



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ENERGETICKÝ ÚSTAV

ENERGY INSTITUTE

REKONSTRUKCE RODINNÉHO DOMU

RENOVATION OF A FAMILY HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michal Červinka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Hejčík, Ph.D.

BRNO 2016

Zadání diplomové práce

Ústav: Energetický ústav

Student: **Bc. Michal Červinka**

Studijní program: Strojní inženýrství

Studijní obor: Technika prostředí

Vedoucí práce: **Ing. Jiří Hejčík, Ph.D.**

Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Rekonstrukce rodinného domu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rodinné domy postavené v 80. letech 20. století procházejí v současné době rekonstrukcí, která má obnovit jejich užité vlastnosti podle aktuálních požadavků. Nemalý důraz je při rekonstrukcích kladen na snížení energetické náročnosti domu a tím celých provozních nákladů budovy.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je provést návrh rekonstrukce budovy z 80. let 20. století do stavu, který by odpovídal "blízko nulové" budově.

Seznam literatury:

Chyský, J., Hemzal, K., (1993): Větrání a klimatizace, Technický průvodce, svazek 31, Praha

Székyová, M., Ferstl, K., Nový, R. (2006): Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava.

ČSN EN 12 831 (2005): Tepelné soustavy v budovách: Výpočet tepelného výkonu. ÚNMZ. Praha

Gebauer, G., Rubinová, O., Horká, H. (2005): Vzduchotechnika, ERA group, Brno

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem rekonstrukce rodinného domu ve snaze přiblížit se „blízko nulové budově“. Pro daný rodinný dům byly vypočteny celkové tepelné ztráty společně s výpočtem nákladů na provoz domu a také energetická náročnost budovy. Poté následují návrhy jednotlivých způsobů zateplení domu (výměna oken, dveří a vrat, zateplení obvodových stěn, střechy a stropu do podkroví) a návrh nového technického zařízení budovy (nucené větrání se zpětným získáváním tepla, fotovoltaický systém a tepelné čerpadlo). Dále při rekonstrukci došlo k posouzení vhodnosti původní otopné soustavy, a také k analýze energetické náročnosti pro zrekonstruovanou budovu. Pro jednotlivé způsoby rekonstrukce bylo vypočítáno ekonomické zhodnocení se započítáním dotace od programu Nová zelená úsporám. V závěru celé práce je provedeno ekonomické zhodnocení celé navrhované rekonstrukce společně s posouzením, jakého domu jsme, z pohledu energetičnosti, dosáhli.

ABSTRACT

This master's thesis is dealing with the plan of reconstruction of the house in an effort to get closer to "near zero building". Total heat loss along with calculation of the cost of the house operation and the energy performance of buildings were computed for the given house. Then we have enclosed suggestions of individual methods of building's insulation (replacing of windows, doors and gates, insulation of exterior walls, roof and ceiling between floor and attic) and a draft of a new technical building services (forced ventilation with heat recovery, photovoltaic system and heat pump). Furthermore, the suitability of the original heating system was evaluated and the also the energy performance for the renovated building was analyzed during the reconstruction. An economic evaluation was calculated for each method of reconstruction, together with the new green subsidy programme. At the end of the dissertation is drawn up the economic evaluation of the whole proposed reconstruction, together with an assessment, what class of the building we have achieved according to its the energy intensity.

KLÍČOVÁ SLOVA

Rekonstrukce, tepelné ztráty, tepelné čerpadlo, zpětné získávání tepla, nucené větrání, fotovoltaický systém, zateplení, energeticky nulový dům, energetická náročnost budovy, dotační program Nová zelená úsporám, dotace, ekonomické zhodnocení investice, návratnost

KEYWORDS

Reconstruction, heat losses, heat pump, heat recovery, forced ventilation, photovoltaic system, insulation, zero energy house, energy performance of buildings, New green subsidy programme, subsidy, economic evaluation, return on investment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČERVINKA, M. *Rekonstrukce rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 159 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Hejčík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Rekonstrukce rodinného domu vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce Ing. Jiřího Hejčíka, Ph.D., za použití uvedených zdrojů.

25. května 2016

.....
Bc. Michal Červinka

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Jiřímu Hejčíkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

Rád bych také poděkoval svým rodičům, prarodičům a partnerce za jejich trpělivost a trvalou psychickou podporu ve studiu.

OBSAH

ÚVOD	13
1 ENERGETICKÝ ÚSPORNÉ BUDOVY	15
1.1 NÍZKOENERGETICKÝ DŮM	15
1.2 PASIVNÍ DŮM	16
1.3 NULOVÝ DŮM	17
1.4 DŮM S ENERGETICKÝM PŘEBYTKEM	21
2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV (ENB)	22
3 SOUČASNÝ STAV DOMU	25
3.1 POPIS DOMU.....	25
3.2 POSTUP VÝPOČTU CELKOVÝCH TEPELNÝCH ZTRÁT	32
3.3 VSTUPNÍ PARAMETRY.....	33
3.4 VÝPOČET SOUČinitele PROSTUPU TEPLA PRO STAVEBNÍ ČÁSTI	35
3.5 VÝPOČET CELKOVÝCH TEPELNÝCH ZTRÁT DOMU	41
3.5.1 Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla	42
3.5.2 Návrhová tepelná ztráta větráním.....	46
3.5.3 Zátopový tepelný výkon	50
3.5.4 Návrhový tepelný výkon.....	51
3.6 FINANČNÍ NÁKLADY NA PROVOZ DOMU	52
4 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY PŘED REKONSTRUKCÍ	57
5 REKONSTRUKCE	58
5.1 DOTACE – NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM.....	58
5.1.1 Oblast podpory A	59
5.1.2 Oblast podpory C.....	60
5.2 RŮZNÉ MOŽNOSTI ZATEPLENÍ	63
5.2.1 Výměna oken, francouzských oken, dveří a vrat.....	63
5.2.2 Zateplení vnějších obvodových stěn.....	65
5.2.3 Zateplení střechy a podkroví.....	67
5.3 NUCENÉ VĚTRÁNÍ SE ZPĚTNÝM ZÍSKÁVÁNÍM TEPLA	69
5.3.1 Návrh větrací jednotky	70
5.3.2 Dimenzování vzduchotechnické sítě	70
5.3.3 Zaregulování sítě vzduchovodů.....	74

5.3.4	<i>Izolace vzduchovodů</i>	76
5.3.5	<i>Shrnutí</i>	76
5.4	FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM.....	79
5.5	TEPELNÉ ČERPADLO	82
5.5.1	<i>Stanovení bodu bivalence</i>	84
5.5.2	<i>Výpočet tepelného čerpadla WPL 18 cool</i>	86
5.5.3	<i>Příslušenství k tepelnému čerpadlu</i>	90
5.5.4	<i>Posouzení vhodnosti původní otopné soustavy</i>	94
6	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	96
7	ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY PO REKONSTRUKCI	101
8	DISKUZE	102
	ZÁVĚR	103
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	106
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	111
	ZKRATKY A VYSVĚTLIVKY	114
	SEZNAM TABULEK	115
	SEZNAM OBRAZKŮ	116
	SEZNAM GRAFŮ	117
	SEZNAM PŘÍLOH	118

ÚVOD

Domy z 80. let 20. stolení v současné době procházejí rekonstrukcemi. Trendem dnešních dnů se stává stavba energeticky úsporných a pasivních domů, které šetří životní prostředí a přírodní zdroje. Stále rostoucí ceny energií se také podílí na potřebě snižovat energetickou náročnost budov. Starší budovy trpí vysokou energetickou ztrátou, zejména kvůli nemoderním materiálům použitých pro stavbu a zastaralým technologiím použitých při stavbě. Při jejich rekonstrukci by se neměl brát ohled pouze na vizuální podobu pláště budovy, ale především na snížení potřeby tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody pomocí různých způsobů zateplení, což vede ke snížení provozních nákladů domu.

Jedním z možných přístupů je snaha dosáhnout „nulového“ nebo „blízko nulového“ domu. Dle definice pojmu „nulový dům“ je třeba, aby byl poměr potřebované a vlastní vyrobené energie na provoz domu v rovnováze. Na opatření, která vedou ke snížení potřeby tepla a využití obnovitelných zdrojů, je možné od roku 2014 využít dotační program Nová zelená úsporám, který vznikl na základě snahy o ochranu životního prostředí a přírodních zdrojů. Výše dotace se stanovuje pro každý objekt individuálně podle toho, jak moc se podaří snížit potřeba tepla. Dotace lze také uplatnit na výměnu zdroje tepla, instalaci solárních a fotovoltaických systémů nebo pro systémy nuceného větrání.

Diplomová práce se zabývá návrhem rekonstrukce dvougeneračního rodinného domu, který byl po výpočtech označen jako energeticky nevhodný, pro vytápění a ohřev vody se používá kotel na tuhá paliva a dům je nedostatečně zateplený. Cílem diplomové práce je navrhnout rekonstrukce rodinného domu tak, aby bylo dosaženo „blízko nulového domu“. Mezi dílčí cíle práce patří návrh izolačních prvků, nového technického zařízení domu, vyhodnocení energetické náročnosti domu a následné ekonomické zhodnocení rekonstrukce s využitím dotačního programu Nová zelená úsporám.

Práce obsahuje výpočet celkových tepelných ztrát domu v původním stavu a následné zjištění potřeby tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody. Tyto údaje sloužily k výslednému ekonomickému zhodnocení. Pro původní stav domu byla také provedena analýza energetické náročnosti budovy. Dalším krokem je návrh zateplení – výměna oken, francouzských oken, dveří a vrat, zateplení vnějších obvodových stěn, střechy a stropu do podkroví. Následně bylo zapotřebí navrhnout nové technické zařízení budovy. Jako první byl proveden návrh nuceného větrání se zpětným získáváním tepla a zadimenzování vzduchotechnické sítě, poté návrh fotovoltaického systému a tepelného čerpadla s bivalentním tepelným elektrokotlem. Součástí rekonstrukce bylo i posouzení vhodnosti původní otopné soustavy. Na závěr byla opět provedena analýza energetické náročnosti budovy a výsledné ekonomické zhodnocení celé rekonstrukce. Poslední část práce se zabývá tím, zda byl naplněn cíl práce, a to dosažení „blízko nulového domu“.

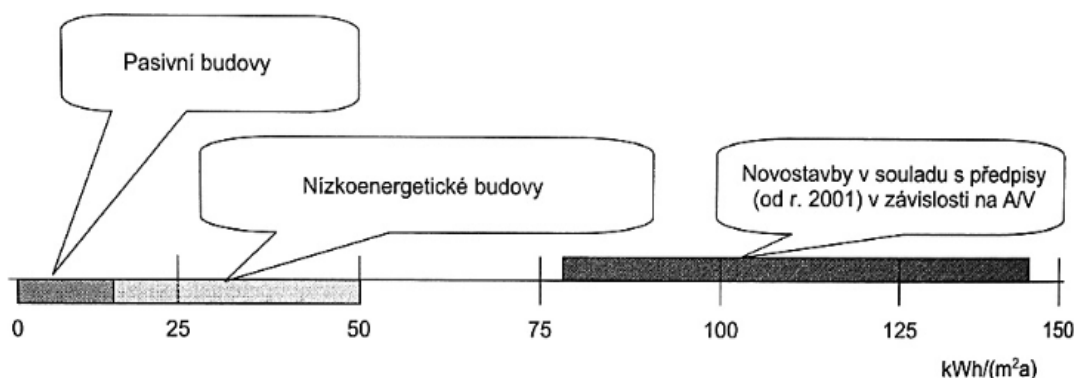
1 ENERGETICKY ÚSPORNÉ BUDOVY

Celosvětovým trendem dnešní doby je ochrana životního prostředí spojená s úsporou energie v konečné spotřebě. Provoz budovy je spojen s velkou spotřebou energie na vytápění, větrání, ohřev teplé vody, provoz elektrických spotřebičů a osvětlení. Z okolních států Evropy (převážně z Rakouska a Německa) se k nám rozšířila stavba energeticky úsporných budov neboli nízkoenergetických domů. [1, 2]

Další z důvodů, proč stavět nízkoenergetické domy, je neustálý růst cen energií. U dobře zaizolovaných domů je také lepší tzv. tepelná pohoda, a to z důvodu, že se v domě nacházejí, díky dobré izolaci venkovních stěn, oken atd., teplejší povrchy, které na nás vyzařují teplo. V takovém domě tím pádem není zapotřebí topit v takové míře jako v hůře zatepleném, a cítíme se v něm lépe. Další velkou výhodou je nucené větrání se zpětným získáváním tepla, díky kterému je v domě zajištěný neustálý přívod čerstvého vzduchu. Nevýhodou jsou vyšší náklady na projektovou přípravu, stavbu domu a na případné opravy nebo servisování technického zařízení. [1, 2]

1.1 Nízkoenergetický dům

Dle normy ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov* se jako nízkoenergetické domy označují domy, které dosahují roční potřeby tepla na vytápění do $50 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$. Současné novostavby mají roční potřebu tepla na vytápění mezi $80 - 140 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$ a starší domy dokonce nad $200 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$. To znamená, že nízkoenergetické stavby mají až několikanásobně menší potřebu tepla na vytápění než standardní budovy. Zjednodušené porovnání jednotlivých druhů domů podle potřeby tepla na vytápění je znázorněno na obr. 1.1. Nízkoenergetické domy se dále dělí na pasivní a nulové domy. [2, 4]



Obr. 1.1 Porovnání potřeby tepla na vytápění pro jednotlivé druhy domů [2]

Při stavbě nízkoenergetického domu je nutné se držet několika pravidel [3]:

- Součinitel prostupu tepla venkovních obvodových stěn a střechy by neměl překročit hodnotu $0,1$ až $0,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;
- Součinitel prostupu tepla pro okna a dveře by měl být menší než $1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;
- Nutné použití nuceného větrání se zpětným získáním tepla;

- Využívat pro vytápění obnovitelné zdroje energie jako je např. fotovoltaický systém a tepelné čerpadlo;
- Použití úsporných elektrických spotřebičů;
- Při stavbě domu orientovat obytné místnosti do jižní části domu, kvůli využívání solárních zisků okny.

1.2 Pasivní dům

Název *pasivní dům* vyplývá z využívání pasivních zisků, jako jsou solární zisky okny nebo od vnitřních zdrojů tepla (lidé, elektronika atd.). Roční potřeba tepla na vytápění v takovém domě dosahuje maximálně $15 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ podlahové plochy. U pasivního domu je již klasické vytápění zbytečné. Tepelné ztráty objektu jsou tak nízké, že existuje možnost je pokrýt pouze nuceným větráním se zpětným získáváním tepla. V případě velmi nízkých teplot je třeba mít rekuperační jednotku opatřenou dohřevem vzduchu. Topná sezóna je u těchto domů výrazně kratší, a to pouze 2 až 3 měsíce. Návrh a samotná stavba vyžadují precizní provedení. [1, 3, 6]

Při stavbě takového domu je zapotřebí se držet již přísnějších požadavků [1, 3]:

- Obvodové konstrukce by neměly mít součinitel prostupu tepla větší jak $0,18 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, a střecha $0,18 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$;
- Součinitel prostupu tepla okny by neměl být větší než $0,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, u dveří $0,9 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$;
- Účinnost zpětného získávání tepla by měla být alespoň 75 %;
- Průvzdušnost ve spárách oken a dveří nesmí být větší než $0,6 \text{ h}^{-1}$;
- Množství roční primární energie pro ohřev teplé vody, provoz elektrických zařízení atd. by neměla překročit $120 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$.

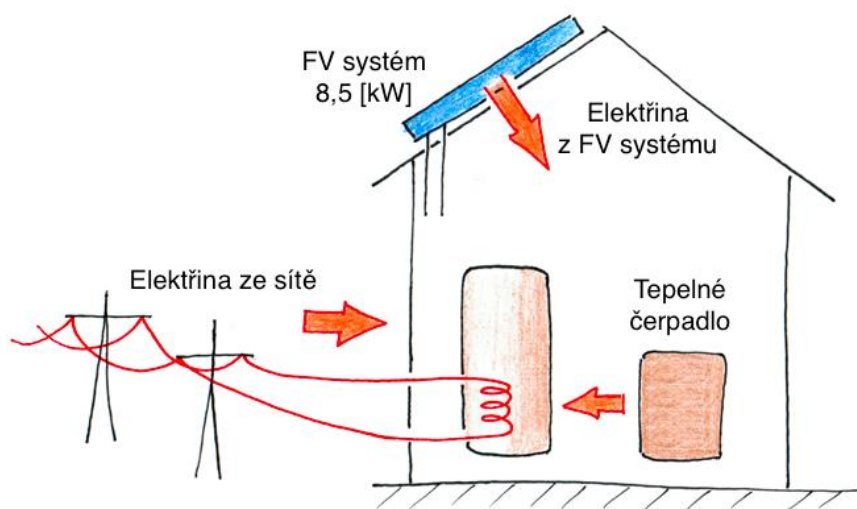
Tabulka 1.1 Průměrné hodnoty pasivního domu [1]

		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Měrná roční potřeba tepla na vytápění [kWh·m ⁻²]	Měrná roční potřeba energie na chlazení [kWh·m ⁻²]	Měrná roční potřeba primární energie [kWh·m ⁻²]
Obytná budova	Rodinný dům	≤ 0,25 požadováno ≤ 0,2 doporučeno	≤ 20 požadováno ≤ 15 doporučeno	0	≤ 60
	Bytový dům	≤ 0,35 požadováno ≤ 0,3 doporučeno	≤ 15	0	≤ 60
Neobytná budova s převažující teplotou 18 - 20 [°C]		≤ 0,35	≤ 15	≤ 15	≤ 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			≤ 120

1.3 Nulový dům

Z praktického hlediska se jedná dům, který má výhodu v tom, že jeho potřeba energie je kryta, v co největší míře, z obnovitelných zdrojů. Tím je myšlena například kombinace tepelného čerpadla a fotovoltaického systému, kde se vyrobenou elektrickou energií pokryje veškerá potřeba elektrické energie tepelného čerpadla a elektrických zařízení v domácnosti.

Pro dosažení nulového domu je zapotřebí, aby byla potřeba energie pro provoz domu co nejmenší. Parametry jsou téměř stejné jako u pasivního domu, avšak roční měrná potřeba tepla nesmí překročit 5 kWh·m⁻², hlavní rozdíl je ve velikosti výkonu fotovoltaického systému. [4]



Obr. 1.2 Příklad nulového domu [5]

Na obr. 1.2 můžeme vidět vzorový příklad, jak by mohl takový systém fungovat. Představme si dům s potřebou energie $8\,500\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$, z čehož $6\,000\text{ kWh}$ je potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody a zbylých $2\,500\text{ kWh}$ je na provoz elektrických zařízení a osvětlení v domě. Pro dosažení nulového domu, by musela být na domě nainstalována fotovoltaická elektrárna, která vyrobí $8\,500\text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ elektrické energie. Část vyrobené elektrické energie ($6\,500\text{ kWh}$) by byla použita pro pohon tepelného čerpadla a zbytek elektrické energie ($2\,500\text{ kWh}$) by pokryl spotřebu elektrických zařízení a osvětlení v domě. Problémem je, že elektrickou energii vyrábíme pomocí fotovoltaického systému převážně přes den a v létě. Zatímco její hlavní potřeba je v noci a v zimě, kdy nesvítí Slunce a je zapotřebí topit. Tím pádem je dům sice v celoročním součtu „nulový“, ale v létě by elektrickou energii dodával do sítě a v zimě by ji naopak ze sítě odebíral. Pokud by takto fungovala většina domů v ČR, docházelo by k nedostatku elektrické energie v zimním období, a naopak v létě by byl velký přebytek. [5]

V současné době se daný systém až tak nevyplatí, a to z důvodu, že výkupní cena elektřiny je oproti nákupní několikanásobně nižší. Další možností je akumulace energie do baterií, ale jejich kapacita není úměrná ceně.

Do budoucna se uvažuje využívání chytrých sítí (smart grids). Taková síť by umožnila akumulaci elektřiny vyrobené v létě (např. do elektromobilů připojených do sítě) a její následné odebrání v zimním období. V takovém případě by se tento systém již vyplatil. [5]

Jedním z důvodů, proč se o nulové domy zajímat, je, že podle novely zákona 318/2012 o hospodaření energií (novela zákona 406/2000), mají být veškeré nově postavené budovy od roku 2020 téměř s nulovou spotřebou energie. Budovy veřejné správy musí být již od roku 2016 stavěny jako nulové. [5]

Hodnocení „nulových domů“

Základním kritériem pro hodnocení nulového domu je součinitel prostupu tepla, který se uvádí ve třech úrovních (požadovaná, doporučená a cílová hodnota). Přičemž

cílová hodnota je v podobě intervalu. Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla se nacházejí v tabulce 1.2. [7]

Tabulka 1.2 Hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí pro budovy, kde převažuje návrhová vnitřní teplota od 18 do 22 °C [7]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{\text{rec},20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{\text{pas},20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 – 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 – 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 – 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 – 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 – 0,10
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 – 0,15
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,50	1,20	0,80 – 0,60
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,40	1,10	0,90
Dveře z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,70	1,20	0,90

Hodnocení roční energetické bilance budovy lze vyjádřit v hodnotách primární energie. Pro toto hodnocení existují dvě možnosti [7]:

Úroveň A – energetická potřeba budovy je složena z potřeby tepla na vytápění a ohřev teplé vody, elektrické energie potřebné pro provoz energetických systémů budovy a elektrických spotřebičů.

Úroveň B – stejné jako A, jen nezahrnuje elektrickou energii pro elektrické spotřebiče.

Tabulka 1.3 Základní hodnoty „nulových“ a „blízko nulových“ budov [7]

Závaznost kritéria		Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	Měrná roční potřeba tepla na vytápění E_A [kWh·m ⁻²]	Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů PE_A [kWh·m ⁻²]	
				Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy	Nulový	Rodinné domy ≤ 0,25 Bytové domy ≤ 0,35	Rodinné domy ≤ 20 Bytové domy ≤ 15	0	0
	Blízký nulovému			80	30
Neobytné budovy	Nulový	≤ 0,35	≤ 30	0	0
	Blízký nulovému			120	90

Abychom získali hodnotu primární energie z neobnovitelných zdrojů, je zapotřebí přepočítat množství dodané energie. Pro přepočet se použijí příslušné faktory energetické přeměny, které jsou uvedené v tabulce 1.4.

Tabulka 1.4 Referenční hodnoty faktoru energetické přeměny [7]

Zdroj	Faktor energetické přeměny [kWh·kWh ⁻¹]
Zemní plyn a další fosilní paliva	1,10
Elektrická energie	3,00
Dřevo, ostatní biomasa	0,05
Dřevěné peletky	0,15
Soustava zásobování teplem – fosilní paliva	1,50
Soustava zásobování teplem – kombinovaná výroba elektřiny (35 %) a tepla	1,10
Soustava zásobování teplem – kombinovaná výroba elektřiny (70 %) a tepla	0,80
Soustava zásobování teplem – biomasa	0,30
Solární systémy termické	0,05
Solární systémy fotovoltaické – použití pro vlastní potřebu budovy	0,05
Solární systémy fotovoltaické – zapojené do veřejné sítě	0,20
Solární systém fotovoltaický nahrazující konvenční výrobu elektrické energie	-2,80
Spalování biomasy nahrazující výrobu tepla spalováním plynu	-1,10

1.4 Dům s energetickým přebytkem

Jedná se prakticky o „nulový dům“, akorát jeho produkce energie je větší než jeho samotná potřeba. Veškerý přebytek energie je dodáván do sítě. Tyto domy se vyskytují převážně v oblastech s lepšími klimatickými podmínkami než v ČR. [5]

2 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV (ENB)

V dnešní době můžeme vidět na každém elektrickém spotřebiči energetický štítek, který nám udává energetickou náročnost daného zařízení. To má za důsledek, že si lidé kupují raději energeticky úspornější spotřebiče, a ty méně úsporné vymizely z trhu. Stejný princip se následně začal uplatňovat pro budovy. Provozní energetická náročnost budov (dále jen ENB) se podílí až ze 40 % na celkové spotřebě energie v Evropské unii (dále jen EU). Každá budova je charakteristická energetickými nároky (potřeba) a náročností (spotřeba). Nároky na vytápění a větrání, které jsou závislé na tepelně technických vlastnostech budovy, dále na daných venkovních klimatických podmínkách a mikroklimatu uvnitř budovy. Náročnost budovy nám charakterizuje skutečnou potřebu energie pro provoz domu. [8, 9]

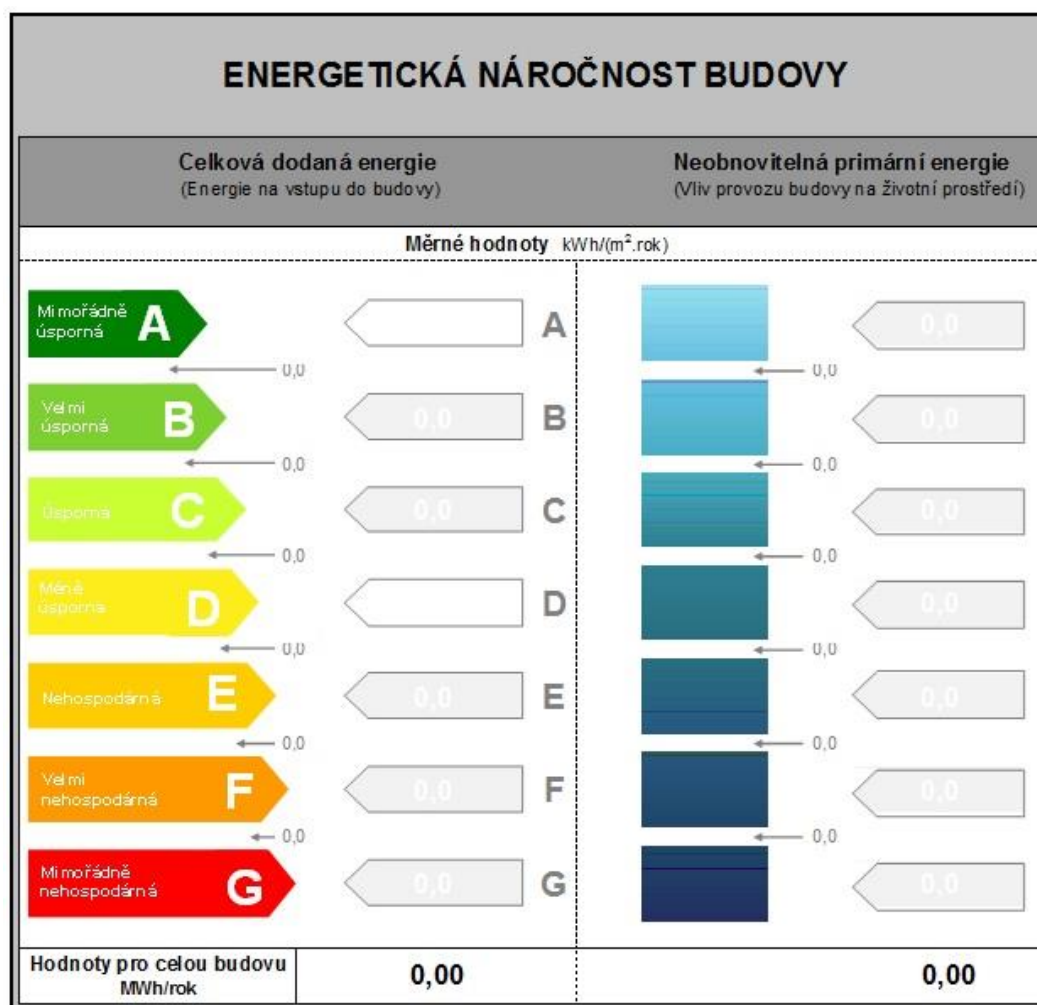
Od 1. 1. 2013 došlo v ČR k povinnému opatření budov energetickými štítky, které informují o ENB. Těmito štítky je nutné opatřit veškeré nově stavěné budovy, dále když je objekt na prodej nebo je k pronájmu, a také při větší rekonstrukci (přestavbě). To platí jak pro obytné budovy, tak pro komerční. Na základě dané vyhlášky se ENB hodnotí posouzením dvou budov, a to budovy námi hodnocené a referenční. *„Referenční budova představuje výpočtově definovanou budovu téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy.“* [10]

Z důvodu, že neexistovaly souhrnné materiály pro hodnocení ENB (parametry technických systémů budov, typické užívání nebo klimatická data), byla vytvořena technická normalizační informace (TNI 73 0331 - Energetická náročnost budovy - Typické hodnoty pro výpočet) [12]. Jedná se o nezávaznou pomůcku, která obsahuje parametry typického domu pro výpočet ENB. Tyto hodnoty nejsou vhodné pro dimenzování technických systémů, pro ty slouží technické normy. [11]

Při porovnávání hodnocené a referenční budovy se nepočítá s klimatickými daty, které odpovídají poloze hodnoceného domu. Klimatická data jsou použita jako jednotná a jsou uvedena v TNI 730331 v příloze C. [12]

Celý výpočet se provádí zároveň jak pro hodnocenou, tak pro referenční budovu, za předpokladu ustáleného stavu při maximálním časovém kroku jednoho měsíce. Přičemž dynamické vlastnosti budovy jsou zohledněny různými činiteli (využití tepelné kapacity, účinnost technických systémů a účinnost využití tepelných zisků). [11]

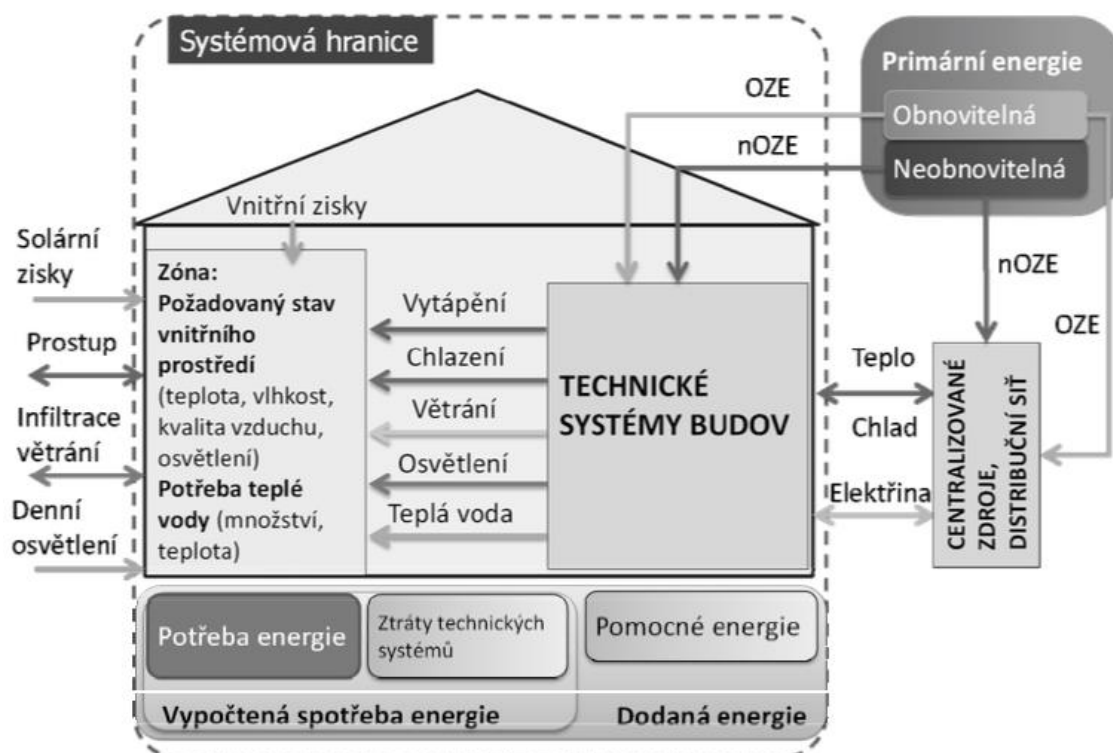
Výsledkem výpočtu je ukazatel ENB pro hodnocenou budovu. Tento ukazatel zařazuje budovu do daných energetických tříd od A (velmi úsporná) až po G (velmi nevhodná). Zařazení budovy do dané třídy se provádí na základě porovnání hodnocené budovy s referenční. Referenční budova odpovídá střední třídě C (úsporná) (obr. 2.1). [10]



Obr. 2.1 Tabulka energetických tříd programu NKN II [10]

Ukazatelé pro vyhodnocení ENB [10]:

- Celková primární energie za rok (obnovitelná i neobnovitelná);
- Neobnovitelná primární energie za rok;
- Celková dodaná energie za rok;
- Dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok;
- Průměrný součinitel prostupu tepla;
- Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici;
- Účinnost technických systémů.



Obr. 2.2 Princip výpočtu ENB [12]

Poznámky k obr. 2.2:

- OZE – energonositel obnovitelných zdrojů energie (sluneční záření, energie z okolí atd.);
- nOZE – energonositel neobnovitelných zdrojů energie (koks, uhlí, plyn atd.).

Stanovení ENB

Pro vyhodnocení ENB byl podle zákona 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č. 78/2013 Sb., vytvořen výpočetní program NKN II (Národní Kalkulační Nástroj II), který byl použit pro náš výpočet. Jedná se o volně šiřitelný program, který vychází z okrajových podmínek stanovených v TNI 73 0331 [12]. Program byl vyvinut stavební fakultou ČVUT v Praze a slouží ke zpracování detailní energetické bilance budovy a ke stanovení dílčích energií pro provoz domu. [11]

Ve výpočtu se dům nemůže považovat za homogenní celek, ale je nutné ho rozdělit do zón. Zóna je skupina více místností o stejných nebo hodně podobných vlastnostech vnitřního prostředí a druhu užívání. Pro porovnání hodnocené a referenční budovy je zapotřebí mít stejné okrajové podmínky (klimatická data a druh užívání zóny). [11]

Jedná se o výpočetní algoritmus, který je navržen v programu Excel (balíček MS office). V tomto programu se požadované hodnoty zadávají do nezamčených buněk. Veškeré výpočty a funkce jsou předem naprogramované a výsledkem je zařazení hodnoceného domu do odpovídající energetické třídy. V posledním listu jsou uvedeny hodnoty analýzy energetických potřeb budovy. [11]

3 SOUČASNÝ STAV DOMU

3.1 Popis domu

Jedná se o osaměle stojící dvougenerační rodinný dům (dále jen RD) zkolaudovaný v roce 1987, který je ze severní strany chráněn stromy. RD se nachází na adrese Doubravník 285, okres Brno-venkov. Dům trvale obývají 4 dospělí a 2 děti. Celková výměra pozemku je 672 m², z čehož RD je na ploše 117 m². RD má celkem tři patra, kdy jedno patro je částečně pod úrovní terénu. Použité materiály při stavbě domu jsou stále původní. Obvodové stěny domu jsou z děrovaných cihel CDK 360 mm a na fasádě je dům zateplen pěnovým polystyrenem spolu s vrstvou dřevité vlny (lignopor) o tloušťce 50 mm. RD má zateplenou sedlovou střechu, která má sklon 46°, s eternitovou střešní krytinou. Podkroví není nijak využíváno, ale od prvního patra je zatepleno vrstvou polystyrenu o tloušťce 160 mm. Vstupní dveře, okna i balkónové dveře jsou dřevěné s izolačním dvojsklem bez selektivní vrstvy.



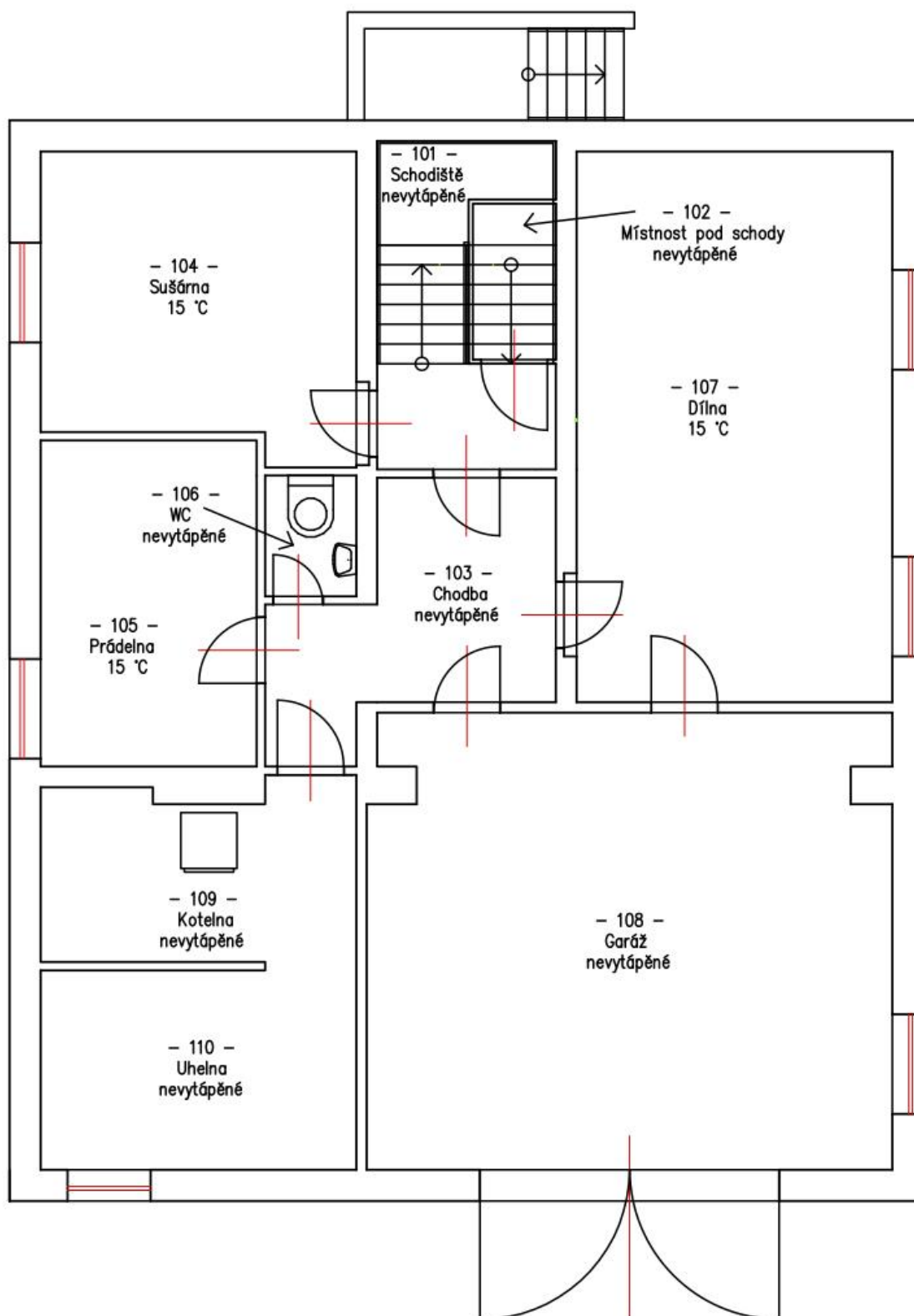
Obr. 3.1 Současný stav domu – pohled z ulice



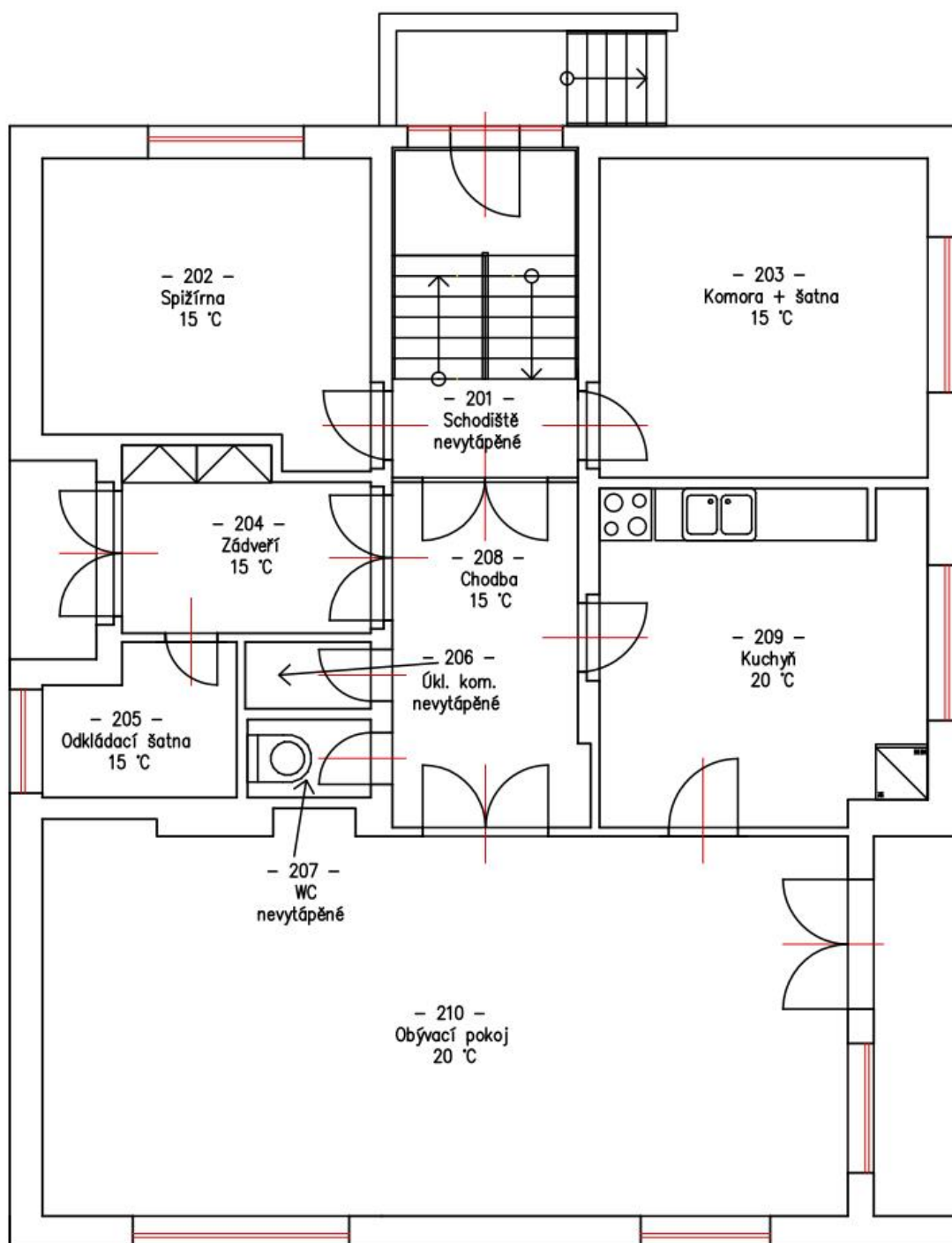
Obr. 3.3 Současný stav domu – pohled ze zahrady



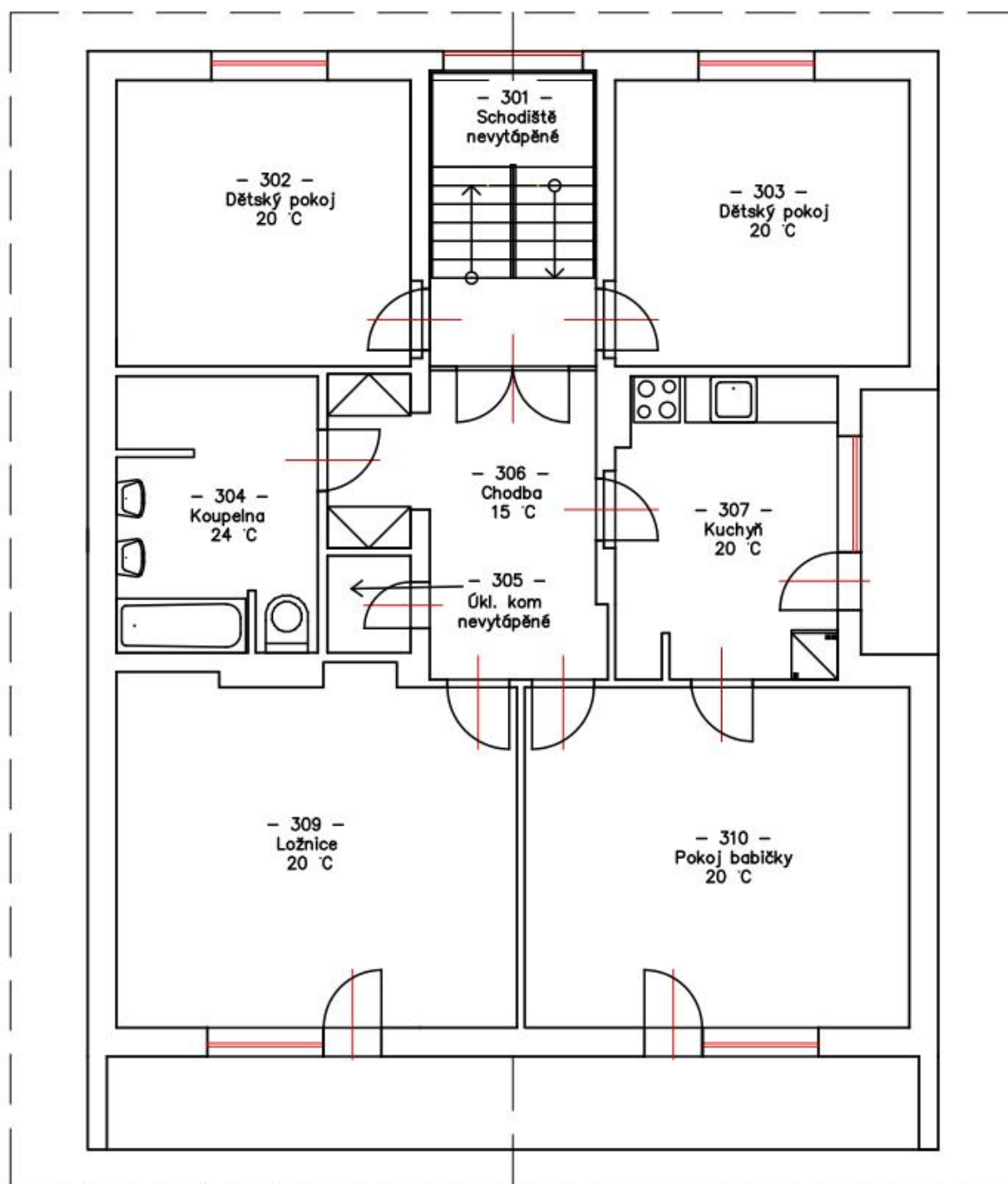
Obr. 3.2 Současný stav domu – pohled ze zahrady



Obr. 3.4 Suterén domu



Obr. 3.5 Přizemí domu



Obr. 3.6 První patro domu

Tabulka 3.1 Seznam všech místností

Číslo místnosti	Název místnosti	Číslo místnosti	Název místnosti
101	Schodiště	206	Úklidová komora
102	Místnost pod schody	207	WC
103	Chodba	208	Chodba
104	Sušárna	209	Kuchyň
105	Prádelna	210	Obývací pokoj
106	WC	301	Schodiště
107	Dílna	302	Dětský pokoj
108	Garáž	303	Dětský pokoj
109	Kotelna	304	Koupelna
110	Uhelna	305	Úklidová komora
201	Schodiště	306	Chodba
202	Spižárna	307	Kuchyň babičky
203	Komora + šatna	308	Ložnice
204	Zádveří	309	Pokoj babičky
205	Odkládací šatna	–	–

Vytápění zajišťuje kotel na tuhá paliva VIADRUS U22 4C (Obr. 3.7) o výkonu 23,3 kW společně se záložním elektrokotlem [13]. Tento kotel slouží převážně pro spalování koksu a černého uhlí, ale také umožňuje spalovat dřevo, štěpky, hobliny atd. Otopná soustava funguje na principu samotíže a jednotlivé místnosti jsou vytápěny pomocí litinových článkových otopných těl VIADRUS typ KALOR 500/110. Při teplotním spádu 75/65 °C je výkon jednoho článku 73 W [61]. V současné době se v domě používá akumulární nádrž pro teplou vodu o objemu 180 l a otevřená expanzní nádoba.



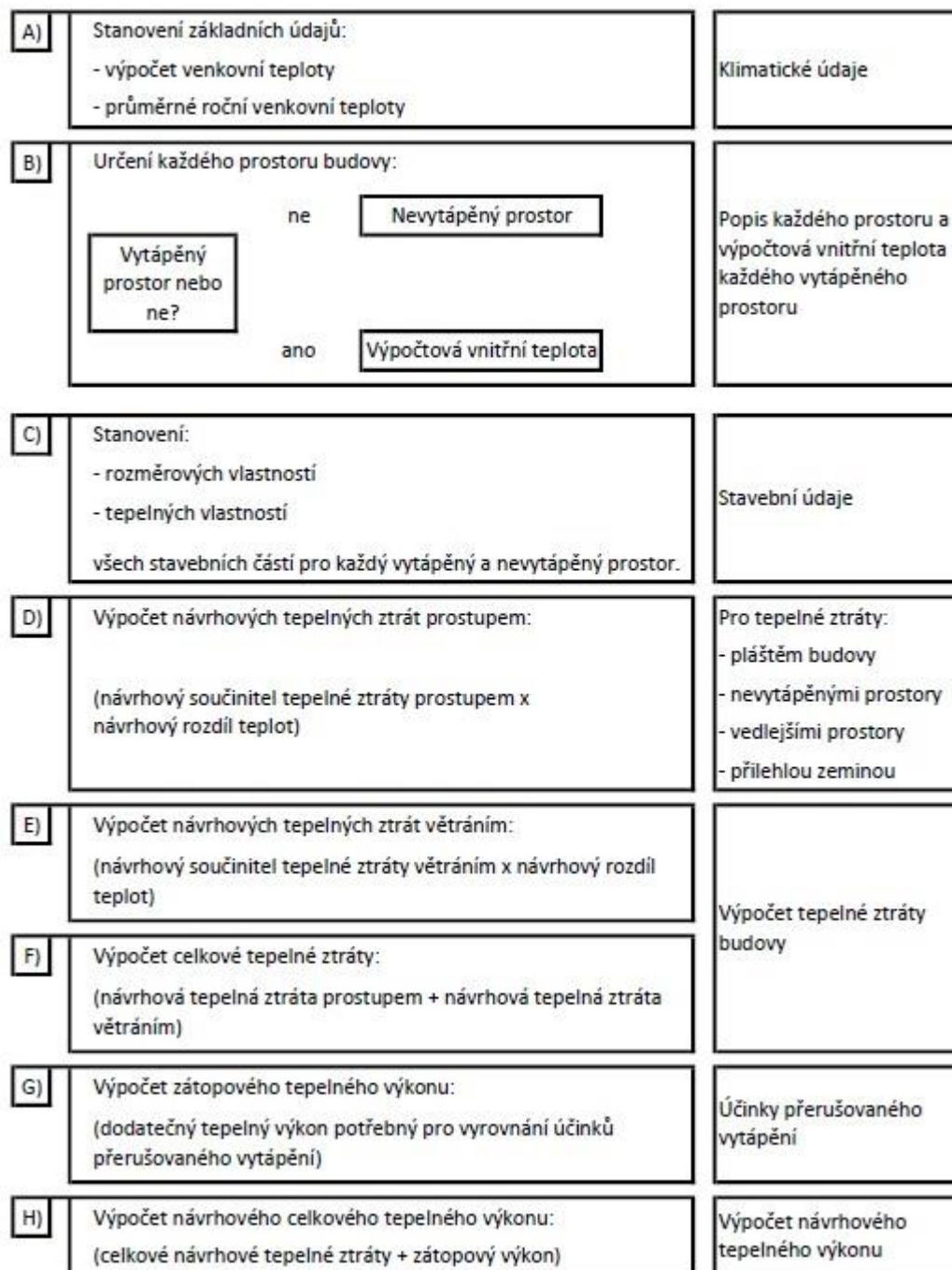
Obr. 3.7 Kotel na tuhá paliva VIADRUS U22 4C [13]

Tabulka 3.2 Všeobecné údaje o místnostech

Údaje o vytápěných místnostech				
Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota	Plocha místností	Výška stropu	Objem místnosti
	$\theta_{\text{int},l}$	A_l	h	V_l
	[°C]	[m ²]	[m]	[m ³]
104 – Sušárna	15	13,32	2,35	31,30
105 – Prádelna	15	10,21	2,35	23,99
107 – Dílna	15	25,18	2,35	59,17
202 – Spižárna	15	12,67	2,60	32,94
203 – Komora + šatna	15	14,06	2,60	35,15
204 – Zádveří	15	4,60	2,60	11,96
205 – Odkládací šatna	15	3,70	2,60	9,62
208 – Chodba	15	7,85	2,60	20,41
209 – Kuchyň	20	13,48	2,60	35,05
210 – Obývací pokoj	20	42,69	2,60	110,99
302 – Dětský pokoj	20	14,06	2,50	34,00
303 – Dětský pokoj	20	13,86	2,50	34,00
304 – Koupelna	24	9,18	2,50	28,21
306 – Chodba	15	10,97	2,50	27,43
307 – Kuchyň babičky	20	10,09	2,50	25,23
309 – Ložnice	20	22,80	2,50	56,93
310 – Pokoj babičky	20	23,20	2,50	52,26
Celkem		251,92		628,65
Údaje o nevytápěných místnostech				
Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota	Plocha místností	Výška stropu	Objem místnosti
	θ_u	A_l	h	V_l
	[°C]	[m ²]	[m]	[m ³]
101 – Schodiště	nevytápěná	6,30	2,35	14,81
102 – Místnost pod schody	nevytápěná	1,55	2,35	3,64
103 – Chodba	nevytápěná	8,20	2,35	19,27
106 – WC	nevytápěná	1,60	2,35	3,76
108 – Garáž	nevytápěná	34,18	2,35	80,32
109 – Kotelna	nevytápěná	7,82	2,35	18,38
110 – Uhelna	nevytápěná	9,23	2,35	21,69
201 – Schodiště	nevytápěná	8,22	2,60	21,37
206 – Úklidová komora	nevytápěná	1,24	2,60	3,22
207 – WC	nevytápěná	1,40	2,60	3,64
301 – Schodiště	nevytápěná	8,22	2,50	20,55
305 – Úklidová komora	nevytápěná	1,55	2,50	3,88
Celkem		89,51		214,53

3.2 Postup výpočtu celkových tepelných ztrát

Výpočet tepelného výkonu domu je vypracován dle normy ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu* [14]. Celý výpočtový postup je znázorněn na obr. 3.8.



Obr. 3.8 Výpočtový postup pro vytápěný prostor [14]

3.3 Vstupní parametry

Jako základní vstupní parametr pro výpočet tepelného výkonu se musí brát nejnižší teplota v zimním období, která pro danou lokalitu může nastat. Venkovní výpočtová teplota je volena podle obr. 3.9, průměrná roční venkovní teplota vzduchu je brána pro Brno (stanoveno z ČSN EN 12831 – Tabulka NA.1) z důvodu, že Brno je nejbližší město, pro které jsou tyto údaje stanoveny. [14]



Obr. 3.9 Teplotní mapa oblasti ČR [15]

Popis obr. 3.9:

- Oranžová – teplá klimatická oblast (-12 °C);
- Žlutá – střední klimatická oblast (-15 °C);
- Modrá – studená klimatická oblast (-18 °C).

Dále jsme zvolili pro všechny vytápěné místnosti výpočtové vnitřní teploty (stanoveno dle ČSN EN 12831 – Tabulka NA.2). Veškeré všeobecné údaje o vytápěných a nevytápěných místnostech jsou v tabulce 3.3. [14]

Tabulka 3.3 Všeobecné údaje

Klimatické údaje			
Popis	Označení	Hodnota	Jednotka
Průměrná roční venkovní teplota vzduchu	$\theta_{m,e}$	4	[°C]
Výpočtová venkovní teplota vzduchu	θ_e	-15	[°C]
Korekční činitele vystavení klimatickým podmínkám e_k a e_l			
Orientace			Hodnota
			na jednotku
Vše			1
Údaje o vytápěných místnostech			
Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota	Plocha místností	Objem místností
	$\theta_{int,l}$	A_l	V_l
	[°C]	[m ²]	[m ³]
104 – Sušárna	15	13,32	31,30
105 – Prádelna	15	10,21	23,99
107 – Dílna	15	25,18	59,17
202 – Spižárna	15	12,67	32,94
203 – Komora + šatna	15	14,06	35,15
204 – Zádveří	15	4,60	11,96
205 – Odkládací šatna	15	3,70	9,62
208 – Chodba	15	7,85	20,41
209 – Kuchyň	20	13,48	35,05
210 – Obývací pokoj	20	42,69	110,99
302 – Dětský pokoj	20	14,06	34,00
303 – Dětský pokoj	20	13,86	34,00
304 – Koupelna	24	9,18	28,21
306 – Chodba	15	10,97	27,43
307 – Kuchyň babičky	20	10,09	25,23
309 – Ložnice	20	22,80	56,93
310 – Pokoj babičky	20	23,20	52,26
Celkem		251,92	628,65
Údaje o nevytápěných místnostech			
Označení místnosti	b-hodnota		teplota
	b_u		θ_u
	na jednotku		[°C]
101 – Schodiště	0,5		nevytápěná
102 – Místnost pod schody	0,5		nevytápěná
103 – Chodba	0,0		nevytápěná
106 – WC	1,0		nevytápěná
108 – Garáž	0,6		nevytápěná
109 – Kotelna	0,8		nevytápěná
110 – Uhelna			nevytápěná
201 – Schodiště	0,4		nevytápěná
206 – Úklidová komora	0,0		nevytápěná
207 – WC	1,0		nevytápěná
301 – Schodiště	0,4		nevytápěná
305 – Úklidová komora	0,0		nevytápěná
Podkroví	0,7		nevytápěná

3.4 Výpočet součinitele prostupu tepla pro stavební části

Pro správný výpočet celkového tepelného výkonu je třeba znát materiály jednotlivých částí konstrukce domu a jejich tepelně technické vlastnosti. „*Součinitel prostupu tepla je celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce.*“ [16]

Výpočet součinitele prostupu tepla je proveden dle ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu* [14].

Součinitel prostupu tepla je stanoven podle příslušného vzorce 3.1:

$$U_k = \frac{1}{R_{si} + R_N + R_{se}} \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (3.1)$$

Kde:

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$];

R_N – tepelný odpor dané konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$];

R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$].

Tepelný odpor dané konstrukce je vypočítán dle vzorce 3.2:

$$R_N = \sum_{i=1}^j \frac{d_i}{\lambda_i} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (3.2)$$

Kde:

d_i – tloušťka dané konstrukce [m];

λ_i – součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$].

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní / vnější straně konstrukce je vypočítán dle vzorce 3.3:

$$R_{si/se} = \frac{1}{\alpha_{i/e}} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}] \quad (3.3)$$

Kde:

α – součinitel přestupu tepla na vnitřní/vnější straně konstrukce [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$].

Materiály jednotlivých konstrukcí domu a jejich tepelně technické parametry λ a R jsou uvedeny v následujících tabulkách (3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9). Výsledkem je součinitel prostupu tepla U_k [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$] dané konstrukce.

Tabulka 3.4 Výpočet U-hodnot pro stavební části (venkovní obvodové zdi)

Venkovní obvodové zdi	d	λ	R_N	U_k	Zdroj zvolených hodnot
	[m]	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m ² ·K·W ⁻¹]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Vnější obvodová stěna					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Cihla keramická děrovaná CDK 360	0,360	0,559	0,644		[18]
Omítka (cementový zástřík)	0,010	1,160	0,009		[17]
Vzduchová mezera	0,020	–	0,175		[17]
Pěnový polystyren s vrstvou dřevité vlny - Lignopor	0,050	0,058	0,862		[18]
Štuková omítka	0,020	0,080	0,250		[17]
Odpor při přestupu tepla na venkovní straně (vodorovný tepelný tok)			0,040		[14]
Celková tloušťka a U_k	0,470		2,121	0,471	–
Vnější obvodová stěna – suterén (část nad zemí)					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Cihla keramická děrovaná CDK 360	0,360	0,559	0,644		[18]
Omítka (cementový zástřík)	0,010	1,160	0,009		[17]
Vzduchová mezera	0,020	–	0,175		[17]
Pěnový polystyren s vrstvou dřevité vlny - Lignopor	0,050	0,058	0,862		[18]
Žula	0,100	3,100	0,032		[17]
Odpor při přestupu tepla na venkovní straně (vodorovný tepelný tok)			0,040		[14]
Celková tloušťka a U_k	0,550		1,903	0,525	–
Vnější obvodová stěna – suterén (část pod zemí)					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Cihla keramická děrovaná CDK 360	0,360	0,559	0,644		[18]
Omítka (cementový zástřík)	0,010	1,160	0,009		[17]
Vzduchová mezera	0,020	-	0,175		[17]
Pěnový polystyren s vrstvou dřevité vlny - Lignopor	0,050	0,058	0,862		[18]
Štuková omítka	0,020	0,080	0,250		[17]
Hydroizolace (asfaltová) 2xA500SH + 3xAFS. Nátěr	0,005	0,210	0,024		[17]
Odpor při přestupu tepla na venkovní straně (vodorovný tepelný tok)			0,040		[14]
Celková tloušťka a U_k	0,475		2,145	0,466	–

Tabulka 3.5 Výpočet U-hodnot pro stavební části (vnitřní zdi)

Venkovní obvodové a vnitřní zdi	d	λ	R	U_k	Zdroj zvolených hodnot
	[m]	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m ² ·K·W ⁻¹]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 [mm]					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Omítka vnitřní vápenná	0,005	0,880	0,006		[17]
Zdivo CDK	0,240	0,605	0,397		[18]
Omítka vnitřní vápenná	0,005	0,880	0,006		[17]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Celková tloušťka a U_k	0,250		0,668	1,496	–
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 [mm]					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Omítka vnitřní vápenná	0,018	0,880	0,020		[17]
Duté cihly (dvouděrová příčkovka)	0,065	0,570	0,114		[19]
Omítka vnitřní vápenná	0,018	0,880	0,020		[17]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Celková tloušťka a U_k	0,100		0,414	2,417	–
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 [mm]					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Omítka vnitřní vápenná	0,023	0,880	0,026		[17]
Duté cihly (dvouděrová příčkovka)	0,065	0,570	0,114		[19]
Omítka vnitřní vápenná	0,023	0,880	0,026		[17]
Kachličky	0,015	1,010	0,015		[20]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Celková tloušťka a U_k	0,125		0,440	2,273	–
Vstup + lodžie (SIPOREX)					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
SIPOREX	0,260	0,300	0,867		[18]
Omítka (cementový zástřík)	0,010	1,160	0,009		[17]
Štuková omítka	0,020	0,080	0,250		[17]
Odpor při přestupu tepla na venkovní straně (vodorovný tepelný tok)			0,040		[14]
Celková tloušťka a U_k	0,300		1,307	0,765	–

Tabulka 3.6 Výpočet U-hodnot pro stavební části (podlaha / strop)

Podlaha / strop	d	λ	R_N	U_k	Zdroj zvolených hodnot
	[m]	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m ² ·K·W ⁻¹]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Podlaha suterén (teracová dlažba) – 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Teracová dlažba	0,030	1,280	0,023		[18]
Cementový potěr	0,020	1,160	0,017		[17]
Betonová mazanina	0,060	1,750	0,034		[14]
Celková tloušťka a U_k (směr dolů)	0,110		0,245	4,082	–
Podlaha první patro (kachličky) – 106, 203, 204, 207, 209, 304, 307					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Kachličky	0,010	1,010	0,010		[20]
Dřevotřískové plotny	0,020	0,110	0,182		[20]
Cementový potěr	0,030	1,160	0,026		[17]
Škvárový násyp	0,095	0,270	0,352		[20]
Cementový potěr	0,005	1,160	0,004		[17]
Stropnice HURDIS	0,080	0,600	0,133		[21]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Celková tloušťka a U_k (směr dolů)	0,250		1,058	0,945	–
Celková tloušťka a U_k (směr nahoru)	0,250		0,918	1,089	–
Podlaha první patro (korek) – 210, 309, 310					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Korek	0,005	0,064	0,078		[20]
Dřevotřískové plotny	0,020	0,110	0,182		[20]
Cementový potěr	0,030	1,160	0,026		[17]
Škvárový násyp	0,100	0,270	0,370		[20]
Cementový potěr	0,005	1,160	0,004		[17]
Stropnice HURDIS	0,080	0,600	0,133		[21]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Celková tloušťka a U_k (směr dolů)	0,250		1,145	0,873	–
Celková tloušťka a U_k (směr nahoru)	0,250		1,005	0,995	–

Tabulka 3.7 Výpočet U-hodnot pro stavební části (podlaha / strop – pokračování)

Podlaha / strop	d	λ	R_N	U_k	Zdroj zvolených hodnot
	[m]	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m ² ·K·W ⁻¹]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Podlaha první patro (koberec) – 205, 206, 208, 302, 303, 305, 306					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Koberec	0,010	0,065	0,154		[20]
Dřevotřískové plotny	0,020	0,110	0,182		[20]
Cementový potěr	0,030	1,160	0,026		[17]
Škvárový násyp	0,095	0,270	0,352		[20]
Cementový potěr	0,005	1,160	0,004		[17]
Stropnice HURDIS	0,080	0,600	0,133		[21]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Celková tloušťka a U_k (směr dolů)	0,250		1,202	0,832	–
Celková tloušťka a U_k (směr nahoru)	0,250		1,062	0,941	–
Podlaha první patro (linoleum) – 202					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Linoleum	0,010	0,170	0,059		[17]
Dřevotřískové plotny	0,020	0,110	0,182		[20]
Cementový potěr	0,030	1,160	0,026		[17]
Škvárový násyp	0,095	0,270	0,352		[20]
Cementový potěr	0,005	1,160	0,004		[17]
Stropnice HURDIS	0,080	0,600	0,133		[21]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,170		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Celková tloušťka a U_k (směr dolů)	0,250		1,107	0,903	–
Celková tloušťka a U_k (směr nahoru)	0,250		0,967	1,034	–
Strop druhé patro (podkroví)					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Deska (dřevěná)	0,015	0,150	0,100		[14]
Polystyren	0,160	0,039	4,103		[17]
Dřevěný strop	0,020	0,150	0,133		[14]
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Celková tloušťka a U_k (směr nahoru)	0,195		4,536	0,220	–

Tabulka 3.8 Výpočet U-hodnot pro stavební části (střecha)

Střecha	d	λ	R_N	U_k	Zdroj zvolených hodnot
	[m]	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m ² ·K·W ⁻¹]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Střecha (šikmina)					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Střešní krytina (eternit)	0,004	0,000	0,000		[–]
Lepenka (tér papír)	0,001	0,000	0,000		[–]
Heraklit	0,050	0,090	0,556		[22]
Polystyren	0,160	0,039	4,103		[17]
Deska (dřevěná)	0,015	0,150	0,100		[20]
Omítka vnitřní vápenná	0,010	0,880	0,011		[17]
Odpor při přestupu tepla na venkovní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,100		[14]
Celková tloušťka a U_k (směr nahoru)	0,240		4,969	0,201	–

Tabulka 3.9 Výpočet U-hodnot pro stavební části (okna / dveře / vrata)

Okna / dveře / vrata	d	λ	R	U_k	Zdroj zvolených hodnot
	[m]	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m ² ·K·W ⁻¹]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	
Vnitřní dveře					–
Dřevo				2,000	[23]
Francouzské okno					–
Dřevo + izolační dvojsklo bez selektivní vrstvy				2,900	[23]
Vchodové dveře					–
Dřevo + izolační dvojsklo bez selektivní vrstvou				2,900	[23]
Garážová vrata					–
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130		[14]
Dřevo	0,010	0,150	0,067		[14]
Polystyren	0,020	0,039	0,513		[17]
Dřevo	0,010	0,150	0,067		[14]
Odpor při přestupu tepla na venkovní straně (vodorovný tepelný tok)			0,040		[14]
Suma	0,040		0,816	1,225	–
Okna					–
Dřevo + izolační dvojsklo bez selektivní vrstvy				2,900	[23]
Stěna + dveře mezi schodištěm a chodbou					–
Dřevěné zasklené jedním sklem ze 2/3.				3,000	[23]

Velkou roli při výpočtu celkové tepelné ztráty domu hrají tepelné mosty. Tepelné mosty jsou taková místa v konstrukci, kde dochází ke zvýšenému tepelnému úniku energie. Lze tak označit místa v interiéru, kde je nižší teplota povrchu a naopak teplota povrchu na venkovní straně je vyšší. [24]

Činitelé lineárního prostupu tepla ψ_k [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$] lineárních tepelných mostů jsou voleni dle normy ČSN EN ISO 14683 - *Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Lineární činitel prostupu tepla - Zjednodušené metody a orientační hodnoty* [25], protože hodnoty činitelů z normy ČSN EN 12831 [14] jsou pro praktické použití nevhodné, neboť nezohledňují umístění tepelně izolačních vrstev a jsou v rozporu s podrobnějšími hodnotami podle ČSN EN ISO 14683 [25]. Zvolené hodnoty lineárních tepelných mostů jsou uvedeny v tabulce 3.10.

Tabulka 3.10 Hodnoty pro jednotlivé tepelné mosty [25]

Tepelné mosty	ψ_k
	[$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]
W7 – Okno a dveřní otvory	0,45
C1 – Nároží	0,15
IW1 – Vnitřní stěny	0,10
IF1 – Stropy	0,10
R9 – Střechy	0,15
R11 – Střechy	0,25

3.5 Výpočet celkových tepelných ztrát domu

Po stanovení výpočtové venkovní a průměrné roční teploty vzduchu, společně se součiniteli prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi, je možné provádět samotný výpočet dle normy ČSN EN 12831 [14]. Tento výpočet obsahuje tepelné ztráty prostupem, větráním a zátopem. Výpočty tepelných ztrát prostupem pro všechny vytápěné místnosti jsou uvedeny v příloze P1.

Výpočet celkových tepelných ztrát domu je proveden dle ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu* [14].

Návrhová tepelná ztráta se vypočítá z rovnice 3.4:

$$\phi_I = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} \quad [\text{W}] \quad (3.4)$$

Kde:

$\phi_{T,i}$ – návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru [W];

$\phi_{V,i}$ – návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W].

3.5.1 Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla $\phi_{T,i}$ se pro vytápěný prostor vypočítá z rovnice 3.5:

$$\phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (3.5)$$

Kde:

$H_{T,ie}$ – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$];

$H_{T,iue}$ – součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$];

$H_{T,ig}$ – součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru do zeminy v ustáleném stavu [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$];

$H_{T,ij}$ – součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$];

$\theta_{int,i}$ – výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [$^{\circ}\text{C}$];

θ_e – výpočtová venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$].

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ie}$, obsahují všechny stavební části a lineární tepelné mosty, které jsou mezi vnitřním a venkovním prostředím. Tyto stavební části jsou např. okna, dveře, stěny a střecha. Tyto tepelné ztráty se vypočítají z rovnice 3.6:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_k \cdot e_l \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (3.6)$$

Kde:

A_k – plocha stavební části [m^2];

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

e_k, e_l – korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům [-];

ψ_l – činitel lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$];

l_k – délka lineárních tepelných mostů [m].

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – součinitel tepelné ztráty $H_{T,iue}$, se uvažuje pouze tehdy, pokud je mezi vytápěnou místností a venkovním prostředím místnost, která je nevytápěná. Tyto tepelné ztráty se vypočítají z rovnice 3.7:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_k \cdot b_u \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (3.7)$$

Kde:

b_u – teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhovou teplotou. Pro výpočet byly stanoveny hodnoty z normy ČSN EN 12831 [14] (Tabulka D.4.2) (viz tabulka 3.3) [-].

Tepelné ztráty do přilehlé zeminy – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ig}$, tyto tepelné ztráty nastávají pouze tehdy, když jsou podlahy nebo základové stěny přímo, nebo nepřímo, ve styku se zeminou. Tento výpočet lze provést podle normy EN ISO 13370, nebo zjednodušeným výpočtem z rovnice 3.8:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_W \quad [W \cdot K^{-1}] \quad (3.8)$$

Kde:

f_{g1} – korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty, stanoveno z normy ČSN EN 12831 [14] v příloze D.4.3. [-];

f_{g2} – teplotní redukční činitel, zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou, který se stanoví z rovnice 3.9:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (3.9)$$

$U_{equiv,k}$ – ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí, který je stanoven podle typologie podlahy dle normy ČSN EN 12831 [14] (Tabulka 4, 5, 6, 7) [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$];

G_W – korekční činitel zohledňující vliv spodní vody, tento činitel se uvažuje pouze, je-li vzdálenost mezi předpokládanou vodní hladinou spodní vody a úrovní podlahy podzemního podlaží menší než 1 m [-].

Abychom mohli zvolit $U_{equiv,k}$, je potřeba stanovit charakteristický rozměr B' z rovnice 3.10:

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} \quad [m] \quad (3.10)$$

Kde:

A_g – plocha uvažované podlahové konstrukce [m^2];

P – obvod uvažované podlahové konstrukce, oddělující vytápěný prostor uvažované části budovy od venkovního prostředí [m].

Výpočet tepelných ztrát prostupem pro obývací pokoj (č. m. 210) je znázorněn v tabulce 3.11 a 3.12.

Tabulka 3.11 Výpočet tepelné ztráty prostupem pro obývací pokoj

210 - Obývací pokoj				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k
	[m ²]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[-]	[W·K ⁻¹]
Vnější obvodová stěna	30,21	0,471	1,00	14,24
Vstup + lodžie (SIPOREX)	6,04	0,765	1,00	4,62
Francouzské okno	3,15	2,900	1,00	9,14
Okno 3x	8,25	2,900	1,00	23,93
Celkem stavební části			$\sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$	[W·K ⁻¹] 51,92
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k
	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m]	[-]	[W·K ⁻¹]
W7 – Okno a dveřní otvory	0,45	27,20	1,00	12,24
C1 – Nároží	0,15	7,80	1,00	1,17
IW1 – Vnitřní stěny	0,10	5,20	1,00	0,52
IF1 – Stropy	0,10	18,33	1,00	1,83
IF1 – Stropy	0,10	18,33	1,00	1,83
Celkem tepelné mosty			$\sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot e_k$	[W·K ⁻¹] 17,60
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí			$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot e_k$ 69,52	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u
	[m ²]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[-]	[W·K ⁻¹]
Podlaha první patro (korek) – (109 + 110 – Kotelna + Uhelna)	16,78	0,87	0,80	11,72
Podlaha první patro (korek) – (108 – Garáž)	25,36	0,87	0,60	13,29
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (207 – WC)	2,47	2,27	1,00	5,61
Celkem stavební části			$\sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$	[W·K ⁻¹] 30,62
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u
	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	[m]	[-]	[W·K ⁻¹]
IF1 – Stropy (108 – Garáž)	0,10	10,10	0,60	0,61
IF1 – Stropy (109 + 110 – Kotelna + Uhelna)	0,10	8,40	0,80	0,67
Celkem tepelné mosty			$\sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot b_u$	[W·K ⁻¹] 1,28
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory			$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot b_u$ 31,90	

Tabulka 3.12 Výpočet tepelné ztráty prostupem pro obývací pokoj (pokračování)

Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P			
	[m ²]	[m]	[m]			
	0,00	0,00	0,00			
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}		
	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[m ²]	[W·K ⁻¹]		
Žádné	0,000	0,000	0,000	0,000		
Celkem ekvivalentní stavební části		Σ _k A _k · U _{equiv,k}		[W/K]	0,00	
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w		
	—	—	—	—		
	0,000	0,000	0,000	0,000		
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných místností na rozdílné teploty						
Stavební část	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k		
	[—]	[m ²]	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	[W·K ⁻¹]		
Vnitřní dělicí stěna – nosná 250 mm (205 – Odkládací šatna)	0,143	5,98	1,50	1,28		
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (208 – Chodba)	0,143	2,73	2,42	0,94		
Vnitřní dveře (210 – Obývací pokoj)	0,143	2,86	3,00	1,22		
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					3,45	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem			H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}		[W·K ⁻¹]	104,87
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		[°C]	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,l}		[°C]	20		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,l}		[°C]	35		
Teplota v sousední místnosti – 205	θ _{vytap. sous.}		[°C]	15		
Teplota v sousední místnosti – 208	θ _{vytap. sous.}		[°C]	15		
Návrhová tepelná ztráta prostupem Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				[W]	3670,3	

3.5.2 Návrhová tepelná ztráta větráním

Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{V,i}$ pro vytápěný prostor se vypočte z rovnice 3.11:

$$\phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [\text{W}] \quad (3.11)$$

Kde:

$H_{V,i}$ – součinitel návrhové tepelné ztráty větráním [$\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$];

$\theta_{int,i}$ – výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru [$^{\circ}\text{C}$];

θ_e – výpočtová venkovní teplota [$^{\circ}\text{C}$].

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním $H_{V,i}$ vytápěného prostoru se vypočte z rovnice 3.12:

$$H_{V,i} = \dot{V}_i \cdot \rho \cdot c_p \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (3.12)$$

Kde:

ρ – hustota vzduchu při $\theta_{int,i}$ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$];

c_p – měrná tepelná kapacita vzduchu při $\theta_{int,i}$ [$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$].

Za předpokladu konstantního ρ a c_p se rovnice (3.12) zjednoduší na rovnici (3.13):

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (3.13)$$

Kde:

$\dot{V}_i$ – výměna vzduchu ve vytápěném prostoru [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$].

Přirozené větrání

Pokud není v domě nainstalovaná větrací soustava, předpokládá se, že přiváděný vzduch má tepelné vlastnosti venkovního vzduchu. Tepelná ztráta přirozeným větráním je přímo úměrná rozdílu teplot mezi vytápěnou místností a venkovním prostředím.

Při výpočtu tepelné ztráty přirozeným větráním se bere v úvahu pouze větší z následujících hodnot z rovnice 3.14:

$$\dot{V}_i = \max(\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}) \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.14)$$

Kde:

$\dot{V}_{inf,i}$ – maximální výměna vzduchu infiltrací [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$];

$\dot{V}_{min,i}$ – minimální výměna vzduchu požadovaná z hygienických důvodů [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$].

Nucené větrání

Při nuceném větrání nemusí mít přiváděný vzduch tepelné vlastnosti venkovního vzduchu, protože může být použito zařízení na zpětné získávání tepla, vzduch může být ústředně předehříván atd. V tomto případě se použije teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl teplot přiváděného vzduchu a výpočtové venkovní teploty.

Množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti se vypočte z rovnice 3.15:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{SU,i} \cdot f_{Vi} + \dot{V}_{mech,inf,i} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.15)$$

Kde:

$\dot{V}_{inf,i}$ – množství vzduchu infiltrací ve vytápěné místnosti [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$];

$\dot{V}_{SU,i}$ – množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$];

$\dot{V}_{mech,inf,i}$ – rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$];

$$f_{Vi} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{SU,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-] \quad (3.16)$$

Kde:

$\theta_{SU,i}$ – teplota přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru [$^{\circ}\text{C}$].

Hygienické množství vzduchu $\dot{V}_{min,i}$

Bývá stanoveno v národní příloze, pokud nejsou dostupné národní hodnoty, mohou být použity základní hodnoty z normy ČSN EN 12831 [14] (Tabulka D.6). Minimální množství vzduchu se stanoví z rovnice 3.17:

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} \cdot V_i \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.17)$$

Kde:

n_{min} – minimální intenzita výměny venkovního vzduchu [h^{-1}];

V_i – objem vytápěné místnosti [m^3].

Infiltrace obvodovým pláštěm budovy – množství vzduchu $\dot{V}_{inf,i}$

Je způsobená větrem a účinkem vztaku na plášť budovy, vypočte se z rovnice 3.18:

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.18)$$

Kde:

V_i – objem vytápěné místnosti [m^3];

n_{50} – intenzita výměny vzduchu za hodinu, voleno z normy ČSN EN 12831 [14] (Tabulka D.7) [h^{-1}];

e_i – stínící činitel, voleno z normy ČSN EN 12831 [14] (Tabulka D.8) [-];

ε_i – výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země, voleno z normy ČSN EN 12831 [14] (Tabulka D.5.4) [-].

Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu $\dot{V}_{mech,inf}$

Je rozdíl odváděného a přiváděného vzduchu, který je vyrovnáván venkovním vzduchem přiváděným obvodovým pláštěm budovy.

$\dot{V}_{mech,inf}$ – může být vypočteno pro celou budovu z rovnice 3.19:

$$\dot{V}_{mech,inf} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{SU}, 0) \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.19)$$

Kde:

$\dot{V}_{ex}$ – množství odváděného vzduchu soustavou pro celou budovu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$];

$\dot{V}_{SU}$ – množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$].

$\dot{V}_{mech,inf}$ – se nejprve stanoví pro celou budovu. Poté se rozdělí veškerý přiváděný vzduch do místností podle průvzdušnosti každého prostoru v poměru k průvzdušnosti celé budovy. Pokud nejsou známy hodnoty průvzdušnosti, je možnost provést výpočet jako podíl objemů jednotlivých místností, z rovnice 3.20:

$$\dot{V}_{mech,inf,i} = \dot{V}_{mech,inf} \cdot \frac{V_i}{\sum V_i} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (3.20)$$

Kde:

V_i – objem prostoru [m^3].

Z výše uvedených výpočtových vztahů lze vypočítat návrhovou tepelnou ztrátu jak pro přirozené, tak pro nucené větrání. Pro dům před navrhovanou rekonstrukcí uvažujeme přirozené větrání. Při přirozeném větrání se do místností přivádí venkovní vzduch o venkovní teplotě -15 °C. Tepelné ztráty přirozeným větráním jsou vypočteny v tabulce 3.13.

Tabulka 3.13 Výpočet tepelných ztrát větráním

Označení místnosti				104 - Sušárna	105 - Prádelna	107 - Dílna	202 - Spížárna	203 - Komora + šatna	204 - Zádveří	205 - Odkládací šatna	208 - Chodba	209 - Kuchyně	210 - Obývací pokoj	302 - Dětský pokoj	303 - Dětský pokoj	304 - Koupelna	306 - Chodba	307 - Kuchyně babičky	309 - Ložnice	310 - Pokoj babičky	Celkem
Objem místnosti		V _i	m ³	31,3	24,0	59,2	32,9	35,2	12,0	9,6	20,4	35,0	111,0	34,0	34,0	28,2	27,4	25,2	56,9	52,3	
Výpočtová venkovní teplota		θ _e	°C	-15,0																	
Výpočtová vnitřní teplota		θ _e - θ _{int,i}	°C	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	20,0	20,0	20,0	20,0	24,0	15,0	20,0	20,0	20,0	
Nejmenší hygienické požadavky	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu	n _{min,i}	h ⁻¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	0,5	
	Nejmenší hygienické množství vzduchu	V' _{min,i}	m ³ /h	15,7	12,0	29,6	16,5	17,6	6,0	4,8	10,2	52,6	55,5	17,0	17,0	42,3	13,7	37,8	28,5	26,1	
Množství vzduchu infiltraci	Nechráněné otvory	-	na jedn.	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	4,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0	2,0	2,0	
	Intenzita výměny vzduchu při 50 Pa	n ₅₀	h ⁻¹	4,0																	
	Činitel zatlacení	e	na jedn.	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0,02	0,03	0,02	0,02	0	0	0,03	0,03	0,03	
	Výškový korekční činitel	ε	na jedn.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Množství vzduchu infiltrací V' _{inf,i} = 2 · V _i · n ₅₀ · e · ε	V _{inf,i}	m ³ /h	5,0	3,8	14,2	5,3	5,6	1,9	1,5	0,0	5,6	26,6	5,4	5,4	0,0	0,0	6,1	13,7	12,5	
Výpočet tepelné ztráty větráním	Zvolená výpočtová hodnota V' _i = max(V _{inf,i} , V' _{min,i})	V' _i	m ³ /h	15,7	12,0	29,6	16,5	17,6	6,0	4,8	10,2	52,6	55,5	17,0	17,0	42,3	13,7	37,8	28,5	26,1	
	Návrhový součinitel tepelné ztráty	H _{v,i}	W/K	5,3	4,1	10,1	5,6	6,0	2,0	1,6	3,5	17,9	18,9	5,8	5,8	14,4	4,7	12,9	9,7	8,9	
	Teplotní rozdíl	θ _e - θ _{int,i}	°C	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	35,0	35,0	35,0	35,0	39,0	30,0	35,0	35,0	35,0	
	Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} = H _{v,i} · (θ _{int,i} - θ _e)	θ _{v,i}	W	159,6	122,4	301,8	168,0	179,3	61,0	49,1	104,1	625,6	660,4	202,3	202,3	561,0	139,9	450,3	338,8	311,0	

3.5.3 Zátopový tepelný výkon

Protože se v domě uvažuje přerušované vytápění, je potřeba do celkového návrhového tepelného výkonu zahrnout také zátopový tepelný výkon. Zátopový tepelný výkon charakterizuje, jaký je potřeba výkon na dosažení výpočtové teploty po útlumu vytápění. Pokud není útlum vytápění delší jak 8 hodin, je možnost použít rovnici 3.21:

$$\phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W] \quad (3.21)$$

Kde:

A_i – podlahová plocha vytápěného prostoru [m^2];

f_{RH} – korekční součinitel závisující na době zátoku a předpokládaném poklesu vnitřní teploty v útlumové době, voleno z normy ČSN EN 12831 [14] (Tabulka D.5.4) [$W \cdot m^{-2}$].

Výpočet zátopového tepelného výkonu pro jednotlivé místnosti je uveden v tabulce 3.14.

Tabulka 3.14 Výpočet zátopového tepelného výkonu

Označení místnosti	Zátopový součinitel	Plocha místností	Zátopový tepelný výkon
	$f_{RH} [W \cdot m^{-2}]$	$A_i [m^2]$	$\Phi_{RH,i} [W]$
104 – Sušárna	13	13,32	173,16
105 – Prádelna		10,21	132,73
107 – Dílna		25,18	327,34
202 – Spižárna		12,67	164,71
203 – Komora + šatna		14,06	182,78
204 – Zádveří		4,60	59,80
205 – Odkládací šatna		3,70	48,10
208 – Chodba		7,85	102,05
209 – Kuchyň		13,48	175,24
210 – Obývací pokoj		42,69	554,97
302 – Dětský pokoj		14,06	182,78
303 – Dětský pokoj		13,86	180,18
304 – Koupelna		9,18	119,34
306 – Chodba		10,97	142,61
307 – Kuchyň babičky		10,09	131,17
309 – Ložnice		22,80	296,40
310 – Pokoj babičky		23,20	301,60
Celkem	–	251,92	3274,96

3.5.4 Návrhový tepelný výkon

Pro vytápěný prostor se vypočte z rovnice 3.22:

$$\phi_{C,i} = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} + \phi_{RH,i} \quad [\text{W}] \quad (3.22)$$

Kde:

$\phi_{T,i}$ – tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru [W];

$\phi_{V,i}$ – tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W];

$\phi_{RH,i}$ – zátopový tepelný výkon požadovaný pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění vytápěného prostoru [W].

Vypočtený celkový návrhový tepelný výkon domu před uvažovanou rekonstrukcí je znázorněn v tabulce 3.15.

Tabulka 3.15 Výpočet návrhového tepelného výkonu

Označení místnosti	Tepelný výkon – pro tepelné ztráty prostupem	Tepelný výkon – pro tepelné ztráty větráním	Zátopový tepelný výkon	Celkový tepelný výkon
	$\Phi_{T,i}$ [W]	$\Phi_{V,i}$ [W]	$\Phi_{RH,i}$ [W]	$\Phi_{C,i}$ [W]
104 – Sušárna	993,92	159,64	173,16	1 326,72
105 – Prádelna	859,12	122,37	132,73	1 114,22
107 – Dílna	1 469,74	301,78	327,34	2 098,86
202 – Spížírna	769,14	168,00	164,71	1 101,85
203 – Komora + šatna	667,63	179,27	182,78	1 029,68
204 – Zádveří	454,26	61,00	59,80	575,06
205 – Odkládací šatna	330,22	49,06	48,10	427,38
208 – Chodba	321,94	104,09	102,05	528,08
209 – Kuchyň	968,02	625,61	175,24	1 768,86
210 – Obývací pokoj	3 670,28	660,41	554,97	4 885,66
302 – Dětský pokoj	1 064,39	202,32	182,78	1 449,49
303 – Dětský pokoj	1 102,75	202,32	180,18	1 485,24
304 – Koupelna	605,72	561,03	119,34	1 286,09
306 – Chodba	23,78	139,87	142,61	3 06,26
307 – Kuchyň babičky	924,71	450,27	131,17	1 506,15
309 – Ložnice	1 160,21	338,75	296,40	1 795,36
310 – Pokoj babičky	1 209,52	310,95	301,60	1 822,07
Celkem	16 595,35	4 636,74	3 274,96	24 507,05

3.6 Finanční náklady na provoz domu

Pro energetické a ekonomické zhodnocení budovy, ve snaze dosáhnout „blízko nulového domu“, bylo zapotřebí stanovit potřebu tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody společně s potřebou elektrické energie na provoz elektrických zařízení v domácnosti. Z těchto hodnot byly stanoveny finanční náklady na provoz domu.

Výpočet potřeby tepelné energie [26, 27]:

Roční potřeba tepla charakterizuje, kolik je potřeba dodat energie do hodnocené budovy. Tato potřeba tepla je dána rovnicí 3.23:

$$Q_{rok} = Q_{VYT} + Q_{VĚT} + Q_{TUV} \quad [\text{MWh} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (3.23)$$

Kde:

Q_{rok} – roční potřeba tepla pro daný dům $[\text{MWh} \cdot \text{rok}^{-1}]$;

Q_{VYT} – roční potřeba tepla na vytápění $[\text{MWh} \cdot \text{rok}^{-1}]$;

$Q_{VĚT}$ – roční potřeba tepla na větrání $[\text{MWh} \cdot \text{rok}^{-1}]$;

Q_{TUV} – roční potřeba tepla na přípravu teplé vody $[\text{MWh} \cdot \text{rok}^{-1}]$.

Množství tepla na vytápění a větrání [26, 27]:

Pro výpočet roční potřeby tepla byla použita denostupňová metoda, rovnice 3.24 a 3.25:

$$Q_{VYT, VĚT} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_{C,D}}{(t_{is} - t_e)} \cdot 10^{-3} \quad [\text{MWh} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (3.24)$$

$$Q_{VYT, VĚT} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_{C,D}}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \quad [\text{GJ} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (3.25)$$

Kde:

ε – opravný činitel, zvoleno $\varepsilon = 0,75$ (stavby střední s krátkými otopným přestávkami – noční útlum, nebo pro stavby těžké bez otopných přestávek);

η_o – účinnost obsluhy a možnost regulace, zvoleno $\eta_o = 0,9$ (pro kotelnu na tuhá paliva);

η_r – účinnost rozvodu vytápění, zvoleno $\eta_r = 0,965$ (podle provedení se volí hodnota mezi 0,95 a 0,98);

$\phi_{C,i}$ – celková tepelná ztráta domu, $\phi_{C,i} = 24,507 \text{ kW}$;

t_{is} – průměrná vnitřní výpočtová teplota, $t_{is} = 18,2 \text{ °C}$;

t_e – venkovní výpočtová teplota, $t_e = -15 \text{ °C}$;

D – denostupeň, který je vypočten z rovnice 3.26:

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{em}) \quad [-] \quad (3.26)$$

Kde:

d – počet topných dnů v roce, zvoleno $d = 232$ (ČSN EN 12831 [14] Tabulka NA.1 pro Brno);

t_{em} – průměrná denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období, zvoleno $t_{em} = 4\text{ °C}$ (ČSN EN 12831 [14] Tabulka NA.1 pro Brno).

Výpočet:

Výpočet denostupně:

$$D = 232 \cdot (18,2 - 4)$$

$$D = 3\,294$$

Výpočet potřeby tepla na vytápění a větrání:

$$Q_{VYT,VĚT} = \frac{0,75}{0,9 \cdot 0,965} \cdot \frac{24 \cdot 24,507 \cdot 3\,294,4}{(18,2 - (-15))} \cdot 10^{-3}$$

$$Q_{VYT,VĚT} = 50,4 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{VYT,VĚT} = 181,4 \text{ GJ} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Množství tepla na ohřev teplé vody [26, 27]:

V prvním kroku byla vypočtena potřeba tepla na jeden den pro ohřev teplé vody z rovnice 3.27:

$$Q_{TUV,den} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} \quad [\text{kWh}] \quad (3.27)$$

Kde:

z – koeficient energetických ztrát systému pro přípravu teplé vody, zvoleno $z = 2$ (pro rozvody ve starších stavbách se volí $z = 2$ až 4);

ρ – hustota vody, $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

c – měrná tepelná kapacita vody, $c = 4186 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

V_{2p} – celková potřeba vody na 1 den pro 6 osob, $V_{2p} = 0,42 \text{ m}^3 \cdot \text{osoba}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ (pro obytné stavby se volí od $0,060$ do $0,082 \text{ m}^3 \cdot \text{osoba}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, minimálně $0,2 \text{ m}^3 \cdot \text{byt}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$);

t_2 – teplota ohřáté vody, zvoleno $t_2 = 55\text{ °C}$;

t_1 – teplota studené vody, zvoleno $t_1 = 10\text{ °C}$.

Následně byla přepočtena potřeba tepla jednoho dne na roční potřebu tepla pro ohřev teplé vody pomocí rovnice 3.28:

$$Q_{TUV,rok} = Q_{TUV,den} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,den} \cdot \frac{t_2 - t_{sv1}}{t_2 - t_{sv2}} \cdot (N - d) \quad [\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (3.28)$$

Kde:

t_{sv1} – teplota studené vody v létě, zvoleno $t_{sv1} = 15\text{ °C}$;

t_{sv2} – teplota studené vody v zimě, zvoleno $t_{sv2} = 5\text{ °C}$;

N – počet pracovních dní v roce, kdy se připravuje teplá voda, zvoleno $N = 365$.

Výpočet

Výpočet denní potřeby tepla na ohřev teplé vody:

$$Q_{TUV,den} = (1 + 2) \cdot \frac{1\,000 \cdot 4\,186 \cdot 0,42 \cdot (55 - 10)}{3\,600}$$

$$Q_{TUV,den} = 65,9 \text{ kWh}$$

Výpočet roční potřeby tepla na ohřev teplé vody:

$$Q_{TUV,rok} = 65,9 \cdot 232 + 0,8 \cdot 65,9 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot (365 - 232)$$

$$Q_{TUV,rok} = 20\,898 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1} = 20,9 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{TUV,rok} = 75,3 \text{ GJ} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Celková roční potřeba tepelné energie na vytápění, větrání a ohřev teplé vody:

$$Q_{rok} = Q_{VYT,VĚT} + Q_{TUV,rok}$$

$$Q_{rok} = 50,4 + 20,9$$

$$Q_{rok} = 71,3 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{rok} = 256,7 \text{ GJ} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Při nastavení daných hodnot do webového kalkulátoru na TZB-info [26] jsme získali stejný výsledek (obr. 3.10). Z tohoto výsledku jsme poté získali finanční náklady na vytápění a ohřev teplé vody (obr. 3.11) [28].

Lokalita (Tabulka) ☐ $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ☒ $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ☐ $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C} ???$

Město Délka topného období $d = 232$ [dny]

Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 4\text{ }^{\circ}\text{C}$

☒ **Vytápění**

Teplotná ztráta objektu $Q_c = 24.5$ kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 18.2\text{ }^{\circ}\text{C} ???$

Vytápěcí denostupně
 $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3294\text{ K.dny}$

Opravné součinitele a účinnosti systému

$\eta_i = 0.85\text{ } ???$ $\eta_o = 0.9\text{ } ???$

$\eta_t = 0.90\text{ } ???$ $\eta_r = 0.965\text{ } ???$

$\eta_d = 1.00\text{ } ???$

Opravný součinitel $\epsilon\text{ } ???$

☐ $\epsilon = \eta_i \cdot \eta_t \cdot \eta_d = 0.765$

☒ $\epsilon = 0.75$

$Q_{VYT,r} = \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$

$Q_{VYT,r} = \left(\begin{array}{l} 181.4\text{ GJ/rok} \\ 50.4\text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$

☒ **Ohřev teplé vody**

$t_1 = 10\text{ }^{\circ}\text{C} ???$ $\rho = 1000\text{ kg/m}^3 ???$

$t_2 = 55\text{ }^{\circ}\text{C} ???$ $c = 4186\text{ J/kgK} ???$

$V_{2p} = 0.42\text{ m}^3/\text{den} ???$

Koeficient energetických ztrát systému $z = 2\text{ } ???$

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 65.9\text{ kWh}$

Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny]

$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$

$Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{l} 75.3\text{ GJ/rok} \\ 20.9\text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left(\begin{array}{l} 256.7\text{ GJ/rok} \\ 71.3\text{ MWh/rok} \end{array} \right) \text{ Náklady}$

Obr. 3.10 Nastavení webového kalkulátoru pro výpočet potřeby tepelné energie na vytápění, větrání a ohřev teplé vody na TZB-info [26]

Pokud známe celkovou potřebu tepelné energie pro vytápění, větrání a ohřev teplé vody, jsme schopni stanovit finanční náklady na vytápění různými druhy paliv. V domě se nachází kotel na tuhá paliva VIADRUS U22 4C, který slouží převážně ke spalování koks, černého uhlí nebo dřeva. V tomto kotli se odjakživa spaloval pouze koks, proto s ním budeme v dalších krocích počítat. Při spalování koks dosahoval kotel účinnosti 75 až 80 % [13]. Na následujícím obrázku jsou přibližné roční finanční náklady na vytápění, větrání a ohřev teplé vody.

Náklady na vytápění Výpočtová spotřeba tepla = 256,7 GJ					
Druh paliva (Výhřevnost) (Volba tarifu)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (Průměrná účinnost v %) ☐ zadat vlastní účinnost	Cena tepla ☐ Kč/GJ ☒ Kč/kWh	Spotřeba paliva / rok	Náklady na vytápění Kč / rok
Hnědý uhlí (18 MJ/kg) cený a dodavatelé	3,55 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,29	25929 kg	92049,-
Černé uhlí (23,1 MJ/kg) cený a dodavatelé	5,10 /kg	Klasický kotel na uhlí (55%)	1,45	20205 kg	103044,-
Koks (27,5 MJ/kg)	7 /kg	Automatický kotel na uhlí (80%)	1,15	11668 kg	81677,-
Dřevo (14,6 MJ/kg)	3,00 /kg	Kotel na zplyňování dřeva (75%)	0,99	23443 kg	70329,-

Obr. 3.11 Porovnání finančních nákladů na vytápění tuhými palivy [28]

Celkové náklady na vytápění a ohřev teplé vody jsou: 81 677 Kč

Do celkových nákladů na provoz domácnosti je nutné započítat potřebu elektrické energie elektrických zařízení a osvětlení v domácnosti. Tuto potřebu jsme stanovili pomocí Virtuálního kalkulátoru ECČB [29]. Roční potřeba el. energie pro provoz elektrických zařízení a osvětlení v domácnosti nám vyšla 5 900 kWh.

V současné době se v domě využívá tarif D25d od firmy E.ON Energie, a.s. [71]. Jedná se o tarif se dvěma sazbami, 8 hodin nízký a 16 hodin vysoký tarif. Níže uvedené ceny elektřiny a poplatků pro rok 2016 jsou včetně 21% základní sazby DPH [71].

- Cena vysokého tarifu: $VT = 3\,947,13 \text{ Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$
- Cena nízkého tarifu: $NT = 1\,398,51 \text{ Kč} \cdot \text{MWh}^{-1}$
- Roční platba = $12 \cdot (70 + 126 + 7,96) = 2\,447,52 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$
- POZE = spotřeba elektrické energie $\text{MWh} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot 598,95 = 5,9 \cdot 598,95 = 3\,554,12 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$

$$\text{Celkem} = \frac{16 \cdot 3\,947,13 + 8 \cdot 1\,398,51}{24} + 2\,447,52 + 3\,554,12$$

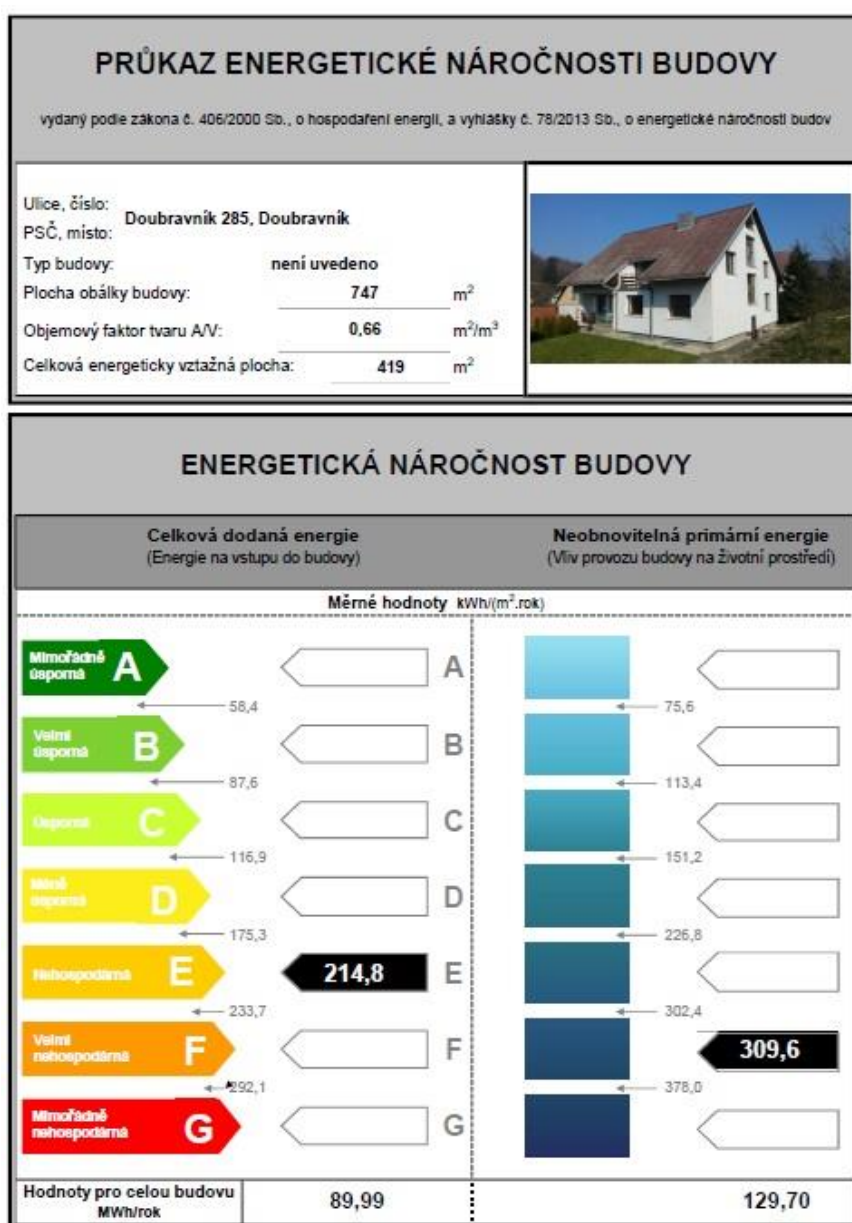
$$\text{Celkem} = 24\,077,4 \text{ Kč} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Celkové náklady na provoz domácnosti jsou: 105 754 Kč s DPH

4 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY PŘED REKONSTRUKCÍ

Pro lepší představu o energetické náročnosti domu v současné době jsme se rozhodli použít výpočetní program NKN II (Národní Kalkulační Nástroj II) [11].

Po snaze nastavit program NKN II co nejvíce realitě, jsme dosáhli energetické náročnosti budovy znázorněné na obr. 4.1, kde můžeme vidět, že dům spadá do **energetické třídy E (nehospodárná budova)**. Přičemž průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy je **0,76 W·m⁻²·K⁻¹**. Výpočet energetické náročnosti budovy je vypracován v příloze P8.



Obr. 4.1 Průkaz energetické náročnosti budovy před rekonstrukcí [11]

5 REKONSTRUKCE

Rekonstrukce stávajícího domu se uvažuje převážně z důvodu snížení energetické náročnosti budovy do takové míry, abychom se přiblížili, za použití vhodného fotovoltaického systému spolu s tepelným čerpadlem, k „blízko nulovému domu“.

Před samotným návrhem rekonstrukce jsme provedli předběžný výpočet, kolik jsme schopni vyrobit elektrické energie pomocí fotovoltaického systému pro danou lokalitu. Veškerou vyrobenou elektrickou energii jsme uvažovali pro provoz tepelného čerpadla ($COP = 3$), pro které jsme stanovili množství vyrobené tepelné energie. Výsledná hodnota nám stanovila, o kolik jsme nuceni snížit potřebu tepelné energie na vytápění, větrání a ohřev teplé vody danou rekonstrukcí, abychom dosáhli rovnováhy mezi vlastní vyrobenou tepelnou energií (daným systémem) a její potřebou.

Naše rekonstrukce se skládá z nejpoužívanějších způsobů tepelné izolace: výměna oken, francouzských oken, dveří a vrat, zateplení obvodových stěn, střechy a stropu do podkroví. Důvodem je, že podíl tepelné ztráty obvodovými zdmi a otvorovými výplněmi je největší. Zateplení suterénu jsme neuvažovali, kvůli náročnému provedení (zateplení základů z venkovní strany je stavebně náročné a z vnitřní strany hrozí možnost kondenzace vody a tvorba plísní na zdech, kvůli nižším světovým výškám místností by muselo dojít k vybourání podlahy) a také z důvodu, že se v suterénu nenachází žádné obytné místnosti.

Součástí práce je výběr nového technického zařízení budovy. Tím je myšleno tepelné čerpadlo společně s fotovoltaickým systémem a návrh nuceného větrání se zpětným získáváním tepla.

Na celou rekonstrukci domu lze využít dotační program Nová zelená úsporám.

Ceny rekonstrukcí jsou včetně 15% snížené sazby DPH z důvodu, že se počítá s instalací zařízení dodavatelskou firmou.

5.1 Dotace – Nová zelená úsporám

Veškeré informace o dotačním programu Nová zelená úsporám (dále NZÚ) byly čerpány z oficiálních stránek programu NZÚ [30].



Obr. 5.1 Nová zelená úsporám [30]

Od 22. října 2015 je možnost využít dotační program NZÚ pro rodinné domy. Tento program vznikl za účelem zlepšení stavu životního prostředí (jako je snížení škodlivých a skleníkových emisí). Program

podporuje jak rekonstrukce starších domů a jejich zdrojů tepla, tak i výstavbu nových nízkoenergetických domů. Při rekonstrukcích starších domů je možnost získání dotací na snížení energetické náročnosti budovy, jako je například výměna oken a dveří nebo zateplení obvodových stěn. Další dotace lze získat na výměnu starého neekologického kotle na tuhá paliva za nový a na instalaci fotovoltaického a rekuperačního systému. Ve výsledku to znamená, že čím více se nám podaří snížit energetickou náročnost budovy, tím získáme větší dotaci na zateplení. Celková výše dotace může dosáhnout maximálně 50 % řádně doložených výdajů.

NZÚ se dělí na tři oblasti:

- Oblast A (Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů);
- Oblast B (Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností – tato oblast se naší práce netýká, proto je vynechána);
- Oblast C (Efektivní využití zdrojů tepla).

5.1.1 Oblast podpory A

Tato podpora slouží pro získání dotací při snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů. Dotace se vztahuje na celkové zateplení budovy, jako je výměna oken a dveří, zateplení obvodových stěn, střechy, stropů a podlah. Dotaci je možné uplatnit jak pro dílčí, tak pro komplexní opatření.

Celá tato oblast A se dělí na 5 menších podoblastí:

- A.0, A.1, A.2, A.3 – tyto podoblasti závisí na požadovaných parametrech (tabulka 5.1) a stanovují, jaká je maximální výše dotace pro daný druh zateplení (tabulka 5.2), přičemž výše dotace je maximálně 50 % řádně doložených způsobilých výdajů.
- A.4 – podoblast na zpracování odborného posudku a zajištění odborného technického dozoru, přičemž maximální výše podpory je 25 000 Kč nebo do 15 % celkové přiznané částky podpory v podoblasti A.0, A.1, A.2, A.3.

Tabulka 5.1 Požadované parametry pro podoblasti podpory A [30]

Sledovaný parametr	Označení [Jednotky]	A.0	A.1	A.2	A.3
Měrná roční potřeba tepla na vytápění po realizaci nebo Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	E_A [kWh·m ⁻² ·rok ⁻¹]	bez požadavku	≤ 90	≤ 55	≤ 35
	U_{em} [W·m ⁻² ·K ⁻¹]		nebo		
			≤ 0,95 $U_{em,R}$	≤ 0,85 $U_{em,R}$	≤ 0,75 $U_{em,R}$
Měněné stavební prvky obálky budovy	U [W·m ⁻² ·K ⁻¹]	$U \leq 0,9 \cdot U_{rec}$	dle požadavku ČSN EN 73 0540-2 a vyhl. č. 78/2013 Sb.		
Procentní snížení vypočtené měrné roční potřeby tepla na vytápění E_A oproti stavu před realizací opatření	[%]	≥ 20 %	≥ 40 %	≥ 50 %	≥ 60 %
Povinná instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla splňující podmínky pro podoblast C.4	[-]	Ne	Ne	Ne	Ano

Tabulka 5.2 Maximální výše podpory pro jednotlivé stavební konstrukce [30]

Typ konstrukce	A.0 a A.1	A.2	A.3
	[Kč·m ⁻²]	[Kč·m ⁻²]	[Kč·m ⁻²]
Obvodové stěny a podlahy nad interiérem	500	600	800
Střechy	500	600	800
Výplně otvorů	2 100	2 750	3 800
Podlahy na terénu	700	900	1 200
Stropy a ostatní konstrukce	330	400	550

Ze zateplených ploch a z tabulky 5.2 jsme vypočetli maximální možnou výši dotace pro jednotlivé podoblasti A.0, A.1, A.2 a A.3 (viz tabulka 5.3).

Tabulka 5.3 Maximální výše dotace pro jednotlivé druhy zateplení v jednotlivých podoblastech

Druh zateplení	Plocha	Dotace A.0 a A.1	Dotace A.2	Dotace A.3
	[m ²]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
Okna a dveře	58,5	122 877,3	160 910,8	222 349,4
Obvodové stěny	231,6	115 795,3	138 954,3	185 272,4
Střecha	22,2	11 116,1	13 339,3	17 785,7
Strop	106,6	35 169,8	42 630,0	58 616,3
Celkem		284 958,4	355 834,4	484 023,8

5.1.2 Oblast podpory C

Tato oblast dotací slouží k efektivnímu využití zdrojů tepla pro:

- výměnu neekologického zdroje tepla na tuhá paliva (např. hnědé a černé uhlí, koks a uhelné brikety) za efektivní ekologicky šetrný zdroj tepla (např. kotel na biomasu, tepelné čerpadlo, plynový kondenzační kotel);
- výměnu elektrického vytápění za tepelné čerpadlo;
- instalaci fotovoltaických a termických systémů;
- instalaci systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu.

Celá tato oblast C se dělí na 5 menších podoblastí:

- C.1 a C.2 – tato podoblast stanovuje výši dotace pro jednotlivé zdroje tepla podle toho, zda je společně s výměnou zdroje provedeno zateplení domu, nebo ne. Pokud se dům nezatepluje, tak pro dotaci podoblasti C.2 lze požádat pouze tehdy, je-li roční potřeba tepla na vytápění do 150 kWh·m⁻²·rok⁻¹ (tabulka 5.4).

Tabulka 5.4 Výše podpory pro různé zdroje tepla [30]

Podoblast podpory		Typ zdroje	Výše podpory [Kč]	
			C.1 (spolu se zateplením)	C.2 (bez zateplení)
C.1.1	C.2.1	Kotel na biomasu s ruční dodávkou paliva	50 000	40 000
C.1.2	C.2.2	Kotel na biomasu se samočinnou dodávkou paliva	100 000	80 000
C.1.3	C.2.3	Krbová kamna na biomasu s teplovodním výměníkem s ruční dodávkou paliva a uzavřené krbové vložky s teplovodním výměníkem	50 000	40 000
C.1.4	C.2.4	Krbová kamna nebo vložka na biomasu s teplovodním výměníkem se samočinnou dodávkou paliva	50 000	40 000
C.1.5	C.2.5	Tepelné čerpadlo voda - voda	100 000	80 000
C.1.6	C.2.6	Tepelné čerpadlo země - voda	100 000	80 000
C.1.7	C.2.7	Tepelné čerpadlo vzduch - voda	75 000	60 000
C.1.8	C.2.8	Plynový kondenzační kotel	18 000	15 000
C.1.9	C.2.9	Napojení na soustavu zásobování teplem s vyšším než 50 % podílem OZE	40 000	30 000

- C.3 – tato podoblast dotace slouží jako podpora při instalaci fotovoltaických a termických systémů do dokončených domů nebo do novostaveb. Tato dotace se vztahuje pouze na kolektory a termické systémy, které mají minimální hodnotu účinnosti η_{sk} dle vyhlášky č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie – dotaci na instalaci lze získat pro oblast C.3.4, C.3.5 a C.3.6 pouze tehdy, je-li výkon fotovoltaického systému do 10 kWp.

Tabulka 5.5 Výše podpory jednotlivých fotovoltaických a termických systémů [30]

Podoblast podpory	Typ systému	Výše podpory [Kč]
C.3.1	Solární termický systém na přípravu teplé vody	35 000
C.3.2	Solární termický systém na přípravu teplé vody a přitápění	50 000
C.3.3	Solární FV systém pro přípravu teplé vody s přímým ohřevem	35 000
C.3.4	Solární FV systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$	55 000
C.3.5	Solární FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 1\,700 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$	70 000
C.3.6	Solární FV systém s akumulací elektrické energie a celkovým využitelným ziskem $\geq 3\,000 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$	100 000

Tabulka 5.6 Požadavky na solární fotovoltaické systémy [30]

Sledovaný parametr	Označení [Jednotky]	C.3.4	C.3.5	C.3.6
Celkový využitelný energetický zisk ze systému	$Q_{SS,u} [\text{kWh}\cdot\text{rok}^{-1}]$	$\geq 1\,700$	$\geq 1\,700$	$\geq 3\,000$
Minimální míra využití vyrobené elektřiny pro krytí spotřeby v místě výroby	[%]	70	70	70
Akumulace přebytků energie do teplé vody	[-]	Povinná	Možná	Možná
Minimální měrný objem zásobníku teplé vody nebo akumulární nádrže	$[\text{l}\cdot\text{kWp}^{-1}]$	80	–	–
Akumulace přebytků energie do akumulátorů	[-]	Možná	Povinná	Povinná
Minimální měrná kapacita akumulátorů	$[\text{kWh}\cdot\text{kWp}^{-1}]$	–	1,75	1,75

- C.4 – tato podoblast podporuje instalaci systému s nuceným větráním se zpětným získáváním tepla do dokončených rodinných domů, kde musí mít systém zpětného získávání tepla účinnost větší jak 75 %. Další podmínkou je dosažení maximální průvzdušnosti obálky budovy $2,5 \text{ h}^{-1}$.

Tabulka 5.7 Výše podpory pro centrální a decentrální větrací systémy [30]

Podoblast podpory	Typ systému	Výše podpory [Kč]
C.4.1	Centrální systém nuceného větrání se zpětným získáváním tepla	100 000
C.4.2	Decentrální systém nuceného větrání se zpětným získáváním tepla	75 000

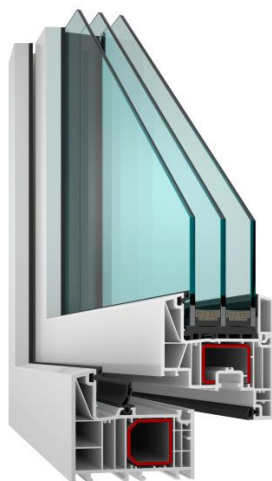
- C.5 – tato podoblast slouží pro podporu na zpracování odborného posudku a zajištění měření průvzdušnosti obálky budovy. Je možnost získat maximální podporu v hodnotě 5 000 Kč, kterou lze uplatnit, i když je žádáno v oblasti C o více opatření. Maximální výše podpory může dosáhnout maximálně 15 % z celkové alokované části podpory v podoblastech C.1, C.2, C.3 a C.4.

5.2 Různé možnosti zateplení

5.2.1 Výměna oken, francouzských oken, dveří a vrat

Základním způsobem snížení tepelných ztrát je výměna starých oken, dveří a vrat za nové. Při výměně starých oken je možnost snížení tepelných ztrát až o několik procent.

V domě se nachází stará dřevěná okna, francouzská okna a dveře s izolačním dvojsklem bez selektivní vrstvy, které mají hodnotu součinitele prostupu tepla celou konstrukcí $U_w = 2,9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ [23]. Pro navrženou rekonstrukci byla zvolena plastová



okna a francouzská okna firmy VEKRA, typ Komfort EVO (obr. 5.2), která jsou vhodná také pro pasivní domy, a jejich hodnota součinitele prostupu tepla celou konstrukcí je $U_w = 0,71 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ [31]. Dále byly vybrány vchodové dveře firmy VEKRA, typ Komfort EVO, které mají součinitel prostupu tepla celou konstrukcí $U_w = 0,93 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ [32]. Jako nová garážová vrata jsme zvolili typ VEKRA ELEGANT o součiniteli prostupu tepla $U_w = 1,22 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Celková cena výměny všech oken, francouzských oken, venkovních dveří a vrat činí **289 400,6 Kč s DPH** (viz příloha P8).

Obr. 5.2 Plastové okno firmy VEKRA typ Komfort EVO [31]

Tabulka 5.8 Doba návratnosti – výměna oken, francouzských oken, dveří a vrat

	Původní stav domu	Jednotka	Po rekonstrukci	Jednotka
Součinitel prostupu tepla okny	2,90	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,71	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Součinitel prostupu tepla francouzskými okny	2,90	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,71	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Součinitel prostupu tepla dveřmi	2,90	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,93	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Celková tepelná ztráta	24 507	[W]	21 454	[W]
Procentuální snížení ztrát	100,0	[%]	87,5	[%]
Potřeba tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody	71,3	[MWh·rok ⁻¹]	65,0	[MWh·rok ⁻¹]
Náklady na provoz domu	105 754	[Kč·rok ⁻¹]	98 563	[Kč·rok ⁻¹]
Celková cena daného zateplení	–	[Kč]	289 401	[Kč]
Doba návratnosti	–	[let]	40,2	[let]
Částka, o kterou se sníží náklady na provoz domu	–	[Kč·rok ⁻¹]	7 191	[Kč·rok⁻¹]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (výměna oken a dveří)	–	[Kč]	0	[Kč]
Cena celé rekonstrukce s dotacemi	–	[Kč]	289 401	[Kč]
Doba návratnosti s využitím dotací	–	[let]	40,2	[let]

Velkou nevýhodou je, že pouze výměna oken a dveří nesplňuje požadavky pro získání dotace z programu NZÚ [30], proto je doba návratnosti tak dlouhá. Abychom snížili celkovou tepelnou ztrátu domu ještě více a mohli požádat o dotace, byly navrženy další možné způsoby zateplení, které se nacházejí v nadcházejících kapitolách.

5.2.2 Zateplení vnějších obvodových stěn



Obr. 5.3 Pěnový polystyren ISOVER EPS GreyWall Plus [34]

Nejpoužívanějším způsobem zateplení domu je zateplení venkovních obvodových stěn. Při výměně oken se zateplení stěn doporučuje, protože by jinak mohlo docházet ke kondenzaci vodních par a ke vzniku plísní v okolí oken.

Při stavbě domu došlo k zateplení stěn pomocí vzduchové mezery (20 mm) a lignoropu (50 mm). Lignopor je pěnový polystyren krytý z jedné strany vrstvou dřevité vlny [33]. Pro rekonstrukci byla navržena izolace vnějších stěn pomocí pěnového polystyrenu za předpokladu stržení veškerých vrstev zdi, od vzduchové mezery směrem do venkovního prostředí. Místo nich uvažujeme položení nové izolace již bez vzduchové mezery. Při volbě tepelné izolace byl kladen důraz na co nejnížší součinitel tepelné vodivosti. Zvolili jsme šedý pěnový polystyren se zvýšeným izolačním účinkem od firmy ISOVER, typ EPS GreyWall Plus. Tento polystyren má součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,031 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Uvažovali jsme použití dvou tloušťek polystyrenu, v prostoru lodžie byl použit užší polystyren o tloušťce 100 mm, zbytek obvodových stěn je zateplen polystyrenem o šířce 200 mm. [34]

Abychom mohli provést ekonomické zhodnocení tohoto zateplení, je nutné brát v potaz také ostatní položky, které jsou se zateplením spojené. V dnešní době se cena zateplení fasády pohybuje od 1 000 Kč·m² s DPH (viz tabulka 5.9) [35]:

Tabulka 5.9 Ceny zateplení venkovní fasády za 1 m² [35]

	Cena s DPH	
Polystyren ISOVER EPS GreyWall Plus (200 mm)	653,4	[Kč·m ⁻²]
Polystyren ISOVER EPS GreyWall Plus (100 mm)	326,7	[Kč·m ⁻²]
Lepící šterková hmota (střední kvalita)	85	[Kč·m ⁻²]
Armovací tkanina Vertex R131	20	[Kč·m ⁻²]
Talířová hmoždinka plast. trn 10/210 mm (6 ks/m ²)	35	[Kč·m ⁻²]
Polystyrenová zátka EPS70mm	15	[Kč·m ⁻²]
Penetrace pod omítku	20	[Kč·m ⁻²]
Silikonová omítko 1,5 mm	130	[Kč·m ⁻²]
Systémové prvky + lišty (orientačně na m ² plochy)	60	[Kč·m ⁻²]
Montážní práce (lešení, šterkování, omítko)	440	[Kč·m ⁻²]
Lešení (montáž, demontáž, pronájem, doprava)	145	[Kč·m ⁻²]
Celkem (pro polystyren 200 mm)	1 603,4	[Kč·m⁻²]
Celkem (pro polystyren 100 mm)	1 276,7	[Kč·m⁻²]

Celková plocha venkovních zateplených stěn je 231,6 m², z čehož 205,6 m² je plocha stěn zateplených pomocí polystyrenu o tloušťce 200 mm a zbývající plocha 26 m² je pro stěny zateplené polystyrenem o tloušťce 100 mm.

Tabulka 5.10 Doba návratnosti – výměna oken, dveří a vrat + zateplení obvodových stěn

	Původní stav domu	Jednotka	Po rekonstrukci	Jednotka
Součinitel prostupu tepla vnější obvodovou stěnou	0,471	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,137	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Součinitel prostupu tepla vnější obvodovou stěnou (suterén)	0,525	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,137	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Součinitel prostupu tepla vnější stěnou (SIPOREX)	0,765	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,219	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Celková tepelná ztráta	24 507	[W]	19 530	[W]
Procentuální snížení ztrát	100,00	[%]	79,7	[%]
Potřeba tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody	71,3	[MWh·rok ⁻¹]	61,1	[MWh·rok ⁻¹]
Náklady na provoz domu	105 754	[Kč·rok ⁻¹]	94 045	[Kč·rok ⁻¹]
Celková cena daného zateplení	–	[Kč]	362 843	[Kč]
Cena celé rekonstrukce	–	[Kč]	652 244	[Kč]
Doba návratnosti	–	[let]	55,7	[let]
Částka, o kterou se sníží náklady na provoz domu	–	[Kč·rok ⁻¹]	11 709	[Kč·rok⁻¹]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (výměna oken a dveří)	–	[Kč]	122 877	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení obvodových stěn)	–	[Kč]	115 795	[Kč]
Cena celé rekonstrukce s dotacemi	–	[Kč]	413 571	[Kč]
Doba návratnosti s využitím dotací	–	[let]	35,3	[let]

Je patrné, že díky možnosti získání dotací z programu NZÚ se doba návratnosti zkrátila i přes to, že cena celé rekonstrukce oproti předešlé vzrostla o cenu zateplení fasády.

5.2.3 Zateplení střechy a podkroví

Další možností, jak snížit celkovou tepelnou ztrátu domu, je zateplení střechy a podkroví. Právě ve starších domech byl únik tepla střechou největší.

Při stavbě domu bylo na tuto problematiku myšleno, a tak je střecha i podkroví zatepleno pomocí polystyrenu o tloušťce 160 mm. I přesto bylo provedeno dodatečné zateplení, kvůli většímu snížení tepelných ztrát. Pro část střechy (šikmina), která se nachází v pokojích, uvažujeme zateplení na vnitřní straně pomocí minerální vaty ISOVER Multi-Kombi Passivhaus Klemmfilz o tloušťce 50 mm překrytou sádrokartonovou deskou fermacell o tloušťce 15 mm. Tato minerální vata má součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,034 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ [36] a sádrokartonová deska $\lambda = 0,32 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ [17]. Strop do podkroví jsme se rozhodli zateplit na vrchní straně pomocí stejné minerální vaty o tloušťce 160 mm, ale na její překrytí jsme použili OBS desky tloušťky 22 mm o součiniteli tepelné vodivosti $\lambda = 0,13 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ [17]. Celková plocha zateplené šikminy je 22,2 m² a plocha zatepleného podkroví je 106,6 m².

Celkovou cenu zateplení střechy a podkroví je nutné brát společně i s cenou práce [37]:

Střecha (šikmina)

- ISOVER Multi-Kombi Passivhaus Klemmfilz 50 mm – 217,8 Kč·m⁻²
- Sádrokartonová deska fermacell 15 mm – 193 Kč·m⁻²
- Montáž difúzní fólie – 25 Kč·m⁻²
- Montáž parotěsné fólie – 30 Kč·m⁻²
- Impregnační nátěr / nástřik dřevěných konstrukcí krovů 85 Kč·m⁻²

Celkem = 550,8 Kč·m⁻²

Strop do podkroví

- ISOVER Multi-Kombi Passivhaus Klemmfilz 160 mm – 236,4 Kč·m⁻²
- OBS deska 22 mm – 189 Kč·m⁻²
- Pokládka tepelné izolace EPS/MW (včetně geotextilie) – 105 Kč·m⁻²
- Montáž celoplošné podlahy z OBS desek na nosný rošt – 125 Kč·m⁻²

Celkem = 655,4 Kč·m⁻²

Tabulka 5.11 Doba návratnosti – výměna oken, dveří a vrat, zateplení obvodových stěn + zateplení střechy a podkroví

	Původní stav domu	Jednotka	Po rekonstrukci	Jednotka
Součinitel prostupu tepla střechou	0,201	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,150	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Součinitel prostupu tepla stropem do podkroví	0,220	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]	0,106	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
Celková tepelná ztráta	24 507	[W]	19 254	[W]
Procentuální snížení ztrát	100,0	[%]	78,6	[%]
Potřeba tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody	71,3	[MWh·rok ⁻¹]	60,5	[MWh·rok ⁻¹]
Náklady na provoz domu	105 754	[Kč·rok ⁻¹]	93 377	[Kč·rok ⁻¹]
Celková cena daného zateplení	–	[Kč]	82 093	[Kč]
Cena celé rekonstrukce	–	[Kč]	734 336	[Kč]
Doba návratnosti	–	[let]	59,3	[let]
Částka, o kterou se sníží náklady na provoz domu	–	[Kč·rok ⁻¹]	12 377	[Kč·rok⁻¹]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (výměna oken a dveří)	–	[Kč]	122 877	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení obvodových stěn)	–	[Kč]	115 795	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení střechy)	–	[Kč]	6 123	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení stropů)	–	[Kč]	34 924	[Kč]
Cena celé rekonstrukce s dotacemi	–	[Kč]	454 617	[Kč]
Doba návratnosti s využitím dotací	–	[let]	36,7	[let]

Zateplení střechy a podkroví v našem domě nehraje až tak významnou roli, a to z důvodu, že dané konstrukce byly již při stavbě zateplené.

5.3 Nucené větrání se zpětným získáváním tepla

Abychom snížili tepelné ztráty domu ještě více, rozhodli jsme se pro instalaci rekuperační jednotky. „*Rekuperace je děj, při kterém se přiváděný vzduch v rekuperační jednotce předehřívá odváděným teplým vzduchem z domu.*“ [38] V dnešní době je větrání místností z hygienického hlediska na denním pořádku, avšak tepelná ztráta větráním okny je příliš velká. Z tohoto důvodu se čím dál více používají rekuperační systémy, které zajišťují optimální výměnu vzduchu a snižují tepelné ztráty celého objektu. Setkáváme se také s vyššími nároky na těsnost celého pláště budovy, a to hlavně oken a dveří. Kvůli dobré těsnosti budovy není zajištěné dostatečné větrání místností, což může způsobit problémy se zvýšenou vlhkostí, koncentrací CO_2 , se vznikem plísní a množением různých mikroorganismů. Při používání nuceného větrání se zpětným získáváním tepla tyto problémy odpadají, protože objekt je větrán automaticky. Další výhodou tohoto systému je, že přiváděný vzduch je v rekuperační jednotce filtrován, tím pádem je zbaven prachu, alergenů atd., což přispívá ke zvýšení kvality vzduchu v objektu. [39, 40]

Odvod vzduchu uvažujeme z místností, ve kterých je nějaký zdroj škodlivin (vodní pára, pachy atd.). Doporučené množství odváděného vzduchu z místností bylo stanoveno podle [41] následovně:

- 106 – WC = $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 207 – WC = $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 209 – Kuchyň = $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 304 – Koupelna = $175 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 307 – Kuchyň babičky = $150 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Pro dosažení rovnotlaké větrací soustavy jsme museli určit množství přiváděného vzduchu. Vzduch přivádíme do místností, kde se uvažuje nejčastější výskyt osob. Uvažované množství vzduchu na jednu osobu je $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (v celkovém součtu $575 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) a přívod vzduchu je rozdělen následovně:

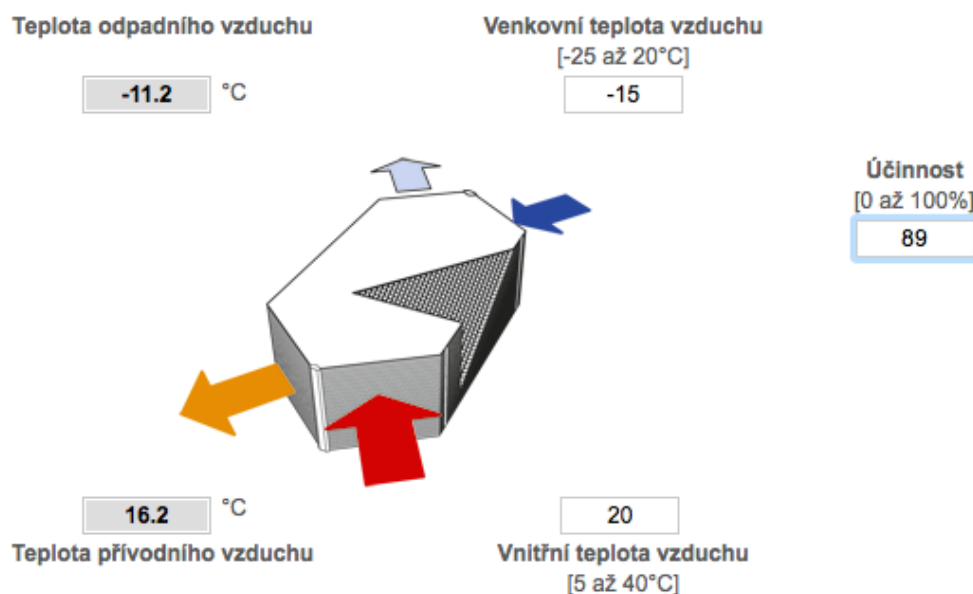
- 104 – Sušárna = $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 105 – Prádelna = $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 209 – Kuchyň = $100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 210 – Obývací pokoj = $100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 302 – Dětský pokoj = $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 303 – Dětský pokoj = $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 307 – Kuchyň babičky = $100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 309 – Ložnice = $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- 310 – Pokoj babičky = $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Do místností, ze kterých je vzduch odváděn, se vzduch nepřivádí potrubím, ale proudí do nich pouze mezerou pode dveřmi. Výjimkou je přívod vzduchu do koupelny, a to z důvodu, že je z ní odsáváno $175 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ vzduchu, a pokud by byl takto velký objemový tok přiváděn mezerou pode dveřmi, tak by docházelo k velké hlučnosti. Tento problém lze vyřešit například dvěma otvory, opatřenými mřížkou ($550 \times 200 \text{ mm}$) v úrovni kotníků a hlavy, skrze vchodové dveře do místnosti. Rychlost vzduchu by takto velkými otvory dosahovala okolo $0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Další možností by bylo vybourání jednoho

většího otvoru s mřížkou nade dveřmi. Kuchyně je navržena jako podtlaková (odvádí se více vzduchu, než přivádí), což má za důsledek, že se pachy nešíří po domě.

5.3.1 Návrh větrací jednotky

Pomocí návrhového programu od firmy ATREA s.r.o. jsme vybrali nejvhodnější rekuperační jednotku a to DUPLEX 800 Multi Eco [42]. Výběr jednotky byl proveden na základě množství větracího vzduchu. Účinnost rekuperačního výměníku vyšla 89 %. Technickou specifikaci rekuperační jednotky nalezneme v příloze P8. Umístění této jednotky uvažujeme v podkroví.



Obr. 5.4 Stanovení teploty přiváděného vzduchu za rekuperací [38]

Při účinnosti rekuperace 89 % jsme zjistili, že do domu přivádíme vzduch o teplotě 16,2 °C (obr. 5.4) [38]. Pro tuto teplotu jsme vypočítali tepelné ztráty větráním, rovnotlaké větrací soustavy s rekuperačním zařízením podle normy ČSN EN 12831 [14] (viz příloha P3). Výsledná hodnota tepelných ztrát větráním se snížila na 850 W.

5.3.2 Dimenzování vzduchotechnické sítě

Už při stavbě domu se na nucené větrání myslelo. Nacházejí se tu dva komíny, u kterých je vedeno svislé potrubí pro přívod a odvod vzduchu. U komínu, který slouží pro odvod spalin z kotle, je vedeno celkem 5 trubek, a u druhého komínu jsou 3 trubky. V našem návrhu jsme tedy uvažovali umístění rekuperační jednotky v podkroví, odkud by byl vzduch rozveden do celého domu. Čerstvý venkovní vzduch je přiveden skrze východní stěnu a vnitřní odpadní vzduch se vyvádí skrze západní stěnu, aby nedošlo ke smíchání venkovního a odpadního vzduchu.

Potrubní síť se neskládá pouze z potrubí (vzduchovod), ale také z dalších potrubních částí jako jsou například: kolena, t-kusy, přechodníky a koncové prvky. Síť se dělí na větve a úseky. Více úseků navazujících na sebe (od ventilátoru k vyústce) se

označují jako magistraly. Magistrala, která má největší tlakovou ztrátu, se nazývá hlavní magistrala. V potrubí se nacházejí velmi malé tlaky, proto stačí provádět pouze aerodynamický výpočet a není potřeba řešit pevnostní výpočet. Cílem celého aerodynamického výpočtu je stanovení takových rozměrů potrubní sítě, aby koncovými prvky procházelo požadované množství vzduchu. [43, 44]

Návrh vzduchovodní sítě zahrnuje:

- volbu tvaru vzduchovodu (kruhový nebo čtyřhranný);
- návrh, kterými místy povedou jednotlivé větve;
- dimenzování jednotlivých úseků (rozměry potrubí, místní a délkové tlakové ztráty);
- zaregulování výustek na stejný celkový tlak v magistralách a stanovení akustického výkonu jednotlivých výustek.

Při výpočtu jsme postupovali následovně:

1. Zvolili jsme kruhové SPIRO potrubí, a to z důvodů menší spotřeby materiálu, menší tlakové ztráty a menší hlučnosti [43].
2. Navrhli jsme rozvedení potrubní sítě v domě, a tuto síť jsme rozdělili na jednotlivé úseky (obr. 5.5). Přívodní potrubí má značené jednotlivé úseky čísla od 1 do 19, koncové body římskými číslicemi od I do X a uzly jsou značeny od A do CH. U odváděcího potrubí jsou jednotlivé prvky sítě značeny apostrofem. Úseky jsou značeny 1' až 9', koncové body římskými I' až X' a jednotlivé uzly sítě A' až D'. Přívodní a odvodní síť se počítá samostatně. Schéma vedení vzduchovodů a umístění výustek je znázorněno v příloze P4.
3. Podle objemového toku jednotlivými výustkami byly stanoveny objemové průtoky všemi úseky (viz příloha P.5 a P.6).
4. Byly stanoveny délky l jednotlivých úseků (viz příloha P.5 a P.6).
5. Na základě jmenovitých rozměrů z katalogu [45] byly stanoveny průměry potrubí, tak aby rychlost proudění vzduchu nepřesáhla v žádném úseku potrubí maximální doporučenou rychlost a přípustnou hlučnost. Tyto hodnoty jsou uvedeny v literatuře [46] a odpovídají hodnotám:
 - a. za ventilátorem: $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 - b. v hlavní stupačce: $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 - c. odbočky, rozvody v podlaží: $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 - d. v odváděcím potrubí: $4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
6. V dalším kroku bylo provedeno zadimenzování vzduchotechnické sítě (viz kapitola 5.3.3).

Jednou z podmínek pro volbu rychlosti v daném úseku, a také v následujících úsecích, je, že rychlost se musí směrem k ventilátoru zvětšovat dle rovnice 5.1.

$$\frac{w_{i+1}}{w_i} \geq 1 \quad [-] \quad (5.1)$$

Kde:

w_{i+1} – rychlost proudění vzduchu v následujícím úseku i [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$];

w_i – rychlost proudění vzduchu v úseku i [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$].

Rychlost proudění vzduchu w v potrubí se vypočítá dle rovnice 5.2 (viz příloha P.5 a P.6).

$$w_i = \frac{\dot{V}_i}{S_i} \quad [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}] \quad (5.2)$$

Kde:

$\dot{V}_i$ – objemový tok vzduchu daným úsekem [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$];

S_i – plocha průřezu potrubí daného úseku [m^2].

Poté byly stanoveny tlakové ztráty jednotlivých úseků z rovnice 5.3.

$$\Delta p = \Delta p_t + \Delta p_m \quad [\text{Pa}] \quad (5.3)$$

Kde:

Δp – tlaková ztráta úseku [Pa];

Δp_m – tlaková ztráta místními odpory [Pa], lze vypočítat z rovnice 5.4.;

Δp_t – tlaková délková (třecí) ztráta [Pa], lze vypočítat z rovnice 5.5.

$$\Delta p_m = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot w_i^2 \cdot \sum \xi \quad [\text{Pa}] \quad (5.4)$$

Kde:

ρ – hustota vzduchu ($\rho = 1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$);

$\sum \xi$ – suma všech součinitelů místních odporů v daném úseku [–].

$$\Delta p_t = R \cdot l \quad [\text{Pa}] \quad (5.5)$$

Kde:

l – délka úseku [m];

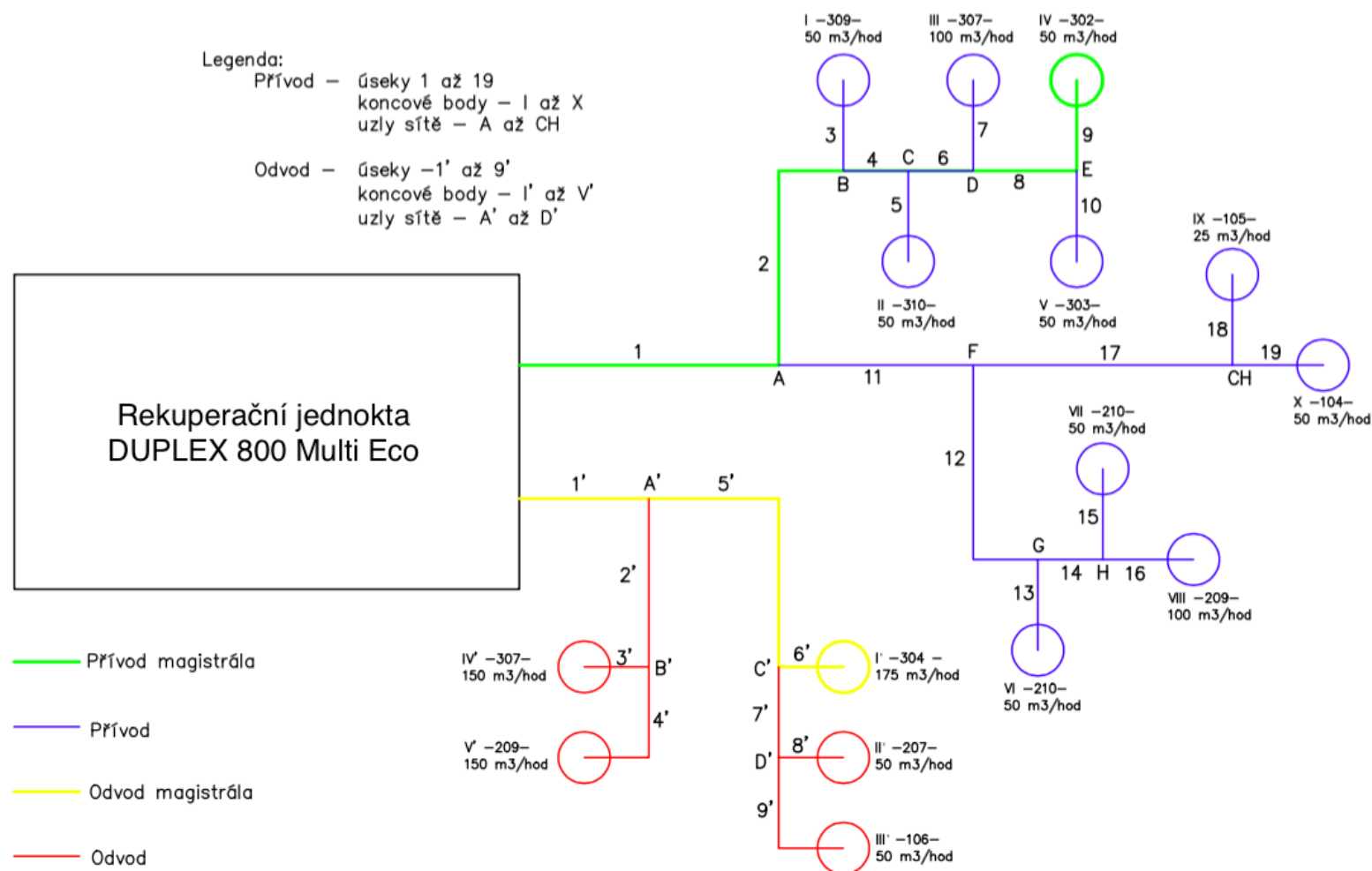
R – tlakový spád [$\text{Pa}\cdot\text{m}^{-1}$], který lze vypočítat podle rovnice 5.6.

$$R = 0,01218 \cdot w_i^{1,875} \cdot D_i^{-1,235} \quad [\text{Pa}\cdot\text{m}^{-1}] \quad (5.6)$$

Kde:

D_i – průměr potrubí daného úseku [m].

Hodnoty tlakových ztrát, délkových (třecích) i místních, byly voleny z grafů [45] pro jednotlivé potrubní části nebo z webového programu pro výpočet místních odporů [47]. Veškeré parametry a tlakové ztráty jednotlivých úseků viz příloha P5 a P6.



Obr. 5.5 Návrh vedení jednotlivých větví vzduchovodu

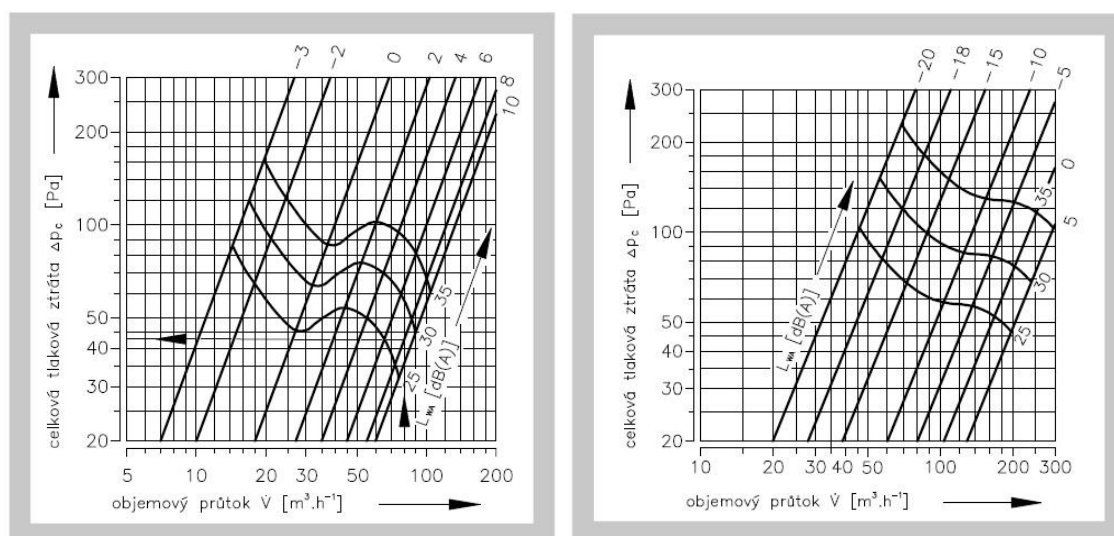
5.3.3 Zaregulování sítě vzduchovodů

Dobře navržená vzduchotechnická síť má možnost regulace přívaděcího a odváděcího potrubí pomocí koncových vyústek. Pokud je však nutná regulace větších tlakových rozdílů, než jaké je možné dosáhnout zaregulováním vyústky, je třeba použít další regulační prvek.

V návrhu jsme použili jako koncový prvek talířový ventil TVPM (pro přívod vzduchu) a TVOM (pro odvod vzduchu) (obr. 5.6) [48]. Tlakové ztráty přívodních i odvodních magistrál vyšly nízké a umožnily nám provést regulaci obou sítí pouze pomocí vyústek (tabulka 5.12). Šedou barvou jsou vyznačeny řádky hlavních magistrál jak přívodního, tak i odváděcího potrubí. V místnosti 302 (přívodní větev) a 304 (odvodní větev) se nastaví ventil na co nejmenší tlakovou ztrátu – v našem případě 25 a 35 Pa. Celková tlaková ztráta hlavní přívodní magistrály tak činí 108 Pa a odvodní 115,2 Pa. Pomocí jednotlivých vyústek je potřeba jednotlivé magistrály doregulovat na tyto hodnoty. Nastavení jednotlivých ventilů je uvedeno v tabulce 5.12.



Obr. 5.6 Odváděcí vyústka TVOM [48]



Obr. 5.7 Diagram vyústek a) TVPM 100 [48] b) TVOM 160 [48]

Tabulka 5.12 Tlakové ztráty jednotlivých magistrál a následná regulace výústek

Typ výústky	Objemový tok výústkou	Číslo místnosti	Trasa od koncového prvku až k ventilátoru	Tlaková ztráta dané magistrály bez výústky	Tlaková ztráta, která je třeba nastavit na výústce	Nastavení výústky	Celková tlaková ztráta dané magistrály po zaregulování	Hladina akustického výkonu výústky
[-]	[m ³ /hod]	[-]	[-]	[Pa]	[Pa]	[-]	[Pa]	L _{WA} [dB(A)]
TVPM 100 mm	50	309	1, 2, 3	50,69	57,34	S = 3	108,0	25
TVPM 100 mm	50	310	1, 2, 4, 5	75,52	32,50	S = 5	108,0	20
TVPM 125 mm	100	307	1, 2, 4, 6, 7	82,14	25,88	S = 7,5	108,0	18
TVPM 100 mm	50	302	1, 2, 4, 6, 8, 9	83,02	25,00	S = 6	108,0	18
TVPM 100 mm	50	303	1, 2, 4, 6, 8, 10	82,85	25,18	S = 6	108,0	18
TVPM 100 mm	50	210	1, 11, 12, 13	62,21	45,81	S = 4	108,0	23
TVPM 100 mm	50	210	1, 11, 12, 14	59,50	48,52	S = 3,5	108,0	24
TVPM 125 mm	100	209	1, 11, 12, 14, 16	72,23	35,79	S = 4,5	108,0	22
TVPM 80 mm	25	105	1, 11, 17, 18	54,30	53,72	S = -1	108,0	22
TVPM 100 mm	50	104	1, 11, 17, 19	65,77	42,25	S = 4	108,0	22
TVOM 160 mm	150	307	1', 2', 3'	76,02	39,18	S = 0	115,2	22
TVOM 160 mm	175	304	1', 2', 4'	80,20	35,00	S = 5	115,2	20
TVOM 160 mm	150	209	1', 5', 6'	51,09	64,12	S = -4	115,2	25
TVOM 100 mm	50	207	1', 5', 7', 8'	48,08	67,12	S = -1	115,2	23
TVOM 100 mm	50	106	1', 5', 7', 9'	50,50	64,70	S = 0	115,2	22

5.3.4 Izolace vzduchovodů

Aby nedocházelo ke kondenzaci vodních par ve vzduchovodech, bylo zapotřebí navrhnout jejich zateplení.

Uvažovali jsme zateplení pouze pro příváděcí a odváděcí část potrubí mezi venkovním prostředím a rekuperační jednotkou. Zateplované potrubí se společně s rekuperační jednotkou nachází v podkroví, pro které uvažujeme teplotní a vlhkostní podmínky podobné venkovním. Pro výpočet minimální tloušťky izolace byl použit webový kalkulátor [72], minimální tloušťka příváděcího potrubí vyšla 16 mm a odváděcího 39 mm. Na základě těchto výsledků jsme jako izolační prvek vzduchovodů vybrali lamelovou rohož na hliníkové folii Orstech LSP 40 od firmy ISOVER [73]. Pro příváděcí potrubí byla vybrána izolace o tloušťce 30 mm a pro odváděcí potrubí o tloušťce 50 mm.

5.3.5 Shrnutí

Jednotlivé komponenty větracího systému jsou uvedeny v kusovníku společně s cenami (tabulka 5.13). Ceny byly vybrány z katalogu firmy ELEKTRODESIGN ventilátory s.r.o. [45] a cena rekuperační jednotky byla vyžádána přímo od firmy ATREA s.r.o. [49] (viz příloha P8).

Tabulka 5.13 Ceník veškerých komponentů vzduchotechnické sítě [45, 49, 73]

	Název	Jednotka	Počet	Cena za jednotku [Kč bez DPH]	Cena celkem [Kč]
VZT jednotka	DUPLEX 800 Multi Eco	ks	1	-	72 300
	Vzduchotechnická část	-	-	-	9 920
	Příslušenství (měření a regulace, regulační prvky)	-	-	-	13 480
Potrubí SPIRO	200	m	2,51	594	1 490
	160	m	26,42	480	12 684
	140	m	3,40	438	1 489
	125	m	9,62	396	3 810
	100	m	31,35	354	11 097
	80	m	0,24	306	73
Potrubní elementy	T-KUS (200/160)	ks	2	362	724
	T-KUS (160/160)	ks	4	297	1 188
	T-KUS (160/140)	ks	1	283	283
	T-KUS (160/125)	ks	1	258	258
	T-KUS (140/125)	ks	1	228	228
	T-KUS (140/100)	ks	1	236	236
	T-KUS (125/125)	ks	1	239	239
	T-KUS (125/100)	ks	1	234	234
	T-KUS (100/100)	ks	1	234	234
	PŘECHOD (200/160)	ks	2	189	378
	PŘECHOD (160/125)	ks	2	165	330
	PŘECHOD (160/100)	ks	3	165	495
	PŘECHOD (140/100)	ks	1	159	159
	PŘECHOD (125/100)	ks	3	164	492
	PŘECHOD (100/80)	ks	1	132	132
	OLG 90° 200	ks	1	560	560
	OLG 90° 160	ks	12	389	4 668
	OLG 90° 140	ks	1	295	295
	OLG 90° 125	ks	3	282	846
	OLG 90° 100	ks	19	227	4 313
	OLG 90° 80	ks	1	236	236
Taliřový ventil	TVPM 125	ks	2	300	600
	TVPM 100	ks	7	250	1 750
	TVPM 80	ks	1	210	210
	TVOM 160	ks	2	390	780
	TVOM 100	ks	3	250	750
Izolace	Orstech LSP 40 (30 mm)	m ²	3,5	142	497
	Orstech LPS 40 (50 mm)	m ²	6	195	1 170
Celkem					148 628

Výsledná cena: **170 922 Kč s DPH**

Příkon (v pracovním bodě) příváděcího a odváděcího ventilátoru je dohromady 300 W. Pokud bychom předpokládali provoz rekuperační jednotky 10 hodin denně, roční potřeba el. energie by byla 1 095 kWh. Tuto roční potřebu elektrické energie musíme přičíst k nákladům na provoz domu.

Tabulka 5.14 Doba návratnosti – výměna oken, dveří a vrat, zateplení obvodových stěn, střechy a podkroví + rekuperace

	Původní stav domu	Jednotka	Po rekonstrukci	Jednotka
Tepelná ztráta větráním	4 637	[W]	850	[W]
Celková tepelná ztráta	24 507	[W]	15 467	[W]
Procentuální snížení ztrát	100,0	[%]	63,1	[%]
Potřeba tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody	71,3	[MWh·rok ⁻¹]	52,7	[MWh·rok ⁻¹]
Náklady na provoz domu	105 754	[Kč·rok ⁻¹]	88 696	[Kč·rok ⁻¹]
Celková cena dané rekonstrukce	–	[Kč]	170 922	[Kč]
Cena celé rekonstrukce	–	[Kč]	905 258	[Kč]
Doba návratnosti	–	[let]	53,1	[let]
Částka, o kterou se sníží náklady na provoz domu	–	[Kč·rok ⁻¹]	17 058	[Kč·rok⁻¹]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (výměna oken a dveří)	–	[Kč]	122 877	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení obvodových stěn)	–	[Kč]	115 795	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení střechy)	–	[Kč]	6 123	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení stropů)	–	[Kč]	34 924	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám C.4.1 (nucené větrání se ZZT)	–	[Kč]	85 461	[Kč]
Cena celé rekonstrukce s dotacemi	–	[Kč]	540 078	[Kč]
Doba návratnosti s využitím dotací	–	[let]	31,7	[let]

Díky výraznému snížení tepelné ztráty větráním a využitím dotace C.4.1 se nám podařila výrazně snížit doba návratnosti oproti pouhému zateplení domu.

Cena instalace a případné stavební úpravy nejsou zahrnuty v ceně.

Původní potrubí, které vede vedle komínu, není dostatečně velkého průměru. Z našeho návrhu nám vyšlo, že potřebné potrubí mezi jednotlivými patry má průměr až 200 mm. Z tohoto důvodu by muselo dojít k vybourání původního potrubí a jeho nahrazení potrubím novým. Dále by se musela řešit montáž sádkartonových podhledů. Norma ČSN 73 4301 - *Obytné budovy* [50] nám říká, že minimální světlá výška obytných místností je 2,5 m. Z tohoto důvodu můžeme snížit strop pomocí podhledu pouze na chodbě, v obytných místnostech by se potrubí z estetických důvodů schovalo do sádkartonového krytu. Potrubí je navrženo tak, že je vedeno podél rohu naproti oknům, jeho zakrytí by neměl být problém. Jednotlivé přírodní výústky jsou umístěny naproti radiátorům, aby se podpořila cirkulace vzduchu v místnosti. Schéma vedení vzduchovodů a umístění výústek je znázorněno v příloze P4.

5.4 Fotovoltaický systém

Následující kapitola obsahuje výpočet množství elektrické energie, kterou jsme schopni vyrobit pomocí fotovoltaického systému pro danou lokalitu. Vyrobenou elektrickou energii použijeme pro provoz tepelného čerpadla, které vyrábí tepelnou energii pro vytápění, větrání a ohřev teplé vody. Naším cílem je získat co největší produkci elektrické energie, tak aby pokryla veškerou potřebu elektrické energie tepelného čerpadla.

Vybrali jsme polykrystalický fotovoltaický panel Amerisolar AS-6P30-250 [51]. Hlavním důvodem pro tuto volbu byl poměr ceny a výkonu. Firma A.EKO s.r.o. [52] nám dané panely doporučila a vypracovala kompletní cenovou nabídku fotovoltaické elektrárny (viz příloha P8).

Mechanické parametry fotovoltaického panelu [51]:

- rozměry: 1650x991x46 mm,
- výkon panelu: 250 Wp,
- typ článků: polykrystalický (156x156 mm),
- počet článků: 60 (6x10),
- hmotnost panelu: 19,5 Kg.

Z cenové nabídky instalace fotovoltaické elektrárny je patrné, že náklady na instalaci 1 Wp se pohybují okolo 32,7 Kč.

- cena za materiál: 440 518,1 Kč,
- práce, režie, doprava materiálu a lidí: 69 226,5 Kč,
- administrativně-inženýrská činnost: 21 860,2 Kč.

Celkem: 531 604,8 Kč bez DPH

611 345,5 Kč s DPH

Díky programu Nová zelená úsporám je možné získat na instalaci fotovoltaického systému dotaci ve výši 55 000 Kč, pokud se jedná o systém bez akumulace elektrické energie s tepelným využitím přebytků a celkovým využitelným ziskem $\geq 1700 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$ [30]. Výsledná cena by poté klesla na **556 345,5 Kč s DPH**.

Množství vyrobené elektrické energie bylo vypočteno pomocí Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) [53]. Plocha střechy po odečtení balkónového prostoru je $120,9 \text{ m}^2$ a plocha fotovoltaického panelu je $1,635 \text{ m}^2$. Po vypočtení se na střechu pod úhlem 46° může nainstalovat 65 panelů o celkovém výkonu $16,25 \text{ kWp}$. Jižní střecha, na kterou by byly panely umístěny je natočena 10° západně. Celé nastavení výpočtu je patrné na obr. 5.8 a výsledek výpočtu je znázorněn v grafu 5.1.

The screenshot displays the PVGIS web interface. The top navigation bar includes logos for JRC and CM SAF, and the title 'Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps'. Below the navigation bar, there are tabs for 'PV Estimation', 'Monthly radiation', 'Daily radiation', and 'Stand-alone PV'. The 'PV Estimation' tab is active, showing the 'Performance of Grid-connected PV' section. This section includes a search bar with a cursor position of 49.418, 16.360 and a selected position of 49.419, 16.354. The map on the left shows the location near Doubravník. The right panel contains various settings for PV estimation, including radiation database, PV technology, installed peak power, mounting options, and tracking options.

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Climate-SAF PVGIS [What is this?]

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power: 16.2 kWp

Estimated system losses [0;100]: 14 %

Fixed mounting options:

Mounting position: Building integrated

Slope [0;90]: 46 ° ☐ Optimize slope

Azimuth [-180;180]: 10 ° ☐ Also optimize azimuth
(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

Tracking options:

☐ Vertical axis Slope [0;90]: 0 ° ☐ Optimize

☐ Inclined axis Slope [0;90]: 0 ° ☐ Optimize

☐ 2-axis tracking

Horizon file: Vybrat soubor žádný soubor nevybrán

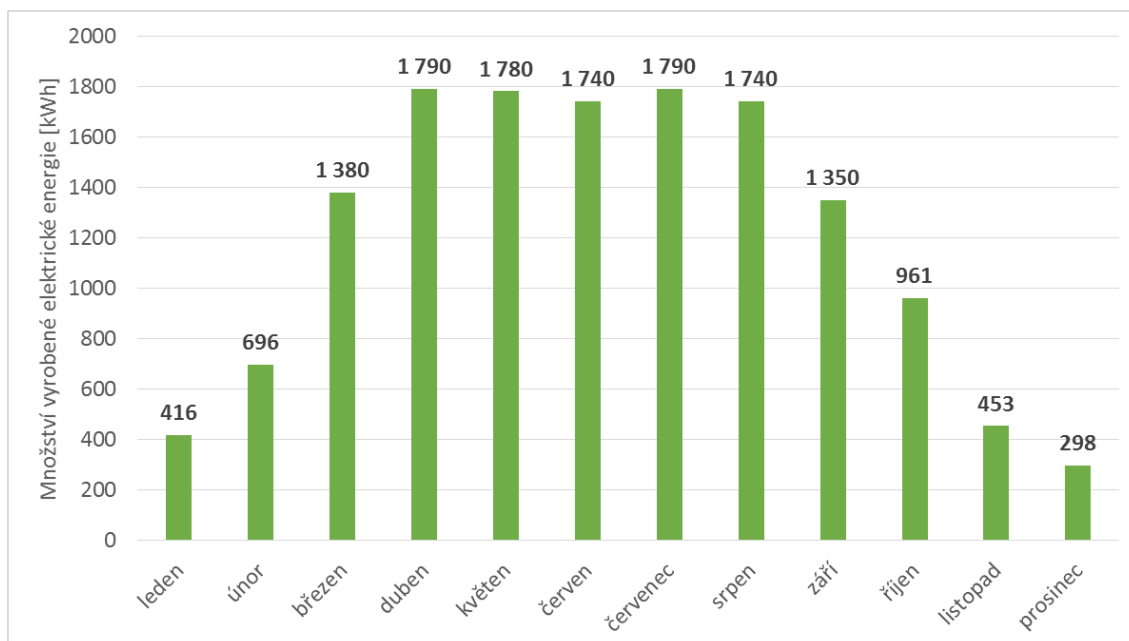
Output options

☐ Show graphs ☐ Show horizon

☒ Web page ☐ Text file ☐ PDF

Calculate [help]

Obr. 5.8 Nastavení výpočtu fotovoltaického systému pomocí PVGIS [53]



Graf 5.1 Množství vyrobené elektrické energie v jednotlivých měsících [53]

Problém spočívá v tom, že dotaci pro instalaci fotovoltaického systému lze uplatnit pouze do maximálního instalovaného výkonu 10 kWp [30]. Tím pádem by se musel celý fotovoltaický systém nainstalovat na dvě části. Další problém by mohl být, že větší fotovoltaické elektrárny nad 10 kWp musejí žádat o licenci, protože se jejich majitel již stává podnikatelem v oboru energetiky (další poplatky a povinnosti), a také by nám nemusel distributor elektrické energie dovolit připojit větší elektrárnu do sítě.

5.5 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo (dále jen TČ) je jedním z alternativních zdrojů energie, který odebírá teplo z venkovního prostředí (voda, země, vzduch) a předává ho teplotněmu médiu (voda, vzduch), které se následně využívá při vytápění domu nebo pro ohřev teplé vody. Typy TČ [54, 55]:

Země / Voda

Tento typ TČ odebírá teplo přímo ze země, je nutné provést hlubinné vrty, nebo pokud je k dispozici velká zahrada, tak je možnost pod povrchovou vrstvu zahrady položit plošný kolektor.

- + Nižší spotřeba elektrické energie a vyšší účinnost než u TČ vzduch / voda,
- + stabilnější a lepší topný faktor COP v zimním období.
- Dražší instalace venkovního výměníku pod povrch zahrady, nebo náklady na hlubinný vrt,
- nutné mít vhodnou zahradní plochu.

Vzduch / Voda

Tento typ TČ odebírá teplo přímo z venkovního vzduchu, které je poté předáváno do topného systému nebo pro ohřev teplé vody.

- + Velmi lehká instalace, není potřeba mít velkou zahradu,
- + nižší cena.
- V zimním období má horší topný faktor COP,
- vyšší spotřeba elektrické energie a nižší účinnost než TČ země / voda,
- vyšší hlučnost venkovní jednotky.

Vzduch / Vzduch

Toto TČ odebírá teplo z venkovního vzduchu a rovnou ohřívá vzduch uvnitř budovy (bez prostřednictví topného systému).

- + Nejlevnější typ TČ,
- + snadná instalace.
- Vhodné pro budovy s většími místnostmi,
- vyšší hlučnost venkovní jednotky,
- tímto TČ nelze ohřívat teplou vodu.

Voda / Voda

Toto TČ využívá teplo ze spodní nebo geotermální vody, případně také využívá odpadní teplo z průmyslu.

- + Nejvyšší topný faktor COP z TČ,
- + levnější instalace než TČ země / voda.
- Lze použít pouze v místech, kde jsou vhodné a dostatečně velké zásoby vody,
- nižší životnost,
- dražší servis a údržba.

Z důvodu nedostatečně velké zahrady a nevhodnosti provedení hlubinného vrtu jsme se nakonec rozhodli použít k fotovoltaickému systému TČ vzduch / voda tak, aby výkonově odpovídalo co nejlépe našemu domu po rekonstrukci. Po výpočtech jsme vybrali TČ vzduch / voda firmy STEIBEL ELTRON a to verzi WPL 18 cool (obr. 5.9) [56].

Toto tepelné čerpadlo, které má vestavěný elektrokotel o výkonu 8,8 kW, je schopné vyrobit otopnou vodu o teplotě 60 °C a pracovat při venkovní teplotě -20 °C. Jedná se o TČ, které má integrovanou funkci chlazení. Pro optimální regulaci je použit elektronický expanzní ventil. Dané TČ se vyrábí ve vnitřní i venkovní variantě. Zvolili jsme vnitřní provedení a uvažujeme teplotní spád otopné vody 55/45 °C. TČ je registrované v programu Nová zelená úsporám, a je možné pro něj uplatnit dotaci ve výši 60 000 Kč. Pokud se jeho výměna provádí společně se zateplením, tak je možnost získat dotaci ve výši až 75 000 Kč. [30, 56]



Obr. 5.9 Tepelné čerpadlo WPL 18 cool [56]

5.5.1 Stanovení bodu bivalence

Charakteristika TČ se nachází v tabulce 5.15, ze které je patrné, že výkon a topný faktor TČ klesá společně s venkovní teplotou vzduchu [56].

Tabulka 5.15 Charakteristika TČ WPL 18 E cool [56]

Teplota [°C]	Topný výkon		Příkon		Topný faktor	
	35 [°C]	55 [°C]	35 [°C]	55 [°C]	35 [°C]	55 [°C]
	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
-20	6,7	7,6	2,8	4,4	2,4	1,7
-15	7,7	8,5	2,9	4,4	2,7	1,9
-7	9,6	10,3	3,0	4,6	3,2	2,2
2	11,3	11,8	3,0	4,6	3,8	2,6
7	12,3	11,4	2,9	4,2	4,2	2,7
10	13,3	12,3	2,9	4,2	4,6	2,9
15	15,2	13,9	3,0	4,3	5,1	3,2

Topný faktor se dá považovat za ukazatel energetického efektu daného TČ, nebo by se dal charakterizovat jako účinnost. Topný faktor lze vypočítat pomocí rovnice 5.7:

$$COP = \frac{\text{Topný výkon}}{\text{Příkon}} \quad [-] \quad (5.7)$$

Námi zvolené TČ není dimenzované pro celkovou tepelnou ztrátu při -15 °C, a to z důvodu, že by bylo příliš drahé a jeho maximální výkon by se využíval jen pár dní v roce, proto je v TČ nainstalován elektrokotel o výkonu 8,8 kW. Abychom určili, kdy se sepne daný elektrokotel, je potřeba zjistit bod bivalence. Tento bod lze získat, když proložíme výkonovou a příkonovou charakteristiku TČ přímkou, pro kterou se provede aproximace zbylých dat lineární regresí. Pro dané TČ WPL 18 cool vyšly rovnice regresivní přímky pro [57, 58]:

Výkon:

$$y = 0,1629 \cdot t_e + 11,015 \quad [-] \quad (5.8)$$

Příkon:

$$y = -0,0393 \cdot t_e + 4,5429 \quad [-] \quad (5.9)$$

Kde:

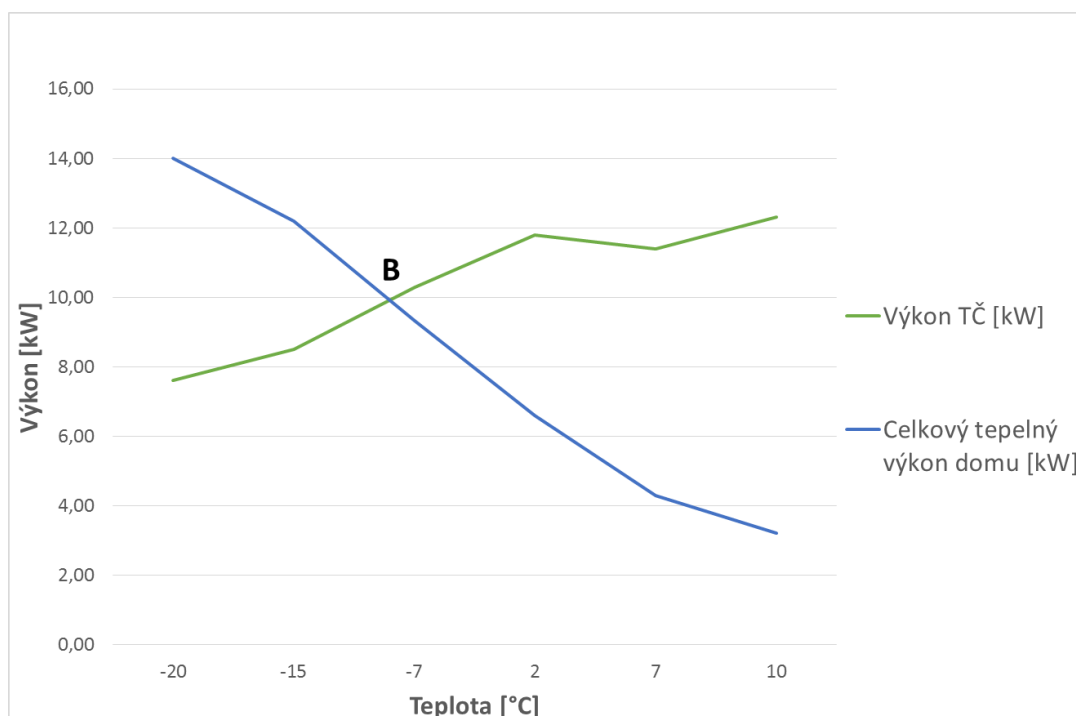
t_e – venkovní teplota [°C].

Bod bivalence, hodnoty výkonu, příkonu a topného faktoru pro jednotlivé teploty jsou uvedeny v tab. 5.16. Při používání TČ se nám celkové tepelné ztráty domu ještě více snížily, protože uvažujeme vytápění bez přerušování, odpadá nám zátopový tepelný výkon.

Tabulka 5.16 Parametry TČ WPL 18 cool při různých teplotách a určení bodu bivalence

Teplota [°C]	Topný faktor COP [-]	Příkon TČ [kW]	Výkon TČ [kW]	Celková tepelná ztráta domu [kW]
10	3,05	4,15	12,64	3,35
9	2,98	4,19	12,48	3,71
8	2,91	4,23	12,32	4,07
7	2,85	4,27	12,16	4,42
6	2,78	4,31	11,99	4,78
5	2,72	4,35	11,83	5,13
4	2,66	4,39	11,67	5,49
3	2,60	4,43	11,50	5,84
2	2,54	4,46	11,34	6,20
1	2,48	4,50	11,18	6,55
0	2,42	4,54	11,02	6,91
-1	2,37	4,58	10,85	7,26
-2	2,31	4,62	10,69	7,62
-3	2,26	4,66	10,53	7,97
-4	2,20	4,70	10,36	8,33
-5	2,15	4,74	10,20	8,69
-6	2,10	4,78	10,04	9,04
-7	2,05	4,82	9,87	9,40
-8	2,00	4,86	9,71	9,75
-9	1,95	4,90	9,55	10,11
-10	1,90	4,94	9,39	10,46
-11	1,85	4,98	9,22	10,82
-12	1,81	5,01	9,06	11,17
-13	1,76	5,05	8,90	11,53
-14	1,71	5,09	8,73	11,88
-15	1,67	5,13	8,57	12,24

Bod bivalence by měl být v rozmezí od -7 až -10 °C [59]. Z tabulky je patrné, že bod bivalence TČ je při -8 °C, při této teplotě je nutné, aby se sepnul přídatný elektrokotel, protože samotné tepelné čerpadlo nedokáže pokrýt celkové tepelné ztráty domu. Z grafu 5.2 je patrné znázornění bodu bivalence (B). Tento bod se nachází v průsečíku charakteristik výkonu TČ a celkových tepelných ztrát domu [57].



Graf 5.2 Grafické znázornění bodu bivalence

5.5.2 Výpočet tepelného čerpadla WPL 18 cool

Dalším důležitým bodem bylo vypočtení sezónního topného faktoru (SCOP) pro námi zvolené TČ, a to z důvodu, abychom mohli stanovit roční dodávku tepelné energie. Pro tento výpočet jsme použili výpočtový program NTC – návrh tepelných čerpadel [60]. Pomocí tohoto programu jsme vypočetli měsíční potřebu a dodávku tepelné energie pro vytápění a ohřev teplé vody, společně s měsíční potřebou elektrické energie pro provoz TČ.

Celý výpočet byl proveden dvakrát, a to pro vyšší a nižší potřebu tepla na ohřev teplé vody. Při vyšší potřebě tepla jsme počítali s koeficientem energetických ztrát systému $z = 2$ (pro rozvody ve starších budovách) a pro nižší potřebu tepla jsme uvažovali $z = 0,5$ (při použití cirkulačního čerpadla pro teplou vodu) [26, 27]. Potřeba tepelné energie na vytápění, větrání a ohřev teplé vody byla vypočtena pro celkově zateplený dům podle návrhu s použitím rekuperační jednotky a bez zátopového tepelného výkonu, kdy celková tepelná ztráta domu byla $\phi_{C,i} = 12,192 \text{ kW}$ (viz příloha P.7).

- a) Potřeba tepelné energie na vytápění a ohřev teplé vody při koeficientu energetických ztrát systému $z = 2$ (pro rozvody ve starších budovách) byla [26, 27]:

$$Q_{VYT,V\check{E}T} = 25\,100 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{TUV} = 20\,900 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{\text{rok}} = 46\,000 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

- b) Potřeba tepelné energie na vytápění a ohřev teplé vody při koeficientu energetických ztrát systému $z = 0,5$ (při použití cirkulačního čerpadla pro teplou vodu) byla [26, 27]:

$$Q_{VYT,V\check{E}T} = 25\,100 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{TUV} = 10\,500 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{\text{rok}} = 35\,500 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Nastavení programu NTC [60] pro výpočet tepelného čerpadla můžeme vidět na obr. 5.10 pro variantu a) větší potřeba tepla a pro variantu b) menší potřeba tepla pro vytápění, větrání a ohřev teplé vody. Výpočet obou variant programu NTC je v příloze P8.

Parameter	Variant a) Higher Demand	Variant b) Lower Demand
Tepelné čerpadlo	WPL 18	WPL 18
Teplota vody na výparníku tv [°C]	10	10
Klimatická oblast	Brno - Kuchařovice 1996	Brno - Kuchařovice 1996
Venkovní výpočtová teplota vzduchu TeN [°C]	-15	-15
Mezní teplota otopného období Tem [°C]	13	13
Vytápěný objekt	(n = 1,30) Otopná tělesa	(n = 1,30) Otopná tělesa
Návrhová teplota vzduchu v interiéru Ti [°C]	18	18
Teplota připravované teplé vody Ttv [°C]	55	55
Teplota otopné vody v soustavě Tw1 [°C]	55	55
Teplota vratné vody v soustavě Tw2 [°C]	45	45
Systém ohřevu teplé vody (TV)		
Roční potřeba tepla na ohřev TV Q _{tv} [kWh/rok]	20 900	10 500
El. příkon pomocných zařízení pro TV [W]	50	50
Systém vytápění (VYT)		
Roční potřeba tepla na vytápění Q _{vyt} [kWh/rok]	25 100	10 500
El. příkon pomocných zařízení pro VYT [W]	100	100
Bilanční výpočet		
Bilanční výpočet v intervalu	Měsíc	Měsíc

Obr. 5.10 nastavení výpočtu tepelného čerpadla WPL 18 cool v programu NTC [60] a) vyšší, b) nižší potřeba tepla na ohřev teplé vody

Tabulka 5.17 Vypočtené hodnoty TČ WPL 18 cool při vyšší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]

Počet hodinostupňů za otopné období:	D_{hrok}	76 920	[K·hod]
Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody:	$Q_{p,rok}$	46 000	[kWh]
Roční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody:	$Q_{tč,rok}$	46 000	[kWh]
Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody:	$Q_{d,rok}$	0	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla:	$E_{tč,rok}$	15 747	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení:	$E_{pom,rok}$	300	[kWh]
Roční pokrytí potřeby tepla z tepelného čerpadla na ohřev teplé vody a vytápění:	f	100	[%]
Sezónní topný faktor tepelného čerpadla:	SCOP	2,92	[–]

Tabulka 5.18 Výpočet TČ WPL 18 cool pro jednotlivé měsíce při vyšší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]

Měsíc	Měsíční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody	Měsíční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody	Měsíční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody	Měsíční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla	Měsíční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení
[–]	$Q_{p,j}$ [kWh]	$Q_{tč,j}$ [kWh]	$Q_{d,j}$ [kWh]	$E_{tč,j}$ [kWh]	E_{pom} [kWh]
leden	6 873,4	6 873,4	0,0	3 124,3	58,1
únor	5 769,7	5 769,7	0,0	2 219,1	42,1
březen	5 174,0	5 174,0	0,0	1 577,2	37,6
duben	3 832,3	3 832,3	0,0	1 052,0	22,9
květen	1 775,1	1 775,1	0,0	554,7	6,4
červen	1 717,8	1 717,8	0,0	536,8	6,2
červenec	1 775,1	1 775,1	0,0	507,2	6,0
srpen	1 775,1	1 775,1	0,0	507,2	6,0
září	1 717,8	1 717,8	0,0	536,8	6,2
říjen	3 960,1	3 960,1	0,0	1 087,1	23,6
listopad	5 242,0	5 242,0	0,0	1 588,1	38,5
prosinec	6 387,8	6 387,8	0,0	2 456,9	46,6
Celkem	46 000,0	46 000,0	0,0	15 747,3	300,1

Tabulka 5.19 Vypočtené hodnoty TČ WPL 18 cool při nižší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]

Počet hodinostupňů za otopné období:	D_{hrok}	76 920	[K·hod]
Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody:	$Q_{p,rok}$	35 600	[kWh]
Roční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody:	$Q_{tč,rok}$	35 600	[kWh]
Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody:	$Q_{d,rok}$	0	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla:	$E_{tč,rok}$	12 116	[kWh]
Roční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení:	$E_{pom,rok}$	259	[kWh]
Roční pokrytí potřeby tepla z tepelného čerpadla na ohřev teplé vody a vytápění:	f	100	[%]
Sezónní topný faktor tepelného čerpadla:	SCOP	2,94	[-]

Tabulka 5.20 Výpočet TČ WPL 18 cool pro jednotlivé měsíce při nižší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]

Měsíc	Měsíční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody	Měsíční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody	Měsíční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody	Měsíční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla	Měsíční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení
[–]	$Q_{p,j}$ [kWh]	$Q_{tč,j}$ [kWh]	$Q_{d,j}$ [kWh]	$E_{tč,j}$ [kWh]	E_{pom} [kWh]
leden	5 990,1	5 990,1	0,0	2 722,8	53,8
únor	4 971,8	4 971,8	0,0	1 912,3	38,7
březen	4 290,7	4 290,7	0,0	1 237,4	33,9
duben	2 977,5	2 977,5	0,0	757,3	19,4
květen	891,8	891,8	0,0	278,7	3,2
červen	863,0	863,0	0,0	269,7	3,1
červenec	891,8	891,8	0,0	254,8	3,0
srpen	891,8	891,8	0,0	254,8	3,0
září	863,0	863,0	0,0	269,7	3,1
říjen	3 076,8	3 076,8	0,0	782,5	20,1
listopad	4 387,2	4 387,2	0,0	1 259,3	34,8
prosinec	5 504,5	5 504,5	0,0	2 117,1	42,9
Celkem	35 600,0	35 600,0	0,0	12 116,3	259,0

Z tabulky 5.17, 5.18 je patrné, že pokud by rozvodná síť teplé vody zůstala v původním stavu, tak bychom stále nedosáhli rovnováhy mezi vlastní vyrobenou a potřebovanou elektrickou energií pro pohon TČ. Pomocí fotovoltaického systému jsme schopni získat $14\,400 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ elektrické energie, přičemž potřeba elektrické energie TČ a pomocných zařízení je $16\,047,4 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$.

Pokud by se v domě použilo cirkulační čerpadlo pro teplou vodu a dobře zateplené cirkulační potrubí, nedocházelo by ke zbytečným tepelným ztrátám, klesla by roční potřeba tepelné energie na ohřev teplé vody a také potřeba elektrické energie pro provoz TČ a pomocných zařízení na $12\,375,3 \text{ kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$ (tabulka 5.19, 5.20). To znamená, že vyprodukovanou elektrickou energií fotovoltaickým systémem jsme schopni pokrýt veškerou roční potřebu elektrické energie TČ.

Pro další výpočty uvažujeme předělání rozvodů teplé vody na cirkulační.

5.5.3 Příslušenství k tepelnému čerpadlu

K tepelnému čerpadlu je zapotřebí navrhnout také další příslušenství, jako je akumulční nádrž, expanzní nádoby, pojistné ventily, oběhová a cirkulační čerpadla.

Rozhodli jsme se, že TČ bude připojeno na dva okruhy. První okruh slouží pro rozvod topné vody do otopných těles pomocí oběhového čerpadla. Druhý okruh je připojen na akumulční nádrž, ve které dochází k ohřevu pitné užitkové vody pomocí výměníku. Z akumulční nádrže je teplá voda rozváděna po domě pomocí cirkulačního potrubí a čerpadla.

Vybrali jsme akumulční nádrž HSK 390/1 P o objemu 398 l. Tato akumulční nádrž se používá převážně v systémech, kde je jako hlavní zdroj tepla TČ [63]. Oběhová a tepelná čerpadla jsme vybrali následovně:

- Pro první okruh (TČ – otopná tělesa) jsme vybrali oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA 2 25-60 [64, 65];
- Pro druhý okruh (TČ – akumulční nádrž) jsme vybrali oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA 2 25-40 [64, 65];
- Pro rozvod teplé užitkové vody jsme vybrali cirkulační čerpadlo GRUNDFOS COMFORT UP 15-14 B [64, 66].



Obr. 5.11 a) Oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA 2
b) oběhové čerpadlo GRUNDFOS COMFORT UP

Z důvodu změny objemu vody při změně její teploty je potřeba také navrhnout expanzní nádobu. V našem případě budou dvě, jedna pro topnou vodu a jedna pro teplou užitkovou vodu. Výpočet objemu expanzní tlakové nádoby a pojistného ventilu jsme provedli pomocí webového kalkulátoru na stránkách TZB-info [67, 68].

Nastavení výpočtu:

- výkon zdroje tepla: $Q_p = 12,192 \text{ kW};$
 - maximální teplota otopné vody: $t_{\max} = 55 \text{ }^\circ\text{C};$
 - výška nejvyššího bodu otopné soustavy: $h_o = 5,5 \text{ m};$
 - nejnižší pracovní přetlak soustavy: $p_d = 59,35 \text{ kPa};$
- $$p_d = 1,1 \cdot \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} \quad [\text{kPa}] \quad (5.10)$$
- Kde:
- ρ – hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$];
 - g – gravitační zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$];
- nejvyšší pracovní přetlak soustavy: $p_{h,dov} = 250 \text{ kPa};$
 - vodní objem:
 - a) otopná soustava: $V_{ot} = 304 \text{ l};$
 - b) teplá užitková voda: $V_{TUV} = 438 \text{ l};$

Výsledky:

- a) vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby: $V_{et} = 10,2 \text{ l};$
 minimální průřez sedla pojistného ventilu: $S_o = 3 \text{ mm}^2;$
 vnitřní průměr pojistného potrubí: $d_v = 12 \text{ mm};$
- b) zde jsme zvolili menší expanzní nádobu, aby nám neustále neodkapával pojistný ventil: $V_{et} = 8 \text{ l};$
 minimální průřez sedla pojistného ventilu: $S_o = 3 \text{ mm}^2;$
 vnitřní průměr pojistného potrubí: $d_v = 12 \text{ mm};$

Z výsledků jsme vybrali následující příslušenství:

- a) Expanzní nádoba Regulus HS012 [69];
Pojistný ventil pro topení – 1/2" x 3/4" – KD15 – 3,5bar DUCO [70];
- b) Expanzní nádoba na pitnou vodu Regulus HW008 [69];
Pojistný ventil pro teplou vodu – 1/2" x 3/4" – KB15 – 6bar DUCO [70];



Obr. 5.12 Pojistný ventil [70]



Obr. 5.13 Expanzní nádoby [69]

a) HS012

b) HW008

V tabulce 5.21 můžeme vidět kusovník a ceník všech komponentů, které je nutné společně s tepelným čerpadlem zakoupit, aby byla celá soustava funkční. Dále je v ní uvedena cena práce, stavebních úprav, cena za dopravu a další. Navržený ceník firmou STIEBEL ELTRON nalezneme v příloze P8. V ceně není zahrnuta částka na předělání současných rozvodů teplé užitkové vody na cirkulační, společně s jejím zateplením tak, aby byly sníženy tepelné ztráty na co nejmenší hodnotu.

Tabulka 5.21 Náklady na instalaci nového otopného systému (viz příloha P.8) [65, 66, 69, 70]

Popis zařízení – typové označení	Počet ks	Cena za ks [Kč bez DPH]	Cena celkem [Kč bez DPH]
WPL 18 cool – tepelné čerpadlo vzduch / voda, reverzní s aktivním chlazením, vnitřní provedení	1	228 700	228 700
Opláštění WPL 13/18/23 vnitřní provedení	1	26 770	26 770
LSWP 560-4 AL – tepelně izolovaná vzduchová hadice, délka 4 m, průměr 560 mm	2	6 260	12 520
Deska k připojení vzduchové hadice DN 560	2	4 700	9 400
WPMW 3 – Regulátor tepelného čerpadla a topné soustavy pro montáž na stěnu	1	13 090	13 090
FE7 – Pokojový termostat	1	720	720
SD 32 - 1 – Pružná tlaková hadice	2	1 880	3 760
HSK 390/1 P – Akumulační nádrž – 398 l	1	34 600	34 600
HSK 390/1 P – Izolace akumulční nádrže	1	4 990	4 990
GRUNDFOS ALPHA 25-60 – oběhové čerpadlo	1	4 677,6	4 677,6
GRUNDFOS ALPHA 25-40 – oběhové čerpadlo	1	4 142	4 142
GRUNDFOS COMFORT UP 15-14 B – cirkulační čerpadlo	1	2 088	2 088
HS012 – Expanzní nádoba 12 l	1	690	690
HW008 – Expanzní nádoba 8 l	1	660	660
KD15 – 3,5 bar DUCO – Pojistný ventil	1	437,1	437,1
KB15 – 6 bar DUCO – Pojistný ventil	1	437,1	437,1
montážní práce	1	15 000	15 000
stavební práce	1	11 000	11 000
elektro	1	9 000	9 000
likvidace odpadů a doprava	1	1 000	1 000
revize a projekty	1	6 000	6 000
CELKEM			389 680,8

Celková cena: 448 132,9 Kč s DPH

5.5.4 Posouzení vhodnosti původní otopné soustavy

V domě se nachází litinové článkové radiátory firmy VIADRUS typ KALOR 500/110. Při teplotním spádu 75/65 °C je výkon jednoho článku 73 W [61]. Jelikož pro TČ uvažujeme teplotní spád 55/45 °C, je zapotřebí daný výkon otopných těles přepočítat a posoudit jejich vhodnost. Přepočet výkonu otopného tělesa při jiném teplotním spádu dle rovnice 5.11 a 5.12 [62]:

$$\frac{Q}{Q_N} = \left[\frac{\theta_{WM} - \theta_{int,I}}{\theta_{WN} - \theta_{IN}} \right]^n \quad [-] \quad (5.11)$$

$$Q = Q_N \cdot \left[\frac{\theta_{WM} - \theta_{int,I}}{\theta_{WN} - \theta_{IN}} \right]^n \quad [W] \quad (5.12)$$

Kde:

Q – skutečný tepelný výkon otopného tělesa [W];

Q_N – jmenovitý tepelný výkon otopného tělesa [W];

θ_{WM} – střední teplota vody radiátoru [°C] rovnice 5.13;

θ_{WN} – jmenovitá střední teplota vody radiátoru [°C] rovnice 5.14;

$\theta_{int,I}$ – teplota v místnosti [°C];

θ_{IN} – jmenovitá teplota v místnosti [°C];

n – teplotní exponent, zvoleno $n = 1,3$ (pro článková otopná tělesa).

$$\theta_{WM} = \frac{\theta_{w1} + \theta_{w2}}{2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (5.13)$$

Kde:

θ_{w1} – teplota vstupní vody [°C];

θ_{w2} – teplota výstupní vody [°C].

$$\theta_{WM} = \frac{\theta_{w1N} + \theta_{w2N}}{2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (5.14)$$

Kde:

θ_{w1N} – jmenovitá teplota vstupní vody [°C];

θ_{w2N} – jmenovitá teplota výstupní vody [°C].

Celková tepelná ztráta ověřovaných pokojů před zateplením domu:

- 210 – obývací pokoj $Q = 4\,886\text{ W}$;
- 302 – dětský pokoj $Q = 1\,450\text{ W}$;
- 303 – dětský pokoj $Q = 1\,485\text{ W}$.

Celková tepelná ztráta ověřovaných pokojů po zateplení domu:

- 210 – obývací pokoj $Q = 2\,536\text{ W}$;
- 302 – dětský pokoj $Q = 748\text{ W}$;
- 303 – dětský pokoj $Q = 762\text{ W}$.

V obývacím pokoji se nachází dvě otopná tělesa (2 x 35 článků) (obr. 5.14) o celkovém výkonu 5 110 W a v každém dětském pokoji je jedno otopné těleso (25 článků) o celkovém výkonu 1 825 W.



Obr. 5.14 Článekové otopné těleso v obývacím pokoji (č. m. 210)

Po přepočtení výkonu radiátorů pro teplotní spád 55/45 °C nám vyšel skutečný výkon otopných těles:

$$Q_{210} = Q_N \cdot \left[\frac{\theta_{WM} - \theta_{int,I}}{\theta_{WN} - \theta_{IN}} \right]^n = 2 \cdot 35 \cdot 73 \cdot \left[\frac{\frac{55+45}{2} - 20}{\frac{75+65}{2} - 20} \right]^{1,3} = 2\,630\text{ W}$$

$$Q_{302,303} = Q_N \cdot \left[\frac{\theta_{WM} - \theta_{int,I}}{\theta_{WN} - \theta_{IN}} \right]^n = 25 \cdot 73 \cdot \left[\frac{\frac{55+45}{2} - 20}{\frac{75+65}{2} - 20} \right]^{1,3} = 939\text{ W}$$

Při porovnání výkonů radiátorů s celkovou tepelnou ztrátou jednotlivých pokojů před a po rekonstrukci je patrné, že v obou případech je otopná soustava předimenzovaná.

Z tohoto výsledku jsme usoudili, že na původní otopnou soustavu lze připojit TČ s teplotním spádem 55/45 °C a nemusí se provádět návrh nové otopné soustavy.

6 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Z energetického hlediska nám vyrobená elektrická energie pokryje potřebu elektrické energie pro provoz TČ, avšak z ekonomického pohledu nulových nákladů na vytápění, větrání a ohřev teplé vody nedosahujeme. Hlavním důvodem je to, že největší produkce elektrické energie fotovoltaického systému je v létě, ale spotřebovává se převážně v zimě. Tím pádem je zapotřebí, aby se přebytečná vyrobená elektrická energie v létě prodávala do sítě, a v zimě, kdy je elektrické energie nedostatek, ji musíme dokupovat. Pokud by cena nakoupené a prodané elektrické energie byla stejná, tak bychom dosáhli nulových nákladů na vytápění a ohřev teplé vody, ceny se ale bohužel výrazně liší.

Při používání TČ uvažujeme sazbu D56d – Sazba pro tepelné čerpadlo od společnosti E.ON Česká republika, s.r.o.. Tato sazba je výhodná kvůli době nízkého a vysokého tarifu, která činí 22 hodin pro nízký a 2 hodiny pro vysoký tarif. Níže uvedené ceny elektřiny a poplatků pro rok 2016 jsou včetně 21% základní sazby DPH. [71]

- Prodej vyrobené el. energie do sítě: **484 Kč·MWh⁻¹**

- Cena vysokého tarifu: VT = 2 475,77 Kč·MWh⁻¹
- Cena nízkého tarifu: NT = 1 802,65 Kč·MWh⁻¹
- Průměrná cena el. energie:

$$\frac{2 \cdot 2475,77 + 22 \cdot 1802,65}{24} = \mathbf{1\,858,76\,Kč \cdot MWh^{-1}}$$

- Poplatky:
 - roční platba:

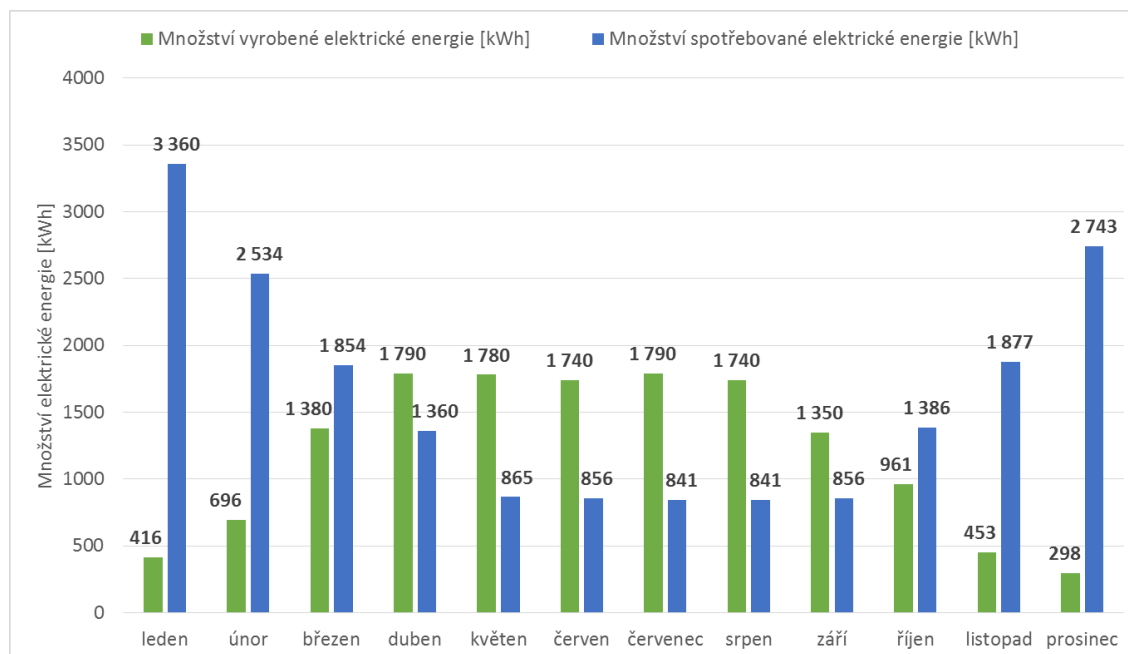
$$12 \cdot (70 + 315 + 7,96) = \mathbf{4\,715,52\,Kč \cdot MWh^{-1}}$$
 - POZE:

$$\text{spotřeba energie} \cdot \mathbf{598,95\,Kč \cdot MWh^{-1}}$$

Ekonomické zhodnocení provozu TČ jsme počítali pro variantu b), kdy se nám podařilo pokrýt potřebu elektrické energie pro pohon TČ elektřinou vyrobenou fotovoltaickým systémem. Ve výpočtu jsme také uvažovali potřebu elektrické energie pro provoz domácích spotřebičů a jiných elektrických zařízení. Tuto hodnotu jsme uvažovali stejnou jako v domě před rekonstrukcí (viz kapitola 3.6), až na rozdíl, že byla přidána potřeba elektrické energie ventilátorů rekuperační jednotky. Roční potřeba elektrické energie tak činí asi 6 995 kWh·rok⁻¹, což by odpovídalo asi 583 kWh·měsíc⁻¹.

Tabulka 6.1 Množství spotřebované a vyrobené elektrické energie

Měsíc	Množství spotřebované elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla	Množství spotřebované elektrické energie domácích spotřebičů a osvětlení	Celkem spotřebované elektrické energie	Množství vyrobené elektrické energie pomocí fotovoltaického systému
	[kWh]	[kWh]		[kWh]
leden	2 776,6	583,0	3 359,6	416
únor	1 951,0		2 533,9	696
březen	1 271,3		1 854,2	1 380
duben	776,7		1 359,6	1 790
květen	281,9		864,8	1 780
červen	272,8		855,7	1 740
červenec	257,8		840,7	1 790
srpen	257,8		840,7	1 740
září	272,8		855,7	1 350
říjen	802,6		1 385,5	961
listopad	1 294,2		1 877,1	453
prosinec	2 160,0		2 743,0	298
Celkem	12 375,3	6995	19 370,7	14 394



Graf 6.1 Porovnání vyrobené a spotřebované elektrické energie v jednotlivých měsících

Tabulka 6.2 Ekonomické zhodnocení nákladů za elektrickou energii

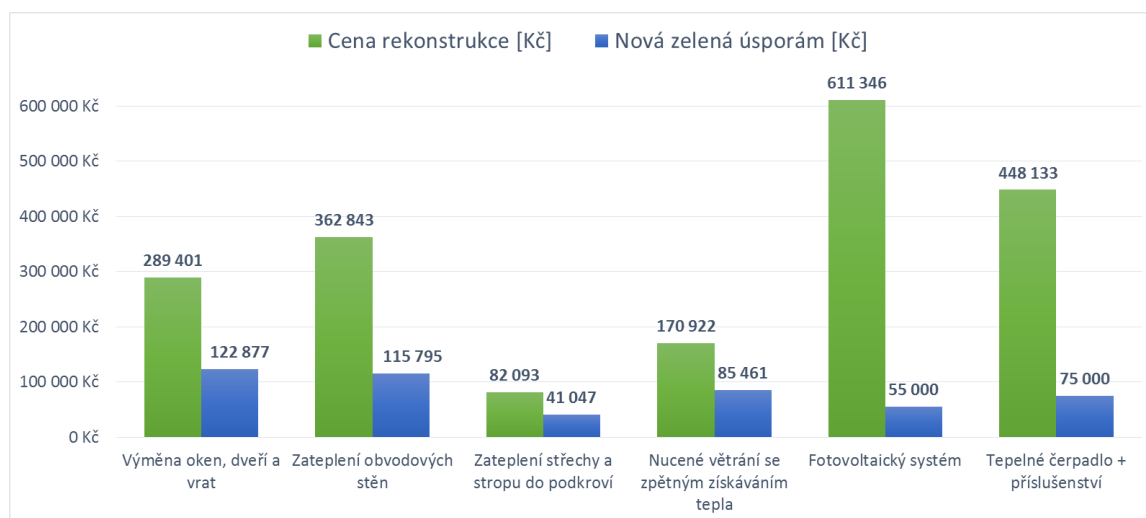
Měsíc	Množství spotřebované vlastní elektrické energie	Měsíční poplatek za vlastní spotřebovanou elektrickou energii	Množství distribuívané vlastní elektrické energie do sítě	Částka za prodej vlastní elektrické energie	Množství dokoupené elektrické energie ze sítě	Cena nakoupené elektrické energie se sítě	Celkové náklady za elektrickou energii
	[kWh]	[Kč]	[kWh]	[Kč]	[kWh]	[Kč]	[Kč]
leden	416,0	249,2	0,0	0,0	2 943,6	7 234,3	7 483,5
únor	696,0	416,9	0,0	0,0	1 837,9	4 517,0	4 933,9
březen	1 380,0	826,6	0,0	0,0	474,2	1 165,5	1 992,1
duben	1 359,6	814,4	430,4	208,3	0,0	0,0	606,1
květen	864,8	518,0	915,2	442,9	0,0	0,0	75,1
červen	855,7	512,5	884,3	428,0	0,0	0,0	84,6
červenec	840,7	503,6	949,3	459,4	0,0	0,0	44,1
srpen	840,7	503,6	899,3	435,2	0,0	0,0	68,3
září	855,7	512,5	494,3	239,2	0,0	0,0	273,3
říjen	961,0	575,6	0,0	0,0	424,5	1 043,3	1 618,9
listopad	453,0	271,3	0,0	0,0	1 424,1	3 500,1	3 771,4
prosinec	298,0	178,5	0,0	0,0	2 445,0	6 008,9	6 187,4
Celkem	9 821,4	5 882,5	4 572,6	2 213,1	9 549,3	23 469,3	31 854,2

V tabulce 6.2 lze vidět roční finanční náklady za elektrickou energii na provoz domu, které činí 31 854,2 Kč s DPH. Výpočet v tabulce 6.3 zobrazuje výslednou dobu návratnosti celé navrhované rekonstrukce, která zahrnuje výměnu oken, francouzských oken, venkovních dveří a vrat, zateplení venkovních obvodových stěn, střechy a stropu do podkroví a nová technická zařízení domu, jako je nucené větrání se zpětným získáváním tepla, tepelné čerpadlo a fotovoltaický systém.

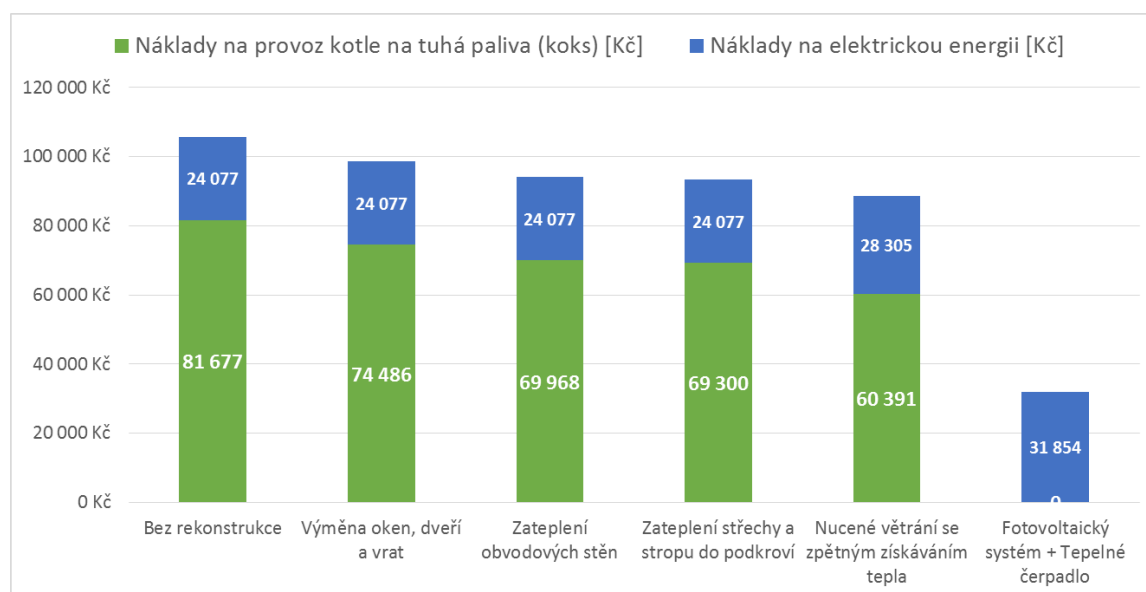
Tabulka 6.3 Doba návratnosti kompletní rekonstrukce s tepelným čerpadlem a fotovoltaickým systémem

	Původní stav domu	Jednotka	Po rekonstrukci	Jednotka
Celková tepelná ztráta	24 507	[W]	12 192	[W]
Procentuální snížení ztrát	100,0	[%]	49,7	[%]
Potřeba tepla na vytápění, větrání a ohřev teplé vody	71,3	[MWh·rok ⁻¹]	35,5	[MWh·rok ⁻¹]
Náklady na provoz domu	105 754	[Kč·rok ⁻¹]	31 854	[Kč·rok ⁻¹]
Celková cena dané rekonstrukce	–	[Kč]	1 059 478	[Kč]
Cena celé rekonstrukce	–	[Kč]	1 964 736	[Kč]
Doba návratnosti	–	[let]	26,6	[let]
Částka, o kterou se sníží náklady na provoz domu	–	[Kč·rok ⁻¹]	73 900	[Kč·rok⁻¹]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (výměna oken a dveří)	–	[Kč]	122 877	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení obvodových stěn)	–	[Kč]	115 795	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení střechy)	–	[Kč]	6 123	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám A.0 (zateplení stropů)	–	[Kč]	34 924	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám C.4.1 (nucené větrání s ZZT)	–	[Kč]	85 461	[Kč]
Výše dotace Nová zelená úsporám C.1 a C.3.4 (TČ a FV systém)	–	[Kč]	130 000	[Kč]
Cena celé rekonstrukce s dotacemi	–	[Kč]	1 469 556	[Kč]
Doba návratnosti s využitím dotací	–	[let]	19,9	[let]

Vzhledem ke skutečnosti, že do výsledné ceny rekonstrukce nejsou započítány stavební úpravy instalace vzduchotechniky a předělání současných rozvodů teplé vody na cirkulační potrubí, předpokládáme prodloužení doby návratnosti.



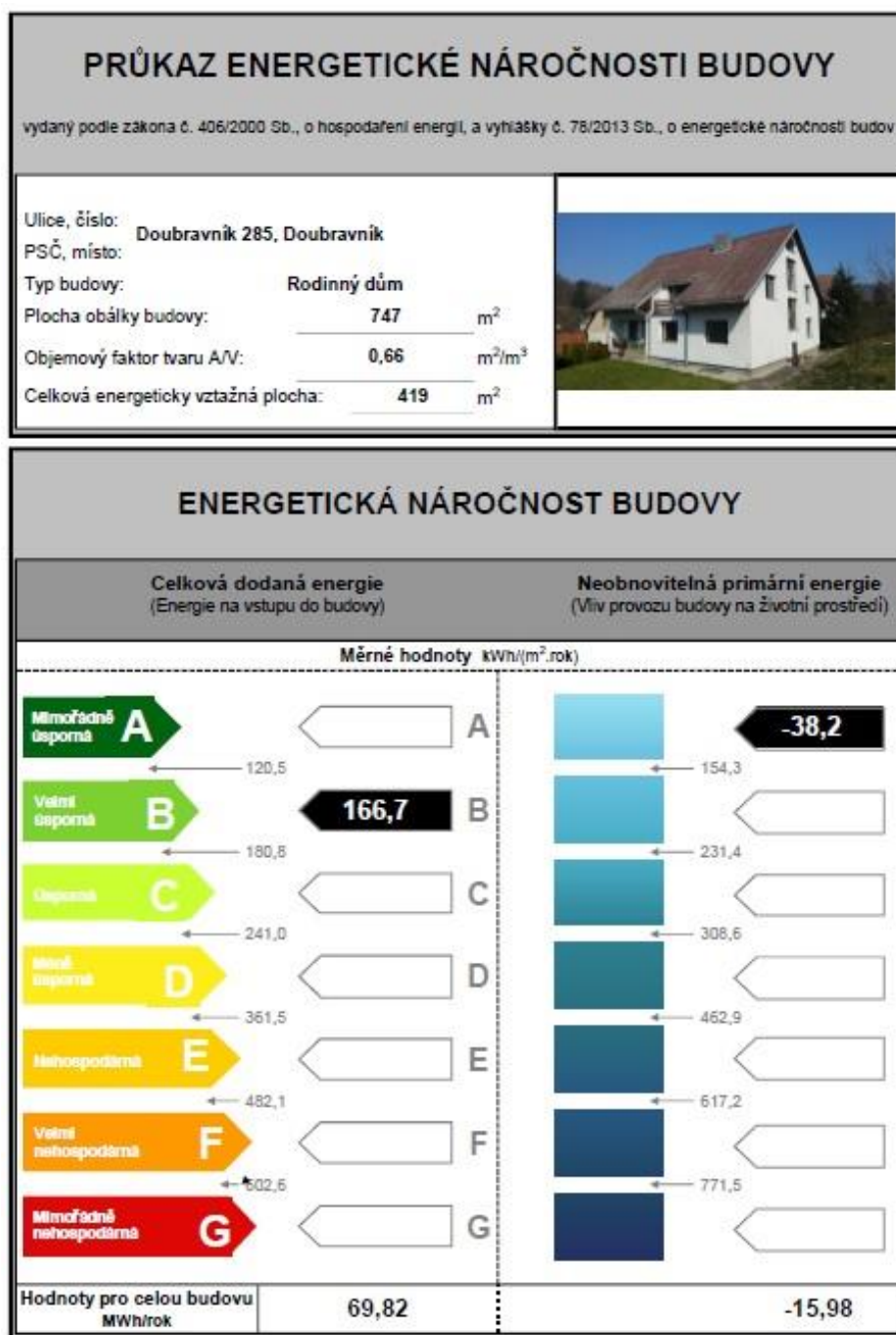
Graf 6.2 Cena rekonstrukce a výše dotace



Graf 6.3 Náklady na provoz domu při postupné rekonstrukci

7 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY PO REKONSTRUKCI

Po rekonstrukci byla opět vypočítána energetická náročnost budovy v programu NKN II [11]. Na obrázku 7.1 můžeme vidět, že dům již spadá do **energetické třídy B (velmi úsporná budova)**. Přičemž průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy je **0,5 W·m⁻²·K⁻¹**. Výpočet energetické náročnosti budovy je vypracován v příloze P8.



Obr. 7.1 Průkaz energetické náročnosti budovy po rekonstrukci [11]

8 DISKUZE

Pokud bychom dům hodnotili pouze podle dokupované energie na vytápění, větrání a ohřev teplé vody, tak by se dal dům hodnotit jako „nulový“. V našem případě je veškerá potřeba elektrické energie pro provoz TČ pokryta elektrickou energií vyrobenou fotovoltaickým systémem. Ve výsledku nám vychází, že bychom přebytek energie mohli použít pro provoz elektrických zařízení a osvětlení v domě.

Avšak pro objektivnější posouzení domu je potřeba vycházet z primární energie, která je vyjádřena z roční bilance potřebné a vlastní vyrobené energie. Při posouzení, zda se jedná o „nulový dům“ nebo „dům blízký nulovému“, vycházíme z tabulek 1.3 a 1.4 v kapitole 1.3. [7]

Výpočet:

Množství vyrobené elektrické energie:	14 394 kWh·rok ⁻¹ ;
Množství dokupované elektrické energie:	4 976,7 kWh·rok ⁻¹ ;
Faktor energetické přeměny:	
• Solární systém fotovoltaický – zapojený do veřejné sítě: 0,2 kWh·kWh⁻¹; • Elektrická energie: 3,0 kWh·kWh⁻¹;	
Celková energeticky vztažná plocha:	418,9 m ² .

$$\frac{14\,394 \cdot 0,2 + 4\,976,7 \cdot 3}{418,9} = 42,5 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2}$$

Z tabulky 1.3 v kapitole 1.3 je patrné, že úroveň A pro hodnocení roční primární energie z neobnovitelných zdrojů vztažené na jednotkovou energetickou plochu může dosahovat pro „blízko nulové domy“ až 80 kWh·m⁻² [7]. V našem případě vychází hodnota roční primární energie vztažená na energetickou plochu 42,5 kWh·m⁻².

Z posouzení energetičnosti domu lze konstatovat, že se nám rekonstrukcí podařilo ve výsledku dosáhnout domu, který je „**blízký nulovému**“.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnutí rekonstrukce rodinného domu z 80. let 20. století, který by odpovídal „blízko nulové“ budově. Cíle bylo dosaženo prostřednictvím naplnění dílčích cílů práce.

V první kroku jsme vypočítali celkové tepelné ztráty domu podle normy ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*, které byly 24 507 W. Z této hodnoty jsme vypočítali potřebu tepelné energie pro vytápění, větrání a ohřev teplé vody. V současné době dle výpočtů vychází provoz domu na 105 754 Kč.

Pro současný stav domu byl také proveden výpočet energetické náročnosti budovy, ze kterého je patrné, že je dům energeticky ne hospodárný.

Následně byl proveden předběžný výpočet maximálního množství vyrobené elektrické energie, kterou jsme schopni vyrobit fotovoltaickou elektrárnou nainstalovanou na jižní straně sedlové střechy domu. Uvažovali jsme, že by veškerá vyrobená elektrická energie byla využita pro provoz tepelného čerpadla vzduch / voda o topném faktoru COP = 3. Z tohoto předpokladu bylo stanoveno maximální množství vyrobitelné tepelné energie daným systémem pro danou lokalitu. Abychom se přiblížili k „nulovému domu“, tak potřeba a výroba tepelné energie si musí být téměř rovna. Z hodnoty maximální vyrobitelné tepelné energie daným systémem jsme stanovili, na jakou hodnotu musíme potřebu tepelné energie domu snížit.

Samotnou rekonstrukci jsme začali návrhem výměny oken, francouzských oken, venkovních dveří a garážových vrat. Nechali jsme si vypracovat cenovou nabídku pro celou tuto rekonstrukci. Vypočtená doba návratnosti této rekonstrukce by byla 40,3 let. Příčinu je i to, že pouze na výměnu oken a dveří se nevztahuje dotace v programu Nová zelená úsporám.

Při samotné stavbě domu bylo na zateplení myšleno. Venkovní stěny byly zateplený pomocí lignoporu o tloušťce 50 mm a střecha společně se stropem do podkroví pomocí polystyrenu o tloušťce 160 mm.

V dalším postupu navrhované rekonstrukce bylo nutné původní zateplení venkovních zdí strhat a nahradit ho novým. Jako nové zateplení byl vybrán polystyren o tloušťce 100 a 200 mm, a to z důvodu co největšího snížení tepelných ztrát. Při tomto zateplení domu by již šlo uplatnit dotaci jak pro výměnu oken a dveří, tak i pro zateplení venkovních stěn. Doba návratnosti výměny oken a dveří společně se zateplením obvodových stěn by byla 35,3 let.

Jak bylo zmíněno, strop do podkroví a střecha byly již zateplený, ale pro ještě větší snížení tepelných ztrát jsme se rozhodli provést dodatečné zateplení daných konstrukcí. Střecha byla zateplena pouze v pokojích pomocí minerální vaty o tloušťce 50 mm, v podkroví jsme střechu nezateplovali. Strop do podkroví jsme zateplili z podkrovní strany také pomocí minerální vaty, ale o tloušťce 160 mm. Protože se jednalo pouze o dodatečné zateplení, tepelné ztráty těmito konstrukcemi se výrazně nesnížily. Doba návratnosti by se prodloužila na 36,7 let.

Suterén jsme nezateplovali, protože se v něm nenacházejí žádné obytné místnosti a zateplení by bylo cenově i stavebně náročné.

Z důvodu, že daná zateplení nám nesnížily potřebu tepla na dostatečnou hodnotu, abychom se přiblížili k „nulovému domu“, tak byly navrženy další způsoby jak potřebu tepla snížit.

Velkého snížení tepelných ztrát domu jsme dosáhli navržením nuceného větrání se zpětným získáváním tepla společně se zadimenzováním vzduchovodů. Pomocí návrhového softwaru jsme vybrali rekuperační jednotku DUPLEX 800 Multi Eco, která má při objemovém průtoku $575 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ účinnost 89 %. Poté jsme navrhli místa, kterými bychom vedli vzduchotechnické potrubí, a kde by byly umístěny vyústky. Pro vzduchovody jsme vybrali kruhové spiro potrubí, jako koncové prvky byly vybrány talířové ventily, a to z důvodu malých objemových průtoků. V posledním kroku byly zaregulovány jednotlivé magistrály od ventilátoru k vyústkám podle hlavních magistrál, a to pomocí otáčení talířového ventilu vyústky. Po přidání nuceného větrání se zpětným získáváním tepla klesla tepelná ztráta větráním z 4 637 W na 850 W. Doba návratnosti s využitím dotací by byla 31,7 let.

Ve snaze dosáhnout „nulového domu“ jsme uvažovali použití tepelného čerpadla společně s fotovoltaickým systémem. Při používání tepelného čerpadla předpokládáme, že by v domě nedocházelo k přerušovanému vytápění. To znamená, že jsme tepelný zátopový výkon nebrali v potaz. Pro ještě větší snížení potřeby tepla, jsme uvažovali předělání rozvodů teplé užitkové vody na cirkulační potrubí. Celou jižní stranu sedlové střechy bychom osadili fotovoltaickou elektrárnou o výkonu 16,25 kWp a množství vyrobené elektrické energie jsme stanovili pomocí PVGIS na $14\,400 \text{ kWh} \cdot \text{rok}^{-1}$. Vybrali jsme tepelné čerpadlo firmy STIEBEL ELTRON WPL 18 cool, u kterého jsme dosáhli bodu bivalence při $-8 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Poté následoval výpočet tepelného čerpadla pomocí programu NTC, díky kterému jsme získali sezónní topný faktor a jeho spotřebu elektrické energie v jednotlivých měsících. Jelikož pro tepelné čerpadlo uvažujeme teplotní spád $55/45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a původní otopná soustava byla dělaná pro teplotní spád $75/65 \text{ }^{\circ}\text{C}$, tak bylo nutné přepočítat výkon otopných těles. Výsledkem bylo, že původní otopná soustava je vyhovující.

Po návrhu celé rekonstrukce byla opět vypočtena energetická náročnost budovy, jejímž výsledkem bylo, že by již budova měla být velmi úsporná.

V závěru práce bylo vypracováno ekonomické zhodnocení celé rekonstrukce při tarifu D56d od firmy E.ON Česká republika, s.r.o. Hlavním problémem „nulového domu“ je, že elektrickou energii vyrábíme převážně v létě a přes den, ale spotřebováváme ji hlavně v zimě a v noci. To má za důsledek, že vyrobenou elektrickou energii v létě prodáváme do sítě za velmi malou částku a v zimě ji nakupujeme draze. Podařilo se nám dosáhnout větší produkce elektrické energie, než ji samotné tepelné čerpadlo potřebuje, což znamená, že by se zbytek elektrické energie mohl použít pro provoz elektrických spotřebičů a zařízení v domácnosti. Jelikož bychom museli ročně dokoupit necelých 5 000 kWh, tak, kvůli rozdílům ceny nakupované a prodávané elektrické energie, by nás provoz celého domu vyšel asi na 31 854 Kč.

Celková cena navrhnuté rekonstrukce dosahuje částky 1 964 736 Kč, ale díky dotačnímu programu Nová zelená úsporám by celková cena klesla na 1 469 556 Kč. Doba návratnosti by byla přibližně 20 let. Do výsledné ceny rekonstrukce nevstupují stavební náklady na instalaci vzduchotechnického systému a předělání současných rozvodů teplé vody. Zmíněné stavební úpravy by dobu návratnosti prodloužily.

Při posouzení energetičnosti domu jsme vycházeli z roční bilance potřebované a vlastní vyrobené energie, která byla vyjádřena v hodnotách primární energie. Ve výsledku se nám podařilo dosáhnout domu, který je „blízký nulovému“.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] TYWONIAK, J. Nízkoenergetické domy: principy a příklady. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. 193 s. ISBN 80-247-1101-X.

[2] *TZB-info: Navrhování energeticky úsporných budov v širších souvislostech* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3809-navrhovani-energeticky-uspornych-budov-v-sirsinh-souvislostech>

[3] POČINKOVÁ, Marcela a Danuše ČUPROVÁ. *Úsporný dům*. 1. vyd. Brno: ERA group, 2004. Edice 21. století. ISBN 80-865-1796-9.

[4] *CENTRUM PASIVNÍHO DOMU: Co je pasivní dům?* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>

[5] *NULOVÉ DOMY* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.nulovedomy.org>

[6] PREGIZER, Dieter. *ZÁSADY PRO STAVBU PASIVNÍHO DOMU*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2431-7.

[7] *TZB-info: Nulové domy* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/smernice-2010-31-eu/7785-nulove-domy>

[8] *Energetická náročnost budov a NKN: Výuková pomůcka pro práci s NKN* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: https://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/EABI/podklady_ib-urban_enb_a_nkn.pdf

[9] KLAZAR, Luděk. *TZBINFO. Nároky a náročnost, potřeba a spotřeba, teplo a energie* [online]. 18-3-2003 [cit. 2016-12-06]. Dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/1412-naroky-a-narocnost-potreba-a-spotreba-teplo-a-energie>

[10] *Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ze dne 22.3.2013* [online]. [cit. 2016-02-06]. Dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78>

[11] ČVUT, Fakulta stavební, katedra technických zařízení budov. *NKN II* [online]. [cit. 2016-10-06]. Dostupný z: <http://nkn.fsv.cvut.cz/>

[12] TNI 73 0331. *Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

[13] *NÁVOD K OBSLUZE A INSTALACI KOTLE: VIADRUS U22 C, VIADRUS U22 D* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://www.viadrus.cz/doc/cms_library/manual_u22_cz-133.pdf

[14] ČSN EN 12 831. *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*. Praha: Český normalizační institut, 2005.

[15] *Tepelná mapa oblasti ČR* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://vytapani.tzb-info.cz/docu/tabulky/0001/000138_mapa.html

[16] *TZB-info: Součinitel prostupu tepla* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>

[17] *TZB-info: Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicestruktury-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>

[18] ROCHLA, Milan. *Stavební tabulky*. Vydání třetí. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1981. ISBN 04-722-81

[19] *DIGITÁLNÍ KNIHOVNA SPŠ STAVEBNÍ OPAVA: Duté cihly* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: http://dk.spsopava.cz:8080/docs/pdf/stavebni_materialy/vzorkovna/02_zdivo_nosne/Cihla_dutinova_dvouderova.pdf

[20] *Katalog stavebních materiálů* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/docu/tabulky/0000/000086_katalog.html

[21] *Stropní vložky HURDIS* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.profiblok.cz/sortiment/PROFIBLOK/8.4.html>

[22] *KNAUF INSULATION - IZOLACE HERAKLITH: dřevocementová izolační deska* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/katalog/drevocementove-izolace/knauf-heraklith/740646-drevocementova-izolacni-deska-heraklith-c-p.html>

[23] *Součinitel prostupu tepla a součinitel spárové průvzdušnosti oken a dveří dle ČSN 73 0540-3 (1994)* [online]. [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/32-soucinitel-prostupu-tepla-a-soucinitel-sparove-pruvzdusnosti-oken-a-dveri-dle-csn-73-0540>

[24] *TZB-info: Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2526-tepelne-mosty-ve-stavebnich-konstrukcich>

[25] ČSN EN ISO 14683. *Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Lineární činitel prostupu tepla - Zjednodušené metody a orientační hodnoty*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

[26] *TZB-info: Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>

[27] *VYTÁPĚNÍ: Výpočet potřeby tepla a paliva - Denostupňová metoda* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://users.fs.cvut.cz/~vavrirom/Vytapani/VYT_cv_2_2011.pdf

[28] *TZB-info: Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva* [online]. [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapani-podle-druhu-paliva?energie_gj=267.5

[29] *Energy centre České Budějovice: Virtuální kalkulátor ECČB* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.eccb.cz/kalkulator/house.php>

[30] *NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz>

- [31] VEKRA: *Komfort EVO* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/produkt/okna-komfort-evo/>
- [32] VEKRA: *Komfort EVO* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <https://www.vekra.cz/produkt/dvere-komfort-evo/>
- [33] *Izolace-info: Dřevocementová izolační deska, Lignopor* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.isolace-info.cz/katalog/drevocementove-izolace/dcd-ideal/1346947-lignopor-kombidoska-p.html>
- [34] ISOVER: *Isover EPS GreyWall Plus* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-eps-greywall-plus>
- [35] ZOFI FASÁDY: *Zateplení fasády cena za m2* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/zatepleni-fasady-cena-za-m2/>
- [36] ISOVER: *Isover Multi-Kombi Passivhaus Klemmfilz* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/isover-multi-kombi-passivhaus-klemmfilz>
- [37] *Stavební poptávky: Ceník zateplení stropů a střešních konstrukcí* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <https://www.poptavky-stavebni.cz/inpage/cenik-zatepleni-strech-a-stropu/>
- [38] Atrea: *Co je to rekuperace?* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/cz/co-je-to-rekuperace>
- [39] JAK NA ZELENOU: *Větrání s rekuperací tepla, kdy se vyplatí* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.jaknazelenou.cz/vetrani-s-rekuperaci-tepla-kdy-se-vyplati/>
- [40] Atrea: *Rekuperace* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.rekuperace.cz>
- [41] *Katedra technických zařízení budov: Projekční podklady a pomůcky - Doporučené násobnosti výměny vzduchu v místnostech* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=21>
- [42] Atrea: *Návrhový software* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/cz/navrhovy-software>
- [43] JANOTKOVÁ, Eva. *Větrání a klimatizace I*. 2015.
- [44] CHÝSKÝ, Jaroslav; HEMZAL, Karel. *Větrání a klimatizace : Technický průvodce, svazek 31*. Vydání třetí, zcela přepracované. Brno : BOLIT – B press, 1993. 490 s. ISBN 80–901574–0–8.
- [45] ELEKTRODESIGN *ventilátory: Produkty* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/uplny-sortiment/produkty>
- [46] SZÉKYOVÁ, Marta; FERSTL, Karol; NOVÝ, Richard. *Větrání a klimatizace*. První české vydání. Bratislava : JAGA GROUP, 2006. 359 s. ISBN 80-8076-037-3.
- [47] *TECHNIKA PROSTŘEDÍ: OBECNÝ VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT MÍSTNÍM ODPOREM* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.qpro.cz/Tlakova-ztrata-mistnimi-odpory>

[48] *MANDÍK: TALÍŘOVÝ VENTIL TVPM - TVOM* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.mandik.cz/getattachment/67105c1e-bf03-46bd-a1d2-206fb5b9b85d/.aspx>

[49] *Atrea: DUPLEX 500 – 8000 Multi* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.atrea.cz/cz/duplex-1500-6500-multi>

[50] ČSN 73 4301. Obytné budovy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.

[51] *A.EKO: AMERISOLAR AS-6P30* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://www.solarnivyroba.cz/system/files/page/2013/02/3.1.3._panel_poly_velky_as-6p30.pdf

[52] *A.EKO: Solární elektrárna pro každého* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.solarnivyroba.cz>

[53] *Photovoltaic Geographical Information System: PVGIS* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

[54] *IVT s.r.o.: Typy tepelných čerpadel* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel>

[55] *TZB-info: Tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla>

[56] *STIEBEL ELTRON: WPL 13-23 cool* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.stiebel-eltron.cz/obnovitelne-zdroje-energie/produkty/tepelne-cerpadlo/tepelne-cerpadlo-vzduch-voda/wpl-13-23-cool/>

[57] *KLIMATEST: Vzuchotechnika - klimatizace, tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.klimatest.cz/topny-faktor-a-bod-bivalence-tepelneho-cerpadla/>

[58] *Asociace pro využití tepelných čerpadel: METODIKA PRO NÁVRH TEPELNÉHO ČERPADLA SYSTÉMU VZDUCH-VODA* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://www.avtc.cz/?download=_/dokum/metodika-pro-navrh-tepelneho-cerpadla-vzduch-voda_28-05-2012-pracovni-verze.pdf

[59] *TZB-info: Dimenzování tepelného čerpadla vzduch-voda, bivalentní/záložní zdroj* [online]. [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/7995-dimenzovani-tepelneho-cerpadla-vzduch-voda-bivalentni-zalozni-zdroj>

[60] *Technická Zařízení Budov: NTC - návrh tepelných čerpadel* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/TZB/software.html>

[61] *VIADRUS: KALOR, KALOR 3, TERMO* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: http://www.viadrus.cz/doc/cms_library/cz_viadrus_pl-23_kalor-3_web-41.pdf

[62] *TZB-info: Otopné plochy (IV - 1.část) - přepočet tepelného výkonu* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3184-otopne-plochy-iv-1-cast-prepocet-tepelneho-vykonu>

[63] *Regulus spol. s r.o.: Ceník* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/cenik>

[64] *GRUNDFOS: PRODUCT CENTER* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://product-selection.grundfos.com/>

[65] *MORAFIS-SEVER, spol. s r.o.: Tepelný čerpadla GRUNDFOS* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.topeni-koupelny.cz/cerpadla/pro-vytapeni-tuv/grundfos/>

[66] *TOPENÍ LEVNĚ: GRUNDFOS UP 15-14 B PM - Cirkulační čerpadlo* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.topenilevne.cz/grundfos-up-15-14-b-pm-p2622/>

[67] *TZB-info: Tlaková expanzní nádoba* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>

[68] *TZB-info: Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/43-vypocet-pojistneho-ventilu-pro-kotle-a-vymeniky-tepla>

[69] *Regulus spol. s r.o.: Expanzní nádoby* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.regulus.cz/cz/tlakove-expanzni-nadoby>

[70] *IVAR CS: POJISTNÉ A BEZPEČNOSTNÍ ARMATURY* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.ivarcs.cz/cz/pojistne-a-bezpecnostni-armatury>

[71] *E.ON Energie, a.s.: Ceník dodávky elektřiny od 1.1.2016 pro Jihomoravský kraj* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.eon.cz/-a26063?field=data>

[72] *TECHNIKA PROSTŘEDÍ: VÝPOČET TLOUŠŤKY IZOLACE A TEPELNÝCH ZTRÁT POTRUBÍ* [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.qpro.cz/Tloustka-izolace-potrubí>

[73] *ISOVER: Orstech LSP 40* [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/orstech-lsp-40>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Veličina	Symbol	Jednotka
Plocha uvažované podlahové konstrukce	A_g	m^2
Plocha stavební části	A_k	m^2
Plocha místnosti	A_l	m^2
Charakteristický parametr	B'	m
Teplotní korekční činitel	b_u	—
Měrná tepelná kapacita	c	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Měrná tepelná kapacita	c_p	$kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Denostupeň	D	—
Počet topných dnů v roce	d	—
Počet hodinostupňů za otopné období	D_{hrok}	$K \cdot hod$
Tloušťka dané konstrukce	d_i	m
Průměr potrubí daného úseku	D_i	m
Vnitřní průměr pojistného potrubí	d_v	mm
Měrná roční potřeba tepla na vytápění	E_A	$kWh \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$
Stínící činitel	e_i	—
Korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům	e_k	—
Korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům	e_l	—
Měsíční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení	E_{pom}	kWh
Roční potřeba elektrické energie pro pohon pomocných zařízení	$E_{pom,rok}$	kWh
Měsíční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla	$E_{tč,j}$	kWh
Roční potřeba elektrické energie pro pohon tepelného čerpadla	$E_{tč,rok}$	kWh
Roční pokrytí potřeby tepla z tepelného čerpadla na ohřev teplé vody a vytápění	f	%
Korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty	f_{g1}	—
Teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou	f_{g2}	—
Korekční součinitel	f_{RH}	$W \cdot m^{-2}$
Gravitační zrychlení	g	$m \cdot s^{-2}$
Korekční činitel zohledňující vliv spodní vody	G_W	—
Výška stropu	h	m
Výška nejvyššího bodu otopné soustavy	h_o	m
Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy	$H_{T,ie}$	$W \cdot K^{-1}$
Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem	$H_{T,ieu}$	$W \cdot K^{-1}$
Součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru do zeminy v ustáleném stavu	$H_{T,ig}$	$W \cdot K^{-1}$
Součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru do sousedního prostoru vytápěného na výrazně jinou teplotu	$H_{T,ij}$	$W \cdot K^{-1}$
Součinitel návrhové tepelné ztráty větrání	$H_{V,i}$	$W \cdot K^{-1}$

Veličina	Symbol	Jednotka
Délka lineárních tepelných mostů	l_k	m
Délka úseku	l	m
Počet pracovních dní v roce, kdy se připravuje teplá voda	N	—
Teplotní exponent	n	—
Intenzita výměny vzduchu za hodinu	n_{50}	h^{-1}
Minimální intenzita výměny venkovního vzduchu	n_{min}	h^{-1}
Obvod uvažované podlahové konstrukce	P	m
Nejnižší pracovní přetlak soustavy	p_d	kPa
Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů	PE_A	$kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$
Nejvyšší pracovní přetlak soustavy	$p_{h,dov}$	kPa
Skutečný tepelný výkon otopného tělesa	Q	W
Měsíční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody	$Q_{d,j}$	kWh
Roční dodávka tepla doplňkovým zdrojem tepla na vytápění a ohřev teplé vody	$Q_{d,rok}$	kWh
Jmenovitý tepelný výkon otopného tělesa	Q_N	W
Výkon zdroje tepla	Q_p	kW
Měsíční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody	$Q_{p,j}$	kWh
Roční potřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody	$Q_{p,rok}$	kWh
Roční potřeba tepla	Q_{rok}	$MWh \cdot rok^{-1}$
Roční dodávka tepla tepelným čerpadlem na vytápění a ohřev teplé vody	$Q_{tč,j}$	kWh
Roční dodávka tepla TČ na vytápění a ohřev teplé vody	$Q_{tč,rok}$	kWh
Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody	Q_{TUV}	$MWh \cdot rok^{-1}$
Roční potřeba tepla na větrání	$Q_{VĚT}$	$MWh \cdot rok^{-1}$
Roční potřeba tepla na vytápění	Q_{VYT}	$MWh \cdot rok^{-1}$
Roční potřeba tepla na vytápění a větrání	$Q_{VYT,VĚT}$	$MWh \cdot rok^{-1}$
Tlakový spád	R	$Pa \cdot m^{-1}$
Tepelný odpor dané konstrukce	R_N	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	R_{se}	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	R_{si}	$m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$
Topný faktor tepelného čerpadla	COP	—
Sezónní topný faktor tepelného čerpadla	$SCOP$	—
Plocha průřezu potrubí daného úseku	S_i	m^2
Minimální průřez pojistného ventilu	S_o	mm^2
Teplota studené vody	t_1	$^{\circ}C$
Teplota ohřáté vody	t_2	$^{\circ}C$
Venkovní výpočtová teplota	t_e	$^{\circ}C$
Jmenovitá teplota v místnosti	t_{iN}	$^{\circ}C$
Průměrná vnitřní výpočtová teplota	t_{is}	$^{\circ}C$
Maximální teplota otopné vody	t_{max}	$^{\circ}C$
Teplota studené vody v létě	t_{sv1}	$^{\circ}C$

Veličina	Symbol	Jednotka
Teplota studené vody v zimě	t_{sv2}	$^{\circ}\text{C}$
Průměrný součinitel prostupu tepla	U_{em}	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí	$U_{equiv,k}$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Součinitel prostupu tepla	U_k	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla	$U_{N,20}$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy	$U_{pas,20}$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla	$U_{rec,20}$	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Součinitel prostupu tepla celou konstrukcí	U_w	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Celková potřeba vody na 1 den	V_{2p}	$\text{m}^3\cdot\text{osoba}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$
Objem expanzní nádoby	V_{et}	l
Množství odváděného vzduchu soustavou pro celou budovu	$\dot{V}_{ex}$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
Objemový tok vzduchu v daném úseku	$\dot{V}_i$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
Maximální výměna vzduchu infiltrací	$\dot{V}_{inf,i}$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
Objem místnosti	V_l	m^3
Rozdíl množství mezi nuceně odvětrávaným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti	$\dot{V}_{mech,inf,i}$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
Minimální výměna vzduchu požadovaná z hygienických důvodů	$\dot{V}_{min,i}$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
Vodní objem otopné soustavy	V_{ot}	l
Množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu	$\dot{V}_{SU}$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
Množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti	$\dot{V}_{SU,i}$	$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$
Vodní objem teplé užitkové vody	V_{TUV}	l
Rychlost proudění vzduchu v úseku i	w_i	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Rychlost proudění vzduchu v následujícím úseku i	w_{i+1}	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Koeficient energetických ztrát systému pro přípravu teplé vody	z	—
Součinitel přestupu tepla	α	$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
Tlaková ztráta úseku	Δp	Pa
Tlaková délková (třecí) ztráta	Δp_m	Pa
Tlaková ztráta místními odpory	Δp_t	Pa
Opravný činitel	ε	—
Výškový korekční činitel	ε_i	—
Účinnost obsluhy a možnost regulace	η_o	—
Účinnost rozvodu vytápění	η_r	—
Výpočtová venkovní teplota vzduchu	θ_e	$^{\circ}\text{C}$
Jmenovitá teplota v místnosti	θ_{IN}	$^{\circ}\text{C}$
Výpočtová vnitřní teplota / Teplota v místnosti	$\theta_{int,l}$	$^{\circ}\text{C}$
Průměrná roční venkovní teplota vzduchu	$\theta_{m,e}$	$^{\circ}\text{C}$
Teplota přiváděného vzduchu	$\theta_{SU,i}$	$^{\circ}\text{C}$
Výpočtová vnitřní teplota	θ_u	$^{\circ}\text{C}$
Teplota vstupní vody	θ_{w1}	$^{\circ}\text{C}$
Jmenovitá teplota vstupní vody	θ_{w1N}	$^{\circ}\text{C}$

Veličina	Symbol	Jednotka
Teplota výstupní vody	θ_{w2}	$^{\circ}\text{C}$
Jmenovitá teplota výstupní vody	θ_{w2N}	$^{\circ}\text{C}$
Střední teplota vody radiátoru	θ_{WM}	$^{\circ}\text{C}$
Jmenovitá střední teplota vody na radiátoru	θ_{WN}	$^{\circ}\text{C}$
Součinitel tepelné vodivosti	λ	$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
Součinitel místních odporů v daném úseku	ξ	—
Hustota	ρ	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$
Celkový tepelný výkon / Celková tepelná ztráta	$\phi_{C,i}$	W
Návrhová tepelná ztráta	ϕ_l	W
Zátopový tepelný výkon	$\phi_{RH,i}$	W
Návrhová tepelná ztráta prostupem	$\phi_{T,i}$	W
Návrhová tepelná ztráta větráním	$\phi_{V,i}$	W
Činitel lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu	ψ_k	$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

ZKRATKY A VYSVĚTLIVKY

B – bod bivalence

ENB – energetická náročnost budovy

EU – Evropská unie

RD – rodinný dům

OZE – obnovitelný zdroj energie

nOZE – neobnovitelný zdroj energie

NKN II – Národní Kalkulační Nástroj II

TNI – Technická normalizační informace

ČVUT – České vysoké učení technické

TČ – tepelné čerpadlo

POZE – podporované zdroje energie

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1.1 Průměrné hodnoty pasivního domu [1]</i>	17
<i>Tabulka 1.2 Hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí pro budovy, kde převažuje návrhová vnitřní teplota od 18 do 22 °C [7]</i>	19
<i>Tabulka 1.3 Základní hodnoty „nulových“ a „blízko nulových“ budov [7]</i>	20
<i>Tabulka 1.4 Referenční hodnoty faktoru energetické přeměny [7]</i>	20
<i>Tabulka 3.1 Seznam všech místností</i>	30
<i>Tabulka 3.2 Všeobecné údaje o místnostech</i>	31
<i>Tabulka 3.3 Všeobecné údaje</i>	34
<i>Tabulka 3.4 Výpočet U-hodnot pro stavební části (venkovní obvodové zdi)</i>	36
<i>Tabulka 3.5 Výpočet U-hodnot pro stavební části (vnitřní zdi)</i>	37
<i>Tabulka 3.6 Výpočet U-hodnot pro stavební části (podlaha / strop)</i>	38
<i>Tabulka 3.7 Výpočet U-hodnot pro stavební části (podlaha / strop – pokračování)</i>	39
<i>Tabulka 3.8 Výpočet U-hodnot pro stavební části (střecha)</i>	40
<i>Tabulka 3.9 Výpočet U-hodnot pro stavební části (okna / dveře / vrata)</i>	40
<i>Tabulka 3.10 Hodnoty pro jednotlivé tepelné mosty [25]</i>	41
<i>Tabulka 3.11 Výpočet tepelné ztráty prostupem pro obývací pokoj</i>	44
<i>Tabulka 3.12 Výpočet tepelné ztráty prostupem pro obývací pokoj (pokračování)</i>	45
<i>Tabulka 3.13 Výpočet tepelných ztrát větráním</i>	49
<i>Tabulka 3.14 Výpočet zátopového tepelného výkonu</i>	50
<i>Tabulka 3.15 Výpočet návrhového tepelného výkonu</i>	51
<i>Tabulka 5.1 Požadované parametry pro podoblasti podpory A [30]</i>	59
<i>Tabulka 5.2 Maximální výše podpory pro jednotlivé stavební konstrukce [30]</i>	60
<i>Tabulka 5.3 Maximální výše dotace pro jednotlivé druhy zateplení v jednotlivých podoblastech</i>	60
<i>Tabulka 5.4 Výše podpory pro různé zdroje tepla [30]</i>	61
<i>Tabulka 5.5 Výše podpory jednotlivých fotovoltaických a termických systémů [30]</i>	62
<i>Tabulka 5.6 Požadavky na solární fotovoltaické systémy [30]</i>	62
<i>Tabulka 5.7 Výše podpory pro centrální a decentrální větrací systémy [30]</i>	63
<i>Tabulka 5.8 Doba návratnosti – výměna oken, francouzských oken, dveří a vrat</i>	64
<i>Tabulka 5.9 Ceny zateplení venkovní fasády za 1 m² [35]</i>	65
<i>Tabulka 5.10 Doba návratnosti – výměna oken, dveří a vrat + zateplení obvodových stěn</i>	66

<i>Tabulka 5.11 Doba návratnosti – výměna oken, dveří a vrat, zateplení obvodových stěn + zateplení střechy a podkroví</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 5.12 Tlakové ztráty jednotlivých magistrál a následná regulace vyústek</i>	<i>75</i>
<i>Tabulka 5.13 Ceník veškerých komponentů vzduchotechnické sítě [45, 49, 73].....</i>	<i>77</i>
<i>Tabulka 5.14 Doba návratnosti – výměna oken, dveří a vrat, zateplení obvodových stěn, střechy a podkroví + rekuperace.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabulka 5.15 Charakteristika TČ WPL 18 E cool [56]</i>	<i>84</i>
<i>Tabulka 5.16 Parametry TČ WPL 18 cool při různých teplotách a určení bodu bivalence</i>	<i>85</i>
<i>Tabulka 5.17 Vypočtené hodnoty TČ WPL 18 cool při vyšší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]</i>	<i>88</i>
<i>Tabulka 5.18 Výpočet TČ WPL 18 cool pro jednotlivé měsíce při vyšší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]</i>	<i>88</i>
<i>Tabulka 5.19 Vypočtené hodnoty TČ WPL 18 cool při nižší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]</i>	<i>89</i>
<i>Tabulka 5.20 Výpočet TČ WPL 18 cool pro jednotlivé měsíce při nižší potřebě tepla na ohřev teplé vody [60]</i>	<i>89</i>
<i>Tabulka 5.21 Náklady na instalaci nového otopného systému (viz příloha P.8) [65, 66, 69, 70]</i>	<i>93</i>
<i>Tabulka 6.1 Množství spotřebované a vyrobené elektrické energie</i>	<i>97</i>
<i>Tabulka 6.2 Ekonomické zhodnocení nákladů za elektrickou energii</i>	<i>98</i>
<i>Tabulka 6.3 Doba návratnosti kompletní rekonstrukce s tepelným čerpadlem a fotovoltaickým systémem.....</i>	<i>99</i>

SEZNAM OBRAZKŮ

<i>Obr. 1.1 Porovnání potřeby tepla na vytápění pro jednotlivé druhy domů [2]</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 1.2 Příklad nulového domu [5]</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 2.1 Tabulka energetických tříd programu NKN II [10]</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 2.2 Princip výpočtu ENB [12]</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 3.1 Současný stav domu – pohled z ulice</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 3.2 Současný stav domu – pohled ze zahrady</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 3.3 Současný stav domu – pohled ze zahrady</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 3.4 Suterén domu</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 3.5 Přízemí domu</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 3.6 První patro domu</i>	<i>29</i>

<i>Obr. 3.7 Kotel na tuhá paliva VIADRUS U22 4C [13]</i>	30
<i>Obr. 3.8 Výpočtový postup pro vytápěný prostor [14]</i>	32
<i>Obr. 3.9 Teplotní mapa oblasti ČR [15]</i>	33
<i>Obr. 3.10 Nastavení webového kalkulátoru pro výpočet potřeby tepelné energie na vytápění, větrání a ohřev teplé vody na TZB-info [26]</i>	55
<i>Obr. 3.11 Porovnání finančních nákladů na vytápění tuhými palivy [28]</i>	55
<i>Obr. 4.1 Průkaz energetické náročnosti budovy před rekonstrukcí [11]</i>	57
<i>Obr. 5.1 Nová zelená úsporám [30]</i>	58
<i>Obr. 5.2 Plastové okno firmy VEKRA typ Komfort EVO [31]</i>	63
<i>Obr. 5.3 Pěnový polystyren ISOVER EPS GreyWall Plus [34]</i>	65
<i>Obr. 5.4 Stanovení teploty přiváděného vzduchu za rekuperací [38]</i>	70
<i>Obr. 5.5 Návrh vedení jednotlivých větví vzduchovodu</i>	73
<i>Obr. 5.6 Odváděcí vyústka TVOM [48]</i>	74
<i>Obr. 5.7 Diagram vyústek a) TVPM 100 [48] b) TVOM 160 [48]</i>	74
<i>Obr. 5.8 Nastavení výpočtu fotovoltaického systému pomocí PVGIS [53]</i>	80
<i>Obr. 5.9 Tepelné čerpadlo WPL 18 cool [56]</i>	83
<i>Obr. 5.10 nastavení výpočtu tepelného čerpadla WPL 18 cool v programu NTC [60]</i> <i>a) vyšší, b) nižší potřeba tepla na ohřev teplé vody</i>	87
<i>Obr. 5.11 a) Oběhové čerpadlo GRUNDFOS ALPHA 2</i>	91
<i>b) oběhové čerpadlo GRUNDFOS COMFORT UP</i>	91
<i>Obr. 5.12 Pojistný ventil [70]</i>	92
<i>Obr. 5.13 Expanzní nádoby [69] a) HS012 b) HW008</i>	92
<i>Obr. 5.14 Článekové otopné těleso v obývacím pokoji (č. m. 210)</i>	95
<i>Obr. 7.1 Průkaz energetické náročnosti budovy po rekonstrukci [11]</i>	101

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 5.1 Množství vyrobené elektrické energie v jednotlivých měsících [53]</i>	81
<i>Graf 5.2 Grafické znázornění bodu bivalence</i>	86
<i>Graf 6.1 Porovnání vyrobené a spotřebované elektrické energie v jednotlivých měsících</i>	97
<i>Graf 6.2 Cena rekonstrukce a výše dotace</i>	100
<i>Graf 6.3 Náklady na provoz domu při postupné rekonstrukci</i>	100

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P1	Výpočet tepelných ztrát prostupem před rekonstrukcí
PŘÍLOHA P2	Výpočet tepelných ztrát prostupem po rekonstrukci
PŘÍLOHA P3	Výpočet tepelných ztrát větráním, rovnotlaká větrací soustava se zařízením pro využití tepla z odváděného vzduchu
PŘÍLOHA P4	Schéma vedení vzduchovodů a rozmístění vyústek
PŘÍLOHA P5	Výpočet tlakových ztrát jednotlivých úseků příváděcích vzduchovodů
PŘÍLOHA P6	Výpočet tlakových ztrát jednotlivých úseků odváděcích vzduchovodů
PŘÍLOHA P7	Výpočet celkových tepelných ztrát domu po rekonstrukci
PŘÍLOHA P8	Elektronická příloha

OBSAH PŘÍLOHY P8 – ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA

VUT-EU-TP-DP-01	cenová nabídka na okna, dveře a garážová vrata
VUT-EU-TP-DP-02	rekuperační jednotka DUPLEX 800 Multi eco
VUT-EU-TP-DP-03	cenová nabídka fotovoltaické elektrárny
VUT-EU-TP-DP-04	cenová nabídka tepelného čerpadla WPL 18 cool
NKN-před-rekonstrukci	výpočet energetické náročnosti domu před rekonstrukcí v programu NKN II
NKN-po-rekonstrukci	výpočet energetické náročnosti domu po rekonstrukci v programu NKN II
WPL-18-z2	výpočet tepelného čerpadla při větší potřebě tepla na ohřev teplé vody
WPL-18-z05	výpočet tepelného čerpadla při menší potřebě tepla na ohřev teplé vody

PŘÍLOHA P1 – VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM PŘED REKONSTRUKCÍ

104 - Sušárna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² K	e _k -	A _k · U _k · e _k W/K	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	16,26	0,466	1,00	7,58	
Okno	0,60	2,900	1,00	1,74	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k W/K			9,32	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	e _k -	ψ _k · l _k · e _k W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	3,40	1,00	1,53	
C1 - Nároží	0,15	2,35	1,00	0,35	
IV1 - Vnitřní stěny	0,1	4,70	1,00	0,47	
IF1 - Stropy	0,1	7,18	1,00	0,72	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k W/K			3,07	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				12,39
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² .K	b _u -	A _k · U _k · b _u W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (101 - Schodiště)	7,354	1,50	0,50	5,50	
Vnitřní dveře (101 - Schodiště)	1,58	2,00	0,50	1,58	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (106 - WC)	2,59	2,27	1,00	5,88	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u W/K			12,95	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	b _u -	ψ _k · l _k · b _u W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory (101 - Schodiště)	0,45	5,54	0,50	1,25	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u W/K			1,25	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				14,20
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g m ²	P m	B' = 2 · A _g / P m		
	13,32	7,18	3,71		
Stavební část	U _k W/m ² .K	U _{equiv,k} W/m ² .K	A _k m ²	A _k · U _{equiv,k} W/K	
Podlaha suterén (místnost pod schody, sušárna, prádelna, dílna, garáž, kotelna, uhelna)	4,082	0,51	13,32	6,79	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	0,466	0,35	15,74	5,51	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k} W/K			12,30	
Korekční součinitele	f _{g1} -	f _{g2} -	G _w -	f _{g1} · f _{g2} · G _w -	
	1,450	0,367	1,00	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				6,54
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílne teploty					
Stavební část	f _{ij} -	A _k m ²	U _k W/m ² .K	f _{ij} · A _k · U _k W/K	
Žádné	0,000	0	0,00	0,000	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij} W/K				33,13
Teplotné údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e °C		-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,l} °C		15		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,l} °C		30		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,l})			W	993,92

105 - Prádelna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k	
	m ²	W/m ² K	-	W/K	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	8,10	0,466	1,00	3,78	
Vnější obvodová stěna - suterén (část nad zemí)	0,53	0,525	1,00	0,28	
Okno	0,60	2,900	1,00	1,74	
Podlaha první patro (kachličky) - vstupní chodba, WC, šatna (203), kuchy	1,44	0,945	1,00	1,36	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k		W/K	7,15	
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k	
	W/m.K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	3,40	1,00	1,53	
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	4,70	1,00	0,47	
IF1 - Stropy	0,10	3,93	1,00	0,39	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k		W/K	2,39	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				9,54
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u	
	m ²	W/m ² .K	-	W/K	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (106 - WC)	3,41	2,27	1,00	7,74	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (103 - Chodba)	2,95	2,42	0,00	0,00	
Vnitřní dveře (103 - Chodba)	1,58	2,00	0,00	0,00	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (109 + 110 - Kotelna + Uhelna)	6,11	1,50	0,80	7,31	
Podlaha první patro (koberec) - (206 - Úklidová komora)	0,16	0,94	0,00	0,00	
Podlaha první patro (kachličky) - (207 - WC)	0,18	1,09	1,00	0,20	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u		W/K	15,25	
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u	
	W/m.K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory (101 - Schodiště)	0,45	5,54	0,00	0,00	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u		W/K	0,00	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				15,25
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P		
	m ²	m	m		
	10,21	3,93	5,20		
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}	
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K	
Podlaha suterén (místnost pod schody, sušárna, prádelna, dílna, garáž,	4,082	0,43	10,21	4,39	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	0,466	0,35	8,10	2,83	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}		W/K	7,22	
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w	
	-	-	-	-	
	1,450	0,367	1,00	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				3,84
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k	
	-	m ²	W/m ² .K	W/K	
Žádné	0,000	0	0,00	0,000	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				28,64
Teplotné údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}	°C	30		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W	859,12

107 - Dílna				
<i>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</i>				
Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
	m ²	W/m ² .K	-	W/K
Vnější obvodová stěna - suterén (část nad zemí)	23,30	0,466	1,00	10,86
Okno 2x	1,20	2,900	1,00	3,48
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	$U_k \cdot e_k$	W/K	14,34
Tepelný most	ψ_k	l_k	e_k	$\psi_k \cdot l_k \cdot e_k$
	W/m.K	m	-	W/K
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,80	1,00	3,06
C1 - Nároží	0,15	2,35	1,00	0,35
W1 - Vnitřní stěny	0,10	4,70	1,00	0,47
IF1 - Stropy	0,10	10,43	1,00	1,04
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	$l_k \cdot e_k$	W/K	4,93
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot e_k$
				19,27
<i>Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory</i>				
Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
	m ²	W/m ² .K	-	W/K
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (101 - Schodiště)	4,17	1,50	0,5	3,12
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (102 - Místnost pod schody)	4,52	1,50	0,50	3,38
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (103 - Chodba)	4,77	1,50	0,00	0,00
Vnitřní dveře (103 - Chodba)	1,58	2,00	0,00	0,00
Vnitřní dělicí stěna – přička 100 mm (108 - Garáž)	7,35	2,42	0,60	10,66
Vnitřní dveře (108 - Garáž)	1,58	2,00	0,60	1,89
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	$U_k \cdot b_u$	W/K	19,06
Tepelný most	ψ_k	l_k	b_u	$\psi_k \cdot l_k \cdot b_u$
	W/m.K	m	-	W/K
W7 - Okno a dveřní otvory (103 - Chodba)	0,45	5,54	0,00	0,00
W7 - Okno a dveřní otvory (108 - Garáž)	0,45	5,54	0,60	1,50
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	$l_k \cdot b_u$	W/K	1,50
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot b_u$
				20,56
<i>Tepelné ztráty zeminou</i>				
Výpočet B'	A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$	
	m ²	m	m	
	25,18	10,43	4,83	
Stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K
Podlaha suterén (místnost pod schody, sušárna, prádelna, dílna, garáž,	4,082	0,51	25,18	12,84
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	0,466	0,35	22,40	7,84
Celkem ekvivalentní stavební části	$\sum_k A_k$	$U_{equiv,k}$	W/K	20,68
Korekční součinitele	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
	-	-	-	-
	1,450	0,367	1,00	0,53
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou				$H_{T,ig} = \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
				11,00
<i>Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty</i>				
Stavební část	f_{ij}	A_k	U_k	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$
	-	m ²	W/m ² .K	W/K
Podlaha první patro (kachličky) - vstupní chodba, WC, šatna (203), kuchy	-0,167	10,07	1,09	-1,827
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty				$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$
				-1,83
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem				$H_T = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$
				W/K
				48,99
<i>Teplotné údaje</i>				
Venkovní výpočtová teplota	θ_e	°C	-15	
Vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{int,i}$	°C	15	
Výpočtový rozdíl teplot	$\theta_e - \theta_{int,i}$	°C	30	
Teplota sousední vytápěné místnosti 209	$\theta_{vytap.sous.}$	°C	20	
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem				$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_e - \theta_{int,i})$
				W
				1469,74

202 - Spižírna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² K	e _k -	A _k · U _k · e _k W/K	
Vnější obvodová stěna	15,95	0,471	1,00	7,52	
Okno	2,25	2,900	1,00	6,53	
Vstup + lodžie (SIPOREX)	1,63	0,765	1,00	1,24	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k W/K			15,29	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	e _k -	ψ _k · l _k · e _k W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,00	1,00	2,70	
C1 - Nároží	0,15	5,20	1,00	0,78	
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	2,60	1,00	0,26	
IF1 - Stropy	0,10	7,63	1,00	0,76	
IF1 - Stropy	0,10	7,63	1,00	0,76	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k W/K			5,27	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				20,55
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² .K	b _u -	A _k · U _k · b _u W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (201 - Schodiště)	8,044	1,50	0,40	4,81	
Vnitřní dveře (201 - Schodiště)	1,58	2,00	0,40	1,26	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u W/K			6,07	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	b _u -	ψ _k · l _k · b _u W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory (201 - Schodiště)	0,45	5,54	0,40	1,00	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u W/K			1,00	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				7,07
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g m ²	P m	B' = 2 · A _g / P m		
	0,00	0,00	0,00		
Stavební část	U _k W/m ² .K	U _{equiv,k} W/m ² .K	A _k m ²	A _k · U _{equiv,k} W/K	
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k} W/K			0,00	
Korekční součinitele	f _{g1} -	f _{g2} -	G _w -	f _{g1} · f _{g2} · G _w -	
	0,000	0,000	0,00	0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část	f _{ij} -	A _k m ²	U _k W/m ² .K	f _{ij} · A _k · U _k W/K	
Podlaha první patro (koberec) - (302 - Dětský pokoj)	-0,167	12,67	0,94	-1,988	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				-1,99
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij} W/K				25,64
Teplotné údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,l}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,l}	°C	30		
Teplota sousední vytápěné místnosti 302	θ _{vytap. sous.}	°C	20		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,l})			W	769,14

203 - Komora + šatna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k	
	m ²	W/m ² K	-	W/K	
Vnější obvodová stěna	16,80	0,471	1,00	7,92	
Okno	2,70	2,900	1,00	7,83	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	15,75
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k	
	W/m.K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,60	1,00	2,97	
C1 - Nároží	0,15	2,60	1,00	0,39	
IW1 - Vnitřní stěny	0,10	5,20	1,00	0,52	
IF1 - Stropy	0,10	7,50	1,00	0,75	
IF1 - Stropy	0,10	7,50	1,00	0,75	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	5,38
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				21,13
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u	
	m ²	W/m ² .K	-	W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (201 - Schodiště)	8,044	1,50	0,40	4,81	
Vnitřní dveře (201 - Schodiště)	1,58	2,00	0,40	1,26	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	6,07
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u	
	W/m.K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory (201 - Schodiště)	0,45	5,54	0,40	1,00	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	1,00
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				7,07
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P		
	m ²	m	m		
	0,00	0,00	0,00		
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}	
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K	
Podlaha přízemí – č.m. 104, 105, 106, 108, 109	0,000	0,00	0,00	0,00	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w	
	-	-	-	-	
	0,000	0,000	0,00	0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k	
	-	m ²	W/m ² .K	W/K	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (209 - Kuchyň)	-0,167	9,88	2,27	-3,743	
Podlaha první patro (koberec) - (303 - Dětský pokoj)	-0,167	14,06	0,94	-2,206	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				-5,95
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				22,25
Teplotné údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}	°C	30		
Teplota sousední vytápěné místnosti 209	θ _{vytap. sous.}	°C	20		
Teplota sousední vytápěné místnosti 303	θ _{vytap. sous.}	°C	20		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W	667,63

204 - Zádveří										
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí										
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k						
	m ²	W/m ² K	-	W/K						
Vstup + lodžie (SIPOREX)	2,03	0,765	1,00	1,55						
Vchodové dveře	3,05	2,900	1,00	8,83						
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	10,38					
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k						
	W/m.K	m	-	W/K						
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	7,10	1,00	3,20						
C1 - Nároží	0,15	2,60	1,00	0,39						
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	2,60	1,00	0,26						
IF1 - Stropy	0,10	1,95	1,00	0,20						
IF1 - Stropy	0,10	1,95	1,00	0,20						
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	4,24					
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				14,62	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory										
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u						
	m ²	W/m ² .K	-	W/K						
Vnitřní dělící stěna – příčka 100 mm (206 - Úklidová komora)	4,03	2,42	0,00	0,00						
Podlaha první patro (kachličky) - (106 - WC)	1,6	0,94	1,00	1,51						
Podlaha první patro (kachličky) - (103 - Chodba)	0,055	0,94	1,00	0,05						
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	1,56					
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u						
	W/m.K	m	-	W/K						
Žádné	0,00	0,00	0,00	0,00						
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,00					
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				1,56	
Tepelné ztraty zeminou										
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P							
	m ²	m	m							
	0,00	0,00	0,00							
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}						
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K						
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00						
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00					
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w						
	-	-	-	-						
	0,000	0,000	0,00	0,00						
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty										
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k						
	-	m ²	W/m ² .K	W/K						
Podlaha první patro (kachličky) - (304 - Koupelna)	-0,300	2,8475	1,09	-0,930						
Podlaha první patro (koberec) - (302 - Dětský pokoj)	-0,167	0,68	0,94	-0,107						
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				-1,04	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K	15,14
Teplotné údaje										
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15						
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	15						
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	30						
Teplota sousední vytápěné místnosti 304	θ _{vytap. sous.}		°C	24						
Teplota sousední vytápěné místnosti 302	θ _{vytap. sous.}		°C	20						
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem					Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W	454,26	

205 - Odkládací šatna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² K	e _k -	A _k · U _k · e _k W/K	
Vnější obvodová stěna	2,66	0,471	1,00	1,25	
Okno	0,72	2,900	1,00	2,09	
Vstup + lodžie (SIPOREX)	2,15	0,765	1,00	1,64	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k W/K			4,98	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	e _k -	ψ _k · l _k · e _k W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	3,60	1,00	1,62	
C1 - Nároží	0,15	5,20	1,00	0,78	
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	5,20	1,00	0,52	
IF1 - Stropy	0,10	2,43	1,00	0,24	
IF1 - Stropy	0,10	2,43	1,00	0,24	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k W/K			3,41	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					8,39
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² .K	b _u -	A _k · U _k · b _u W/K	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (206 - Úklidová komora)	2,015	2,42	0,00	0,00	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (207 - WC)	2,34	2,27	1,00	5,32	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u W/K			5,32	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	b _u -	ψ _k · l _k · b _u W/K	
Žádné	0,00	0,00	0,00	0,00	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u W/K			0,00	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					5,32
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g m ²	P m	B' = 2 · A _g / P m		
	0,00	0,00	0,00		
Stavební část	U _k W/m ² .K	U _{equiv,k} W/m ² .K	A _k m ²	A _k · U _{equiv,k} W/K	
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k} W/K			0,00	
Korekční součinitele	f _{g1} -	f _{g2} -	G _w -	f _{g1} · f _{g2} · G _w -	
	0,000	0,000	0,00	0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část	f _{ij} -	A _k m ²	U _k W/m ² .K	f _{ij} · A _k · U _k W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (210 - Obývací pokoj)	-0,167	5,98	1,50	-1,491	
Podlaha první patro (kachličky) - (304 - Koupelna)	-0,300	3,7	1,09	-1,209	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					-2,70
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij} W/K					11,01
Teplotné údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}	°C	30		
Teplota sousední vytápěné místnosti 210	θ _{vytap. sous.}	°C	20		
Teplota sousední vytápěné místnosti 304	θ _{vytap. sous.}	°C	24		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				W	330,22

208 - Chodba								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část		A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k			
		m ²	W/m ² K	-	W/K			
Žádné		0,00	0,000	0,00	0,00			
Celkem stavební části		Σ _k A _k · U _k · e _k		W/K	0,00			
Tepelný most		ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k			
		W/m.K	m	-	W/K			
Žádné		0,00	0,00	0,00	0,00			
Celkem tepelné mosty		Σ _k ψ _k · l _k · e _k		W/K	0,00			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k		0,00	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část		A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u			
		m ²	W/m ² .K	-	W/K			
Stěna + dveře mezi schodištěm a chodbou - (201 - Schodiště)		5,59	3,00	0,40	6,71			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm(206 - Úklidová komora)		0,83	2,42	0,00	0,00			
Vnitřní dveře (206 - Úklidová komora)		1,18	2,00	0,00	0,00			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (207 - WC)		1,16	2,42	1,00	2,80			
Vnitřní dveře (207 - WC)		1,18	2,00	1,00	2,36			
Podlaha první patro (koberec) - (103 - Chodba)		5,81	0,83	0,00	0,00			
Podlaha první patro (koberec) - (108 - Garáž)		1,83	0,83	0,60	0,91			
Celkem stavební části		Σ _k A _k · U _k · b _u		W/K	12,78			
Tepelný most		ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u			
		W/m.K	m	-	W/K			
W7 - Okno a dveřní otvory (206 + 207 - Úklidová komora + WC)		0,45	5,14	1,00	2,31			
W7 - Okno a dveřní otvory (201 - Schodiště)		0,45	6,84	0,40	1,23			
Celkem tepelné mosty		Σ _k ψ _k · l _k · b _u		W/K	3,54			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u		16,33	
Tepelné ztráty zeminou								
Výpočet B'		A _g	P	B' = 2 · A _g / P				
		m ²	m	m				
		0,00	0,00	0,00				
Stavební část		U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}			
		W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K			
Žádné		0,000	0,00	0,00	0,00			
Celkem ekvivalentní stavební části		Σ _k A _k · U _{equiv,k}		W/K	0,00			
Korekční součinitele		f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w			
		-	-	-	-			
		0,000	0,000	0,00	0,00			
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w		0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavebná část'		f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k			
		-	m ²	W/m ² .K	W/K			
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (209 - Kuchyň)		-0,167	6,094	1,50	-1,520			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (209 - Kuchyň)		-0,167	2,535	2,42	-1,021			
Vnitřní dveře (209 - Kuchyň)		-0,167	1,576	2,00	-0,525			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (210 - Obývací pokoj)		-0,167	2,734	2,42	-1,101			
Stěna + dveře mezi schodištěm a chodbou (210 - Obývací pokoj)		-0,167	2,857	3,00	-1,428			
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k		-5,60	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}		10,73	
Teplotné údaje								
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15			
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	15			
Výpočtový rozdíl teplot			θ _e · θ _{int,i}	°C	30			
Teplota sousední vytápěné místnosti 209			θ _{vytap. sous.}	°C	20			
Teplota sousední vytápěné místnosti 210			θ _{vytap. sous.}	°C	20			
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem					Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})		W	
							321,94	

209 - Kuchyň					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
	m ²	W/m ² .K	-	W/K	
Vnější obvodová stěna	8,29	0,471	1,00	3,91	
Okno	2,70	2,900	1,00	7,83	
Podlaha první patro (kachličky) - lodžie	2,13	0,945	1,00	2,01	
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	U_k	e_k	W/K	13,74
Tepelný most	ψ_k	l_k	e_k	$\psi_k \cdot l_k \cdot e_k$	
	W/m.K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,60	1,00	2,97	
C 1 - Nároží	0,15	2,60	1,00	0,39	
W1 - Vnitřní stěny	0,10	5,20	1,00	0,52	
IF1 - Stropy	0,10	4,23	1,00	0,42	
IF1 - Stropy	0,10	4,23	1,00	0,42	
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	l_k	e_k	W/K	4,73
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					18,47
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$	
	m ²	W/m ² .K	-	W/K	
Podlaha první patro (kachličky) - (108 - Garáž)	3,39	0,94	0,60	1,92	
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	U_k	b_u	W/K	1,92
Tepelný most	ψ_k	l_k	b_u	$\psi_k \cdot l_k \cdot b_u$	
	W/m.K	m	-	W/K	
IF1 - Stropy (108 - Garáž)	0,10	0,97	0,60	0,06	
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	l_k	b_u	W/K	0,06
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					1,98
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$		
	m ²	m	m		
	0,00	0,00	0,00		
Stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K	
Žádné	0,000	0,000	0,000	0,000	
Celkem ekvivalentní stavební části	$\sum_k A_k$	$U_{equiv,k}$	W/K	2,89	
Korekční součinitele	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$	
	-	-	-	-	
	0,000	0,000	0,000	0,000	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část	f_{ij}	A_k	U_k	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$	
	-	m ²	W/m ² .K	W/K	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (203 - Komora + šatna)	0,143	9,880	2,27	3,208	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (208 - Chodba)	0,143	6,224	1,50	1,330	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (208 - Chodba)	0,143	2,535	2,42	0,875	
Vnitřní dveře (208 - Chodba)	0,143	1,576	2,00	0,450	
Podlaha první patro (kachličky) - (107 - Dřina)	0,143	9,975	0,94	1,346	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					7,21
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					27,66
Teplotné údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ_e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot	$\theta_e - \theta_{int,i}$	°C	35		
Teplota sousední vytápěné místnosti 203	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	15		
Teplota sousední vytápěné místnosti 208	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	15		
Teplota sousední vytápěné místnosti 107	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	15		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem				$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_e - \theta_{int,i})$	968,02

302 - Dětský pokoj								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vnější obvodová stěna	13,24	0,471	1,00	6,24				
Okno	2,25	2,900	1,00	6,53				
Strop 1. NP + střecha	4,12	0,201	1,00	0,83				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	13,60			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,00	1,00	2,70				
C1 - Nároží	0,15	1,70	1,00	0,26				
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	4,20	1,00	0,42				
IF1 - Stropy	0,10	7,50	1,00	0,75				
IF1 - Stropy	0,10	3,03	1,00	0,30				
R11 - Střechy	0,25	3,70	1,00	0,93				
R9 - Střechy	0,33	4,81	1,00	1,59				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	6,94			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					20,54		
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (301 - Schodiště)	7,674	1,50	0,40	4,59				
Vnitřní dveře (301 - Schodiště)	1,58	2,00	0,40	1,26				
Strop druhé patro (Podkroví)	10,60	0,22	0,70	1,64				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	7,49			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory (301 - Schodiště)	0,45	5,54	0,40	1,00				
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	6,57	0,70	0,46				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	1,46			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					8,95		
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00		
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (304 -Koupelna)	-0,114	6,19	2,27	-1,608				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (306 - Chodba)	0,143	2,75	2,42	0,949				
Podlaha první patro (koberec) - (202 - Spižárna)	0,143	12,67	0,83	1,505				
Podlaha první patro (koberec) - (204 - Zádveří)	0,143	0,68	0,83	0,081				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					0,93		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K	30,41		
Teplotné údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	20				
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	35				
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 304	θ _{vytap. sous.}		°C	24				
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 306	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 202	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 204	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				W	1064,39		

303 - Dětský pokoj				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				
Stavební část	A_k m ²	U_k W/m ² .K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K
Vnější obvodová stěna	13,24	0,471	1,00	6,24
Okno	2,25	2,900	1,00	6,53
Vstup + lodžie (SIPOREX)	1,26	0,765	1,00	0,97
Strop 1. NP + střecha	4,12	0,201	1,00	0,83
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	$U_k \cdot e_k$	W/K	14,56
Tepelný most	ψ_k W/m.K	l_k m	e_k -	$\psi_k \cdot l_k \cdot e_k$ W/K
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,00	1,00	2,70
C1 - Nároží	0,15	3,40	1,00	0,51
W1 - Vnitřní stěny	0,10	2,50	1,00	0,25
IF1 - Stropy	0,10	7,50	1,00	0,75
IF1 - Stropy	0,10	3,03	1,00	0,30
R11 - Střechy	0,25	3,70	1,00	0,93
R9 - Střechy	0,15	5,93	1,00	0,89
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	$l_k \cdot e_k$	W/K	6,33
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				20,89
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				
Stavební část	A_k m ²	U_k W/m ² .K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (301 - Schodiště)	7,674	1,50	0,40	4,59
Vnitřní dveře (301 - Schodiště)	1,58	2,00	0,40	1,26
Strop druhé patro (Podkroví)	10,60	0,22	0,70	1,64
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	$U_k \cdot b_u$	W/K	7,49
Tepelný most	ψ_k W/m.K	l_k m	b_u -	$\psi_k \cdot l_k \cdot b_u$ W/K
W7 - Okno a dveřní otvory (301 - Schodiště)	0,45	5,54	0,40	1,00
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	6,57	0,70	0,46
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	$l_k \cdot b_u$	W/K	1,46
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				8,95
Tepelné ztráty zeminou				
Výpočet B'	A_g m ²	P m	$B' = 2 \cdot A_g / P$ m	
	0,00	0,00	0,00	
Stavební část	U_k W/m ² .K	$U_{equiv,k}$ W/m ² .K	A_k m ²	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ W/K
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00
Celkem ekvivalentní stavební části	$\sum_k A_k$	$U_{equiv,k}$	W/K	0,00
Korekční součinitele	f_{g1} -	f_{g2} -	G_w -	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ -
	0,000	0,000	0,00	0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou				0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty				
Stavební část	f_{ij} -	A_k m ²	U_k W/m ² .K	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$ W/K
Podlaha první patro (koberec) - (203 - Komora + šatna)	0,143	14,06	0,83	1,670
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty				1,67
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem				31,51
Teplotné údaje				
Venkovní výpočtová teplota	θ_e	°C	-15	
Vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{int,l}$	°C	20	
Výpočtový rozdíl teplot	$\theta_e - \theta_{int,l}$	°C	35	
Teplota sousední vytápěné místnosti 203	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	15	
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem				1102,75

304 - Koupelna										
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí										
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k						
	m ²	W/m ² K	-	W/K						
Vnější obvodová stěna	6,08	0,471	1,00	2,87						
Střecha (šikmína)	3,98	0,201	1,00	0,80						
Podlaha první patro (kachličky)	1,22	0,945	1,00	1,15						
Celkem stavební části				Σ _k A _k · U _k · e _k	W/K	4,82				
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k						
	W/m.K	m	-	W/K						
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	3,400	1,00	0,34						
IF1 - Stropy	0,10	3,675	1,00	0,37						
R11 - Střechy	0,25	3,675	1,00	0,92						
R9 - Střechy	0,15	7,350	1,00	1,10						
Celkem tepelné mosty				Σ _k ψ _k · l _k · e _k	W/K	2,73				
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					7,55
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory										
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u						
	m ²	W/m ² .K	-	W/K						
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (305 - Úklidová komora)	3,13	2,27	0,00	0,00						
Podlaha první patro (kachličky) - (206 - Úklidová komora)	0,16	0,94	0,00	0,00						
Podlaha první patro (kachličky) - (207 - WC)	0,18	0,94	1,00	0,17						
Strop druhé patro (Podkroví)	5,95	0,22	0,70	0,92						
Celkem stavební části				Σ _k A _k · U _k · b _u	W/K	1,09				
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u						
	W/m.K	m	-	W/K						
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	3,68	0,70	0,26						
Celkem tepelné mosty				Σ _k ψ _k · l _k · b _u	W/K	0,26				
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					1,35
Tepelné ztráty zeminou										
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P							
	m ²	m	m							
	0,00	0,00	0,00							
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}						
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K						
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00						
Celkem ekvivalentní stavební části				Σ _k A _k · U _{equiv,k}	W/K	0,00				
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w						
	-	-	-	-						
	0,000	0,000	0,00	0,00						
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty										
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k						
	-	m ²	W/m ² .K	W/K						
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (302 - Dětský pokoj)	0,103	6,19	2,27	1,443						
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (306 - Chodba)	0,231	3,99	2,27	2,091						
Vnitřní dveře (306 - Chodba)	0,231	1,58	2,00	0,727						
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (309 - Ložnice)	0,103	6,19	1,50	0,950						
Podlaha první patro (kachličky) - (204 - Zádveří)	0,231	2,85	0,94	0,621						
Podlaha první patro (kachličky) - (205 - Odkládací šatna)	0,231	3,70	0,94	0,807						
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					6,64
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					15,53
Teplotné údaje										
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15						
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	24						
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	39						
Teplota sousední vytápěné místnosti 302	θ _{vytap. sous.}		°C	20						
Teplota sousední vytápěné místnosti 306	θ _{vytap. sous.}		°C	15						
Teplota sousední vytápěné místnosti 309	θ _{vytap. sous.}		°C	20						
Teplota sousední vytápěné místnosti 204	θ _{vytap. sous.}		°C	15						
Teplota sousední vytápěné místnosti 205	θ _{vytap. sous.}		°C	15						
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem					Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				605,72	

306 - Chodba				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				
Stavební část	A_k m ²	U_k W/m ² .K	e_k -	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$ W/K
Žádné	0,00	0,000	0,00	0,00
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	U_k	e_k	W/K 0,00
Tepelný most	ψ_k W/m.K	l_k m	e_k -	$\psi_k \cdot l_k \cdot e_k$ W/K
Žádné	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	l_k	e_k	W/K 0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot e_k$
				0,00
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				
Stavební část	A_k m ²	U_k W/m ² .K	b_u -	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$ W/K
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (305 - Úklidová komora)	4,693	2,42	0,00	0,00
Dveře (305 - Úklidová komora)	1,182	2,00	0,00	0,00
Stěna + dveře mezi schodištěm a chodbou - (301 - Schodiště)	5,375	3,00	0,40	6,45
Podlaha první patro (koberec) - (206 - Úklidová komora)	0,523	0,83	0,00	0,00
Strop druhé patro (Podkrovní)	10,970	0,22	0,70	1,69
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	U_k	b_u	W/K 8,14
Tepelný most	ψ_k W/m.K	l_k m	b_u -	$\psi_k \cdot l_k \cdot b_u$ W/K
W7 - Okno a dveřní otvory (305 - Úklidová komora)	0,45	5,14	0,00	0,00
W7 - Okno a dveřní otvory (301 - Schodiště)	0,45	6,84	0,40	1,23
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	l_k	b_u	W/K 1,23
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k \psi_k \cdot l_k \cdot b_u$
				9,37
Tepelné ztráty zeminou				
Výpočet B'	A_g m ²	P m	$B' = 2 \cdot A_g / P$ m	
	0,00	0,00	0,00	
Stavební část	U_k W/m ² .K	$U_{equiv,k}$ W/m ² .K	A_k m ²	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ W/K
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00
Celkem ekvivalentní stavební části	$\sum_k A_k$	$U_{equiv,k}$	W/K 0,00	
Korekční součinitele	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
	-	-	-	-
	0,000	0,000	0,00	0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou				$H_{T,ig} = \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
				0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty				
Stavební část'	f_{ij}	A_k m ²	U_k W/m ² .K	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$ W/K
	-			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (304 - Koupelna)	-0,300	3,987	2,27	-2,718
Vnitřní dveře - (304 - Koupelna)	-0,300	1,576	2,00	-0,946
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (307 - Kuchyň)	-0,167	5,737	1,50	-1,430
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (307 - Kuchyň)	-0,167	2,500	2,42	-1,007
Vnitřní dveře (307 - Kuchyň)	-0,167	1,576	2,00	-0,525
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (309 - Ložnice)	-0,167	0,799	2,42	-0,322
Vnitřní dveře (309 - Ložnice)	-0,167	1,576	2,00	-0,525
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (Pokoje babyčky)	-0,167	1,174	2,42	-0,473
Vnitřní dveře (310 - Pokoje babyčky)	-0,167	1,576	2,42	-0,635
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami				$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$
				-8,58
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem				$H_T = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$
				W/K 0,79
Teplotné údaje				
Venkovní výpočtová teplota	θ_e	°C	-15	
Vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{int,i}$	°C	15	
Výpočtový rozdíl teplot	$\theta_e - \theta_{int,i}$	°C	30	
Teplota sousední vytápěné místnosti 304	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	24	
Teplota sousední vytápěné místnosti 307	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	20	
Teplota sousední vytápěné místnosti 309	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	20	
Teplota sousední vytápěné místnosti 310	$\theta_{vytap. sous.}$	°C	20	
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem				$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_e - \theta_{int,i})$
				W 23,78

307 - Kuchyň babičky								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Vstup + lodžie (SIPOREX)	4,51	0,765	1,00	3,45				
Francouzské okno	1,74	2,900	1,00	5,05				
Okno	2,25	2,900	1,00	6,53				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	15,02			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	12,14	1,00	5,46				
C1 - Nároží	0,15	5,00	1,00	0,75				
IF1 - Stropy	0,10	3,40	1,00	0,34				
R9 - Střechy	0,15	3,40	1,00	0,51				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	7,06			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					22,09		
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Strop druhé patro (Podkroví)	10,09	0,22	0,70	1,56				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	1,56			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	3,40	0,70	0,24				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,24			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					1,80		
Tepelné ztráty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00		
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (306 - Chodba)	0,143	5,737	1,50	1,226				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (306 - Chodba)	0,143	2,500	2,42	0,863				
Vnitřní dveře (306 - Chodba)	0,143	1,576	2,00	0,450				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					2,54		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K	26,42		
Teplotné údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	20				
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	35				
Teplota sousední vytápěné místnosti 306	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				W	924,71		

309 - Ložnice

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² K	e _k -	A _k · U _k · e _k W/K	
Vnější obvodová stěna	16,46	0,471	1,00	7,76	
Francouzské okno	1,74	2,900	1,00	5,05	
Okno	2,25	2,900	1,00	6,53	
Střecha (šikmina)	5,12	0,201	1,00	1,03	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k W/K			20,36	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	e _k -	ψ _k · l _k · e _k W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	12,14	1,00	5,46	
C1 - Nároží	0,15	1,70	1,00	0,26	
W1 - Vnitřní stěny	0,10	4,20	1,00	0,42	
IF1 - Stropy	0,10	9,78	1,00	0,98	
IF1 - Stropy	0,10	4,40	1,00	0,44	
R11 - Střechy	0,25	4,60	1,00	1,15	
R9 - Střechy	0,15	5,71	1,00	0,86	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k W/K			9,56	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					29,92
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² .K	b _u -	A _k · U _k · b _u W/K	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (305 - Úklidová komora)	2,375	2,42	0,00	0,00	
Strop druhé patro (Podkroví)	19,04	0,22	0,70	2,94	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u W/K			2,94	
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	b _u -	ψ _k · l _k · b _u W/K	
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	8,84	0,70	0,62	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u W/K			0,62	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					3,56
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g m ²	P m	B' = 2 · A _g / P m		
	0,00	0,00	0,00		
Stavební část	U _k W/m ² .K	U _{equiv,k} W/m ² .K	A _k m ²	A _k · U _{equiv,k} W/K	
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k} W/K			2,89	
Korekční součinitele	f _{g1} -	f _{g2} -	G _w -	f _{g1} · f _{g2} · G _w -	
	0,000	0,000	0,00	0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část'	f _{ij} -	A _k m ²	U _k W/m ² .K	f _{ij} · A _k · U _k W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (304 - Koupelna)	-0,114	6,190	1,496	-1,058	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (306 - Chodba)	0,143	0,799	2,417	0,276	
Vnitřní dveře (306 - Chodba)	0,143	1,576	2,000	0,450	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					-0,33
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij} W/K					33,15
Teplotné údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}	°C	35		
Teplota sousední vytápěné místnosti 304	θ _{vytap. sous.}	°C	24		
Teplota sousední vytápěné místnosti 306	θ _{vytap. sous.}	°C	15		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem Φ _{Ti} = H _{Ti} · (θ _e - θ _{int,i})				W	1160,21

310 - Pokoj babičky								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část		A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k			
		m ²	W/m ² K	-	W/K			
Vnější obvodová stěna		15,62	0,471	1,00	7,36			
Vstup + lodžie (SIPOREX)		1,26	0,765	1,00	0,97			
Francouzské okno		1,74	2,900	1,00	5,05			
Okno		2,25	2,900	1,00	6,53			
Střecha (šikmina)		4,90	0,201	1,00	0,99			
Celkem stavební části			Σ _k A _k · U _k · e _k		W/K	20,89		
Tepelný most		ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k			
		W/m.K	m	-	W/K			
W7 - Okno a dveřní otvory		0,45	12,14	1,00	5,46			
C1 - Nároží		0,15	3,40	1,00	0,51			
IV1 - Vnitřní stěny		0,10	2,50	1,00	0,25			
IF1 - Stropy		0,10	9,28	1,00	0,93			
IF1 - Stropy		0,10	4,10	1,00	0,41			
R11 - Střechy		0,25	4,40	1,00	1,10			
R9 - Střechy		0,15	5,51	1,00	0,83			
Celkem tepelné mosty			Σ _k ψ _k · l _k · e _k		W/K	9,49		
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k		30,38	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část		A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u			
		m ²	W/m ² .K	-	W/K			
Strop druhé patro (Podkroví)		17,776	0,22	0,70	2,74			
Celkem stavební části			Σ _k A _k · U _k · b _u		W/K	2,74		
Tepelný most		ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u			
		W/m.K	m	-	W/K			
IF1 - Stropy (Podkroví)		0,10	8,34	0,70	0,58			
Celkem tepelné mosty			Σ _k ψ _k · l _k · b _u		W/K	0,58		
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u		3,33	
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'		A _g	P	B' = 2 · A _g / P				
		m ²	m	m				
		0,00	0,00	0,00				
Stavební část		U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}			
		W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K			
Žádné		0,000	0,00	0,00	0,00			
Celkem ekvivalentní stavební části			Σ _k A _k · U _{equiv,k}		W/K	0,00		
Korekční součinitele		f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w			
		-	-	-	-			
		0,000	0,000	0,00	0,00			
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w		0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavebná část'		f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k			
		-	m ²	W/m ² .K	W/K			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (306 - Chodba)		0,143	1,174	2,417	0,405			
Vnitřní dveře (306 - Chodba)		0,143	1,576	2,000	0,450			
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k		0,86	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}		34,56	
Teplotné údaje								
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15			
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	20			
Výpočtový rozdíl teplot			θ _e - θ _{int,i}	°C	35			
Teplota sousední vytápěné místnosti 306			θ _{vytap. sous.}	°C	15			
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})		W		1209,52	

PŘÍLOHA P2 – VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT PROSTUPEM PO REKONSTRUKCI

104 - Sušárna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k	
	m ²	W/m ² ·K	-	W/K	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	16,26	0,466	1,00	7,58	
Okno	0,60	0,710	1,00	0,43	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	8,01
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k	
	W/m·K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	3,40	1,00	1,53	
C1 - Nároží	0,15	2,35	1,00	0,35	
W1 - Vnitřní stěny	0,1	4,70	1,00	0,47	
IF1 - Stropy	0,1	7,18	1,00	0,72	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	3,07
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				11,08
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u	
	m ²	W/m ² ·K	-	W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (101 - Schodiště)	7,354	1,50	0,50	5,50	
Vnitřní dveře (101 - Schodiště)	1,58	2,00	0,50	1,58	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (106 - WC)	2,59	2,27	1,00	5,88	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	12,95
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u	
	W/m·K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory (101 - Schodiště)	0,45	5,54	0,50	1,25	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	1,25
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				14,20
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P		
	m ²	m	m		
	13,32	7,18	3,71		
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}	
	W/m ² ·K	W/m ² ·K	m ²	W/K	
Podlaha suterén (místnost pod schody, sušárna, prádelna, dílna, garáž, kotelna, uhlerna)	4,082	0,51	13,32	6,79	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	0,466	0,35	15,74	5,51	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	12,30
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w	
	-	-	-	-	
	1,450	0,367	1,00	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				6,54
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k	
	-	m ²	W/m ² ·K	W/K	
Žádné	0,000	0	0,00	0,000	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K
31,82					
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15	
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	15	
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	30	
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W	954,50

105 - Prádelna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k	
	m ²	W/m ² K	-	W/K	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	8,10	0,466	1,00	3,78	
Vnější obvodová stěna - suterén (část nad zemí)	0,53	0,137	1,00	0,07	
Okno	0,60	0,710	1,00	0,43	
Podlaha první patro (kachličky) - vstupní chodba, WC, šatna (203), kuchy	1,44	0,945	1,00	1,36	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k		W/K	5,63	
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k	
	W/m.K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	3,40	1,00	1,53	
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	4,70	1,00	0,47	
IF1 - Stropy	0,10	3,93	1,00	0,39	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k		W/K	2,39	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				8,02
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u	
	m ²	W/m ² .K	-	W/K	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (106 - WC)	3,41	2,27	1,00	7,74	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (103 - Chodba)	2,95	2,42	0,00	0,00	
Vnitřní dveře (103 - Chodba)	1,58	2,00	0,00	0,00	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (109 + 110 - Kotelna + Uhelna)	6,11	1,50	0,80	7,31	
Podlaha první patro (koberec) - (206 - Úklidová komora)	0,16	0,94	0,00	0,00	
Podlaha první patro (kachličky) - (207 - WC)	0,18	1,09	1,00	0,20	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u		W/K	15,25	
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u	
	W/m.K	m	-	W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory (101 - Schodiště)	0,45	5,54	0,00	0,00	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u		W/K	0,00	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				15,25
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P		
	m ²	m	m		
	10,21	3,93	5,20		
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}	
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K	
Podlaha suterén (místnost pod schody, sušárna, prádelna, dílna, garáž,	4,082	0,43	10,21	4,39	
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	0,466	0,35	8,10	2,83	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}		W/K	7,22	
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w	
	-	-	-	-	
	1,450	0,367	1,00	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				3,84
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k	
	-	m ²	W/m ² .K	W/K	
Žádné	0,000	0	0,00	0,000	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				0,00
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				27,12
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}	°C	30		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W	813,58

107 - Dílna				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				
Stavební část	A_k	U_k	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$
	m ²	W/m ² .K	-	W/K
Vnější obvodová stěna - suterén (část nad zemí)	23,30	0,466	1,00	10,86
Okno 2x	1,20	0,710	1,00	0,85
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	$U_k \cdot e_k$	W/K	11,71
Tepelný most	ψ_k	l_k	e_k	$\psi_k \cdot l_k \cdot e_k$
	W/m.K	m	-	W/K
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,80	1,00	3,06
C1 - Nároží	0,15	2,35	1,00	0,35
W1 - Vnitřní stěny	0,10	4,70	1,00	0,47
IF1 - Stropy	0,10	10,43	1,00	1,04
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	$l_k \cdot e_k$	W/K	4,93
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí				16,64
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				
Stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$
	m ²	W/m ² .K	-	W/K
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (101 - Schodiště)	4,17	1,50	0,5	3,12
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (102 - Místnost pod schody)	4,52	1,50	0,50	3,38
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (103 - Chodba)	4,77	1,50	0,00	0,00
Vnitřní dveře (103 - Chodba)	1,58	2,00	0,00	0,00
Vnitřní dělicí stěna - příčka 100 mm (108 - Garáž)	7,35	2,42	0,60	10,66
Vnitřní dveře (108 - Garáž)	1,58	2,00	0,60	1,89
Celkem stavební části	$\sum_k A_k$	$U_k \cdot b_u$	W/K	19,06
Tepelný most	ψ_k	l_k	b_u	$\psi_k \cdot l_k \cdot b_u$
	W/m.K	m	-	W/K
W7 - Okno a dveřní otvory (103 - Chodba)	0,45	5,54	0,00	0,00
W7 - Okno a dveřní otvory (108 - Garáž)	0,45	5,54	0,60	1,50
Celkem tepelné mosty	$\sum_k \psi_k$	$l_k \cdot b_u$	W/K	1,50
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory				20,56
Tepelné ztráty zeminou				
Výpočet B'	A_g	P	$B' = 2 \cdot A_g / P$	
	m ²	m	m	
	25,18	10,43	4,83	
Stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K
Podlaha suterén (místnost pod schody, sušárna, prádelna, dílna, garáž,	4,082	0,51	25,18	12,84
Vnější obvodová stěna (část pod zemí)	0,466	0,35	22,40	7,84
Celkem ekvivalentní stavební části	$\sum_k A_k$	$U_{equiv,k}$	W/K	20,68
Korekční součinitele	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
	-	-	-	-
	1,450	0,367	1,00	0,53
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou				11,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty				
Stavební část	f_{ij}	A_k	U_k	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$
	-	m ²	W/m ² .K	W/K
Podlaha první patro (kachličky) - vstupní chodba, WC, šatna (203), kuchy	-0,167	10,07	1,09	-1,827
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty				-1,83
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem				46,36
Teplotní údaje				
Venkovní výpočtová teplota	θ_e	°C	-15	
Vnitřní výpočtová teplota	$\theta_{int,i}$	°C	15	
Výpočtový rozdíl teplot	$\theta_e - \theta_{int,i}$	°C	30	
Teplota sousední vytápěné místnosti 209	$\theta_{vytap.sous.}$	°C	20	
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem				1390,90

202 - Spížírna								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vnější obvodová stěna	15,95	0,137	1,00	2,18				
Okno	2,25	0,710	1,00	1,60				
Vstup + lodžie (SIPOREX)	1,63	0,219	1,00	0,36				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	4,13			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,00	1,00	2,70				
C1 - Nároží	0,15	5,20	1,00	0,78				
IW1 - Vnitřní stěny	0,10	2,60	1,00	0,26				
IF1 - Stropy	0,10	7,63	1,00	0,76				
IF1 - Stropy	0,10	7,63	1,00	0,76				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	5,27			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k		9,40	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (201 - Schodiště)	8,044	1,50	0,40	4,81				
Vnitřní dveře (201 - Schodiště)	1,58	2,00	0,40	1,26				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	6,07			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory (201 - Schodiště)	0,45	5,54	0,40	1,00				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	1,00			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u		7,07	
Tepelné ztráty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w		0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Podlaha první patro (koberec) - (302 - Dětský pokoj)	-0,167	12,67	0,94	-1,988				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k		-1,99	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}		W/K 14,48	
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota		θ _e	°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota		θ _{int,i}	°C	15				
Výpočtový rozdíl teplot		θ _e - θ _{int,i}	°C	30				
Teplota sousední vytápěné místnosti 302		θ _{vytap. sous.}	°C	20				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem		Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})		W				434,47

203 - Komora + šatna								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část		A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k			
		m ²	W/m ² K	-	W/K			
Vnější obvodová stěna		16,80	0,137	1,00	2,30			
Okno		2,70	0,710	1,00	1,92			
Celkem stavební části		Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	4,21		
Tepelný most		ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k			
		W/m.K	m	-	W/K			
W7 - Okno a dveřní otvory		0,45	6,60	1,00	2,97			
C1 - Nároží		0,15	2,60	1,00	0,39			
IW1 - Vnitřní stěny		0,10	5,20	1,00	0,52			
IF1 - Stropy		0,10	7,50	1,00	0,75			
IF1 - Stropy		0,10	7,50	1,00	0,75			
Celkem tepelné mosty		Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	5,38		
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí		H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					9,59	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část		A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u			
		m ²	W/m ² .K	-	W/K			
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (201 - Schodiště)		8,044	1,50	0,40	4,81			
Vnitřní dveře (201 - Schodiště)		1,58	2,00	0,40	1,26			
Celkem stavební části		Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	6,07		
Tepelný most		ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u			
		W/m.K	m	-	W/K			
W7 - Okno a dveřní otvory (201 - Schodiště)		0,45	5,54	0,40	1,00			
Celkem tepelné mosty		Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	1,00		
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory		H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					7,07	
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'		A _g	P	B' = 2 · A _g / P				
		m ²	m	m				
		0,00	0,00	0,00				
Stavební část		U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}			
		W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K			
Podlaha přízemí – č.m. 104, 105, 106, 108, 109		0,000	0,00	0,00	0,00			
Celkem ekvivalentní stavební části		Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00		
Korekční součinitele		f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w			
		-	-	-	-			
		0,000	0,000	0,00	0,00			
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou		H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část'		f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k			
		-	m ²	W/m ² .K	W/K			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (209 - Kuchyň)		-0,167	9,88	2,27	-3,743			
Podlaha první patro (koberec) - (303 - Dětský pokoj)		-0,167	14,06	0,94	-2,206			
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami		H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					-5,95	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem		H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					W/K	10,72
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15			
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	15			
Výpočtový rozdíl teplot			θ _e - θ _{int,i}	°C	30			
Teplota sousední vytápěné místnosti 209			θ _{vytap. sous.}	°C	20			
Teplota sousední vytápěné místnosti 303			θ _{vytap. sous.}	°C	20			
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W	321,49	

204 - Zádveří									
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí									
Stavební část		A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
		m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vstup + lodžie (SIPOREX)		2,03	0,219	1,00	0,44				
Vchodové dveře		3,05	0,930	1,00	2,83				
Celkem stavební části		Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	3,28			
Tepelný most		ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
		W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory		0,45	7,10	1,00	3,20				
C1 - Nároží		0,15	2,60	1,00	0,39				
IW1 - Vnitřní stěny		0,10	2,60	1,00	0,26				
IF1 - Stropy		0,10	1,95	1,00	0,20				
IF1 - Stropy		0,10	1,95	1,00	0,20				
Celkem tepelné mosty		Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	4,24			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				7,51
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory									
Stavební část		A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
		m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (206 - Úklidová komora)		4,03	2,42	0,00	0,00				
Podlaha první patro (kachličky) - (106 - WC)		1,6	0,94	1,00	1,51				
Podlaha první patro (kachličky) - (103 - Chodba)		0,055	0,94	1,00	0,05				
Celkem stavební části		Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	1,56			
Tepelný most		ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
		W/m.K	m	-	W/K				
Žádné		0,00	0,00	0,00	0,00				
Celkem tepelné mosty		Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,00			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				1,56
Tepelné ztraty zeminou									
Výpočet B'		A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
		m ²	m	m					
		0,00	0,00	0,00					
Stavební část		U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
		W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné		0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části		Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele		f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
		-	-	-	-				
		0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty									
Stavební část'		f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
		-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Podlaha první patro (kachličky) - (304 - Koupelna)		-0,300	2,8475	1,09	-0,930				
Podlaha první patro (koberec) - (302 - Dětský pokoj)		-0,167	0,68	0,94	-0,107				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				-1,04
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				8,04
Teplotní údaje									
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	15				
Výpočtový rozdíl teplot			θ _e - θ _{int,i}	°C	30				
Teplota sousední vytápěné místnosti 304			θ _{vytap. sous.}	°C	24				
Teplota sousední vytápěné místnosti 302			θ _{vytap. sous.}	°C	20				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})		W				
					241,12				

205 - Odkládací šatna					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² K	e _k -	A _k · U _k · e _k W/K	
Vnější obvodová stěna	2,66	0,137	1,00	0,36	
Okno	0,72	0,710	1,00	0,51	
Vstup + lodžie (SIPOREX)	2,15	0,219	1,00	0,47	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	1,34
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	e _k -	ψ _k · l _k · e _k W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	3,60	1,00	1,62	
C1 - Nároží	0,15	5,20	1,00	0,78	
W1 - Vnitřní stěny	0,10	5,20	1,00	0,52	
IF1 - Stropy	0,10	2,43	1,00	0,24	
IF1 - Stropy	0,10	2,43	1,00	0,24	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	3,41
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				4,75
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² .K	b _u -	A _k · U _k · b _u W/K	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (206 - Úklidová komora)	2,015	2,42	0,00	0,00	
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (207 - WC)	2,34	2,27	1,00	5,32	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	5,32
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	b _u -	ψ _k · l _k · b _u W/K	
Žádné	0,00	0,00	0,00	0,00	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,00
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				5,32
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g m ²	P m	B' = 2 · A _g / P m		
	0,00	0,00	0,00		
Stavební část	U _k W/m ² .K	U _{equiv,k} W/m ² .K	A _k m ²	A _k · U _{equiv,k} W/K	
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00
Korekční součinitele	f _{g1} -	f _{g2} -	G _w -	f _{g1} · f _{g2} · G _w -	
	0,000	0,000	0,00	0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část	f _{ij} -	A _k m ²	U _k W/m ² .K	f _{ij} · A _k · U _k W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (210 - Obývací pokoj)	-0,167	5,98	1,50	-1,491	
Podlaha první patro (kachličky) - (304 - Koupelna)	-0,300	3,7	1,09	-1,209	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				-2,70
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				7,37
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}	°C	30		
Teplota sousední vytápěné místnosti 210	θ _{vytap. sous.}	°C	20		
Teplota sousední vytápěné místnosti 304	θ _{vytap. sous.}	°C	24		
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W	221,04

208 - Chodba								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Žádné	0,00	0,000	0,00	0,00				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	0,00			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
Žádné	0,00	0,00	0,00	0,00				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	0,00			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				0,00			
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Stěna + dveře mezi schodištěm a chodbou - (201 - Schodiště)	5,59	3,00	0,40	6,71				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm(206 - Úklidová komora)	0,83	2,42	0,00	0,00				
Vnitřní dveře (206 - Úklidová komora)	1,18	2,00	0,00	0,00				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (207 - WC)	1,16	2,42	1,00	2,80				
Vnitřní dveře (207 - WC)	1,18	2,00	1,00	2,36				
Podlaha první patro (koberec) - (103 - Chodba)	5,81	0,83	0,00	0,00				
Podlaha první patro (koberec) - (108 - Garáž)	1,83	0,83	0,60	0,91				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	12,78			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory (206 + 207 - Úklidová komora + WC)	0,45	5,14	1,00	2,31				
W7 - Okno a dveřní otvory (201 - Schodiště)	0,45	6,84	0,40	1,23				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	3,54			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				16,33			
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				0,00			
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (209 - Kuchyň)	-0,167	6,094	1,50	-1,520				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (209 - Kuchyň)	-0,167	2,535	2,42	-1,021				
Vnitřní dveře (209 - Kuchyň)	-0,167	1,576	2,00	-0,525				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (210 - Obývací pokoj)	-0,167	2,734	2,42	-1,101				
Stěna + dveře mezi schodištěm a chodbou (210 - Obývací pokoj)	-0,167	2,857	3,00	-1,428				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				-5,60			
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K	10,73		
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,l}		°C	15				
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,l}		°C	30				
Teplota sousední vytápěné místnosti 209	θ _{vytap.sous.}		°C	20				
Teplota sousední vytápěné místnosti 210	θ _{vytap.sous.}		°C	20				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				W	321,94		

209 - Kuchyň								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vnější obvodová stěna	8,29	0,137	1,00	1,13				
Okno	2,70	0,710	1,00	1,92				
Podlaha první patro (kachličky) - lodžie	2,13	0,945	1,00	2,01				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	5,06			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,60	1,00	2,97				
C1 - Nároží	0,15	2,60	1,00	0,39				
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	5,20	1,00	0,52				
IF1 - Stropy	0,10	4,23	1,00	0,42				
IF1 - Stropy	0,10	4,23	1,00	0,42				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	4,73			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					9,78		
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Podlaha první patro (kachličky) - (108 - Garáž)	3,39	0,94	0,60	1,92				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	1,92			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
IF1 - Stropy (108 - Garáž)	0,10	0,97	0,60	0,06				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,06			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					1,98		
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,000	0,000	0,000				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	2,89			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,000	0,000				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00		
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavebná část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (203 - Komora + šatna)	0,143	9,880	2,27	3,208				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (208 - Chodba)	0,143	6,224	1,50	1,330				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (208 - Chodba)	0,143	2,535	2,42	0,875				
Vnitřní dveře (208 - Chodba)	0,143	1,576	2,00	0,450				
Podlaha první patro (kachličky) - (107 - Dílna)	0,143	9,975	0,94	1,346				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					7,21		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K	18,97		
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15					
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}	°C	20					
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}	°C	35					
Teplota sousední vytápěné místnosti 203	θ _{vytap. sous.}	°C	15					
Teplota sousední vytápěné místnosti 208	θ _{vytap. sous.}	°C	15					
Teplota sousední vytápěné místnosti 107	θ _{vytap. sous.}	°C	15					
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W		663,97		

210 - Obývací pokoj					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² .K	e _k -	A _k · U _k · e _k W/K	
Vnější obvodová stěna	30,21	0,137	1,00	4,13	
Vstup + lodžie (SIPOREX)	6,04	0,219	1,00	1,32	
Francouzské okno	3,15	0,710	1,00	2,24	
Okno 3x	8,25	0,710	1,00	5,86	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	13,54
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	e _k -	ψ _k · l _k · e _k W/K	
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	27,20	1,00	12,24	
C1 - Nároží	0,15	7,80	1,00	1,17	
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	5,20	1,00	0,52	
IF1 - Stropy	0,10	18,33	1,00	1,83	
IF1 - Stropy	0,10	18,33	1,00	1,83	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	17,60
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k				31,14
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					
Stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² .K	b _u -	A _k · U _k · b _u W/K	
Podlaha první patro (korek) - (109 + 110 - Kotelna + Uhelna)	16,78	0,87	0,80	11,72	
Podlaha první patro (korek) - (108 - Garáž)	25,36	0,87	0,60	13,29	
Vnitřní dělicí stěna – přička 125 mm (207 - WC)	2,47	2,27	1,00	5,61	
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	30,62
Tepelný most	ψ _k W/m.K	l _k m	b _u -	ψ _k · l _k · b _u W/K	
IF1 - Stropy (108 - Garáž)	0,10	10,10	0,60	0,61	
IF1 - Stropy (109 + 110 - Kotelna + Uhelna)	0,10	8,40	0,80	0,67	
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	1,28
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u				31,90
Tepelné ztráty zeminou					
Výpočet B'	A _g m ²	P m	B' = 2 · A _g / P m		
	0,00	0,00	0,00		
Stavební část	U _k W/m ² .K	U _{equiv,k} W/m ² .K	A _k m ²	A _k · U _{equiv,k} W/K	
Žádné	0,000	0,000	0,000	0,000	
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00
Korekční součinitele	f _{g1} -	f _{g2} -	G _w -	f _{g1} · f _{g2} · G _w -	
	0,000	0,000	0,000	0,000	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w				0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty					
Stavební část	f _{ij} -	A _k m ²	U _k W/m ² .K	f _{ij} · A _k · U _k W/K	
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (205 - Odkládací šatna)	0,143	5,98	1,50	1,28	
Vnitřní dělicí stěna – přička 100 mm (208 - Chodba)	0,143	2,73	2,42	0,94	
Vnitřní dveře (210 - Obývací pokoj)	0,143	2,86	3,00	1,22	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teploty	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k				3,45
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K
					66,49
Teplotní údaje					
Venkovní výpočtová teplota		θ _e	°C	-15	
Vnitřní výpočtová teplota		θ _{int,l}	°C	20	
Výpočtový rozdíl teplot		θ _e - θ _{int,l}	°C	35	
Teplota v sousední místnosti - 205		θ _{vytap. sous.}	°C	15	
Teplota v sousední místnosti - 208		θ _{vytap. sous.}	°C	15	
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,l})			W	2327,02

302 - Dětský pokoj								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část		A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k			
		m ²	W/m ² K	-	W/K			
Vnější obvodová stěna		13,24	0,137	1,00	1,81			
Okno		2,25	0,710	1,00	1,60			
Strop 1. NP + střecha		4,12	0,150	1,00	0,62			
Celkem stavební části			Σ _k A _k · U _k · e _k		W/K		4,02	
Tepelný most		ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k			
		W/m.K	m	-	W/K			
W7 - Okno a dveřní otvory		0,45	6,00	1,00	2,70			
C1 - Nároží		0,15	1,70	1,00	0,26			
WV1 - Vnitřní stěny		0,10	4,20	1,00	0,42			
IF1 - Stropy		0,10	7,50	1,00	0,75			
IF1 - Stropy		0,10	3,03	1,00	0,30			
R11 - Střechy		0,25	3,70	1,00	0,93			
R9 - Střechy		0,33	4,81	1,00	1,59			
Celkem tepelné mosty			Σ _k ψ _k · l _k · e _k		W/K		6,94	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k		10,96	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část		A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u			
		m ²	W/m ² .K	-	W/K			
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (301 - Schodiště)		7,674	1,50	0,40	4,59			
Vnitřní dveře (301 - Schodiště)		1,58	2,00	0,40	1,26			
Strop druhé patro (Podkroví)		10,60	0,11	0,70	0,79			
Celkem stavební části			Σ _k A _k · U _k · b _u		W/K		6,64	
Tepelný most		ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u			
		W/m.K	m	-	W/K			
W7 - Okno a dveřní otvory (301 - Schodiště)		0,45	5,54	0,40	1,00			
IF1 - Stropy (Podkroví)		0,10	6,57	0,70	0,46			
Celkem tepelné mosty			Σ _k ψ _k · l _k · b _u		W/K		1,46	
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u		8,10	
Tepelné ztráty zeminou								
Výpočet B'		A _g	P	B' = 2 · A _g / P				
		m ²	m	m				
		0,00	0,00	0,00				
Stavební část		U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}			
		W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K			
Žádné		0,000	0,00	0,00	0,00			
Celkem ekvivalentní stavební části			Σ _k A _k · U _{equiv,k}		W/K		0,00	
Korekční součinitele		f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w			
		-	-	-	-			
		0,000	0,000	0,00	0,00			
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w		0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavebná část'		f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k			
		-	m ²	W/m ² .K	W/K			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (304 -Koupelna)		-0,114	6,19	2,27	-1,608			
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (306 - Chodba)		0,143	2,75	2,42	0,949			
Podlaha první patro (koberec) - (202 - Spižírna)		0,143	12,67	0,83	1,505			
Podlaha první patro (koberec) - (204 - Zádveří)		0,143	0,68	0,83	0,081			
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k		0,93	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}		W/K	
							19,99	
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota			θ _e	°C	-15			
Vnitřní výpočtová teplota			θ _{int,i}	°C	20			
Výpočtový rozdíl teplot			θ _e · θ _{int,i}	°C	35			
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 304			θ _{vytap. sous.}	°C	24			
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 306			θ _{vytap. sous.}	°C	15			
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 202			θ _{vytap. sous.}	°C	15			
Teplota sousedného vykurovaného priestoru 204			θ _{vytap. sous.}	°C	15			
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem					Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})		W	
							699,67	

303 - Dětský pokoj								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vnější obvodová stěna	13,24	0,137	1,00	1,81				
Okno	2,25	0,710	1,00	1,60				
Vstup + lodžie (SIPOREX)	1,26	0,219	1,00	0,28				
Strop 1. NP + střecha	4,12	0,150	1,00	0,62				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	4,30			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	6,00	1,00	2,70				
C1 - Nároží	0,15	3,40	1,00	0,51				
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	2,50	1,00	0,25				
IF1 - Stropy	0,10	7,50	1,00	0,75				
IF1 - Stropy	0,10	3,03	1,00	0,30				
R11 - Střechy	0,25	3,70	1,00	0,93				
R9 - Střechy	0,15	5,93	1,00	0,89				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	6,33			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí					H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k		10,63	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (301 - Schodiště)	7,674	1,50	0,40	4,59				
Vnitřní dveře (301 - Schodiště)	1,58	2,00	0,40	1,26				
Strop druhé patro (Podkroví)	10,60	0,11	0,70	0,79				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	6,64			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory (301 - Schodiště)	0,45	5,54	0,40	1,00				
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	6,57	0,70	0,46				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	1,46			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory					H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u		8,10	
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části					Σ _k A _k · U _{equiv,k}		W/K	
					0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou					H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w		0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavebná část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Podlaha první patro (koberec) - (203 - Komora + šatna)	0,143	14,06	0,83	1,670				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami					H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k		1,67	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}		W/K	
					20,40			
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota		θ _e	°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota		θ _{int,i}	°C	20				
Výpočtový rozdíl teplot		θ _e · θ _{int,i}	°C	35				
Teplota sousední vytápěné místnosti 203		θ _{vytap. sous.}	°C	15				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem		Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})		W				713,86

304 - Koupelna								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vnější obvodová stěna	6,08	0,137	1,00	0,83				
Střecha (šikmina)	3,98	0,150	1,00	0,60				
Podlaha první patro (kachličky)	1,22	0,945	1,00	1,15				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	2,58			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
IV1 - Vnitřní stěny	0,10	3,400	1,00	0,34				
IF1 - Stropy	0,10	3,675	1,00	0,37				
R11 - Střechy	0,25	3,675	1,00	0,92				
R9 - Střechy	0,15	7,350	1,00	1,10				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	2,73			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					5,31		
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (305 - Úklidová komora)	3,13	2,27	0,00	0,00				
Podlaha první patro (kachličky) - (206 - Úklidová komora)	0,16	0,94	0,00	0,00				
Podlaha první patro (kachličky) - (207 - WC)	0,18	0,94	1,00	0,17				
Strop druhé patro (Podkroví)	5,95	0,11	0,70	0,44				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	0,61			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	3,68	0,70	0,26				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,26			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					0,87		
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00		
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavebná část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (302 - Dětský pokoj)	0,103	6,19	2,27	1,443				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (306 - Chodba)	0,231	3,99	2,27	2,091				
Vnitřní dveře (306 - Chodba)	0,231	1,58	2,00	0,727				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (309 - Ložnice)	0,103	6,19	1,50	0,950				
Podlaha první patro (kachličky) - (204 - Zádveří)	0,231	2,85	0,94	0,621				
Podlaha první patro (kachličky) - (205 - Odkládací šatna)	0,231	3,70	0,94	0,807				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					6,64		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}			W/K	12,82			
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,l}		°C	24				
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,l}		°C	39				
Teplota sousední vytápěné místnosti 302	θ _{vytap. sous.}		°C	20				
Teplota sousední vytápěné místnosti 306	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Teplota sousední vytápěné místnosti 309	θ _{vytap. sous.}		°C	20				
Teplota sousední vytápěné místnosti 204	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Teplota sousední vytápěné místnosti 205	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,l})			W		499,79		

306 - Chodba								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Žádné	0,00	0,000	0,00	0,00				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k		W/K	0,00				
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
Žádné	0,00	0,00	0,00	0,00				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k		W/K	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k						0,00	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (305 - Úklidová komora)	4,693	2,42	0,00	0,00				
Dveře (305 - Úklidová komora)	1,182	2,00	0,00	0,00				
Stěna + dveře mezi schodištěm a chodbou - (301 - Schodiště)	5,375	3,00	0,40	6,45				
Podlaha první patro (koberec) - (206 - Úklidová komora)	0,523	0,83	0,00	0,00				
Strop druhé patro (Podkroví)	10,970	0,11	0,70	0,82				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u		W/K	7,27				
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory (305 - Úklidová komora)	0,45	5,14	0,00	0,00				
W7 - Okno a dveřní otvory (301 - Schodiště)	0,45	6,84	0,40	1,23				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u		W/K	1,23				
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u						8,50	
Tepelné ztráty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}		W/K	0,00				
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w						0,00	
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 125 mm (304 - Koupelna)	-0,300	3,987	2,27	-2,718				
Vnitřní dveře - (304 - Koupelna)	-0,300	1,576	2,00	-0,946				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (307 - Kuchyň)	-0,167	5,737	1,50	-1,430				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (307 - Kuchyň)	-0,167	2,500	2,42	-1,007				
Vnitřní dveře (307 - Kuchyň)	-0,167	1,576	2,00	-0,525				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (309 - Ložnice)	-0,167	0,799	2,42	-0,322				
Vnitřní dveře (309 - Ložnice)	-0,167	1,576	2,00	-0,525				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (Pokoje babičky)	-0,167	1,174	2,42	-0,473				
Vnitřní dveře (310 - Pokoje babičky)	-0,167	1,576	2,42	-0,635				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k						-8,58	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}			W/K			-0,08	
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	15				
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	30				
Teplota sousední vytápěné místnosti 304	θ _{vytap. sous.}		°C	24				
Teplota sousední vytápěné místnosti 307	θ _{vytap. sous.}		°C	20				
Teplota sousední vytápěné místnosti 309	θ _{vytap. sous.}		°C	20				
Teplota sousední vytápěné místnosti 310	θ _{vytap. sous.}		°C	20				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})			W			-2,53	

307 - Kuchyň babičky								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vstup + lodžie (SIPOREX)	4,51	0,219	1,00	0,99				
Francouzské okno	1,74	0,710	1,00	1,24				
Okno	2,25	0,710	1,00	1,60				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	3,82			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	12,14	1,00	5,46				
C1 - Nároží	0,15	5,00	1,00	0,75				
IF1 - Stropy	0,10	3,40	1,00	0,34				
R9 - Střechy	0,15	3,40	1,00	0,51				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	7,06			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					10,88		
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Strop druhé patro (Podkroví)	10,09	0,11	0,70	0,75				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	0,75			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	3,40	0,70	0,24				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,24			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					0,99		
Tepelné ztráty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00		
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (306 - Chodba)	0,143	5,737	1,50	1,226				
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (306 - Chodba)	0,143	2,500	2,42	0,863				
Vnitřní dveře (306 - Chodba)	0,143	1,576	2,00	0,450				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					2,54		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K	14,41		
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	20				
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	35				
Teplota sousední vytápěné místnosti 306	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				W	504,41		

309 - Ložnice

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k		
	m ²	W/m ² K	-	W/K		
Vnější obvodová stěna	16,46	0,137	1,00	2,25		
Francouzské okno	1,74	0,710	1,00	1,24		
Okno	2,25	0,710	1,00	1,60		
Střecha (šíkmina)	5,12	0,150	1,00	0,77		
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	5,85	
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k		
	W/m.K	m	-	W/K		
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	12,14	1,00	5,46		
C1 - Nároží	0,15	1,70	1,00	0,26		
W1 - Vnitřní stěny	0,10	4,20	1,00	0,42		
IF1 - Stropy	0,10	9,78	1,00	0,98		
IF1 - Stropy	0,10	4,40	1,00	0,44		
R11 - Střechy	0,25	4,60	1,00	1,15		
R9 - Střechy	0,15	5,71	1,00	0,86		
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K		9,56
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k						15,41
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u		
	m ²	W/m ² .K	-	W/K		
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (305 - Úklidová komora)	2,375	2,42	0,00	0,00		
Strop druhé patro (Podkroví)	19,04	0,11	0,70	1,42		
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	1,42	
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u		
	W/m.K	m	-	W/K		
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	8,84	0,70	0,62		
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K		0,62
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u						2,04
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P			
	m ²	m	m			
	0,00	0,00	0,00			
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}		
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K		
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00		
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	2,89	
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w		
	-	-	-	-		
	0,000	0,000	0,00	0,00		
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w						0,00
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty						
Stavební část	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k		
	-	m ²	W/m ² .K	W/K		
Vnitřní dělicí stěna - nosná 250 mm (304 - Koupelna)	-0,114	6,190	1,496	-1,058		
Vnitřní dělicí stěna – příčka 100 mm (306 - Chodba)	0,143	0,799	2,417	0,276		
Vnitřní dveře (306 - Chodba)	0,143	1,576	2,000	0,450		
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					-0,33	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					17,11	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová teplota	θ _e	°C	-15			
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,l}	°C	20			
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,l}	°C	35			
Teplota sousední vytápěné místnosti 304	θ _{vytap. sous.}	°C	24			
Teplota sousední vytápěné místnosti 306	θ _{vytap. sous.}	°C	15			
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,l})				W		598,98

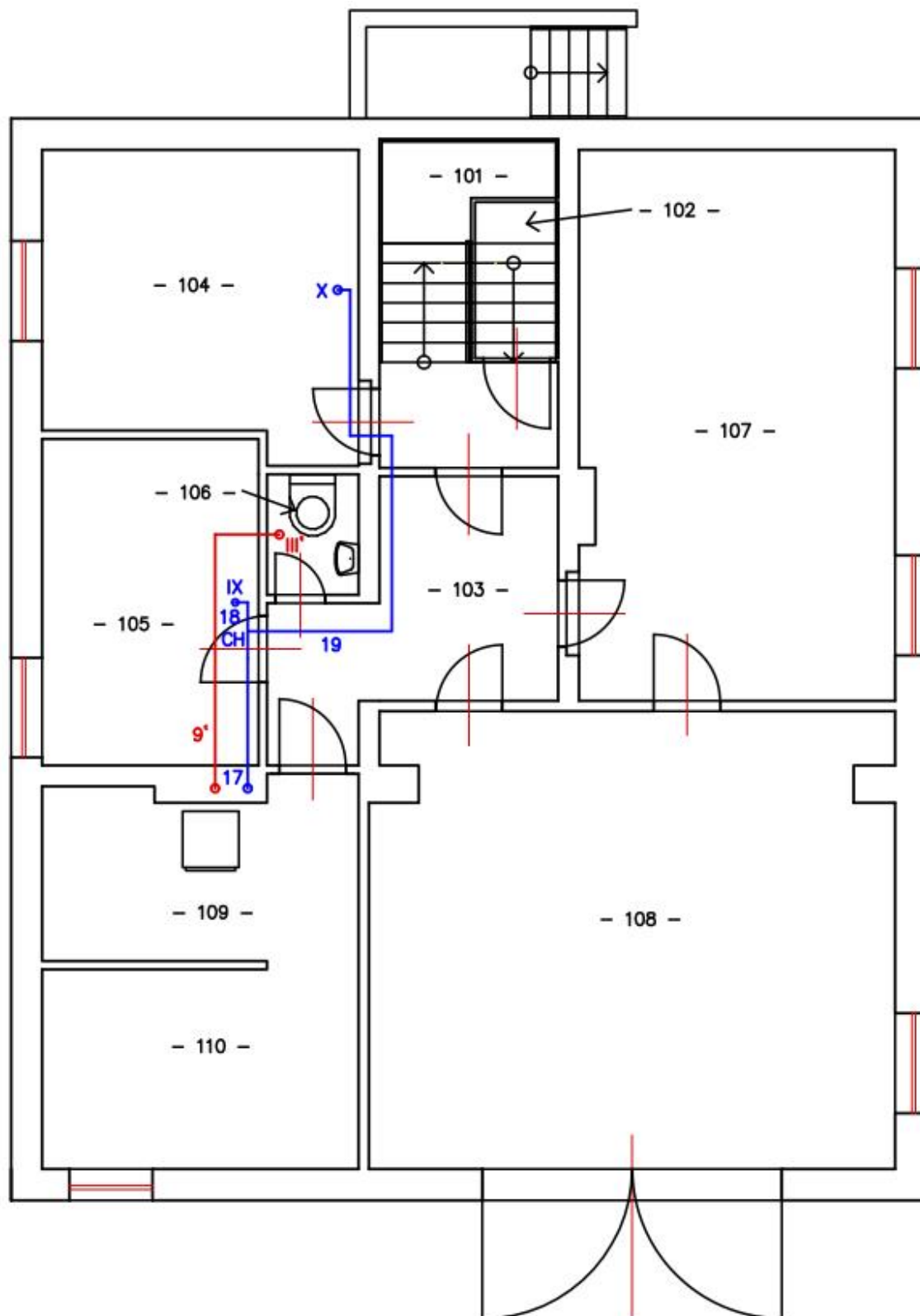
310 - Pokoj babičky								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební část	A _k	U _k	e _k	A _k · U _k · e _k				
	m ²	W/m ² K	-	W/K				
Vnější obvodová stěna	15,62	0,137	1,00	2,13				
Vstup + lodžie (SIPOREX)	1,26	0,219	1,00	0,28				
Francouzské okno	1,74	0,710	1,00	1,24				
Okno	2,25	0,710	1,00	1,60				
Střecha (šikmina)	4,90	0,150	1,00	0,73				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · e _k			W/K	5,98			
Tepelný most	ψ _k	l _k	e _k	ψ _k · l _k · e _k				
	W/m.K	m	-	W/K				
W7 - Okno a dveřní otvory	0,45	12,14	1,00	5,46				
C1 - Nároží	0,15	3,40	1,00	0,51				
W1 - Vnitřní stěny	0,10	2,50	1,00	0,25				
IF1 - Stropy	0,10	9,28	1,00	0,93				
IF1 - Stropy	0,10	4,10	1,00	0,41				
R11 - Střechy	0,25	4,40	1,00	1,10				
R9 - Střechy	0,15	5,51	1,00	0,83				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · e _k			W/K	9,49			
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí	H _{T,ie} = Σ _k A _k · U _k · e _k + Σ _k ψ _k · l _k · e _k					15,46		
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory								
Stavební část	A _k	U _k	b _u	A _k · U _k · b _u				
	m ²	W/m ² .K	-	W/K				
Strop druhé patro (Podkroví)	17,776	0,11	0,70	1,32				
Celkem stavební části	Σ _k A _k · U _k · b _u			W/K	1,32			
Tepelný most	ψ _k	l _k	b _u	ψ _k · l _k · b _u				
	W/m.K	m	-	W/K				
IF1 - Stropy (Podkroví)	0,10	8,34	0,70	0,58				
Celkem tepelné mosty	Σ _k ψ _k · l _k · b _u			W/K	0,58			
Celkové tepelné ztráty přes nevytápěné prostory	H _{T,iue} = Σ _k A _k · U _k · b _u + Σ _k ψ _k · l _k · b _u					1,91		
Tepelné ztraty zeminou								
Výpočet B'	A _g	P	B' = 2 · A _g / P					
	m ²	m	m					
	0,00	0,00	0,00					
Stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k · U _{equiv,k}				
	W/m ² .K	W/m ² .K	m ²	W/K				
Žádné	0,000	0,00	0,00	0,00				
Celkem ekvivalentní stavební části	Σ _k A _k · U _{equiv,k}			W/K	0,00			
Korekční součinitele	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} · f _{g2} · G _w				
	-	-	-	-				
	0,000	0,000	0,00	0,00				
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou	H _{T,ig} = Σ _k A _k · U _{equiv,k} · f _{g1} · f _{g2} · G _w					0,00		
Tepelné ztráty do prostoru vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební část'	f _{ij}	A _k	U _k	f _{ij} · A _k · U _k				
	-	m ²	W/m ² .K	W/K				
Vnitřní dělicí stěna – přička 100 mm (306 - Chodba)	0,143	1,174	2,417	0,405				
Vnitřní dveře (306 - Chodba)	0,143	1,576	2,000	0,450				
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami	H _{T,ij} = Σ _k f _{ij} · A _k · U _k					0,86		
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem	H _T = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}				W/K	18,23		
Teplotní údaje								
Venkovní výpočtová teplota	θ _e		°C	-15				
Vnitřní výpočtová teplota	θ _{int,i}		°C	20				
Výpočtový rozdíl teplot	θ _e - θ _{int,i}		°C	35				
Teplota sousední vytápěné místnosti 306	θ _{vytap. sous.}		°C	15				
Navrhovaná tepelná ztráta prostupem	Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _e - θ _{int,i})				W	637,92		

PŘÍLOHA P3 - VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT VĚTRÁNÍM, ROVNOTLAKÁ VĚTRACÍ SOUSTAVA SE ZAŘÍZENÍM PRO VYUŽITÍ TEPLA Z ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU

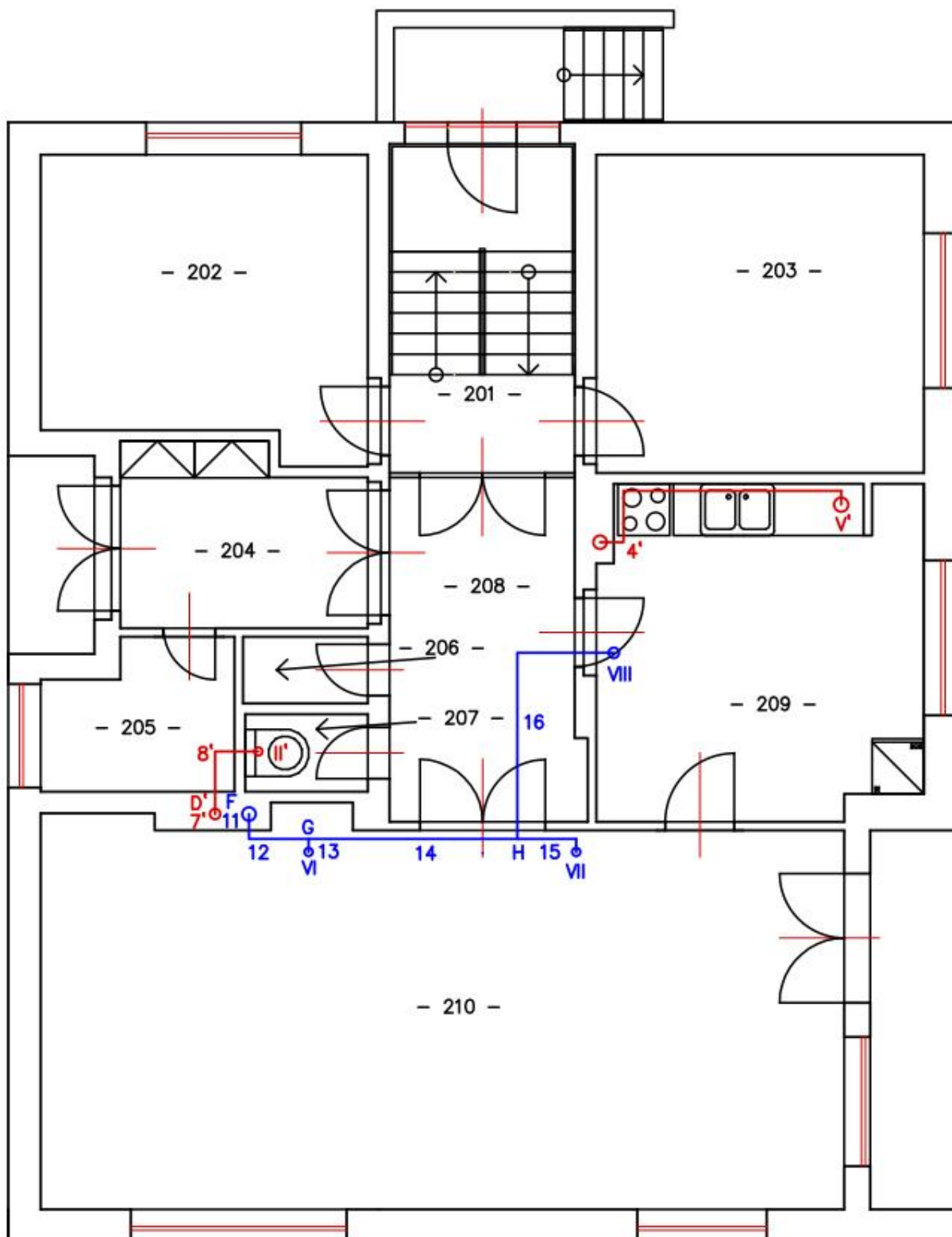
Označení místnosti			104 - Sušárna	105 - Prádelna	106 - WC	107 - Dílna	202 - Spižárna	203 - Komora + šatna	204 - Zádveři	205 - Odkládací šatna	207 - WC	209 - Kuchyň	210 - Obývací pokoj	302 - Dětský pokoj	303 - Dětský pokoj	304 - Koupelna	307 - Kuchyň babičky	309 - Ložnice	310 - Pokoj babičky	Celkem	
Objem místnosti	V _i	m ³	31,3	24,0	3,8	59,2	32,9	35,2	12,0	9,6	3,6	35,0	111,0	34,0	34,0	28,2	25,2	56,9	52,3	588,2	
Výpočtová venkovní teplota	θ _e	°C	-15,0																		
Výpočtová vnitřní teplota	θ _{int,i}	°C	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	20,0	20,0	20,0	20,0	24,0	20,0	20,0	20,0		
Teplotní rozdíl	θ _e - θ _{int,i}	°C	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	35,0	35,0	35,0	35,0	39,0	35,0	35,0	35,0		
Množství vzduchu infiltrací	Nechráněné otvory	-	na jedn.	1,0	1,0	0,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	4,0	1,0	1,0	0,0	2,0	2,0	2,0		
	Intenzita výměny vzduchu při 50 Pa	n ₅₀	h ⁻¹	1,0																	
	Činitel ztlačnění	e	na jedn.	0,02	0,02	0	0,03	0,02	0,02	0,02	0	0,02	0,03	0,02	0,02	0	0,03	0,03	0,03		
	Výškový korekční činitel	ε	na jedn.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
	Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} = 2 · V _i · n ₅₀ · e · ε	V _{inf,i}	m ³ /h	1,3	1,0	0,0	3,6	1,3	1,4	0,5	0,4	0,0	1,4	6,7	1,4	1,4	0,0	1,5	3,4	3,1	
Množství vzduchu, teploty a korekční činitele	Odváděný vzduch	V _{ex,t}	m ³ /h	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	150,0	0,0	0,0	0,0	175,0	150,0	0,0	0,0	575,0	
	Přiváděný vzduch	V _{SU,i}	m ³ /h	25,0	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	25,0	25,0	0,0	100,0	50,0	50,0	575,0	
	Teplota přiváděného vzduchu	θ _{SU}	°C	16,2																	
	Redukční činitel	f _{v,i}	na jedn.	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	0,11	0,11	0,11	0,11	0,20	0,11	0,11	0,11		
	Vzduch dodávaný ze sousedních místností	V _{ex,t} - V _{SU,i}	m ³ /h	-	-	50,0	-	-	-	-	-	50,0	50,0	-	-	-	175,0	50,0	-	-	
	Redukční činitel	f _{v,i}	na jedn.	-	-	0,00	-	-	-	-	-	0,00	0,00	-	-	-	0,10	0,00	-	-	
	Přebytek odváděného vzduchu pro celou budovu V _{mech,inf} = ΣV _{ex,t} - ΣV _{SU,i}	V _{mech,inf}	m ³ /h	0,0																	0,0
	Přebytek odváděného vzduchu pro jednotlivé místnosti	V _{mech,inf,i}	m ³ /h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Výpočet tepelné ztráty větráním	Celkové korigované množství vzduchu V _i ' = V _{inf,i} + V _{SU,i} · f _{v,i} + V _{mech,inf,i}	V _i	m ³ /h	0,3	-1,0	0,0	1,6	1,3	1,4	0,5	0,4	0,0	12,3	17,5	4,1	4,1	0,0	12,4	8,8	8,6	
	Návrhový součinitel tepelné ztráty	H _{v,i}	W/K	0,1	-0,4	0,0	0,5	0,4	0,5	0,2	0,1	0,0	4,2	6,0	1,4	1,4	0,0	4,2	3,0	2,9	
	Návrhová tepelná ztráta větráním θ _{v,i} = H _{v,i} · (θ _{int,i} - θ _e)	θ _{v,i}	W	2,6	-10,6	0,0	15,8	13,4	14,3	4,9	3,9	0,0	145,9	208,4	48,5	48,5	0,0	147,2	105,3	101,9	850,0 W

**PŘÍLOHA P4 – SCHÉMA VEDENÍ VZDUCHOVODŮ A ROZMÍSTĚNÍ
VYÚSTEK (MODRÁ – PŘÍVODNÍ POTRUBÍ, ČERVENÁ – ODVÁDĚCÍ
POTRUBÍ)**

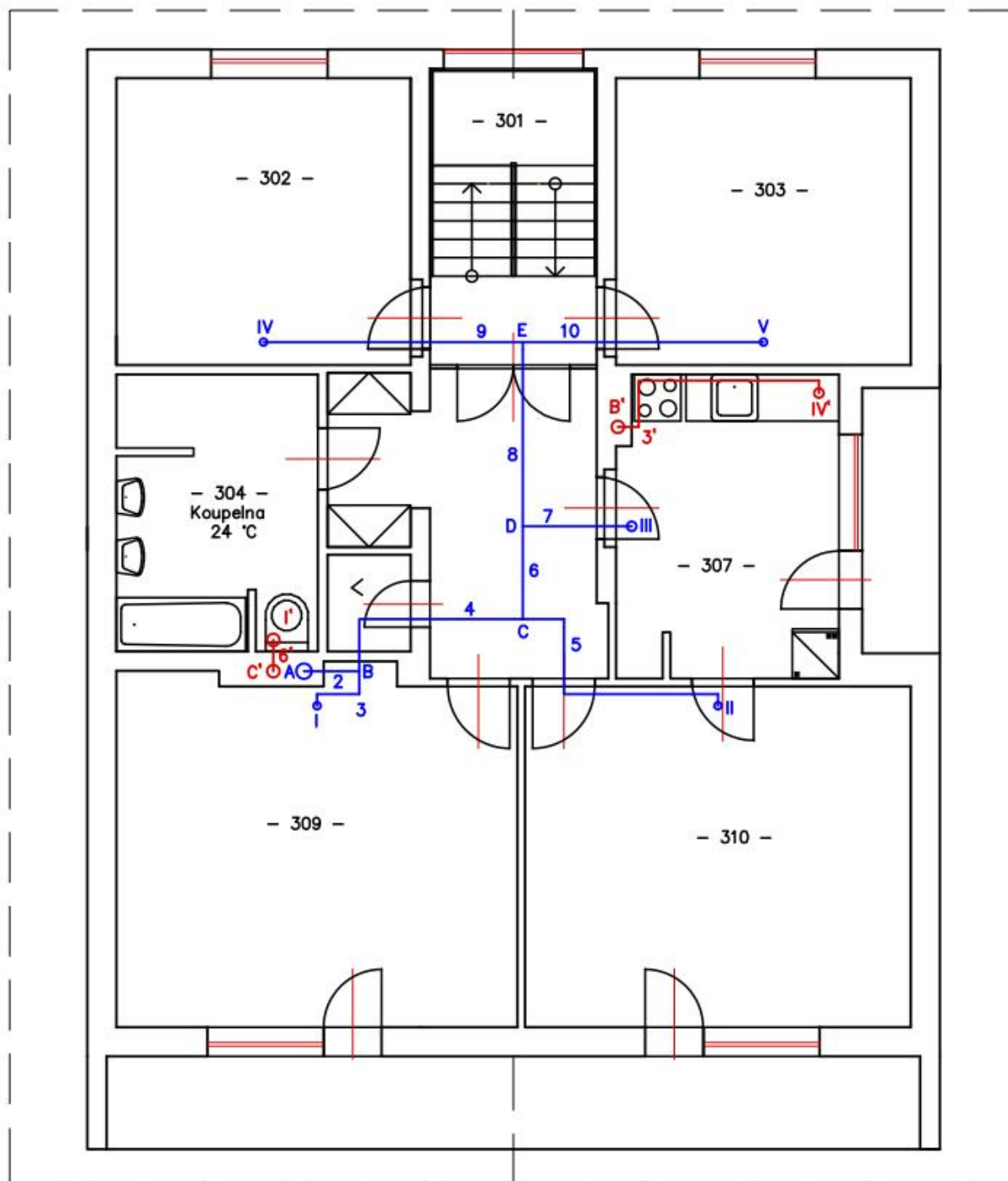
Suterén



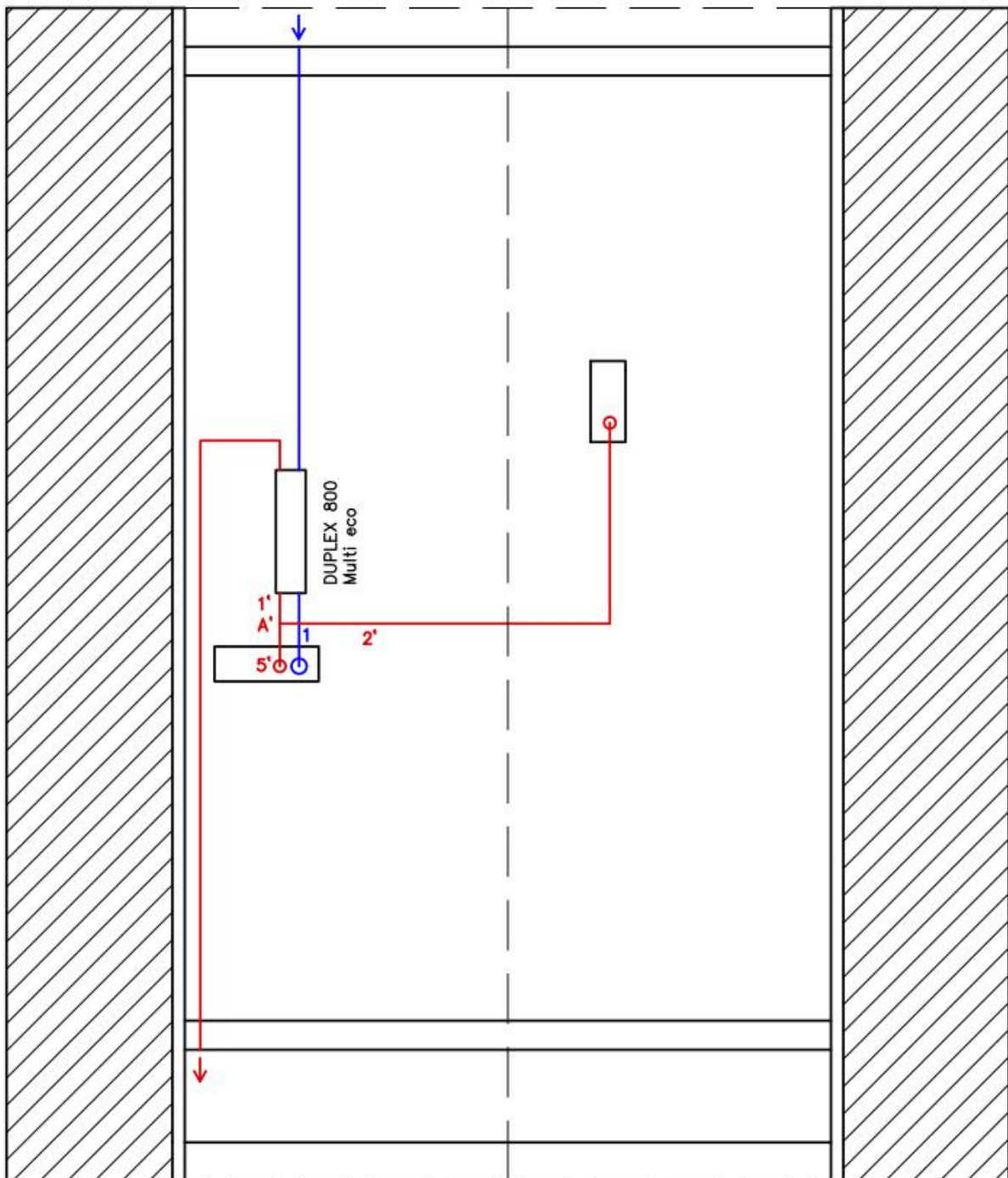
Přízemí



První patro



Podkroví



ŘÍLOHA P5 – VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH ÚSEKŮ PŘIVÁDĚCÍCH VZDUCHOVODŮ

Číslo úseku	Objemový tok		Délka úseku	Průměr	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí	Tlakový spád	Délková tlaková ztráta	Místní tlaková ztráta	Tlaková ztráta úseku
[-]	V_i		l_i	d_i	S_i	w_i	R	Δp_t	Δp_m	Δp
	[m ³ /hod]	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m ²]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
1	575	0,160	2,11	0,20	0,0314	5,08	1,6	3,4	20,0	23,4
2	300	0,083	0,49	0,16	0,0201	4,14	1,5	0,7	15,3	16,0
3	50	0,014	0,62	0,10	0,0079	1,77	0,7	0,4	10,8	11,3
4	250	0,069	3,01	0,16	0,0201	3,45	1,0	3,0	22,2	25,2
5	50	0,014	3,49	0,10	0,0079	1,77	0,7	2,4	8,4	10,9
6	200	0,056	1,20	0,16	0,0201	2,76	0,8	0,9	7,2	8,1
7	100	0,028	1,30	0,13	0,0123	2,26	0,7	0,9	8,5	9,4
8	100	0,028	2,38	0,13	0,0123	2,26	0,7	1,7	2,0	3,6
9	50	0,014	3,60	0,10	0,0079	1,77	0,7	2,5	4,2	6,7
10	50	0,014	3,35	0,10	0,0079	1,77	0,7	2,3	4,2	6,5
11	275	0,076	2,75	0,16	0,0201	3,80	1,4	3,9	7,0	10,8
12	200	0,056	0,98	0,14	0,0154	3,61	1,7	1,7	19,8	21,5
13	50	0,014	0,50	0,10	0,0079	1,77	0,7	0,4	6,2	6,5
14	150	0,042	2,42	0,14	0,0154	2,71	0,9	2,2	1,6	3,8
15	50	0,014	1,19	0,10	0,0079	1,77	0,7	0,8	4,7	5,6
16	100	0,028	3,19	0,13	0,0123	2,26	0,7	2,2	10,5	12,7
17	75	0,021	4,84	0,10	0,0079	2,65	1,3	6,3	10,1	16,4
18	25	0,007	0,24	0,08	0,0050	1,38	0,5	0,1	3,5	3,7
19	50	0,014	6,23	0,10	0,0079	1,77	1,2	7,5	7,7	15,1

PŘÍLOHA P6 - VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT JEDNOTLIVÝCH ÚSEKŮ ODVÁDĚCÍCH VZDUCHOVODŮ

Číslo úseku	Objemový tok		Délka úseku	Průměr	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí	Tlakový spád	Délková tlaková ztráta	Místní tlaková ztráta	Tlaková ztráta úseku
[-]	V_i		l_i	d_i	S_i	w_i	R	Δp_t	Δp_m	Δp
	[m ³ /hod]	[m ³ /s]	[m]	[m]	[m ²]	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
9'	50	0,014	6,52	0,10	0,0079	1,77	0,7	4,6	3,9	8,5
8'	50	0,014	1,01	0,10	0,0079	1,77	0,7	0,7	5,3	6,0
7'	100	0,028	2,75	0,13	0,0123	2,26	0,7	1,9	2,6	4,5
6'	175	0,049	0,25	0,16	0,0201	2,42	0,5	0,1	13,5	13,6
5'	275	0,076	1,73	0,16	0,0201	3,80	1,4	2,4	14,4	16,9
4'	150	0,042	6,27	0,16	0,0201	2,07	0,4	2,5	20,6	23,1
3'	150	0,042	3,32	0,16	0,0201	2,07	0,4	1,3	17,6	19,0
2'	300	0,083	7,66	0,16	0,0201	4,14	1,7	13,0	23,4	36,4
1'	575	0,160	0,40	0,20	0,0314	5,08	1,6	0,6	20,0	20,6

PŘÍLOHA P7 – VÝPOČET CELKOVÝCH TEPELNÝCH ZTRÁT DOMU PO REKONSTRUKCI

Označení místnosti	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty prostupem	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty větráním	Celkový tepelný výkon
	$\Phi_{T,i}$ [W]	$\Phi_{V,i}$ [W]	$\Phi_{C,i}$ [W]
104 - Sušárna	954,50	2,57	957,07
105 - Prádelna	813,58	-10,61	802,97
107 - Dílna	1390,90	15,81	1406,71
202 - Spižárna	434,47	13,44	447,91
203 - Komora + šatna	321,49	14,34	335,84
204 - Zádveří	241,12	4,88	246,00
205 - Odkládací šatna	221,04	3,92	224,97
208 - Chodba	321,94	0,00	321,94
209 - Kuchyň	663,97	145,88	809,85
210 - Obývací pokoj	2327,02	208,45	2535,47
302 - Dětský pokoj	699,67	48,49	748,16
303 - Dětský pokoj	713,86	48,49	762,34
304 - Koupelna	499,79	0,00	499,79
306 - Chodba	-2,53	0,00	-2,53
307 - Kuchyň babičky	504,41	147,21	651,63
309 - Ložnice	598,98	105,25	704,23
310 - Pokoj babičky	637,92	101,91	739,83
Celkem	11342,14	850,04	12192,18