



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Katedra krajinného managementu

Bakalářská práce

Srovnání pořizovacích a provozních nákladů tradičních,
nízkoenergetických, pasivních a nulových domů

Autor práce: Michal Pavel

Vedoucí práce: Ing. Jan Závitkovský

České Budějovice
2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 23. 4. 2021

.....
Podpis

Abstrakt

Tématem bakalářské práce je srovnání pořizovacích a provozních nákladů tradičních, nízkoenergetických, pasivních a nulových domů. Práce je rozdělena na dvě hlavní části. První z nich tvoří literární rešerše, která přináší potřebné informace týkající se definic, historie, charakteristiky a výhod a nevýhod jednotlivých stavebních standardů. Na závěr této části jsou navíc uvedeny všeobecné informace o konstrukčních, materiálových a technologických možnostech při výstavbě. Druhou z nich tvoří praktická část, kde jsou spočteny pořizovací a provozní náklady jednotlivých stavebních standardů pro dva nejčastěji zastoupené typy rodinných domů. Výsledkem této práce je výpočet prosté návratnosti vložené investice a rozhodovací strom, který by měl usnadnit rozhodování při výběru daného standardu.

Klíčová slova: tradiční dům; nízkoenergetický dům; pasivní dům; nulový dům

Abstract

The topic of the bachelor thesis is a comparison of acquisition and operating costs of traditional, low-energy, passive and zero-energy houses. The thesis is divided into two main parts. The first one consists of a literature research, which provides the necessary information regarding definitions, history, characteristics and advantages and disadvantages of individual building standards. In addition, this section provides general information on design, material and technological possibilities during construction. The practical part is based on the acquisition and operating costs of individual building standards for the two most frequently represented types of detached houses. The result of this paper is the calculation of a simple return on investment and the decision tree, which should facilitate decision-making on the choice of the standard.

Keywords: traditional house; low-energy house; passive house; zero-energy house

Poděkování

Poděkovat bych chtěl všem těm, kteří se podíleli na vzniku této bakalářské práce, především pak svému vedoucímu, panu Ing. Janu Závitkovskému, za poskytnutí opory a velmi cenných rad při tvorbě této práce. Velké díky patří též společnosti ÚRS CZ a.s., která mi bezplatně poskytla jejich aplikaci Kubix.

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Literární rešerše.....	8
2.1	Historie výstavby tradičních, nízkoenergetických, pasivních a nulových domů	8
2.1.1	Tradiční domy	8
2.1.2	Nízkoenergetické domy	9
2.1.3	Pasivní domy.....	10
2.1.4	Nulové domy.....	11
2.2	Základní pojmy.....	12
2.2.1	Blower door test	12
2.2.2	Energetická náročnost budovy	12
2.2.3	Fototermický systém	12
2.2.4	Fotovoltaický systém	13
2.2.5	Obálka budovy	13
2.2.6	Rekuperační zařízení.....	13
2.2.7	Tepelné čerpadlo	14
2.2.8	Tepelné vazby a mosty.....	14
2.3	Charakteristika jednotlivých stavebních standardů.....	14
2.3.1	Tradiční domy	14
2.3.2	Nízkoenergetické domy (NED).....	15
2.3.3	Pasivní domy (PD).....	16
2.3.4	Nulové domy (ND)	17
2.3.5	Ostatní možnosti výstavby	18
2.3.6	Budova s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB).....	18
2.4	Výhody a nevýhody tradičních, nízkoenergetických, pasivních a nulových domů	19
2.4.1	Tradiční domy	19
2.4.2	Nízkoenergetické domy	20
2.4.3	Pasivní domy.....	21
2.4.4	Nulové domy.....	22
2.5	Konstrukční, materiálové a technologické možnosti.....	23
2.5.1	Zděné stavby	23

2.5.2	Monolitické stavby.....	26
2.5.3	Montované (prefabrikované) stavby	28
2.5.4	Prefa-monolitické stavby	30
3	Metodika	32
3.1	Cíl práce	32
3.2	Materiál	32
3.3	Metody.....	32
3.3.1	Literární řešerše.....	32
3.3.2	Praktická část	33
4	Výsledky a diskuse.....	34
4.1	Výsledky.....	34
4.1.1	Tradiční dům	34
4.1.2	Nízkoenergetický dům	35
4.1.3	Pasivní dům.....	35
4.1.4	Nulový dům.....	36
4.2	Diskuse	37
5	Závěr	40
6	Seznamy	41
6.1	Seznam použité literatury	41
6.1.1	Zdroje tištěné.....	41
6.1.2	Zdroje internetové	44
6.1.3	Zdroje legislativní	44
6.1.4	Ostatní předpisy	45
6.2	Seznam použitých zkratk.....	45
7	Přílohy	46
7.1	Příloha 1	46
7.2	Příloha 2	55
7.3	Příloha 3	56

1 Úvod

Stavebnictví jakožto to i řada dalších odvětví prochází neustálým vývojem. Tento vývoj s sebou přináší nespočet nových metod, postupů a technologií, které jsou postupně zaimplementovány do daného odvětví. To zapříčiňuje vznik nových, modernějších a ekologicky přijatelnějších staveb. Čím dál více lidí začíná navíc volit stavby komfortnější a energeticky přijatelnější, jež jsou občas k nerozeznání od těch standardních, avšak v úspoře energií je zcela předčí.

K výstavbě těchto staveb směřuje i samotná legislativa. Uvedeme si zde např. směrnici Evropského parlamentu, která vyžaduje, aby veškeré novostavby realizované od roku 2020 byly prováděny jako stavby s téměř nulovou spotřebou energie. Tato směrnice již byla zaimplementována i do naší legislativy. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/ EU)

Nutnost snížit spotřebu energií dokládá i fakt, že stavby samotné se podílejí až na 40 % z celkové spotřebované energie v celé Evropské unii, a je tak nutné, aby došlo k jejímu snížení. Nejde však pouze o spotřebovanou energii, ale také o koncentraci skleníkových plynů, zejména pak oxidu uhličitého, které se tímto kumulují v ovzduší a které nepříznivě ovlivňují životní prostředí. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/844)

Existuje celá řada dalších aspektů a kritérií, která ovlivňují výstavbu. Pro stavebníka je tak mnohem těžší rozhodnout, jaká z variant je pro něj optimální. Cílem předkládané práce proto bylo vytvoření praktického srovnání jednotlivých stavebních standardů, které budou reflektovat jejich výhody a nevýhody a zejména pak ekonomickou náročnost, a to nejen v oblasti pořizovacích nákladů, ale i z pohledu nákladů provozních. Mimo tyto dva primární faktory (pořizovací a provozní náklady) jsem upozornil i na další činitele, které mohou být a dozajista jsou brány v potaz při rozhodování o stavbě či rekonstrukci stavby. Celá práce pak směřovala k vytvoření pomůcky pro budoucí stavebníky, díky které by se mohli snadněji rozhodnout pro některou z řešených variant domů. Vzhledem k obsáhlosti daného tématu byla práce soustředěna na výstavbu rodinných domů.

2 Literární rešerše

2.1 Historie výstavby tradičních, nízkoenergetických, pasivních a nulových domů

2.1.1 Tradiční domy

Potřebu „střechy nad hlavou“ měli již lidé v pravěku, kteří zde žili zhruba před více než 3 milióny let př. n. l., a kteří nebyli vhodně uzpůsobeni k životu v tvrdé přírodě, a potřebovali tak bezpečný úkryt, který by je před ní chránil. (Dlabal, 2000)

Za první útočiště připomínající domov bychom tak mohli považovat pravěké jeskyně, které disponovaly důmyslným řešením. S postupným zdokonalováním přicházely stany, přístřešky, chýše, v severském podnebí iglú a podlouhlé domy konstrukcí připomínající dnešní domy (Příloha 1, obrázek 2.1). Materiálem pro stavbu těchto obydlí bylo především dřevo a kamení, které bylo doplněno kostmi a kůží, která sloužila jako tepelný izolant, hlínou či kůrou. Postupně začaly vznikat i celé vesnice. (Jelínek, 2006)

Historicky pak prošla výstavba obydlí postupným vývojem, který ho zformoval do dnešní podoby tradičních domů. Velkou zásluhu na tom měly vyspělé civilizace, které položily základní kameny těchto staveb.

Jednou z těchto civilizací byla bezpochyby Mezopotámie, kde v roce 4000–3000 př. n. l. začaly vznikat celá města, mezi která patřilo např. město Ur. Zde existovaly jednotlivé obytné domy (Příloha 1, obrázek 2.2), v jejichž středu se nacházel dvůr stavěný z nepálených cihel a otvory včetně střechy byly zakryty rákosem. Díky hradbám, které měly chránit město před dobyvateli, byla potřeba uspořít místo, a tak byly domy stavěny jako patrové. Je zde již patrný rozdíl mezi příbytky poddaných a příslušníků vyšších vrstev, kteří se mohou chlubit obrovskými, honosnými a bohatě zdobenými paláci. (Dlabal, 2000)

Dále zde byl Egypt, kde vzkvétal život především kolem řeky Nil. Hlavní vliv na výstavbu zde mělo podnebí a víra v posmrtný život. Tyto faktory daly za vznik pyramidám, palácům, chrámům, a mnoha dalším stavbám, které fascinují dnešní svět. Vlivem podnebí zde měly jednotlivé domy málo oken, na základě čehož bylo vevnitř mnohem chladněji, a v jejich středu se nacházel dvůr. Hlavním stavebním materiálem byl rákos, hlína a hliněné cihly doplněné kamenem. (Dlabal, 2000)

Řekové poté dokonce začali klimatické podmínky využívat ve svůj prospěch a vznikl tak Sokratův dům (Příloha 1, obrázek 2.3), který mohl být vytápěn pomocí dopadajícího slunečního záření. Tento koncept vznikl na základě energetické a ekologické krize, která Řeky postihla. Jednalo se tak o první dům, který znatelně snížil potřebu energie na vytápění a zároveň dokázal využívat pasivní zisky ze Slunce. Z něho pak vyplynuly poznatky, které inspirovaly mnoho dalších civilizací a které se používají u staveb dodnes. (Murtinger a Truxa, 2010)

Mezi poslední vyspělé civilizace, které značnou měrou ovlivnily vývoj společnosti, patřili Římané. Ti zdokonalili princip Sokratova domu tím, že ho doplnili o výplně otvorů a zamezili tak značným únikům tepla, které těmito otvory unikalo. Díky tomu byla tak teplota interiéru během dne téměř konstantní. (Holloway, 2011)

2.1.2 Nízkoenergetické domy

Za nízkoenergetické stavby bychom mohli považovat již první snahy o vytvoření přístřešků, které byly realizovány na základě podmínek dané oblasti. Lidé vytvářeli svá stavení tak, aby je chránila nejen před predátory, ale také před mnohdy nepříznivými klimatickými podmínkami. (Humm, 1999) Jsou však známy i stavby, které využívaly dané klimatické podmínky ve svůj prospěch. Jde například o využití sluneční energie k vytápění domů. (Hlaváček, 2013)

Pomineme-li toto tvrzení, tak první rozmach nízkoenergetické výstavby přichází v 70. letech 20. století. Tou dobou probíhaly první ropné krize a celý svět si tehdy uvědomil svou závislost na spotřebě ropy a energie. Začala se tak hledat východiska, díky kterým by se tato závislost snížila. Jedním z nich bylo stavebnictví, odvětví patřící k největším spotřebitelům energie. (Hudec, 2008)

Amerika, právě jako největší spotřebitel energie a ropy, byla jedním z prvních států, které se zasloužily o vznik tohoto standardu. Tehdejší domy první generace byly stavěny především jako domy solární, využívající energii ze Slunce, díky čemuž dosahovaly velkých solárních zisků. Bohužel však jejich výstavbě nebyla věnována patřičná pozornost a domy tak měly sice velké solární zisky, ale vedle nich tu byly také velké tepelné ztráty. Tyto ztráty byly zapříčiněny především kvůli četným výskytům tepelných mostů a velmi nízké vzduchotěsnosti. (Humm, 1999)

Na Ameriku úspěšněji navázala Evropa, především pak německy mluvící země, kde se ctily zásady kvalitního provedení staveb a začala se tu tak rozvíjet výstavba nízkoenergetických domů druhé generace. Tyto domy byly již kvalitně postavené a ve spojení s novými technologiemi, ke kterým patřila rekuperační zařízení, tepelná čerpadla a solární kolektory, dosahovaly mnohem nižších hodnot spotřeby energie. Celý tento vývoj vyústil až do zavedení standardu pasivního domu. (Hudec, 2008)

V České republice pak za první nízkoenergetické stavby považujeme díla architekta Stanislava Hrazdíra a inženýra Bohuslava Lhoty. První jmenovaný si postavil rodinný dům (dále jen RD) v letech 1979-1989, který splňoval tehdejší standardy nízkoenergetické stavby. Druhý z nich pak postavil otáčivý nízkoenergetický dům v letech 1980-2000. Na ně poté navázala řada dalších projektů a zhotovení nízkoenergetických staveb. (Smola, 2011)

2.1.3 Pasivní domy

Málo kdo by uvěřil, že první pasivní stavbou nebyl dům, ale loď. A přeci tomu tak bylo. Byl jí dřevěný trojstěžník „Fram“, na kterém plul širým oceánem až do neznámých polárních končin badatel Fridtjof Nansen. Tato loď, byť byla postavena v roce 1883, tak disponovala velmi důmyslným řešením. V chladných polárních vodách bylo nutné akumulovat teplo uvnitř lodi a postarat se, aby chladný vzduch nepronikl dovnitř lodi skrz její konstrukci. O to se postarala vícevrstvá skladba stěn a stropů s tloušťkou 40 cm. Okna lodi byla též kvalitně zaizolována trojskly. Ventilátorem byl pak do lodi vháněn čerstvý vzduch. Navíc zde byla také malá větrná elektrárna, která poháněla dynamo. Všechna tato řešení zajistila vhodnou vnitřní teplotu a nebylo tak potřeba ani otopného tělesa. (Brotánková a Brotánek, 2012)

Z historie je poté známo mnoho staveb, které bychom díky jejich řešení mohli označit jako pasivní, avšak oficiálně první pasivní stavbou je návrh a následná realizace čtyř řadových domů v německém Darmstadtu (Příloha 1, obrázek 2.4), které byly uvedeny do provozu v roce 1991. Tyto domy byly postaveny na základě teorie pasivního domu, která vznikla roku 1988 v diskusi mezi profesorem Bo Adamsonem a Dr. Wolfgangem Feistem, a stala se tak dalším článkem ve výstavbě domů s velmi nízkou energetickou náročností. (Hudec, 2008)

Standard pasivního domu se poté zdokonaloval a přicházela celá řada nových metod, díky kterým se mohl tento typ staveb dále rozrůstat. V Darmstadtu bylo např. roku 1996 zřízeno středisko Passivhaus Institut, které podporovalo rozvoj a výstavbu tohoto standardu. Na něj pak navázala řada dalších států či organizací, které se zasloužily nejen o rozšíření výstavby těchto staveb, ale také o celkovou osvětu daného odvětví. V České republice jím bylo např. Centrum pasivního domu, které vzniklo v roce 2005 za účelem podpory a osvěty daného odvětví. (Smola, 2011)

V České republice pak za první stavbu splňující standardy pasivního domu považujeme RD v Rychnově u Jablonce nad Nisou, který byl realizován v roce 2005 (Smola, 2011). V roce 2008 pak byla postavena stavba 13 pasivních RD v Koberovech na Jablonecku. (Brandejský, 2020)

2.1.4 Nulové domy

Historicky první stavba s téměř nulovou spotřebou tepla na vytápění byla realizována v Kodani roku 1973 (Příloha 1, obrázek 2.5). Autorem tehdejšího projektu byl profesor Vagn Korsgaard ve spolupráci s Torbenem V. Esbensenem. Primárním zdrojem energie, díky kterému bylo možné dosáhnout tohoto standardu, byly solární panely a kolektory, které měly pokrýt téměř celkovou spotřebu tepla na vytápění a ohřev vody. Po jejich poruše však již nebyly obnoveny a stavba se tak ve výsledku stala spíše nízkoenergetickou. Důsledná měření však poskytla cenné informace ve vývoji daného odvětví. (Korsgaard et al., 1978)

Řada dalších staveb v tomto standardu poté poukázala na fakt, že nulové domy jsou si velice blízké s domy pasivními, a jejich celkový vývoj tak mohl jít ruku v ruce. Jediným rozdílem oproti domům pasivním bylo zavedení moderních technologií do staveb, které využívaly obnovitelné zdroje (dále jen OZE) a snižovaly tak konečnou potřebu energie. (Hudec et al., 2012)

2.2 Základní pojmy

2.2.1 Blower door test

Jde o test, pomocí kterého je zjišťována vzduchotěsnost obálky budovy, jež je důležitým faktorem energetické náročnosti. K netěsnostem v budovách dochází zpravidla ve spojích a napojeních u daných konstrukcí. K měření slouží zařízení blower door. Toto zařízení je složeno z ventilátoru, rámu, plachty a přístrojů pro měření. Pomocí ventilátoru se poté v budově vytváří podtlak nebo přetlak a zjišťuje se výsledná vzduchotěsnost budovy. Tento test se provádí zpravidla dvakrát. Poprvé v průběhu výstavby, kdy je ještě možné snadno odstranit případné nedostatky. Podruhé se pak provádí po dokončení stavby, kdy je již odstranění nedostatků složité a finančně nákladné. (Novák, 2008)

2.2.2 Energetická náročnost budovy

Energetická náročnost budovy (dále jen ENB) udává výčet všech energií, které jsou potřeba k provozu stavby. Patří sem primárně energie spotřebovaná na vytápění, přípravu teplé užitkové vody (dále jen TUV), ale též na chlazení, úpravu vzduchu ve vnitřním prostředí a energie na osvětlení. U stávajících staveb je energetická náročnost výsledkem měření. U novostaveb však dochází k výpočtu již před samotnou realizací a je nutné, aby byly splněny požadavky dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. Výsledkem je pak průkaz energetické náročnosti budovy (dále jen PENB), který musí být zpracován dle zákona č. 406/2000 Sb., a to nejen pro novostavby, ale i pro řadu dalších budov. (Hudcová et al., 2009)

2.2.3 Fototermický systém

Stejně jako fotovoltaický, tak i systém fototermický využívá energii ze slunečního záření. Oproti němu však produkuje tepelnou energii a používá se tak primárně k ohřevu TUV a k vytápění. Je tvořen solárními kolektory, které se nacházejí na střeších RD či budov. Tyto kolektory pohlcují sluneční záření pomocí solárních absorbérů a vzniklé teplo předávají teplotonosné látce, která jimi protéká. Tato látka je po dosažení potřebné teploty přiváděna systémem trubek do zásobníku teplé vody nebo akumulární nádrže, kde své teplo předává. Tento systém poté doplňuje expanzní nádoba, která zabraňuje přetlaku, čerpadlo a regulace. (Quaschnig, 2010)

2.2.4 Fotovoltaický systém

Jedná se o podmnožinu fotovoltaické elektrárny. Fotovoltaický systém je malé zařízení na přeměnu slunečního záření v elektřinu bez vzniku emisí a oxidu uhličitého. Tento systém se zpravidla nachází na střeších RD. Zařízení se sestává z fotovoltaického panelu tvořeného řadou solárních článků, které se umísťují mezi ochranné vrstvy a starají se o převod slunečního záření na stejnosměrný proud. Tyto panely jsou uchyceny v nosné konstrukci. Systém je pak propojen pomocí kabelů, které vedou do řídicí jednotky. Součástí bývá i akumulátor a střídač, který mění stejnosměrné napětí na střídavé, díky čemuž může dojít k využití elektřiny v domácnosti. Akumulátor se pak stará o uložení přebytečné elektrické energie, která může být následně využita v době nižších solárních zisků. (Bechník, 2014)

2.2.5 Obálka budovy

Za obálku budovy považujeme veškeré konstrukce tvořící hranici mezi interiérem a exteriérem. Jedná se tedy o ty konstrukce, jež jsou vystaveny vnějšímu prostředí, tedy venkovnímu vzduchu, přilehlé zemině, vnitřnímu vzduchu v nevytápěné místnosti nebo sousední budově. Mezi tyto konstrukce patří zejména obvodové stěny, podlahy na styku se zeminou, střešní konstrukce a výplně otvorů. (Zákon č. 3/2020 Sb.)

2.2.6 Rekuperační zařízení

Jedná se o řízené větrání se zpětným ziskem tepla. Tato zařízení jsou realizována hlavně u novostaveb, které řadíme do kategorie nízkoenergetických, pasivních či nulových. Tento systém odvádí, zpravidla pomocí dvou ventilátorů, teplý vydýchaný a znečištěný vzduch a přivádí čerstvý vzduch, který zároveň ohřívá a dochází tak ke zvýšení efektivity vytápění. V létě funguje systém opačně. Díky rekuperačnímu zařízení se navíc zlepšuje mikroklima uvnitř, neboť lze řídit a kontrolovat výměnu vzduchu. (Zikán, 2010)

2.2.7 Tepelné čerpadlo

Nejsnáze bychom tepelná čerpadla mohli definovat jako obrácené chladničky. Zatímco v chladničce je teplo získáváno z potravin a odchází zadní stranou pryč, u tepelných čerpadel je tomu naopak. (Srdečný a Truxa, 2009) Tepelné čerpadlo získává teplo z okolního prostředí (vzduch, země, voda) a pomocí kompresoru, který je poháněn elektrickou energií, převádí získané teplo na potřebnou teplotní hladinu. Toho je dosaženo stlačením par chladiva v kompresoru. K dispozici je několik variant těchto čerpadel, která se využívají dle druhu a potřeb stavby. (Kapoun, 2015)

2.2.8 Tepelné vazby a mosty

Tepelné mosty jsou definovány jako místa v konstrukci obálky budovy, kde lze detekovat zvýšený únik tepla z interiéru do exteriéru. To má za následek nejen vyšší energetickou náročnost, ale také je zde větší pravděpodobnost kondenzace vody, která má za příčinu degradaci materiálu či vznik plísní. Tepelné mosty jsou tak nežádoucím jevem ve výstavbě. Mimo vznik tepelných mostů, které mohou vznikat v místě zeslabení konstrukce či izolace, je nutné předejít i vzniku tepelných vazeb, které vznikají v místě napojení dvou konstrukcí. (Šubrt a Volf, 2003)

2.3 Charakteristika jednotlivých stavebních standardů

Obecně bychom mohli říct, že o tom, zda stavba spadá do kategorie tradiční, nízkoenergetické, pasivní, nebo nulové rozhoduje její spotřeba energie na vytápění. Ta je však pouze výsledkem toho všeho. Primárním ukazatelem jsou použité technologie, materiály, postupy a zásady, a v neposlední řadě samotný projekt stavby. Veškeré tyto aspekty ovlivní, jaká bude výsledná spotřeba energie na vytápění, a do jaké kategorie, dle zavedených standardů, bude stavba zařazena. (Smola, 2011)

2.3.1 Tradiční domy

Tradiční domy, někdy označovány též jako standardní, jsou domy, které jsou postaveny z běžných materiálů a pomocí běžných technologických zásad a postupů. Co se týče energetické náročnosti, tak v porovnání s ostatními standardy zde není kladen žádný větší důraz na její sledování či snížení. Jedná se tedy o základní typ výstavby, který je dle aktuálních parametrů dostačující, avšak ve srovnání s ostatními typy staveb je až na úplném dně co se energetické náročností týče. Spotřeba energie na vytápění se zde pohybuje v rozmezí 80-140 kWh/(m².a), v závislosti na kompaktnosti dané stavby. (ČSN 73 0540-2)

2.3.2 Nízkoenergetické domy (NED)

Nízkoenergetické domy bychom mohli označit jakou zlatou střední cestu v novodobé výstavbě. Jedná se o domy, které mají oproti tradiční výstavbě až o 50 % nižší spotřebu tepla na vytápění a zároveň na ně nejsou kladeny tak přísné požadavky, jako je tomu u domů pasivních. Za nízkou spotřebou tepla na vytápění u těchto staveb stojí obvykle vhodné řešení obálky budovy. (Tywoniak et al., 2012)

Charakteristika nízkoenergetických domů

Za nízkoenergetický dům je považována stavba, jejíž spotřeba energie na vytápění je nižší jak 50 kWh/(m².a). Toho je dosaženo především správným návrhem dané stavby, dodržením doporučených stavebních postupů včetně zabránění vzniku tepelných mostů nebo díky použití dostatečného množství izolačního materiálu. Důraz je také kladen na cirkulaci vzduchu, kterou zprostředkovávají tepelná čerpadla. (ČSN 73 0540-2)

Zásady pro výstavbu nízkoenergetických domů

Zásada č. 1: optimální řešení projektu včetně výběru vhodných materiálů. Zde rozhodujeme o investičních a provozních nákladech. Musí však platit, že investice spojené s výstavbou nízkoenergetického domu by měly být maximálně o 10-15 % vyšší než investice spojené s výstavbou tradičního domu.

Zásada č. 2: díky velkému množství prosklených ploch je nutná správná orientace budovy a kvalita zasklení (trojskla s kvalitním rámem). Hlavní fasáda, kde bude většina obytné plochy, by tak měla být orientována na jih, aby mohlo dojít k co možná nejefektivnějšímu získávání energie ze slunečního záření. Velmi důležité je též umístění stavby na daném pozemku a jeho tvar.

Zásada č. 3: tvar a dispozice domu by měly být navrženy co možná nejjednodušeji a kompaktně. Měli bychom se tak vyhnout domům přízemním, půdorysně roztáhlým či složitým. Tím zapříčiníme vznik tepelných mostů, které odvádějí teplo a zvyšují tak celkovou spotřebu energie na vytápění. Optimální tvary jsou krychlovité či kvádrovitě.

Zásada č. 4: konstrukce domu musí být důkladně zaizolována tepelnou izolací o minimální tloušťce 20-30 cm. Nejedná se však pouze o izolaci venkovních zdí, ale je potřeba důkladně zaizolovat i prostory, které budou vytápěny od těch, které vytápěny být nemusí (především sklep či garáž). Nesmíme však zapomenout ani na izolaci podlah a stěn, které jsou přilehlé k terénu.

Zásada č. 5: vzhledem k vyšší tloušťce izolace by stěny měly být prováděny ze subtilnějších materiálů, aby celková tloušťka konstrukce nepřesáhla 50 cm. Díky solárním ziskům bývají nízkoenergetické domy často bohatě prosklené a je tak nutné, aby zasklení bylo provedeno kvalitně a nevznikaly tak tepelné mosty či tepelné vazby.

Zásada č. 6: při řešení spotřeby energie na vytápění je též řešena i těsnost daného domu, která je jedním z ukazatelů kvality provedené stavby. Tento faktor se zjišťuje tzv. blower door testem, pomocí kterého lze detekovat přesná místa úniku vzduchu.

Zásada č. 7: ohřev větracího vzduchu tvoří u standardních domů přibližně 30 % z celkové spotřeby energie na vytápění. Proto je vhodné umístění rekuperační jednotky, která se stará o výměnu a o co nejefektivnější využití odváděného vzduchu. Pro ohřev vody je vhodné umístění fototermického nebo fotovoltaického systému společně se zásobníkem vody. Zde je nutný správný návrh. (Antonín, 2007)

Čím více těchto doporučených zásad dodržíme, tím více se budeme blížit od standardu nízkoenergetického domu k standardu domu pasivního či nulového. Příklad nízkoenergetického domu najdeme i v Českých Budějovicích (Příloha 1, obrázek 2.6).

2.3.3 Pasivní domy (PD)

Pasivní dům je stavba, která je schopna pokrýt značnou část z celkové potřeby tepla na vytápění. Toho je dosaženo prostřednictvím vnějších zisků, které jsou čerpány ze slunečního záření procházejícího okny a zpětným získáváním vnitřního tepla. Se správným řešením obálky budovy tak vzniká stavba s velmi nízkou energetickou náročností a kvalitním prostředím v interiéru budovy. (Bere, 2013)

Charakteristika pasivních domů

U pasivních domů je spotřeba energie na vytápění minimální a je tak nutné striktně dodržet veškeré požadavky, které jsou na tyto stavby kladeny. Tyto požadavky jsou velmi podobné těm, které jsou doporučované pro stavby nízkoenergetické. Díky nim je tak schéma těchto domů zpravidla velmi podobné (Příloha 1, obrázek 2.7). Můžeme tedy říct, že stavby nízkoenergetické a pasivní jsou si velice blízké. U pasivních domů by spotřeba energie na vytápění neměla přesáhnout 15 kWh/(m².a). Kromě tohoto kritéria je zde ještě jedno, kterým je celková spotřeba primární energie, jež by neměla překročit 120 kWh/(m².a). Díky takto nízké energetické spotřebě není nutná klasická otopná soustava a postačí tak rekuperační zařízení společně s malým zařízením pro občasný ohřev vzduchu. (ČSN 73 0540-2)

Požadavky na výstavbu pasivních domů

Požadavky na pasivní domy jsou velice podobné zásadám, které jsou kladeny na domy nízkoenergetické. Na rozdíl od nich však musí být veškeré tyto požadavky a technologické postupy striktně dodrženy. Jsou zde kladeny vysoké nároky nejen na projektanta, ale i na zhotovitele stavby. Mimo to záleží do jisté míry i na stavebníkovi, který poté bude danou stavbu využívat, a který by měl znát nároky pasivního domu. (Dieter, 2009)

Veškeré tyto požadavky jsou již uvedeny v kapitole 3.2.2 (Zásady pro výstavbu nízkoenergetických domů). Oproti nim zde máme navíc požadavky na vyšší tloušťku izolace, zpravidla mezi 25-40 cm, dle druhu materiálu. Dále pak na vzduchotěsnost, která musí být provedena tak, aby neunikalo téměř žádné teplo. Nedílnou součástí pasivního domu je navíc rekuperační zařízení, neboť dokáže zpětně získávat teplo, a tím snížit jeho další spotřebu v budově. (Dieter, 2009)

Příklad pasivního domu najdeme, stejně jako domu nízkoenergetického, i v Českých Budějovicích (Příloha 1, obrázek 2.8).

2.3.4 Nulové domy (ND)

Novostavby realizované od roku 2020 by měly být prováděny jako NZEB. Tomuto standardu, dle vydané směrnice Evropského parlamentu, nejlépe odpovídají právě nulové domy, které mají velmi nízkou konečnou spotřebu energie. (Směrnice Evropskému parlamentu a Rady 2010/31/EU)

Charakteristika nulových domů

Nulové domy dokážou pokrýt téměř celkovou spotřebu veškeré energie sloužící k provozu dané stavby. Toho je dosaženo pomocí technologií, které maximálně využívají OZE. Tímto také přispívají ke snížení emisí skleníkových plynů v ovzduší a jsou tak nejšetrnějším řešením vůči životnímu prostředí (dále jen ŽP). Spotřeba energie na vytápění by v nulovém domě neměla přesáhnout 5 kWh/(m².a). Bohužel je realizace těchto domů mnohdy investičně náročná, takže se tyto stavby realizují pouze zřídka a převládá tak výstavba domů pasivních. (Kuhnová, 2016)

Požadavky na výstavbu nulových domů

Vzhledem k faktu, že princip nulového domu je téměř identický s principem domu pasivního, tak jsou zde i velmi podobné požadavky. Můžeme se zde tak setkat s dvěma konkrétními požadavky. Prvním je velmi nízká ENB, která by měla být výsledkem provedení stavby. Druhým je pak celková spotřeba energie, která by měla být pokryta z OZE. (Vyhláška č. 78/2013 Sb.)

2.3.5 Ostatní možnosti výstavby

Mimo tyto 4 základní druhy staveb (tradiční, nízkoenergetické, pasivní a nulové) se můžeme setkat ještě s řadou dalších staveb. Patří sem např. energeticky nezávislá a aktivní (plusová) stavba. Energeticky nezávislá stavba je nulový standard, který si dokáže vyprodukovat stejné množství energie, které spotřebuje. Aktivní neboli plusová stavba je taktéž nulový standard, který dokáže vygenerovat dokonce více energie, než sám spotřebuje. Energii, která je vyprodukována nad rámec její aktuální spotřeby, je pak možné buďto za daných podmínek posílat do veřejné sítě nebo ji akumulovat v zásobnících, ze kterých bude poté čerpána v době její vyšší spotřeby. (Brandejský, 2020)

Dále zde máme tzv. ostrovní domy, které jsou též známé pod názvem „off-grid houses“, tedy domy bez sítí. Tyto domy jsou unikátní v tom, že nejsou vůbec připojené k veřejné inženýrské síti a jsou tak plně soběstačné. Tato soběstačnost spočívá v nalezení alternativního získávání zdrojů, které jsou nutné pro chod domu. Zpravidla těmito zdroji bývá studna, domovní čistička odpadních vod, fotovoltaické panely či solární kolektory a případně i malá větrná elektrárna. Tyto domy jsou navíc opatřené akumulátory, tedy zdroji, ve kterých je shromažďována přebytečná elektrická a tepelná energie, která pak může být, v době nižších zisků, využívána k provozu domu. (Zilvar, 2018)

2.3.6 Budova s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB)

Jak již bylo zmíněno v úvodu, od roku 2020 by měly být veškeré novostavby realizovány jako budovy s téměř nulovou spotřebou energie (dále jen NZEB). U administrativních budov k tomuto přechodu došlo již začátkem roku 2016. Příčinou zavedení tohoto standardu byla Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU. Tento standard byl poté v ČR implementován do zákona č. 406/2000 Sb. a vyhlášky č. 78/2013 Sb., která blíže specifikuje technické parametry. (Čejka a Antonín, 2017)

Za budovu s téměř nulovou či velmi nízkou spotřebou energie obecně považujeme stavbu, která splňuje minimální požadavky na energetickou náročnost a je energeticky efektivnější. Toho je dosaženo kvalitní obálkou budovy, dobrou regulací vytápění, větrání a osvětlení, a technickými systémy, které účinně a ve velkém rozsahu využívají OZE. (Směrnice Evropské parlamentu a Rady 2010/31/EU)

V ČR je poté tento standard hodnocen na základě porovnání s tzv. referenční budovou, tedy budovou o stejné geometrii a orientaci. Díky současné definici tohoto standardu v naší legislativě však ve výsledku dostáváme budovy, které v mnohých případech převyšují i spotřebu nízkoenergetického standardu (Příloha 1, obrázek 2.9). Do budoucna lze tak předpokládat úpravu legislativních požadavků. (Čejka a Antonín, 2017)

2.4 Výhody a nevýhody tradičních, nízkoenergetických, pasivních a nulových domů

2.4.1 Tradiční domy

Výhody

Jedním z hlavních kritérií stavebníka při rozhodování o výběru konkrétního standardu stavby jsou celkové pořizovací náklady. Tyto náklady jsou spojené s výběrem pozemku, projektanta a stavební firmy, použitými materiály a technologiemi, a následnou realizací stavby. Je tak logické, že řada stavebníků volí spíše standard tradičního domu, kde jsou souhrnné pořizovací náklady nejnižší, avšak na úkor budoucích provozních nákladů a celkovému komfortu bydlení. (Smola, 2007)

Díky dlouholeté tradici výstavby tohoto standardu zde máme velké množství možných řešení a zhotovitelů. Můžeme se tak rozhodnout, zda budeme chtít stavět svépomocí a ušetřit značné množství pořizovacích nákladů nebo necháme vše na vybrané stavební firmě či zhotoviteli. Dále zde máme celou řadu stavebních materiálů a osvědčených stavebních postupů, které zajistí hladkou realizaci a budoucí užívání stavby. (Maňák a Maňáková, 2006)

Nevýhody

Žít v domě, který je postaven na základě standardní výstavby nemusí nutně znamenat nic špatného. Je třeba si však uvědomit, že výhody získané stavbou domu v tomto standardu jsou většinou zcela zastíněny mnohými nevýhodami, které jsou poté patrné při provozu dané stavby. Mezi hlavní nevýhody zde řadíme např. nižší kvalitu vnitřního prostředí, která přímo souvisí s celkovým komfortem bydlení. Vyšší spotřeba energie a celková nehospodárnost těchto staveb pak zapříčiňuje jejich negativní vliv na ŽP. (Smola, 2007)

Každou stavbu bychom měli hodnotit na základě jejího celkového životního cyklu (Příloha 1, obrázek 2.10). Neměli bychom tak řešit jen pořizovací, ale i provozní náklady. Ve srovnání s ostatními standardy mají tradiční stavby nejvyšší spotřebu energie, tudíž u nich jsou i celkově nejvyšší provozní náklady. Tyto stavby jsou navíc zcela závislé na její dodávce, a mohou tak být ve velké míře ovlivněné její budoucí cenou. (Hazucha, 2017)

U daného standardu je pak navíc jen otázkou času, kdy se od něj upustí úplně a bude zcela nahrazen energeticky úspornějšími standardy. Jedním příkladem za všechny je vydaná směrnice Evropského parlamentu, která zavádí nový standard NZEB, na základě kterého budou stavěny veškeré novostavby od roku 2020. V ČR do tohoto standardu prozatím spadají i vybrané tradiční stavby, avšak do budoucna by tomu tak již s největší pravděpodobností být nemuselo. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/ EU)

2.4.2 Nízkoenergetické domy

Výhody

Primárním důvodem výstavby tohoto standardu je nízká energetická náročnost a velmi příjemný komfort bydlení. Se spotřebou tepla na vytápění do 50 kWh/(m².a) můžeme dosáhnout znatelného snížení provozních nákladů. Kromě toho zde vzniká příjemné, kvalitní a zdravé vnitřní prostředí. (Smola, 2007)

Díky vyšší úspoře energií navíc získáváme do značné míry i nezávislou stavbu. Tato nezávislost by se měla projevit právě nízkou energetickou náročností, díky které nemusí být tyto stavby životně závislé na cenách energií. (Kulhánek, 2009)

Rozdíl mezi náklady na výstavbu tradičních a nízkoenergetických staveb se liší zpravidla o 10-15 %, což z nízkoenergetického domu dělá příjemnou alternativu. Stavbou nízkoenergetického domu tak dostaneme sice dům o něco málo dražší, za to úspornější a šetrnější k ŽP. S těmito náklady souvisí i návratnost samotné investice, která je odhadována na 10-15 let. Zde však musíme brát v úvahu řadu aspektů, které mohou celkovou návratnost ovlivnit. (Smola, 2011)

Při návrhu, realizaci a užívání nízkoenergetických domů vycházíme ze zásad, které by měly být v celkové harmonii. Jedná se o zásady vesměs doporučující, takže nám tak vzniká stavba, která má výrazně nižší spotřebu energie na vytápění oproti stavbě tradiční, a zároveň zde máme celkově střídmější nároky na splnění daného standardu. (ČSN 73 0540-2)

U nízkoenergetických domů plátí pravidlo, že zbytková spotřeba tepla na vytápění by měla být kryta z OZE. Mluvíme zde primárně o využití sluneční energie a o ekologickém teple. Tyto zdroje mohou využívat solární kolektory či tepelná čerpadla. Ve spojení s celkovou nízkou energetickou náročností tak dostáváme ekologicky přijatelnější stavbu. (Humm, 1999)

Nevýhody

Za jedinou nevýhodu výstavby nízkoenergetických domů bychom mohli považovat přeci jenom vyšší pořizovací náklady, které jsou s výstavbou spojené. Tyto vícenáklady jsou způsobené především instalací tepelného čerpadla či rekuperačního zařízení, možným ohřevem vody solárními kolektory, větší vrstvou tepelné izolace, kladením většího důrazu na stavební detaily, a složitějším projektem společně s následnou koordinací výstavby. Neměly by však převyšovat cenu tradiční výstavby o více než 10-15 %. (Smola, 2011) Navíc je zde celá řada dotačních programů, které dokážou znatelně snížit celkové pořizovací náklady.

2.4.3 Pasivní domy

Výhody

Díky kvalitnímu řešení obálky budovy a řízenému větrání je komfort v pasivních domech na velmi vysoké úrovni. Tyto dva faktory ovlivňují bezhlučnost, vzduchotěsnost, teplotu a vlhkost vzduchu, jeho kvalitu a celkovou pohodu v místnosti. Jejich zásluhou tak máme v místnosti stejnou teplotu prostředí i stěn a nedochází tak ke kondenzaci páry a vzniku plísní. (Hudec, 2008) Řízené větrání pak v kombinaci s rekuperačním zařízením kontroluje nejen kvalitu vnitřního vzduchu, ale ve velké míře snižuje i provozní náklady. Zásluhou tohoto zařízení je tak možné zpětně získávat odváděné teplo a zefektivnit tak provoz dané stavby. Mimo to dochází navíc k řízené výměně znečištěného vzduchu, který je tak nahrazen vzduchem čerstvým a čistým. (Dieter, 2009)

Správný návrh a použité technologie přináší ještě nižší náklady spojené s provozem stavby. Kromě rekuperačního zařízení se teplo získává také ze slunečního záření, které prochází prosklenou plochou stavby a ohřívá tak interiér. Navíc využívají slunečního záření také solární kolektory, které slouží k ohřevu TUV a doplňují tak rekuperační zařízení. Díky těmto zařízením tak již není nutné, aby v pasivním domě byla klasická otopná soustava a plně postačí menší zařízení pro občasný ohřev vzduchu v interiéru. (Hudec, 2008)

Samotné budovy se celosvětově podílejí na vzniku emisí skleníkových plynů z více jak 20 %. Díky vzrůstajícímu tlaku na snížení jejich koncentrace v ovzduší se tak mezi další výhody nepochybně řadí vysoká energetická efektivnost a úspornost těchto staveb, které mají za následek nižší produkci těchto plynů. (Smola, 2011)

Nevýhody

Koncept pasivního domu sice vyniká velmi nízkou spotřebou energie, ale je zde kladen velký důraz na dodržení všech zásad, které jsou na tyto stavby kladeny. Už samotný projektant musí vytvořit projekt tak, aby splňoval veškeré tyto zásady. Musí zde být též i schopný zhotovitel stavby, který dohlédne na dodržení všech technologických předpisů a pracovních postupů. Mimo to je zde i samotný provozovatel stavby, který by měl být obeznámen s fungováním těchto staveb. Existuje zde riziko, že dům může v konečné fázi spotřebovávat vyšší množství energie na vytápění, než které udává norma. (Dieter, 2009)

U pasivních domů je nezbytné snížit množství unikajícího tepla a zároveň zajistit potřebnou výměnu vzduchu. Pro dosažení těchto předpokladů je tak nutné rekuperační zařízení, které tímto mechanismem disponuje. Kvůli tomu se tak zvyšují pořizovací náklady, což může řadu investorů odradit. (Dieter, 2009) Jsou zde však, stejně jako u nízkoenergetických staveb, různé formy dotací, které tyto náklady dokážou snížit.

2.4.4 Nulové domy

Výhody

Díky značné paralele s domy pasivními zde máme i podobné přednosti těchto staveb. Mezi ty hlavní patří kvalita vnitřního prostředí, nízké provozní náklady nebo vysoký komfort bydlení. Dále zde máme např. vysokou kvalitu provedené stavby, která je realizována na základě kvalitního projektu a za pomoci kvalitních stavebních materiálů a postupů. (Kuhnová, 2016)

Nulové domy využívají ve velké míře OZE, což zvyšuje jejich výslednou soběstačnost. Díky nim nejsou zcela závislé na dodávce energií a ani na případném zvyšování jejich cen. Tento faktor pak může zcela jistě ovlivnit i budoucí provozní náklady dané stavby. Další zásluhou, která plyne z využívání OZE, je snížení produkce emisí skleníkových plynů. (Tywoniak et al., 2012)

Nevýhody

Kvůli velmi nízké spotřebě energie se zde zpravidla neobejdeme bez fotovoltaického nebo fototermického systému. Ty svými solárními zisky dokážou viditelně snížit konečnou spotřebu energie, ale jsou zde i úskalí, která brání rozšířenějšímu používání těchto systémů. Prvním je zpravidla jejich ekonomická stránka, tedy cena. Ta dokáže zvýšit celkové pořizovací náklady o značnou výši, a to jak u fototermického systému, tak ještě více u systému fotovoltaického. Je zde však možnost, stejně jako u pasivních nebo nízkoenergetických staveb, čerpat různé formy dotací, které dokážou snížit celkové pořizovací náklady. Druhým úskalím je nízká účinnost daných systémů, která zapříčiňuje potřebu větší plochy panelů a kolektorů, ale i potřebu dalšího zdroje v době nízkého slunečního záření. (Murtinger a Truxa, 2010) V neposlední řadě je třeba zmínit i životnost a následnou likvidaci těchto zařízení. Samotná životnost může do značné míry ovlivnit budoucí provozní náklady dané stavby. Oproti tomu likvidace těchto zařízení je mnohdy značně komplikovaná a nákladná. (Gebauer et al., 2012)

2.5 Konstrukční, materiálové a technologické možnosti

Stavby jsou obecně rozdělovány dle jejich konstrukce, a to na stavby zděné, monolitické, montované (prefabrikované), prefa-monolitické a jejich kombinace. Každá z nich je specifická na základě použitých materiálů, které se vhodně kombinují pro dosažení co nejefektivnějšího výsledku, a technologickými možnostmi jejich použití. Samotné konstrukce s sebou přináší řadu výhod i případných nevýhod. (Hájek et al., 2014)

2.5.1 Zděné stavby

Zděné stavby patří bezesporu k jedněm z nejstarších konstrukcí na světě. Za celou svou historii prošly řadou změn, díky kterých mohly vznikat různé kombinace použitých materiálů a technologických postupů. Díky své dlouholeté tradici a řadě výhod, které tyto stavby přinášejí, tvoří stále podstatnou část z celkového počtu realizovaných staveb. Jejich uplatnění pak nacházíme zpravidla při realizaci RD, kde společně s dřevěnými stavbami tvoří největší podíl. (Kotlík et al., 2007)

Použité materiály

- Pálené keramické cihly, tvárnice, tvarovky a bloky

Jedná se o nejrozšířenější stavební materiál, který nabízí celou škálu využití díky svému různému provedení. Primárně se používá pro svislé nosné i nenosné konstrukce a pro konstrukce vodorovné. Dále se tento materiál využívá pro střešní krytinu, dlažbu, obklady a ostatní cihlářské výrobky. (Kolář a Reiterman, 2012)

Dnes je již klasická cihla plná nahrazována cihelnými bloky, které nejen že urychlují výstavbu, ale mají i lepší vlastnosti. Na trhu je řada výrobců, kteří vyrábí různé typy bloků v kombinaci s různými materiály. Typickým příkladem je cihelný blok Porotherm, který disponuje řadou rozměrů a technických řešení. Především se jedná o cihelné bloky dutinové, které mají lepší tepelně technické vlastnosti oproti klasické cihle pálené, a navíc se dají ještě vyplnit minerální vlnou či polystyrenem, které tyto vlastnosti ještě umocňují. Bývají tak zpravidla použity při realizaci nízkoenergetických, pasivních či nulových staveb. (Wienerberger, 2020)

K výhodám tohoto stavebního materiálu patří jeho životnost, široké konstrukční uplatnění, příznivá cena (oproti betonu, železobetonu (dále jen ŽB) či kameni), zkušenosti s výstavbou a široký sortiment, tvarová variabilita, a tepelně technické vlastnosti. Mezi nevýhody především patří pracnost při výstavbě a nutnost technologických přestávek, které jsou zapříčiněny výskytem mokrého procesu. Tyto faktory poté prodlužují celkovou dobu výstavby. (Hájek et al., 2014)

- Beton (tvárnice z lehkého betonu a pórobetonu, betonové cihly a bloky)

Bavíme-li se o betonu jako o materiálu, který se používá pro betonové cihly, tvárnice či bloky, je jeho použití ve stavebnictví obdobné jako použití pálených keramických cihel, tvárnic, tvarovek a bloků. Tento materiál se tedy používá pro velice podobné účely, avšak jeho vlastnosti jsou odlišné, takže jeho použití je v určitých situacích při výstavbě výhodnější, nebo naopak nevýhodnější.

Na trhu je celá řada výrobců a variant výrobků, které jsou z tohoto materiálu vyráběny. Máme zde například klasické betonové cihly, tvárnice a bloky. Dále tvárnice tvořící ztracené bednění, do kterých se umístí výztuž a vylíjí se betonem, nebo se do nich může vložit tepelná izolace. Další variantou jsou tzv. lehčené betony, které jsou vylehčené zpravidla pórovitým kamenivem či polystyrénovými kuličkami. Do lehčených betonů patří též pórobeton, u něhož dochází k vylehčení vytvořením pórů přímo do vlastní hmoty betonu. (Kolář a Reiterman, 2012)

Každé provedení daného výrobku přináší řadu výhod i nevýhod. Vezmeme-li klasické betonové tvárnice či bloky, je jejich výhodou bezpochyby dlouhá životnost, vysoká využitelnost, ohnivzdornost, hospodárnost a případná recyklovatelnost. Mezi nevýhody řadíme vyšší cenu, vysokou objemovou hmotnost a tepelnou a zvukovou vodivost. (Křížová, 2010) Dále existují lehčené betony, především pak pórobeton, který je lehký, levný, ohnivzdorný, zdravotně nezávadný, snadně opracovatelný a má velmi dobré tepelně technické vlastnosti. Z tohoto důvodu se používá především při stavbě nízkoenergetických, pasivních či nulových staveb. Do nevýhod pak řadíme horší akustické vlastnosti, nutnost technologických přestávek vlivem mokrého procesu, a vysokou nasákavost. (Kolář a Reiterman, 2012)

- Kámen

Tento materiál má dalekou a úchvatnou historii, neboť většina staveb z něj v minulosti postavená stojí dodnes. Nic však netrvá věčně a kámen byl postupně nahrazován kvůli složitosti jeho získávání, nedostatku a ceně umělým stavivem (cihlou).

Kamenné zdivo dělíme na různé druhy, tj. dle jeho opracování, velikosti a tvaru. Mezi nejznámější patří zdivo z lomového kamene, řádkové (kopákové), haklíkové, kvádrové, kyklopské a smíšené. Jejich využití je pak především estetické. Kamenné zdivo použijeme především u obkladů a dlažeb, u plotů, u podezdívek a soklů, nebo jako gabiony. Ojedinele jej můžeme najít při zakládání staveb, u zpevněných svahů jako schodiště nebo jako krytinu či kamenné stěny. (Drábek, 2000)

K výhodám tohoto stavebního materiálu bezpochyby patří jeho dlouhá životnost a odolnost, nehořlavost, estetická funkce, vysoká pevnost v tlaku a snadná recyklovatelnost. Mezi nevýhody řadíme složité získávání, vysokou cenu a náročnost jeho opracování, velkou objemovou hmotnost, která souvisí se špatnou manipulací při výstavbě, a malý tepelný odpor. (Hájek et al., 2014)

Technologie výstavby

Zdění není nikterak složité a zdít stavbu lze i svépomocí. Je však třeba dodržet postup samotného zdění a veškeré zásady s ním spojené, abychom předešli případným komplikacím.

Jako první bychom si měli přesně vytyčit budoucí zdi a na rozích osadit tzv. vodící cihly, tvárnice či bloky, které gumovou paličkou zamáčkneme do předem nanesené a přesné vrstvy pojiva. Od nich je pak z vnější strany vedena tzv. lícová šňůra, podle které se následně vyzdí celá úvodní vrstva zdi, znovu s použitím pojiva. Na ni pak navazují další vrstvy, které začínají opět z rohů nebo z komplikovaných míst. Během zdění vždy kontrolujeme vodorovnost i svislost zdí pomocí vodováhy. Nesmíme též zapomenout na stavební otvory, které si před zděním vyznačíme, a nad které posléze osadíme překlady. Celistvost dané zdi je zajištěna vazbou zdiva. Jako spojovací materiál (pojivo) se běžně používá malta či polyuretanová pěna, která může urychlit celkový proces výstavby. Zdivo nakonec opatříme tepelnou izolací, je-li potřeba, která zvýší tepelně technické vlastnosti. (Drábek, 2000)

2.5.2 Monolitické stavby

Monolitické konstrukce nejsou tak hojně využívány jako stavby zděné či montované (prefabrikované), ale i přesto se s nimi sejdeme prakticky na každé stavbě, zpravidla při realizaci základů. Díky svým působivým přednostem a možnostem využití je dnes najdeme především při stavbě vícepodlažních budov, betonových skeletů či architektonicky složitých staveb.

Použité materiály

- Beton a ŽB

Beton je umělým stavivem, které se skládá ze tří hlavních přísad, jež mohou být doplněny o další příměsi a přísady, které pak upravují jeho vlastnosti. Mezi hlavní přísady patří plnivo, pojivo a voda. Funkci plniva zastávají různé frakce a poměry hrubého a drobného kameniva. Pojivem pak bývá zpravidla cement, ale může jím být též vápno, sádra, asphalt a další. Nakonec máme vodu, která, stejně jako předchozí dvě přísady, musí splňovat řadu kritérií. Beton je pak podrobován řadě zkoušek, které určí jeho výsledný charakter. (Křížová, 2010)

V základu rozdělujeme beton podle použitých složek na beton prostý (bez výztuže), ŽB (vyztužený betonářskou ocelí), předpjatý beton (obsahující předpjaté pruty) a vláknobeton (obsahuje rozptýlenou výztuž v podobě tenkých vláken). Dále jej pak můžeme rozdělovat například podle jeho objemové hmotnosti, technologie výroby, funkce v konstrukci či podle pevnostních tříd. Tento materiál nachází své uplatnění především u opěrných stěn, základů, ŽB věnců, podlah a stropů. (Kolář a Reiterman, 2012)

Výhodou tohoto stavebního materiálu je jeho velká pevnost v tlaku, dlouhá životnost a odolnost, ohnivzdornost, a možnost téměř libovolného tvaru konstrukce. Dále zde máme velmi dobré zvukoizolační vlastnosti, subtilnost konstrukce a její následnou recyklovatelnost. K nevýhodám především patří vyšší cena a zvýšená pracnost, která je spojená s přípravou bednění, uložením výztuže, betonáží a odbedněním. Za další nevýhodu považujeme nízké tepelně izolační vlastnosti, kvůli kterým musí být přidána tepelná izolace. Nesmíme opomenout také nutnost technologických přestávek, které souvisejí s dobou potřebnou pro zatuhnutí materiálu, a přináší tak řadu negativ. Existuje však mnoho přísad, které urychlují tento proces. Nelze opomenout ani nízkou pevnost betonu v tahu, která je však eliminována přidáním výztuže do betonové konstrukce. (Křížová, 2010)

Technologie výstavby

Monolitické konstrukce se vyhotovují přímo na místě. Jako první se založí bednění, které je vytvořeno na základě výkresu jeho tvaru nebo skladby. Do bednění se poté dle výkresu výztuže uloží armatura, která je ve většině případů již předem vyrobená v armovnách a na stavbu se poté jen přiveze. Do takto připraveného bednění se postupně vlévá betonová směs, která bývá na stavbu zpravidla dopravena pomocí autodomíchávače nebo může být vyrobena přímo na místě. Poté je velmi důležité zhutnění samotného betonu, které se může provádět řadou metod, nejznámější je však zhutňování pomocí elektrických vibrátorů. Díky zhutnění se snižuje obsah vzduchových pórů a dostáváme tak beton s maximální hutností, a tudíž i lepšími vlastnostmi. Beton poté během tuhnutí a tvrdnutí ošetřujeme, aby jeho výsledná pevnost byla co největší. Po dosažení potřebné pevnosti betonu můžeme danou konstrukci odbednit, aniž by docházelo k deformacím. (Křížová, 2010)

2.5.3 Montované (prefabrikované) stavby

Jedná se o konstrukci, která se skládá z jednotlivých prvků, dílců nebo panelů, které jsou spojeny v jeden souvislý celek nebo tvoří skelet (kostru) dané stavby. Tato konstrukce bývá zpravidla vyráběna již v továrně a na stavbě tak dochází pouze k její montáži a případné dokompletaci. Kostru těchto staveb mohou tvořit betonové panely, dřevěné prvky a dílce či ocelové profily. Každý z nich je specifický a jeho použití se liší v závislosti na jeho vlastnostech.

Použité materiály

- Beton a ŽB

Tento materiál byl již blíže specifikován u monolitických staveb (kapitola 2.5.2). Oproti monolitickým konstrukcím se však montované konstrukce z betonu vyrábějí v továrnách, což přináší bezpochyby řadu výhod, ale i občasné nevýhody. Existuje celá řada prefabrikátů a jejich rozměrů. Tyto prefabrikáty se zpravidla rozdělují na prefabrikáty pro hrubou výstavbu (zdící prvky, prefabrikáty základové, stěnové a stropní dílce, překlady, sloupy, nosníky, průvlaky, dílce pro konstrukce krovů, dílce schodišťové, balkónové, atd.) a na prefabrikáty dokončovacích prací (podlahové dílce, zámková dlažba, tašky, oplocení, atd.). Je tedy patrné jejich polyfunkční využití. (Kolář a Reiterman, 2012)

Výhodou betonových prefabrikátů je především přesnost a rychlost jejich zhotovení, která není limitována klimatickými podmínkami. Díky výrobě v továrnách můžeme dosáhnout optimálních podmínek při produkci betonu a výsledné prefabrikáty jsou tak velmi kvalitní. Další výhodou je jejich dlouhá životnost a použití u vícepodlažních i halových objektů, kde je potřeba kvalitní konstrukce, která je tvořena zpravidla betonovým nosným skeletem. Mezi nevýhody řadíme především vyšší cenu materiálu, vyšší dopravní náklady prefabrikátů na staveniště a nutnost použití těžké mechanizace při kompletaci daných konstrukcí. Dále je nutné kvalitní provedení spojů jednotlivých prvků, které poté přenášejí zatížení. (Hájek et al., 2014)

- Dřevo

Dřevo je bezpochyby jedním z nejzajímavějších materiálů vůbec, má působivou a dlouhou historii, a jeho použití se těší veliké oblibě i v dnešním stavitelství, a to hlavně díky jeho obnovitelnosti. Dřevostavby se navíc zpravidla realizují jako stavby nízkoenergetické, pasivní i nulové, což řada budoucích stavebníků jistě ocení. (Růžička, 2005)

U dřevěných konstrukcí máme celou řadu možných zhotovení, od systému zcela prefabrikovaných, až po jejich kombinace. Nejrozšířenější je však dřevěný skelet nebo montovaný dřevěný panel či rám vyplněný izolací. Jedná se o panely obvodové, příčkové, podlahové, stropní a střešní. U těchto panelů můžeme navíc zvolit, do jaké míry chceme danou stavbu dokončit na staveništi (od základního sestavení až po kompletní stěnu, včetně otvorů, rozvodů a finální úpravu vnějších i vnitřních stěn). Dále zde máme velmi oblíbené roubené dřevostavby a sruby, které jsou specifické svou nezaměnitelnou atmosférou. (Růžička, 2014)

Výstavba dřevostaveb se těší veliké oblibě z řady důvodů. Mezi ty hlavní patří například rychlost výstavby, která souvisí s absencí technologických přestávek, snadnou zpracovatelností a montáží konstrukce. Díky malé objemové hmotnosti je jejich doprava a manipulace s nimi značně jednodušší. Dále zde pak máme nižší cenu těchto staveb (oproti betonu či ŽB), snadnou demontáž a recyklovatelnost, dobré tepelně izolační vlastnosti, estetickou funkci některých staveb, snadnou dostupnost stavebního materiálu a velkou variabilitu jeho použití. Mezi nevýhody patří omezená únosnost těchto staveb a s tím i zvýšené riziko deformace vlivem většího zatížení. Dále je zde nutné dbát na zvýšenou potřebu protipožárních ochran. Velmi důležité je taktéž kvalitní provedení a ošetření dané stavby, díky čemuž předejdeme degradaci materiálu. V neposlední řadě je dobré zmínit typizaci, tedy sériovou výrobu těchto staveb, kvůli které tak musíme vybírat z předem daných, typizovaných domů. (Hájek et al., 2014)

- Ocel

Historie oceli není tak pestrá jako je tomu například u dřeva, kamene či jiných stavebních materiálů, ale i přesto je její využití ve všech stavebních odvětvích velmi rozsáhlé a důležité. Vždyť bez ní by nemohly vzniknout stavby jako je Crystal Palace, Eiffelova věž či Petřínská rozhledna. (Lorenz, 2003)

Díky velmi dobrým vlastnostem oceli je možné její použití v celé řadě případů. Ať už se jedná o nosné skeletové konstrukce o velkých rozponech, zatíženích a výškách nebo o ocelové nosníky, sloupy, stropy či vazníky. Zpravidla se s ocelovou konstrukcí sejdeme u vícepodlažních budov, halových objektů a přístřešků. Velmi častá je také kombinace oceli s dalšími materiály, například betonem (tzv. spřažená konstrukce), kdy dosáhneme optimálních vlastností. (Hájek et al., 2014)

Výhodou ocelových prefabrikovaných konstrukcí je jejich snadná a rychlá montáž i demontáž, která není nikterak vázána na technologické přestávky a lze ji realizovat i za nepříznivých teplotních podmínek. Dále zde máme velkou přesnost vyrobených prvků a jejich variabilitu použití, životnost, nehořlavost, recyklovatelnost, nižší cenu (oproti betonu či ŽB), a jednodušší manipulaci na staveništi díky své nízké hmotnosti. Nesmíme také opomenout velkou únosnost oceli v tahu, tlaku a ohybu při relativně malých průřezech prvků. Mezi nevýhody řadíme rychlou ztrátu mechanické pevnosti při vysokých teplotách, které mohou zapříčinit kolaps dané konstrukce, a je tak nutná realizace protipožárních opatření. Taktéž je nutné dbát na údržbu a ochranu oceli, abychom předešli případnému vzniku koroze. (Lorenz, 2003)

Technologie výstavby

U montovaných neboli prefabrikovaných konstrukcí se setkáváme s dvěma nejčastějšími způsoby realizace. Každá z nich je poté specifická na základě použitých materiálů. U obou je však důležitý výběr a následné provedení jejich spojů, neboť ty rozhodují o celkové únosnosti konstrukce.

Prvním z nich je vytvoření nosného skeletu (kostry), který bývá zpravidla tvořen prefabrikovanými prvky z ŽB, dřeva či oceli. Tyto prvky se montují přímo na stavbě. Celá konstrukce tím přenáší veškeré zatížení do základů. Na tento skelet je následně umístěn nenosný obvodový plášť, který zde zastává výplňovou a ochranou funkci. V tomto plášti bývá zpravidla umístěna tepelná izolace a veškeré rozvody dané stavby. Druhou možností jsou lehké (na bázi betonu včetně lehčených) a těžké (na bázi dřeva) montované stavby. Jednotlivé dílce/panely nebo kompletní konstrukce (buňka, schodiště, atd.) se vyrobí převážně v továrně a na staveništi se již jen smontují či osadí. Tyto konstrukce, stejně jako v předešlém případě, obsahují rám, který je vyplněn izolací a opláštěn deskami. (Maňák a Maňáková, 2006)

2.5.4 Prefa-monolitické stavby

Jak již z názvu vyplývá, jedná se o kombinaci dvou konstrukčních systémů, a to prefabrikovaného a monolitického. Oba tyto systémy, včetně používaných materiálů, jsme si již popsali v kapitolách 6.2. a 6.3. Prefa-monolitické konstrukce se zpravidla vyskytují při realizaci stropních konstrukcí, díky čemuž dostáváme tzv. spřaženou konstrukci, která se vyznačuje velkou únosností, odolností a kvalitou.

Jako výchozí materiál u prefabrikované části konstrukce obvykle volíme ŽB prvek, ocelový profilovaný plech, nebo konstrukci z keramických prvků. Monolitickou část konstrukce poté zastává beton, jenž je vyléván do předem připravené prefabrikované konstrukce přímo na stavbě. Jejich sjednocení přináší plné využití výhod jednotlivých materiálů, a zároveň eliminaci jejich případných nevýhod. (Hájek et al., 2014)

V této kapitole jsme si popsali 4 konstrukční systémy, které lze při výstavbě použít. V praxi se však mnohem častěji setkáváme s jejich všemožnými kombinacemi, které společně vytváří dokonalou harmonii a přináší nám tak své nejlepší vlastnosti.

3 Metodika

3.1 Cíl práce

Cílem předkládané bakalářské práce je vytvoření srovnání jednotlivých typů staveb, které bude reflektovat jejich výhody a nevýhody a zejména ekonomickou náročnost, a to nejen v oblasti pořizovacích nákladů, ale i z pohledu nákladů provozních. Práce bude směřovat k vytvoření pomůcky pro budoucí stavebníky, díky které se budou moci snadněji rozhodnout pro některou z řešených variant domů. Vzhledem k obsáhlosti daného tématu bude práce soustředěna na výstavbu RD.

3.2 Materiál

Materiálem pro rešeršní část mi bylo nespočet knih a článků, které se daným odvětvím zabývají. Největším přínosem však byly knihy od pana Smoly, které mi poskytly velmi cenné informace, a díky kterým jsem mohl následně problematice lépe porozumět.

Pro praktickou část jsem využil aplikaci Kubix od společnosti ÚRS CZ a.s., na základě které jsem mohl stanovit pořizovací náklady obou typových RD pro jednotlivé standardy. Pro zjištění provozních nákladů jsem zvolil ověřenou výpočetní aplikaci od společnosti TZB-info, která na základě zvolených vstupních hodnot dokáže tyto náklady spočítat.

3.3 Metody

3.3.1 Literární rešerše

Literární rešerši jsem koncipoval tak, aby poskytla rychlý a ucelený vhled do problematiky daného tématu. Mimo historii, kde jsem stručně popsal vývoj jednotlivých stavebních standardů, jsem se primárně soustředil na jejich charakteristiku. V ní jsem pak jednotlivé stavební standardy popsal a uvedl i zásady a požadavky, jež jsou spojené s jejich realizací. Navíc jsem zde okrajově zmínil i další stavební standardy, které je dnes možné postavit, a které by mohly být dalšími nástupci standardů aktuálních. Po této charakteristice jsem následně zmínil i výhody a nevýhody, které jednotlivé stavební standardy přináší. Rešeršní část jsem zakončil konstrukčními, materiálovými a technologickými možnostmi, se kterými se můžeme při stavbě setkat.

3.3.2 Praktická část

V praktické části jsem se zabýval srovnáním jednotlivých stavebních standardů, které jsem provedl na základě stanovení jejich pořizovacích a provozních nákladů. Při kalkulaci pořizovacích nákladů jsem nepočítal s cenami pozemků a venkovních úprav, které by v tomto případě byly identické. Pro toto srovnání jsem zvolil dva zástupce typových RD, z nichž jeden byl zvolen jako RD přízemní (Příloha 1, obrázek 3.11, 3.12, 3.13) a druhý jako RD patrový (Příloha 1, obrázek 3.14, 3.15, 3.16). Každá varianta byla poté vytvořena zvlášť ve standardu RD tradičního, nízkoenergetického, pasivního a nulového. U všech těchto variant jsem vypočetl jejich pořizovací a provozní náklady, které se odvíjely od řady faktorů. Tyto náklady jsem následně porovnal mezi sebou a na základě toho jsem mohl vytvořit jednotlivé tabulky prosté návratnosti a rozhodovací strom, jež by měl pomoci budoucím stavebníkům, na základě určujících priorit, nalézt optimální řešení pro stavbu RD.

4 Výsledky a diskuse

4.1 Výsledky

Pro výpočet celkových pořizovacích a provozních nákladů byli vybráni dva zástupci typických RD, které uvažujeme jako RD zděné, samostatně stojící, s celoročním využitím.

Prvním z nich je přízemní RD (Příloha 1, obrázek 3.11, 3.12, 3.13) o rozměrech 12,65 x 7,40 m, s dispozicí 3+1, obestaveným prostorem 417 m³, užitnou plochou 71,5 m², zastavěnou plochou 93,6 m², výškou hřebene střechy 4,66 m (sklon 22°) a světlou výškou 2,5 m. U tohoto domu uvažujeme se čtyřčlennou rodinou.

Druhým je patrový RD (Příloha 1, obrázek 3.14, 3.15, 3.16) o rozměrech 13 x 7,07 m, s dispozicí 5+1, obestaveným prostorem 59 m³, užitnou plochou 140 m², zastavěnou plochou 92 m², výškou hřebene střechy 7,72 m (sklon 45°) a světlou výškou 2,5 m v 1. NP a 2,3 m ve 2. NP. U tohoto domu uvažujeme se čtyřčlennou rodinou.

Pro stanovení finálních pořizovacích a provozních nákladů byla zvolena celá řada dílčích i primárních faktorů, které mohou a dozajista i ovlivní finální podobu těchto nákladů. Při rozhodování a výběru daných standardů je tak nutné tento fakt zohlednit a brát jej na zřetel.

4.1.1 Tradiční dům

Jedná se o standard domu, který splňuje veškeré normové požadavky, a zároveň je jeho cena, co se pořizovacích nákladů týče, nejpřívětivější. Tato výhoda je však vykoupena vyššími provozními náklady.

U obou typů RD byl jako zdroj tepla zvolen plynový kondenzační kotel, který zároveň ohřívá i TUV. Elektrická energie byla čerpána z veřejné sítě.

V případě přízemního RD byly pořizovací náklady spočteny na částku 3 078 450 Kč (Příloha 3, protokol 4.1). Provozní náklady na tento RD následně vyšly na částku 44 065 Kč/rok, z toho 14 006 Kč/rok na vytápění (Příloha 3, protokol 4.2). Celková spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 111 kWh/m².a.

V druhém případě, kdy jsme zvolili patrový RD, tak celkové pořizovací náklady činily 4 622 430 Kč (Příloha 3, protokol 4.3). Provozní náklady tohoto RD následně vyšly na částku 50 841 Kč/rok, z toho 20 563 Kč/rok na vytápění (Příloha 3, protokol 4.4). Spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 84 kWh/m².a.

4.1.2 Nízkoenergetický dům

Zde máme již standard, který se vyznačuje sníženou spotřebou tepla na vytápění. Tento faktor se následně odráží na obou typech nákladů. U nákladů pořizovacích dochází k navýšení ceny, které je způsobeno snahou o dosažení nižší celkové tepelné ztráty (potřeba kvalitnějšího projektu, větší vrstvy tepelné izolace, atd.), použitím kvalitnějších materiálů a instalací dražšího otopného systému. Naopak u nákladů provozních došlo ke snížení celkové částky na provoz daného RD.

U obou typů RD bylo jako zdroj tepla zvoleno tepelné čerpadlo, které zároveň ohřívá i TUV. Elektrická energie byla čerpána z veřejné sítě.

U nízkoenergetického přízemního RD byly spočteny pořizovací náklady na částku 3 420 488 Kč (Příloha 3, protokol 4.5). Provozní náklady tohoto RD následně vyšly na částku 28 137 Kč/rok, z toho 7 665 Kč na vytápění (Příloha 3, protokol 4.6). Spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 28 kWh/m².a.

Dále zde byl nízkoenergetický patrový RD, jehož pořizovací náklady byly spočteny na částku 5 173 023 Kč (Příloha 3, protokol 4.7). Provozní náklady tohoto RD následně vyšly na částku 33 001 Kč/rok, z toho 12 529 Kč na vytápění (Příloha 3, protokol 4.8). Spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 23 kWh/m².a.

4.1.3 Pasivní dům

Pasivní domy se vyznačují velmi nízkou spotřebou energie na vytápění a vysokým komfortem bydlení. Díky těmto faktorům dochází k navýšení jejich pořizovacích nákladů, které jsou především spojené s velmi kvalitním provedením obálky budovy, použitím kvalitních materiálů a pokročilejších technologií. Na druhou stranu zde však máme znatelně nižší provozní náklady.

U obou typů RD bylo jako zdroj tepla zvoleno tepelné čerpadlo, které zároveň ohřívá i TUV. Toto čerpadlo bylo doplněno rekuperací se zpětným získáváním tepla. Elektrická energie byla čerpána z veřejné sítě.

U pasivního přízemního RD byly spočteny pořizovací náklady na částku 3 749 222 Kč (Příloha 3, protokol 4.9). Provozní náklady tohoto RD následně vyšly na částku 21 696 Kč/rok, z toho 583 Kč/rok na vytápění (Příloha 3, protokol 4.10). Spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 2 kWh/m².a.

Dále zde byl pasivní patrový RD, jehož pořizovací náklady byly spočteny na částku 5 649 274 Kč (Příloha 3, protokol 4.11). Provozní náklady tohoto RD následně vyšly na částku 22 458 Kč/rok, z toho 1 345 Kč na vytápění (Příloha 3, protokol 4.12). Spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 3 kWh/m².a.

4.1.4 Nulový dům

Nulový dům bychom zde mohli označit jako pasivní dům, který byl doplněn o další technologie, jež využívají OZE. U nákladů pořizovacích tak došlo k navýšení, oproti pasivnímu domu, o instalaci fotovoltaických panelů a fototermtických kolektorů. To následně přineslo ještě větší úsporu v provozních nákladech.

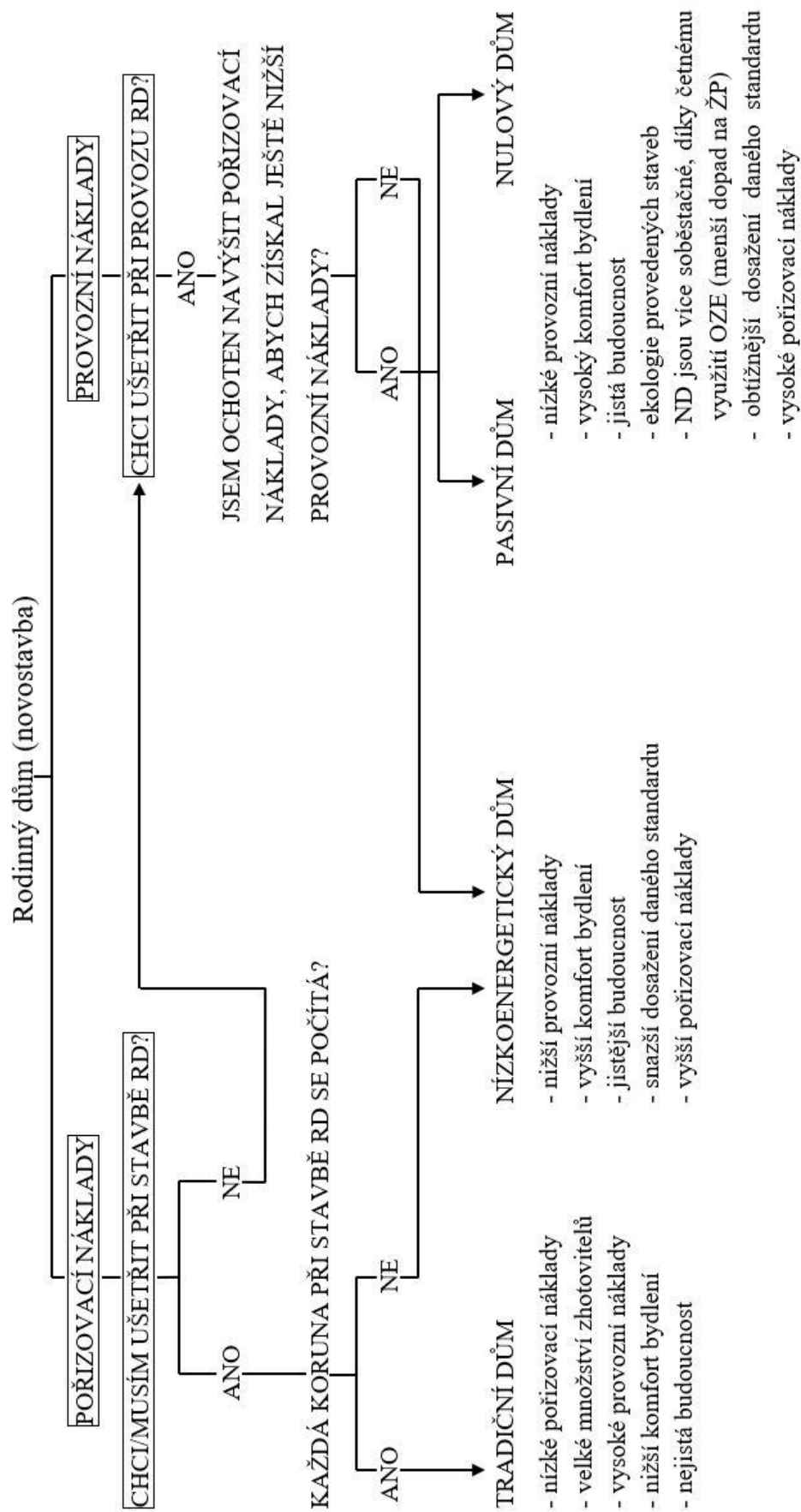
U obou typů RD bylo jako zdroj tepla zvoleno tepelné čerpadlo, které zároveň ohřívá i TUV. Toto čerpadlo bylo doplněno rekuperací se zpětným získáváním tepla. Pro ohřev TUV byly navíc zvoleny fototermtické kolektory, jež byly umístěné na střeše RD. Elektrická energie byla čerpána nejen z veřejné sítě, ale značnou část (pokrytí spotřeby elektrické energie pro ostatní spotřebiče) zajistily fotovoltaické panely umístěné na střeše RD.

U nulového přízemního RD byly spočteny pořizovací náklady na 3 941 074 Kč (Příloha 3, protokol 4.13). Provozní náklady tohoto RD následně vyšly na částku 21 696 Kč/rok, z toho 583 Kč/rok na vytápění (Příloha 3, protokol 4.14). Spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 2 kWh/m².a.

Dále zde byl pasivní patrový RD, jehož pořizovací náklady byly spočteny na částku 5 841 126 Kč (Příloha 3, protokol 4.15). Provozní náklady tohoto RD následně vyšly na částku 22 458 Kč/rok, z toho 1 345 Kč na vytápění (Příloha 3, protokol 4.16). Spotřeba energie na vytápění v tomto RD vyšla 3 kWh/m².a.

Na základě výpočtů pořizovacích a provozních nákladů mohla být stanovena výsledná prostá návratnost jednotlivých stavebních standardů ve srovnání s tradičním přízemním a patrovým RD (Příloha 2, tabulka 4.1, tabulka 4.2), a to včetně vytvoření rozhodovacího stromu.

ROZHODOVACÍ STROM



4.2 Diskuse

Investiční náklady spojené s výstavbou nízkoenergetického, pasivního nebo nulového domu by neměly převyšovat 10-15 % investičních nákladů do domu tradičního. S těmito náklady jsou pevně spjaty též náklady provozní, díky kterým by se nám měly původní vícenáklady vrátit do 10-15 let. V praxi tomu však být úplně nemusí, neboť je zde celá řada činitelů, které mohou tyto hodnoty ovlivnit. (Smola, 2011)

Z výsledků se dozvídáme, že vícenáklady spojené s výstavbou nízkoenergetického RD, ať už přízemního či patrového, spadají do výše zmíněného intervalu 10-15 %. Ovšem vícenáklady na pasivní či nulové RD jsou již, oproti tradičnímu standardu, vyšší. V případě pasivního standardu je to o 22 % u přízemního i patrového RD, a v případě nulového standardu je to dokonce o 28 % (přízemní RD) a 26 % (patrový RD). Důvodem je především vyšší cena materiálů a technologií, jež jsou použity při výstavbě pasivních a nulových domů. Zde je potřeba zmínit, že hodnoty, na základě kterých jsme mohli usoudit, že se jedná o daný standard, vyšly velmi příznivě. Kdybychom tedy použili méně vhodné materiály a technologie, mohli bychom se taktéž vejít do požadovaných kritérií, a navíc bychom znatelně ušetřili. Je tedy nutné zohlednit i tento předpoklad.

Srovnáme-li výslednou dobu návratnosti s předchozím tvrzením, tak i zde dospějeme k názoru, že celková doba návratnosti je znatelně vyšší, než bychom předpokládali. Je však nutné podotknout, že tuto návratnost zcela jistě ovlivňuje celá řada faktorů. Tím hlavním jsou bezpochyby dotace. Ty lze uplatnit nejen na výstavbu nového RD s velmi nízkou energetickou náročností, ale i na zateplení, solární termické a fotovoltaické systémy, rekuperaci, tepelné čerpadlo atd. Výše dotace se následně odvíjí od splněných kritérií. Díky dotaci se tak v ideálním případě můžeme dostat i na cenu tradičního domu, avšak s diametrálně odlišnou spotřebou energie. Jedním z dalších faktorů je vývoj cen energií, především pak energie elektrické, jež tvoří značnou část z celkových provozních nákladů staveb, a u které očekáváme, že se její cena bude zvyšovat. V neposlední řadě zde máme kvalitu provedení daných staveb, ale i životnost použitých materiálů a technologií.

Doposud jsme zde hovořili o ekonomickém hodnocení dané problematiky, tedy o ceně staveb. Čím více jsem ale tuto problematiku studoval, tím více jsem začal přicházet na to, že je zde řada dalších kritérií, na které bude brát budoucí stavebník zřetel. Jedním z těchto kritérií byla ekologie a komfort bydlení v těchto stavbách.

Pokud hovoříme o ekologiii provedených staveb, je nutné sledovat zejména dva zásadní faktory, ze kterých je nutné vycházet. Prvním z nich je čerpání zdrojů, které přímo souvisí s energiemi, jež jsou nutné k provozu daných staveb. Primárně sem patří spotřeba energie na vytápění, celková spotřeba na ohřev TUV, a spotřeba elektrické energie. V tomto případě je navíc nutné snižovat naši závislost na neobnovitelných zdrojích a hledat různé alternativy OZE. Druhým faktorem je zatížení ŽP. Jedná se o emise, které jsou produkovány člověkem a jeho životním stylem. (Hudec et al., 2012)

U staveb nízkoenergetických vycházíme z celkové spotřeby tepla na vytápění. U staveb pasivních máme mimo toto kritérium ještě jedno, kterým je celková spotřeba primární energie, jež by neměla překročit 120 kWh/(m².a). Nulové stavby, stejně jako předchozí dvě, jsou taktéž definované celkovou spotřebou tepla na vytápění. Je zde však rozdíl v celkové spotřebě energie, která by měla být pokryta primárně z OZE. Z toho je patrné, že společnost se snaží brát v potaz oba hlavní faktory týkající se ŽP. Je však nutné poznamenat, že jsme stále na počátku tohoto vývoje a je nutné najít správnou cestu, která nám přinese dlouhodobé a efektivní využití OZE, aniž bychom ohrozili ŽP a životy dalších generací.

Řešíme-li komfort daných staveb, pak máme namysli nejen kvalitní a zdravé vnitřní prostředí, ale i předpoklad, že dům bude sloužit nám, a ne my jemu. O tento komfort se starají především technologie, které hlídají teplotu a kvalitu vnitřního vzduchu či vlhkost v domě, a díky kterým nám tak vzniká příjemné prostředí k žití. Určitě je dobré zmínit i celkovou kvalitu obálky provedených staveb, na základě které tak dostáváme stálou a příjemnou vnitřní teplotu prostředí. (Smola, 2007) Určitě tím není míněno, že domy, jež jsou postaveny v tradičním standardu, jsou nekomfortní. Je však dobré vědět, že nízkoenergetické, pasivní a nulové domy mohou být v tomto ohledu na daleko vyšší úrovni.

Dnešní novostavby v tradičním standardu se navíc pomalu stávají stavbami nízkoenergetickými. Může za to fakt, že dochází k neustálé modernizaci stavebního odvětví a vyvíjí se tak stále kvalitnější materiály a technologie, které jsou zároveň cenově srovnatelné s těmi z let minulých. Navíc jsou zde kladeny mnohem přísnější požadavky, které již stavby, jež jsou stavěny v tomto standardu, nesplňují. Do budoucna tak můžeme očekávat, že „tradiční standard“ zcela vymizí a jeho místo tak zaujmou stavby, které nebudou jen úspornější a ekologičtější, ale které budou možná již plně soběstačné.

5 Závěr

Stavět úsporný dům je dnes již zavedeným standardem. Doby, kdy se stavěly domy, jež ke svému provozu spotřebovaly velké množství energie, jsou již dávno pryč. Naopak se dnes vyvíjí stále novější technologie a postupy, díky kterým vznikají domy plně soběstačné a intuitivní. Otázkou však zůstává, zda jsou plnohodnotnou náhradou či nástupcem svých předchůdců.

Pořízení nízkoenergetického, pasivního či nulového domu můžeme chápat jako investici. Samotná investice do nemovitosti jako taková se vždy vyplatí, neboť nemovitosti jsou velmi dobrým uchovatelem hodnot. Zda ale navýšit tuto investici za dosažením nižších provozních nákladů, je otázkou. Zde je již nutné, aby každý stavebník zhodnotil případná pro a proti, a rozhodl se tak na základě svého vlastního uvážení.

Pomineme-li fakt, že peníze jsou u většiny lidí až na prvním místě, tak nám tyto stavby mohou přinést daleko více než jen pár nul navíc na našem bankovním účtu. Ať tak či onak, RD by měl být především domovem, kde se budeme cítit dobře a bezpečně. Tento pocit nám dozajista přinese každý standard, a to nehledě na to, kolik peněz do něj vložíme.

Pokud hodnotíme tyto stavby z hlediska širších souvislostí, tak je určitě dobré, abychom se zamysleli nejen nad tím, jak ušetřit co nejvíce peněz, ale také i nad tím, zda jsou tyto stavby prospěšné nejen pro nás, ale i pro naši planetu. Zde je pak nutné využití kritického myšlení, které nás, v záplavě názorů a informací, učí jejich analýze, vyhodnocení a vysvětlení. Měli bychom tak být schopni si říct, jaké výhody, ale i případné nevýhody z hlediska ochrany ŽP tyto stavby přinášejí.

Bakalářská práce se zaměřila především na cenu RD, a to z hlediska pořizovacích a provozních nákladů. Jejich výsledkem byly jednotlivé tabulky prosté návratnosti a rozhodovací strom. Oba tyto nástroje by měly posloužit budoucím stavebníkům alespoň jako jeden ze základních pilířů při výběru jejich budoucího domova.

6 Seznamy

6.1 Seznam použité literatury

6.1.1 Zdroje tištěné

ANTONÍN, J. et al. (2007). *Zásady výstavby nízkoenergetických domů*. EkoWATT.

Bechník, B. (2014). *Nejpoužívanější pojmy ve fotovoltaike*. TZB-info.

Bere, J. (2013). *An Introduction to Passive House*. RIBA Publishing, London. ISBN 978-1-85946-493-9.

BROTÁNKOVÁ, K. a BROTÁNEK, A. (2012). *Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3969-4.

ČEJKA, M. a ANTONÍN, J. (2017). *Budovy s téměř nulovou spotřebou: porovnání energetických standardů*. TZB-info.

DIETER, P. (2009). *Zásady pro stavbu pasivního domu*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-2431-7.

DLABAL, S. (2000). *Nábytkové umění: vybrané kapitoly z historie*. Grada, Praha. ISBN 80-7169-655-2.

DRÁBEK, P. (2000). *Zdění*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-9038-1.

GEBAUER, P. et al. (2012). *Domy s nulovou spotřebou energie: geniální návrh, nebo nesmyslná regulace EU?* Nakladatelství pro ekonomiku a politiku, Praha. ISBN 978-80-87460-09-2.

HÁJEK, P. et al. (2014). *Pozemní stavitelství I pro SPŠ stavební: základní požadavky a konstrukční systémy budov*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-5101-6.

HAZUCHA, J. (2017). *Optimalizovaný proces návrhu úsporných budov*. TZB-info.

HAZUCHA, J. (2017). *Základní principy*. Centrum pasivního domu.

HLAVÁČEK, D. (2013). *Architektura a ekologie*. ČVUT v Praze, Praha. ISBN 978-80-01-05255-6.

HUDCOVÁ, L. et al. (2009). *Energetická náročnost budov*. EkoWATT, Praha. ISBN 978-80-87333-03-7.

HUDEC, M. (2008). *Pasivní rodinný dům: proč a jak stavět*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-2555-0.

HUDEC, M. et al. (2012). *Pasivní domy z přírodních materiálů*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-4243-4.

HUMM, O. (1999). *Nízkoenergetické domy*. Grada, Praha. ISBN 80-7169-657-9.

JELÍNEK, J. (2006). *Střecha nad hlavou: kořeny nejstarší architektury a bydlení*. VUTIUM, Brno. ISBN 978-80-214-2367-1.

KAPOUN, M. (2015). *Co je to tepelné čerpadlo: základní části, druhy*. TZB-info.

KOTLÍK, P. et al. (2007). *Stavební materiály historických objektů*. VŠCHT, Praha. ISBN 978-80-7080-347-9.

KOLÁŘ, K. a REITERMAN, P. (2012). *Stavební materiály pro SPŠ stavební*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-4070-6.

KORSGAARD et al. (1978). *DTH-Nul-Energihus*. DTU, Denmark.

KŘÍŽOVÁ, K. (2010). *Betonové konstrukce I pro SPŠ a SOU stavební*. Sobotáles, Praha. ISBN 978-80-86817-39-2.

KUDA, F. et al. (2012). *Facility management v kostce pro profesionály i laiky*. Form Solution, Olomouc. ISBN 978-80-905257-0-2.

KULHÁNEK, F. (2009). *Nízkoenergetické a pasivní domy: návrh a realizace: komplexní zpracování problematiky se zaměřením na moderní ekologická řešení*. Dashöfer, Praha. ISSN 1803-6821.

LORENZ, K. (2003). *Nosné konstrukce II: kovové a dřevěné konstrukce*. Vydavatelství ČVUT, Praha. ISBN 80-01-02740-6.

MAŇÁK, J. a MAŇÁKOVÁ, J. (2006). *Rodinný dům: než začneme stavět*. Grada, Praha. ISBN 80-247-1404-3.

MURTINGER, K. a TRUXA, J. (2010). *Solární energie pro Váš dům*. 1. vydání. Computer Press, Brno. ISBN 978-80-251-3241-8.

NOVÁK, J. (2008). *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-1953-5.

QUASCHNING, V. (2010). *Obnovitelné zdroje energií*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3250-3.

RŮŽIČKA, M. (2005). *Stavíme dům ze dřeva*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-1461-5.

RŮŽIČKA, M. (2014). *Moderní dřevostavba*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3298-5.

SMOLA, J. (2007). *Stavba rodinného domu krok za krokem*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-2148-4.

SMOLA, J. (2011). *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-2995-4.

SRDEČNÝ, K. a TRUXA, J. (2009). *Tepelná čerpadla*. EkoWATT, Praha. ISBN 978-80-87333-02-0.

ŠUBRT, R. a VOLF, M. (2003). *Stavební detaily: tepelné mosty*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-0610-8.

TYWONIAK, J. (2005). *Nízkoenergetické domy: principy a příklady*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-1101-0.

TYWONIAK, J. et al. (2012). *Nízkoenergetické domy 3*. Grada, Praha. ISBN 978-80-247-3832-1.

WIENERBERGER. (2020). *Podklad pro navrhování: 16. vydání*. Wienerberger s.r.o.

ZIKÁN, Z. (2010). *Zpětné získávání tepla a větrání objektů*. TZB-info.

6.1.2 Zdroje internetové

BRANDEJSKÝ, P. (2020). Historie, čísla, argumenty [online]. *ESTAV.cz* [cit. 18.12.2020]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/8569.pasivni-dum-historie-cisla-argumenty>.

FEIST, W. (2006). The Passive House in Darmstadt: Kranichstein during Spring, Summer, Autumn and Winter [online]. *Passive House Institute* [cit. 11.02.2021]. Dostupné z: https://passiv.de/former_conferences/Kran/Passive_House_Spring_Winter.htm.

G SERVIS.CZ, (2021). Projekt bungalovu Axor. [online] [cit. 14.03.2021]. Dostupné z: <https://www.gservis.cz/projekty-rodinnych-domu/axor>.

G SERVIS.CZ, (2021). Projekt rodinného domu Pozitiv 2 [online] [cit. 16.03.2021]. Dostupné z: <https://www.gservis.cz/projekty-rodinnych-domu/pozitiv2>.

HOLLOWAY, D. R. (2011). A Simple Design Methodology For Passive Solar Houses [online]. *Dennis R. Holloway Architect* [cit. 12.01.2021]. Dostupné z: <https://www.dennisrhollowayarchitect.com/SimpleDesignMethodology.html>.

Kuhnová, E. (2016). Pasivní, aktivní, nulový dům. Víte, co přesně tyto pojmy znamenají? [online]. *Homebydleni.cz* [cit. 28.11.2020]. Dostupné z: <https://homebydleni.cz/dum/ned-a-pasivni-domy/pasivni-aktivni-nulovy-dum-vite-co-presne-tyto-pojmy-znamenaji/>.

O'RIAIN, M. (2021). The world's first 'zero energy'[online]. *PASSIVE HOUSE +* [cit. 11.02.2021]. Dostupné z: <https://passivehouseplus.ie/blogs/the-world-s-first-zero-energy-house>.

6.1.3 Zdroje legislativní

Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov (se změnou 230/2015 Sb.).

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 3/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

6.1.4 Ostatní předpisy

ČSN 73 0540-2. (2011). *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: ÚNMZ.

Směrnice Evropské parlamentu a Rady 2010/31/EU zde dne 19. května 2010, o energetické náročnosti budov (přepracování).

Směrnice Evropské parlamentu a Rady (EU) 2018/844 zde dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti budov a směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti.

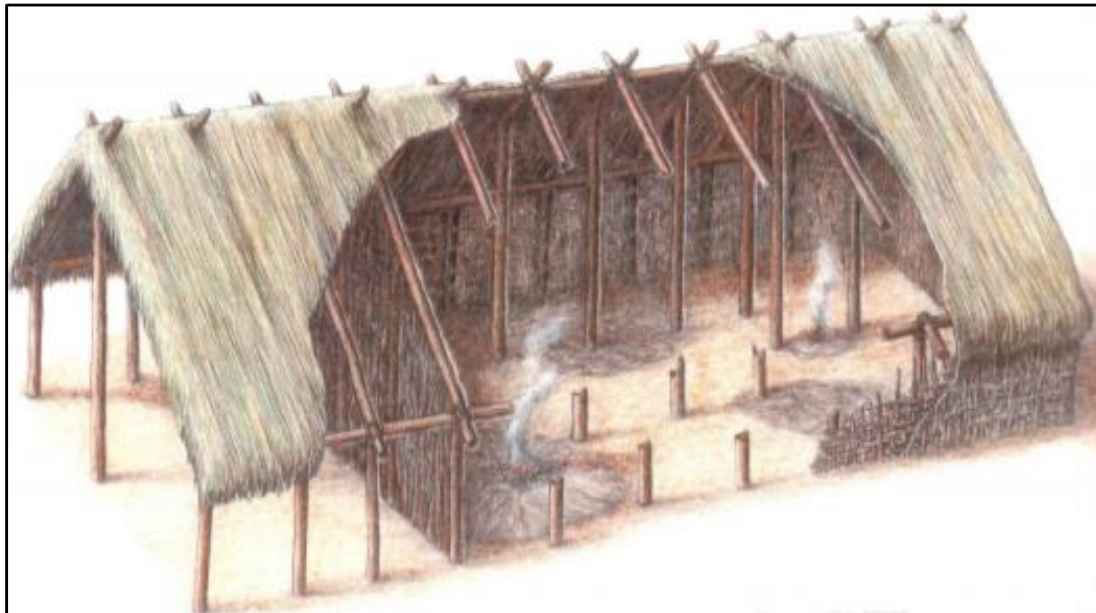
6.2 Seznam použitých zkratek

ČSN	České technické normy
ENB	Energetická náročnost budov
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatthodina
kWh/(m ² .a)	Kilowatthodina na metr čtvereční vytápěné plochy za rok
kWp	Kilowatt-peak
NP	Nadzemní podlaží
NZEB	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
OZE	Obnovitelné zdroje
PENB	Průkaz energetické náročnosti budov
RD	Rodinný dům
TUV	Teplá užitková voda
W	Watt
W/(m ² .K)	Watt na metr čtvereční a Kelvin
Wp	Watt-peak
ŽB	Železobeton
ŽP	Životní prostředí

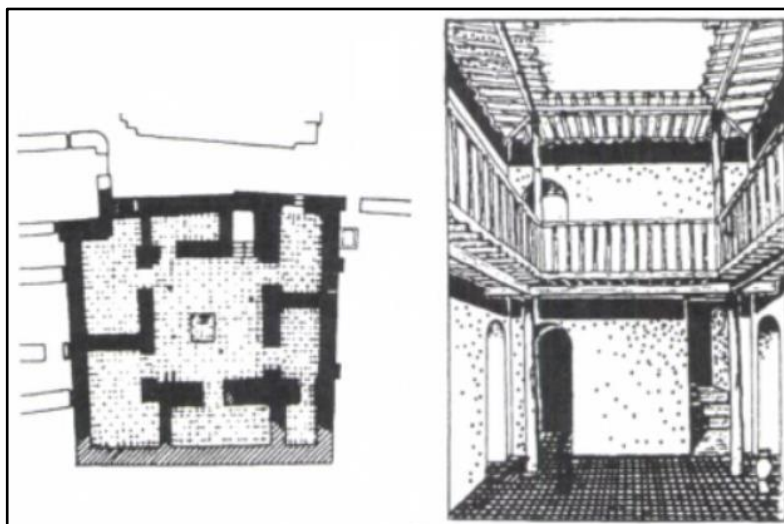
7 Přílohy

7.1 Příloha 1

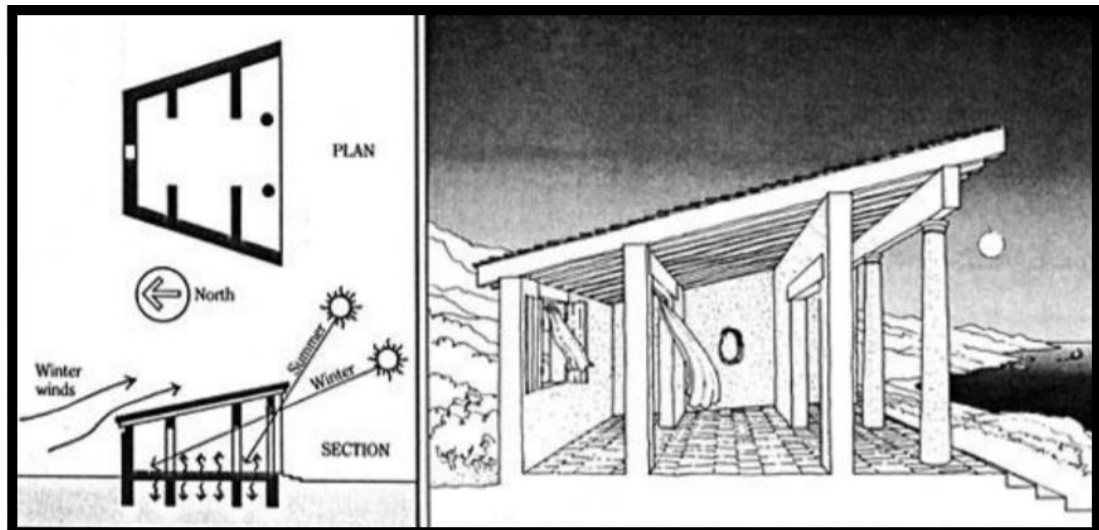
Obrázek 2.1: Dlouhý dům (Jelínek, 2006)



Obrázek 2.2: Obytný dům v městě Ur (Dlabač, 2000)



Obrázek 2.3: Sokratův dům (Holloway, 2011)



Obrázek 2.4: Historicky první pasivní (řadový) dům, Darmstadt (Feist, 2006)



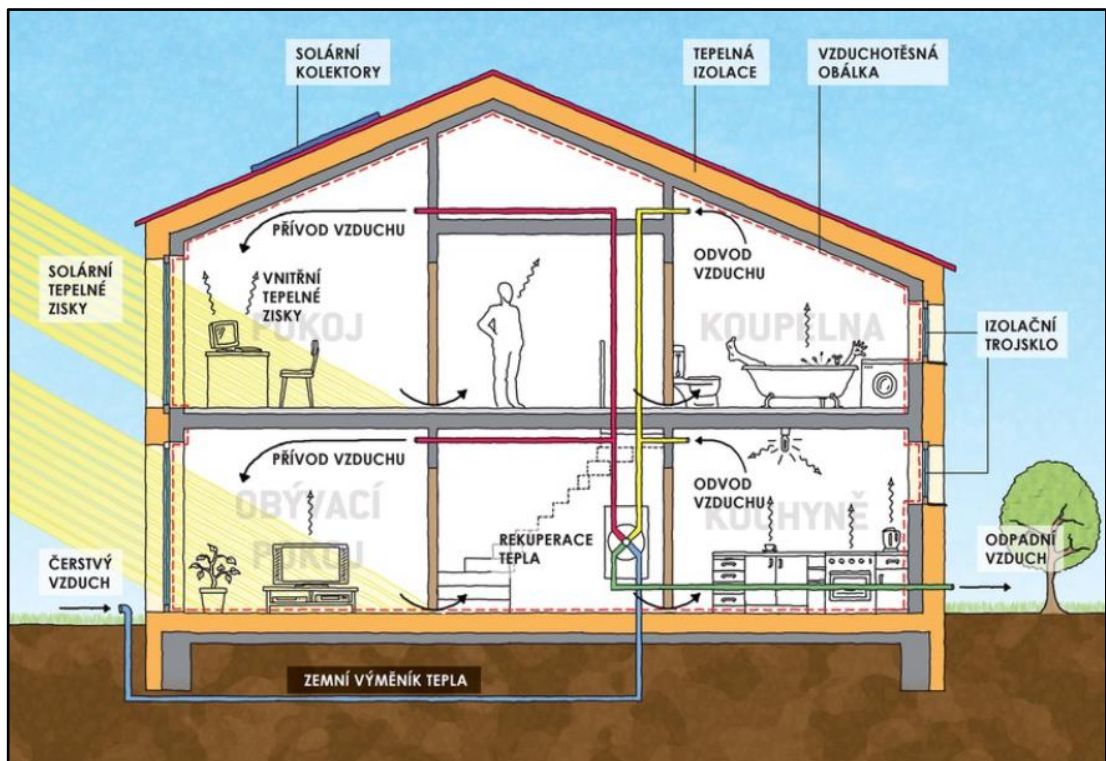
Obrázek 2.5: Historicky první nulový dům, Kodaň (O'Riain, 2021)



**Obrázek 2.6: Nízkoenergetický RD v Českých Budějovicích
(Schüco CZ s.r.o., 2019)**



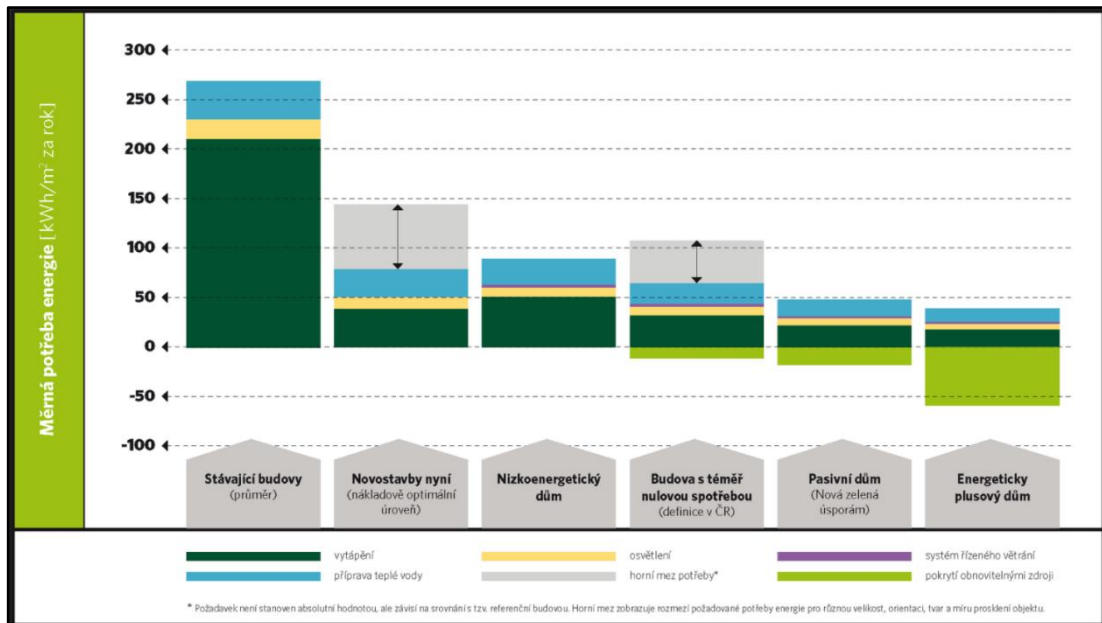
Obrázek 2.7: Schéma fungování pasivního domu (Hazucha, 2017)



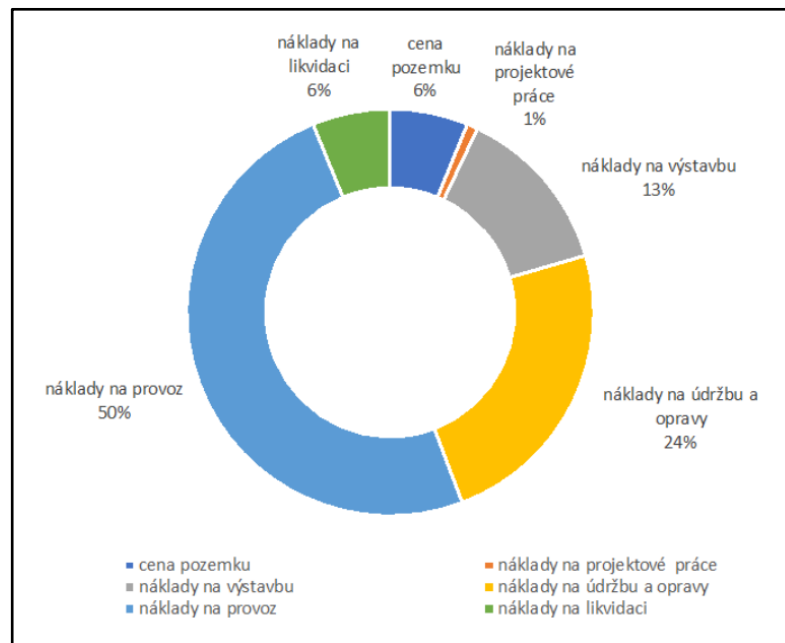
Obrázek 2.8: Pasivní RD v Českých Budějovicích (Centrum pasivního domu, nedatováno)



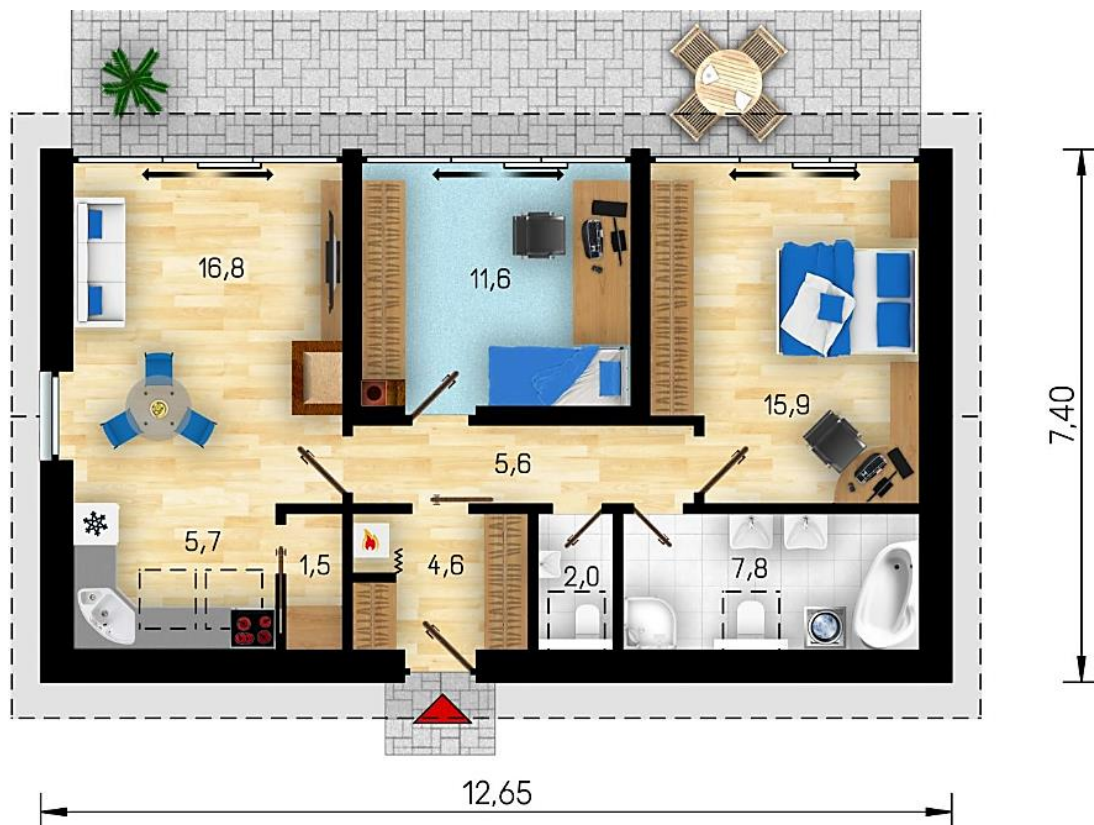
Obrázek 2.9: Porovnání celkové potřeby energie RD pro jednotlivé energetické standardy (Čekla a Antonín, 2017)



Obrázek 2.10: Procentuální vyjádření nákladů životního cyklu standardních staveb, splňující normové požadavky (Kuda et al., 2012)



Obrázek 3.11: Půdorys přízemního RD (G SERVIS.CZ, 2021)



Obrázek 3.12: Pohled severní přízemního RD (G SERVIS.CZ, 2021)



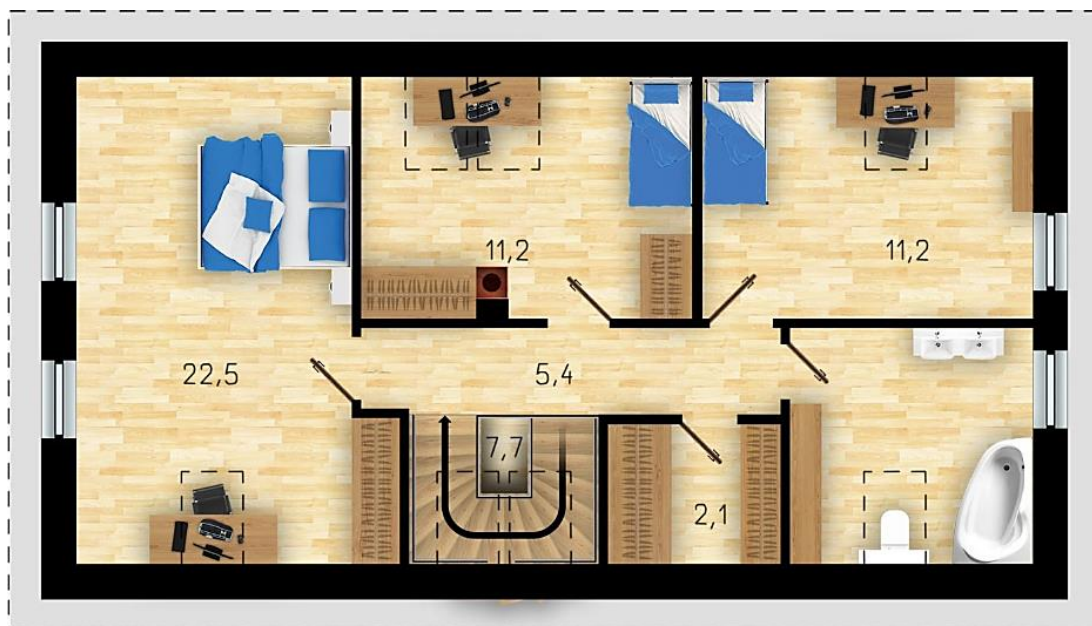
Obrázek 3.13: Pohled jižní přízemního RD (G SERVIS.CZ, 2021)



Obrázek 3.14: Půdorys 1. NP patrového RD (G SERVIS.CZ, 2021)



Obrázek 3.15: Půdorys 2. NP patrového RD (G SERVIS.CZ, 2021)



Obrázek 3.16: Pohled severní patrového RD (G SERVIS.CZ, 2021)



Obrázek 3.17: Pohled jižní patrového RD (G SERVIS.CZ, 2021)



7.2 Příloha 2

Tabulka 4.1: Výpočet prosté návratnosti jednotlivých stavebních standardů ve srovnání s tradičním přízemním RD (vlastní)

Přízemní RD	Rozdíl pořizovacích nákladů [Kč]	Roční úspora provozních nákladů [Kč]	Prostá návratnost
Tradiční dům	-	-	-
Nízkoenergetický dům	342 038 Kč	15 928 Kč	22 let
Pasivní dům	670 772 Kč	22 369 Kč	30 let
Nulový dům	862 624 Kč	34 429 Kč	25 let

Tabulka 4.2: Výpočet prosté návratnosti jednotlivých stavebních standardů ve srovnání s tradičním patrovým RD (vlastní)

Patrový RD	Rozdíl pořizovacích nákladů [Kč]	Roční úspora provozních nákladů [Kč]	Prostá návratnost
Tradiční dům	-	-	-
Nízkoenergetický dům	550 594 Kč	17 840 Kč	31 let
Pasivní dům	1 026 844 Kč	28 383 Kč	36 let
Nulový dům	1 218 696 Kč	40 443 Kč	30 let

7.3 Příloha 3

Protokol 4.1: Cenový propočet tradičního přízemního RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	194 680 Kč
Příprava území	4 680 Kč
Připojky inženýrských sítí	190 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	1 790 948 Kč
Zemní práce	24 812 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	200 749 Kč
Svislé konstrukce vnější	367 663 Kč
Vnější výplně otvorů	175 937 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	173 681 Kč
Vnitřní výplně otvorů	99 246 Kč
Vodorovné konstrukce	311 273 Kč
Střechy	367 663 Kč
Ostatní	69 924 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	452 190 Kč
Kanalizace, voda, plyn	101 502 Kč
Zásobování teplem	215 352 Kč
Větrání a klimatizace	0 Kč
Silnoproud	96 991 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	27 067 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	11 278 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	239 095 Kč
Průzkumné a projektové práce	115 036 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	85 713 Kč
Inženýrská činnost	24 812 Kč
Finanční náklady	13 534 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní přípočet	0 Kč
Celková cena stavby bez DPH	2 676 913,00 Kč

V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenese žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.

Protokol 4.2: Výpočet provozních nákladů tradičního přizemního RD (vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	6,717 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	93,6 m ²
Objem budovy (V)	234 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D02d; jistič nad 3x16 A do 3x20 A včetně	
VT	4.83488 Kč/kWh
	210 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Zemní plyn Kondenzační kotel 102 %	1.34608/kWh 283/měsíc	1 384 m ³ 14 601 kWh	14 006	5 648	16 495	5 916	2 000	44 065

Protokol 4.3: Cenový propočet tradičního patrového RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	194 600 Kč
Příprava území	4 600 Kč
Přípojky inženýrských sítí	190 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	2 794 363 Kč
Zemní práce	38 713 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	313 222 Kč
Svislé konstrukce vnější	573 654 Kč
Vnější výplně otvorů	274 509 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	270 990 Kč
Vnitřní výplně otvorů	154 851 Kč
Vodorovné konstrukce	485 670 Kč
Střechy	573 654 Kč
Ostatní	109 100 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	657 491 Kč
Kanalizace, voda, plyn	158 371 Kč
Zásobování teplem	287 959 Kč
Větrání a klimatizace	0 Kč
Silnoproud	151 332 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	42 232 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	17 597 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	373 050 Kč
Průzkumné a projektové práce	179 486 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	133 735 Kč
Inženýrská činnost	38 713 Kč
Finanční náklady	21 116 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní připočet	0 Kč
Celková cena stavby bez DPH	4 019 504,00 Kč

V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenesse žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.

Protokol 4.4: Výpočet provozních nákladů tradičního patrového RD (vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	9,171 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	183,8 m ²
Objem budovy (V)	442 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D02d; jistič nad 3x16 A do 3x20 A včetně	
VT	4.83488 Kč/kWh
	210 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Zemní plyn Kondenzační kotel 102 %	1.32408/kWh 309/měsíc	1 870 m ³ 19 726 kWh	20 563	5 555	16 495	6 228	2 000	50 841

Protokol 4.5: Cenový propočet nízkoenergetického přízemního RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	149 680 Kč
Příprava území	4 680 Kč
Přípojky inženýrských sítí	145 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	2 047 878 Kč
Zemní práce	29 480 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	257 864 Kč
Svislé konstrukce vnější	401 347 Kč
Vnější výplně otvorů	236 256 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	197 480 Kč
Vnitřní výplně otvorů	110 230 Kč
Vodorovné konstrukce	335 987 Kč
Střechy	394 482 Kč
Ostatní	84 752 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	509 378 Kč
Kanalizace, voda, plyn	81 202 Kč
Zásobování teplem	288 942 Kč
Větrání a klimatizace	0 Kč
Silnoproud	96 991 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	27 067 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	15 176 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	267 401 Kč
Průzkumné a projektové práce	136 585 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	85 713 Kč
Inženýrská činnost	29 219 Kč
Finanční náklady	15 884 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní přípočet	0 Kč
Celková cena stavby bez DPH	2 974 337,00 Kč
V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenese žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.	

Protokol 4.6: Výpočet provozních nákladů nízkoenergetického přízemního RD

(vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	5,095 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	93,6 m ²
Objem budovy (V)	234 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	
VT	3.35329 Kč/kWh
NT	2.90705
	484 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ **Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady**

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Tepelné čerpadlo Vzduch/voda Top. faktor: 3.5 D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	NT 2.90705 VT 3.35329 484/měsíc	3 728 kWh	7 665	3 173	9 991	5 808	1 500	28 137

Protokol 4.7: Cenový propočet nízkoenergetického patrového RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	149 600 Kč
Příprava území	4 600 Kč
Přípojky inženýrských sítí	145 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	3 197 547 Kč
Zemní práce	46 038 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	402 850 Kč
Svislé konstrukce vnější	626 511 Kč
Vnější výplně otvorů	369 165 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	308 335 Kč
Vnitřní výplně otvorů	172 088 Kč
Vodorovné konstrukce	524 452 Kč
Střechy	615 739 Kč
Ostatní	132 369 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	733 916 Kč
Kanalizace, voda, plyn	126 697 Kč
Zásobování teplem	389 945 Kč
Větrání a klimatizace	0 Kč
Silnoproud	151 332 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	42 232 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	23 710 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	417 218 Kč
Průzkumné a projektové práce	213 109 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	133 735 Kč
Inženýrská činnost	45 590 Kč
Finanční náklady	24 784 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní přípočet	0 Kč
Celková cena stavby bez DPH	4 498 281,00 Kč

V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenese žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.

Protokol 4.8: Výpočet provozních nákladů nízkoenergetického patrového RD

(vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	7,227 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	183,8 m ²
Objem budovy (V)	442 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	
VT	3.35329 Kč/kWh
NT	2.90705
	484 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Tepelné čerpadlo Vzduch/voda Top. faktor: 3.5 D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	NT 2.90705 VT 3.35329 484/měsíc	5 401 kWh	12 529	3 173	9 991	5 808	1 500	33 001

Protokol 4.9: Cenový propočet pasivního přízemního RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	149 680 Kč
Příprava území	4 680 Kč
Přípojky inženýrských sítí	145 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	2 236 884 Kč
Zemní práce	32 914 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	299 881 Kč
Svislé konstrukce vnější	426 126 Kč
Vnější výplně otvorů	280 629 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	214 986 Kč
Vnitřní výplně otvorů	118 310 Kč
Vodorovné konstrukce	354 167 Kč
Střechy	414 211 Kč
Ostatní	95 660 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	587 791 Kč
Kanalizace, voda, plyn	81 202 Kč
Zásobování teplem	236 307 Kč
Větrání a klimatizace	129 802 Kč
Silnoproud	96 991 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	27 067 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	16 422 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	285 838 Kč
Průzkumné a projektové práce	150 620 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	85 713 Kč
Inženýrská činnost	32 090 Kč
Finanční náklady	17 415 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní přípočet	0 Kč
Celková cena stavby bez DPH	3 260 193,00 Kč

V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenese žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.

Protokol 4.10: Výpočet provozních nákladů pasivního přizemního RD (vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	2,700 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	93,6 m ²
Objem budovy (V)	234 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

V objektu se používá řízené větrání s rekuperací tepla	
Deklarovaná účinnost rekuperace	70 %

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	
VT	3.35329 Kč/kWh
NT	2.90705
	484 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Tepelné čerpadlo Vzduch/voda Top. faktor: 3.5 D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	NT 2.90705 VT 3.35329 484/měsíc	1 292 kWh	583	3 173	10 632	5 808	1 500	21 695

Protokol 4.11: Cenový propočet pasivního patrového RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	149 600 Kč
Příprava území	4 600 Kč
Přípojky inženýrských sítí	145 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	3 490 142 Kč
Zemní práce	51 354 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	467 895 Kč
Svislé konstrukce vnější	664 871 Kč
Vnější výplně otvorů	437 857 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	335 437 Kč
Vnitřní výplně otvorů	184 596 Kč
Vodorovné konstrukce	552 596 Kč
Střechy	646 281 Kč
Ostatní	149 255 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	826 687 Kč
Kanalizace, voda, plyn	126 697 Kč
Zásobování teplem	302 220 Kč
Větrání a klimatizace	174 508 Kč
Silnoproud	151 332 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	42 232 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	29 698 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	445 983 Kč
Průzkumné a projektové práce	235 006 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	133 735 Kč
Inženýrská činnost	50 069 Kč
Finanční náklady	27 173 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní přípočet	0 Kč
Celková cena stavby bez DPH	4 912 412,00 Kč
V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenese žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.	

Protokol 4.12: Výpočet provozních nákladů pasivního patrového RD (vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	3,665 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	183,8 m ²
Objem budovy (V)	442 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

V objektu se používá řízené větrání s rekuperací tepla	
Deklarovaná účinnost rekuperace	70 %

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	
VT	3.35329 Kč/kWh
NT	2.90705
	484 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Tepelné čerpadlo Vzduch/voda Top. faktor: 3.5 D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	NT 2.90705 VT 3.35329 484/měsíc	1 554 kWh	1 345	3 173	10 632	5 808	1 500	22 458

Protokol 4.13: Cenový propočet nulového přízemního RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	149 680 Kč
Příprava území	4 680 Kč
Přípojky inženýrských sítí	145 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	2 236 884 Kč
Zemní práce	32 914 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	299 881 Kč
Svislé konstrukce vnější	426 126 Kč
Vnější výplně otvorů	280 629 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	214 986 Kč
Vnitřní výplně otvorů	118 310 Kč
Vodorovné konstrukce	354 167 Kč
Střechy	414 211 Kč
Ostatní	95 660 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	587 791 Kč
Kanalizace, voda, plyn	81 202 Kč
Zásobování teplem	236 307 Kč
Větrání a klimatizace	129 802 Kč
Silnoproud	96 991 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	27 067 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	16 422 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	285 838 Kč
Průzkumné a projektové práce	150 620 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	85 713 Kč
Inženýrská činnost	32 090 Kč
Finanční náklady	17 415 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní přípočet	166 828 Kč
Fotovoltaické panely (včetně příslušenství, montáže, uvedení do provozu a dopravy)	140 400 Kč
Fototermické kolektory (včetně příslušenství, montáže, uvedení do provozu a dopravy)	26 428 Kč
Celková cena stavby bez DPH	3 427 021,00 Kč
V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenese žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.	

Protokol 4.14: Výpočet provozních nákladů nulového přízemního RD (vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	2,700 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	93,6 m ²
Objem budovy (V)	234 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

V objektu se používá řízené větrání s rekuperací tepla	
Deklarovaná účinnost rekuperace	70 %

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	
Používá se solární předehřev	
Úspora tepla (solární podíl) f	45 %

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	
VT	3.35329 Kč/kWh
NT	2.90705
	484 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ **Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady**

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Tepelné čerpadlo Vzduch/voda Top. faktor: 3.5 D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	NT 2.90705 VT 3.35329 484/měsíc	804 kWh	583	1 745	10 632	5 808	1 500	20 268

Fotovoltaika	
Celkový výkon instalace	3,6 kWp
Odhadovaný počet fotovoltaických panelů o výkonu 360 Wp	10 ks
Přibližná cena zařízení	140 400 Kč
Odhadovaná výroba elektrické energie	3 690 kWh
Průměrná měsíční výroba	308 kWh

Protokol 4.15: Cenový propočet nulového patrového RD (vlastní)

Přípravné práce a připojení	149 600 Kč
Příprava území	4 600 Kč
Přípojky inženýrských sítí	145 000 Kč
OBJEKT - Stavební konstrukce	3 490 142 Kč
Zemní práce	51 354 Kč
Zakládání a zpevňování hornin	467 895 Kč
Svislé konstrukce vnější	664 871 Kč
Vnější výplně otvorů	437 857 Kč
Svislé konstrukce vnitřní	335 437 Kč
Vnitřní výplně otvorů	184 596 Kč
Vodorovné konstrukce	552 596 Kč
Střechy	646 281 Kč
Ostatní	149 255 Kč
OBJEKT - Technické vybavení	826 687 Kč
Kanalizace, voda, plyn	126 697 Kč
Zásobování teplem	302 220 Kč
Větrání a klimatizace	174 508 Kč
Silnoproud	151 332 Kč
Slaboproud a sdělovací zařízení	42 232 Kč
Zvedací zařízení	0 Kč
Zařízení uživatele	0 Kč
Ostatní	29 698 Kč
Venkovní úpravy a vybavení	0 Kč
Vedlejší rozpočtové náklady (VRN)	445 983 Kč
Průzkumné a projektové práce	235 006 Kč
Náklady spojené s umístěním stavby	133 735 Kč
Inženýrská činnost	50 069 Kč
Finanční náklady	27 173 Kč
Rezerva	0 Kč
Vlastní přípočet	166 828 Kč
Fotovoltaické panely (včetně příslušenství, montáže, uvedení do provozu a dopravy)	140 400 Kč
Fototermické kolektory (včetně příslušenství, montáže, uvedení do provozu a dopravy)	26 428 Kč
Celková cena stavby bez DPH	5 079 240,00 Kč
V protokolu stavby byly provedeny individuální uživatelské úpravy! Společnost ÚRS CZ a.s. nenese žádnou odpovědnost za správnost a úplnost informací uvedených v protokolu.	

Protokol 4.16: Výpočet provozních nákladů nulového patrového RD (vlastní)

Vstupní data:

❖ V jaké lokalitě je dům (klimatická data)

Klimatická oblast	České Budějovice
Venkovní výpočtová teplota (t_e)	- 15 °C
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	3.4 °C
Délka otopného období (d)	232 dnů

❖ Jak velký je dům (tepelná ztráta, způsob větrání)

Celková tepelná ztráta	3,665 kW
Typ provozu objektu	rodina s dětmi
Podlahová plocha (A)	183,8 m ²
Objem budovy (V)	442 m ³
Intenzita výměny vzduchu (n)	0.4 h ⁻¹

V objektu se používá řízené větrání s rekuperací tepla	
Deklarovaná účinnost rekuperace	70 %

❖ Jak se ohřívá voda a pro kolik osob

Počet osob (m)	4 osoby
Množství ohřívání vody	50 l/os./den
Počet dnů přípravy teplé vody (N)	365 dnů
Teplá voda ohřívána energií na vytápění	
Používá se solární předehřev	
Úspora tepla (solární podíl) f	45 %

❖ Jaká je spotřeba elektřiny ostatních spotřebičů

D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	
VT	3.35329 Kč/kWh
NT	2.90705
	484 Kč/měsíc

Vaření	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Elektrický sporák	2000	1	730	371
Elektrická trouba	2000	0.5	365	186
Rychlovarná konvice	2000	0.12	88	45
Mikrovlnná trouba	600	0.3	66	33
Kombinovaná chladnička	120	6	263	134
Myčka nádobí	650	1.5	356	181

Domácnost	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
Pračka	600	1.5	329	167
Sušička	750	2	548	278
Žehlička	2000	0.25	183	27
Osvětlení 1	18	8	53	9
Osvětlení 2	12	4	18	134

Zábava	Příkon [W]	Doba provozu [h/den]	Roční spotřeba [kWh]	Tepelný zisk [kWh]
TV	70	6	153	78
PC	80	6	175	89
Internet	10	24	88	45

❖ **Co porovnávat – výběr paliv, zdrojů tepla, ceny a investiční náklady**

Palivo / zdroj tepla / účinnost	Cena paliva [Kč]	Spotřeba paliva [rok ⁻¹]	Roční náklady [Kč]					
			Vytápění	Teplá voda	Elektro	Platby	Investice a údržba	Celkem
Tepelné čerpadlo Vzduch/voda Top. faktor: 3.5 D57d; jistič nad 3x20 A do 3x25 A včetně	NT 2.90705 VT 3.35329 484/měsíc	1 063 kWh	1 345	1 745	10 632	5 808	1 500	21 030

Fotovoltaika	
Celkový výkon instalace	3,6 kWp
Odhadovaný počet fotovoltaických panelů o výkonu 360 Wp	10 ks
Přibližná cena zařízení	140 400 Kč
Odhadovaná výroba elektrické energie	3 690 kWh
Průměrná měsíční výroba	308 kWh