	29.71288	0.80305
2	-17.0	0.04	84	-16.99	-29.66467	0.80175

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLoTNÍ FAKToRY A RIZIKo KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	18.31	0.954	ne	---	---
2	-18.84	-16.99	1.000	ne	---	---

Název úlohy : **styk stěna – podlaha – bez obvodové stěny**
 Zpracovatel : JanPanovec
 Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
 Datum : 19.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -17.0 C
 Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 200
 Počet vodorovných os: 200
 Počet prvků: 79202
 Počet uzlových bodů: 40000

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Půda písčitá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	2	200	5	148
2	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	168	200	172	184
3	Beton hutný	1.230	1.230	17	17	168	200	186	195
4	TI XPS	0.034	0.034	100	100	168	200	159	173
5	Štěrkopísek	2.000	2.000	50	50	168	200	147	160
6	Půda písčitá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	168	200	142	148
7	Dlažba keramik	1.010	1.010	200	200	168	200	196	200
8	Aquaafin - 2K	0.210	0.210	1000	1000	168	200	194	197
9	Elastodek 40 Sp	0.210	0.210	50000	50000	168	200	183	187
10	Půda písčitá vl	2.300	2.300	2.000	2.000	2	164	148	178

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	19.40	19.19699	0.51884
2	-17.0	0.04	84	-16.99	-19.25787	0.52048

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY, TEPLITNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f.Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	19.40	0.984	ne	---	---
2	-18.84	-16.99	1.000	ne	---	---

Název úlohy : styk okno - ostění a nadpraží

Zpracovatel : JanPanovec
 Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
 Datum : 19.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -17.0 C
 Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 108
 Počet vodorovných os: 109
 Počet prvků: 23112
 Počet uzlových bodů: 11772

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Překlada Sendwix	0.860	0.860	15	15	68	94	66	90
2	Překlada Sendwix	0.860	0.860	15	15	93	105	66	90
3	Vápenopískové k	0.860	0.860	15	15	68	105	89	109
4	TI EPS 70 F	0.039	0.039	67	67	53	69	56	109
5	Omítka vápenná	0.870	0.870	6.000	6.000	104	108	63	109
6	Omítka vápenná	0.870	0.870	6.000	6.000	68	105	63	67
7	Silikonová omít	0.870	0.870	6.000	6.000	53	69	53	57

8	Sílikonová omít	0.870	0.870	6.000	6.000	50	54	53	109
9	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	85	89	38	54
10	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	78	86	44	64
11	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	73	79	37	64
12	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	68	74	46	64
13	Zasklení ze skl	0.029	0.029	1000000	1000000	78	86	3	45

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	15.30	20.01036	0.54082
2	-17.0	0.04	84	-16.98	-20.01029	0.54082

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLotNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	15.30	0.873	ne	---	---
2	-18.84	-16.98	1.000	ne	---	---

Název úlohy : **styk parapet - okno**

Zpracovatel : JanPanovec

Zakázka : BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Datum : 20.2.2012

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -17.0 C

Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 105

Počet vodorovných os: 117

Počet prvků: 24128

Počet uzlových bodů: 12285

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Extrudovaný pol	0.034	0.034	100	100	12	50	56	67
2	TI EPS 70 F	0.039	0.039	67	67	12	50	32	57
3	TI EPS 70 F	0.039	0.039	67	67	12	50	5	33
4	Vápenopískové k	0.860	0.860	15	15	49	93	32	57
5	Vápenopískové k	0.860	0.860	15	15	49	93	5	33
6	Omítka vápenná	0.870	0.870	6.000	6.000	92	96	5	57
7	Sílikonová omít	0.870	0.870	6.000	6.000	8	13	5	67
8	Oplechování	17.0	17.0	1000000	1000000	8	50	65	71
9	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	58	69	59	80
10	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	68	74	71	85
11	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	54	59	76	85
12	Části rámu z mě	0.130	0.130	50	50	49	59	59	71
13	Polyuretanová p	0.050	0.050	60	60	49	69	56	59
14	Části rámu z PV	0.170	0.170	50000	50000	68	104	56	68
15	Části rámu z PV	0.170	0.170	50000	50000	100	104	52	57
16	Zasklení ze skl	0.029	0.029	1000000	1000000	58	69	79	117

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	13.53	17.43194	0.47113
2	-17.0	0.04	84	-16.94	-17.43118	0.47111

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLotNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	12.62	0.801	ne	---	---
2	-18.84	-16.94	0.998	ne	---	---