

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb

Technologie zateplování budov

diplomová práce

Vedoucí diplomové práce : **Ing. Jan Sander PhD.**

Diplomant : **Lukáš Secký**

Praha 2012

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Secký Lukáš

Technologická zařízení staveb

Název práce

Technologie zateplení budov

Anglický název

Technology of building insulation

Cíle práce

Vytvoření návrhu projektu zateplení vybrané budovy a zhodnocení jeho efektivity.

Metodika

Rešerše týkající se dané zateplování budov. Vytvoření projektu a zhodnocení navržených technických řešení podle ekonomických, ekologických a dalších kritérií a přínosů včetně výpočtů. Výpočet a zhodnocení návratnosti jednotlivých metod zateplení.

Osnova práce

1. Úvod a cíl práce
2. Projekt zateplování objektu
3. Výpočet tepelných ztrát
4. Způsoby zateplování
5. Výpočet vybrané metody zateplení
6. Výpočet návratnosti jednotlivých metod zateplení

Rozsah textové části

45-50

Klíčová slova

budova, energetický, zateplení, tepelná ztráta,

Doporučené zdroje informací

Ing. Jiří Šála, CSc., Navrhujeme nízkoenergetický a pasivní dům, Wienerberger cihlářský průmysl, a. s. leden 2010

Halahyja M. - Chmúrny, I. - Sternová, Z.: Stavebná tepelná technika. Tepelná ochrana budov. JAGA, Bratislava 1998

Vyhláška MPO č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu, ve znění pozdějších předpisů

Směrnice evropského parlamentu a rady Evropy 2002/91/ES, o energetické náročnosti budov

Vedoucí práce

Sander Jan, Ing.

Termín zadání

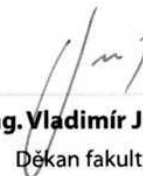
listopad 2010

Termín odevzdání

duben 2012

**doc. Ing. Miroslav Příkryl, CSc.**

Vedoucí katedry

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Technologie zateplení budov“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Černošicích u Prahy dne 24. dubna 2012

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Janu Sanderovi PhD. za odborné vedení při zpracování mé diplomové práce, za odborné konzultace a informace.

Abstrakt: Hlavním cílem této diplomové práce je snížení tepelných ztrát rodinného domu v Černošicích rekonstrukcí zateplení fasády. V práci jsou ukázány jednotlivé druhy zateplovacích materiálů, teoretický postup výpočtu tepelných ztrát, výpočet tepelných ztrát, výběr nejvhodnějšího a nejvýhodnějšího zateplení a ekonomické zhodnocení dané rekonstrukce.

Klíčová slova: Budova, energetický, zateplení, tepelná ztráta

Technology of building insulation

Abstract: The main objective of this thesis is to reduce heat loss in Černošice house renovated facade insulation. In this work demonstrates the different types of insulation materials a theoretical procedure to calculate the heat loss heat loss calculation selection of the best and most suitable insulation and economic evaluation of the reconstruction.

Key words: The building, energy, insulation, heat loss

Obsah:

1.	ÚVOD A CÍL PRÁCE	1
2.	PROJEKT ZATEPLOVANÉHO OBJEKTU.....	2
2.1	TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ	5
3.	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT	9
3.1	TEPELNÉ ZTRÁTY ZPRAVIDLA VZNIKAJÍ:	9
3.2	PROSTUP TEPLA OBÁLKOVOU METODOU	9
3.3	VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT BUDOV PODLE ČSN EN 12831 A ČSN 06 0210.....	10
3.3.1	<i>Výpočet.....</i>	12
3.4	ENERGETICKÁ BILANCE A VÝPOČTY.....	13
3.4.1	<i>Tepelná ztráta.....</i>	13
3.4.2	<i>Spotřeba tepla na vytápění.....</i>	13
3.4.3	<i>Potřeba tepla na vytápění.....</i>	15
3.4.4	<i>Výpočet roční potřeby tepla na vytápění.....</i>	15
3.5	TEPELNÉ ZISKY	20
3.6	ENERGETICKÝ AUDIT	21
4.	ZPŮSOBY ZATEPLOVÁNÍ	22
4.1	ZATEPLOVÁNÍ BUDOV – MOŽNOSTI NAVRHOVÁNÍ, PROVÁDĚNÍ, KONTROLY A POSUZOVÁNÍ	22
4.2	ZATEPLENÍ BUDOV Z VNĚJŠÍ STRANY.....	23
4.3	TYPY ENERGETICKY ÚSPORNÝCH DOMŮ.....	25
4.4	VHODNÝ POSTUP PŘI REALIZACI ZATEPLENÍ BUDOVY	26
4.4.1	<i>Před rozhodnutím provést zateplení.....</i>	26
4.4.2	<i>Projektové řešení.....</i>	27
4.4.3	<i>Výběr realizační (prováděcí) firmy.....</i>	27
4.5	VLIV ZATEPLENÍ A REFLEXNÍCH MATERIÁLŮ	29

4.5.1	<i>Ekonomika zateplování.....</i>	29
4.5.2	<i>NEJVÍCE TEPLA UNIKÁ STŘECHOU</i>	29
4.5.3	<i>VLIV TEPELNÉ IZOLACE.....</i>	29
4.6	TYPY IZOLACE	30
4.6.1	<i>Expandovaný polystyren.....</i>	30
4.6.2	<i>Pěnový polyuretan.....</i>	31
4.6.3	<i>Pěnový polyetylén</i>	32
4.6.4	<i>Pěnové sklo.....</i>	33
4.6.5	<i>Minerální vlna</i>	33
4.6.6	<i>Perlit</i>	34
4.6.7	<i>Dřevěná vlna.....</i>	35
4.6.8	<i>Kamenná vlna.....</i>	35
4.6.9	<i>Odvětrávaná fasáda</i>	36
4.6.10	<i>Foukaná izolace.....</i>	37
4.6.11	<i>Heraklith.....</i>	38
4.6.12	<i>Porovnání parametrů a cen různých typů izolací.....</i>	40
5.	VÝPOČET VYBRANÉ METODY ZATEPLENÍ.....	41
5.1	VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ.....	44
6.	VÝPOČET NÁVRATNOSTI JEDNOTLIVÝCH METOD ZATEPLENÍ....	45
7.	ZÁVĚR.....	51
8.	POUŽITÁ LITERATURA	53
9.	SEZNAM PŘÍLOH.....	60

1. Úvod a cíl práce

Investice do zateplování domů, využívání obnovitelných zdrojů energie, či jiné snižování nákladů na bydlení a jeho provoz je v současné době stále více diskutováno a řešeno v rámci jednotlivých projektů. Cílem této diplomové práce je navržení rekonstrukce zateplení rodinného domu v Černošicích u Prahy. Tento rodinný dům má oproti stejně velkým domům vyšší náklady na vytápění, tudíž se jeho majitelé rozhodli investovat do rekonstrukce zateplení obvodových stěn, kde je v současné době slabá vrstva polystyrenového zateplení. V první části je představena aktuální podoba řešeného objektu. V dalších částech jsou zmíněny jednotlivé druhy izolací, teoretický výpočet tepelných ztrát, změření tepelných úniků, výpočet tepelných ztrát vybraného objektu ve stávající skladbě obvodových zdí a výpočet s nově zvoleným druhem zateplení.

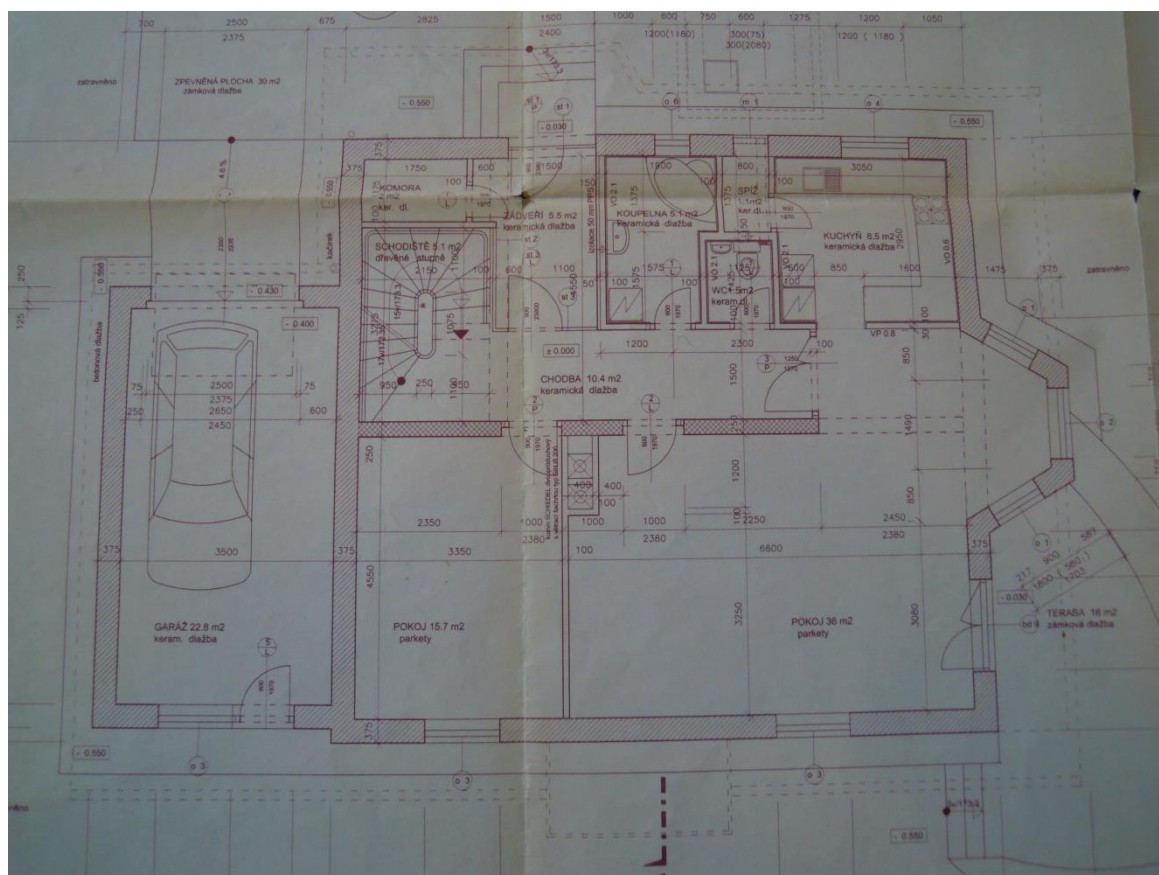
Cílem práce je navrhnout rekonstrukci zateplení, aby výsledná hodnota spotřebovávaného tepla odpovídala hodnotě pro nízkoenergetický dům. Tato hodnota je dle normy v rozmezí 15–50 kWh/(m²a). Dále jsem se zabýval ekonomickým zhodnocením rekonstrukce, především dobou návratností dané investice. Náklady na demolici stávající polystyrenové fasády zanedbávám, jelikož ji provedou majitelé domu sami, čili s ní není počítáno ani v podkladech, které byly zaslány jednotlivým stavebním firmám.

2. Projekt zateplování objektu

Rodinný dům se nachází v okrese Praha-západ, ve městě Černošice. Stavební práce začaly 17. 9. 2001 zařízením pracoviště, 20. 9. 2001 byly zahájeny výkopové práce. Zateplení fasády bylo provedeno v srpnu 2005. Majitelé bydlí v domě od července 2006 a od začátku si stěžují na velké tepelné úniky v některých místnostech domu, především v místnosti nad garáží. V současné době je fasáda rodinného domu zateplena polystyrenem, podhledy jsou vyplněny minerální vatou, v podlaze mezi garáží a pracovnou v 1. NP je vložena 5 cm vysoká polystyrenová izolace.

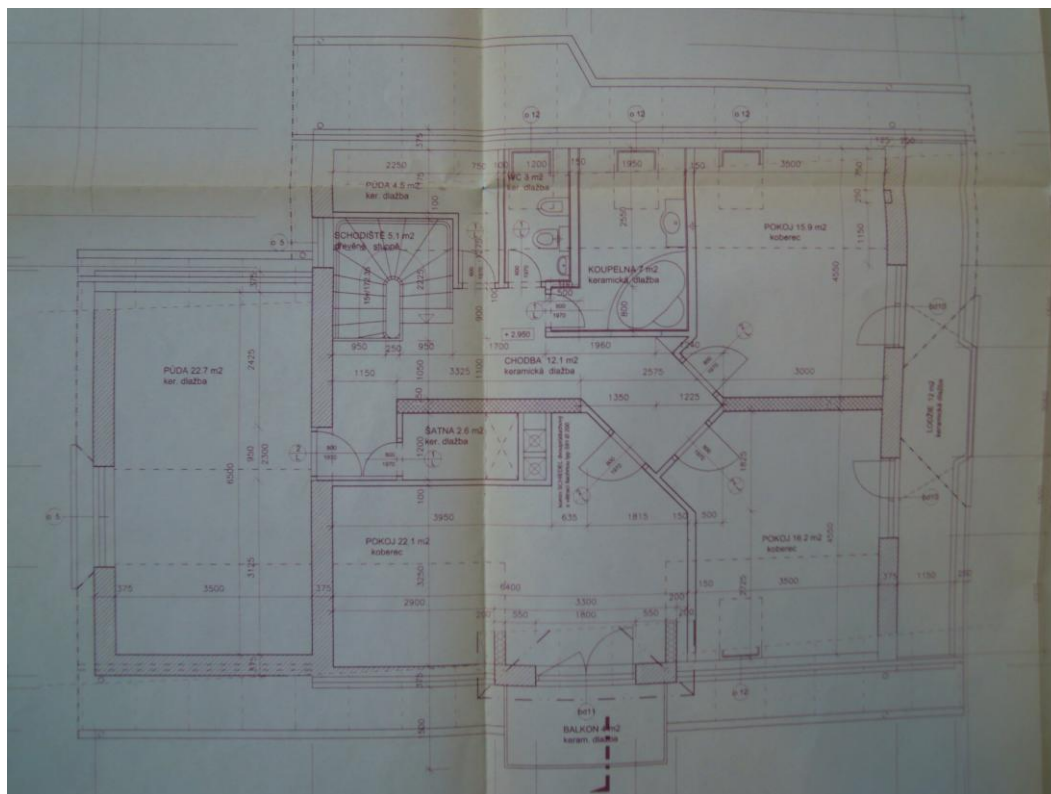
Projekt řešeného domu je na obr. 1. Kompletní projektová dokumentace není součástí diplomové práce z důvodu velké obsáhlosti a rozměrů.

Obr. 1 Půdorys přízemí



Předpokladem stávající stavby je stejný druh zdiva na všech obvodových stěnách. Zateplení polystyrenu je nepřiměřené, při výstavbě byla zvolena špatná tloušťka polystyrenu.

Obr. 2 Půdorys 1.NP



Změna ve stávajícím stavu oproti projektové dokumentaci jsou 2 střešní okna v půdě 1.NP. Tato místnost nyní slouží jako pracovna a okna byla dodělána dodatečně z důvodu malého slunečního osvětlení dané místnosti. Další změnou oproti projektové dokumentaci je posunutí dveří propojujících chodbu a koupelnu. Dveře jsou otočeny o 90° a jsou usazeny do sousedící příčky.

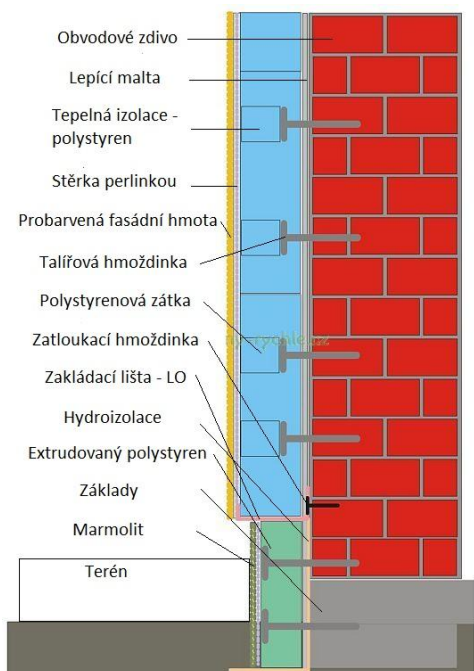
Obr. 1 Rodinný dům v Černošicích před zateplením fasády



Obr. 4 Rodinný dům v Černošicích po zateplení fasády



Obr. 5 Stávající skladba obvodových stěn:



2.1 Termovizní měření

Termovizní měření je bezkontaktní způsob kontroly kvality provedení stavebních prací a odhalení vad stavebních konstrukcí a prvků. Umožňuje získat přehled o rozložení povrchových teplot na jednotlivých bodech snímaného povrchu.

Termovizní měření slouží:

- ke zjištění lokálních, lineárních a dalších míst zvýšených tepelných ztrát budov
- ke kontrole kvality provedených prací před převzetím stavby
- k detekci kritických míst s potencionálním výskytem plísní
- k vyhledání prasklin v obvodovém plášti budovy
- k vyhledání poškození či zeslabení komínových těles atd. [17]

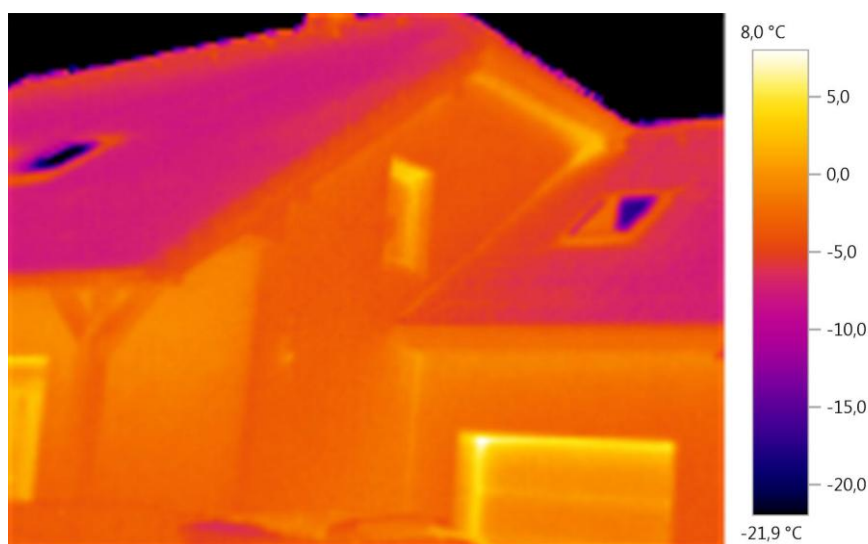
Termovizní měření je dobré provádět v zimních měsících a v ranních hodinách, kdy se hodnoty teploty vzduchu pohybují pod bodem mrazu, a na jižní stranu objektu nedopadá sluneční záření, které dané měření zkresluje.

Měření:

- Přístroj: testo 881-2, výrobní číslo: 2021183
- Datum: 20. 3. 2012
- Čas: 7.12 hod.
- Teplota: -6 °C

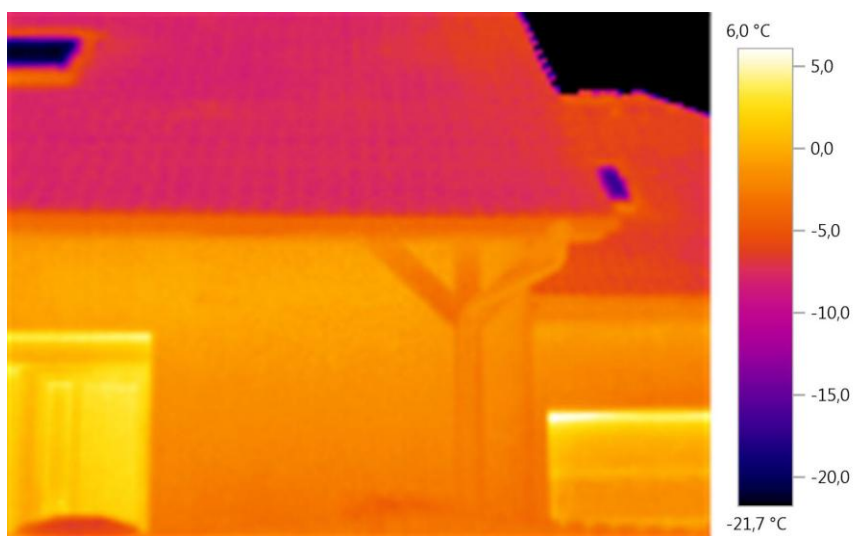
zkouška byla provedena v souladu s EN 13187 s využitím termokamery.

Obr. 6 Pohled na severozápadní fasádu



Na obr. 4 je vidět porovnání úniků tepla střešní krytinou a fasádou. Teplota střešní krytiny se pohybuje mezi - 11 °C a - 8 °C zatímco hodnota teploty fasády je okolo 0 °C. Na tuto část domu dopadá slunce jen v podvečerních hodinách vzhledem k okolní zástavbě. Stejná situace je vidět na obr. 7, kde je kromě prostupu tepla střešní krytinou a fasádou vidět tepelný únik okolo vchodových dveří. Na obr. 8 je reálný pohled na danou situaci.

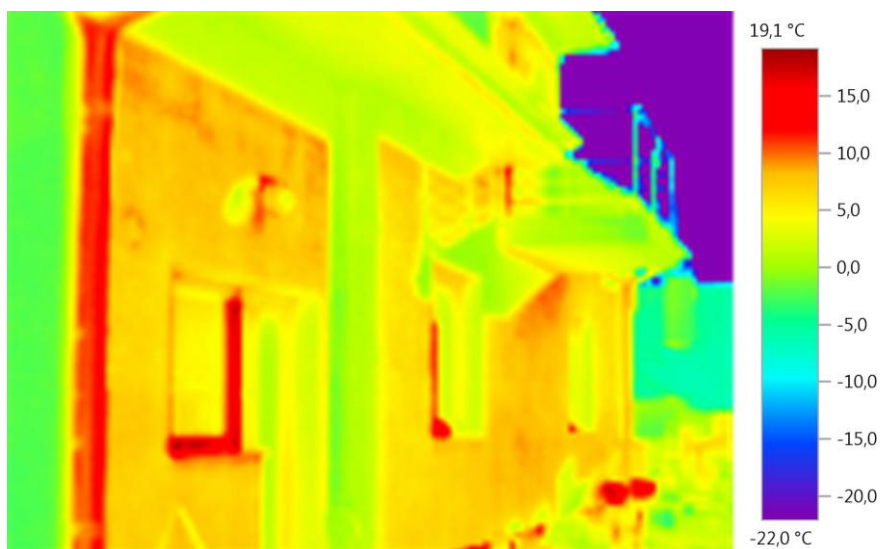
Obr. 7 Pohled na fasádu od příjezdové cesty



Obr. 8 Reálný pohled na část domu od příjezdové cesty

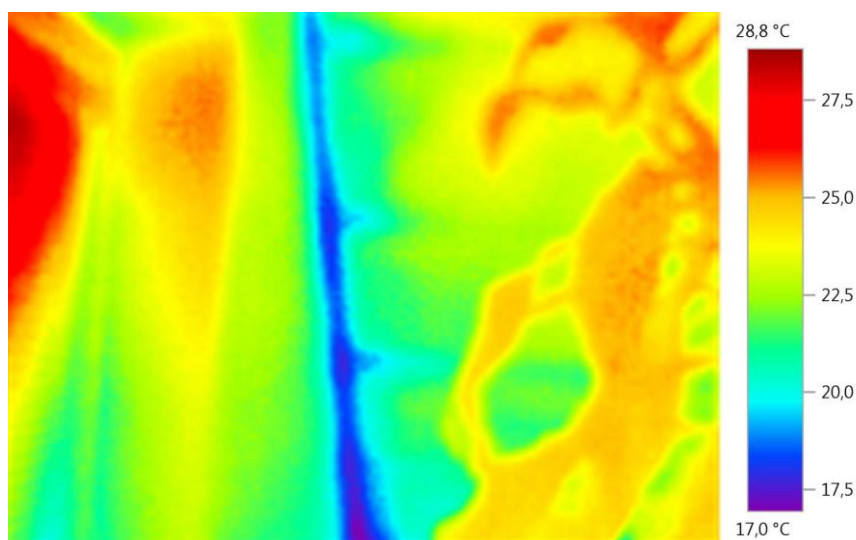


Obr. 9 Jižní strana fasády



Velká nesouměrnost propustnosti tepla je vidět na obr. 9. Teploty na jižní fasádě jsou v rozmezí -1 °C až 12 °C. Na obr. 10 je vnitřní pohled na roh domu v 1. patře, kde je velký rozdíl mezi teplotami. V rohu stěn se teplota pohybuje okolo 17 °C – 18 °C. Od rohu ve vzdálenosti 10 cm dosahuje teplota hodnot až 25 °C, což představuje rozdíl až 8 °C.

Obr. 10 Roh pokoje v podkroví



3. Výpočet tepelných ztrát

3.1 Tepelné ztráty zpravidla vznikají:

- prostupem stavebními prvky a konstrukcemi
 - střechou
 - stropem
 - stěnou
 - okny a dveřmi
 - podlahou
 - nevytápěnými prostory
- větráním

Podíl těchto tepelných ztrát je závislý na tepelně technických vlastnostech ochlazovaných konstrukcí a kvalitě (těsnosti) otvorových výplní (oken, dveří apod.).

Procentuální podíl tepelné ztráty prostupem a větráním činí u nezateplených panelových domů přibližně 70 % prostupem ku 30 % způsobeným větráním. [17]

3.2 Prostup tepla obálkovou metodou

Hodnotí se dosažením požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla U obálky budovy v závislosti na geometrické charakteristice budovy. Snížením objemového faktoru tvaru budovy dané kompaktním objemovým řešením vede ke snížením spotřeby energie při stejně kvalitních obvodových konstrukcích. Z tohoto důvodu je důležitá nízkoenergetická architektonická koncepce tvarového řešení budovy. [22]

Tab. 1 Podíl tepelných ztrát [1]

Část konstrukce	Rodinný dům	Bytový vícepodlažní dům
Stěny	20 – 25 %	30 – 40 %
Okna a venkovní dveře	30 – 40 %	40 – 50 %
Střecha	15 – 20 %	5 – 8 %
Podlaha (strop sklepa)	5 – 10 %	4 – 6 %

Obr. 11 Podíl tepelných ztrát u rodinného domu



Zdroj: <http://www.energetickyporadce.cz/tepelne-ztraty/druhy-tepelnych-ztrat.html>

Obr. 12 Podíl tepelných ztrát u bytového vícepodlažního domu



Zdroj: <http://www.energetickyporadce.cz/tepelne-ztraty/druhy-tepelnych-ztrat.html>

3.3 Výpočet tepelných ztrát budov podle ČSN EN 12831 a ČSN 06 0210

Pro výpočet tepelné ztráty rodinného domu je nutný alespoň schematický stavební půdorys, ze kterého budou jasné rozměry objektu, rozmístění a velikost oken, výška jednotlivých podlaží a také materiálové složení jednotlivých konstrukcí. Čím přesnějšími informacemi bude žadatel disponovat, tím objektivnějších hodnot bude výpočtem

dosaženo. Detailním výpočtem tepelných ztrát objektu se zabývají specializované společnosti, na které je nutné se v případě potřeby obrátit. [13]

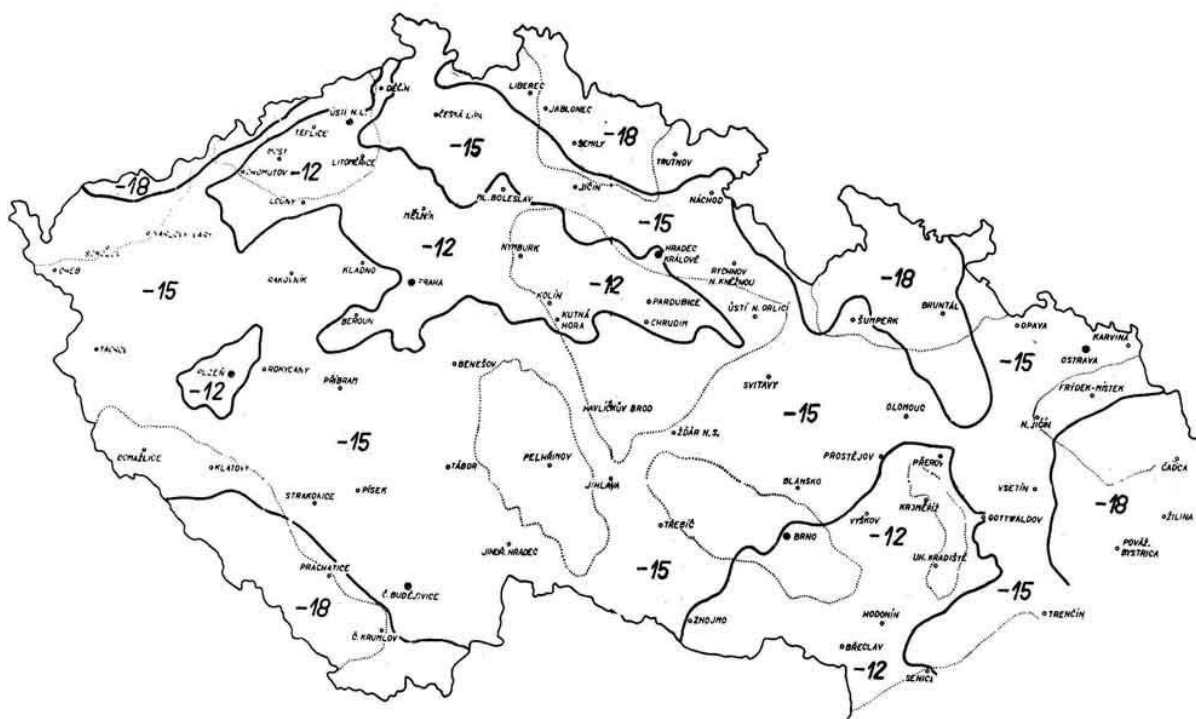
Metody výpočtu

V současné době je možné pro výpočet tepelných ztrát použít jak české technické normy (ČSN), tak i evropské přejaté normy (ČSN EN).

Výpočet tepelných ztrát se v praxi provádí ze dvou důvodů. Jednak jako podklad pro návrh výkonu zdroje tepla pro vytápění a ostatních prvků otopné soustavy (základní normy jsou ČSN EN 12831 a ČSN 06 0210), dále pak pro stanovení energetické bilance objektu např. při návrhu a posouzení energeticky úsporných opatření v budově (základní normy jsou ČSN EN 832, ČSN EN ISO 13790). [13]

Pro výpočet tepelných ztrát se využívá mapa teplotních oblastí, viz obr. 13.

Obr. 13 Mapa teplotních oblastí



Zdroj: <http://www.infoenergie.cz/web/root/energy.php?nav01=38&nav02=128>

3.3.1 Výpočet

Tepelné ztráty se skládají ze ztrát prostupem tepla obvodovými konstrukcemi a ztrát způsobených větráním. Postup výpočtu podle ČSN EN 832 a souvisejících norem je následující:

Ztráty prostupem tepla (H_T) zahrnují:

- prostup tepla mezi interiérem a exteriérem (LD)
- prostup tepla zeminou/suterénem (LS)
- prostup tepla nevytápěnými prostory (HU)
- vliv tepelných mostů.

Ztráty tepla větráním (H_V) se liší podle toho, zda se jedná o přirozené větrání, nucené větrání nebo nucené větrání se zpětným získáváním tepla.

Základní vztahy pro výpočet celkové měrné tepelné ztráty objektu (H_C) jsou následující: $H_c = H_r + H_v = (L_o + L_s + H_u) + H_v [W/K]$.

Na základě výpočtu tepelné ztráty objektu je stanovena potřeba energie na krytí tepelné ztráty objektu (Q_t), do výpočtu jsou dále zahrnuty vnitřní (Q_i) a vnější (solární) tepelné zisky (Q_s) a následně vyčíslena potřeba energie na vytápění (Q_H).

$$Q_H = Q_t - \eta \cdot (Q_i + Q_s) [MWh/rok]$$

Tepelná ztráta (Q_C) v kW (hodnota, na základě které je navrhován výkon tepelného zdroje a která vyjadřuje maximální potřebný příkon tepla objektu při výpočtové venkovní teplotě v zimním období v dané lokalitě, tj. obvykle -12 °C až -15 °C) je dána součinem celkové měrné tepelné ztráty a teplotního rozdílu mezi interiérem (Θ_i) a exteriérem (Θ_e).

$$Q_c = H_c \cdot (\Theta_i - \Theta_e) [kW] [13]$$

3.4 Energetická bilance a výpočty

3.4.1 Tepelná ztráta

Z energetického hlediska je každý objekt charakterizován jednak svými energetickými nároky (potřebami energie), jednak svou energetickou náročností (spotřebami energie). Energetické nároky jsou dány množstvím energie, které objekt pro svou funkci objektivně potřebuje. Energetická náročnost je faktické množství nakupované energie, které spotřebují pro svou činnost systémy, kryjící tyto energetické nároky.

Energetická bilance objektu má tři základní složky:

- potřeba tepla na vytápění
- potřeba tepla na přípravu TV
- spotřeby ostatních domácích spotřebičů [19].

3.4.2 Spotřeba tepla na vytápění

Při stanovení spotřeby energie se obvykle vychází z tzv. tepelné ztráty budovy. Tato ztráta se dříve počítala podle ČSN 060210 („Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění“ – platnost ukončena 1. 9. 2008), Tuto normu v současnosti nahradila harmonizovaná norma ČSN EN 12831 („Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu“).

Tzv. měrná tepelná ztráta je charakteristická pro danou budovu a je nezávislá na venkovní nebo vnitřní teplotě. Celkovou měrnou tepelnou ztrátu domu H_c [W/K] můžeme rozdělit na dvě složky a to tzv. měrnou tepelnou ztrátu prostupem (konstrukcemi) a větráním. Velikost měrné tepelné ztráty prostupem je přímo úměrná ploše jednotlivých konstrukcí a jejich tepelně – izolačními vlastem (součiniteli prostupu tepla). Velikost měrné tepelné ztráty větrání je zase přímo závislá na intenzitě větrání domu.

- Měrná tepelná ztráta prostupem

Výpočet měrné ztráty prostupem tepla HT [W/K] je podrobně popsán v ČSN EN ISO 13789 a vypočte se dle vztahu:

$$HT = LD + LS + Hu.$$

Kde LD je tepelná propustnost obvodovým pláštěm mezi vnitřním vytápěným prostorem a vnějším prostředím, LS ustálená tepelná propustnost přes zeminu (ČSN EN ISO 13370), Hu měrná ztráta prostupem tepla přes nevytápěné prostory (ČSN EN ISO 13789).

- Měrná tepelná ztráta větráním

Měrná tepelná ztráta větráním Hv [W/K] se dle ČSN EN 832 stanoví ze vztahu.

$HV = V \cdot \rho_a \cdot c_a$, kde V je objemový tok vzduchu v budově, včetně výměny vzduchu nevytápěnými prostory, $\rho_a \cdot c_a$ je tepelná kapacita vzduchu o jednotkovém objemu.

Objemový tok vzduchu může být vypočítán ze stanovené výměny vzduchu n takto:

$V = V \cdot n$, kde V je objem vytápěného prostoru z vnitřních rozměrů, n je intenzita výměny vzduchu.

Při výpočtu tepelné ztráty v obytných budovách přirozeně větraných se zpravidla uvažuje intenzita větrání nejméně $0,5 \text{ h}^{-1}$ (tj. vzduch v místnosti se vymění jednou za 2 hodiny).

- Celková tepelná ztráta

Když stanovíme dílčí složky měrné tepelné ztráty, jsme schopni stanovit měrnou tepelnou ztrátu, která charakterizuje daný objekt. Abychom však mohli navrhnout skutečný výkon otopné soustavy a zdroje vytápění musíme stanovit tzv. celkovou tepelnou ztrátu [W].

$Q = Hc \cdot (t_i - t_e)$, kde t_i je požadovaná vnitřní teplota, t_e je extrémní venkovní teplota (dle teplotní oblasti).

Výpočet tepelných ztrát slouží pro dimenzování vytápěcího systému. Pro stanovení potřebného výkonu zdroje tepla je možné vypočítat tepelnou ztrátu celého objektu. Pro stanovení potřebného výkonu otopných těles je nutné stanovit tepelnou ztrátu jednotlivých místností.

Ve výpočtu tepelné ztráty je nutno neopomenout žádný parametr, který ovlivňuje její výslednou velikost, protože je důležité, aby otopná soustava měla dostatečný výkon i při nejnižších ročních teplotách. Například do součinitele prostupu tepla zahrneme přírážku, která zohledňuje tepelné mosty (viz kapitola 3.2 Stavební konstrukce – tepelné mosty, tepelné vazby). Na druhou stranu není nutné zdroje vytápění ani otopná tělesa zbytečně předdimenzovávat, vzhledem k nemalým investičním nákladům a také jejich optimálnímu provozu. Takto stanovená ztráta se uvádí obvykle v projektové dokumentaci domu. [20]

3.4.3 Potřeba tepla na vytápění

Potřeba tepla je něco jiného než spotřeba. Potřeba je to, co potřebujeme, abychom dům vytopili. Spotřeba je to, co nakonec skutečně spotřebujeme a hlavně zaplatíme. Potřeba je závislá na tepelně-izolačních vlastnostech objektu a na intenzitě větrání, tedy zcela vychází z tepelné ztráty domu. Na druhou stranu spotřeba je ovlivněna účinností zdroje vytápění, účinností rozvodů, regulace a v neposlední řadě schopností reagovat a využít tepelné zisky.

Roční potřebu tepla na krytí tepelných ztrát dostaneme integrací (sečtením) okamžitých tepelných ztrát po celou topnou sezónu. V současnosti existuje několik typů výpočtu, kterými je možné stanovit roční potřebu tepla na vytápění. Jejich použití není universální a je dobré vědět, jak se vzájemně liší a kdy je možné který použít. [12]

3.4.4 Výpočet roční potřeby tepla na vytápění

Kolik tepla nám z budovy unikne, jinak řečeno kolik spotřebujeme na vytápění, závisí nejen na rozdílu mezi vnitřní a vnější teplotou, ale také na době, po kterou topné období trvá.

Vypočet potřeby tepla na vytápění přes denostupně vychází z dlouhodobých sledování délky otopných období v ČR. U rodinných domků je to velmi individuální. Ve velmi dobře izolovaných (nízkoenergetických) domech bývá topná sezóna kratší. Pro bytové domy, zásobované z centrálního zdroje, předepisují předpisy začátek topné sezóny tehdy, když průměrná denní teplota poklesne 3 dny po sobě pod 13 °C.

Díky tomu, že závislost tepelné ztráty na teplotě je lineární, je možné se vyhnout integraci a použít jednodušší vzorec s takzvanými denostupni D, což je součin počtu dnů, kdy je třeba vytápět a rozdílu průměrné vnitřní teploty v domě a průměrné venkovní teploty ve vytápěcím období.

Počet denostupňů D se pak vypočte dle vzorce:

$$D = d \cdot (t_{im} - t_{em})$$

Pro ČR jsou průměrné hodnoty:

- $D = 3\,678$ denostupňů
- $d = 242$ dní (vytápěcí sezóny)
- $t_{im} = 18$ °C (průměrná vnitřní teplota)
- $t_{em} = 3,8$ °C (střední venkovní teplota v době vytápěcí sezóny).

Roční potřeba tepla se pak vypočte dle vzorce:

$$E_v = 24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D / (t_i - t_e) \text{ [Wh]}$$

Q_c je výpočtová tepelná ztráta ve W

ε je opravný součinitel

D je počet denostupňů

t_i je vnitřní teplota (obvykle 20 °C)

t_e je vnější výpočtová teplota (podle oblasti -12 °C, -15 °C, -18 °C).

Určení součinitele ε je možné podle vztahu:

$$\varepsilon = \varepsilon_n \cdot \varepsilon_r \cdot \varepsilon_u \cdot \varepsilon_s \cdot \varepsilon_t \quad [24].$$

Tab. 2 Součinitel zohledňující nesoučasnost působení jednotlivých vlivů na tepelnou ztrátu

součinitel nesoučasnosti	ε_n
starší vícepodlažní domy	0,9
RD starší	0,9
moderní bytové domy	0,8
moderní a nízkoenergetické domy	0,8

Zdroj: EkoWATT

Tab. 3 Součinitel zohledňující vliv regulace

součinitel regulace	ε_r
ruční regulace	1,1
termostat v referenční místnosti	1
ekvitermní regulace	1

Zdroj: EkoWATT

Tab. 4 Součinitel zohledňující teplotní útlumy

součinitel útlumů teplot	ε_u
vícepodlažní domy	1
rodinné domy	0,8
bez útlumu	1

Zdroj: EkoWATT

Tab. 5 Součinitel zohledňující vlastnosti otopné soustavy

součinitel vlivu otopného systému	ε_s
teplovodní	1
teplovzdušný	1
sálavý	1,1

Zdroj: EkoWATT

Tab. 6 Součinitel zohledňující zvýšení vnitřní teploty oproti výpočtové

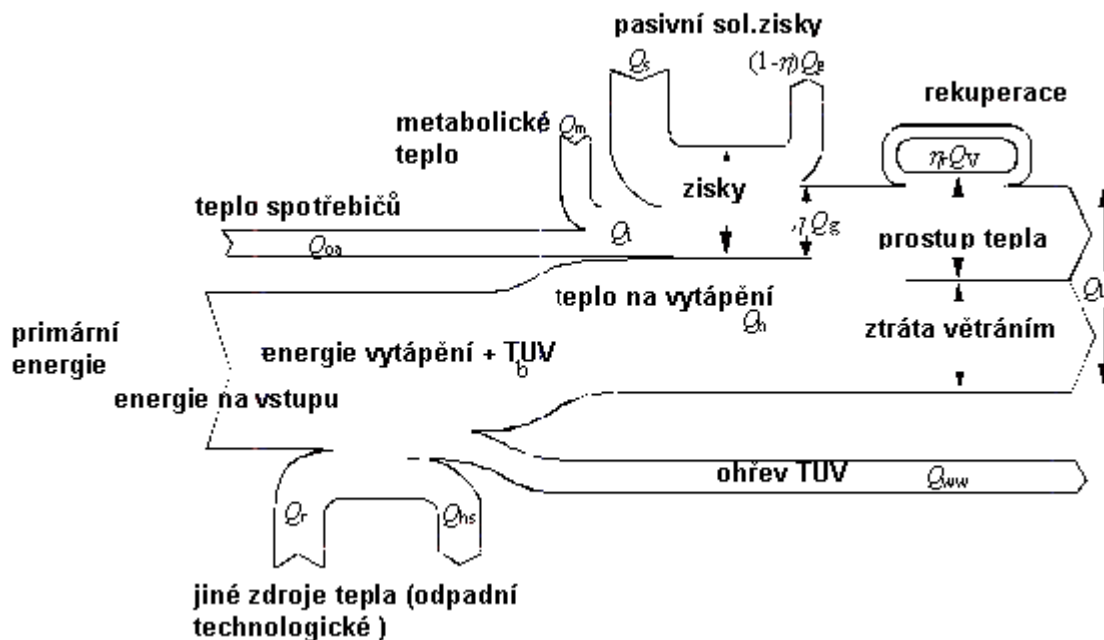
součinitel zvýšení teploty	ϵ_t
zvýšení o 1°C	1,1
zvýšení o 2°C	1,1
zvýšení o 3°C	1,2

Zdroj: EkoWATT

Základem výpočtu roční potřeby tepla na vytápění dle ČSN EN 832 (tzv. měsíční výpočet) je energetická bilance budovy, která obsahuje následující položky:

- ztráty prostupem tepla a větráním mezi vnitřním a vnějším prostředím,
- užitečné vnitřní tepelné zisky,
- využití solární zisky,
- ztráty při výrobě a distribuci, emisní ztráty a ztráty regulací vytápěcího systému,
- vstup energie do otopné soustavy [24].

Obr. 14 Schéma tepelné bilance budovy



Zdroj: ČSN 832

Výpočet potřeby tepla probíhá po jednotlivých měsících v roce. Roční potřeba tepla je sumou hodnot potřeb tepla ze všech měsíců, pro které je venkovní teplota nižší než požadovaná vnitřní teplota. Pro výpočet jsou potřebné průměrné vnější teploty a dopadající sluneční záření pro všechny měsíce.

Tabulka s hodnotami: Příloha č. 1.

Tepelné ztráty Q_1 a tepelné zisky Q_g se vypočítávají pro každý časový úsek výpočtu. Potřeba tepla na vytápění pro každý časový úsek výpočtu se stanoví ze vztahu:

$$Q_h = Q_1 - \eta \cdot Q_g.$$

Stupeň využití tepelných zisků η je redukčním činitelem tepelných zisků. Zavádí se do energetické bilance pro zohlednění dynamického chování budovy. Přičemž $Q_1 = 0$ a $\eta = 0$, je-li průměrná vnější teplota vyšší než požadovaná vnitřní teplota.

Celková spotřeba energie:

Pro dané období se potřeba energie Q , kterou je třeba do otopné soustavy dodat, stanoví takto:

$$Q + Q_r = Q_h + Q_w + Q_t.$$

Kde Q je potřeba energie na vytápění budovy, Q_r teplo zpětně získané z přídavných zařízení, z vytápěcího systému a z okolního prostředí, Q_h potřeba tepla pro vytápění budov, Q_w potřeba tepla na ohřev teplé užitkové vody, Q_t celková tepelná ztráta vytápěcího systému.

Měsíční výpočet je mnohem přesnější než denostupňová metoda a je schopen stanovit potřebu tepla na vytápění, která bude více odpovídat skutečné realitě. Proto se tento typ výpočtu používá např. k vyčíslení předpokládaných provozních nákladů na vytápění apod. Tvoří také základ výpočtu energetické náročnosti budovy. [24]

3.5 Tepelné zisky

- Zisky od osob

Lidé, jako teplokrevní živočichové, neustále produkují teplo, tzv. metabolické. Výkon závisí na činnosti. Dospělý člověk produkuje ve spánku cca 50 W, při sezení a nenamáhavé činnosti 80 až 100 W, při špičkovém fyzickém výkonu až 1000 W.

- Zisky od spotřebičů

Většina energie, kterou domácí spotřebiče odeberou ze sítě, se přemění na teplo. Toto teplo vesměs přispívá k vytápění domu. Výjimkou je zejména pračka, kde teplo odchází s vodou do kanalizace. Dále pak sporáky a trouby, kdy je v době provozu potřeba intenzivněji větrat (kvůli páře, oděrům a případně zplodinám ze spalování zemního plynu), takže velká část tepla odchází nevyužita pryč.

Energetický přínos lze odhadnout z příkonu a doby využití spotřebičů.

- Pasivní solární zisky

Množství slunečního záření, které dopadne na okno, závisí na orientaci okna a jeho zastínění. Při výpočtu je dále třeba zohlednit plochu rámu okna (na výkresech se uvádí rozměry okenního otvoru, plocha zasklení je o 15 až 40 % menší). Velkou roli hraje i zastínění záclonami, žaluziemi a podobně.

Mimoto je nutno si uvědomit, že ne všechny solární zisky lze využít pro vytápění. V případě slunných dnů mohou být zisky větší, než je tepelná ztráta příslušné místnosti. Dojde tedy buď k přehřátí místnosti (tím se část zisků naakumuluje do hmoty domu), nebo jsou zisky odvětrány, aby byla v místnosti snesitelná teplota. Zejména u lehkých budov (dřevostavby, podkrovní vestavby) je stupeň využití solárních zisků relativně nízký. U těžkých budov je situace lepší. Nejlepší je z tohoto hlediska vybavit dům centrálním větráním s rekuperací tepla, které zajistí nejvyšší využití nejen solárních, ale i ostatních vnitřních tepelných zisků. [16]

3.6 Energetický audit

Písemná zpráva o energetickém auditu

Hodnocení současné úrovně provozovaného energetického hospodářství a budov obsahuje:

- a) identifikační údaje,
- b) popis výchozího stavu,
- c) zhodnocení výchozího stavu.

Celková výše technicky dosažitelných energetických úspor je obsažena v návrhu opatření ke snížení spotřeby energie

Návrh vybrané varianty doporučené k realizaci energetických úspor obsahuje:

- d) ekonomické vyhodnocení
- e) vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí.

Závěrečný posudek energetického auditora obsahuje závazné výstupy energetického auditu včetně evidenčního listu. [23]

4. Způsoby zateplování

Na začátku stavby stojíme před rozhodnutím, z jakého materiálu stavbu provést. Vybírat může z těchto materiálů:

- beton
- tvárnice z lehčeného betonu
- dřevocementové tvárnice
- ztracené bednění
- výstavba ze dřeva.

4.1 Zateplování budov – možnosti navrhování, provádění, kontroly a posuzování

Správné postupy, které by měly být dodrženy při návrhu, provádění a kontrole kontaktních i jiných zateplovacích systémů.

V současné době je jednou z nejčastěji požadovaných stavebních úprav tepelná izolace budov, jejich zateplení. Důvodem jsou rostoucí náklady na topení, a tím stoupá zájem o dodatečnou izolaci (případně zateplení budovy již při výstavbě) jak rodinných domů, tak obytných domů.

Jsou dvě základní varianty, jak lze izolování objektu provést – buď zvenku, nebo zevnitř. Jednoznačně lze doporučit tepelnou izolaci zvenku, vnitřní tepelná izolace se zvažuje pouze tam, kde to z vnější strany z jakýchkoliv důvodů nelze, např. u historických budov, kdy se nesmí poškodit štuky na fasádách a nelze změnit vzhled budovy (případně u tzv. krátkodobě obývaných domů, kde je potřeba rychle dosáhnout tepelné pohody pouze po dobu vytápění). V případě vnitřní tepelné izolace je třeba se pečlivě věnovat parozábranám a jejich bezpečné funkci, včetně spár podél navazujících konstrukcí. Je při něm nutné ošetřit tepelné mosty v napojení všech navazujících vnitřních konstrukcí (tj. hlavně místa, kde v zimě kvůli tepelné izolaci uvnitř konstrukce proniká chlad a posouvá se rosný bod podstatně blíž k vnitřnímu povrchu obvodové konstrukce), na kterých často

kondenzuje vlhkost až na vnitřním povrchu v místnosti. Ve všech případech je zateplení rizikové a zhoršuje vlhkostní podmínky konstrukcí – v některých případech dokonce není reálné vnitřní zateplení provést bez rizika budoucích závad. Z toho vyplývá, že prověrku možnosti tepelné izolace zevnitř a její případné provedení je třeba svěřit již od návrhu odborníkům (projektantům a realizačním firmám, které mají s vnitřním zateplením nejen praktické zkušenosti, ale i odpovídající znalosti). V tomto článku se nebudeme vnitřní tepelné izolaci věnovat. [25]

Obr. 15 Rozdělení zateplení dle umístění na konstrukci



Stropy a podhledy



Vnější stěny



Šikmé střechy – krovy



Vnitřní stěny

Zdroj: <http://knaufinsulation.cz/products/overview/skelna-vlna>

4.2 Zateplení budov z vnější strany

Kvůli chybějícím zkušenostem investorů je potřeba technického dozoru.

Ani v dnešní době není v Čechách jednoduché postavit dobře izolovaný dům, ať už nízkoenergetický nebo pasivní. Technologie zateplování a použití tepelných izolací je stále v začátcích, jen málokterý projektant jí rozumí, a někteří ji dokonce odmítají. Podobné je to i se stavebními firmami. „Nemají zkušenosti a nedokáží udržet kvalitu detailů, jež jsou

pro dobře izolovaný dům velice důležité, a proto je potřeba vyžadovat zvýšený technický dozor se znalostmi problematiky stavební fyziky.“ Otázku technického dozoru rozhodně nelze podceňovat a jeho absence je šetření na nepravém místě.

Přestože je v dobře tepelně izolovaném domě spotřeba více izolace a ve velkém množství případů speciální jednotky pro vytápění a výměnu vzduchu, jeho cena se od klasického liší jen minimálně. Náklady na izolaci vyváží tenčí obvodové zdivo, a co stojí technologie, ušetří se na vytápění a na ohřívání systémově řízené výměny vzduchu. I pasivní dům může mít téměř jakýkoliv tvar. Existuje však několik pravidel, které je dobré dodržovat, jako je orientace obytných místností k jihu. Dále je důležitý a nezanedbatelný celistvý tvar domu, což se lépe navrhuje u novostaveb. U již stojících domů se k hodnotám splňující kritéria pasivních domů dostáváme obtížněji.

ETICS = Vnější kontaktní zateplovací systém = (dle ČNI)

Vnější tepelně izolační kompozitní systém, který je složen z průmyslově zhotovených výrobků a je výrobcem dodáván jako ucelený systém, je jedním z nejčastějších způsobů zateplování budov.

ETICS je stanoveným výrobkem (ekvivalent výrobku), a proto je nutné dodržovat zásady a požadavky Směrnice 89/106/EHS pro stavební výrobky, tzn., že se u výrobku hodnotí šest základních požadavků:

- mechanická odolnost a stabilita
- požární bezpečnost
- ochrana zdraví a životního prostředí
- ochrana proti hluku
- bezpečnost při užívání
- úspora energie a tepelná ochrana.

Z toho vyplývá povinné hodnocení shody zajišťované výrobcem podle zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů. ETICS je možno hodnotit podle evropských předpisů (ETAG 004) podle NV č. 190/2002 Sb., nebo podle národních předpisů (technické návody) podle NV č. 163/2002 Sb.

Vnější kontaktní zateplovací systém (ETICS) je považován za tzv. sestavu (anglicky kit), to znamená, že je pevně stanovena skladba a pravidla montáže na stavbě. Mimo jiné musí být každá sestava uvedena na trh tak, aby ji zákazník mohl koupit v rámci jedné obchodní transakce u jednoho dodavatele.

Vzhledem k tomu, že na správné montáži sestavy jako výrobku do stavby závisí nejen jeho vlastnosti, ale ovlivňuje i vlastnosti obvodového pláště jako celku (prostup tepla, kondenzaci a vznik plísní, akustické vlastnosti atd.), je nutné podat informace o montáži sestavy jako výrobku v písemném návodu.

K tomu, aby ETICS jako výrobek splňoval deklarované vlastnosti, je třeba, aby výrobce měl zpracován „systém řízení výroby“ výrobku ETICS jako sestavy a při výrobě byl tento systém dodržován.

Výrobce vystavené prohlášení o shodě je právoplatné, pokud je zajištěno dodržování systému řízení výroby výrobku ETICS jako sestavy proškolenou realizační (prováděcí) firmou, která zabudovává ETICS do stavby.

Soudně znalecké posudky se opírají o prokazatelné dodržení stanovených pravidel při návrhu a provádění (ETICS) jako sestavy (kit). Nedodržení těchto pravidel vede ke konstatování o neoprávněném použití výrobku na stavbě. [26]

4.3 Typy energeticky úsporných domů

Nízkoenergetický dům: stavba, jejíž energie na vytápění je v rozmezí 15–50 kWh/m² za rok. Spojuje a optimalizuje obytný komfort, kvalitu stavebních konstrukcí, energetickou a finanční úspornost a ochranu životního prostředí. [21]

Pasivní dům: stavba, která se vytopí téměř sama pomocí slunečního záření a vnitřních tepelných zisků – spotřebičů, osob apod. Pasivní dům spotřebuje ve srovnání s běžnou stavbou zhruba desetkrát méně tepla na vytápění, to je méně než 15 kWh/m² rok. Díky tomu se pasivní dům obejde bez klasické topné soustavy, stačí pouze malý zdroj, který pokryje zbytkovou spotřebu tepla. [18]

Aktivní dům: nebo také plusový dům vyrobí víc energie, než spotřebuje. Vydělá si tak nejen na svůj provoz, ale třeba i na svou výstavbu. Aktivní dům nezanechává žádnou uhlíkovou stopu, je vzdušný, slunný a uvnitř vytváří zdravé klima. [18]

Tab. 7 Rozdělení budov podle potřeby tepla na vytápění a potřeby energie na provoz

Kategorie	Potřeba tepla na vytápění
Starší budovy	často dvojnásobek pro obvyklé novostavby i více
Obvyklá novostavba podle aktuálních závazných požadavků platných do r. 2007	80-140 kWh/(m ² a) v závislosti na faktoru tvaru A/V
Nízkoenergetický dům	≤ 50 kWh/(m ² a)
Pasivní dům	≤ 15 kWh/(m ² a)
Dům s nulovou potřebou tepla na vytápění	≤ 5 kWh/(m ² a)
Energeticky nulový dům	potřeba konečné energie pro provoz domu = 0 kWh/(m ² a)
Dům s energetickým přebytkem, Energie-plus, energy-plus	potřeba konečné energie pro provoz domu < 0 kWh/(m ² a)
Energeticky nezávislý dům	nelze jednoznačně stanovit, nezávislost na obvyklém energetickém zásobování

Zdroj: [18]

4.4 Vhodný postup při realizaci zateplení budovy

4.4.1 Před rozhodnutím provést zateplení

je vhodné zpracování energetického hodnocení obvodových konstrukcí budovy, které nejlépe zmapuje stav obálky budovy a možnosti úprav.

- zjištění stavu stávající neprůhledné obálky budovy (svislé konstrukce, vodorovné konstrukce, krov)
- zjištění stavu stávajících výplní otvorů (okna, dveře)
- zhodnocení stávající soustavy vytápění
- zhodnocení stávajícího systému větrání.

Nejužívanější zavedenou formou energetického hodnocení budovy je energetický audit. [19]

4.4.2 Projektové řešení

Dodržení požadavků ČSN 73 0540:2007 (dodržení požadovaných prostupů tepla i vnitřních povrchových teplot – teplotního faktoru při vnitřním povrchu), statiky a požárního hodnocení.

Součástí řádného provedení ETICS je i jeho návrh, který by měl minimálně obsahovat několik bodů, tj. průzkum podkladu, řešení statiky kotvení, stanovení prostupu tepla a kondenzaci v konstrukci, povrchové teploty v kritických místech a požární hodnocení. Pokud projektová dokumentace toto neobsahuje je nutno toto hodnocení doložit jiným způsobem, minimálně zápisem o hodnocení těchto bodů do stavebního deníku.

Navržení výrobků pro stavbu s prohlášením o shodě, včetně řešení detailů. Nezbytným požadavkem, i když velmi opomíjeným, je navržení konkrétního certifikovaného výrobku ETICS s prohlášením o shodě jako sestavy, to znamená, že skladba komponentů musí být shodná se skladbou certifikovanou a samozřejmě součástí konkrétně navrženého ETICS je i dodržení výrobcem předepsaného postupu montáže na stavbě. [19]

4.4.3 Výběr realizační (prováděcí) firmy

Schopnost provádět navržený systém ETICS (tepelná izolace stropů, krovu)

Ve vazbě na navrženou tepelnou izolaci budovy konkrétním systémem ETICS je nutno vybírat prováděcí firmu, která má oprávnění (proškolení) svých zaměstnanců k montáži konkrétního systému ETICS, jinak není garance bezchybného provedení ve smyslu odpovídajícího „Prohlášení o shodě“. Zatím se tak mnohdy neděje a je to v rozporu s požadavky certifikovaného ETICS.

- Reference již provedených zateplení budov

Při výběru zhotovitele (prováděcí firmy) na zateplení budovy konkrétním systémem ETICS je vhodné vybírat prováděcí firmu, která předloží reference o již provedených tepelných izolacích tímto konkrétním tepelně izolačním systémem a lze toto provedení vidět (případně pohovořit s investorem referenční budovy). Mnohdy napoví při rozhodování.

- Smlouva s realizační (prováděcí) firmou

Po výběru prováděcí firmy se vyplatí co nejpodrobněji uvést do smlouvy (písemná smlouva je nutností) podmínky provedení, např. podle ČSN 73 2901 (Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů), a předání technologického postupu provádění pro kontrolu technickému dozoru investora. Je třeba smluvně zavázat realizační firmu podmínkami použít certifikovaný systém ETICS podle návrhu, provádět ETICS podle technologického předpisu, vyškolenými pracovníky a v dohodnutém termínu a ročním období, tj. v teplotách bez rizika nekvalitního provedení. Mnohdy se stává, že z různých důvodů provádění sklouzne do termínů, kdy nelze garantovat kvalitu montáže.

- Vlastní kontrolní systém (ISO 9001, stavební deník, KZP)

Při výběru realizační firmy je vhodné dát přednost firmě, která má na provádění ETICS zaveden systém managementu jakosti ISO 9001. Lze pak předpokládat kvalitní provedení, protože firma má vytvořeny systémové prvky provádění a kontrolní body (v rámci kontrolního a zkušebního plánu KZP) k dodržení kvality. To však není důvodem nepřibrat vlastní technický dozor stavebníka/investora, kvalifikovaný dozor investora je samozřejmostí a nutností.

- Cena a záruky

Není vždy dobré řídit se pouze nízkou cenou, ale je třeba hodnotit, co všechno za smluvní cenu firma nabízí, tj. jaké jsou záruky dodržení certifikované skladby ETICS, kvalitního provedení a záruka nenavýšení ceny během provádění. Mnohdy se stává, že se nedodrží certifikovaná skladba, nebo se z různých důvodů během provádění navyšuje cena. [19]

4.5 Vliv zateplení a reflexních materiálů

4.5.1 Ekonomika zateplování

Současným trendem posledních let je co nejvíce zmírnit náklady potřebné na vytápění domů. Zateplením stavby se toho dosáhne poměrně snadno a právě díky tomu tak činí stále více lidí. [2]

4.5.2 Nejvíce tepla uniká střechou

Snížit energetickou náročnost budovy lze mnoha způsoby – výměnou oken, použitím ekonomičtějšího a zároveň i ekologičtějšího zdroje vytápění, ale zaměřme se na nejefektivnější způsob, kterým je zateplení domu.

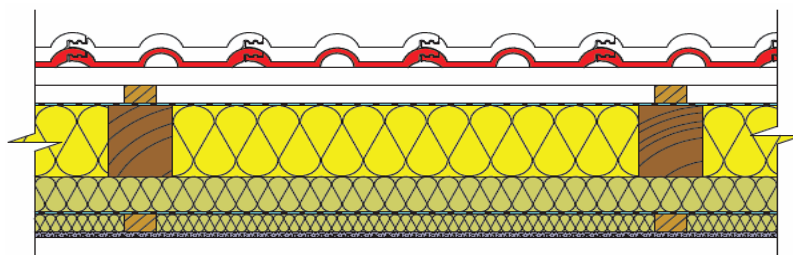
Je třeba si klást otázku kde je zateplení nejúčinnější. K správné odpovědi nám mohou pomoci požadavky z normy ČSN 73 0540-2, kde doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $U_N \leq 0,16 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ je nejnižší právě pro střechy. Z tohoto vyplývá, že doporučená tloušťka izolace pro šikmou střechu začíná tuto hodnotu splňovat až při tloušťce cca 250 mm (a to jen u těch nejkvalitnějších minerálních izolací při minimalizaci tepelných mostů), u méně kvalitních typů izolačních materiálů je třeba tepelné izolace ještě více. [16]

4.5.3 Vliv tepelné izolace

Vliv tepelné izolace je výrazný a lze jej také matematicky odvodit. V případě výpočtu nás zajímá právě dosažení co nejnižší hodnoty součinitele prostupu tepla U [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]. Tento součinitel však charakterizuje celou konstrukci jako celek, vlastní materiály mají hodnotu součinitele tepelné vodivosti λ [$\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$] kterou lze pomocí tloušťky d [m] přepočítat na hodnotu tepelného odporu R [$\text{m}^2\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$]. [20]

Touto matematickou metodou se počítají především střechy, jejíž skladba je na obrázku 16, obvodové zdi a další.

Obr. 16 Skladba šikmé střechy



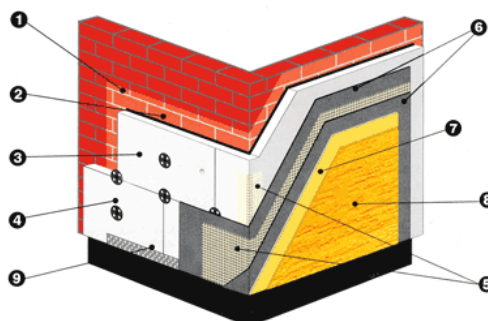
Zdroj: <http://stavba.tzb-info.cz/izolace-strechy-fasady/7307-vliv-zatepleni-a-reflexnich-materialu>

4.6 Typy izolace

4.6.1 Expandovaný polystyren

Expandovaný polystyren (EPS) se vyrábí tavením a zpěněním. Má nízký součinitel tepelné vodivosti (kolem 0,04 W/mK) a malou objemovou hmotnost. Jeho nevýhodou jsou poměrně velké objemové změny a vysoká nasákavost. Nelze ho použít na místa, kde by mohla teplota vystoupit nad 70 °C. Používá se k izolaci podlah, stěn (kromě vnější izolace suterénní stěny) a dvouplášťových střech. Nevýhody nasákavosti expandovaného polystyrenu se odstraňují výrobou extrudovaného polystyrenu (XPS). Výsledkem je uzavřená buněčná struktura, díky níž má výsledný polystyren vynikající vlastnosti. Nemá tendence smršťovat se, je téměř nenasákavý a má součinitel tepelné vodivosti pouze 0,03 Wm⁻³. Stejně jako pěnový polystyren však neodolává vysokým teplotám. Používá se zejména pro izolaci základů, stěn a podlah. [8]

Obr. 17 Zateplení tepelně izolačním systémem (polystyren)



Zdroj: <http://www.uni-ekospol.cz/zatepl.html>

- 1 - Penetrace podkladu
- 2 - Lepící hmota
- 3 - Tepelný izolant (Extrudovaný polystyren / Desky z minerálních vláken)
- 4 - Talířové hmoždinky
- 5 - Výztužná tkanina ze skelných vláken
- 6 - Armovací stěrka VAZAKRYL
- 7 - Základní nátěry
- 8 - Povrchové úpravy (Silikátová/Silikonová/Minerální dekorativní omítkovina)
- 9 - *Doplňkové komponenty [13]*

Obr. 18 Cihelný blok plněný tepelnou izolací (pěnovým polystyrenem)



Zdroj: <http://bydleni.idnes.cz/foto.aspx?>

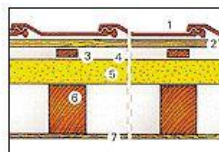
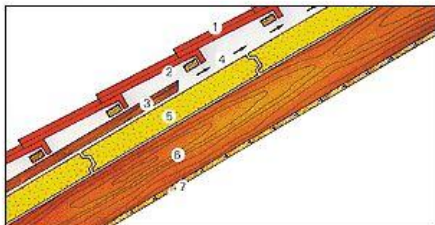
4.6.2 Pěnový polyuretan

Je nejúčinnější tepelnou izolací. Jeho součinitel tepelné vodivosti je 0,02 až 0,035 Wm^{-3} . Rozlišujeme měkký polyuretan a tvrdou polyuretanovou pěnu. Měkký je znám také pod názvem molitan a ve stavebnictví se téměř vůbec nepoužívá. Tvrdý pěnový polyuretan lze používat na ploché a šikmé střechy, na stěny suterénu jako pojistnou hydroizolaci a všude tam, kde není izolace chráněna proti vlhkosti. [8]

Obr. 19 Nadkrokevní izolace

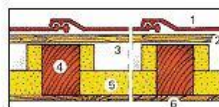
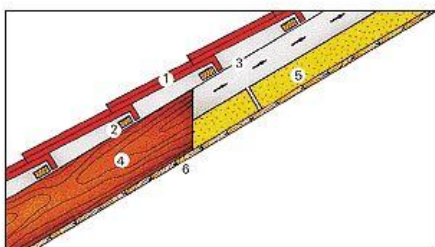
Příklady konstrukcí

PUR desky na krokech sedlové střechy



- 1) tvrdá skořepina
- 2) příčné latění
- 3) podélné latění
- 4) vzduchová mezera
- 5) PUR deska opatřená hliníkovou fólií
- 6) dřevěné krokve
- 7) dřevěný obklad

PUR desky mezi krokevemi sedlové střechy



- 1) tvrdá krytina
- 2) příčné latění
- 3) vzduchová mezera
- 4) dřevěné krokve
- 5) PUR deska opatřená hliníkovou fólií
- 6) dřevěný obklad

Zdroj: http://www.izolace-info.cz/downloads/montazni_navody/ITP%201,2.jpg

4.6.3 Pěnový polyetylén

Jeho výhodou v porovnání s jinými materiály je, že je ohebný, pružný a nenasákavý. Má součinitel tepelné vodivosti 0,04 W / m³. Není odolný proti teplotám nad 80 ° C. Používá se zejména na izolaci potrubí a do plovoucích podlah. [8]

Obr. 20 Pěnový polyetylén



Zdroj: <http://www.obalove-materialy.cz/mirelon-penovy-polyetylen-pe-sire-110cm-balen-50m-tl-3mm/d-70468/>

4.6.4 Pěnové sklo

Vyrábí se zpěněním skleněné drtě spolu s práškovým uhlím. Protože tento izolační materiál má uzavřené póry, je nenasákavý. Je odolný proti extrémním teplotám a má vysokou pevnost v tlaku. Používá se zejména na místa, kde se izolace zatěžuje, jako jsou ploché střechy a terasy, a na izolaci zdí vystavených působení vody - stěny suterénu. [8]

Obr. 21 Pěnové sklo



<http://www.izolace-info.cz/katalog/penove-sklo/foamglas/?purl=735114-izolacni-deska-z-penoveho-skla-foamglas-s3>

4.6.5 Minerální vlna

Vyrábí se drcením, tavením a rozvláknováním více druhů hornin. Podle surovin rozeznáváme skleněnou a kamennou vlnu. Pro spotřebitele je hlavní rozdíl mezi oběma vlnami v jejich objemové hmotnosti (v hustotě). Skelná vlna je lehká, měkká a trvale elastická. Většinou se prodává v kotoučích a je stlačena až na jednu třetinu svého objemu. Některé výrobky mají parozábranu. Kamenná vlna má dvojnásobnou až desetinásobně větší hustotu než skleněná vlna, je tvrdší. Prodává se ve formě desek ve svém původním objemu. Vzhledem k širokému spektru desek z minerální vlny může být jejich součinitel tepelné vodivosti v rozmezí 0,035 až 0,076 W / m³. Tento materiál snáší vysoké teploty. Žádný výrobek z minerální vlny nesmí přijít do kontaktu s vodou. Desky z minerální vlny se používají na izolaci šikmých střech, stěn, potrubí, podlah a plochých střech. Kamennou vlnu lze díky její odolnosti proti tlaku použít i jako zátěžovou izolaci. [8]

Obr. 22 Minerální vlna



Zdroj: <http://www.izolace-info.cz/katalog/penove-sklo/foamglas/?purl=735114-izolacni-deska-z-penoveho-skla-foamglas-s3>

Obr. 23 Cihelný blok vyplněný minerální vatou



Zdroj: <http://bydleni.idnes.cz/foto.aspx?>

4.6.6 Perlit

Materiál vyrobený zahřátím expandovaných hornin snese vysokou teplotu a je nasákavý. Používá se ve formě nasytů nebo se přidává do betonu, malty a omítky a zlepšuje tak jejich tepelně-izolační vlastnosti. Materiál je odolný proti škůdcům i hnilobě.

[8]

Obr. 24 Cihelné tvarovky s dutinami vyplněnými expandovaným perlitem



Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/4444-nizkoenergeticke-staveni-ze-systemu-heluz>

4.6.7 Dřevěná vlna

Lisovaná spolu s cementem do desek je známá pod názvem heraklit. Materiál se vyznačuje dobrou tepelnou akumulací, dobře drží omítku, jeho tepelně-izolační vlastnosti jsou však v porovnání s ostatními vzpomínanými materiály horší. Proto se desky z dřevěné vlny používají v kombinaci s minerální vlnou. Hodí se pro využití v interiéru. [8]

4.6.8 Kamenná vlna

Skelná a kamenná vlna se dodávají v rolích, deskách nebo volně. Při porovnání hmotností je však skelná vlna efektivnější izolační materiál. Navíc je důležité, že jak skelná tak i kamenná vlna mají výhody v tom, že zamezují pronikání vnějšího hluku do interiéru a jsou nehořlavé. To jsou hlavní důvody vysoké poptávky zejména majitelů domů. [12]

Obr. 25 Kamenná vlna



Zdroj: http://www.mujsdum.cz/rubriky/stavba/materialy-pro-zatepleni-domu_498_fotogalerie.html

4.6.9 Odvětrávaná fasáda

Odvětrané a difúzně otevřené fasádní systémy bez použití malt a lepidel, fungují na bázi aktivně ochranného pláště, který pomocí tzv. komínového efektu udržuje a ozdravuje stěny a interiér domu. Nezanedbatelné je i plnohodnotné zateplení domů a zateplení fasád. [10]

Obr. 26 Odvětrávaná fasáda



Zdroj: <http://www.novabrik.cz/cz/novabrik/>

Obr. 27 Výhody odvětrávané zateplené fasády oproti zateplení polystyrenem a minerální vatou

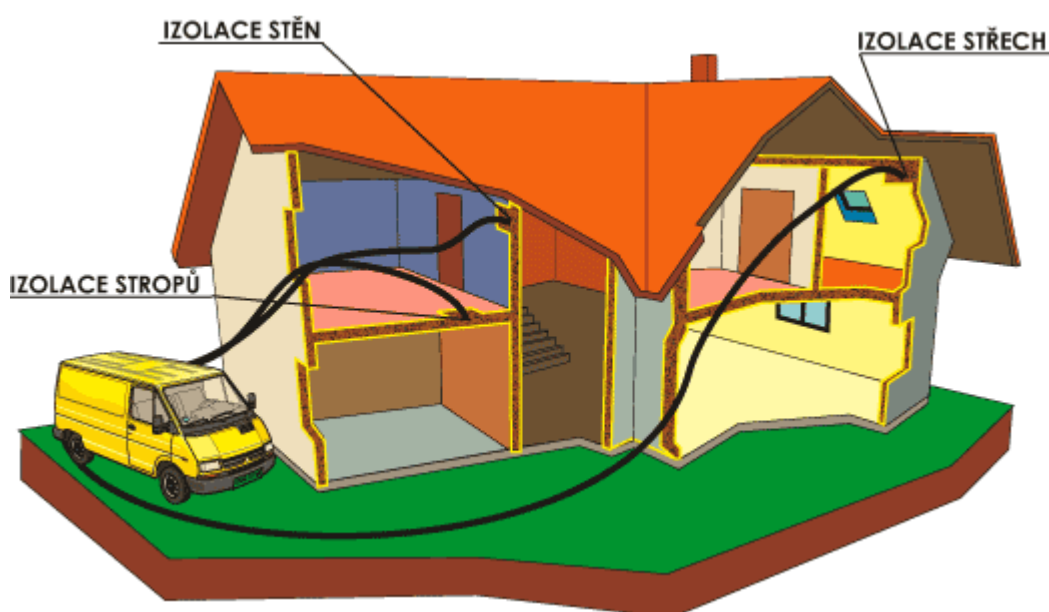
	NOVABRIK	POLYSTYREN	MINERÁLNÍ VATA
životnost	50let a více	5 - 10let	do 20let
tepelně-izolační schopnost	✓	✓	✓
zvýšení požární odolnosti	✓	✗	✓
stálobarevnost	✓	✗	✗
odolnost proti popraskání a odmrzáání	✓	✗	✗
odolnost proti plísním	✓	✗	✗
omyvatelnost	✓	✗	✗
akustický útlum směrem ven i dovnitř	✓	✗	✗

Zdroj: <http://www.izolace-izotrade.cz/>

4.6.10 Foukaná izolace

Foukaná tepelná izolace je bezodpadové zateplování stávajících i nových objektů. Pomocí aplikačního stroje, který zůstává po celou dobu aplikace na nákladním automobilu, je hadicemi za pomoci vzduchu do izolovaného prostoru vháněn izolační materiál, který vyškolený pracovník aplikuje v předepsané výšce do izolovaného prostoru. Zvolený materiál přilne těsně ke stavební konstrukci a tím se zabrání mezerám a vzniku tepelných mostů. [4]

Obr. 28 Foukaná izolace



Zdroj: <http://www.izolace-izotrade.cz/>

Materiály

- Kamenná (minerální) vlna granulát
- Skelná (minerální) vlna granulát
- Celulókové vlákno

Výhody technologie foukané izolace

- kompletní izolování bez tepelných mostů
- aplikace bez vyklízení půd
- izolování i velmi těžce přístupných míst
- váš dům standartní velikosti zateplíme za 5-6 hodin
- bezodpadová technologie
- příznivá cena

Možnosti:

Foukání do dutin - využívá se k zateplování dutých trémových stropů, podlah, šikmin či jiných dutých konstrukcí.

Volné foukání - tímto způsobem se zateplují nepochozí půdy, klenby, zavěšené sádkartonové stropy, těžko přístupné nízké pultové střechy, dvouplášťové střechy panelových domů a další.

Materiály – granulát minerální vlny, granulát skelné vaty, celulózové vlákno

Vlastnosti – nehořlavé, nesléhavé, nenasákavé vodou, odpuzují hlodavce, odolné vůči hnilobám a plísním. [4]

4.6.11 Heraklith

Tento produkt se vyrábí za pomoci dřevitých vláken s cementem. Tento výrobek má široké spektrum uplatnění ve stavebnictví. Je vyráběn v deskách.

Desky Heraklith z dřevovláknité vlny vznikají spojením dřevěných vláken s minerálním pojivem. Zachovávají se všechny ideální vlastnosti dřeva. Jsou lehké, funkční a přitom přírodní a ekologické.

Výhody dřevovláknitých desek Heraklith:

- přírodní, ekologický materiál
- výborná izolace před teplem a chladem
- stejná životnost jako budova, ve které jsou použité

- ochrana konstrukčních prvků budovy před zničením v případě požáru
- (funkce tepelných bariér)
- dokonalé akustické parametry díky otevřenému strukturovanému povrchu
- přirozený a atraktivní vzhled

Vzájemnou kombinací desek Heraklith (jejichž základní složkou je dřevovláknitá vlna) a minerální vlny vznikají desky TEKTALAN – nejbezpečnější a zároveň ekologické řešení pro podzemní garáže. Kombinací s EPS vznikají výrobky HERATEKTA.

- Protipožární ochrana

Při požáru sehrává nejdůležitější úlohu úniková cesta pro evakuaci, velmi důležitý je také dostatek času na samotnou evakuaci.

Heraklith, Tektalan

- v závislosti na typu nejsou vznětlivé, ani hořlavé
- (třída reakce na oheň A2)
- nepřispívají k vývoji požáru a neodkapávají
- splňují nejnáročnější třídu v kategorii dýmení
- Tepelná bariéra

Nejčastější příčinou požárů v podzemních garážích jsou hořící automobily. Hořící vozidla vytváří velmi vysokou teplotu. Desky z dřevovláknité vlny chrání betonové konstrukční prvky před vysokou teplotou, čímž zabezpečují jejich nosnost. Použití systémů Heraklith minimalizuje náklady na opravy po případném požáru.

Akustická izolace

Pohybující se vozidla jsou zdrojem poměrně vysoké hladiny hluku.

- představují ideální vlastnosti akustické izolace
- spojují otevřený strukturovaný povrch desek z dřevovláknité vlny s absorbováním hluku minerální vlnou
- Přirozený vzhled

Přirozená struktura dřevovláknitých desek dodává podzemní garáži mimořádný charakter. Povrchová úprava desek je dostupná v různých barevných variantách a na vyžádání může být potáhnuta povlakem, který se snadno udržuje. Desky Heraklith a Tektalan spojují pohodlnou montáž a přirozený atraktivní vzhled. Na tyto desky je rovněž možné v době provozu nastříkat další vrstvy barvy. [19]

4.6.12 Porovnání parametrů a cen různých typů izolací

Tab. 8 Porovnání izolačních materiálů [27]

Izolační materiál	součinitel tepelné vodivosti λ (W/(m.K))	faktor difúzního odporu μ	objemová hmotnost (kg/m ³)	cena za m ³ (Kč)
pěnový polystyren	0,035–0,043	40–67	15–35	1 500
grafitový polystyren	0,030–0,032	20–40	25–30	2 000
extrudovaný polystyren	0,029–0,040	100–250	30–40	5 000
tvrdá polyuretanová pěna	0,023–0,032	150–200	30–35	6 000
pěnové sklo	0,040–0,069	parotěsné	120–165	12 000
skelná vlna	0,030–0,050	2,5	40–50	3 850
kamenná vlna	0,030–0,050	5,12	150–350	3 850
celulósová izolace	0,035–0,042	1,1	30–90	2 000
vakuové	0,004–0,008		10	135 000
expandovaný perlit	0,040–0,050	4,4	60–250	1 600

Obr. 29 Porovnání poměru zdiva a izolace v obvodové stěně

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Tloušťka cihelné stěny (mm)	240 mm	365 mm	440 mm
Tloušťka izolantu (mm)	160 mm	100 mm	60 mm
Celková tl. obvodové stěny	400 mm	465 mm	500 mm
U	0,21 W/m ² K	0,21 W/m ² K	0,21 W/m ² K
Čistá nezastavěná plocha na ploše 10 × 10 m, 3 metry vysoká zeď	90,63 m ²	84,64 m ²	83,17 m ²
Cena provedení stěny na 3 metry vysokou zeď	255 372 Kč	270 683 Kč	272 282 Kč
NEJLEPŠÍ ŘEŠENÍ VARIANTA 1	MAXIMÁLNĚ UŠETŘÍTE PENÍZE A PROSTOR	Varianta 2 - zaplatíte o 15 311 Kč VÍCE PENĚZ Varianta 2 - budete mít o 5,99 m ² MÉNĚ PROSTORU	Varianta 3 - zaplatíte o 16 910 Kč VÍCE PENĚZ Varianta 3 - budete mít o 7,46 m ² MÉNĚ PROSTORU

Zdroj: [11]

5. Výpočet vybrané metody zateplení

Výpočet tepelných ztrát domu je proveden ve freeware verzi softwaru ForFOX UNIVENTA 3.0.16.

Podkladem pro výpočet jsou stavební projekty k rodinnému domu, které poskytli majitelé nemovitosti. Tepelné ztráty jsou vypočteny pro stávající situaci obvodového zdiva Porotherm zatepleného polystyrenem a budoucího zateplení obvodového zdiva minerální vatou. Tloušťka minerální vaty je zvolena 180 mm, aby celková spotřeba tepla vyhovovala hodnotě nízkoenergetického domu, která je dána normou a je v rozmezí mezi 15-50 kWh/(m²a).

Výpočet jednotlivých místností vychází z teplot dle ČSN 060210 uvedených v Příloze II.

Výpočet je proveden pro výpočtovou teplotu -12 °C. Tato hodnota je odečtena z teplotní mapy ČR na obr. 7 pro město Černošice. Charakteristické číslo B=4 pro volně stojící dům.

Do výpočtu jsou oproti původním stavebním výkresům přidána 2 střešní okna v pracovně 1. NP, která byla dodělána dodatečně.

Tab. 9 Tepelné ztráty s polystyrenovým zateplením

Zakázka číslo : 1
Název : RD Černošice
Adresa : Luční 2038
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : -12°C
Charakteristické číslo budovy B : 4

Číslo místnosti	Název místnosti	ti [°C]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Qp [W]	Qv [W]	Qz [W]	Qc [W]	Qr [W]
1.NP									
101	Obývací pokoj	20	36.00	105.5	1608	609	0	2218	1893
102	Pracovna	20	15.70	46.0	464	266	0	730	588
103	Chodba + schodiště	15	15.50	45.4	149	221	0	370	277
104	Komora	15	2.00	5.9	110	29	0	139	127
105	Předsíň	15	5.50	16.1	394	79	0	473	436
106	Koupelna	24	5.10	14.9	529	97	0	627	563
107	WC	24	1.50	4.4	149	29	0	178	159
108	Kuchyň	20	8.50	24.9	436	144	0	580	496
109	Garáž	5	22.80	66.8	782	205	0	987	987
110	Spíž	15	1.10	3.2	36	16	0	52	44
Celkem :			113.70	333.1	4657	1695	0	6354	5570
2.NP									
201	Pracovna	20	22.70	61.6	803	356	0	1160	1160
202	Ložnice	20	22.10	60.0	953	347	0	1300	1300
203	Pokoj I.	20	16.20	44.0	771	254	0	1026	1026
204	Pokoj II.	20	16.20	44.0	807	254	0	1061	1061
205	Koupelna	24	7.00	19.0	462	124	0	585	585
206	WC	24	3.00	8.1	345	53	0	398	398
207	Šatna I.	15	4.50	12.2	111	60	0	171	171
208	Šatna II.	15	2.60	7.1	0	34	0	34	34
209	chodba	15	12.10	32.9	211	160	0	371	371
Celkem :			106.40	288.9	4463	1642	0	6106	6106
Celkem za zakázku :			220.10	622.0	9120	3337	0	12460	11676

Tab. 10 Tepelné ztráty se zateplením minerální izolací



Výpočet tepelných ztrát
Seznam místností

strana : 1

Zakázka číslo :
Název :
Adresa :
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : 0°C
Charakteristické číslo budovy B : 0

Číslo místnosti	Název místnosti	ti [°C]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Qp [W]	Qv [W]	Qz [W]	Qc [W]	Qr [W]
<u>1.NP</u>									
101	Obývací pokoj	20	36.00	105.5	1238	381	0	1619	1294
102	Pracovna	20	15.70	46.0	385	166	0	551	409
103	Chodba + schodiště	15	15.50	45.4	125	123	0	248	155
104	Komora	15	2.00	5.9	41	16	0	57	45
105	Předsíň	15	5.50	16.1	734	44	0	778	741
106	Koupelna	24	5.10	14.9	475	65	0	540	476
107	WC	24	1.50	4.4	153	19	0	172	153
108	Kuchyň	20	8.50	24.9	268	90	0	358	274
109	Garáž	5	22.80	66.8	657	60	0	717	717
110	Spíž	15	1.10	3.2	16	9	0	25	18
Celkem :			113.70	333.1	4092	973	0	5065	4282
<u>2.NP</u>									
201	Pracovna	20	22.70	61.6	588	223	0	810	810
202	Ložnice	20	22.10	60.0	857	217	0	1074	1074
203	Pokoj I.	20	16.20	44.0	653	159	0	812	812
204	Pokoj II.	20	16.20	44.0	683	159	0	842	842
205	Koupelna	24	7.00	19.0	407	82	0	489	489
206	WC	24	3.00	8.1	328	35	0	363	363
207	Šatna I.	15	4.50	12.2	73	33	0	106	106
208	Šatna II.	15	2.60	7.1	0	19	0	19	19
209	chodba	15	12.10	32.9	207	89	0	296	296
Celkem :			106.40	288.9	3796	1016	0	4811	4811
Celkem za zakázku :			220.10	622.0	7888	1989	0	9876	9093

Tištěné : 2.4.2012

5.1 Výpočet potřeby tepla na vytápění

Výpočet vychází z tepelných ztrát a je proveden pro budoucí zateplení minerální vatou. Celková tepelná ztráta je 9 876 W. Hodnoty pro výpočet viz tab.9.

Tab. 11: Parametry pro výpočet potřeby tepla

Parametr	Hodnota
tem (střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období [°C])	-12
Délka topného období [dny]	220
tes (Průměrná teplota během otopného období) [°C]	7,1
Qc (Tepelná ztráta objektu) [kW]	9,876
tis (Průměrná vnitřní výpočtová teplota) [°C]	18
ei (nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem)	0,8
et (snížení teploty v místnosti během dne respektive noci)	0,8
ed (zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu)	0,87
ηo (účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy)	0,99
ηr (účinnost rozvodu vytápění)	0,98

Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (T_{is} - T_{es}) = 2398 \text{ K} \cdot \text{dny}$

Opravný součinitel: $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,557$

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

$$Q_{VYT,r} = \mathbf{10,9 \text{ MWh/rok}}$$

$$\frac{Q_{VYT,r}}{S} = 49,52 \text{ kWh/(m}^2\text{a)} < 50 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Spotřeba zemního plynu: **11 822 kWh**

6. Výpočet návratnosti jednotlivých metod zateplení

Cena zateplení polystyrenem realizovaná v roce 2005: 195 000 Kč

Výběr firmy:

K výběrovému řízení bylo poptáno několik firem, kterým byly poskytnuty tyto podklady:

- Půdorysy stavby
- Změřená hodnota plochy fasády: 220 m²
- Délka ostění: 73,5 m

Rozpočet v termínu poskytlly stavební firmy:

- Zarest s.r.o
- Profibau CZ s.r.o.
- Novabrik CZECH, s.r.o.

Ostatní firmy nabídku nezaslaly nebo zaslaly až po termínu vyhotovení výpočtu.

Z dodaných rozpočtů byla vybrána společnost Zarest s.r.o. Firma Profibau zaslala nejnižší rozpočet, ale s možnou realizací v posledním čtvrtletí roku 2012. Společnost Novabrik je z poptávaných nejdražší a má velmi špatné reference co se kvality jednotlivých segmentů a zpracování týká.

Cenová nabídka od společnosti Zarest s.r.o. v příloze č. 5.

Náklady na zateplení od společnosti Zarest s.r.o.: **422 563,80 Kč**

Tab. 12 Roční energetická a finanční náročnost

	Druh zateplení		Rozdíl
	Polystyren	Minerální vata	
Roční spotřeba tepla (MWh/rok)	19,02	10,90	8,12
Roční spotřeba paliva (kWh)	20 638	11 822	8 816,00
Náklady na vytápění (Kč vč. DPH)	27 879,70	17 248,30	10 631,40

Dodavatelem zemního plynu je distribuční síť RWE Energie, a.s.

Tab. 13 Historie cen zemního plynu

Vývoj cen zemního plynu od RWE		
rok	měsíční plat za odběr (Kč)	cena za 1 kWh (Kč)
2003	160,00	0,64
2004	245,00	0,65
2005	239,00	0,73
2006	111,00	0,98
2007	116,00	0,88
2008	219,00	0,97
2009	268,80	1,21
2010	262,26	1,05
2011	296,42	1,31
2012	296,42	1,55

Cena za 1 kWh = 1,31 Kč vč. DPH pro roční odběr v rozmezí 15 000 – 20 000 kWh + měsíční plat za odběr 296,42 Kč vč. DPH. Tato částka je brána z faktury za sdružené služby dodávky plynu za období 22. 09. 2010 – 23. 09. 2011.

Ceny zemního plynu za 1 kWh a měsíční plat za odběr se liší dle roční spotřeby paliva. Pro výpočet návratnosti investice je počítáno s průměrným ročním nárůstem ceny zemního plynu a měsíčního platu za odebranou energii od roku 2003 viz tab. 12 a tab. 13. Vývoj těchto cen je pro znázornění v grafu 1 a grafu 2.

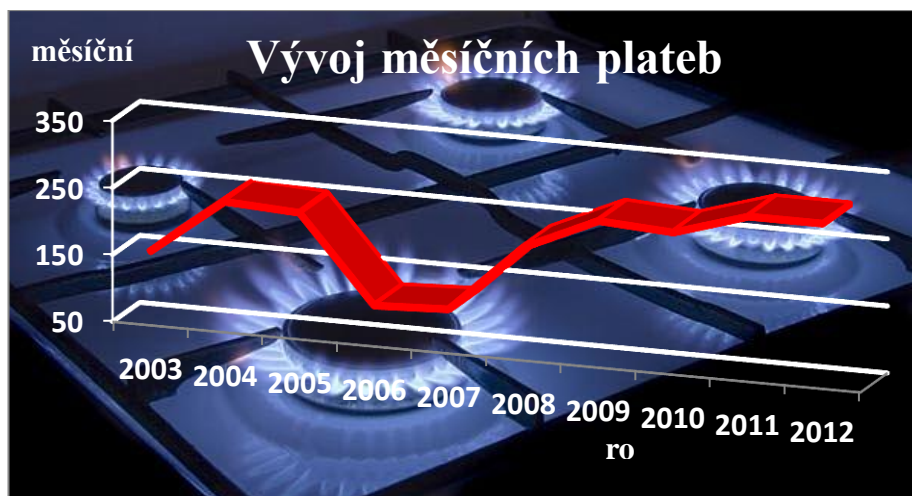
Tab. 14 Historie cen zemního plynu

rok	cena za 1 kWh (Kč)	roční změna	kumulativní navýšení
2003	0,635		
2004	0,647	↑ 1,89%	1,89%
2005	0,726	↑ 12,21%	14,10%
2006	0,980	↑ 34,98%	49,08%
2007	0,875	↓ -10,80%	38,28%
2008	0,970	↑ 10,86%	49,14%
2009	1,210	↑ 24,74%	73,88%
2010	1,050	↓ -13,23%	60,65%
2011	1,314	↑ 25,14%	85,79%
2012	1,550	↑ 17,96%	103,75%
celkové navýšení			↑103,75%
průměrné navýšení/rok			11,53%

Tab. 15 Historie cen měsíčních plateb za odběr

rok	měsíční plat za odběr (Kč)	roční změna	kumulativní navýšení
2003	160,00		
2004	245,00	↑ 53,12%	53,12%
2005	239,00	↓ -2,45%	50,67%
2006	111,00	↓ -53,56%	-2,89%
2007	116,00	↑ 4,50%	1,61%
2008	219,00	↑ 88,80%	90,41%
2009	268,80	↑ 22,74%	113,15%
2010	262,26	↓ -2,43%	110,72%
2011	296,42	↑ 13,03%	123,75%
2012	296,42	0,00%	123,75%
celkové navýšení			↑123,75%
průměrné navýšení/rok			13,75%

Graf 1 Vývoj měsíčních plateb za odběr zemního plynu



Graf 2 Vývoj cen zemního plynu



Výpočet doby návratnosti je počítán s průměrným ročním navýšením za 1 kWh o 11,53 % pro roční spotřebu paliva 11 822 kWh po rekonstrukci i pro roční spotřebu paliva 21 282,21 kWh před navrženou rekonstrukcí. Počítáno je i s nárůstem měsíčních plateb za odběr ve výši 13,75 % ročně pro obě výše zmíněné spotřeby paliva viz tab. 14, tab. 15 a tab. 16.

Tab. 16 Roční náklady zemního plynu před rekonstrukcí

rok	investiční náklady (Kč)	cena za 1 kWh pro roční odběr 20000-25000 kWh (Kč)	spotřeba zemního plynu před rekonstrukcí (kWh)	roční plat za přistavenou kapacitu pro 20000-25000 kWh (Kč)	roční náklady před rekonstrukcí (Kč)
2012	422 563,80	1,54	21 282,21	3 557,04	35 339,56
2013	0,00	1,72	21 282,22	4 046,13	40 599,65
2014	0,00	1,92	21 282,23	5 105,82	45 873,95
2015	0,00	2,14	21 282,24	6 443,03	51 911,73
2016	0,00	2,38	21 282,25	8 130,46	58 841,70
2017	0,00	2,66	21 282,26	10 259,82	66 818,07
2018	0,00	2,96	21 282,27	12 946,87	76 026,29
2019	0,00	3,31	21 282,28	16 337,66	86 690,13
2020	0,00	3,69	21 282,29	20 616,49	99 080,60
2021	0,00	4,11	21 282,30	26 015,95	113 526,97
2022	0,00	4,59	21 282,31	32 829,53	130 430,57
2023	0,00	5,11	21 282,32	41 427,58	150 282,02
2024	0,00	5,70	21 282,33	52 277,46	173 682,83

Tab. 17 Roční náklady zemního plynu po rekonstrukci

rok	investiční náklady (Kč)	cena za 1 kWh pro roční odběr 7560-15000 kWh (Kč)	spotřeba zemního plynu po rekonstrukci (kWh)	roční plat za přistavenou kapacitu pro 7560-15000 kWh (Kč)	roční náklady na vytápění po rekonstrukci (Kč)
2012	422 563,80	1,55	11 822,00	3 061,92	21 386,02
2013	0,00	1,73	11 822,00	3 482,93	23 919,80
2014	0,00	1,93	11 822,00	4 395,11	27 188,35
2015	0,00	2,15	11 822,00	5 546,19	30 967,50
2016	0,00	2,40	11 822,00	6 998,74	35 351,12
2017	0,00	2,67	11 822,00	8 831,71	40 453,12
2018	0,00	2,98	11 822,00	11 144,74	46 412,09
2019	0,00	3,33	11 822,00	14 063,55	53 397,23
2020	0,00	3,71	11 822,00	17 746,79	61 615,64
2021	0,00	4,14	11 822,00	22 394,68	71 321,61
2022	0,00	4,62	11 822,00	28 259,84	82 828,05
2023	0,00	5,15	11 822,00	35 661,09	96 521,01
2024	0,00	5,74	11 822,00	45 000,73	112 877,80

Tab. 18 roční úspora (Kč) a doba návratnosti (rok)

rok	roční náklady před rekonstrukcí (Kč)	roční náklady na vytápění po rekonstrukci (Kč)	roční úspora (Kč)	kumulativní úspora (Kč)
2012	35 339,56	21 386,02	13 953,54	13 953,54
2013	40 599,65	23 919,80	16 679,85	30 633,39
2014	45 873,95	27 188,35	18 685,60	49 318,98
2015	51 911,73	30 967,50	20 944,23	70 263,22
2016	58 841,70	35 351,12	23 490,58	93 753,80
2017	66 818,07	40 453,12	26 364,95	120 118,75
2018	76 026,29	46 412,09	29 614,19	149 732,95
2019	86 690,13	53 397,23	33 292,90	183 025,85
2020	99 080,60	61 615,64	37 464,96	220 490,81
2021	113 526,97	71 321,61	42 205,37	262 696,17
2022	130 430,57	82 828,05	47 602,52	310 298,70
2023	150 282,02	96 521,01	53 761,01	364 059,71
2024	173 682,83	112 877,80	60 805,02	424 864,73

V tab. 16 je patrná doba návratnosti na konci roku 2023. Výsledná doba návratnosti s uvažovaným ročním nárůstem cen je 13 let.

7. Závěr

V této práci je proveden návrh rekonstrukce zateplení rodinného domu v Černošicích u Prahy. Měřením pomocí termokamery Testo 881-2 ze dne 20. 3. 2012 bylo zjištěno nedostatečné a nesouměrné zateplení domu, které má za následek vyšší spotřebu paliva pro vytápění. Na základě posouzení jednotlivých druhů materiálů bylo vybráno zateplení minerální vatou jako nejvhodnější pro danou situaci. Výpočet byl proveden pro stávající situaci zateplení rodinného domu polystyrenem, kde jsou roční náklady na vytápění 27 879,70 Kč při roční spotřebě paliva 20 638 kWh, což odpovídá hodnotě 93,76 kWh/m²/rok. Podkladem pro výpočet byla kompletní projektová dokumentace domu, kterou poskytli majitelé řešeného objektu. Zjištění a posouzení tepelných ztrát před a po rekonstrukci bylo provedeno ve freeware programu ForFOX UNIVENTA ver. 3.0.16. V zadávání do softwaru byly zohledněny drobné stavební úpravy oproti projektové dokumentaci.

Cílem výsledného zateplení bylo dosáhnout hodnoty roční potřeby paliva nižší než 50 kWh/m², která odpovídá hodnotě nízkoenergetického domu. Této hodnoty bylo dosaženo výslednou tloušťkou minerální vaty 180 mm. Toto zateplení spolu se stávajícím zdivem Porotherm dosáhlo roční potřeby paliva 11 822 kWh, která odpovídá 49,52 kWh/m²/rok. Při porovnání ročních potřeb paliva před a po zateplení bylo ročně „uspořeno“ 8 816 kWh, což odpovídá ceně 10 631,40 Kč/rok. Náklady na tuto rekonstrukci činí 422 563,80 Kč. Do výsledné doby návratnosti byla započítána rostoucí cena zemního plynu. Z historie cen od roku 2003 bylo zjištěno průměrné navýšení ceny o 11,53 % za 1 kWh. Nárůst ceny měsíčních plateb za odběr o 13,75 %. Budeme-li uvažovat se stejnými nárůsty i do budoucna, investice se vrátí v topné sezoně 2023/2024.

Výhodou rekonstrukce bude změna typu izolace. Většina materiálů používaných ke stavbě domů je porézní a skrz tyto póry dochází k difúzi plynů a vodní páry. Pokud jsou stěny zatepleny pěnovým polystyrenem, který má uzavřené póry a je oproti zdivu relativně málo propustný pro vodní páru, může dojít ke zvýšení vlhkosti v domě, posunutí rosného bodu a tím ke kondenzaci vlhkosti ve stěně, což má za následek plesnivění. V krajních případech malé tloušťky pěnového polystyrenu může dojít ke zmrznutí kondenzované vlhkosti, což může mít za následek popraskání zdiva. Další nevýhodou této izolace je křehkost polystyrenových desek, které při „pracování“ stavby praskají, což nám způsobí

trhliny na fasádě. Minerální izolace je oproti tomu ohebná, dodává se většinou v rolích a přizpůsobí se případným nerovnostem na zdivu.

Kromě již zmíněných výhod je zateplování jakýchkoliv objektů šetrné k životnímu prostředí. Budovy spotřebují okolo 40 % veškeré energie. Většina této energie se spotřebovává na vytápění nebo klimatizaci. Dostatečnou tloušťkou izolace tuto energii ušetříme, což sníží emise vznikající při výrobě energie.

8. Použitá Literatura

- [1] *Druhy tepelných ztrát* [online]. [cit. 2012-03-01]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/tepelne-ztraty/druhy-tepelnych-ztrat.html>
- [2] *Ekonomika zateplování* [online]. [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/izolace-strechy-fasady/7307-vliv-zatepleni-a-reflexnich-materialu>
- [3] *Extrudovaný polystyren* [online]. [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://www.uni-ekospol.cz/zatepl.html>
- [4] *Foukaná izolace* [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupné z: <http://www.izolace-izotrade.cz>
- [5] *Heraklith* [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupné z: <http://knaufinsulation.cz/heraklith>
- [6] HUDEC, M.: Pasivní rodinný dům – proč a jak stavět. 1. vydání. Praha: GRADA Publishing, a.s., 2008, 112 s. ISBN 978-80-247-2555-0
- [7] *Kamenná vlna* [online]. [cit. 2012-03-02]. Dostupné z: <http://knaufinsulation.cz/cs/typy-izolace-0>
- [8] *Materiály na zateplení* [online]. [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://www.naseinfo.cz/stavby-a-stavebnictvi/horni-stavba/tepelne-izolace/jake-jsou-nejbeznejsi-materialy-na-zatepleni>
- [9] *Nejvíce tepla uniká střechou* [online]. [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/izolace-strechy-fasady/7307-vliv-zatepleni-a-reflexnich-materialu>
- [10] *Odvětrávaná fasáda* [online]. [cit. 2011-03-02]. Dostupné z: <http://www.novabrik.cz/cz/novabrik/>
- [11] Firemní materiály společnosti Porotherm. *Vnější zateplení*. 2012. Praha
- [12] *Potřeba tepla na vytápění* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/12.htm>

- [13] *Postup výpočtu tepelných ztrát* [online]. [cit. 2012-03-01]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/tepelne-ztraty/postup-vypoctu-tepelnych-ztrat.html>
- [14] *Spotřeba tepla na vytápění* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/12.htm>
- [15] *Tepelná ztráta* [online]. [cit. 2012-03-01]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/12.htm>
- [16] *Tepelné zisky* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: Výpočet roční potřeby tepla na vytápění
- [17] *Termovizní měření* [online]. [cit. 2012-03-01]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/tepelne-ztraty/termovizni-mereni.html>
- [18] TYWONIAK, J., a kolektiv: *Nízkoenergetické domy 2 – principy a příklady*. 1. vydání. Praha: GRADA Publishing, a.s., 2008, 204 s. ISBN 978-80-247- 2061-6
- [19] *Vhodný postup při realizaci zateplení budovy* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4402-zateplovani-budov-v-praxi-moznosti-navrhovani-provadeni-kontroly-a-posuzovani>
- [20] *Vliv tepelné izolace* [online]. [cit. 2012-02-03]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/izolace-strechy-fasady/7307-vliv-zatepleni-a-reflexnich-materialu>
- [21] Vodičková, Erika. *Nízkoenergetický dům? Co to vlastně je?. Vše o nízkoenergetickém domě*, 2008, 9.ročník,č.1/2009, s.34
- [22] Šála, Jiří, *Navrhujeme nízkoenergetický a pasivní dům*, Wienerberger cihlářský průmysl, a.s. leden 2010
- [23] Vyhláška MPO č.213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu, ve znění pozdějších předpisů
- [24] *Výpočet roční potřeby tepla na vytápění* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/12.htm>

[25] *Zateplování budov* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4402-zateplovani-budov-v-praxi-moznosti-navrhovani-provadeni-kontroly-a-posuzovani>

[26] *Zateplení budov z vnější strany* [online]. [cit. 2012-03-03]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4402-zateplovani-budov-v-praxi-moznosti-navrhovani-provadeni-kontroly-a-posuzovani>

[27] *Zateplovací systémy – typy, ceny*[online]. [cit. 2011-01-02]. Dostupné z: http://bydleni.idnes.cz/investice-do-tepelne-izolace-domu-usetri-rocne-desetitisice-za-topeni-1zp-/stavba.aspx?c=A111128_145301_stavba_rez

Seznam obrázků

OBR. 1 PŮDORYS PŘÍZEMÍ.....	2
OBR. 2 PŮDORYS 1.NP	3
OBR. 3 RODINNÝ DŮM V ČERNOŠICÍCH PŘED ZATEPLENÍM FASÁDY	4
OBR. 4 RODINNÝ DŮM V ČERNOŠICÍCH PO ZATEPLENÍ FASÁDY	4
OBR. 5 STÁVAJÍCÍ SKLADBA OBVODOVÝCH STĚN:	5
OBR. 6 POHLED NA SEVEROZÁPADNÍ FASÁDU	6
OBR. 7 POHLED NA FASÁDU OD PŘÍJEZDOVÉ CESTY.....	7
OBR. 8 REÁLNÝ POHLED NA ČÁST DOMU OD PŘÍJEZDOVÉ CESTY	7
OBR. 9 JIŽNÍ STRANA FASÁDY	8
OBR. 10 ROH POKOJE V PODKROVÍ	8
OBR. 11 PODÍL TEPELNÝCH ZTRÁT U RODINNÉHO DOMU [2]	10
OBR. 12 PODÍL TEPELNÝCH ZTRÁT U BYTOVÉHO VÍCEPDLAŽNÍHO DOMU [2].....	10
OBR. 13 MAPA TEPLOTNÍCH OBLASTÍ	11
OBR. 14 SCHÉMA TEPELNÉ BILANCE BUDOVY	18
OBR. 15 ROZDĚLENÍ ZATEPLENÍ DLE UMÍSTĚNÍ NA KONSTRUKCI.....	23
OBR. 16 SKLADBA ŠIKMÉ STŘECHY	30
OBR. 17 ZATEPLENÍ TEPELNĚ IZOLAČNÍM SYSTÉMEM (POLYSTYREN).....	30
9 - DOPLŇKOVÉ KOMPONENTY [19].....	31
OBR. 18 CIHELNÝ BLOK PLNĚNÝ TEPELNOU IZOLACÍ (PĚNOVÝM POLYSTYRENEM).....	31
OBR. 19 NADKROKEVNÍ IZOLACE	32
OBR. 20 PĚNOVÝ POLYETYLÉN.....	32
OBR. 21 PĚNOVÉ SKLO	33
OBR. 22 MINERÁLNÍ VLNA	34
OBR. 23 CIHELNÝ BLOK VYPLNĚNÝ MINERÁLNÍ VATOU	34
OBR. 24 CIHELNÉ TVAROVKY S DUTINAMI VYPLNĚNÝMI EXPANDOVANÝM PERLITEM	35
OBR. 25 KAMENNÁ VLNA.....	35
OBR. 26 ODVĚTRÁVANÁ FASÁDA	36
OBR. 27 VÝHODY ODVĚTRÁVANÉ ZATEPLENÉ FASÁDY OPROTI ZATEPLENÍ POLYSTYRENEM A MINERÁLNÍ VATOU	36
OBR. 28 FOUKANÁ IZOLACE	37

OBR. 29 POROVNÁNÍ POMĚRU ZDIVA A IZOLACE V OBVODOVÉ STĚNĚ 40

Seznam tabulek:

TAB. 1 PODÍL TEPELNÝCH ZTRÁT	9
ZDROJ: [2].....	9
TAB. 2 SOUČINITEL ZOHLEDŇUJÍCÍ NESOUČASNOST PŮSOBENÍ JEDNOTLIVÝCH VLIVŮ NA TEPELNOU ZTRÁTU	17
TAB. 3 SOUČINITEL ZOHLEDŇUJÍCÍ VLIV REGULACE	17
TAB. 4 SOUČINITEL ZOHLEDŇUJÍCÍ TEPLOTNÍ ÚTLUMY	17
TAB. 5 SOUČINITEL ZOHLEDŇUJÍCÍ VLASTNOSTI OTOPNÉ SOUSTAVY.....	17
TAB. 6 SOUČINITEL ZOHLEDŇUJÍCÍ ZVÝŠENÍ VNITŘNÍ TEPLoty OPROTI VÝPOČTOVÉ	18
TAB. 7 ROZDĚLENÍ BUDOV PODLE POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A POTŘEBY ENERGIE NA PROVOZ.....	26
TAB. 8 POROVNÁNÍ IZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ [33]	40
TABULKA 9: PARAMETRY PRO VÝPOČET POTŘEBY TEPLA	44
TAB. 10 ROČNÍ ENERGETICKÁ A FINANČNÍ NÁROČNOST	46
TAB. 11 HISTORIE CEN ZEMNÍHO PLYNU.....	46
TAB. 12 HISTORIE CEN ZEMNÍHO PLYNU.....	47
TAB. 13 HISTORIE CEN MĚSÍČNÍCH PLATEB ZA ODBĚR	47
TAB. 14 ROČNÍ NÁKLADY ZEMNÍHO PLYNU PŘED REKONSTRUKCÍ	49
TAB. 15 ROČNÍ NÁKLADY ZEMNÍHO PLYNU PO REKONSTRUKCI	49
TAB. 16 ROČNÍ ÚSPORA (KČ) A DOBA NÁVRATNOSTI (ROK).....	49

Seznam grafů:

GRAF 1 VÝVOJ MĚSÍČNÍCH PLATEB ZA ODBĚR ZEMNÍHO PLYNU	48
GRAF 2 VÝVOJ CEN ZEMNÍHO PLYNU	48

9. Seznam Příloh

Příloha č.1: Průměrné měsíční vnější teploty a dopadající záření pro Prahu. Zdroj ČSN 73 0540-3

Příloha č.2: Vnitřní výpočtové teploty ve vytápěných místnostech (výběr z ČSN 060210)

Příloha č.3: Výpočet tepelných ztrát se zateplením z polystyrenu

Příloha č.4: Výpočet tepelných ztrát se zateplením z minerální vaty

Příloha č.5: Cenová nabídka na zateplení domu

Příloha č.1 - strana I.: Průměrné měsíční vnější teploty a dopadající záření pro Prahu. Zdroj ČSN 73 0540-3

Měsíc	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m ²]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
1.	31	- 2,4 °C	47	104	58	58	76
2.	28	- 0,9 °C	72	162	97	97	133
3.	31	3,0 °C	115	234	162	162	259
4.	30	7,7 °C	158	292	238	238	410
5.	31	12,7 °C	209	313	299	299	536
6.	30	15,9 °C	216	284	292	292	526
7.	31	17,5 °C	212	292	288	288	518
8.	31	17,0 °C	184	320	277	277	490
9.	30	13,3 °C	126	256	187	187	313
10.	31	8,3 °C	86	220	126	126	205
11.	30	2,9 °C	47	112	61	61	90
12.	31	- 0,6 °C	32	72	40	40	54

Příloha č.2 – strana II.-IV.: Vnitřní výpočtové teploty ve vytápěných místnostech (výběr z ČSN 060210)

<u>Druh vytápěné místnosti</u>	Výpočtová vnitřní teplota t_i (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
Obytné budovy trvale užívané		
obývací místnosti	20	60
kuchyně	20	60
koupelny	24	90
klozety	20	60
vytápěné vedlejší místnosti	15	60
vytápěná schodiště	10	60
Obytné budovy občasné užívané (rekreační) mimo provoz	5	80
Administrativní budovy		
kanceláře, čekárny, zasedací síně, jídelny	20	60
vytápěné vedlejší místnosti (chodby, hlavní schodiště, klozety)	15	60
vytápěná vedlejší schodiště	10	70
haly, místnosti s přepážkami	18	70
Školní budovy		
učebny, kreslírny, rýsovný, kabinety, laboratoře, jídelny	20	60
učební dílny	18	65
tělocvičny	15	70
šatny u tělocvičen	20	60
lázně a převlékárny	24	90
ordinace a vyšetřovny	24	80
vytápěné vedlejší místnosti (šatny, chodby, schodiště, klozety)	15	
Mateřské školky, jesle		
učebny, herny, lehárny	22	50
šatny pro děti	20	60
umývárny pro děti, klozety	24	80
izolační místnost	22	80
Zdravotnická zařízení		
střediska, polikliniky, ordinace	24	50
čekárny, chodby, klozety	20	60
Nemocnice		
pokoje pro nemocné	22	60
vyšetřovny, přípravný	24	80
koupelny	24	90
operační sály	25	70
předsíně, chodby, WC, schodiště	20	60

<u>Druh vytápěné místnosti</u>	Výpočtová vnitřní teplota t_i (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
Obytné budovy trvale užívané		
Obchodní		
prodejní místnosti všeobecně	20	60
prodej trvanlivých potravin	18	60
prodej masa, mléčných výrobků, ovoce	15	70
vytápěné vedlejší místnosti(chodby, klozety)	15	70
vytápěná schodiště	10	70
kanceláře	20	60
chladírny	2.5	80
Hotely a restaurace		
pokoje	20	60
koupelny	24	90
haly, sály, jídelny	20	60
hlavní schodiště	15	70
kuchyně	24	80
vytápěné vedlejší místnosti	15	70
vedlejší schodiště	10	70
Koleje a ubytovny		
pokoje, hovorny	20	60
noclehárna	16-18	6
koupelny	24	80
Divadla, kina, sály		
hlediště,sál, jeviště	20	60
chodby, schodiště,		
klozety	15	70
kanceláře	20	60
šatny pro herce	22 - 24	60
koupelny	24	90
výstavní sály	15	55
Sportovní haly		
tělocvičny, haly	15	70
šatny, převlékárny	22	60
umývárny, sprchy, masáž	24	90
Bazénové haly		
pro dospělé	28	85
pro děti	30	80
klidný provoz (zakrytá hladina)	15	70
sprchy	24	90
šatny	22	80
Sauny		
prohřívárny	115	0
ochlazovny, odpočívárny	22	60

<u>Druh vytápěné místnosti</u>	Výpočtová vnitřní teplota ti(°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
Obytné budovy trvale užívané		
Zimní stadiony		
haly bez tribun	-5	90
haly s tribunami	15-20	75
Nádraží, letiště		
čekárny, odbavovny	20	60
nádražní haly (uzavřené)	15	70
Zemědělské stavby, průmysl viz ČSN060210		
Garáže a jiné místnosti chráněné proti mrazu	5	80



Výpočet tepelných ztrát
Seznam místností a stěn

strana : 1

Zakázka číslo : 1
Název : RD Černošice
Adresa : Luční 2038
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : -12°C
Charakteristické číslo budovy B : 4Pa^{0,67}

101 Obývací pokoj							20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	19.34	32	0.38	2.46	235
OD	sklo	0.000	1.80	32	1.30	0.60	75
SO	porotherm 44+polys40	0.500	9.02	32	0.38	2.46	110
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.15	32	2.80	0.19	282
SO	porotherm 44+polys40	0.500	4.99	32	0.38	2.46	61
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67
SO	porotherm 44+polys40	0.500	3.86	32	0.38	2.46	47
OJ	sklo	0.000	2.16	32	1.30	0.60	90
SO	porotherm 44+polys40	0.500	4.99	32	0.38	2.46	61
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67
SN	Porotherm 11,5 P+D stenovka	0.165	9.52	5	1.97	0.34	81
Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0.423	36.00	15	0.67	1.33	325
Celkom							1501

$$p_1 = 0.07 \quad B = 4 \text{ Pa}^{0.67} \quad V_{vh} = \frac{n_h}{3600} \cdot V_m = 0.015 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = 1608 \text{ W}$$

$$p_2 = 0.00 \quad M = 0.5 \quad V_{vp} = \sum(\dot{V}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = 609 \text{ W}$$

$$p_3 = 0.00 \quad n_h = 0.5 \quad V_v = 0.015 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_r = Q_c - Q_{pdl} = 1893 \text{ W}$$

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 2218 \text{ W}$$

102 Pracovna							20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	9.82	32	0.38	2.46	119
OD	sklo	0.000	1.80	32	1.30	0.60	75
SN	Porotherm 44 P+D stenovka	0.500	13.33	15	0.37	2.51	73
SN	Porotherm 25 P+D	0.270	9.82	5	1.13	0.72	43
DN	Dvere vnitorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16
Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0.423	15.70	15	0.67	1.33	142
Celkom							468

$$p_1 = 0.04 \quad B = 4 \text{ Pa}^{0.67} \quad V_{vh} = \frac{n_h}{3600} \cdot V_m = 0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = 464 \text{ W}$$

$$p_2 = 0.00 \quad M = 0.5 \quad V_{vp} = \sum(\dot{V}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = 266 \text{ W}$$

$$p_3 = -0.05 \quad n_h = 0.5 \quad V_v = 0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_r = Q_c - Q_{pdl} = 588 \text{ W}$$

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 730 \text{ W}$$

103 Chodba + schodiště							15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SN	Porotherm 44 P+D stenovka	0.500	6.37	5	0.37	2.51	12
SO	porotherm 44+polys40	0.500	3.22	27	0.38	2.46	33

Tištěné : 25.3.2012

Zakázka číslo : 1
 Název : RD Černošice
 Adresa : Luční 2038
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venková teplota : -12 °C
 Charakteristické číslo budovy B : 4 Pa^{0,67}

Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0,423	15,50	10	0,67	1,33	93
Celkom							138

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.03 & B &= 4 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 149 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 221 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.05 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 277 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 370 \text{ W}
 \end{aligned}$$

104 Komora							15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	3.44	27	0.38	2.46	35
SO	porotherm 44+polys40	0.500	5.13	27	0.38	2.46	53
Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0.423	2.00	10	0.67	1.33	12
Celkom							100

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.05 & B &= 4 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 110 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 29 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.05 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 127 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 139 \text{ W}
 \end{aligned}$$

105 Předsíň							15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	6.15	27	0.38	2.46	26
DO	Dvere domovné drevené bez sklenenej	0.000	3.60	27	2.60	0.22	253
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	5.50	10	0.74	1.18	36
Celkom							315

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.15 & B &= 4 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 394 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 79 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 436 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 473 \text{ W}
 \end{aligned}$$

106 Koupelna							24 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	5.57	36	0.38	2.46	76
OJ	sklo	0.000	0.72	36	1.30	0.60	34
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	8.64	9	2.09	0.31	139
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.61	9	2.09	0.31	55
DN	Dvere vnitorné drevené plné	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21

Tištěné : 25.3.2012

Zakázka číslo : 1
 Název : RD Černošice
 Adresa : Luční 2038
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venkovní teplota : -12°C
 Charakteristické číslo budovy B : 4Pa⁰⁶⁷

SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.03	9	2.09	0.31	65
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	5.10	19	0.74	1.18	64

Celkom							454
--------	--	--	--	--	--	--	-----

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.07 & B &= 4 \text{ Pa}^{067} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 529 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 97 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 563 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 627 \text{ W}
 \end{aligned}$$

107 WC 24 °C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	3.30	9	2.09	0.31	34
DN	Dvere vnitřní dřevěné plně	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.18	4	2.09	0.31	30
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	2.34	9	2.09	0.31	38
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	1.50	19	0.74	1.18	19

Celkom							142
--------	--	--	--	--	--	--	-----

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.05 & B &= 4 \text{ Pa}^{067} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 149 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 29 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.00 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 159 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 178 \text{ W}
 \end{aligned}$$

108 Kuchyň 20 °C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	8.64	32	0.38	2.46	105
SO	porotherm 44+polys40	0.500	8.94	32	0.38	2.46	109
OJ	sklo	0.000	1.44	32	1.30	0.60	60
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.03	5	2.09	0.31	36
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	8.50	15	0.74	1.18	84

Celkom							394
--------	--	--	--	--	--	--	-----

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.06 & B &= 4 \text{ Pa}^{067} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.003 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 436 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 144 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.05 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.003 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 496 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 580 \text{ W}
 \end{aligned}$$

109 Garáž 5 °C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
------------	----------	--------------	--------------------------	--------	---	--	--------

Zakázka číslo : 1
 Název : RD Černošice
 Adresa : Luční 2038
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venkovní teplota : -12°C
 Charakteristické číslo budovy B : 4Pa⁰⁶⁷

SO	porotherm 44+polys40	0.500	11.35	17	0.38	2.46	73
DO	Dvere domovné drevené bez sklenenej	0.000	5.94	17	2.60	0.22	262
SO	porotherm 44+polys40	0.500	19.05	17	0.38	2.46	123
SO	porotherm 44+polys40	0.500	11.35	17	0.38	2.46	73
OJ	sklo	0.000	1.80	17	1.30	0.60	40
DO	Dvere domovné drevené s jedným sklom	0.000	1.58	17	4.70	0.04	126

Celkom							697
--------	--	--	--	--	--	--	-----

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.12 & B &= 4 \text{ Pa}^{067} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.009 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 782 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 205 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.00 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.009 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 987 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 987 \text{ W}
 \end{aligned}$$

110 Spíž 15°C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m².K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	2.34	27	0.38	2.46	24
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	1.10	10	0.74	1.18	7

Celkom							31
--------	--	--	--	--	--	--	----

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.05 & B &= 4 \text{ Pa}^{067} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 36 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 16 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 44 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 52 \text{ W}
 \end{aligned}$$

201 Pracovna 20°C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m².K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	3.85	32	0.38	2.46	47
OJ	sklo	0.000	0.77	32	1.30	0.60	32
SO	porotherm 44+polys40	0.500	13.92	32	0.38	2.46	169
SO	porotherm 44+polys40	0.500	8.85	32	0.38	2.46	108
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	46
OD	sklo	0.000	2.16	32	1.30	0.60	90
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	57
OJ	sklo	0.000	0.77	32	1.30	0.60	32
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	5.95	32	0.25	3.81	47
SN	Porotherm 44 P+D stenovka	0.500	8.54	5	0.37	2.51	15
DN	Dvere vnitorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16
SN	beton tvárnica + 10cm polystyren	0.530	22.70	15	0.33	2.84	110

Zakázka číslo : 1
 Název : RD Černošice
 Adresa : Luční 2038
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venkovní teplota : -12°C
 Charakteristické číslo budovy B : 4Pa⁰⁶⁷

Celkom							769
$p_1 = 0.04$	$B = 4 \text{ Pa}^{067}$	$V_{vh} = n_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.009 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	803 W		
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \Sigma(\dot{v}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	356 W		
$p_3 = 0.00$	$n_h = 0.5$	$V_v =$	$0.009 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	1160 W		
				$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$	1160 W		

202 Ložnice								20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	porotherm 44+polys40	0.500	4.40	32	0.38	2.46	54	
SO	porotherm 44+polys40	0.500	8.96	32	0.38	2.46	109	
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.96	32	2.80	0.19	355	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	2.89	5	2.09	0.31	26	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	10.06	5	2.09	0.31	90	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	1.60	5	2.09	0.31	14	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.40	5	2.09	0.31	39	
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	9.20	32	0.25	3.81	72	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	20.90	32	0.25	3.81	165	
Celkom							940	

$p_1 = 0.06$	$B = 4 \text{ Pa}^{067}$	$V_{vh} = n_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.008 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	953 W	
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \Sigma(\dot{v}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.004 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	347 W	
$p_3 = -0.05$	$n_h = 0.5$	$V_v =$	$0.008 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	1300 W	
				$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$	1300 W	

203 Pokoj I.								20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	porotherm 44+polys40	0.500	10.86	32	0.38	2.46	132	
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.30	32	2.80	0.19	296	
SO	porotherm 44+polys40	0.500	3.85	32	0.38	2.46	47	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	63	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	9.62	32	0.25	3.81	63	
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.75	5	2.09	0.31	28	
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16	

Zakázka číslo : 1
Název : RD Černošice
Adresa : Luční 2038
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : -12°C
Charakteristické číslo budovy B : 4Pa^{0,67}

Celkom							712
$p_1 = 0.08$	$B = 4 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = n_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$			771 W
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_v \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.004 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$			254 W
$p_3 = 0.00$	$n_h = 0.5$	$V_v =$	$0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$			1026 W
$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$							1026 W

204 Pokoj II.							20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q_o [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	10.86	32	0.38	2.46	132
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.30	32	2.80	0.19	296
SO	porotherm 44+polys40	0.500	3.85	32	0.38	2.46	47
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	63
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	9.62	32	0.25	3.81	63
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.75	5	2.09	0.31	28
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16
Celkom							712

$p_1 = 0.08$	$B = 4 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = n_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$			807 W
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_v \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.004 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$			254 W
$p_3 = 0.05$	$n_h = 0.5$	$V_v =$	$0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$			1061 W
$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$							1061 W

205 Koupelna							24 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q_o [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	2.14	36	0.38	2.46	29
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	6.92	4	2.09	0.31	49
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	4.48	36	0.25	3.81	40
OJ	sklo	0.000	1.62	36	1.30	0.60	76
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	7.00	36	0.25	3.81	62
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	7.60	9	2.09	0.31	122
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21
Celkom							399

$p_1 = 0.05$	$B = 4 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = n_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.003 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$			462 W
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_v \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$			124 W
$p_3 = 0.10$	$n_h = 0.5$	$V_v =$	$0.003 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$			585 W
$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$							585 W

Zakázka číslo : 1
 Název : RD Černošice
 Adresa : Luční 2038
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venková teplota : -12°C
 Charakteristické číslo budovy B : 4Pa^{0.67}

206 WC							24 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	1.32	36	0.38	2.46	18
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	8.82	9	2.09	0.31	142
DN	Dvere vnitřní dřevěné plné	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	1.32	36	0.25	3.81	12
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	2.76	36	0.25	3.81	24
OJ	sklo	0.000	1.12	36	1.30	0.60	52
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	3.00	36	0.25	3.81	27

Celkom	296
--------	-----

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.06 & B &= 4 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= n_h / 3600 \cdot V_m = & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 345 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 53 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & n_h &= 0.5 & V_v &= & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 398 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 398 \text{ W}
 \end{aligned}$$

207 Šatna I.							15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	4.59	27	0.38	2.46	47
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	6.28	32	0.25	3.81	49

Celkom	96
--------	----

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.05 & B &= 4 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= n_h / 3600 \cdot V_m = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 111 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 60 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & n_h &= 0.5 & V_v &= & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 171 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 171 \text{ W}
 \end{aligned}$$

208 Šatna II.							15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	1.32	27	0.38	2.46	18
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	2.76	32	0.25	3.81	24

Celkom	0
--------	---

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.00 & B &= 4 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= n_h / 3600 \cdot V_m = & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 0 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 34 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.00 & n_h &= 0.5 & V_v &= & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 34 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 34 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Zakázka číslo : 1
 Název : RD Černošice
 Adresa : Luční 2038
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venková teplota : -12°C
 Charakteristické číslo budovy B : 4Pa⁰⁶⁷

209 chodba							15°C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	porotherm 44+polys40	0.500	3.12	27	0.38	2.46	22
OJ	sklo	0.000	0.96	27	1.30	0.60	34
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	17.20	32	0.25	3.81	136
Celkom							192

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.05 & B &= 4 \text{ Pa}^{067} & V_{vh} &= n_h / 3600 \cdot V_m = & 0.005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 211 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum (\dot{v}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 160 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.05 & n_h &= 0.5 & V_v &= & 0.005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 371 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 371 \text{ W}
 \end{aligned}$$



Výpočet tepelných ztrát
Seznam místností a stěn

strana : 1

Zakázka číslo :
Název :
Adresa :
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : 0°C
Charakteristické číslo budovy B : 0Pa^{0.67}

101 Obývací pokoj							20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q ₀ [W]
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	19.34	32	0.11	8.92	68
OD	sklo	0.000	1.80	32	1.30	0.60	75
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	9.02	32	0.11	8.92	32
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.15	32	2.80	0.19	282
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	4.99	32	0.11	8.92	18
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	5.03	32	0.11	8.92	18
OJ	sklo	0.000	2.16	32	1.30	0.60	90
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	4.99	32	0.11	8.92	18
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67
SN	Porotherm 11,5 P+D stenovka	0.165	9.52	5	1.97	0.34	81
Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0.423	36.00	15	0.67	1.33	325
Celkom							1141

$$p_1 = 0.09 \quad B = 0 \text{ Pa}^{0.67} \quad V_{vh} = n_h / 3600 \cdot V_m = 0.015 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_0 = 1238 \text{ W}$$

$$p_2 = 0.00 \quad M = 0.5 \quad V_{vp} = \sum (\dot{v}_v \cdot L) \cdot B \cdot M = 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = 381 \text{ W}$$

$$p_3 = 0.00 \quad n_h = 0.5 \quad V_v = 0.015 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_r = Q_c - Q_{pdl} = 1294 \text{ W}$$

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 1619 \text{ W}$$

102 Pracovna							20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q ₀ [W]
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	9.82	32	0.11	8.92	35
OD	sklo	0.000	1.80	32	1.30	0.60	75
SN	Porotherm 44 P+D stenovka	0.500	13.33	15	0.37	2.51	73
SN	Porotherm 25 P+D	0.270	9.82	5	1.13	0.72	43
DN	Dvere vnitřní dřevěné plně	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16
Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0.423	15.70	15	0.67	1.33	142
Celkom							384

$$p_1 = 0.06 \quad B = 0 \text{ Pa}^{0.67} \quad V_{vh} = n_h / 3600 \cdot V_m = 0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_0 = 385 \text{ W}$$

$$p_2 = 0.00 \quad M = 0.5 \quad V_{vp} = \sum (\dot{v}_v \cdot L) \cdot B \cdot M = 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = 166 \text{ W}$$

$$p_3 = -0.05 \quad n_h = 0.5 \quad V_v = 0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_r = Q_c - Q_{pdl} = 409 \text{ W}$$

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 551 \text{ W}$$

103 Chodba + schodiště							15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q ₀ [W]
SN	Porotherm 44 P+D stenovka	0.500	6.37	5	0.37	2.51	12
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	3.22	27	0.11	8.92	10

Tištěné : 2.4.2012

Zakázka číslo :
 Název :
 Adresa :
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venkovní teplota : 0 °C
 Charakteristické číslo budovy B : 0 Pa^{0.67}

Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0.423	15.50	10	0.67	1.33	93
-----	--------------------------------------	-------	-------	----	------	------	----

Celkom							115
--------	--	--	--	--	--	--	-----

$p_1 = 0.05$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	125 W
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	123 W
$p_3 = 0.05$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	$0.006 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	155 W
$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$					248 W

104 Komora 15 °C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q_o [W]
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	3.44	27	0.11	8.92	10
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	5.13	27	0.11	8.92	15
Pdl	Parketa lamino + 30 PPS + ker. strop	0.423	2.00	10	0.67	1.33	12

Celkom							37
--------	--	--	--	--	--	--	----

$p_1 = 0.04$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	41 W
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	16 W
$p_3 = 0.05$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	$0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	45 W
$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$					57 W

105 Předsiň 15 °C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q_o [W]
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	6.15	27	0.11	8.92	18
DO	Dvere domovné drevené s jedným sklom	0.000	3.60	27	4.70	0.04	457
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	5.50	10	0.74	1.18	36

Celkom							511
--------	--	--	--	--	--	--	-----

$p_1 = 0.34$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	$0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	734 W
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	$0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	44 W
$p_3 = 0.10$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	$0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	741 W
$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$					778 W

106 Koupelňa 24 °C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Q_o [W]
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	5.57	36	0.11	8.92	22
OJ	sklo	0.000	0.72	36	1.30	0.60	34
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	8.64	9	2.09	0.31	139
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.61	9	2.09	0.31	55
DN	Dvere vnitorné drevené plné	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21

Zakázka číslo :
Název :
Adresa :
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : 0°C
Charakteristické číslo budovy B : 0Pa^{0,67}

SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.03	9	2.09	0.31	65
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	5.10	19	0.74	1.18	64

Celkom 400

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.09 & B &= 0 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 475 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 65 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 476 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 540 \text{ W}
 \end{aligned}$$

107 WC 24°C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	3.30	9	2.09	0.31	34
DN	Dvere vnitorné drevené plné	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.18	4	2.09	0.31	30
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	2.34	9	2.09	0.31	38
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	1.50	19	0.74	1.18	19

Celkom 142

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.08 & B &= 0 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 153 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 19 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.00 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 153 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 172 \text{ W}
 \end{aligned}$$

108 Kuchyň 20°C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	8.64	32	0.11	8.92	30
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	8.94	32	0.11	8.92	31
OJ	sklo	0.000	1.44	32	1.30	0.60	60
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.03	5	2.09	0.31	36
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	8.50	15	0.74	1.18	84

Celkom 241

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.06 & B &= 0 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.003 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 268 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 90 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.05 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.003 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 274 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 358 \text{ W}
 \end{aligned}$$

109 Garáž 5°C

Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
------------	----------	--------------	--------------------------	--------	---	--	--------

Zakázka číslo :
Název :
Adresa :
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : 0°C
Charakteristické číslo budovy B : 0Pa^{0.67}

SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	11.35	17	0.11	8.92	21
DO	Dvere domovné drevené bez sklenenej	0.000	5.94	17	2.60	0.22	262
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	19.05	17	0.11	8.92	36
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	11.35	17	0.11	8.92	21
OJ	sklo	0.000	1.80	17	1.30	0.60	40
DO	Dvere domovné drevené s jedným sklom	0.000	1.58	17	4.70	0.04	126

Celkom 506

$$p_1 = 0.30 \quad B = 0 \text{ Pa}^{0.67} \quad V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m = 0.009 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = 657 \text{ W}$$

$$p_2 = 0.00 \quad M = 0.5 \quad V_{vp} = \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = 60 \text{ W}$$

$$p_3 = 0.00 \quad \eta_h = 0.5 \quad V_v = 0.009 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_r = Q_c - Q_{pdl} = 717 \text{ W}$$

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 717 \text{ W}$$

110 Spíž								15°C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	2.34	27	0.11	8.92	7	
Pdl	Dlažba + 30 PPS + ker. strop	0.423	1.10	10	0.74	1.18	7	
Celkom							14	

$$p_1 = 0.04 \quad B = 0 \text{ Pa}^{0.67} \quad V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m = 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = 16 \text{ W}$$

$$p_2 = 0.00 \quad M = 0.5 \quad V_{vp} = \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = 9 \text{ W}$$

$$p_3 = 0.10 \quad \eta_h = 0.5 \quad V_v = 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad Q_r = Q_c - Q_{pdl} = 18 \text{ W}$$

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z = 25 \text{ W}$$

201 Pracovna								20°C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	3.85	32	0.11	8.92	14	
OJ	sklo	0.000	0.77	32	1.30	0.60	32	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	19.05	32	0.11	8.92	67	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	10.26	32	0.11	8.92	36	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	46	
OD	sklo	0.000	2.16	32	1.30	0.60	90	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	57	
OJ	sklo	0.000	0.77	32	1.30	0.60	32	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	5.95	32	0.25	3.81	47	
SN	Porotherm 44 P+D stenovka	0.500	9.16	5	0.37	2.51	14	
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16	
SN	beton tvárnica + 10cm polystyren	0.530	22.70	15	0.33	2.84	110	

Zakázka číslo :
Název :
Adresa :
Černošice, 252 28

Výpočtová venkovní teplota : 0 °C
Charakteristické číslo budovy B : 0 Pa^{0.67}

Celkom							561
$p_1 = 0.05$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	0.009 m ³ .s ⁻¹	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	588 W		
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	0.000 m ³ .s ⁻¹	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	223 W		
$p_3 = 0.00$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	0.009 m ³ .s ⁻¹	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	810 W		
				$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$	810 W		

202 Ložnice								20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	4.40	32	0.11	8.92	15	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	8.96	32	0.11	8.92	32	
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.96	32	2.80	0.19	355	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	3.12	5	2.09	0.31	28	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	10.86	5	2.09	0.31	97	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	1.72	5	2.09	0.31	15	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.75	5	2.09	0.31	28	
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	9.20	32	0.25	3.81	72	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	20.90	32	0.25	3.81	165	
Celkom							823	
$p_1 = 0.09$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	0.008 m ³ .s ⁻¹	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	857 W			
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{V}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	0.000 m ³ .s ⁻¹	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	217 W			
$p_3 = -0.05$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	0.008 m ³ .s ⁻¹	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	1074 W			
				$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$	1074 W			

203 Pokoj I.								20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	12.35	32	0.11	8.92	43	
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.30	32	2.80	0.19	296	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	3.85	32	0.11	8.92	14	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	63	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	9.62	32	0.25	3.81	63	
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.75	5	2.09	0.31	28	
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16	

Zakázka číslo :
 Název :
 Adresa :
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venkovní teplota : 0 °C
 Charakteristické číslo budovy B : 0 Pa^{0.67}

Celkom							590
$p_1 = 0.11$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	0.006 m ³ .s ⁻¹	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	653 W		
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	0.000 m ³ .s ⁻¹	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	159 W		
$p_3 = 0.00$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	0.006 m ³ .s ⁻¹	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	812 W		
				$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$	812 W		

204 Pokoj II.								20 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	12.35	32	0.11	8.92	43	
DO	Okno zdvojené so dvema skly	0.000	3.30	32	2.80	0.19	296	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	3.85	32	0.11	8.92	14	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	8.05	32	0.25	3.81	63	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	9.62	32	0.25	3.81	63	
OJ	sklo	0.000	1.62	32	1.30	0.60	67	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	4.75	5	2.09	0.31	28	
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.58	5	2.00	0.33	16	

Celkom							590
$p_1 = 0.11$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	0.006 m ³ .s ⁻¹	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	683 W		
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	0.000 m ³ .s ⁻¹	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	159 W		
$p_3 = 0.05$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	0.006 m ³ .s ⁻¹	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	842 W		
				$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$	842 W		

205 Koupelna								24 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	2.14	36	0.11	8.92	8	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	6.92	4	2.09	0.31	49	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	4.48	36	0.25	3.81	25	
OJ	sklo	0.000	1.62	36	1.30	0.60	76	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	7.00	36	0.25	3.81	62	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	7.60	9	2.09	0.31	103	
DN	Dvere vnútorné drevené plné	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21	

Celkom							344
$p_1 = 0.08$	$B = 0 \text{ Pa}^{0.67}$	$V_{vh} = \eta_h / 3600 \cdot V_m =$	0.003 m ³ .s ⁻¹	$Q_p = (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o =$	407 W		
$p_2 = 0.00$	$M = 0.5$	$V_{vp} = \sum(\dot{I}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M =$	0.000 m ³ .s ⁻¹	$Q_v = 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) =$	82 W		
$p_3 = 0.10$	$\eta_h = 0.5$	$V_v =$	0.003 m ³ .s ⁻¹	$Q_r = Q_c - Q_{pdl} =$	489 W		
				$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z =$	489 W		

Zakázka číslo :
 Název :
 Adresa :
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venkovní teplota : 0°C
 Charakteristické číslo budovy B : 0Pa^{0,67}

206 WC								24 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	1.32	36	0.11	8.92	5	
SN	Porotherm 11,5 P+D	0.135	8.82	9	2.09	0.31	123	
DN	Dvere vnitřní dřevěné plně	0.000	1.18	9	2.00	0.33	21	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	1.32	36	0.25	3.81	12	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	2.76	36	0.25	3.81	10	
OJ	sklo	0.000	1.62	36	1.30	0.60	76	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	3.00	36	0.25	3.81	27	
Celkom							274	

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.10 & B &= 0 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 328 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 35 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 363 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 363 \text{ W}
 \end{aligned}$$

207 Šatna I.								15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	4.59	27	0.11	8.92	14	
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	6.28	32	0.25	3.81	49	
Celkom							63	

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.06 & B &= 0 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 73 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 33 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.10 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.002 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 106 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 106 \text{ W}
 \end{aligned}$$

208 Šatna II.								15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]	
Celkom							0	

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.00 & B &= 0 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= \eta_h / 3600 \cdot V_m = & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 0 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \Sigma(\dot{i}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 19 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.00 & \eta_h &= 0.5 & V_v &= & 0.001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 19 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 19 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Zakázka číslo :
 Název :
 Adresa :
 Černošice, 252 28

 Výpočtová venkovní teplota : 0 °C
 Charakteristické číslo budovy B : 0 Pa^{0.67}

209 chodba							15 °C
Druh stěny	Označení	Tloušťka [m]	Plocha [m ²]	Δt [K]	k [W.m ⁻² .K ⁻¹]	R [m ² .K.W ⁻¹]	Qo [W]
SO	Porotherm 44 P+D + nobasil 180	0.650	3.12	27	0.11	8.92	9
OJ	sklo	0.000	1.08	27	1.30	0.60	38
Str	strecha + nobasil 150 + sadrokartón	0.164	17.20	32	0.25	3.81	136
Celkom							183

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 0.09 & B &= 0 \text{ Pa}^{0.67} & V_{vh} &= n_h / 3600 \cdot V_m = & 0.005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_p &= (1 + p_1 + p_2 + p_3) \cdot Q_o = & 207 \text{ W} \\
 p_2 &= 0.00 & M &= 0.5 & V_{vp} &= \sum (\dot{v}_{lv} \cdot L) \cdot B \cdot M = & 0.000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_v &= 1300 \cdot V_v \cdot (t_i - t_e) = & 89 \text{ W} \\
 p_3 &= 0.05 & n_h &= 0.5 & V_v &= & 0.005 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} & Q_r &= Q_c - Q_{pdl} = & 296 \text{ W} \\
 & & & & & & & Q_c &= Q_p + Q_v - Q_z = & 296 \text{ W}
 \end{aligned}$$



STAVEBNÍ FIRMA spol. s r.o.

zapsaná v obchodním rejstříku u Městského soudu v Praze, oddíl C, vložka 16584

ZAREST spol. s r.o.,
KUKELSKÁ 925
198 00 PRAHA9
Č.Ú. 939343081/0100 KOMERČNÍ BANKA PRAHA 8
IČO 48114294 DIČ CZ48114294

ZAREST spol. s r.o.

Tel. / fax 284692081
MOBIL: 602 194323
E-MAIL: info@zarest.cz
INTERNET: http://www.zarest.cz

Lukáš Secký

RD Černošice u Prahy

V PRAZE DNE: 30.3.2012

VYŘIZUJE: Petr Vondrák

VĚC:

Cenová nabídka

Předkládáme Vám cenový návrh na provedení kontaktního zateplení izolací ISOVER tl. 180mm se silikonovou omítkou 1,5mm systémem Weber - Terranova a lešením i pro odvětranou fasádu.

základ daně	370 670,00 Kč
14 % DPH	51 893,80 Kč
Celkem	422 563,80 Kč

Rozpočet cen a prací

Petr Vondrák
jednatel společnosti

ROZPOČET MATERIÁLU Weber - Terranova

Pořadové číslo: 03-2012/B
Datum vystavení: 30.3.2012
Akce: Lukáš Secký
Varianta : Izolant vata tl. 180mm, barevná silikonová omítka 1,5mm

Ceny jsou bez DPH

Příloha č. 1

1. Lepení tepelné izolace					
1.1. Lepidla a stěrky					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/kg	Tab. spotřeba kg/m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
Weber therm klasik	6,30	6,00	37,80	1,00	37,80
2. Tepelná izolace					
2.1. Vata TF - desky (1000 x 600 mm)					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/m ²	Tab. spotřeba m ² /m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
ISOVER TF tl. 180mm	480,00	1,10	528,00	1,00	528,00
3. Kotvení tepelné izolace					
3.2. Talíř hmoždinka s kovovým trnem OC, kotev. hl. 220 mm					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/ks	Tab. spotřeba ks/m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
8x220 OC	19,80	6,00	118,80	1,00	118,80
4. Armovací stěrka					
4.1. Armovací stěrky standardní					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/kg	Tab. spotřeba kg/m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
Weber therm elastik	10,50	6,00	63,00	1,00	63,00
5. Armovací skelná tkanina					
5.1. Armovací tkanina					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/m ²	Tab. spotřeba m ² /m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
R 131	18,80	1,15	21,62	1,00	21,62
17. Akrylátové omítky bílé					
17.1. Omítky T škrábané (zrnitá struktura)					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/kg	Tab. spotřeba kg/m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
Omítka T 2 mm	36,30	3,50	127,05	0,00	0,00
18. Akrylátové omítky barevné					
18.1. Omítky T škrábané (zrnitá struktura)					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/kg	Tab. spotřeba kg/m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
Weber pas silikon 1,5	45,30	2,50	113,25	1,00	113,25
23. Úprava podkladu					
23.1. Čističe, nátěry a penetrace					
Kód materiálu	Jedn. cena Kč/L	Tab. spotřeba L/m ²	Tab. jedn. cena Kč/m ²	Celkem m ²	Cena za položku Kč
Základní nátěr P od	62,70	0,25	15,68	1,00	15,68
Celková cena materiálu:					898,15 Kč

Zpracoval : P. Vondrák
Praha 30.3.2012

REKAPITULACE zateplení stěn - Lukáš Secký - Weber - Terranova

Pol.	Popis	M.J.	množství	jednotková dodávka	jednotková montáž	mezisoučet	celkem Kč (bez DPH)
Zateplení obv. konstrukcí - kontaktní zateplení							
A 1	Fasáda A - probarvená silikonová omítka 1,5mm	m2	220,00	898,15	460,00	1 358,15	298 793,00
	Vata zateplení tl. 180mm (příloha č. 1) stěny	m2	220,00				
	Ostění oken (příloha č. 2) bez izolace 73,5bmx0,16	m2	11,76	213,55	280,00	493,55	5 804,15
	Očištění povrchu fasády a penetrace	m2	220,00	10,00	15,00	25,00	5 500,00
		m2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
mezisoučet							310 097,15
Kontaktní zateplení celkem							310 097,15

Doplnkové materiály a montáž ke kontaktnímu zatep.							
	zakryvání otvorů folii	m2	16,88	18,20	15,00	33,20	560,42
	osazení rohových profilů PVC se sítí (rohy budovy , okna a dveře)	bm	65,20	14,50	15,00	29,50	1 923,40
	zacišťovací APU lišta u oken	bm	73,50	44,28	15,00	59,28	4 357,08
	rohový profil s okapničkou nad okno	bm	0,00	35,80	15,00	50,80	0,00
	dilatace	bm	0,00	166,00	15,00	181,00	0,00
	tmelení akrylátovým tmelem u napojení omítek a klemp vyr.	bm	23,00	17,60	10,50	28,10	646,30
	PUR pěna na spáry	ks	3,00	88,00	0,00	88,00	264,00
	zakládací lišta tl. 180mm	bm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	montáž a demontáž lešení	m2	272,00	0,00	60,00	60,00	16 320,00
	nájem lešení na 35 dní, doprava lešení(6000)	soub	1,00	0,00	0,00	15 520,00	15 520,00
	revize hromosvodu	ks	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Doplnkové materiály celkem							39 591,20
Fasáda kontaktní celkem							349 688,34

Doprava		%	4,00				13 987,53
Likvidace sutě		%	2,00				6 993,77
Ostatní náklady celkem							0,00
							20 981,30

Cena celkem bez DPH	370 669,64
----------------------------	-------------------

Ceny jsou bez DPH.

V Praze dne : 30.03.2012

Platnost nabídky : 2 měsíce

S pozdravem

ZAREST spol. s r. o.

Petr Vondrák