



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

# POSOUZENÍ NÁVRATNOSTI INVESTICE DO PASIVNÍHO A STANDARDNÍHO RODINNÉHO DOMU VE ZLÍNĚ

ASSESSMEN OF ROI IN A PASSIVE AND STANDARD HOUSE IN ZLÍN

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Nikola Gajdoš

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D.

BRNO 2018

## Zadání diplomové práce

Student:	<b>Bc. Nikola Gajdoš</b>
Studijní program:	Soudní inženýrství
Studijní obor:	Realitní inženýrství
Vedoucí práce:	<b>Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2017/18
Ústav/odbor:	Ústav soudního inženýrství

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

### **Posouzení návratnosti investice do pasivního a standardního rodinného domu ve Zlíně**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Uvedení základních pojmů spojených s úsporou energií u stavebních objektů.

Posouzení, zda případná úspora provozních nákladů u pasivního domu oproti běžné výstavbě pokryje stavební vícenáklady související s dosažením pasivního standardu. Porovnání jednotlivých prvků konstrukcí, které jsou pro oba typy výstavby odlišné, a to především jejich konstrukční, funkční a provozně-ekonomické dopady.

Porovnání standardní a pasivní obálky pro řešený rodinný dům.

Vytvoření rozhodovacího schématu pro volbu investice do stavby pasivního bydlení či běžné výstavby.

#### **Cíle diplomové práce:**

Porovnání nákladů na výstavbu pasivního domu ve srovnání s běžnou výstavbou a doba návratnosti investice.

#### **Seznam literatury:**

BRADÁČ, A.; a kol. Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí, první vydání. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2016, 790 p. ISBN 978-80-7204-930-1,

Zákon č. 151/1997 Sb., o oceňování majetku.

Vyhláška Ministerstva financí ČR č. 441/2013 Sb., v aktuálním znění k datu odevzdání diplomové práce.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18.

V Brně, dne 20. 10. 2017



A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Aleš Vémola".

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.  
ředitel

### ***Abstrakt***

Cílem této diplomové práce je posouzení ekonomické návratnosti investice do pasivního domu v porovnání se standardním domem. V práci jsou uvedeny běžné problémy pasivní výstavby, historie, požadavky, vlastnosti a použité materiály.

Způsob hodnocení je založen na návratnosti počáteční investice do pasivního domu. Hlavní část práce se zaměřuje na materiály s tepelně izolačními vlastnostmi a softwarový výpočet roční spotřeby energií. V závěru práce byla provedena analýza cen energií v čase návratnosti. Výstupem práce je doba návratnosti počáteční investice do pasivního domu v letech, při dvou různých cenách spotřebních energií.

### ***Abstract***

The aim of this diploma thesis is to evaluate the economic return of the investment in the passive house compared to the standard house. The thesis presents the common problems of passive construction, history, requirements, properties and used materials.

The method of assessment is based on the return on initial investment in the passive house. The main part of the thesis focuses on materials with thermal insulating properties and software calculation of annual energy consumption. At the end of the thesis an analysis of energy prices at the time of return was made. The output of the work is the payback time of the initial investment in the passive house in years at two different prices of energy consumption.

### ***Klíčová slova***

Počáteční investice, návratnost investice, pasivní dům, standardní dům, spotřeba energií, uživatelské náklady, prostup tepla.

### ***Keywords***

Initial investment, return on investment, passive house, standard house, energy consumption, user costs, heat transfer.

***Bibliografická citace***

GAJDOŠ, N. *Posouzení návratnosti investice do pasivního a standardního rodinného domu ve Zlíně*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2018. 111 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vítězslava Hlavinková, Ph.D..

***Prohlášení***

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

V Brně dne .....25.5.2018.....

..........

Podpis diplomanta

### ***Poděkování***

Na tomto místě bych chtěl poděkovat paní Ing. Vítězslavě Hlavinkové, Ph.D. za odborné a vstřícné vedení mé diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat rodině, přítelkyni a její rodině za podporu, která mi byla během studií poskytována.

# OBSAH

1	ÚVOD .....	10
2	NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ DOMY .....	11
2.1	HISTORIE A SOUČASNOST PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ .....	11
2.1.1	<i>Počátky a rozvoj .....</i>	<i>11</i>
2.1.2	<i>Pasivní a nízkoenergetické domy dneška.....</i>	<i>21</i>
2.1.3	<i>Koncept pasivního domu.....</i>	<i>24</i>
2.2	PASIVNÍ DŮM .....	27
2.2.2	<i>Konstrukce domu .....</i>	<i>27</i>
2.2.3	<i>Program Nová zelená úsporám .....</i>	<i>36</i>
2.3	HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV .....	38
3	POSOUZENÍ DOBY NÁVRATNOSTI INVESTICE DO PASIVNÍHO RODINNÉHO DOMU.....	40
3.1	ZÁKLADNÍ PROBLEMATIKA .....	40
3.2	SPECIFIKACE OBLASTI .....	41
3.2.1	<i>Charakteristika Zlínského kraje .....</i>	<i>41</i>
3.2.2	<i>Segmentace Zlína.....</i>	<i>43</i>
3.3	SPECIFIKACE LOKALITY .....	45
3.3.1	<i>Lokalita objektu .....</i>	<i>45</i>
3.3.2	<i>Dostupnost v blízkosti objektu .....</i>	<i>46</i>
3.4	POPIS POSUZOVANÉHO OBJEKTU .....	47
3.4.1	<i>Základní kapacity stavby .....</i>	<i>47</i>
3.4.2	<i>Architektonické a hmotové řešení.....</i>	<i>47</i>
3.4.3	<i>Dispoziční řešení .....</i>	<i>48</i>
3.4.4	<i>Akustické posouzení.....</i>	<i>48</i>
3.4.5	<i>Tepelně technické vlastnosti .....</i>	<i>48</i>
3.4.6	<i>Stavební konstrukce .....</i>	<i>49</i>
3.4.7	<i>Výplně otvorů.....</i>	<i>52</i>
3.5	SKLADBY PASIVNÍHO DOMU .....	53
3.5.1	<i>S01 - Obvodová stěna - Vapis s tepelnou izolací 280 mm.....</i>	<i>53</i>
3.5.2	<i>S02 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 280 mm.....</i>	<i>55</i>
3.5.3	<i>S03 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 180 mm.....</i>	<i>57</i>
3.5.4	<i>S04 - Obvodová stěna -meziokenní pilířky, Vapis .....</i>	<i>59</i>



3.5.5	<i>S05 - Stěna garáže - ŽB s tepelnou izolací 140 mm</i>	61
3.5.6	<i>S06 - Střecha</i>	63
3.5.7	<i>S07 - Podlaha s keramickou dlažbou na terénu</i>	65
3.5.8	<i>S08 - Dřevěná podlaha na terénu</i>	66
3.5.9	<i>Výplně otvorů</i>	69
3.6	<b>SKLADBY STANDARDNÍHO DOMU</b>	71
3.6.1	<i>S01 - Obvodová stěna - Vapis s tepelnou izolací 120 mm</i>	71
3.6.2	<i>S02 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 120 mm</i>	73
3.6.3	<i>S03 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 120 mm</i>	75
3.6.4	<i>S04 - Obvodová stěna -mezi okenní pilířky, Vapis</i>	77
3.6.5	<i>S05 - Stěna garáže - ŽB s tepelnou izolací 120 mm</i>	79
3.6.6	<i>S06 - Střecha</i>	81
3.6.7	<i>S07 - Podlaha s keramickou dlažbou na terénu</i>	83
3.6.8	<i>S08 - Dřevěná podlaha na terénu</i>	85
3.6.9	<i>Výplně otvorů</i>	87
3.7	<b>ROZDÍLNÉ NÁKLADY PASIVNÍHO A STANDARDNÍHO DOMU</b>	89
3.7.1	<i>Pořizovací náklady posuzovaných staveb</i>	89
3.7.2	<i>Stavebně materiálové náklady</i>	89
3.8	<b>PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV</b>	94
3.8.1	<i>Průkaz energetické náročnosti pasivního domu</i>	95
3.8.2	<i>Průkaz energetické náročnosti standardního domu</i>	96
3.9	<b>ANALÝZA VÝVOJE CEN ENERGIÍ</b>	97
3.9.1	<i>Vývoje ceny elektřiny</i>	97
3.9.2	<i>Vývoje ceny zemního plynu</i>	99
3.10	<b>VÝSLEDNÉ POSOUZENÍ DOBY NÁVRATNOSTI</b>	101
3.10.1	<i>Rozdíl nákladů do RD</i>	101
3.10.2	<i>Rozdíl spotřeby energií</i>	101
3.10.3	<i>Ceny energií</i>	101
3.10.4	<i>Náklady na energie za rok</i>	102
3.10.5	<i>Rozdíl nákladů na užívání</i>	103
3.10.6	<i>Doba návratnosti</i>	103
3.10.7	<i>Poměrový graf nákladů</i>	104
4	<b>ZÁVĚR</b>	105
5	<b>LITERATURA</b>	106

# 1 ÚVOD

Toto téma jsem si vybral z důvodu rostoucí ceny energií a celkově rostoucích nákladů na bydlení a údržbu nemovitosti. Dalším důležitým faktorem jsou vyhlášky a směrnice vydané Evropskou komisí, která se snaží snižovat energetickou náročnost a závislost nemovitostí na energiích. V současné době se potýkáme se zcela běžným jevem, kdy se standardní dům předělává a utepluje na nízkoenergetický. Nově podle nejnovější směrnice vydané Evropskou unií se od roku 2021 budou smět stavět již pouze nízkoenergetické stavby. V mnoha případech se na tom podílí právě granty poskytované Evropskou komisí. Spotřeba energií na vytápění jako je plyn, elektřina je až o 90% nižší u pasivních domů oproti běžným novostavbám. Ovšem otázkou zůstává, zda-li nadměrné zateplování nemovitostí již neškodí a nesnižuje životnost objektu a to především hojně využívané tepelné izolace na bázi polystyrenu a minerální vaty. A taktéž nákladovost a návratnost vynaložených investic při novostavbě pasivního domu.

Ve své diplomové práci se zabývám především otázkou návratnosti vynaložené investice do pasivního domu. Teoretická část se věnuje historickým vývojem energeticky úsporných staveb jak ve světě, tak v České republice a jejich současnými požadavky.

## **2 NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ DOMY**

Tento pojem není nic nového a nachází se na trhu s nemovitostmi již řadu let. Avšak až v posledních letech nastal velký boom s těmito nemovitostmi. Tento boom se vyvinul jako reakce na neustálý růst cen paliv a energií, a taktéž jako šetrná alternativa k životnímu prostředí. Takže prioritním cílem byl a stále je šetřením množství spotřebovaných energií a paliv na obytnou jednotku a tím snižováním dopadů na životní prostředí na úkor lidských potřeb a nároků.

Jako každé odvětví má i toto odvětví své milníky, přednosti, problémy a vlastnosti, které se Vám v této kapitole pokusím představit.

### **2.1 HISTORIE A SOUČASNOST PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ**

#### **2.1.1 Počátky a rozvoj**

Historie pasivních a nízkoenergetických domů sahá hluboko do historie. Od počátků se lidé snažili stavět ekonomicky výhodné domy s vidinou ušetření nákladů do budoucna. První takové pokusy lze vysledovat již ve středověku, kdy lidé zkoušeli různé materiály, aby zabránili úniku tepla z obydlí, jako např. hlína, seno, sláma atd..

Vzniku staveb, označovaných v současné době jako pasivní domy, předcházela koncepce solárních domů. To jsou domy, které akumulovaly teplo ze Slunce pro následné využití v domě. Oproti pasivním domům se nejednalo o vnější tepelnou ochranu budovy.

Takovéto domy se poprvé objevily jako experimenty v roce 1939 v USA. Avšak první vědecké výzkumy zabývající se problematikou energeticky úsporných domů přichází až s ropnou krizí v 70. až 80. letech 20. století. Svět si poprvé uvědomuje svoji závislost na ropě a energiích v čele s Amerikou, největším spotřebitelem té doby a hledá nové řešení úspory. Tyto řešení se nevyhnuly ani stavebnictví, jakožto jednomu z největších spotřebitelů energií. Nakonec se ale od stavby těchto nízkoenergetických domů upustilo vlivem vysoké finanční náročnosti. Ale poznatky byly velkým přínosem do pozdějších vývoje nízkoenergetických a pasivních domů.

Tato krize se nevyhnula ani Evropě a trend nízkoenergetických a pasivních domů se dále rozvíjel. Evropské stavebnictví má odlišný ráz oproti Americkému, kde jsou převládající dřevostavby. V Evropě se více dbá na tradiční stavební materiály z těžkých hmot a s dlouhou životností. Proto se při vývoji zaměřili více na snížení spotřeby energií lepší izolací a zabránění

úniku tepla, nikoliv akumulací slunečního tepla. Tyto domy se vyznačovaly zvýšenou tepelnou izolací, vzduchotěsností a zlepšením výplní otvorů. Tyto stavby byly označovány nízkoenergetickými stavbami druhé generace. V této oblasti vynikalo především Švédsko, jehož poznatky při řešení konstrukčních problémů a zkvalitnění výplní otvorů a ventilací využívali němečtí inženýři. Německo se dodnes drží na špici nízkoenergetických mocností a nadále vyvíjí a zdokonaluje metody a možnosti nízkoenergetických domů.

### ***Předchůdci energeticky úsporných domů***

Nejstarší zachovalou památkou zapsanou na seznam UNESCO je lidské obydlí z období neolitu. Staří tohoto obydlí je větší jak u egyptských pyramid.

Památku se nachází ve Skotsku. Obydlí je čtvercové pod zemí, spojené jednotlivými cestičkami venku. V každém obydlí se nacházejí 2 postele s centrálním krbem a poličkami naproti dveřím, vše je z kamene. Obydlí se dá řadit mezi energetické předchůdce z důvodu udržování tepla obydlí, které je umístěno pod zemí a současně chráněno proti povětrnostním vlivům.



*Obrázek č.1 - Fotografie prehistorické osady z období neolitu; 3100 př. n. l. - 2500 př. n. l  
Lokalita: Jižní břeh zátoky o´Skaill, na západě farnosti Sandwick, Skotsko  
Zdroj: <http://www.orkneyjar.com/history/skarabrae/>*

Dalším takovým obydlím je město Petra v Jordánsku. Město původně vzniklo jako pohřebiště a až následně bylo obydleno. Město je vytesané v pískovci, který dodával obyvatelům ochranu jak před počasím tak vnějším světem.



*Obrázek č.2 - Fotografie města Petra z období doby železné; 300 př. n. l - 600 n. l.*

*Lokalita: Na jihu v Šarských horách, Jordán*

*Zdroj: <https://g1b2i3.wordpress.com/2013/02/24/parfumul-desertului-poveste-parfumata/>*

Na našem území v 6 st. n. l. vznikaly roubené stavby, které měly především bezpečnostní požadavky, pohodlnost bydlení bylo až druhořadé. Chata byla zahloubená 80cm do země z dřevěných trámů, případně proutím omazaným hlínou. Zde již můžeme vidět snahu zmenšit otvory, kterými proniká teplo ven ze stavby. Izolace střechy je z rákosových došků. Stavba se vytápěla otevřeným ohništěm.



*Obrázek č.3 - Fotografie rekonstrukce Slovanského obydlí z období ranného středověku;  
600 n. l. - 1100 n. l.  
Lokalita: Modrá, Česká republika  
Zdroj: <http://slovane.cz/?p=203>*

Ve 13. století se začínají stavět objekty na úrovni země. Staví se již více patrové stavby především ze dřeva na venkově. Jen vzácně ve městě z lomového kamene. Využití prvních oken. Především malé světnicové okna.



*Obrázek č.4 - Fotografie Valašské muzeum v přírodě obydlí z období vrcholného, pozdního středověku a začátkem novověku; 1300 n. l. - 1800 n. l.*

*Lokalita: Valašské Meziříčí, Česká republika*

*Zdroj: <https://moodytrips.webnode.cz/news/valasske-muzeum-v-prirode-v-roznove-pod-radhostem/>*

Městské domy v 16. st. n. l. jsou již především z kamene. Využíval se různě opracovaný kámen podle umístění v objektu. Stěny jsou velmi tlusté, a jsou omítnuté z interiéru i exteriéru. Pro osvětlení a provzdušnění na průčelí křídlové okna, které jsou společně se zdobenou fasádou dominantou budovy. Jednotlivé stavby ležely na sousední stavbě, tím se chránily proti povětrnostním vlivům z nechtěné strany.



*Obrázek č.5 -Fotografie městské zástavby z období gotiky, renesance a novověku;  
1400 n. l. - 1800 n. l.*

*Lokalita: Slavonice, Česká republika*

*Zdroj: <http://www.visitjindrichuvhradec.cz/cz/tipy-na-vylet-jindrichuv-hradec/23/>*



## *Dějiny energeticky úsporných domů*

Ačkoliv se první zelené střešní konstrukce vyvinuly až v roce 1960, v Severských zemích se takhle žije již po tisíciletí. V zemích jako např. Island nebo Norsko, kde je studené počasí se silným mrazivým větrem. Právě toto počasí stálo za vznik zdejší architektury. Domy jsou obsypané zeminou nebo přímo zasazené ve svahu. Na střešní konstrukci je vrstva hlíny a vegetace. Stavba tohoto domu byla velmi důmyslná na svou dobu. I když hlína brání dům před povětrnostními podmínkami, neřeší to zatékání do objektu. Na dřevěné střešní desky se postupně pokládaly pláty březové kůry tak, aby se vzájemně překrývaly a vedly odtékající vodu. Poté se pokládaly dvě vrstvy drnů. První vrstva drnů se na střechu umístila porostem směrem dolů, aby se travnatý porost dotýkal izolace z plátů březové kůry. Vrstva travnatého porostu mezi kůrou a hlínou umožňovala lepší odtok vody a prodlužovala životnost kůrových plátů. Druhá vrstva drnů byla umístěna travnatou stranou nahoru. Aby se drny nesouvaly směrem dolů, byly zajištěny na konci kládou.

Takhle postavené stavby měly zpravidla životnost mezi 30 až 40 roky. Paradox je, že i v dnešní moderní době se záruka na zelené střechy s využitím nejnovějších materiálů a technologií neprodloužila.

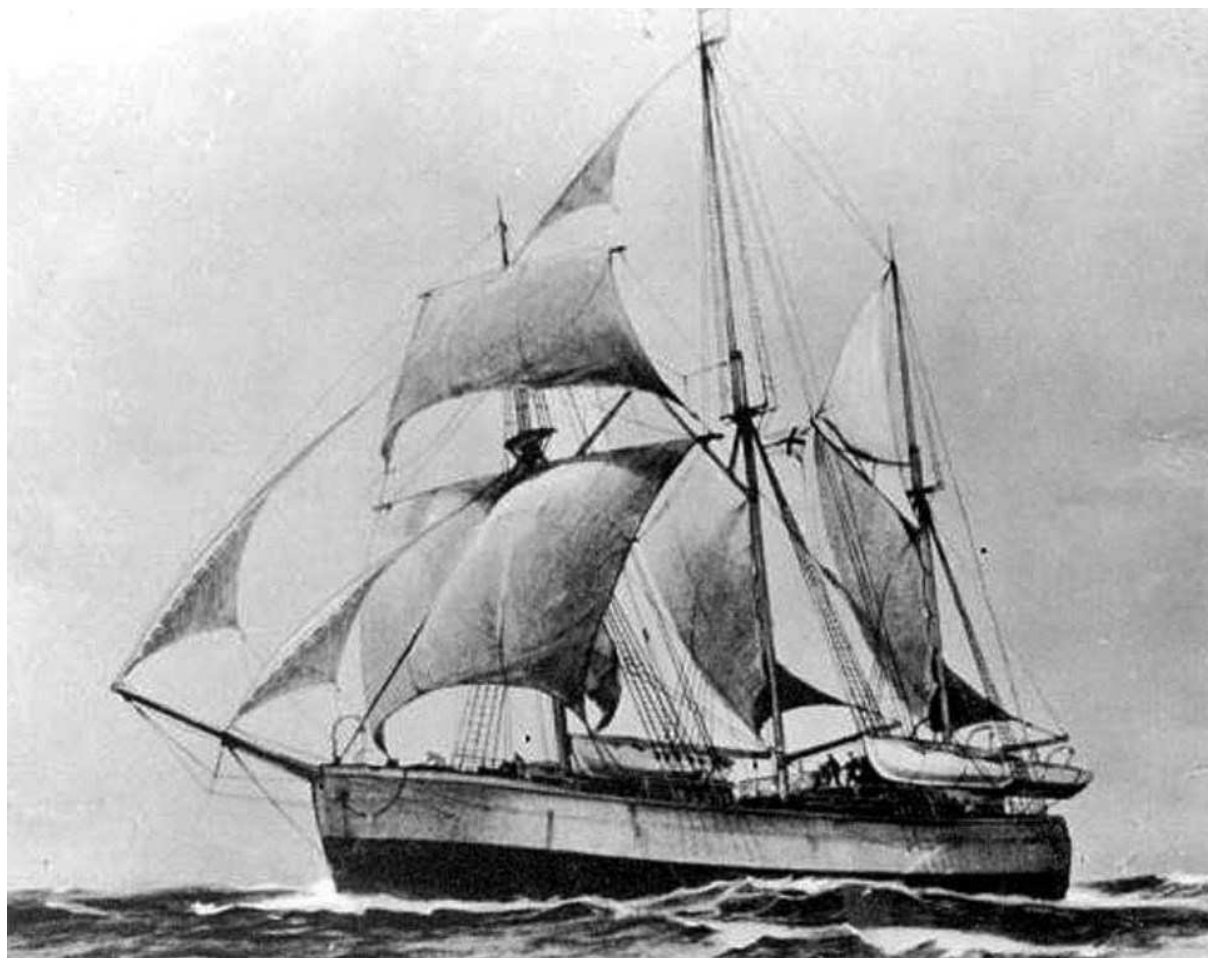


*Obrázek č.6 - Fotografie rekonstrukce obydlí v Severských zemích; 900 n. l. - 1900 n. l.*

*Lokalita: Muzeum Arbaer, Reykjavík, Island*

*Zdroj: <http://www.iceland24blog.com/2017/02/the-arbaer-museum-in-reykjavik.html>*

Zcela paradoxně se za zcela první pasivní stavbu považuje polární výzkumná loď Fram, která v letech 1893 - 1912 prováděla polární expedice do Arktidy a Antarktidy. Plavili se na ní také jména badatelské historie jako Roald Amundsen, Otto Sverdrup nebo Fridtjof Nansen. Fram patřil k nejpevnějším lodím své doby. Mimo pevnost vlastnil požadavky na pasivní dům. Loď byla silně zevnitř utepena korkem a asfaltovou plstí. Na lodi byly elektrické svítilny, které se dobýjely větrnými mlýny. Fram se jako jedna z mála polárních lodí dochovala a je přístupná v muzeu ve městě Oslo.



*Obrázek č.7 - Soudobá fotografie výzkumné polární lodi Fram; 1893 n. l. - 1912 n. l.*

*Lokalita: Oslo, Norsko*

*Zdroj: <http://www.zivot.sk/clanok/33859/fridtjof-nansen-jeden-z-najslavnejsich-polarnikov-v-dejinach-nikdy-na-pole-nestal>*

Ale první skutečně pasivní dům se představil až v roce 1933 na mezinárodní výstavě v Chicagu. Celý objekt se skládal z přízemí a dvou nadzemních podlaží. Dům je kruhového tvaru, prosklený 25 skleněnými tabulemi. Toto prosklení umožňuje výhled na jakoukoliv světovou stranu. Přes tyto skleněné stěny dům získával solární zisky. Stavba měla i garáž, ve které se dalo parkovat letadlo. Autor projektu George Fred Keck však u lidí té doby nebyl zcela pochopen. Ačkoliv návštěvnost byla vysoká, lidi spíše zajímalo vybavení domu, než-li dům samotný.



*Obrázek č.8 - Soudobá fotografie Domu zítřka; 1933 n. l.*

*Lokalita: Oslo, Norsko*

*Zdroj: <https://www.indianalandmarks.org/about/special-projects/house-of-tomorrow/>*

Na tuto práci navazovalo mnoha dalších, jako např. DTH nulový energetický dům na kampusu v Kopenhagenu nebo experimentální dům Phillips v Německu.

Vzniklo mnoho publikací pojednávající o tématu super izolovaného domu v 70.- 80. letech. Jedním příkladem je Saskatchewan Conservation House v Kanadě.

Nízkoenergetický solární dům, který svým řešením a technickým zázemím předčil tehdejší dobu. Masivní izolace po celém obvodu až do šíře 450 mm celulózou snižoval spotřebu energie až o 85% oproti tehdejším standardům. Obsahoval jeden z prvních ventilátorů s rekuperací pro vytápění obytných místností. I materiál z tmavohnědého cedru byl zvolen z důvodu absorpce slunečního tepla. Natočením dvojitých oken na jižní stranu se získávalo solární teplo ale také

větrání. Dále se v objektu nacházely solární panely, které ohřívaly zásobník vody o objemu 11 tisíc litrů.

Díky monitorování byl velmi důležitým základem pro nízkoenergetické a pasivní domy v Evropě.



*Obrázek č.9 - Soudobá fotografie konverzačního domu v Saskatchewanu; 1977 n. l.  
Lokalita: Saskatchewan, Kanada*

*Zdroj: <http://www.ecohome.net/news/latest/saskatchewan-birthplace-passive-house-passive-solar-home-design>*

Ačkoliv bylo výše uvedeno mnoho příkladů pasivních nebo nízkoenergetických domů ve světě. Titulem první pasivní dům na světě se pyšní Kranischstein v Německu.

Základní myšlenka pasivního domu se u Dr. Wolfganga Feista zrodila v roce 1987 během návštěvy švédské Lund University Po této návštěvě se následující roky Dr. Feist usilovně snažil vyvinout co nejjednodušší koncept a využití zcela běžných nebo velmi snadno dostupných stavebních materiálů. Při stavbě se na vnější stěny využilo pískově vápenné zdivo tloušťky 175 mm a утеплění polystyrénem ve dvou vrstvách 125 a 150 mm. Dutiny tloušťky 445 mm v trémové střeše byly vyplněny foukanou minerální vatou. Součinitel prostupu tepla střešou byl na neskutečných  $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dále využil trojskla s prostupem  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  a výměníkem tepla vzduch-vzduch.

Dům je do dnešních dnů obýván a stále v něm fungují stovky čidel, které od postavení zaznamenávají jeho fungování a účinek různých vlivů v průběhu času. A i po téměř 30 letech spotřeba energií je stabilně na 10 kWh/m<sup>2</sup>/rok, čímž by i v dnešní době s přehledem splňoval požadavky pasivních staveb.



*Obrázek č.10 - Fotografie obytného domu Kranichstein; 1990 n. l.  
Lokalita: Darmstadt, Německo*

*Zdroj: <http://kalksandstein.cz/pasivni-domy-technicke-clanky/prvni-pasivni-dum-na-svete-slavi-letos-25-jubileum-2.html>*

### **2.1.2 Pasivní a nízkoenergetické domy dneška**

V současné době se vychází stále z principů Dr. Wolfganga Feista. Neustále se hledají nové možnosti zdokonalení energeticky šetrných materiálů.

Nízkoenergetické a pasivní domy jsou rozděleny normou. Nízkoenergetické stavby se velmi podobají pasivním, lišící se silnějšími vrstvami tepelné izolace na obálce budovy, základů a taktéž využitím více skleněných výplní. Nízkoenergetickými domy jsou ty, které mají spotřebu energií na vytápění do 50 kWh/m<sup>2</sup>. Pasivní stavby musí splňovat podmínku  $\leq 15\text{kWh/m}^2$ .

V České republice zatím pasivní stavby nejsou tak rozšířené jako v již zmiňovaných Severských zemích nebo v Německu, přesto je u nás hodně zajímavých pasivních staveb již k nalezení. Jako například pasivní rodinný dům ve Slavkově u Opavy, který se umístil do 10. místa v soutěži pasivní dům 2017.

Jedná se o architektonicky a prostorově velice povedený monoliticky-zděný dům. Obvodová konstrukce je z vápenopískových cihel utepené polystyrénem tloušťky 350 mm. Střešní část utepená minerální vatou tloušťky 500mm.

Dále je v domě použito větrání s rekuperací tepla z odpadního vzduchu s předeřevem v zemním kolektoru. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo vzduch - voda, automatický krb na peletky a termické trubicové kolektory. Přebytky energie v letních měsících jdou do bazénu. Otopná soustava je teplovodní s převážně podlahovým vytápěním.

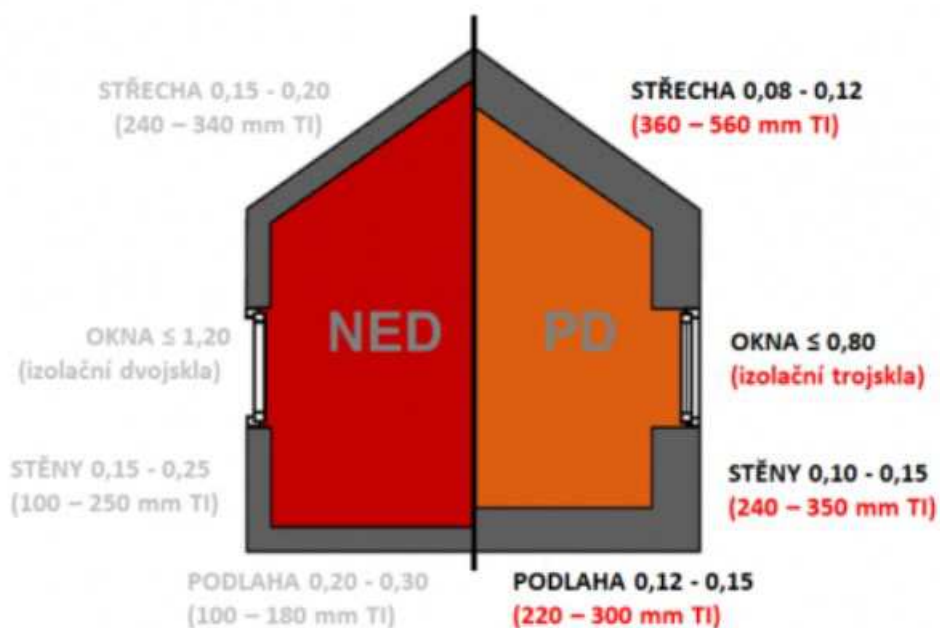


*Obrázek č.11 - Fotografie pasivního rodinného domu současnosti; 2016 n. l.*

*Lokalita: Slavkov u Opavy, Česká republika*

*Zdroj: <http://www.pasivnidomy.cz/domy/pasivni-rd-slavkov-691#zakladni-udaje>*

## Základní hodnoty nízkenergetický a pasivních staveb



Obrázek č.12 - Typické hodnoty U pro nízkenergetické a pasivní domy  
Zdroj: <http://www.pasivnidomy.cz/z-ceho-postavit-pasivni-dum-vhodne-masivni-konstrukce/t4239?s=1>

Tabulka č.1 - Spotřeba tepla na vytápění v jednotlivých typech RD

Typ domu	Charakteristika	Spotřeba tepla na vytápění [kWh/m <sup>2</sup> ]
běžné domy (70.-80. léta 20.st.)	zastaralé materiály a výplně otvorů, větrání okny	nad 200
současná novostavba	klasické vytápění plyn. kotlem, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	80 - 140
nízkenergetický dům	otopná soustava s nižším výkonem, výborné parametry tepelní izolace	pod 50
pasivní dům	jen teplovzdušné vytápění s rekuperací, vynikající parametry tepelné izolace	pod 15
nulový dům	parametry na úrovni pasivního domu a lepší, velké plochy fotovoltaických panelů	pod 5

### 2.1.3 Koncept pasivního domu

Samotný výraz pasivní dům vychází z německého *passiv Haus*. Tento výraz se objevil v práci Dr. Wolfganga Feista už v roce 1988. Jsou to především Německo a Rakousko, které se zabývají problematikou nízkoenergetického domu. Pasivní domy mají náklady zhruba 10% oproti běžným domům při standardním bydlení. Avšak i u pasivních domů musí být zařízení vytápění.

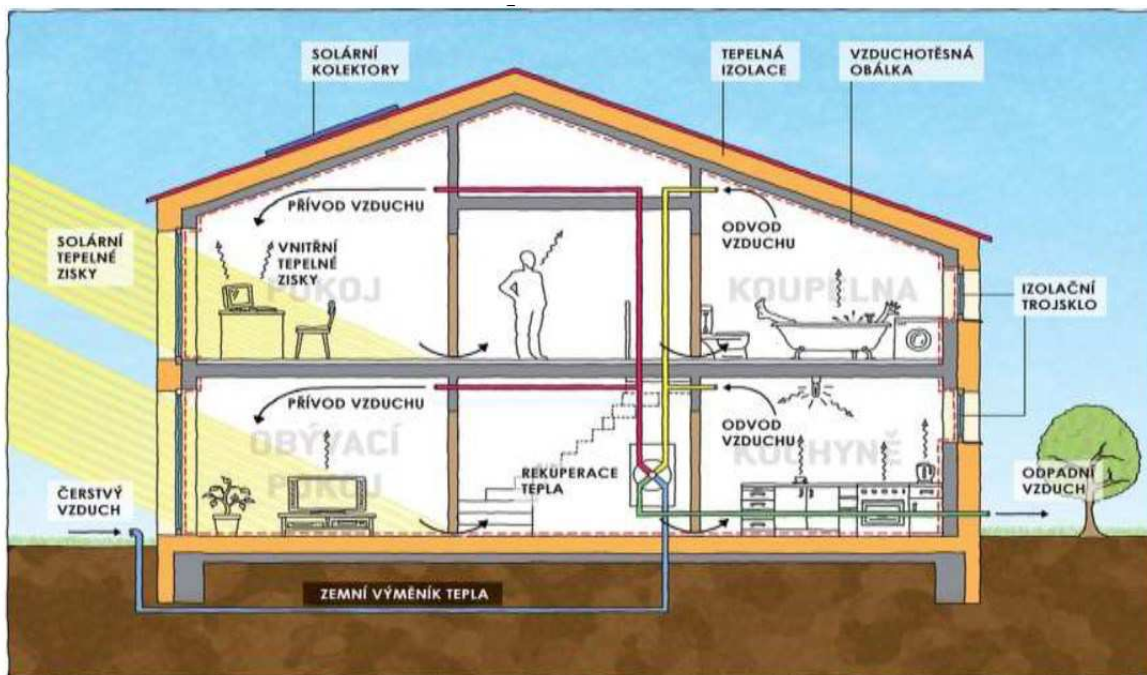
V České republice je na rok o cca 60 slunečných dnů méně než v sousedním Rakousku. A právě v tyto dny snížené slunečnosti a teploty se musí vnitřní teplota korigovat vytápěním pomocí energií.

Základní znaky pasivního domu:

- dobrý návrh s orientací hlavní prosklené fasády k jihu
- vysoce kvalitní izolační okna
- postrádá klasický topný systém
- řízené větrání
- vynikající tepelná izolace
- rekuperace tepla
- vzduchotěsnost domu
- kompaktní tvar
- důsledné řešení tepelných mostů



## Schéma pasivního domu

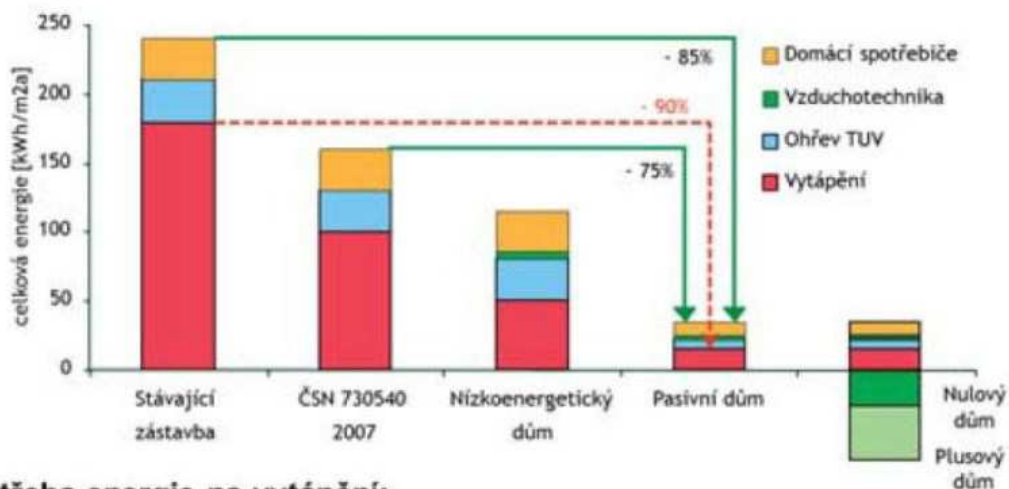


Obrázek č.13 - Schéma fungování pasivního domu

Zdroj: <https://www.nazeleno.cz/stavba/nizkoenergeticke-domy/pasivni-nizkoenergeticke-a-nulove-domy-co-je-co.aspx>

Velmi nízká spotřeba tepla ovšem neznamená absolutní nezávislost na energiích a taktéž nízké provozní náklady. Stále musíme platit za ohřev teplé vody a za elektřinu. Tyto spotřeby jsou v pasivním domě nákladově totožné.

## Porovnání průměrné energetické náročnosti v závislosti na typu obytné budovy



### Potřeba energie na vytápění:

- Dosud běžné budovy cca 180 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Budova dle platné normy cca 100 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Nízkoenergetický dům 15 - 50 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Pasivní dům < 15 kWh/(m<sup>2</sup>a)
- Nulový veškerou potřebu tepla na vytápění pokryje vlastní výrobou z OZE
- Plusový dům díky OZE více vyrobí, než spotřebuje

Obrázek č.14 - Potřeba energie na vytápění podle typu RD

Zdroj: <http://www.earch.cz/cs/stavitelstvi/jak-proc-rekonstruovat-nejen-panelove-domy-komplexne>

## **2.2 PASIVNÍ DŮM**

Při návrhu pasivního domu musí být velký důraz kladen na projektovou činnost a v ní optimalizaci všech základních prvků tj. tvar budovy, orientace, obvodové stěny, výplně otvorů atd.

### ***Postup při navrhování pasivního domu***

Dům by měl mít kompaktní tvar tz. ideálně krychle, kvádr, bez zbytečných výčnělků a výstupků. Čím tvarově jednodušší dům, tím méně rizik vzniku tepelných mostů a tím pádem řešení složitých detailů mnohdy finančně náročných. Umístění domu je ideálně na co nejvíce prosluněnou plochu, aby dům mohl co nejvíce využívat sluneční energii. Prosklenější plochy musí být umístěny na jih. Orientace na východ nebo západ může mít za následek přehřívání domu, především v létě.

### ***Kvalita vnitřního prostředí***

Díky kvalitní obálce je teplota stěn shodná s teplotou interiéru. To je důvodem teoreticky k nemožné kondenzaci na konstrukci. Optimální relativní vlhkost vzduchu je v rozmezí 35 - 50%.

### **2.2.2 Konstrukce domu**

#### ***Základy***

Základy jsou obdobné jako u standardního domu. Nejčastější typ je provedení základových pasů z prostého betonu. Tyto pasy izolujeme extrudovaným polystyrénem min. tloušťky 150 mm. Další varianty jsou pomocí ztraceného bednění.

#### ***Podlaha na terénu***

Pokud není striktním požadavkem investora podsklepení, je nejlepší varianta se této možností vyhnout. Podsklepení prodražuje stavbu a vytváří zbytečné tepelné mosty. Základní podlahová deska se provede z železobetonu. Na tuto desku se následně provede izolace z asfaltových případně jiných pásů proti zemi vlhkosti a taktéž by tato izolace měla mít odolnost

proti pronikání radonu z podloží. Železobetonová deska se tepelně odizoluje položením polystyrénových desek tloušťky 20 - 25 cm a provede se mazanina jako základ nášlapné vrstvy.

### Obvodové stěny

Všechny neprůhledné obvodové konstrukce by měli mít součinitel prostupu tepla nižší než  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Stěny jsou z masivních materiálů a to betonové konstrukce, keramické bloky a další.

Celková šíře stěn včetně zateplení a finální úpravy je kolem 500 mm. Ačkoliv některé literatury uvádí, že šíře nosné stěny z keramického bloku je možné od 240 mm. Odborní technici dodavatelů těchto částí stavby to ale nedoporučují a nabízí až bloky šíře 300 mm ačkoliv jsou v nabídce i možné nižší rozměry. Dalo by se říct již tradiční stavění v České republice je pomocí cihelných bloků různé šíře a následně utěplení izolací ať už z minerálních vláken nebo polystyrénu. Toto řešení uzavírá dům, vytvoří dalo by se říct skleník. Dům v průběhu času pracuje a žije v čase. Těmito izolačními materiály se brání ideálnímu fungování domu. Trh s materiálem nabízí velké množství materiálů, jako např. cihelné bloky tloušťky 500 mm, které splňují požadavky na pasivní dům.

Konstrukce vytápěných budov v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu do 60 % a s převažující návrhovou vnitřní teplotou 18 °C až 22 °C včetně.	Normové hodnoty součinitele prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Nevyhovuje požadovaným hodnotám $U_{N,20}$	Vyhovuje požadovaným hodnotám $U_{N,20}$	Vyhovuje doporučeným hodnotám $U_{rec,20}$	Vyhovuje doporučeným hodnotám pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Vnější stěna těžká	> 0,30	0,30	0,25	0,18 - 0,12

Obrázek č.15 - Normové hodnoty součinitele prostupu tepla

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/127-navrh-obvodove-steny-s-vnejsim-tepelneizolacnim-kompozitnim-systemem>

Konstrukce	Tloušťka konstrukce [mm]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]									
		Konstrukce bez tepelné izolace	Konstrukce s tepelnou izolací tloušťky [mm]								
			50	80	100	120	130	140	160	180	200
Cihla plná	300	1,93	0,57	0,40	0,33	0,28	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18
	450	1,44	0,51	0,37	0,31	0,27	0,25	0,24	0,21	0,19	0,18
	600	1,15	0,47	0,35	0,30	0,26	0,24	0,23	0,21	0,19	0,17
Cihla CDm	240	1,93	0,57	0,40	0,33	0,28	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18
	375	1,46	0,52	0,37	0,31	0,27	0,25	0,24	0,21	0,19	0,18
Porotherm P+D	300	0,73	0,38	0,30	0,26	0,23	0,22	0,21	0,19	0,17	0,16
	365	0,36	0,25	0,21	0,19	0,17	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
	400	0,33	0,23	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
	440	0,30	0,22	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12
Porotherm CB	300	0,42	0,27	0,23	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
	400	0,32	0,23	0,19	0,18	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
	440	0,29	0,21	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12
Supertherm STI	300	0,33	0,23	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
	365	0,27	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12
	400	0,25	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11
	440	0,23	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,11
Plynosilikát	300	0,68	0,37	0,29	0,25	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,15
	400	0,52	0,32	0,26	0,23	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14
Ytong	250	0,44	0,29	0,24	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14
	300	0,37	0,26	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13
	375	0,30	0,22	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12
Škvárbetonové tvárnice	300	1,74	0,55	0,39	0,33	0,28	0,26	0,25	0,22	0,20	0,18
	400	1,41	0,51	0,37	0,31	0,27	0,25	0,24	0,21	0,19	0,18
Železobeton	200	3,51	0,65	0,44	0,36	0,30	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19
	250	3,19	0,65	0,44	0,36	0,30	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19

Obrázek č.16 - Součinitel prostupu tepla podle konstrukcí

Zdroj: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/127-navrh-obvodove-steny-s-vnejsim-tepelneizolacnim-kompozitnim-systemem>

## Výplně otvorů

Pasivní dům bývá hodně prosklen, ovšem důležitější než plocha prosklení je kvalita zasklení a umístění prosklených ploch k jihu. Prosklené plochy by měly zabírat maximálně 40% plochy jižní fasády. Výplním otvorů musí být věnována plná pozornost. Mnohdy je únik tepla prostřednictvím oken až 5x větší než obvodovou stěnou. Požadavky prosklené výplně jsou nižší jak 0,8 W/m<sup>2</sup> x K.

Kvalitu okna určuje:

- zasklení izolačním trojsklem
- izolovaný rám
- těsnost okenních spár
- odborná montáž

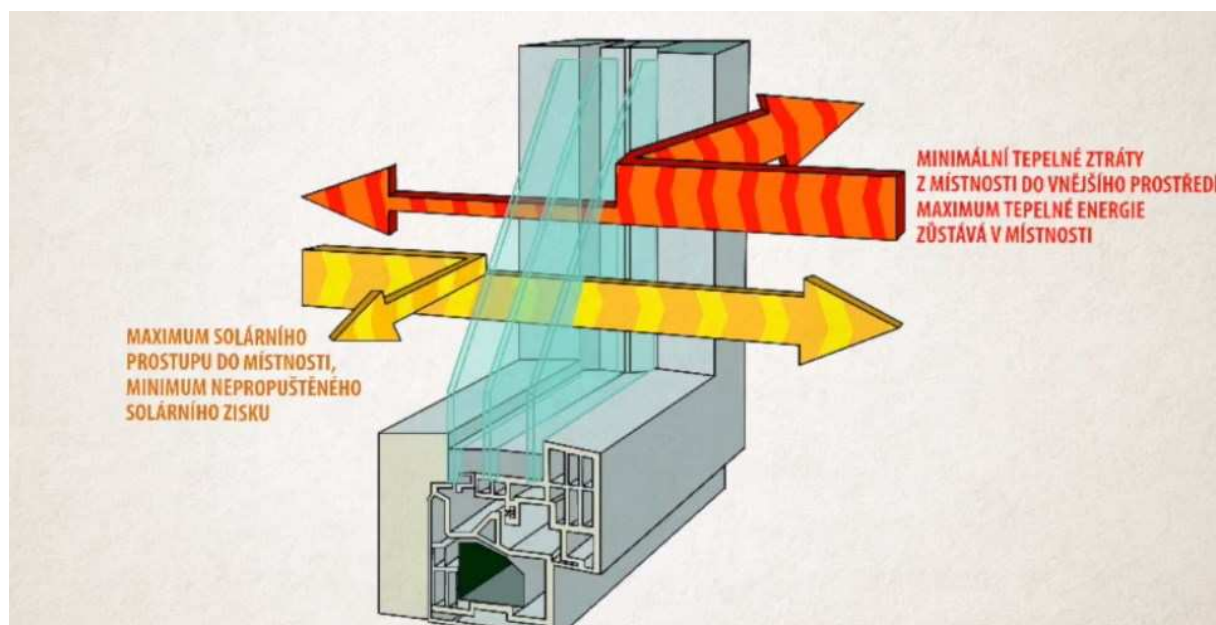
Okna v pasivním domě slouží v létě jako izolace, v zimě jako sluneční kolektory.



Obrázek č.17 - Pasivní solární zisky v různé roční období

Zdroj: [https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/01\\_zaklady\\_1.pdf](https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/01_zaklady_1.pdf)

Po zasklení požadujeme dva protichůdné požadavky. V prvním požadavku se dbá na propustnost tepla skrze zasklení, abychom snížili potřebu vytápění. V druhém naopak aby propustnost byla co nejmenší a okna nám udržovala teplo v domě. V tomto případě jsou optimální trojskla. Mezi skleněné mezery se vyplňují vzácnými plyny.



Obrázek č.18 - Funkce zasklení

Zdroj: <https://publi.cz/books/92/05.html>

Součinitel prostupu tepla na okno se bere jako celek. Špatně provedenou izolací v rámu a křídle se znehodnocuje celá tepelně izolační funkčnost okna. Je třeba volit okna ne na základě množství vzduchových komor, ale komory vyplněné izolací. Tyto izolace pak prochází celým obvodem rámu bez přerušení



Obrázek č.19 - Detail plastového okna vyplněného tepelně izolačním materiálem  
Zdroj: <https://publi.cz/books/92/05.html>

Aby se zabránilo tepelným mostům spojených s kotvením rámu okna do obvodové nosné stěny, využívá se předsazení oken před líc obvodové stěny cca 6 - 16 cm. Kotvy musí být únosné. Pro těsnění takhle vykonzolovaného okna se využívají parotěsné a difuzní fólie, které se lepí na vnější stranu rámu okna.



*Obrázek č.20 - Vykonzolování okna  
Zdroj: <https://publi.cz/books/92/05.html>*

Vchodové a balkónové dveře mají stejné požadavky jako okenní výplně. Nejkritičtější oblast u dveří jsou prahy. Je to oblast, která nejde utěsnit a je zde tepelný most. Na trhu jsou však již dostupné dveře, které dovedou tuto oblast utěsnit uzavíracími mechanismy.

### ***Střecha***

Čím menší plocha tím menší potřeba izolací. Využití tvaru pultového a plochého. Pasivní střechu nám tvoří tloušťka použitého izolantu. V případě ploché střechy se jedná jenom o uložení izolantu na stropní železobetonovou konstrukci. Je-li v oblasti předepsaná střecha sedlová nebo pultová nastává problém. U pasivních střech je výška izolantu zhruba 400 mm, avšak výška krovu



je běžná kolem 200 mm. Takhle šikmá střecha pasivního domu se vyřeší systémem nad krokvního zateplením.



*Obrázek č.21 - Provedení konstrukce střechy*

*Zdroj: <https://www.nazeleno.cz/stavba/pasivni-domy/jak-se-stavi-pasivni-dum-strecha.aspx>*



*Obrázek č.22 - Provedení izolace střechy*

*Zdroj: <https://www.nazeleno.cz/stavba/pasivni-domy/jak-se-stavi-pasivni-dum-strecha.aspx>*

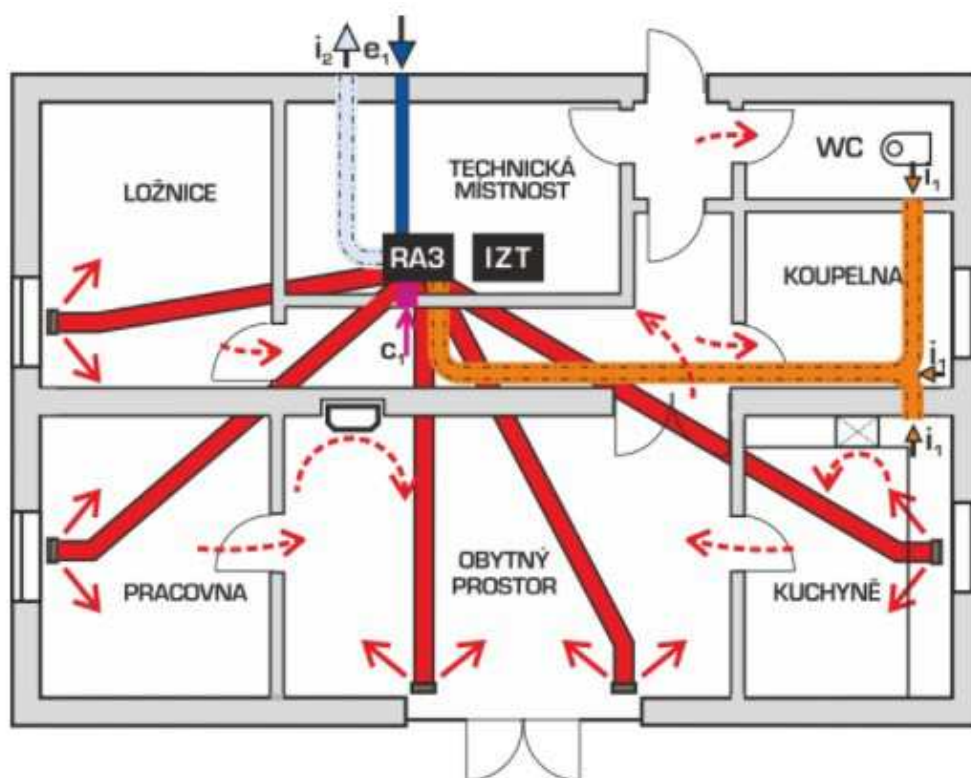
### **Větrání**

Pasivní dům je vysoce neprůvzdušný a to zapříčiňuje i vysoké nebezpečí vzniků plísňí kondenzací. To je dané důrazem na materiál s co nejlepšími tepelnými vlastnostmi. Větrání se provádí tzv. systémem nuceného větrání.

Optimální je rozdělení domu na 3 oblasti:

- přívod vzduchu
- transport vzduchu
- odtah odpadního vzduchu

Vzduchotechnické jednotky musí mít schopnosti rekuperace vzduchu. V zimním období se osvědčilo predehřívání přivádějícího vzduchu.



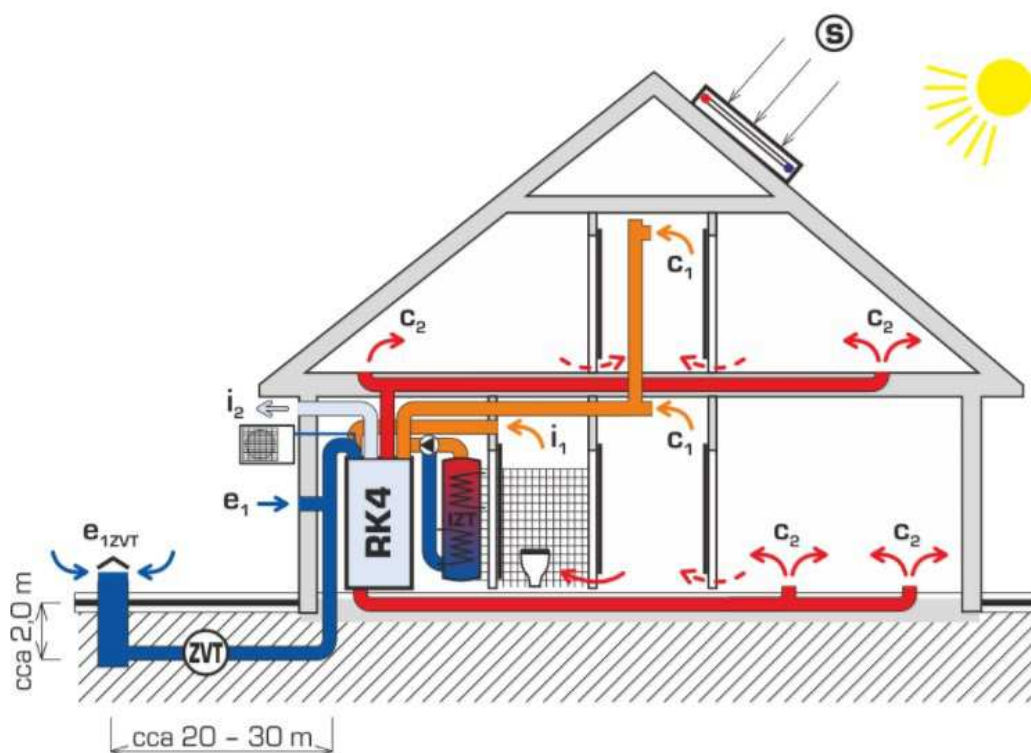
Obrázek č.23 - Vytápění zpětnou rekuperací  
Zdroj: [http://rekuperace-cb.cz/?page\\_id=67](http://rekuperace-cb.cz/?page_id=67)

Legenda:

- C<sub>2</sub>** - cirkulační a čerstvý vzduch do obytných místností
- e<sub>1</sub>** - venkovní vzduch přiváděný zemním výměníkem tepla
- i<sub>1</sub>** - odpadní vzduch z WC, koupelny, kuchyně
- c<sub>1</sub>** - cirkulační vzduch z místností do VZT jednotky
- i<sub>2</sub>** - výfuk odpadního vzduchu po rekuperaci
- RA3** - vytápěcí a větrací jednotka DUPLEX RA3-EC
- IZT** - integrovaný zásobník tepla IZT (alternativně)

## Dotápění

I v pasivních domech je zapotřebí dotápět. Zpříjemnění pobytu především v zimních dnech zajišťuje teplý vzduch, který se rozvádí vzduchotechnickou jednotkou po objektu. Teplý vzduch nám taktéž ohřívá vodu, která bývá zpravidla v akumulčním zásobníku kombinovaným pro více zdrojů.



Obrázek č.24 - Schéma větrání a vytápění

Zdroj: <https://www.nazeleno.cz/stavba/pasivni-domy/jak-se-stavi-pasivni-dum-strecha.aspx>

Legenda:

- c<sub>2</sub>** - cirkulační a čerstvý vzduch do obytných místností
- e<sub>1ZVT</sub>** - venkovní vzduch přiváděný zemním výměníkem tepla
- i<sub>1</sub>** - odpadní vzduch z WC, koupelny, kuchyně
- c<sub>1</sub>** - cirkulační vzduch z místností do VZT jednotky
- i<sub>2</sub>** - výfuk odpadního vzduchu po rekuperaci
- RK4** - vytápěcí a větrací jednotka DUPLEX RK4-EC
- IZT** - integrovaný zásobník tepla IZT (alternativně)
- ZVT** - zemní (alternativně)
- S** - solární vodní kolektory (alternativně)

V současnosti nejsou pasivní domy energeticky nejušpornější. Ještě vyšších energetický úspor dosahují tzv. nulové domy. Nulové domy jsou energeticky nezávislé nebo taktéž s energetickým příbytkem. Případně ještě plusové domy.

### 2.2.3 Program Nová zelená úsporám

V dnešní době je výstavba rodinného domu složitá a finančně náročná záležitost. A v případě smýšlení o domu s nízkou spotřebou energií ještě složitější. Řešení konstrukčních detailů je vysoce finančně náročné, ale nezbytné pro docílení požadovaných vlastností. Pokud disponujeme vlastním kapitálem, nemusí být až tak složité nízkoenergetický dům zrealizovat, přestože návratnost investice může trvat mnohdy i desítky let. K rozporu dochází až v případě, že dané finanční množství nevlastníme a musíme si půjčit. Ať už formou hypotéky nebo většího finančního obnosu v bance. V takovém případě se doba návratnosti vložených investic splácením a bankovními úroky prodlužuje. Tyto důvody bývají pro investora mnohdy rozhodující při smýšlení o pasivním domě.

Toto řeší dotační program Zelená úsporám od roku 2009. Program spadá pod Ministerstvo životního prostředí a poskytuje nevratné dotace na opatření k energetickým úsporám a to především na zateplení domů, výměnu oken, rekuperaci tepla atd.. Program následně trval do konce roku 2012. Dotační program pošel mnohými změnami, vylepšeními a úpravami a v současné době se jedná o program Nová zelená úsporám.

Žadatelem o dotace může být fyzická nebo právnická osoba, stavebník či vlastník nemovitosti. Dotační program poskytuje podporu pro snižování energetické náročnosti stávajících nebo nových rodinných domů, efektivní využívání zdrojů energie.

Jednotlivé body podpory pro rodinné domy:

- Snižování energetické náročnosti stávajících rodinných domů
  - dotace na zateplení obálky budovy
  - podporována jsou i dílčí opatření
  
- Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností
  - dotace na výstavbu nových rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností

- Efektivní využití zdrojů energie
  - dotace na výměnu původního hlavního zdroje na tuhá fosilní paliva nedosahující parametrů 3. emisní třídy za efektivní ekologicky šetrné zdroje
  - na výměnu elektrického vytápění za systémy s tepelným čerpadlem
  - na instalaci solárních, termických a fotovoltaických systémů
  - na instalaci systémů nuceného větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu
  - podpora na využití tepla z odpadní vody

## 2.3 HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV

Od ledna 2009 je pro většinu nových staveb zpracování hodnocení energetické náročnosti budov povinnou součástí projektové dokumentace. Současné používané zařazení budov podle platné legislativy ČR je na základě celkové měřené roční dodané energie v kWh/m<sup>2</sup>/rok. V případě měřené hodnoty energie vztažené na měrnou jednotku užité plochy objektu, mluvíme o měrné spotřebě dodané energie do budovy, do které počítáme jak celkovou potřebu energie, tak účinnost s jakou je tato potřeba kryta a pomocnou energii, kterou spotřebovávají jednotlivé energetické systémy zajišťující pokrytí této potřeby.

Energie dodaná do budovy je údaj, který je hodnotícím prostředkem určeným pro zařazení budovy do hodnocení energetické náročnosti v rozmezí tříd A - G. Budovy hodnocené z hlediska energetické náročnosti jsou rozděleny do 9 kategorií. Kategorie budov vyplývá z provozu, činností a podobnosti jednotlivých budov, na jejichž základě jsou hodnoceny.

Všechny novostavby by se již měly v průběhu projektové dokumentace řadit do tříd A - C.

Druh budovy	Třída energetické náročnosti budovy						
	spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> /rok						
	A	B	C	D	E	F	G
	Mimořádně úsporná	Úsporná	Vyhovující	Nevyhovující	Nehospodárná	Velmi nehospodárná	Mimořádně nehospodárná
Rodinný dům	< 51	51 – 97	98 – 142	143 – 191	192 – 240	241 – 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 – 82	83 – 120	121 – 162	163 – 205	206 – 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 – 200	201 – 294	295 – 389	390 – 488	489 – 590	> 590
Administrativní	< 62	62 – 123	124 – 179	180 – 236	237 – 293	294 – 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 – 210	211 – 310	311 – 415	416 – 520	521 – 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 – 89	90 – 130	131 – 174	175 – 220	221 – 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 – 102	103 – 145	146 – 194	195 – 245	246 – 297	> 297
Obchodní	< 67	61 – 121	122 – 183	184 – 241	242 – 300	301 – 362	> 362

Obrázek č.25 - Rozdělení do tříd podle spotřeby energií v kWh/ m<sup>2</sup>/rok  
Zdroj: <https://www.panfitinka.cz/post/energeticky-stitek-domu-penb>

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: xxx  
 PSC, místo: xxx  
 Typ budovy: Rodinný dům  
 Plocha obálky budovy: 746,1 m<sup>2</sup>  
 Objemový faktor tvaru AV: 0,76 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>  
 Energeticky vztažná plocha: 358,4 m<sup>2</sup>

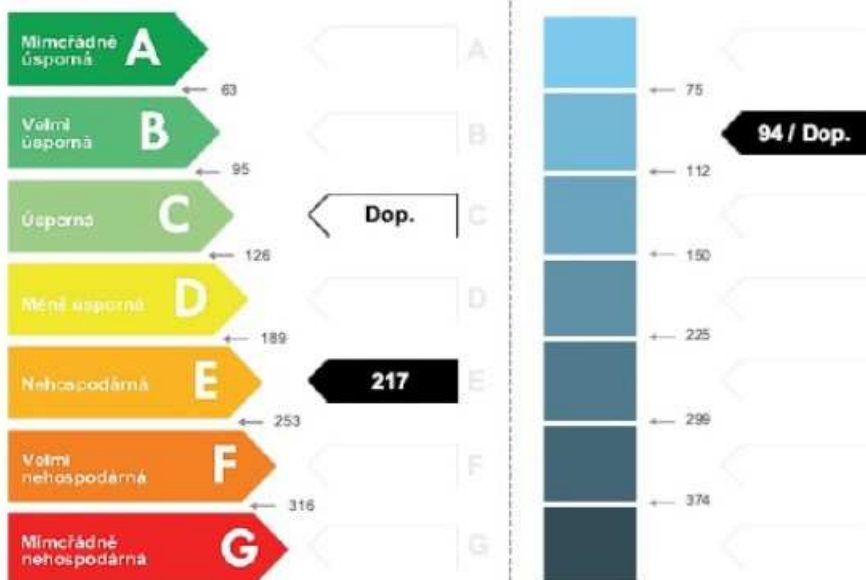


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
 (Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
 (Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Hodnoty pro celou budovu  
 MWh/rok

77,886

33,692

Obrázek č.26 - Vzor průkazu energetické náročnosti budov  
 Zdroj: <http://www.decoen.cz/energeticky-stitek-vs-penb/>

### **3 POSOUZENÍ DOBY NÁVRATNOSTI INVESTICE DO PASIVNÍHO RODINNÉHO DOMU**

#### **3.1 ZÁKLADNÍ PROBLEMATIKA**

Od roku 2021 budou moci investoři realizovat své novostavby jen s projektovou dokumentací, v kterých bude jejich novostavba řazena do kategorie pasivního energetického standardu. Do tohoto data je norma mírnější a dovoluje realizovat novostavbu v nízkoenergetické kategorii.

Proto myslím, že toto téma je hodně aktuální ne jen pro mě, jakožto končícího studenta, ale pro všechny, kteří plánují splnit si svůj sen o vlastním bydlení. Hlavní otázky jako u všech témat týkajících se našich peněženek je především množství potřebných investic.

Ve své práci porovnávám velikostí a vnitřním rozložením dva naprosto totožné rodinné domky. Jeden ale bude hodnocený podle energetického štítku jako dům energeticky pasivní tj. třída A, zatímco druhý bude uzpůsoben, aby energeticky spadal do standardní třídy tj. třída B-C. Hlavními posuzovanými veličinami bude kromě vynaložených investic taktéž návratnost investice do pasivního domu.

Výchozím objektem k posouzení je investorský záměr. V čase vypracování diplomové práce je investorský záměr ve fázi projektové dokumentace, a proto jsou vymezeny stále možné změny projektové dokumentace.



## 3.2 SPECIFIKACE OBLASTI

### 3.2.1 Charakteristika Zlínského kraje

Zlínský kraj se nachází na východě republiky. Vznikl sloučením okresů Zlínského, Vsetínského, Uherské Hradiště a Kroměřížského. Rozlohou 3 964 m<sup>2</sup> je třetím nejmenším krajem republiky.



Obrázek č.27 - Zlínský kraj

Zdroj:

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Zl%C3%ADnsk%C3%BD\\_kraj#/media/File:2004\\_Zlinsky\\_kraj.PNG](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zl%C3%ADnsk%C3%BD_kraj#/media/File:2004_Zlinsky_kraj.PNG)

Území je velmi členité s velmi se lišícími klimatickými podmínkami. Velmi velká část kraje je tvořena pahorkovitým a kopcovitým terénem místy přecházející v hornatý. To je vlivem velmi častých teplotních inverzí a mlh v údolích.

Zlínský kraj se nachází v mírně vlhkém podnebním pásu s průměrnou roční teplotou kolem 10 °C. Topná sezóna ve Zlíně začíná v rozmezí 10. října až 22. dubna. Sněhová pokrývka průměrně zabírá 60 - 100 dní v roce podle nadmořské výšky.



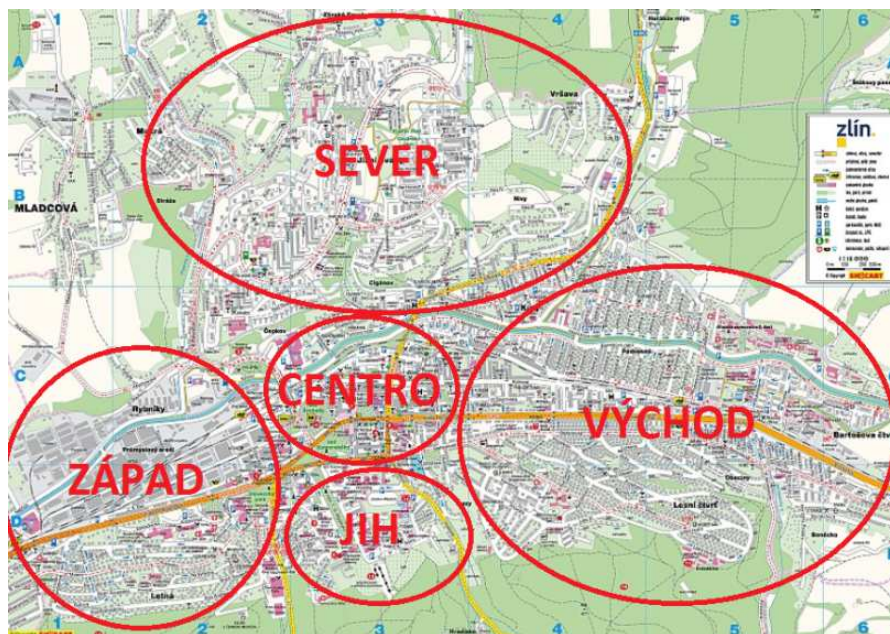
Obrázek.č.28 - Členění Zlínského kraje  
 Zdroj: <http://spravnimapa.topograf.cz/84359/zlinsky-kraj/>



Obrázek č.29 - Ortofotomapa Zlína  
 Zdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=17.6530192&y=49.2235069&z=15&m3d=1&height=2091&yaw=0.003&pitch=-70&base=ophoto>

### 3.2.2 Segmentace Zlína

Zlín jsem rozdělil do několika oblastí jak je možné vidět na obrázku č.30. Taktéž se okrajově zabývám nejbližšími vesnicemi, místní částí Malenovice a městem Otrokovice. Těmito lokalitami se nezabývám podrobněji, z důvodu umístění na opačné straně než je posuzovaný objekt.



Obrázek č.30 - Rozčlenění Zlína  
Zdroj: Vlastní tvorba

V centru Zlína se nachází především společenské objekty jako obchodní centra, banka a mnoho malých obchůdků. Dále je tam bývalá radnice, kostel, kina, zámek, pošta, kongresové centrum, ale i fotbalový stadión. Taktéž veliký rozlehlý park s průlezkami a odpočinkovým zařízením pro rodiny s dětmi. Na okraji centra jsou základní školy a univerzita T. Bati. Byty jsou umístěné až v druhém a vyšším poschodí jinak je to spíše obchodní část Zlína. Po dopravní stránce je v centru autobusové i vlakové nádraží.

Na severu Zlína se nachází největší sídliště Jižní svahy. Především bytové a panelové výstavby. Je to místo mnoha nových projektů bytové zástavby. K tomu jsou tam zřízeny restaurace, obchodní centrum, kostel a jiné společenské místa. Směrem na Mladcovou jsou rodinné domky různých velikostí jak půl-domky tak vily. Nad je zalesněná oblast.

Na jih od centra je malá oblast, která se nazývá ateliéry, ale tu zahrnuji podle obrázku až do západu. Na jihu se nachází komunikace na Kudlov a zalesněná oblast. Na jih je také plavecký stadión, lyžařský svah, filharmonie, tenisové kurty, policie a gymnázia. Nad plaveckým stadiónem se nachází rodinná výstavba a trošku prominentní vilová oblast.

Na východě se nachází nemocnice, sídlo MHD, základní a střední školy. Především se jedná o panelové objekty a typické Baťovy cihlové domky. Ke konci směrem na Vizovice začíná průmyslová oblast jako např. sídlo Tescomy. Pod je zalesněná oblast.

Na západě se nachází hokejový stadión a krytá házenkářská hala Novesta. Nad stadiónem je zalesněná oblast, ve které jsou naučné stezky, odpočinkové altánky a různé cesty na výšlapy, kterými se dá dojít až na místní vysílač. Z výstavby bych západ rozdělil na oblast pod komunikací a nad komunikací směrem do Malenovic. Pod komunikací jsou Baťovy domky, střední škola, nové výzkumné zařízení a poliklinika. Nad komunikací se nachází oblast Svit. Kde se soustředí průmyslová část. Tato oblast je v současné době modernizována městem Zlín.

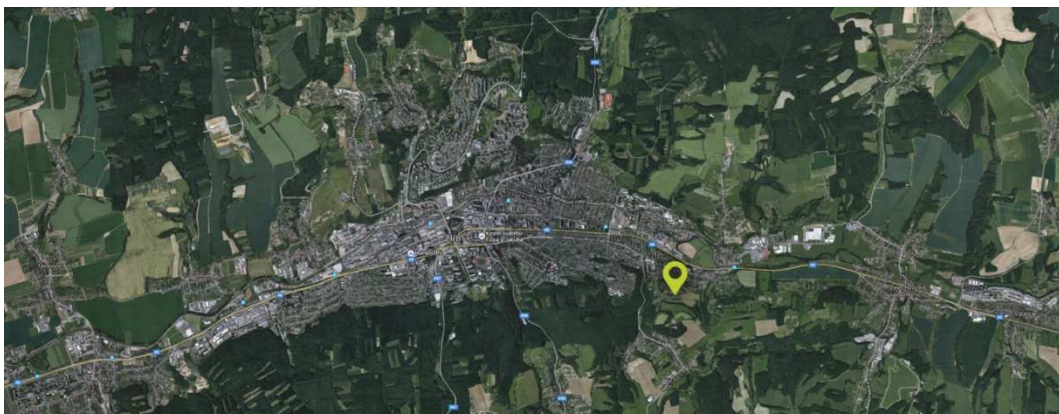
Oblast Malenovice nezahrnuji, ale je to z většiny občanská výstavba. Mezi Malenovicemi a Otrokovicemi je velké obchodní centrum kam se velmi často stahuje značná část této oblasti. Otrokovice bych zařadil do průmyslovější oblasti především kvůli firmě Continental Barum, která má zde výrobní kapacity.

### 3.3 SPECIFIKACE LOKALITY

Jedná se o developerský objekt, kdy je za účelem výstavba více objektů o různé ploše pozemků a orientaci objektu. Pro svoji práci jsem si vybral jeden, na který byl můj posudek vypracován.

#### 3.3.1 Lokalita objektu

Stavba se nachází na východě Zlína směrem na Vizovice. Přestože je to přímo ve městě Zlín, jedná se o ne zcela zastavěnou část Zlína. S krásným výhledem do přírody a blízkými lesy. Tomu je také uzpůsobeno pojetí domu. Dům využívá velkých prosklených ploch k výhledu.



*Obrázek č.31 - Umístění objektu*  
Zdroj: <http://pasivnibydenizlin.cz/>



*Obrázek č.32 - Stavební záměr*  
Zdroj: <http://pasivnibydenizlin.cz/>

### 3.3.2 Dostupnost v blízkosti objektu

V blízkosti výstavby je zastávka MHD a vlaku, restaurace u Johana, která je vyhlášená grilovanými koleny a může být pěkným zpříjemněním víkendu s rodinou.

Taktéž občanská vybavenost je v blízkém dosahu jako např. obchody potravin, školka a základní škola. Nesmím opomenout ani nemocnici Tomáše Bati, oční kliniku Gemini a koupaliště Zelené.

Lokalita je atraktivní i pro aktivní sportovce, je zde v cyklostezka nebo různé cesty blízkými lesy na příjemný výšlap a chvilkové vymanění se z každodenního shonu.



Obrázek č.33 - Místní dostupnost  
Zdroj: <http://pasivni bydlenizlin.cz/>

### 3.4 POPIS POSUZOVANÉHO OBJEKTU

#### 3.4.1 Základní kapacity stavby

Funkce stavby:	Novostavba rodinného domu, trvalá stavba
Počet podlaží:	2 nadzemní podlaží
Číslo pozemku:	p.č. 1392/7 k.ú. Příluky u Zlína
Plocha pozemku:	751,15 m <sup>2</sup>
Zastavěná plocha:	124,5 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor stavby:	949,7 m <sup>3</sup>
Koeficient zastavěné plochy:	16,5 %
Celková podlahová plocha:	175,4 m <sup>2</sup>
Zpevněné plochy:	80,7 m <sup>2</sup>
Plocha zeleně na rostlém terénu:	541,95 m <sup>2</sup>
Počet parkovacích stání v objektu:	2 parkovacích stání
Venkovní parkovací stání na pozemku:	2 stání

#### 3.4.2 Architektonické a hmotové řešení

Objekt je součástí souboru devíti rodinných domů, umístěných do nové parcelace. Nová parcelace umožnila ideální šachovnicové uspořádání objektů tak, aby si navzájem nestínili a aby výhledy z nich byly vždy do zahrady. Vybudování opěrné stěny na severní hranici pozemku umožní srovnání zahrady a umožní tak její lepší využití. Vznikne rozlehlá travnatá plocha v mírném sklonu.

Objekt je hlavní pobytovou místností orientován na jih, vstupní část s garáží je přístupná z ulice, ze severní strany. Poměrně svažité terén definoval podlažnost objektu, kdy vstupní podlaží je částečně kryté zeminou. Z prvního nadzemního podlaží je výstup na terén z jihu, směrem do zahrady. Hmota tedy působí z ulice jako dvoupodlažní a ze zahrady jako jednopodlažní.

Objekt s plochou střechou je definována jako kvádr se zapuštěným balkónem. Střídají se zde velké bílé plochy s plochami prosklenými. Rovněž materiálové řešení je založeno na prostřídání dvou základních kontrastních materiálů - jemné fasádní omítky ve světlém odstínu a obkladu z vysokotlakého laminátu /odstín antracit/. Důležitou roli pro architektonický výraz domu, hrají velké prosklené plochy. Okenní a rámy jsou navrženy v tmavé barvě.

### **3.4.3 Dispoziční řešení**

Hlavní vstup do domu se nachází v úrovni 1. nadzemního podlaží. Na prostorné zádveři s množstvím úložných prostor navazuje pátevní chodba vstupního podlaží. Z chodby je přístupné schodiště, hygienické zázemí, komora a dva pokoje se západní orientací. Výhledy pokojů směřují do soukromého dvorku se zelení. Garáž pro dva osobní automobily s technickou místností je rovněž přístupná ze zádveří. Ve druhém nadzemním podlaží je schodiště propojeno v jeden prostor s obývacím pokojem. Obývací pokoj s kuchyňským koutem a jídelnou je umístěn tak, aby ty měl nejlepší výhledy do údolí a zároveň dostatek světla z jihu. Se zahradou je propojen velkým francouzským oknem s posuvnými dveřmi. Uprostřed dispozice je z chodby přístup na samostatné WC, do komory a do dvou pokojů. Největší pokoj v domě má vlastní hygienické zázemí.

### **3.4.4 Akustické posouzení**

Stavba je navržena tak, že jsou splněny požadavky platných norem na akustické vlastnosti stavebních konstrukcí.

Vzduchotechnické jednotky umístěné na stěně v místnosti 1.07 budou přikotveny přes pružné podložky.

Garážová vrata budou vybavena odhlučňovací sadou

### **3.4.5 Tepelně technické vlastnosti**

Stavba je navržena tak, že jsou splněny požadavky platných norem na tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí.

Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii dle vyhlášky č.148/2007 Sb. splňuje požadavky pasivního domu.



### 3.4.6 Stavební konstrukce

#### *Hlavní nosné a pomocné konstrukce*

Ze statického hlediska se jedná o stěnový systém s monolitickými stropními deskami. Nosné stěny jsou v 1.NP částečně monolitické a částečně vyzděné, výše jsou převážně zděné z vápenopískových bloků. Zděný systém je lokálně doplněn o ŽB stěnové pilíře a monolitické stěny.

Jednotlivé stropní desky jsou navrženy jako obousměrně pnuté, podepřené stěnami.

Konstrukce domovního schodiště je monolitická.

#### *Nosné zdivo*

Nosné stěny jsou navrženy železobetonové nebo zděné z vápenopískových bloků. Příčky jsou navrženy zděné z vápenopískových bloků. Je navrženo zdivo z vápenopískových přesných tvárnic pro tenkovrstvou maltu VAPIS Quadro, obvodové stěny v tloušťce 200 mm.

Nadokenní překlady jsou železobetonové jako součást ŽB stěny nebo řešeny jako ŽB žebro spuštěné ze stropní desky.

#### *Nenosné zdivo*

Příčky v nadzemních patrech se navrhují z vápenopískových příčkovek. Jsou navrženy tvarovky v tloušťce 115 mm o objemové hmotnosti 900 kg/m<sup>3</sup> (splnění požadavků pro akusticky chráněné místnosti a stěny instalačních jader). V koupelnách a WC budou použity vodovzdorné bloky do vlhkého prostředí. Příčky budou oboustranně opatřeny sádrovou stěrku tloušťky 2 mm.

Přizdívky v koupelnách, WC a komorách jsou navrženy z SKD tl. 150 mm.

#### *Obvodový plášť*

Plochy fasád jsou rozčleněny barevně a materiálově na plochy z bílé omítky a plochy s obkladem z vysokotlakého laminátu. Pro omítanou fasádu bude použita stěrková omítka hrubosti max. 1,0 mm. Fasáda bude zateplena kontaktním zateplovacím systémem s deskami z šedého pěnového polystyrenu tloušťkou 280 mm.

Fasáda s deskami z vysokotlakého laminátu bude provedena systémovým postupem dodavatele. Zejména budou dodrženy požadavky na maximální velikost dilatačních celků a polohu dilatací v kritických místech.

Zateplovací kontaktní systém (KZS) je složen z desek z šedého fasádního polystyrenu podle specifikace v tabulkách skladeb s tloušťkou 230 - 280mm, které jsou lepeny k nosné stěně pomocí lepidla (stěrky).

Do výšky min. 300 mm nad terénem a 300 mm nad úrovní balkonů a teras bude fasádní polystyren nahrazen extrudovaným polystyrenem.

Pro omítanou fasádu použita stěrková omítka hrubosti max. 1,0 mm.

### ***Hrubé podlahy a izolace***

Podlaha v garáži bude provedena jako plovoucí vodotěsná ŽB deska tloušťky 70 mm oddilátovaná od stěn gumovou rohoží tloušťky 10 mm a od základové desky extrudovaným polystyrenem. Povrchová úprava epoxidovou barevnou stěrkou.

Podlaha v bytové části je navržena v tloušťce 570 mm (1NP) a 330 mm (2NP).

### ***Hydroizolace***

Jako hydroizolace spodní stavby je navrženo souvrství dvou asfaltových SBS modifikovaných pásů. Horní hrana izolace bude minimálně 300 mm nad terénem.

Hydroizolace střechy - souvrství 2 asfaltových pásů

### ***Podlaha v garáži***

Jako pojížděná deska v garáži bude betonový potěr tloušťky 70 mm, který bude proveden předem schválenou technologií zaručující požadované parametry s připraveností pro pojezd osobními automobily. Podlahová deska bude finálně opatřena barevnou epoxidovou stěrkou dle určení architekta. Stěrkou bude opatřen i sokl do výšky 200 mm.

### ***Podlahový systém litých sádrových podlah v objektu***

Je navržena skladba s využitím litých samonivelačních podlah Anhyment. Anhymentová deska bude od stěn vždy oddělena pružnou podložkou, která bude vytažena až na úroveň čisté podlahy.

V koupelnách, WC, komorách a zádveřích bude pod keramickou dlažbou provedena hydroizolační stěrka. Tato stěrka bude provedena i na přilehlých stěnách do výšky 300 mm, ve sprchových koutech a v okolí van bude stěrka provedena do výšky 2000 mm.

### ***Střecha***

Střecha objektu nad 1.NP a 2.NP je navržena plochá, jednoplášťová, nepochozí s klasickým pořadím vrstev na ŽB stropní desce, lepená skladba. Podrobněji viz skladby.

Střešní plášť bude tvořit dvouvrstvá asfaltová krytina z SBS modifikovaných pásů. Všechny vrstvy střešního pláště budou spojeny – tepelná izolace Extrapor 150 S Stabil a spádové polystyrenové klíny budou lepeny na asfaltový pás - parozábranu, který bude nataven ke stropní desce. Spodní pás dvouvrstvé hydroizolace bude ze samolepícího asfaltového pásu. V případě více vrstev polystyrenu budou vrstvy slepeny mezi sebou PUK lepidlem Insta-Stick.

Parozábrana střechy je navržena z asfaltového pásu s hliníkovou vložkou Glastek AL 40 Mineral (Sd = 1480 m). Detaily (prostupy, napojení na navazující konstrukce) budou opracovány pásem z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny (Glastek 40 Special Mineral).

Asfaltová krytina musí být provedena bezprostředně po pokládce spádových klínů, nesmí dojít k zatečení dešťové vody do skladby.

### ***Tepelná izolace střechy***

V plochách střech bude natavena parozábrana – asfaltový pás s hliníkovou vložkou Glastek AL 40 Mineral (Sd=1480m). Detaily (prostupy, napojení na navazující konstrukce) budou opracovány pásem z SBS modifikovaného asfaltu s vložkou ze skleněné tkaniny (Glastek 40 Special Mineral). Na parozábranu bude nalepen Extrapor 150 S Srabil a spádové dílce z polystyrenové izolace EPS Grey 100S pomocí PUK lepidla. Spád min. 2%.

Tepelná izolace bude před prováděním vrchní hydroizolace ochráněna proti zatečení dešťové vody do skladby. Vrchní hydroizolace smí být prováděna pouze na vyschlou skladbu.

### 3.4.7 Výplně otvorů

#### *Dveře, okna a vrata*

Dveře na hranicích požárních úseků budou splňovat požadovanou požární odolnost.

Garážová vrata budou sekční, zateplená. Ovládání vrat dálkovým ovladačem. Ocelové nosné prvky - povrch pozinkovaný. Možnost manuálního otevření z interiéru. Vrata budou s automatickým zavíráním. Budou s elektrickým pohonem včetně akustické odhlučňovací sady – motor s frekvenčním řízením bude umístěn na železobetonovém nadpraží nebo stropě, na dálkové ovládání. Vrata budou vybavena koncovým zabezpečovacím spínačem pro bezpečnost při zavírání vrat. Dorazy a závěsy budou opatřeny gumovými členy, siloměry.

Okna a balkónové dveře budou z dřevěných profilů s přerušným tepelným mostem, zasklení izolačním trojsklem, teplý distanční rámeček. Okna budou z exteriéru zakryty 50 mm přetaženou tepelnou izolací.

Hlavní vstupní dveře do objektu světlý rozměr šíře 900 mm. Dveře budou s přerušným tepelným mostem a budou vyrobeny jako dveře vstupní do objektu, úprava prahu systémovou dveřní nerez lištou max. výš. od čisté podlahy do 20 mm.

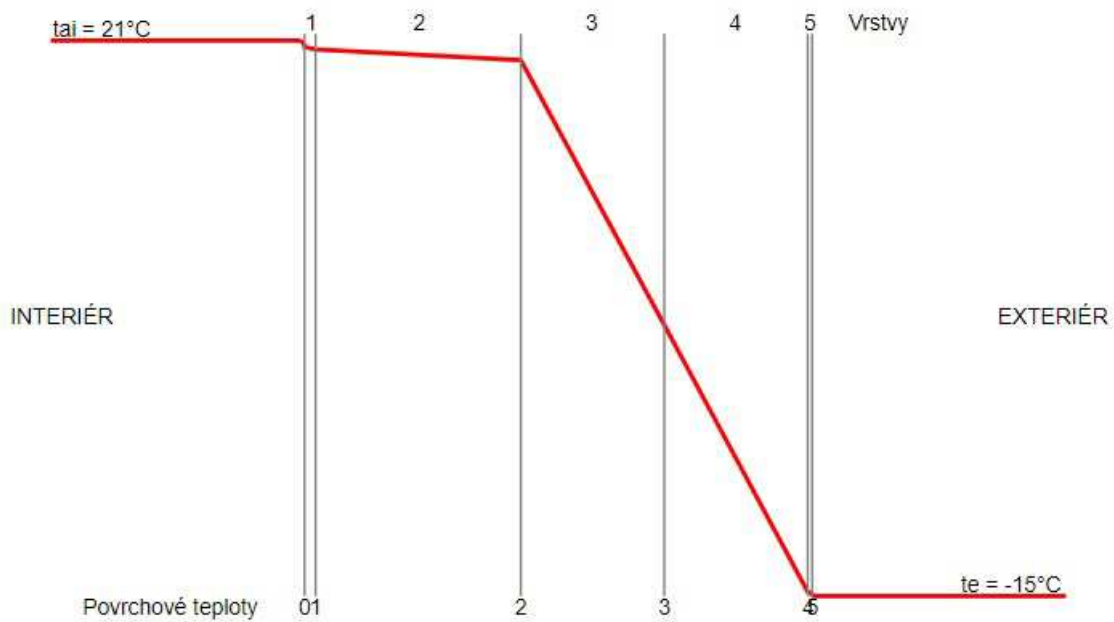
### 3.5 SKLADBY PASIVNÍHO DOMU

#### 3.5.1 S01 - Obvodová stěna - Vapis s tepelnou izolací 280 mm

- Omítkové souvrství StoSilco K 1 v systému StoTherm Classic 1 tl. 5 mm
- Tepelná izolace z šedého polystyrenu 2x 140 mm  
Isover EPS GreyWal tl. 280 mm
- Hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- Zdivo z bloků Vapis KS-QUADRO tl. 200 mm
- Omítka sádrová tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$									
					0.13	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 20.09$ °C	?	
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]				
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	20.05	↓	⊙		
2	<input checked="" type="checkbox"/> Vapis Ks-Quadro	0,200	1,1	0.182	19.34	↑ ↓	⊙		
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover GreyWal	0,140	0,032	4.375	2.35	↑ ↓	⊙		
4	<input checked="" type="checkbox"/> Isover GreyWal	0,140	0,032	4.375	-14.65	↑ ↓	⊙		
5	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka Stosilico	0,005	0,1	0.05	-14.84	↑	⊙		
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0.04	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C

Obrázek č.34 - Skladba konstrukcí S01pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.35 - Graf průběhu teploty konstrukcí S01 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.11 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.18 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,18 až 0,12 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

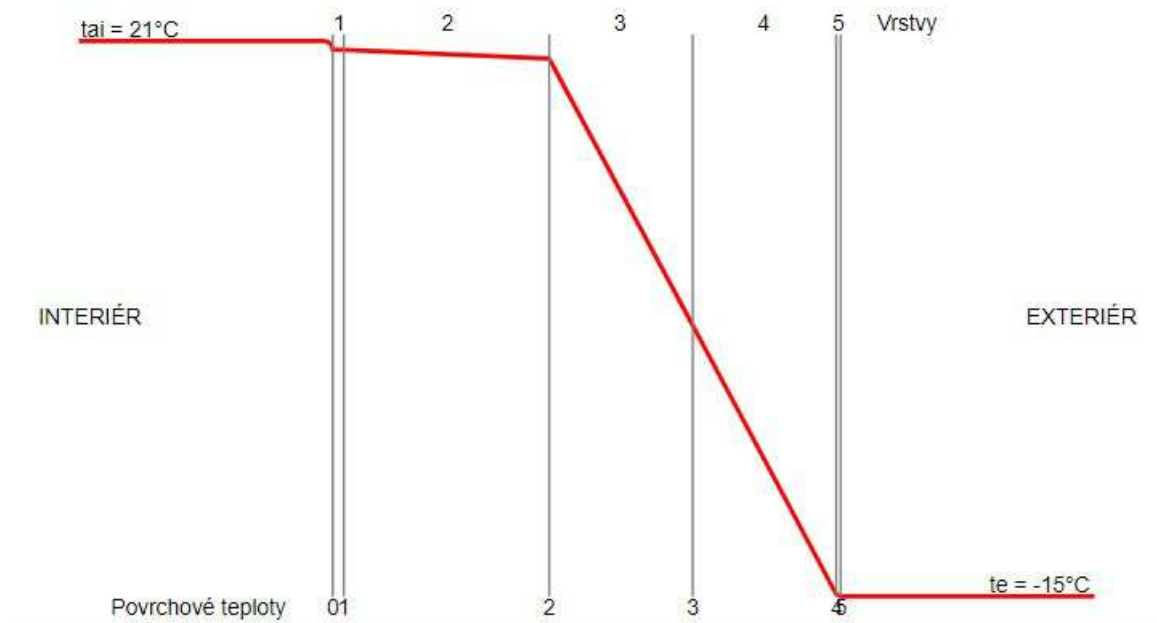
Obrázek č.36 - Vyhodnocení součinitele prostupu S01 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.5.2 S02 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 280 mm

- Sto omítkové souvrství StoSilco K 1 v systému StoTherm Classic 1 tl. 5 mm
- Tepelná izolace z XPS Bachl 300 - SF 2x 140 mm tl. 280 mm
- Železobetonová stěna tl. 200 mm
- Omítka sádrová tl. 10 mm

		Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$					0.13	$m^2K/W$	$\theta_0 = 20.08 \text{ } ^\circ\text{C}$	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ]	$R_j$ [ $m^2K/W$ ]	$\theta_j$ [ $^\circ\text{C}$ ]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	20.03	↓				
2	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,200	1,43	0.14	19.46	↑ ↓				
3	<input checked="" type="checkbox"/> XPS Bachl 300 - SF	0,140	0,033	4.242	2.33	↑ ↓				
4	<input checked="" type="checkbox"/> XPS Bachl 300 - SF	0,140	0,033	4.242	-14.8	↑ ↓				
5	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka Stosilco	0,005	0,1	0.05	-15	↑				
		Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$					0	$m^2K/W$	$\theta_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$	

Obrázek č.37 - Skladba konstrukcí S02 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.38 - Graf průběhu teploty konstrukcí S02 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.11 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.18 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
$0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	$0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	$0,18 \text{ až } 0,12 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.39 - Vyhodnocení součinitele prostupu S02 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

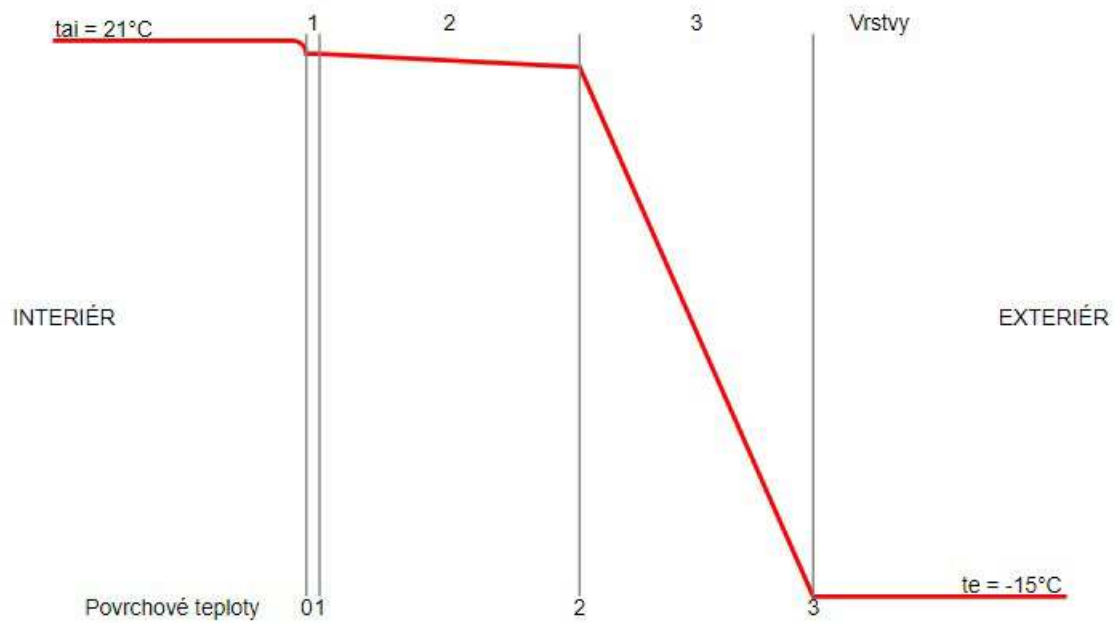


### 3.5.3 S03 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 180 mm

- Nopová folie
- Tepelná izolace z XPS Bachl 300 - SF 1x 180 mm tl. 180 mm
- Hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- Železobetonová stěna tl. 250 mm
- Omítka sádrová tl. 10 mm

		Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$		0.13	$m^2K/W$	$\theta_0 = 19.8 \text{ } ^\circ\text{C}$	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ]	$R_j$ [ $m^2K/W$ ]	$\theta_j$ [ $^\circ\text{C}$ ]		
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	19.73	↓	⊙
2	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,250	1,43	0.175	18.65	↑ ↓	⊙
3	<input checked="" type="checkbox"/> XPS Bachl 300 - SF	0,180	0,033	5.455	-15	↑	⊙
		Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$		0	$m^2K/W$	$\theta_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$	

Obrázek č.40 - Skladba konstrukcí S03 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.41- Graf průběhu teploty konstrukcí S03 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.17 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.18 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,18 až 0,12 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

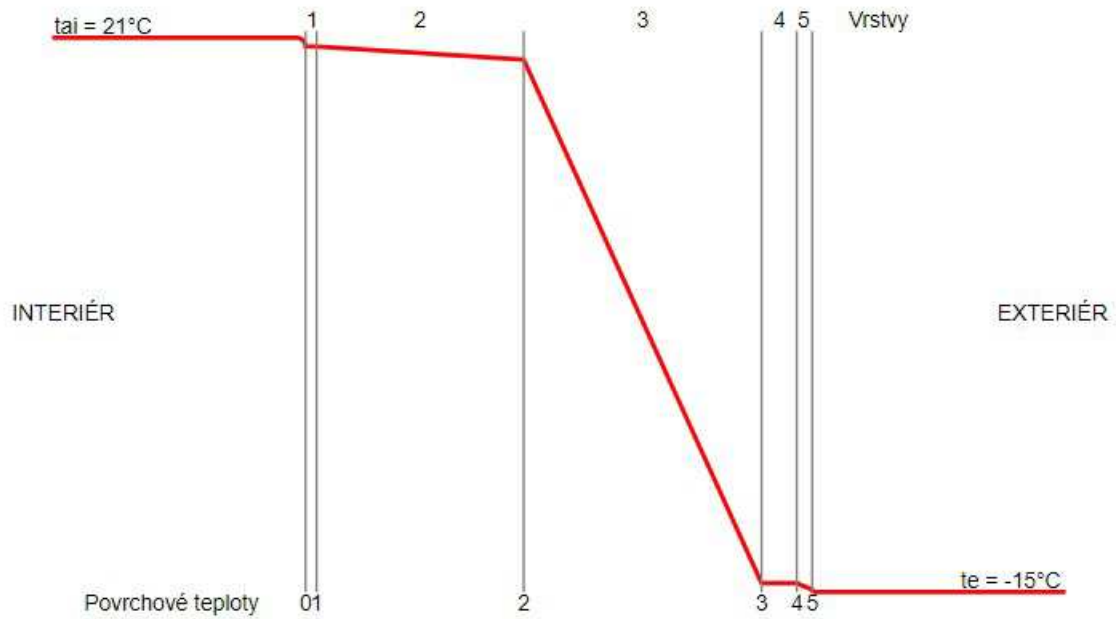
Obrázek č.42 - Vyhodnocení součinitele prostupu S03 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.5.4 S04 - Obvodová stěna -meziokenní pilířky, Vapis

- Desky z vysokotlakého laminátu, barva antracit tl. 15 mm
- hliníkový nosný rošt tl. 35 mm
- Tepelná izolace z šedého polystyrenu  
Isover EPS GreyWal tl. 230 mm
- Zdivo z bloků Vapis KS-QUADRO tl. 200 mm
- Omítka sádrová tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.13	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 19.99$ °C	?	
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_{si}$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]						
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	19.94	↓	⊙				
2	<input checked="" type="checkbox"/> Vapis Ks-Quadro	0,200	1,1	0.182	19.09	↑ ↓	⊙				
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover GreyWal	0,230	0,032	7.188	-14.39	↑ ↓	⊙				
4	<input checked="" type="checkbox"/> Hliníkový rošt	0,035	1,73	0.02	-14.48	↑ ↓	⊙				
5	<input checked="" type="checkbox"/> Desky z laminátu	0,015	0,21	0.071	-14.81	↑	⊙				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0.04	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C		

Obrázek č.43 - Skladba konstrukcí S04 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.44 - Graf průběhu teploty konstrukcí S04 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.13 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE**  
**doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.18 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$**   
**dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,18 až 0,12 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.45 - Vyhodnocení součinitele prostupu S04 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.5.5 S05 - Stěna garáže - ŽB s tepelnou izolací 140 mm

- Sádrová stěrka

Jádrová omítka + perlínka

tl. 10 mm

- Tepelná izolace z šedého polystyrenu

tl. 140mm

Isover EPS GreyWall

- Železobetonová stěna

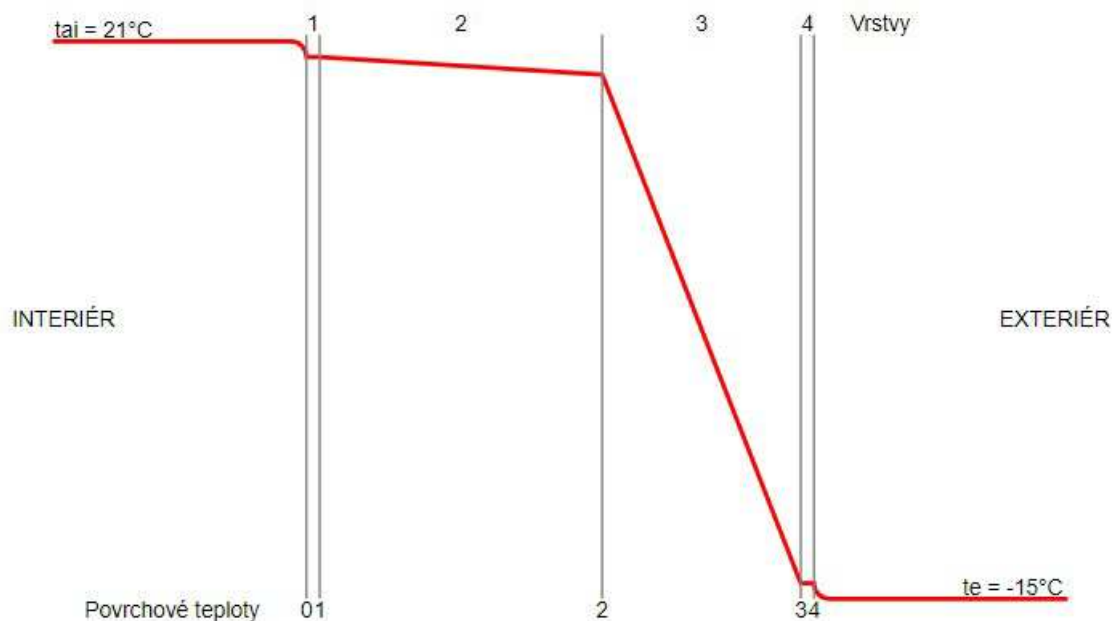
tl. 200mm

- Omítka sádrová

tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.13	$m^2K/W$	$\theta_0 = 19.64 \text{ } ^\circ\text{C}$	?
$j$		Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ]	$R_j$ [ $m^2K/W$ ]	$\theta_j$ [ $^\circ\text{C}$ ]				
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	19.55	↓			
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Železobeton	0,200	1,43	0.14	18.51	↑ ↓			
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Isover GreyWal	0,140	0,032	4.375	-13.95	↑ ↓			
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Sádrová stěrka	0,010	0,87	0.011	-14.04	↑			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0.13	$m^2K/W$	$\theta_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$	

Obrázek č.46 - Skladba konstrukcí S05 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.47 - Graf průběhu teploty konstrukcí S05 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.21 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE doporučené hodnotě  $U_N = 0.25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,18 až 0,12 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

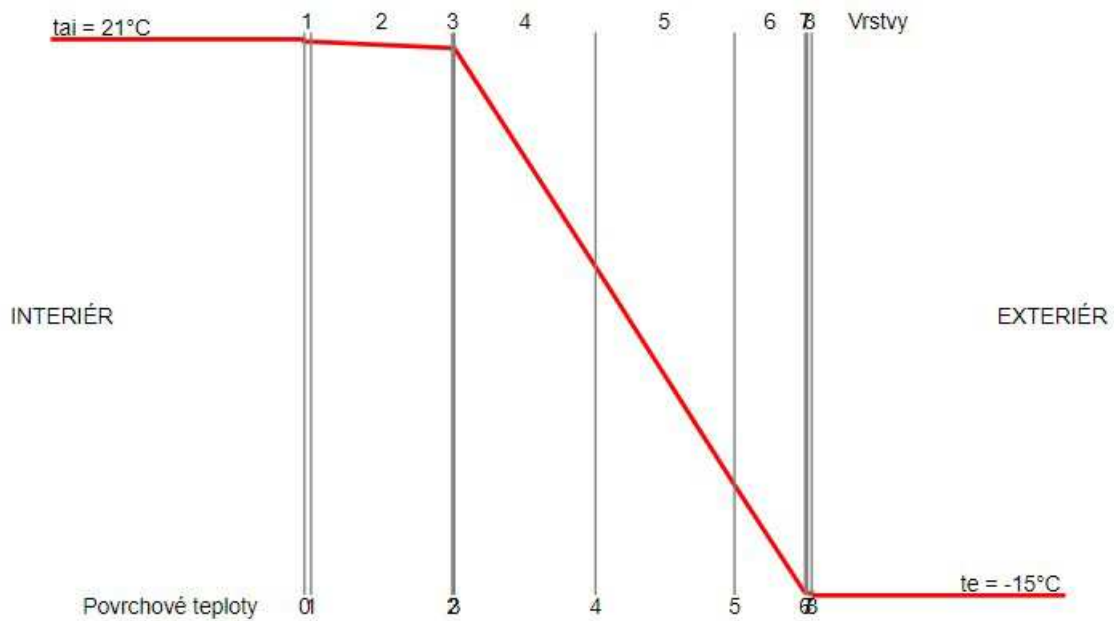
Obrázek č.48 - Vyhodnocení součinitele prostupu S05 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.5.6 S06 - Střecha

- Asfaltový pás Elastek 50 Special Dekor tl. 5 mm
- samolepící asfaltový pás Glastek 30 Sticker Plus tl. 5 mm
- Extrapor ve spádu tl. 20 – 180mm tl.  $\phi$ 100 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 200 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 200 mm
- Glastek AL 40 Mineral tl. 5 mm
- Dekprimer
- ŽB deska tl. 200 mm
- Sádrová omítka tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$ 0.1 m <sup>2</sup> K/W $\theta_0 = 20.39$ °C						
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]	
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	20.37	↓
2	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,200	1,43	0.14	20.07	↑ ↓
3	<input checked="" type="checkbox"/> Glastek AL	0,005	0,7	0.007	20.06	↑ ↓
4	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,200	0,03	6.667	6.08	↑ ↓
5	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,200	0,03	6.667	-7.9	↑ ↓
6	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor spádový	0,100	0,03	3.333	-14.89	↑ ↓
7	<input checked="" type="checkbox"/> Glastek 30 Sticker Plus	0,005	0,7	0.007	-14.9	↑ ↓
8	<input checked="" type="checkbox"/> Elastek 50 Special Dekor	0,005	0,7	0.007	-14.92	↑
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$ 0.04 m <sup>2</sup> K/W $\theta_e = -15$ °C						

Obrázek č.49 - Skladba konstrukcí S06 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.50 - Graf průběhu teploty konstrukcí S06 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.06 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.15 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,24 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,16 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,15 až 0,10 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.51 - Vyhodnocení součinitele prostupu S06 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

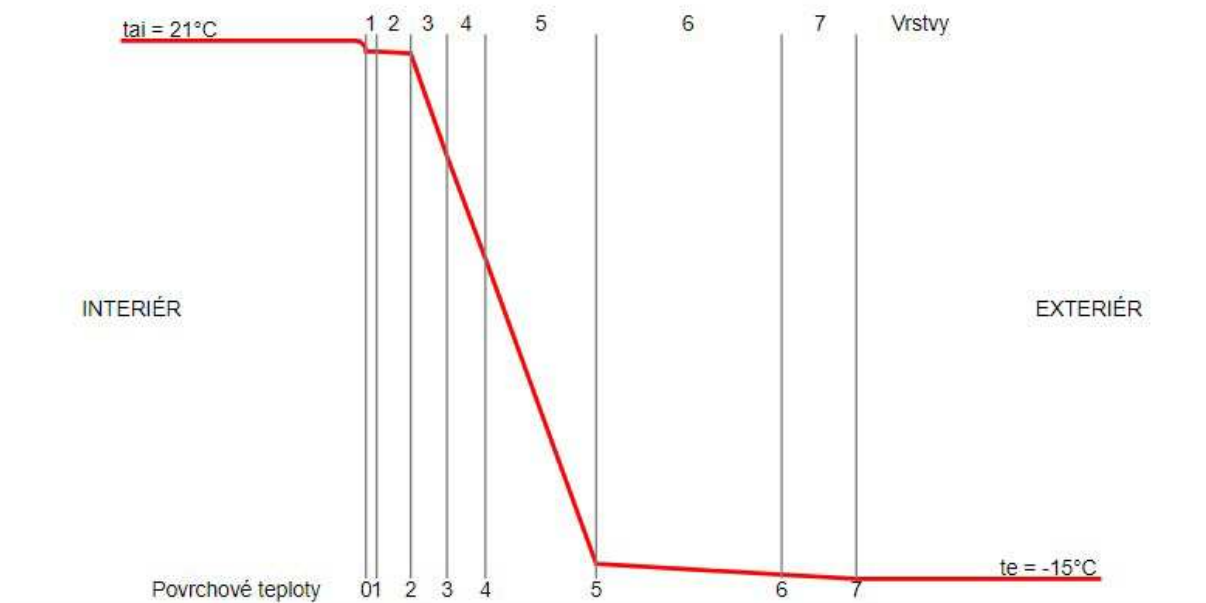


### 3.5.7 S07 - Podlaha s keramickou dlažbou na terénu

- nášlapná vrstva – keramická dlažba do tmelu tl. 15 mm
- hydroizolační stěrka
- penetrace
- Anhyment AE30 tl. 45 mm
- PE folie
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 150 mm
- ŽB základová deska tl. 250 mm
- hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- penetrace Dekprimer
- podkladní beton tl. 100 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.17	$\text{m}^2\text{K/W}$	$\theta_0 = 19.91 \text{ }^\circ\text{C}$	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]	$R_j$ [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	$\theta_j$ [ $^\circ\text{C}$ ]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Keramická dlažba	0,015	1,3	0.012	19.87	↓				
2	<input checked="" type="checkbox"/> Anhyment AE30	0,045	1,2	0.038	19.71	↑ ↓				
3	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,050	0,03	1.667	12.98	↑ ↓				
4	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,050	0,03	1.667	6.24	↑ ↓				
5	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,150	0,03	5	-13.98	↑ ↓				
6	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,250	1,43	0.175	-14.69	↑ ↓				
7	<input checked="" type="checkbox"/> Beton podkladní	0,100	1,3	0.077	-15	↑				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0	$\text{m}^2\text{K/W}$	$\theta_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$	

Obrázek č.52 - Skladba konstrukcí S75 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.53 - Graf průběhu teploty konstrukcí S07 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.11 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE**  
**doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.15 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$**   
**dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,24 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,16 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,15 až 0,10 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.54 - Vyhodnocení součinitele prostupu S07 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.5.8 S08 - Dřevěná podlaha na terénu

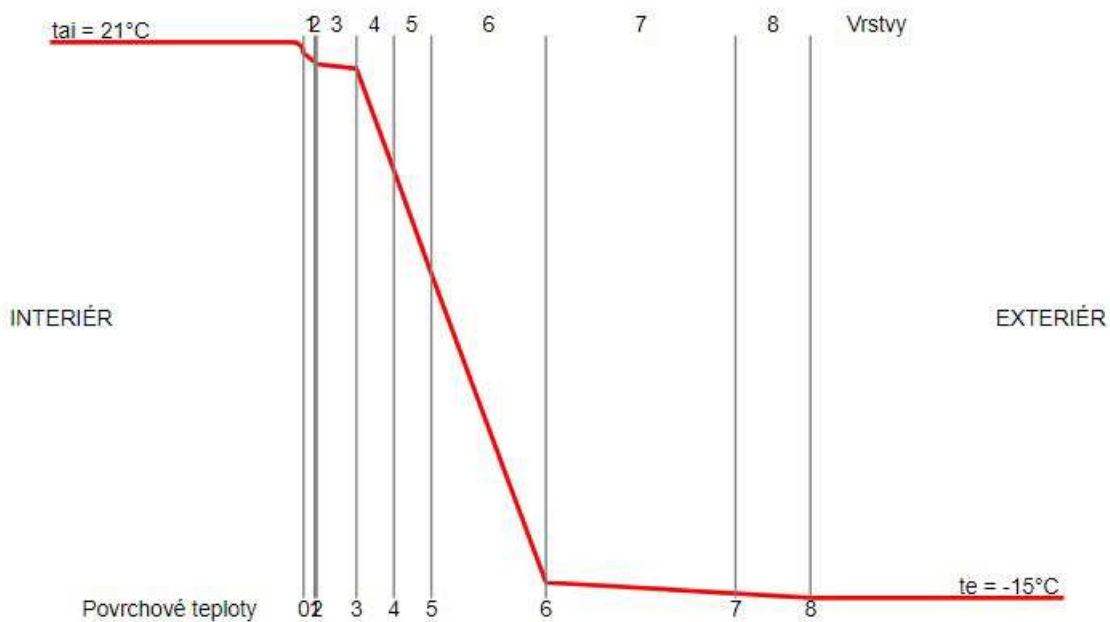
- nášlapná vrstva – dřevěná třívrstvá podlaha

tl. 14 mm

- podložka pod plovoucí podlahu – pás z pěnového PE tl. 3 mm
- penetrace
- Anhyment AE30 tl. 53 mm
- PE folie
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 150 mm
- ŽB základová deska tl. 250 mm
- hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- penetrace Dekprimer
- podkladní beton tl. 100 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.17	$m^2K/W$	$\theta_0 = 19.93 \text{ } ^\circ C$	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ]	$R_j$ [ $m^2K/W$ ]	$\theta_j$ [ $^\circ C$ ]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Nášlapná vrstva	0,014	0,1	0.14	19.37					↓
2	<input checked="" type="checkbox"/> Podložka	0,003	0,048	0.063	19.13					↑ ↓
3	<input checked="" type="checkbox"/> Anhyment AE30	0,053	1,2	0.044	18.95					↑ ↓
4	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,050	0,03	1.667	12.36					↑ ↓
5	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,050	0,03	1.667	5.77					↑ ↓
6	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,150	0,03	5	-14					↑ ↓
7	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,250	1,43	0.175	-14.7					↑ ↓
8	<input checked="" type="checkbox"/> Beton podkladní	0,100	1,3	0.077	-15					↑
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0	$m^2K/W$	$\theta_e = -15 \text{ } ^\circ C$	

Obrázek č.55 - Skladba konstrukcí S08 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.56 - Graf průběhu teploty konstrukcí S08 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.11 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.15 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,24 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,16 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,15 až 0,10 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.57 - Vyhodnocení součinitele prostupu S08 pasiv  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.5.9 Výplně otvorů

#### Okna

Postup výpočtu součinitele prostupu tepla  $U_w$  okenních otvorů dle ČSN 73 0540-2 (2011)

$$U_w = (A_g \times U_g + A_f \times U_f + I_g \times \Psi_g) / (A_g + A_f)$$

$A_g$  - plocha zasklení [ $m^2$ ]

$U_g$  - součinitel prostupu tepla zasklením [ $W/m^2 \times K$ ]

$A_f$  - plocha rámu [ $m^2$ ]

$U_f$  - součinitel prostupu tepla rámem [ $W/m^2 \times K$ ]

$I_g$  - viditelný obvod zasklení [m]

$\Psi_g$  - lineární činitel prostupu tepla kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu [ $W/m \times K$ ]

Pro výplně jsem zvolil hliníkové okna typu EXCLUSIVE HI 77.

Jedná se o německá troj-komorová okna s přerušением tepelného mostu kvalitními polyamidovými „teplými“ můstky s vypěněným jádrem, osazeným izolačními trojskly 4-18-4-18-4.

$U_f = 0,95 W/m^2 \times K$ ,  $U_g = 0,5 W/m^2 \times K$  a švýcarským teplým nekovovým meziskelním rámečkem SWISSPACER U ( $\Psi = 0,031 W/m \times K$ ) se řadí v současné době k nejlepším na trhu.

Tabulka č.2 - Vstupní hodnoty pro výpočet  $U_w$  oken v pasivním domě

Ozn. okna	Rozměr otvoru	Celková plocha okna A [ $m^2$ ]	Plocha zasklení $A_g$ [ $m^2$ ]	Plocha rámu $A_f$ [ $m^2$ ]	$U_g$ [ $W/m^2 \times K$ ]	$U_f$ [ $W/m^2 \times K$ ]	Viditelný obvod zasklení $I_g$ [m]	$\Psi_g$ [ $W/m \times K$ ]
O <sub>1</sub>	1700 x 2380	4,046	3,419	0,627	0,5	0,95	8,146	0,031
O <sub>2</sub>	1900 x 2500	4,750	4,084	0,666	0,5	0,95	8,646	0,031
O <sub>3</sub>	6450 x 2480	15,996	13,522	2,474	0,5	0,95	32,124	0,031
O <sub>4</sub>	4470 x 2780	12,427	10,906	1,521	0,5	0,95	19,752	0,031
O <sub>5</sub>	1900 x 2780	5,282	4,157	1,125	0,5	0,95	14,612	0,031
O <sub>6</sub>	600 x 2780	1,668	1,159	0,509	0,5	0,95	6,606	0,031
O <sub>7</sub>	2400 x 1900	4,560	3,629	0,931	0,5	0,95	12,092	0,031

Tabulka č.3 - Posouzení  $U_w$  oken v pasivním domě s normou

Ozn. okna	Součinitel prostupu $U_w$ [W/m <sup>2</sup> x K]	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> x K]	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{Rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> x K]	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{R_{pas,20}}$ [W/m <sup>2</sup> x K]	Vyhodnocení
O <sub>1</sub>	0,63	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>2</sub>	0,62	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>3</sub>	0,63	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>4</sub>	0,60	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>5</sub>	0,68	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>6</sub>	0,76	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>7</sub>	0,67	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje

### **Dveře**

Vchodové dveře EXCLUSIV D92 jsou hliníkové vchodové dveře z troj-komorového profilového systému o stavební šířce 92 mm s přerušením tepelného mostu kvalitními polyamidovými “teplými” můstky (s vypěněným jádrem) jsou standardně osazena izolačními trojskly s teplým meziskelním rámečkem nebo hliníkovými sendvičovými dvevními výplněmi s vypěněným jádrem (44 mm) a tepelně izolačními vlastnostmi  $U_d = 0,76$  W/m<sup>2</sup> x K.

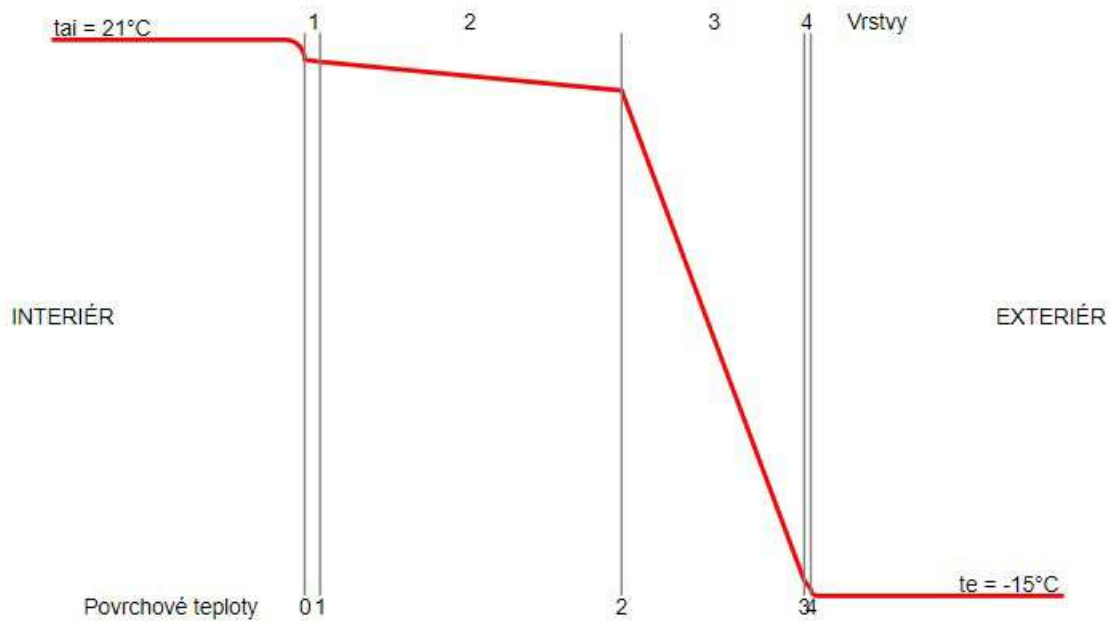
### 3.6 SKLADBY STANDARDNÍHO DOMU

#### 3.6.1 S01 - Obvodová stěna - Vapis s tepelnou izolací 120 mm

- Omítkové souvrství StoSilco K 1 v systému StoTherm Classic 1 tl. 5 mm
- Tepelná izolace z polystyrenu 2x 140 mm  
Isover EPS 70F tl. 120 mm
- Hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- Zdivo z bloků Vapis KS-QUADRO tl. 200 mm
- Omítka sádrová tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.13	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 19.27$ °C	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	19.16	↓				
2	<input checked="" type="checkbox"/> Vapis Ks-Quadro	0,200	1,1	0.182	17.3	↑ ↓				
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover EPS 70F	0,120	0,039	3.077	-14.08	↑ ↓				
4	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka Stosilico	0,005	0,1	0.05	-14.59	↑				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0.04	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C	

Obrázek č.58 - Skladba konstrukcí S01 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.59 - Graf průběhu teploty konstrukcí S01 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.29 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE požadované hodnotě  $U_N = 0.3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota

$$U_{N,20}$$

$$0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota

$$U_{rec,20}$$

$$0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Doporučená hodnota  
pro pasivní budovy

$$U_{pas,20}$$

$$0,18 \text{ až } 0,12 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$$

Obrázek č.60 - Vyhodnocení součinitele prostupu S01 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

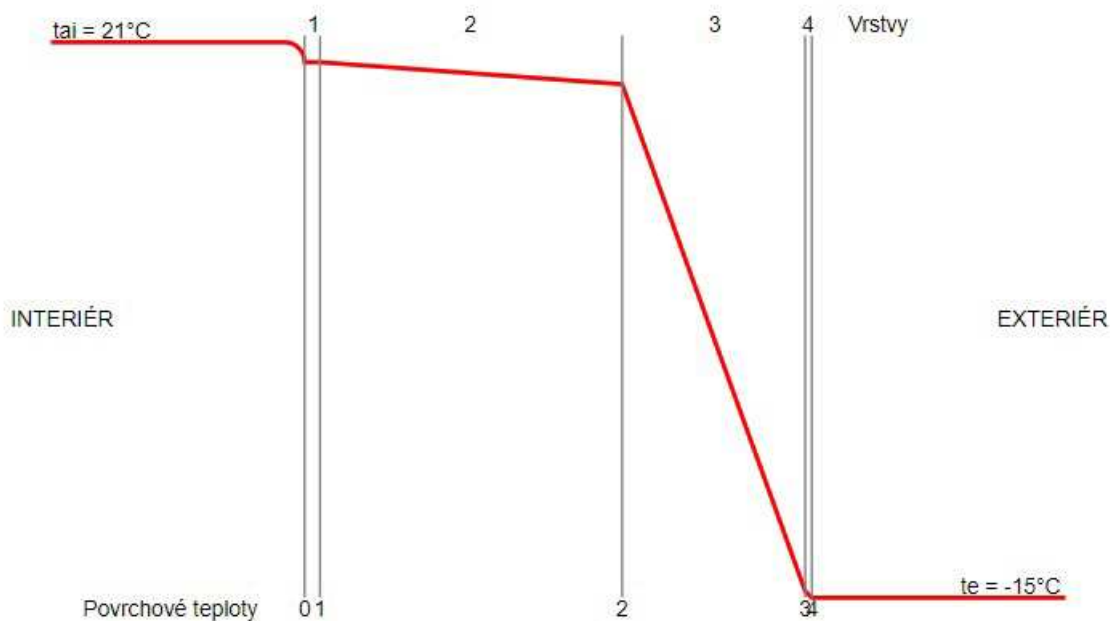


### 3.6.2 S02 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 120 mm

- Sto omítkové souvrství StoSilco K 1 v systému StoTherm Classic 1      tl. 5 mm
- Tepelná izolace z Isover EPS SOKL 3000    1x 120 mm      tl. 120 mm
- Železobetonová stěna      tl. 200 mm
- Omítka sádrová      tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.13	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 19.37$ °C	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0,011	19,26	↓	⊗			
2	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,200	1,43	0,14	17,94	↑ ↓	⊗			
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover EPS SOKL 3000	0,120	0,035	3,429	-14,53	↑ ↓	⊗			
4	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka Stosilico	0,005	0,1	0,05	-15	↑	⊗			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C	

Obrázek č.61 - Skladba konstrukcí S02 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.62 - Graf průběhu teploty konstrukcí S02 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.27 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE požadované hodnotě  $U_N = 0.3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
$0,30 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	$0,25 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	$0,18 \text{ až } 0,12 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

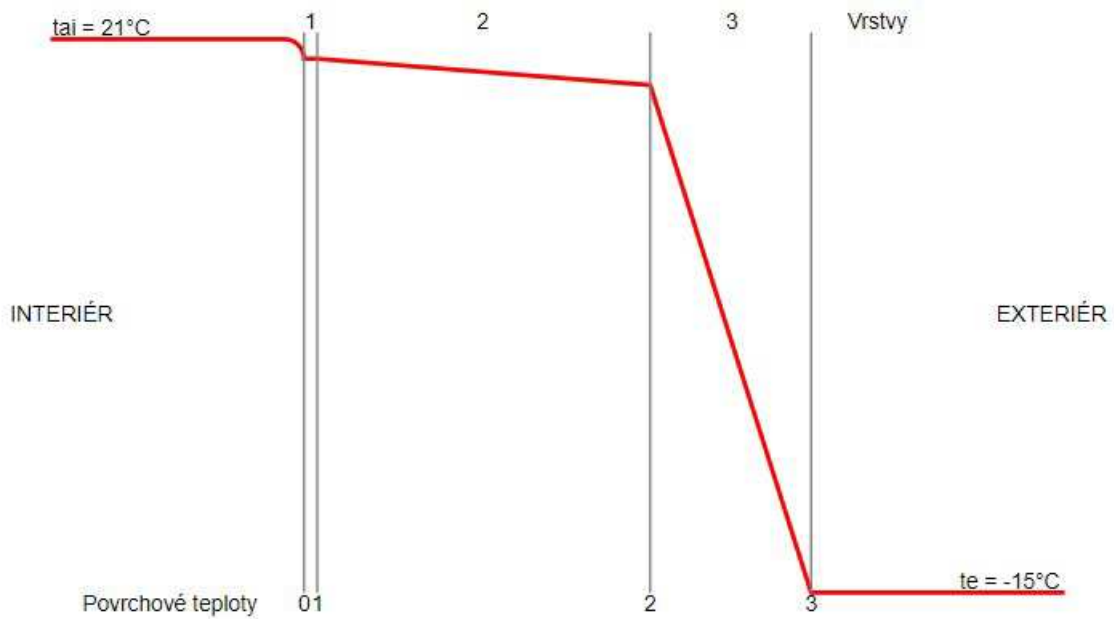
Obrázek č.63 - Vyhodnocení součinitele prostupu S02 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.6.3 S03 - Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 120 mm

- Nopová folie
- Tepelná izolace z Isover EPS SOKL 3000 1x 120 mm tl. 120 mm
- Hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- Železobetonová stěna tl. 250 mm
- Omítka sádrová tl. 10 mm

interiér		Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$					0.13	$m^2K/W$	$\theta_0 = 19.36 \text{ } ^\circ\text{C}$	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_n$ [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ]	$R_j$ [ $m^2K/W$ ]	$\theta_j$ [ $^\circ\text{C}$ ]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	19.26				↓	
2	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,250	1,43	0.175	17.59				↑ ↓	
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover EPS SOKL 3000	0,120	0,035	3.429	-15				↑	
exteriér		Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$					0	$m^2K/W$	$\theta_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$	

Obrázek č.64 - Skladba konstrukcí S03 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.65 - Graf průběhu teploty konstrukcí S03 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.27 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE požadované hodnotě  $U_N = 0.3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,18 až 0,12 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

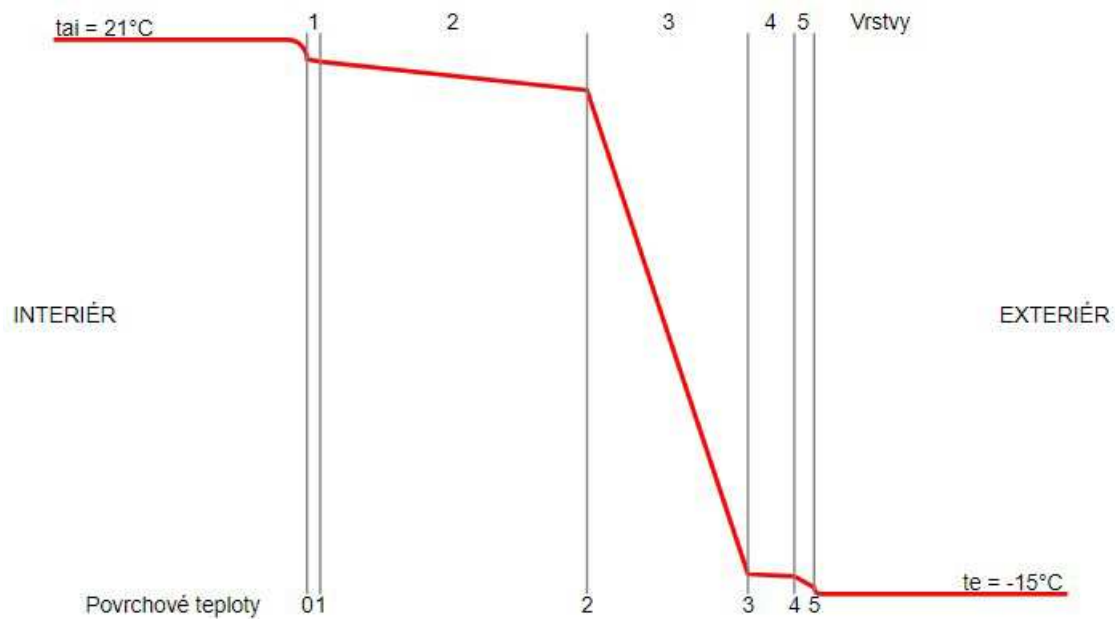
Obrázek č.66 - Vyhodnocení součinitele prostupu S03 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.6.4 S04 - Obvodová stěna -mezi okenní pilířky, Vapis

- Desky z vysokotlakého laminátu, barva antracit tl. 15 mm
- hliníkový nosný rošt tl. 35 mm
- Tepelná izolace z polystyrenu  
Isover EPS 70F tl. 120 mm
- Zdivo z bloků Vapis KS-QUADRO tl. 200 mm
- Omítka sádrová tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.13	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 19.29$ °C	?	
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]						
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	19.18	↓					
2	<input checked="" type="checkbox"/> Vapis Ks-Quadro	0,200	1,1	0.182	17.34	↑ ↓					
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover EPS 70F	0,120	0,039	3.077	-13.67	↑ ↓					
4	<input checked="" type="checkbox"/> Hliníkový rošt	0,035	1,73	0.02	-13.88	↑ ↓					
5	<input checked="" type="checkbox"/> Desky z laminátu	0,015	0,21	0.071	-14.6	↑					
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0.04	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C		

Obrázek č.67 - Skladba konstrukcí S04 standard  
 Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.68 - Graf průběhu teploty konstrukcí S04 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.28 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE požadované hodnotě  $U_N = 0.3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,18 až 0,12 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.69 - Vyhodnocení součinitele prostupu S04 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.6.5 S05 - Stěna garáže - ŽB s tepelnou izolací 120 mm

- Sádrová stěrka

Jádrová omítka + perlínka

tl. 10 mm

- Tepelná izolace z polystyrenu

tl. 120mm

Isover EPS 70F

- Železobetonová stěna

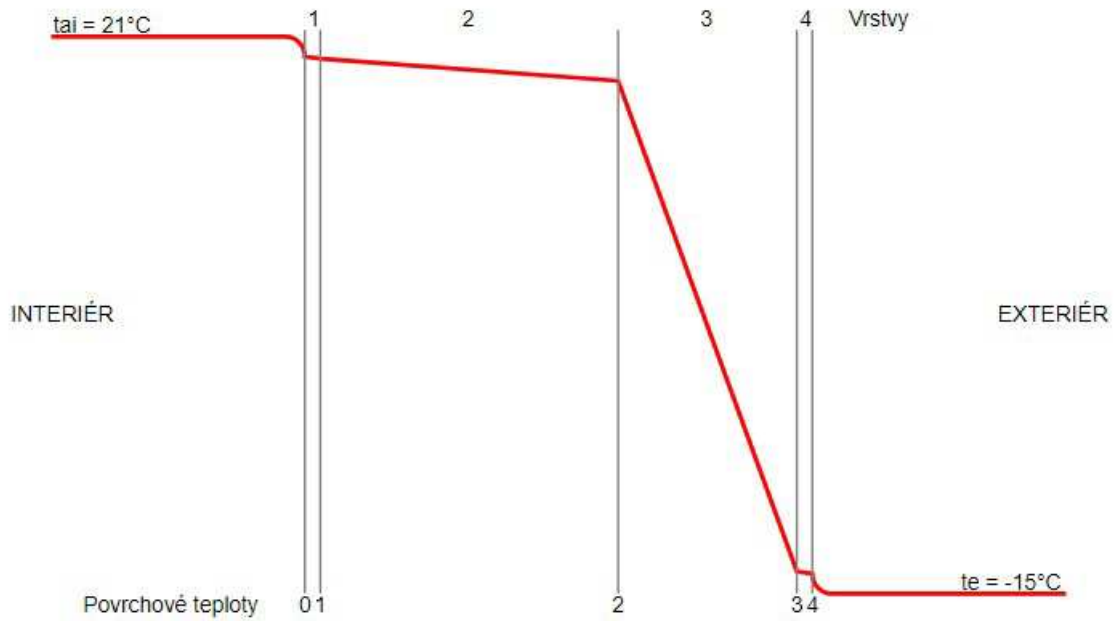
tl. 200mm

- Omítka sádrová

tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.13	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 19.28$ °C	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_{ii}$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	19.16	↓				
2	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,200	1,43	0.14	17.74	↑ ↓				
3	<input checked="" type="checkbox"/> Isover EPS 70F	0,120	0,039	3.077	-13.56	↑ ↓				
4	<input checked="" type="checkbox"/> Sádrová stěrka	0,010	0,87	0.011	-13.68	↑				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0.13	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C	

Obrázek č.70 - Skladba konstrukcí S05 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.71 - Graf průběhu teploty konstrukcí S05 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.29 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE požadované hodnotě  $U_N = 0.3 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,25 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,18 až 0,12 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.72 - Vyhodnocení součinitele prostupu S05 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

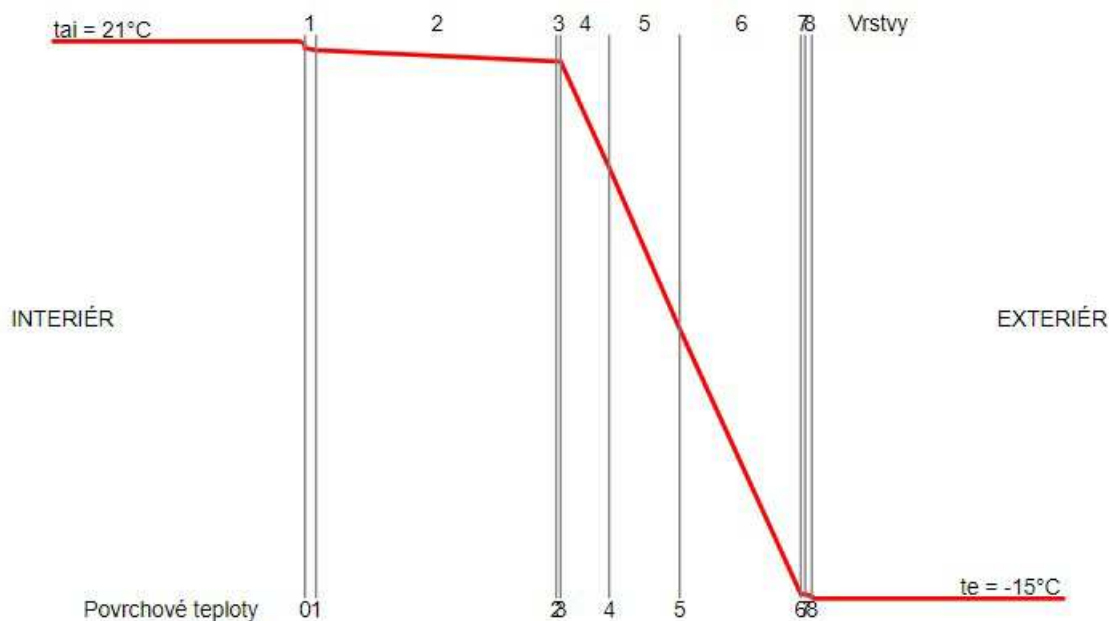


### 3.6.6 S06 - Střecha

- Asfaltový pás Elastek 50 Special Dekor tl. 5 mm
- samolepící asfaltový pás Glastek 30 Sticker Plus tl. 5 mm
- Extrapor ve spádu tl. 20 – 180mm tl.  $\phi$ 100 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 200 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 200 mm
- Glastek AL 40 Mineral tl. 5 mm
- Dekprimer
- ŽB deska tl. 200 mm
- Sádrová omítka tl. 10 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$ 0.1 m <sup>2</sup> K/W $\theta_0 = 20.09$ °C						
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]	
1	<input checked="" type="checkbox"/> Omítka sádrová	0,010	0,88	0.011	20.03	↓
2	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,200	1,43	0.14	19.32	↑ ↓
3	<input checked="" type="checkbox"/> Glastek AL	0,005	0,7	0.007	19.28	↑ ↓
4	<input checked="" type="checkbox"/> Extrapor 150 S Stabil	0,040	0,03	1.333	12.48	↑ ↓
5	<input checked="" type="checkbox"/> Extrapor 150 S Stabil	0,060	0,03	2	2.28	↑ ↓
6	<input checked="" type="checkbox"/> Extrapor spádový	0,100	0,03	3.333	-14.72	↑ ↓
7	<input checked="" type="checkbox"/> Glastek 30 Sticker Plus	0,005	0,7	0.007	-14.76	↑ ↓
8	<input checked="" type="checkbox"/> Elastek 50 Special Dekor	0,005	0,7	0.007	-14.8	↑
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$ 0.04 m <sup>2</sup> K/W $\theta_e = -15$ °C						

Obrázek č.73 - Skladba konstrukcí S06 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.74 - Graf průběhu teploty konstrukcí S06 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.14 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE**  
**doporučené hodnotě pro pasivní domy  $U_N = 0.15 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$**   
**dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,24 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$	0,16 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$	0,15 až 0,10 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

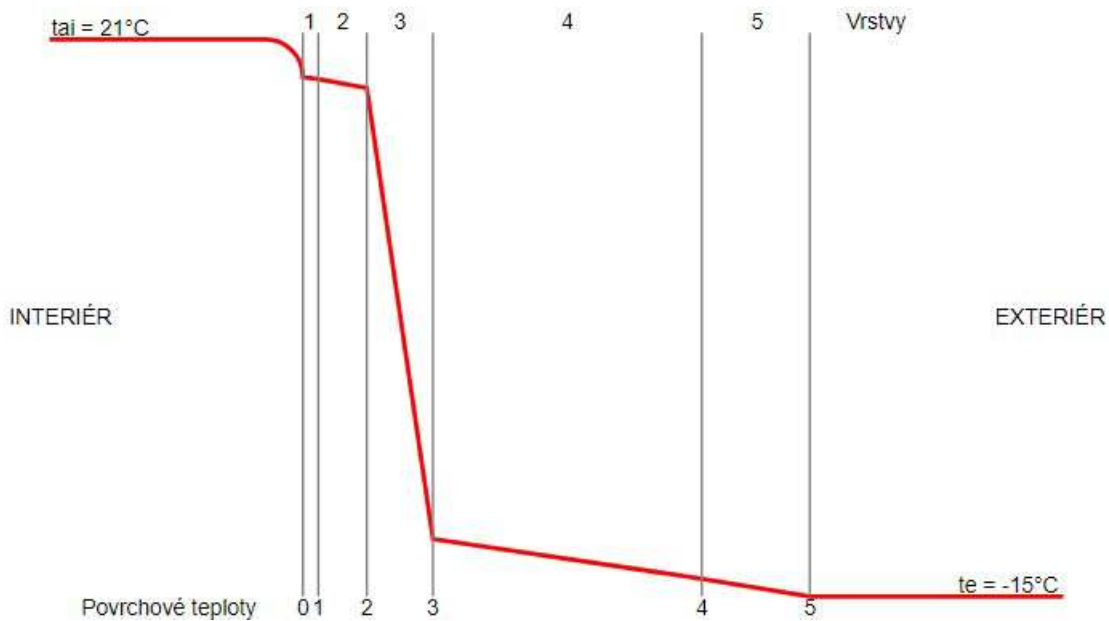
Obrázek č.75 - Vyhodnocení součinitele prostupu S06 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.6.7 S07 - Podlaha s keramickou dlažbou na terénu

- nášlapná vrstva – keramická dlažba do tmelu tl. 15 mm
- hydroizolační stěrka
- penetrace
- Anhyment AE30 tl. 45 mm
- PE folie
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 150 mm
- ŽB základová deska tl. 250 mm
- hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- penetrace Dekprimer
- podkladní beton tl. 100 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.17	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 18.15$ °C	?
$j$	Materiál	$d$ [m]	$\lambda_u$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]					
1	<input checked="" type="checkbox"/> Keramická dlažba	0,015	1,3	0.012	17.98	↓				
2	<input checked="" type="checkbox"/> Anhyment AE30	0,045	1,2	0.038	17.44	↑ ↓				
3	<input checked="" type="checkbox"/> Extapor 150 S Stabil	0,060	0,03	2	-11.37	↑ ↓				
4	<input checked="" type="checkbox"/> Železobeton	0,250	1,43	0.175	-13.89	↑ ↓				
5	<input checked="" type="checkbox"/> Beton podkladní	0,100	1,3	0.077	-15	↑				
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C	

Obrázek č.76 - Skladba konstrukcí S07 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.77 - Graf průběhu teploty konstrukcí S07 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE požadované hodnotě  $U_N = 0.45 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,45 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,22 až 0,15 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

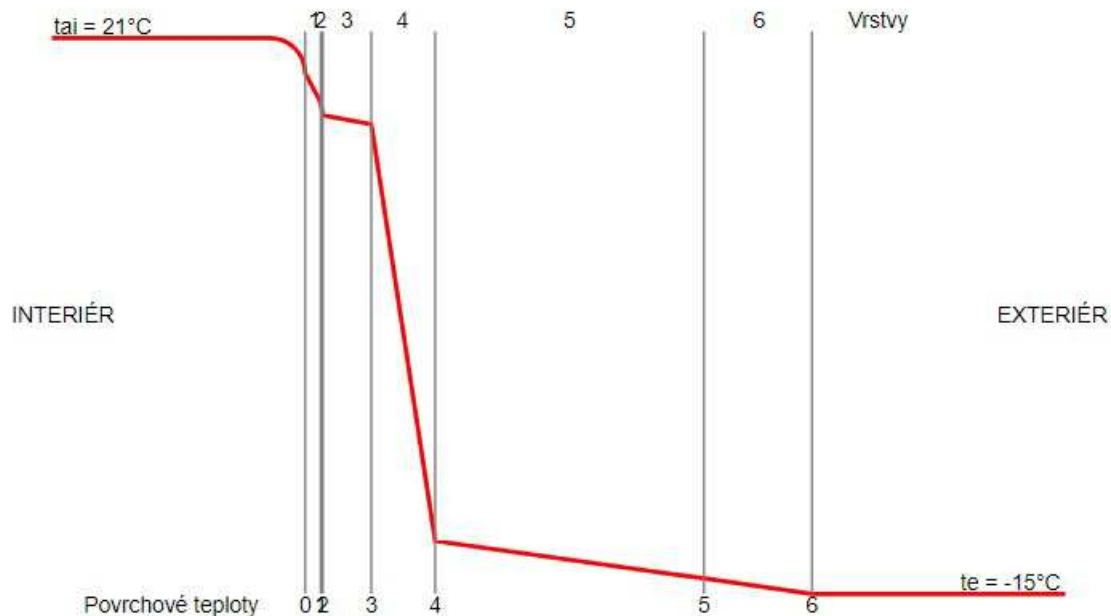
Obrázek č.78 - Vyhodnocení součinitele prostupu S07 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.6.8 S08 - Dřevěná podlaha na terénu

- nášlapná vrstva – dřevěná třívrstvá podlaha tl. 14 mm
- podložka pod plovoucí podlahu – pás z pěnového PE tl. 3 mm
- penetrace
- Anhyment AE30 tl. 53 mm
- PE folie
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 50 mm
- Extrapor 150 S Stabil tl. 150 mm
- ŽB základová deska tl. 250 mm
- hydroizolace – asfaltový pás Bitalbit S40
- penetrace Dekprimer
- podkladní beton tl. 100 mm

Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{si}$							0.17	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_0 = 18.33$ °C	?
$j$		Materiál	$d$ [m]	$\lambda_{\text{eff}}$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$R_j$ [m <sup>2</sup> K/W]	$\theta_j$ [°C]				
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Nášlapná vrstva	0,014	0,1	0.14	16.45	↓			
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Podložka	0,003	0,048	0.063	15.62	↑ ↓			
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Anhyment AE30	0,045	1,2	0.038	15.12	↑ ↓			
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Extapor 150 S Stabil	0,060	0,03	2	-11.63	↑ ↓			
5	<input checked="" type="checkbox"/>	Železobeton	0,250	1,43	0.175	-13.97	↑ ↓			
6	<input checked="" type="checkbox"/>	Beton podkladní	0,100	1,3	0.077	-15	↑			
Tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{se}$							0	m <sup>2</sup> K/W	$\theta_e = -15$ °C	

Obrázek č.79 - Skladba konstrukcí S08 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba



Obrázek č.80 - Graf průběhu teploty konstrukcí S08 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

**Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U = 0.38 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  VYHOVUJE požadované hodnotě  $U_N = 0.45 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  dle ČSN 73 0540-2:2011**

Požadovaná hodnota $U_{N,20}$	Doporučená hodnota $U_{rec,20}$	Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
0,45 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,30 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	0,22 až 0,15 $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Obrázek č.81 - Vyhodnocení součinitele prostupu S08 standard  
Zdroj: Vlastní tvorba

### 3.6.9 Výplně otvorů

#### Okna

Postup výpočtu součinitele prostupu tepla  $U_w$  okenních otvorů dle ČSN 73 0540-2 (2011)

$$U_w = (A_g \times U_g + A_f \times U_f + I_g \times \Psi_g) / (A_g + A_f)$$

$A_g$  - plocha zasklení [ $m^2$ ]

$U_g$  - součinitel prostupu tepla zasklením [ $W/m^2 \times K$ ]

$A_f$  - plocha rámu [ $m^2$ ]

$U_f$  - součinitel prostupu tepla rámem [ $W/m^2 \times K$ ]

$I_g$  - viditelný obvod zasklení [m]

$\Psi_g$  - lineární činitel prostupu tepla kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu [ $W/m \times K$ ]

Pro výplně jsem zvolil hliníkové okna typu STANDARD OL

Jedná se o plastová okna z německého pětikomorového profilového systému o stavební hloubce 70 mm a osazená izolačními dvojskly s  $U_g = 1,1 W/m^2 \times K$ .

Švýcarský teplý nekovový meziskelní rámeček se vyznačuje výbornými tepelně izolačními schopnostmi s omezením rizika povrchových kondenzací.

Tabulka č.4 - Vstupní hodnoty pro výpočet  $U_w$  oken ve standardním domě

Ozn. okna	Rozměr otvoru	Celková plocha okna A [ $m^2$ ]	Plocha zasklení $A_g$ [ $m^2$ ]	Plocha rámu $A_f$ [ $m^2$ ]	$U_g$ [ $W/m^2 \times K$ ]	$U_f$ [ $W/m^2 \times K$ ]	Viditelný obvod zasklení $I_g$ [m]	$\Psi_g$ [ $W/m \times K$ ]
O1	1700 x 2380	4,046	3,419	0,571	1,1	1,0	8,157	0,030
O2	1900 x 2500	4,750	4,084	0,606	1,1	1,0	8,657	0,030
O3	6450 x 2480	15,996	13,522	2,253	1,1	1,0	32,186	0,030
O4	4470 x 2780	12,427	10,906	1,385	1,1	1,0	19,786	0,030
O5	1900 x 2780	5,282	4,157	1,025	1,1	1,0	14,643	0,030
O6	600 x 2780	1,668	1,159	0,463	1,1	1,0	6,620	0,030
O7	2400 x 1900	4,560	3,629	0,848	1,1	1,0	12,121	0,030

Tabulka č.5 - Posouzení  $U_w$  oken ve standardním domě s normou

Ozn. okna	Součinitel prostupu $U_w$ [ $W/m^2 \times K$ ]	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [ $W/m^2 \times K$ ]	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{Rec,20}$ [ $W/m^2 \times K$ ]	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{R_{Pas,20}}$ [ $W/m^2 \times K$ ]	Vyhodnocení
O <sub>1</sub>	1,15	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>2</sub>	1,14	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>3</sub>	1,15	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>4</sub>	1,14	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>5</sub>	1,17	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>6</sub>	1,19	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje
O <sub>7</sub>	1,16	1,5	1,2	0,8 - 0,6	Vyhovuje

### Dveře

Vchodové dveře CLASSIC 76 jsou plastové vchodové dveře vyráběné z německého pětikomorového profilového systému o stavební šířce 76 mm a s velmi poctivým vyztužením ocelovými profily. Osazen izolačními dvojskly s  $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$  se švýcarským teplým meziskelním rámečkem, či plastovými (HPL) sendvičovými dveřními výplněmi s vypěňovaným jádrem (24 nebo 34 mm) a tepelně izolačními vlastnostmi  $U_d = 1,4 \text{ W/m}^2 \times \text{K}$ .



## **3.7 ROZDÍLNÉ NÁKLADY PASIVNÍHO A STANDARDNÍHO DOMU**

### **3.7.1 Pořizovací náklady posuzovaných staveb**

Hlavním rozdílem v pořizovacích nákladech je užitá tepelná izolace, výplně a otopné tělesa. Proto není provedeno nacenění celého objektu, ale pouze rozdílných konstrukčních částí. Při návrhu standardního domu jsem vycházel z konstrukčních skladeb pasivního domu.

Standardní dům zachovává konstrukční skladby pasivního domu s měnícím se typem a tloušťkou užité tepelné izolace. Taktéž výplně jsou navrženy standardní s doporučením dodavatelů pro jednotlivé nároky na RD.

Otopný systém je pojatý formou kondenzačního plynového kotle pro vyhřívání objektu podlahovým topením. Tento otopný systém je společný pro oba typy RD, proto se při hodnocení návratnosti neuvažuje. Pasivní dům má navíc instalovanou vzduchotechnickou rekuperační jednotku Futurum od firmy Jablotron.

Ve výpočtu nezahrnuji opotřebení ani pozdější náklady na údržbu a modernizaci technologického vybavení. Jedná se pouze o stanovení doby návratnosti z pohledu novostavby.

### **3.7.2 Stavebně materiálové náklady**

Pro stavebně materiálové náklady využívám volně dostupné ceny od jednotlivých výrobců uveřejněných na internetu k datu vypracování diplomové práce. U výplní otvorů vzhledem k variabilitě cenových údajů používám cenu za 1 m<sup>2</sup> výplně. Cenu výplní jsem stanovil na základě realizovaných projektů a cen materiálů dostupných na internetu, které jsem zprůměroval a následně stanovil průměrnou cenu. Sekční vrata jsou totožná pro oba typy RD proto je dále neuvažuji. Stavební materiály jsou standardně uváděny bez DPH.

Cena rekuperační jednotky Futurum byla poskytnuta dodavatelem.

## ***Materiálové řešení pasivního domu***

*Tabulka č.6 - Cena rozdílných materiálů u pasivního domu*

<b>Skladba</b>	<b>Rozdílný materiál</b>	<b>Množství [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> [Kč]</b>	<b>Celkem [Kč]</b>
Obvodová stěna - Vapís s tepelnou izolací 280 mm	Isover GreyWall 2 x 140 mm	214,24	697,20	149 368,13
Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 280 mm	XPS Bachl 300 SF 2 x 140 mm	23,58	1560,00	36 784,80
Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 180 mm	XPS Bachl 300 SF 180 mm	45,09	900,00	40 581,00
Obvodová stěna meziokenní pilířky, Vapís	Isover GreyWall 200 mm + 30 mm	26,70	573,70	15 317,79
Stěna garáže - ŽB s tepelnou izolací 140 mm	Isover GreyWall 140 mm	17,10	348,60	5 961,06
Střecha	Bachl Extapor 150S Stabil 2 x 200 mm + 100 mm	124,50	1750,00	217 875,00
Podlaha	Bachl Extapor 150S Stabil 50 mm + 60 mm + 140 mm	84,43	875,00	73 876,25
Celková cena použitých rozdílných izolačních materiálů			539 764,03 Kč	

### ***Výplně otvorů pasivního domu***

*Tabulka č.7 - Cena výplně otvorů u pasivního domu*

<b>Označení a rozměry otvoru</b>	<b>Počet kusů</b>	<b>Rozdílný materiál</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> [Kč]</b>	<b>Celkem [Kč]</b>
O1 - 1700 x 2380	1	Hliníková trojskla	4,046	13 800	55 834,80
O2 - 1900 x 2500	2	Hliníková trojskla	4,750	13 800	65 550,00
O3 - 6450 x 2480	1	Hliníková trojskla	15,996	13 800	220 744,80
O4 - 4470 x 2780	1	Hliníková trojskla	12,427	13 800	171 492,60
O5 - 1900 x 2780	1	Hliníková trojskla	5,282	13 800	72 891,60
O6 - 600 x 2780	1	Hliníková trojskla	1,668	13 800	23 018,40
O7 - 2400 x 1900	1	Hliníková trojskla	4,560	13 800	62 928,00
D1 - 900 x 1970	1	Hliníková trojskla	1,773	13 800	24 467,40
Celková cena výplní otvorů hliníkovým trojsklem					696 927,60 Kč

### ***Otopný systém pasivního domu***

Rozdílnou položkou vzhledem k standardnímu domu je vzduchotechnická rekuperační jednotka. Jednotka funguje jako ohřívací jednotka v zimním období, tak i jako chladicí v letním období. Jednotka je zcela autonomní při změně interiérové teploty.

Cena byla poskytnuta dodavatelem stavby. Cena rekuperační jednotky činí 150 000 Kč.

### ***Celkové náklady na pasivní dům***

Celkové náklady hlavních rozdílných prvků, které nám tvoří energetickou obálku budovy a zajišťují co nejmenší únik tepla z obytných místností, jsou: **1 386 691,63 Kč.**

### **Materiálové řešení standardního domu**

Tabulka č.8 - Cena rozdílných materiálů u standardního domu

<b>Składba</b>	<b>Rozdílný materiál</b>	<b>Množství [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> [Kč]</b>	<b>Celkem [Kč]</b>
Obvodová stěna - Vapís s tepelnou izolací 120 mm	Isover EPS 70F 120 mm	214,24	250,80	53 731,39
Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 120 mm	Isover EPS SOKL 3000 120 mm	23,58	448,80	10 582,70
Obvodová stěna - ŽB stěna s tepelnou izolací 120 mm	Isover EPS SOKL 3000 120 mm	45,09	448,80	20 236,39
Obvodová stěna meziokenní pilířky, Vapís	Isover EPS 70F 120 mm	26,70	250,80	6 696,36
Stěna garáže - ŽB s tepelnou izolací 120 mm	Isover EPS 70F 120 mm	17,10	250,80	4 288,68
Střecha	Bachl Extapor 150S Stabil 40 mm + 60 mm + 100 mm	124,50	700,00	87 150,00
Podlaha	Bachl Extapor 150S Stabil 60 mm	84,43	210,00	17 730,30
Celková cena použitých rozdílných izolačních materiálů			200 415,82 Kč	

### ***Výplně otvorů standardního domu***

*Tabulka č.9 - Cena výplně otvorů u standardního domu*

<b>Označení a rozměry otvoru</b>	<b>Počet kusů</b>	<b>Rozdílný materiál</b>	<b>Plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Cena za m<sup>2</sup> [Kč]</b>	<b>Celkem [Kč]</b>
O1 - 1700 x 2380	1	Plastové dvojsklo	4,046	5 400	21 848,40
O2 - 1900 x 2500	2	Plastové dvojsklo	4,750	5 400	25 650,00
O3 - 6450 x 2480	1	Plastové dvojsklo	15,996	5 400	86 378,40
O4 - 4470 x 2780	1	Plastové dvojsklo	12,427	5 400	67 105,80
O5 - 1900 x 2780	1	Plastové dvojsklo	5,282	5 400	28 522,80
O6 - 600 x 2780	1	Plastové dvojsklo	1,668	5 400	9 007,20
O7 - 2400 x 1900	1	Plastové dvojsklo	4,560	5 400	24 624,00
D1 - 900 x 1970	1	Plastové dvojsklo	1,773	5 400	9 574,20
Celková cena výplní otvorů hliníkovým trojsklem					272 710,80 Kč

### ***Celkové náklady na standardní dům***

Celkové náklady hlavních rozdílných prvků, které nám tvoří energetickou obálku budovy a zajišťují co nejmenší únik tepla z obytných místností, jsou: **473 126,62 Kč.**

### **3.8 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV**

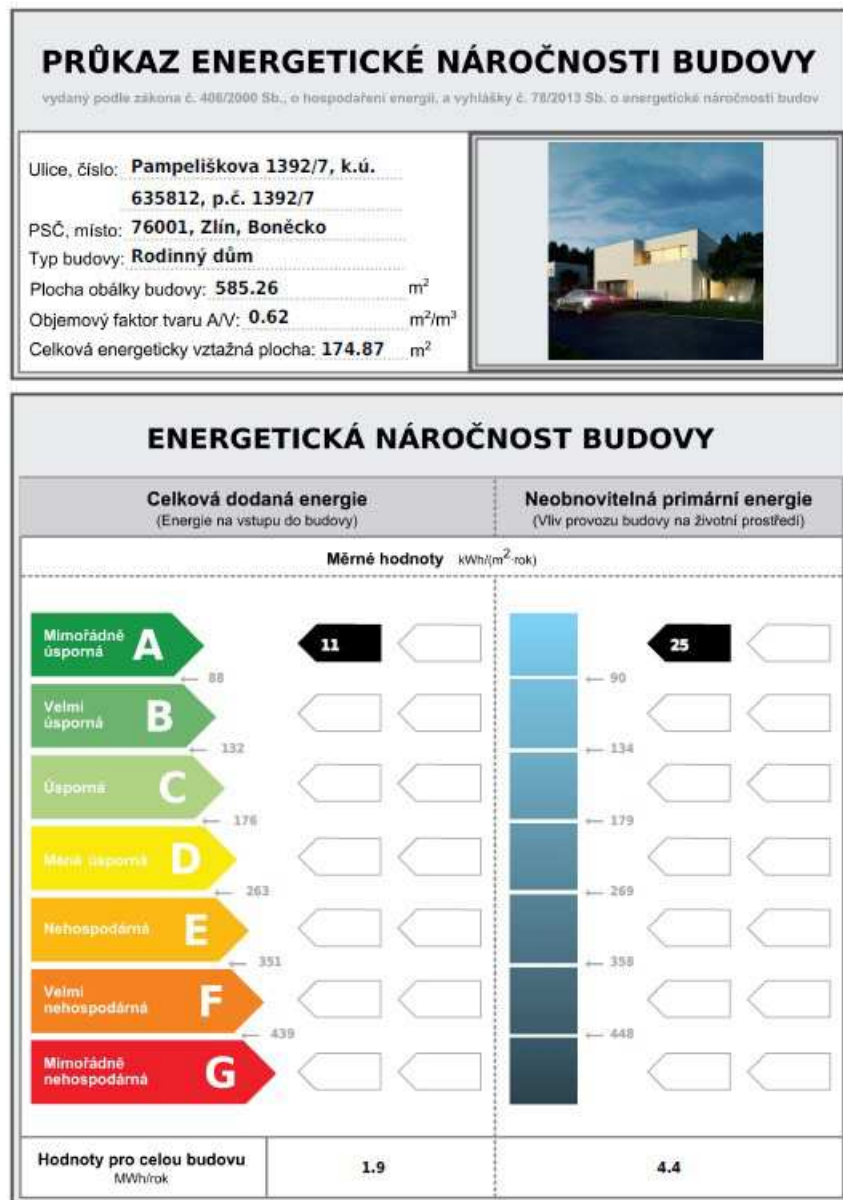
Průkaz energetické náročnosti budov dále jen PENB bývá v mnoha případech zaměňován s Energetickým štítkem nebo Energetickým auditem. Energetický štítek ale vyjadřuje součinitele prostupu tepla a není zákonem povinný.

Ve své diplomové práci zpracovávám energetickou náročnost metodou PENB. Zpracování PENB je povinné pro všechny stavby od 1. 1. 2016 podle novelizace zákona č. 406/2000 Sb. Výjimkou jsou stavby realizované před rokem 1947, a u kterých nebyly po roce 1947 provedeny rekonstrukce za účelem zlepšení tepelně izolačních vlastností.

Ve své diplomové práci využívám PENB vytvořený programem DEKSOFT ve verzi 4.3.2. Software využívá ke stanovení energetické náročnosti spotřebu energií na ohřev teplé vody, větrání, klimatizaci, osvětlení. Zároveň jsou do spotřeby započítány i energie zajišťující chod těchto technologií. PENB hodnotí standardní provoz domu při průměrné zimě, teplotě interiéru, době svícení či sprchování. Tyto vstupní hodnoty jsou velmi zkreslené z důvodu lidského faktoru, proto výsledné uživatelské hodnoty nemusí zcela odpovídat PENB, ale jedná se o určitý výsledek při obvyklém užívání.

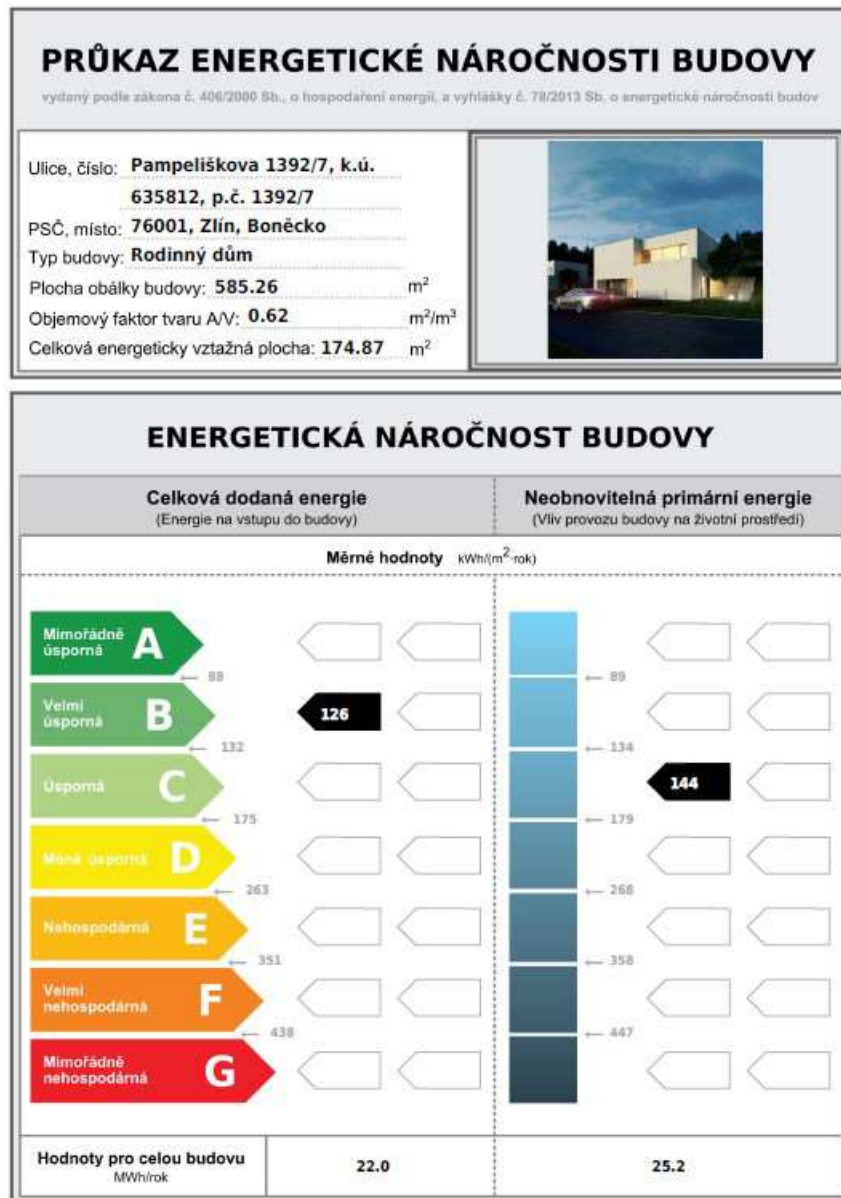
Ve svém PENB zohledňuji také tepelné zisky ze spotřebičů. Lidské tepelné zisky neuvažuji.

### 3.8.1 Průkaz energetické náročnosti pasivního domu



Obrázek č.82 - PENB pasivní dům  
 Zdroj: Vlastní tvorba programem DekSoft

### 3.8.2 Průkaz energetické náročnosti standardního domu



Obrázek č.83 - PENB standardní dům  
 Zdroj: Vlastní tvorba programem DekSoft



## 3.9 ANALÝZA VÝVOJE CEN ENERGIÍ

Pro stanovení doby návratnosti investice do pasivního domu je zapotřebí znát ceny energií. V našem případě se jedná o spotřebu elektrické energie a zemního plynu. Právě vysoká nebo nízká cena energií má velký vliv na dobu návratnosti, zda se pasivní dům s vyššími počátečními investicemi ale nižšími užitelskými náklady ještě vyplatí nebo nikoliv.

V tomto případě se stanovit přesnější cena než průměrným odhadem podle vývoje cen v předcházejících letech nedá. Dodavatelé energií zveřejňují ceníky vždy na nový rok. Sice poskytují různé smlouvy, které vám zaručují stále stejnou cenu energií jako v době podpisu nebo zvýhodněné ceníky při smlouvě na více let. Ovšem počítáme-li dobu návratnosti investice právě mezi pasivním a standardním domem pohybujeme se v desítkách let. A to je právě téma mojí diplomové práce. A to zda se nám jako uživatelům nezávisle na směrnicích Evropské unie, ještě vyplatí investovat do pasivního domu.

### 3.9.1 Vývoje ceny elektřiny

Elektřina by se měla v roce 2018 zvyšovat o 2-3% podle internetového článku na portálu elektřina.cz ze dne 25. října 2017. Hned 7. prosince 2017 na tom samém portálu je již jiný článek kde se uvádí, že E.ON, jenž je dominantním dodavatelem elektrické energie pro Zlínský kraj zvyšuje cenu energií pro rok 2018 o 6%.

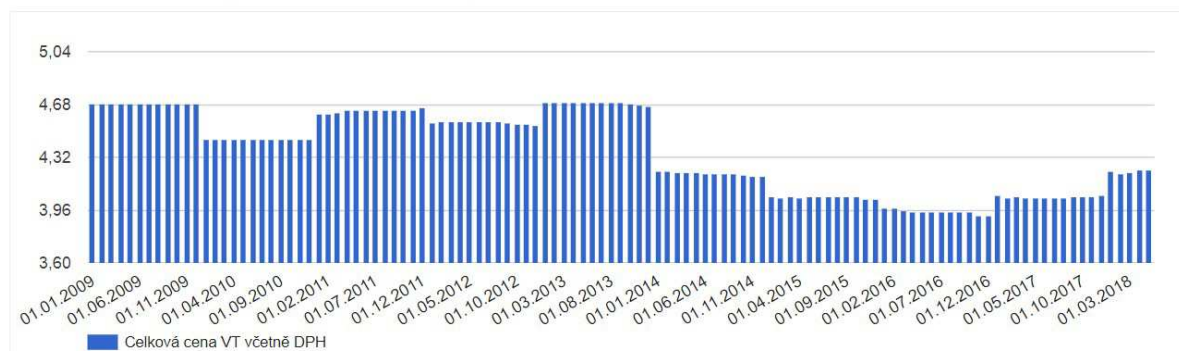
Toto zjištění mě vedlo k vlastnímu odhadu ceny elektřiny.

Pro vyšší objektivnost zpracovávám 2 rozdílné ceny.

#### *Cena elektrické energie bude konstantní*

Podle grafu vývoje cen elektrické energie dodávané E.ONem si dovoluji predikovat, že se cena elektrické energie v následujících letech nebude měnit a zůstane ve zhruba stejné výši. Při tomto vycházím z grafů vývoje ceny za posledních 10 let, ve kterém je vidět nízké sazby energií a zachovávající obdobnou tendenci po dobu 5 let.

Celková cena elektřiny E.ON - D02d [Kč/kWh]



Obrázek č.84 - Vývoj ceny elektrické energie E.ON (1)

Zdroj: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektriny?sazba=D02d>

Predikovaná cena podle grafu je 4,2303 Kč/kWh.

### ***Cena elektrické energie poroste***

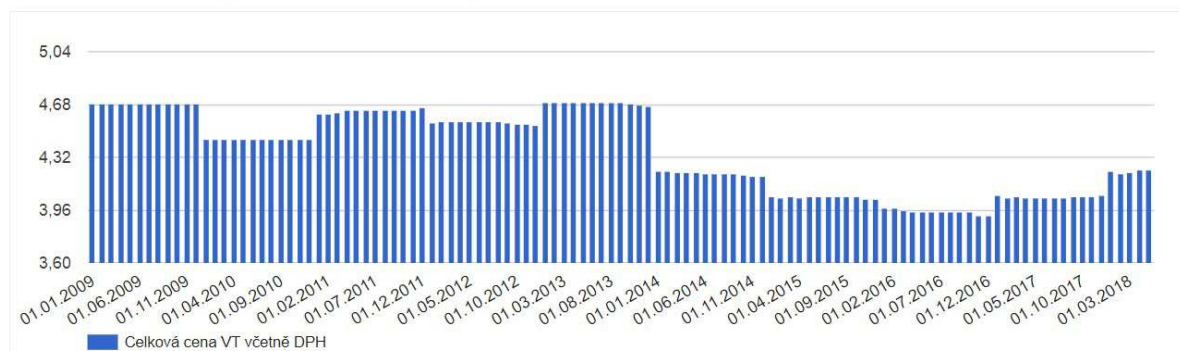
V druhé variantě vycházím z vývoje grafů světové burzy elektrické energie, která má strmý růst. Kvůli zvyšující se spotřebě energií ve světě nevýmáje Českou republiku. Lze předpokládat zareagování dodavatelů a zvyšováním ceny této komodity.



Obrázek č.85 - Vývoj ceny elektrické energie na světové burze

Zdroj: [https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/nr\\_index.asp?A=5&idk=142&od=24.8.2007&curr=CZK&default\\_curr=EUR&unit=&lg=1](https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/nr_index.asp?A=5&idk=142&od=24.8.2007&curr=CZK&default_curr=EUR&unit=&lg=1)

Celková cena elektřiny E.ON - D02d [Kč/kWh]



Obrázek č.86 - Vývoj ceny elektrické energie E.ON (2)

Zdroj: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektřiny?sazba=D02d>

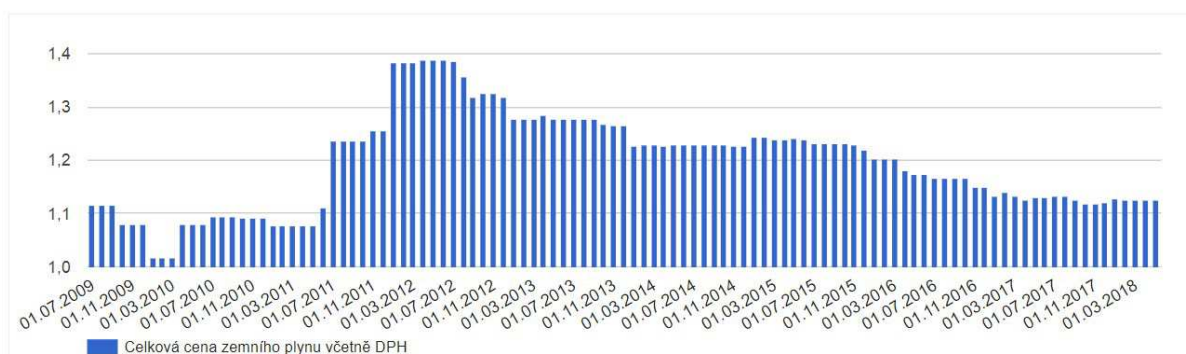
Pro druhou variantu proto uvažuji s maximální cenou elektrické energie v posledních 10 letech, která činila 4,6973 Kč/kWh.

### 3.9.2 Vývoje ceny zemního plynu

U zemního plynu opět budu zpracovávat 2 varianty. První, že plyn zůstane na současné ceně. Druhá, že plyn poroste na své maximum za posledních 10 let. Opět jsem vycházel z vývoje ceny na světové burze i domácí scéně firmy Innogy (dříve RWE GasNet). Přečetl jsem několik článků, které měly protichůdné názory ohledně vývoje cen. Proto, pro lepší znázornění a pochopení důležitosti výkyvů energií při výpočtu návratnosti financí do pasivního domu, zpracovávám maximální a současnou cenu.

Vzhledem k velmi nižší spotřebě zemního plynu pro pasivní dům beru v potaz 2 rozdílné ceny pro spotřebu ve standardním domě tak v pasivním domě.

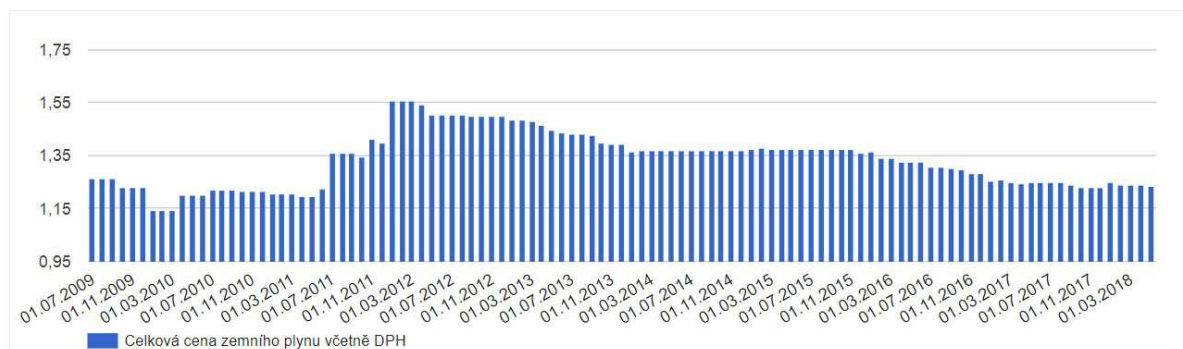
Odběr 40-45 MWh/rok, celková cena zemního plynu na území GasNet, s.r.o. [Kč/kWh]



Obrázek č.87 - Vývoj ceny zemního plynu GasNet (1)

Zdroj: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-zemniho-plynu?op=40-45>

Odběr 1.89-7.56 MWh/rok, celková cena zemního plynu na území GasNet, s.r.o. [Kč/kWh]



Obrázek č.88 - Vývoj ceny zemního plynu GasNet (2)

Zdroj: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-zemniho-plynu?op=1.89-7.56>

### ***Cena zemního plynu zůstane konstantní***

V případě, že cena zemního plynu zůstane konstantní po celou dobu návratnosti investice, uvažuji s cenou pro standardní dům 1,1263 Kč/kWh.

Pro pasivní dům s cenou 1,2361 Kč/kWh.

### ***Cena zemního plynu poroste***

V případě, že cena zemního plynu poroste a dostane se brzy na své maximum za posledních 10 let a tam následně setrvá, uvažuji s cenou plynu pro standardní dům 1,3884 Kč/kWh.

Pro pasivní dům s cenou 1,5582 Kč/kWh.

### **3.10 VÝSLEDNÉ POSOUZENÍ DOBY NÁVRATNOSTI**

Ze všech výše uvedených údajů jsem schopen vypočítat přibližnou dobu návratnosti.

#### **3.10.1 Rozdíl nákladů do RD**

Rozdíl nákladů = náklady do PD - náklady do SD

Rozdíl nákladů = 1 386 691,63 Kč - 473 126,62 Kč

Rozdíl nákladů = 913 565,01 Kč

913 565,01 Kč je hodnota, o kterou jsou investice do pasivního domu větší. Hodnota, která nám dále určuje, kolik energií musím ušetřit aby se mi tato prvotní investice později vrátila.

#### **3.10.2 Rozdíl spotřeby energií**

Standardní dům ročně spotřebuje 22,0 MWh/rok z toho spadá 1,5 MWh/rok na elektrickou energii a 20,5 MWh/rok na zemní plyn.

Pasivní dům ročně spotřebuje 1,9 MWh/rok z toho spadá 0,9 MWh/rok na elektrickou energii a 1,0 MWh/rok na zemní plyn.

#### **3.10.3 Ceny energií**

##### *Cena energií při současné hodnotě*

Cena elektřiny je pro oba typy RD stejná a to 4,2303 Kč za kWh tj. 4 230,3 Kč za MWh.

Cena zemního plynu pro standardní dům 1,1263 Kč za kWh tj. 1 126,3 Kč za MWh.

Cena zemního plynu pro pasivní dům 1,2361 Kč za kWh tj. 1 236,1 Kč za MWh.

##### *Cena energií při rostoucí hodnotě*

Cena elektřiny je pro oba typy RD stejná a to 4,6973 Kč za kWh tj. 4 697,3 Kč za MWh.

Cena zemního plynu pro standardní dům 1,3884 Kč za kWh tj. 1 388,4 Kč za MWh.

Cena zemního plynu pro pasivní dům 1,5580 Kč za kWh tj. 1 558,0 Kč za MWh.

### 3.10.4 Náklady na energie za rok

#### *Standardní dům*

##### Minimální náklady při současné ceně energií

Celkové náklady = spotřeba elektřiny x cena elektřiny +

spotřeba zemního plynu x cena zemního plynu

Celkové náklady = 1,5 MWh/rok x 4 230,3 Kč/MWh + 20,5 MWh/rok x 1 126,3 Kč/MWh

Celkové náklady = 29 434,60 Kč/rok

##### Maximální náklady při vzrůstu ceny energií

Celkové náklady = spotřeba elektřiny x cena elektřiny +

spotřeba zemního plynu x cena zemního plynu

Celkové náklady = 1,5 MWh/rok x 4 697,3 Kč/MWh + 20,5 MWh/rok x 1 388,4 Kč/MWh

Celkové náklady = 35 508,15 Kč/rok

#### *Pasivní dům*

##### Minimální náklady při současné ceně energií

Celkové náklady = spotřeba elektřiny x cena elektřiny +

spotřeba zemního plynu x cena zemního plynu

Celkové náklady = 0,9 MWh/rok x 4 230,3 Kč/MWh + 1,0 MWh/rok x 1 236,1 Kč/MWh

Celkové náklady = 5 043,37 Kč/rok

##### Maximální náklady při vzrůstu ceny energií

Celkové náklady = spotřeba elektřiny x cena elektřiny +

spotřeba zemního plynu x cena zemního plynu

Celkové náklady = 0,9 MWh/rok x 4 697,3 Kč/MWh + 1,0 MWh/rok x 1 558,2 Kč/MWh

Celkové náklady = 5 785,77 Kč/rok

### 3.10.5 Rozdíl nákladů na užívání

#### *Rozdíl nákladů při současné hodnotě*

Rozdíl nákladů = náklady na standard - náklady na pasiv

Rozdíl nákladů = 29 434,60 Kč/rok - 5 043,37 Kč/rok

Rozdíl nákladů = 24 391,23 Kč/rok

#### *Rozdíl nákladů při růstu hodnoty*

Rozdíl nákladů = náklady na standard - náklady na pasiv

Rozdíl nákladů = 35 508,15 Kč/rok - 5 785,77 Kč/rok

Rozdíl nákladů = 29 722,38 Kč/rok

#### **Výsledek**

Při současné hodnotě energií za užívání standardního domu ročně zaplatíme o 24 391,23 Kč víc.

Při vzrůstu energií za užívání standardního domu ročně zaplatíme o 29 722,38 Kč víc.

### 3.10.6 Doba návratnosti

#### *Při současné ceně energií*

Doba návratnosti = rozdíl nákladů do RD / rozdíl nákladů na užívání

Doba návratnosti = 913 565,01 Kč / 24 391,23 Kč/rok

Doba návratnosti = 37,45  $\approx$  38 roků

#### *Při rostoucí ceně energií*

Doba návratnosti = rozdíl nákladů do RD / rozdíl nákladů na užívání

Doba návratnosti = 913 565,01 Kč / 29 722,38 Kč/rok

Doba návratnosti = 30,74 roků  $\approx$  31 roků

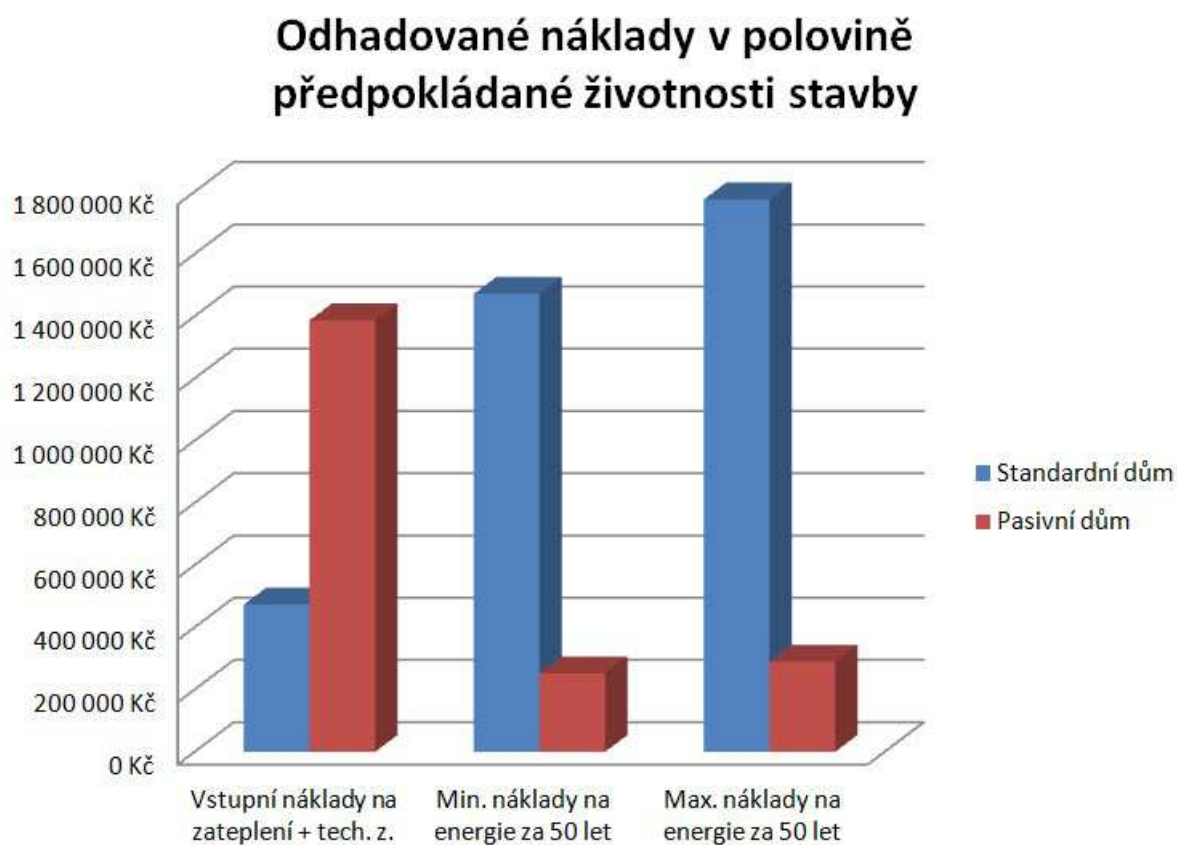
#### **Výsledek**

Doba návratnosti pasivního domu je při současné ceně energií 38 roků.

Doba návratnosti pasivního domu je při rostoucí ceně energií 31 roků.

### 3.10.7 Poměrový graf nákladů

Graf znázorňuje rozdílné náklady na zateplení a rozdílné náklady na vytápění v polovině jeho předpokládané životnosti.



*Graf č.1 - Rozdílné náklady mezi pasivním a standardním domem za 50 let užívání*

Z grafu vyplývá, že ačkoliv je pasivní dům o 293% finančně nákladnější, v polovině jeho předpokládané životnosti má spotřebu energií o 584% až 614% nižší, než je spotřeba u standardního domu. Percentuální míra spotřeby se liší v rozdílné ceně energií.



## 4 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořením standardního domu, pro výpočet doby návratnosti investic do pasivního domu. Podmínkou bylo, aby daný objekt se co nejlíže rozměrově podobal pasivnímu domu. Z tohoto důvodu jsem pouze přeměnil užité typy a tloušťky izolačních materiálů tak, aby mi splňovaly podmínky standardního domu.

Pro posouzení jsem si vybral v současné době realizovaný objekt ve Zlíně v části Boněčko. Více informací o objektu je uvedeno v bodě 4.4.

Doba návratnosti je počítána bez dotačního programu, kterým v jistém slova smyslu neguji nezapočítané náklady na technologie, které by bylo zapotřebí v průběhu návratnosti obnovit. Taktéž ceny energií jsou základní bez odběratelských smluv a výhod, které by nám zaručily v řádech několika stovek nižší náklady.

Pro výpočet doby návratnosti bylo stěžejní vypracování Energetického štítku. V mém případě jsem vypracoval průkaz energetické náročnosti budov programem DekSoft.

Doba návratnosti mnou stanovenými podmínkami vyšla v rozmezí 30-40 let. V případě využití dotací by se doba návratnosti mohla snížit až o 15 let.

Doba návratnosti vyšla ještě relativně dobře vzhledem k tabulkové životnosti RD. Sám sebe se ptám, mají takové projekty šanci? Není to už jen přehnané tlačení lidí do toho, co sami nechtějí? Neměla by se spíše naše snaha zaměřit na využívání obnovitelných zdrojů energie při bydlení na úkor fosilních?

Tento druh výstavby, při které se využívají přemrštěné tloušťky izolačních materiálů, mi byl vymlouván taktéž dodavateli stavebních materiálů. Z důvodu uzavření, až zakonzervování stavby, což vede ke zvýšenému riziku vlhkosti, vzniku plísní a celého fungování domu.

Proto, ačkoliv snížení ročních výdajů na bydlení je velmi atraktivní a zajímavé téma současnosti. Já osobně bych volil spíše energeticky náročnější dům. Koneckonců hlavním činiteli při spotřebě energií jsme my samotní.

## 5 LITERATURA

- (1) BRADÁČ, A.; a kol. Teorie a praxe oceňování nemovitých věcí, první vydání. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., 2016, 790 p. ISBN 978-80-7204-930-1
- (2) MOJMÍR HUDEC,.; Pasivní rodinný dům - proč a jak stavět, první vydání. Praha: GRADA PUBLISHING, a.s., 2008, ISBN 978-80-247-2555-0
- (3) jablkon.eu [online]. 2012. Dostupné z: <http://jablkon.eu/jbl/cestopisy/skotsko-skara-brae/>
- (4) bydlet.cz [online]. 2011. Dostupné z: <https://www.bydlet.cz/266680-bydleni--historie-bydleni-rany-stredovek/>
- (5) cs.wikipedia.org [online]. 2018. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Ran%C3%BD\\_novov%C4%9Bk](https://cs.wikipedia.org/wiki/Ran%C3%BD_novov%C4%9Bk)
- (6) nalezeno.cz [online]. 2010. Dostupné z: <https://moodytrips.webnode.cz/news/valasske-muzeum-v-prirode-v-roznove-pod-radhostem/>
- (7) zivot.sk [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.zivot.sk/clanok/33859/fridtjof-nansen-jeden-z-najslavnejsich-polarnikov-v-dejinach-nikdy-na-pole-nestal>
- (8) nalezeno.cz [online]. 2014. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/travnate-strechy-domku-s-izolaci-z-brezove-kury-mely-stejnou-zivotnost-jako-dnesni-zelene-strechy.aspx>
- (9) ecohome.net [online]. 2013. Dostupné z: <http://www.ecohome.net/news/latest/saskatchewan-birthplace-passive-house-passive-solar-home-design>
- (10) kalksandstein.cz [online]. 2014. Dostupné z: <http://kalksandstein.cz/pasivni-domy-technicke-clanky/prvni-pasivni-dum-na-svete-slavi-letos-25-jubileum-2.html>
- (11) ecocor.us [online]. 2014. Dostupné z: <https://www.ecocor.us/history>
- (12) researchgate.net [online]. 2014. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/273766969\\_The\\_world's\\_first\\_Passive\\_House\\_Darmstadt-Kranichstein\\_Germany](https://www.researchgate.net/publication/273766969_The_world's_first_Passive_House_Darmstadt-Kranichstein_Germany)
- (13) pasivnidomy.cz [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/z-ceho-postavit-pasivni-dum-vhodne-masivni-konstrukce/t4239?s=1>
- (14) nalezeno.cz [online]. 2008. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/nizkoenergeticke-domy/pasivni-nizkoenergeticke-a-nulove-domy-co-je-co.aspx>
- (15) stavba.tzb-info.cz [online]. 2011. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/127-navrh-obvodove-steny-s-vnejsim-tepelneizolacnim-kompozitnim-systemem>

- (16) mpo-efekt.cz [online]. 2007. Dostupné z: [https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/01\\_zaklady\\_1.pdf](https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/01_zaklady_1.pdf)
- (17) nazeleno.cz [online]. 2014. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/stavba/pasivni-domy/jak-se-stavi-pasivni-dum-strecha.aspx>
- (18) rekuperace-cb.cz [online]. 2015. Dostupné z: [http://rekuperace-cb.cz/?page\\_id=67](http://rekuperace-cb.cz/?page_id=67)
- (19) decoen.cz [online]. 2018. Dostupné z: <http://www.decoen.cz/energeticky-stitek-vs-penb/>
- (20) kalkulator.tzb-info.cz [online]. 2018. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektriny>
- (21) kalkulator.tzb-info.cz [online]. 2018. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-zemniho-plynu>

## **Seznam obrázků**

*Obrázek č.1 - Fotografie prehistorické osady z období neolitu; 3100 př. n. l. - 2500 př. n. l*

*Obrázek č.2 - Fotografie města Petra z období doby železné; 300 př. n. l - 600 n. l.*

*Obrázek č.3 - Fotografie rekonstrukce Slovanského obydlí z období ranného středověku;  
600 n .l. - 1100 n. l.*

*Obrázek č.4 - Fotografie Valašské muzeum v přírodě obydlí z období vrcholného, pozdního  
středověku a začátkem novověku; 1300 n. l. - 1800 n. l.*

*Obrázek č.5 -Fotografie městské zástavby z období gotiky, renesance a novověku;  
1400 n. l. - 1800 n. l.*

*Obrázek č.6 - Fotografie rekonstrukce obydlí v Severských zemích; 900 n. l. - 1900 n. l.*

*Obrázek č.7 - Soudobá fotografie výzkumné polární lodi Fram; 1893 n. l. - 1912 n. l.*

*Obrázek č.8 - Soudobá fotografie Domu zítřka; 1933 n. l.*

*Obrázek č.9 - Soudobá fotografie konverzačního domu v Saskatchewanu; 1977 n. l.*

*Obrázek č.10 - Fotografie obytného domu Kranischstein; 1990 n. l.*

*Obrázek č.11 - Fotografie pasivního rodinného domu současnosti; 2016 n. l.*

*Obrázek č.12 - Typické hodnoty U pro nízkoenergetické a pasivní domy*

*Obrázek č.13 - Schéma fungování pasivního domu*

*Obrázek č.14 - Potřeba energie na vytápění podle typu RD*

*Obrázek č.15 - Normové hodnoty součinitele prostupu tepla*

*Obrázek č.16 - Součinitel prostupu tepla podle konstrukcí*

*Obrázek č.17 - Pasivní solární zisky v různé roční období*

*Obrázek č.18 - Funkce zasklení*

*Obrázek č.19 - Detail plastového okna vyplněného tepelně izolačním materiálem*

*Obrázek č.20 - Vykonzolování okna*

*Obrázek č.21 - Provedení konstrukce střechy*

*Obrázek č.22 - Provedení izolace střechy*

*Obrázek č.23 - Vytápění zpětnou rekuperací*

*Obrázek č.24 - Schéma větrání a vytápění*

*Obrázek č.25 - Rozdělení do tříd podle spotřeby energií v kWh/ m<sup>2</sup>/rok*

*Obrázek č.26 - Vzor průřezu energetické náročnosti budov*

*Obrázek č.27 - Zlínský kraj*

*Obrázek.č.28 - Členění Zlínského kraje*

*Obrázek č.29 - Ortofotomapa Zlína*

*Obrázek č.30 - Rozčlenění Zlína*

*Obrázek č.31 - Umístění objektu*

*Obrázek č.32 - Stavební záměr*

*Obrázek č.33 - Místní dostupnost*

*Obrázek č.34 - Skladba konstrukcí S01 pasiv*

*Obrázek č.35 - Graf průběhu teploty konstrukcí S01 pasiv*

*Obrázek č.36 - Vyhodnocení součinitele prostupu S01 pasiv*

*Obrázek č.37 - Skladba konstrukcí S02 pasiv*

*Obrázek č.38 - Graf průběhu teploty konstrukcí S02 pasiv*

*Obrázek č.39 - Vyhodnocení součinitele prostupu S02 pasiv*

*Obrázek č.40 - Skladba konstrukcí S03 pasiv*

*Obrázek č.41 - Graf průběhu teploty konstrukcí S03 pasiv*

*Obrázek č.42 - Vyhodnocení součinitele prostupu S03 pasiv*

*Obrázek č.43 - Skladba konstrukcí S04 pasiv*

*Obrázek č.44 - Graf průběhu teploty konstrukcí S04 pasiv*

*Obrázek č.45 - Vyhodnocení součinitele prostupu S04 pasiv*

*Obrázek č.46 - Skladba konstrukcí S05 pasiv*

*Obrázek č.47 - Graf průběhu teploty konstrukcí S05 pasiv*

*Obrázek č.48 - Vyhodnocení součinitele prostupu S05 pasiv*

*Obrázek č.49 - Skladba konstrukcí S06 pasiv*

*Obrázek č.50 - Graf průběhu teploty konstrukcí S06 pasiv*

*Obrázek č.51 - Vyhodnocení součinitele prostupu S06 pasiv*

*Obrázek č.52 - Skladba konstrukcí S07 pasiv*

*Obrázek č.53 - Graf průběhu teploty konstrukcí S07 pasiv*

*Obrázek č.54 - Vyhodnocení součinitele prostupu S07 pasiv*

*Obrázek č.55 - Skladba konstrukcí S08 pasiv*

*Obrázek č.56 - Graf průběhu teploty konstrukcí S08 pasiv*

*Obrázek č.57 - Vyhodnocení součinitele prostupu S08 pasiv*

*Obrázek č.58 - Skladba konstrukcí S01 standard*

*Obrázek č.59 - Graf průběhu teploty konstrukcí S01 standard*

*Obrázek č.60 - Vyhodnocení součinitele prostupu S01 standard*

*Obrázek č.61 - Skladba konstrukcí S02 standard*

*Obrázek č.62 - Graf průběhu teploty konstrukcí S02 standard*

*Obrázek č.63 - Vyhodnocení součinitele prostupu S02 standard*

*Obrázek č.64 - Skladba konstrukcí S03 standard*

*Obrázek č.65 - Graf průběhu teploty konstrukcí S03 standard*

*Obrázek č.66 - Vyhodnocení součinitele prostupu S03 standard*

*Obrázek č.67 - Skladba konstrukcí S04 standard*

*Obrázek č.68 - Graf průběhu teploty konstrukcí S04 standard*

*Obrázek č.69 - Vyhodnocení součinitele prostupu S04 standard*

*Obrázek č.70 - Skladba konstrukcí S05 standard*

*Obrázek č.71 - Graf průběhu teploty konstrukcí S05 standard*

*Obrázek č.72 - Vyhodnocení součinitele prostupu S05 standard*

*Obrázek č.73 - Skladba konstrukcí S06 standard*

*Obrázek č.74 - Graf průběhu teploty konstrukcí S06 standard*

*Obrázek č.75 - Vyhodnocení součinitele prostupu S06 standard*

*Obrázek č.76 - Skladba konstrukcí S07 standard*

*Obrázek č.77 - Graf průběhu teploty konstrukcí S07 standard*

*Obrázek č.78 - Vyhodnocení součinitele prostupu S07 standard*

*Obrázek č.79 - Skladba konstrukcí S08 standard*

*Obrázek č.80 - Graf průběhu teploty konstrukcí S08 standard*

*Obrázek č.81 - Vyhodnocení součinitele prostupu S08 standard*

*Obrázek č.82 - PENB pasivní dům*

*Obrázek č.83 - PENB standardní dům*

*Obrázek č.84 - Vývoj ceny elektrické energie E.ON (1)*

*Obrázek č.85 - Vývoj ceny elektrické energie na světové burze*

*Obrázek č.86 - Vývoj ceny elektrické energie E.ON (2)*

*Obrázek č.87 - Vývoj ceny zemního plynu GasNet (1)*

*Obrázek č.88 - Vývoj ceny zemního plynu GasNet (2)*

### **Seznam tabulek**

*Tabulka č.1 - Spotřeba tepla na vytápění v jednotlivých typech RD*

*Tabulka č.2 - Vstupní hodnoty pro výpočet  $U_w$  oken v pasivním domě*

*Tabulka č.3 - Posouzení  $U_w$  oken v pasivním domě s normou*

*Tabulka č.4 - Vstupní hodnoty pro výpočet  $U_w$  oken ve standardním domě*

*Tabulka č.5 - Posouzení  $U_w$  oken ve standardním domě s normou*

*Tabulka č.6 - Cena rozdílných materiálů u pasivního domu*

*Tabulka č.7 - Cena výplně otvorů u pasivního domu*

*Tabulka č.8 - Cena rozdílných materiálů u standardního domu*

### **Seznam grafů**

*Graf č.1 - Rozdílné náklady mezi pasivním a standardním domem za 50 let užívání*

### **Seznam zkratk**

NED	- Nízkoenergetický dům
PD	- Pasivní dům
SD	- Standardní dům
IZT	- Integrovaný zásobník tepla
ZVT	- Zemní výměník tepla
SKD	- Sádrokarton
ŽB	- Železobeton
KZS	- Kontaktní zateplovací systém
NP	- Nadzemní podlaží
PENB	- Průkaz energetické náročnosti budov
ČSN	- České technické normy
EN	- Evropské normy
EPS	- Pěnový expandovaný polystyren
XPS	- Pěnový extrudovaný polystyren