

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**NÁVRH NÍZKOENERGETICKÉHO RODINNÉHO DOMU DO PROSTŘEDÍ
ČESKÉHO VENKOVA, PŘÍPADOVÁ STUDIE V LOKALITĚ MALŠOVA
LHOTA, HRADEC KRÁLOVÉ**

Vedoucí práce: Ing. Jiří Kykal, CSc.

Bakalant: Lukáš Bartoň

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované geoinformatiky a územního
plánování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bartoň Lukáš

Vodní hospodářství

Název práce

Návrh nízkoenergetického rodinného domu do prostředí českého venkova, případová studie v lokalitě Malšova Lhota, Hradec králové

Anglický název

Proposal for low-energy house in the environment of the Czech countryside, a case study in the area Malšova Lhota, Hradec králové.

Cíle práce

Cílem práce je vypracovat studii vzorového řešení nízkoenergetického domu vhodného do venkovského prostoru v kontaktu s historickým jádrem obce.

Metodika

Bakalant na základě literární rešerše z oblasti nízkoenergetických domů provede v rámci své samostatné práce studii nízkoenergetického rodinného domu. Studie bude v úrovni projektu pro územní řízení.

Návrh bude koncipován tak, aby byl začlenitelný do navrhované zástavby. Kromě požadavků na odpovídající energetickou bilanci bude rozhodující i hmotové a barevné řešení a použití vhodných materiálů, vč. netradičních. Případová studie bude lokalizována do prostředí Malšovice, Malšova Lhota, Hradec králové.

Součástí práce bude zdůvodnění všech přijatých řešení v textu.

Harmonogram zpracování

Říjen 2012 - literární rešerše k diskusi s vedoucím práce

Listopad 2012 - základní teze řešení

Prosinec 2012 - konzulace rozpracované studie

Březen 2013 - odevzdání BP

Rozsah textové části

30 stran

Klíčová slova

nízkoenergetický dům

Doporučené zdroje informací

HÁJEK P. a kol., KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB 10 - Nosné konstrukce I, skriptum ČVUT 2002

KLOZ M., MOTLÍK J., PETRŽÍLEK P., TUŽINSKÝ M., Využívání obnovitelných zdrojů energie, Linde, Praha, 2007

KUČA K., KUČOVÁ V., PRINCIPY PAMÁTKOVÉHO URBANISMU, Státní ústav památkové péče v Praze- Zprávy památkové péče, ročník 60, Praha, 2000

MEZŘICKÝ V., Enviromentální politika a udržitelný rozvoj, Portál, Praha, 2005

NAGY, E., Nízkoenergetický ekologický dům. Jaga group, Bratislava, 2002

NEUMANN D. a kol., STAVEBNÍ KONSTRUKCE I a II, JAGA, Bratislava 2005

ŠUBRT, R., Tepelné izolace v otázkách a odpovědích. Ben, Praha, 2008

TYWONIAK, J., Nízkoenergetické domy, Principy a příklady. Grada, Praha, 2006

WITZANY J., KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB 20 - Kompletační konstrukce I, skriptum ČVUT 2001

Vedoucí práce

Kykal Jiří, Ing., CSc.



Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry



V Praze dne 13.2.2013



prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Jiřího Kykala, CSc., přičemž další informace mi poskytl můj odborný konzultant Ing. Martin Konečný. Prohlašuji, že jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 15.4.2013

.....
Lukáš Bartoň

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu práce panu Ing. Jiřímu Kykalovi, CSc. za cenné rady, též mému odbornému konzultantovi panu Ing. Martinu Konečnému za čas, který mi věnoval. Rovněž bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu během celého studia.

V Praze dne 15.4.2013

.....

Lukáš Bartoň

Abstrakt

Tato bakalářská práce má snahu přiblížit problematiku návrhu a konstrukčního řešení nízkoenergetického rodinného domu, tak aby byl svým užíváním co nejšetrnější k životnímu prostředí. Hledá alternativy ve využívání obnovitelných zdrojů energie.

První část této práce přibližuje historický vývoj nízkoenergetické výstavby a rozdělení jednotlivých typů domů podle energetické náročnosti. V další části jsou obsaženy požadavky na způsob řešení takového domu s možností využití sluneční energie a recyklovaných stavebních materiálů. Výsledkem bakalářské práce je vzorové řešení návrhu nízkoenergetického domu se zasazením do lokality Malšova Lhota, Hradec Králové. Vhodnost návrhu je ověřena tepelně technickým posouzením.

Za přínos práce lze uvést konkrétní princip řešení nízkoenergetického domu, který je možno chápat jako obecný návod pro projektování energeticky úsporné výstavby.

Klíčová slova: nízkoenergetický dům, energeticky úsporné stavby, návrh domu

This bachelor thesis endeavors to describe the issue of design and structural design of low-energy house, so that their use as environmentally friendly as possible. Finding alternatives in the use of renewable energy sources.

The first part of this work deals with the historical development of low-energy construction and the distribution of different types of buildings according to energy performance. The next section provides the requirements for such a method of solving the house with the use of solar energy and recycled building materials. The result of this work is a model of low-energy building design solutions are being planted in locations Malšova Lhota, Hradec Králové. The suitability of the proposal is verified thermal technical assessment.

For the benefit of the work include a specific principle of dealing with low-energy house, which can be understood as a general guide for designing energy-efficient construction.

Keywords: low energy house, energy efficient buildings, design a house

Obsah:

1. Úvod	10
2. Cíl bakalářské práce	11
3. Dějiny nízkoenergetické výstavby	12
3.1 Vývoj výstavby ve světě	12
3.2 Vývoj výstavby v Čechách	13
4. Stručný pohled do současnosti	13
5. Kategorie dle energetické náročnosti	14
5.1 Nízkoenergetické stavby	14
5.2 Pasivní stavby	14
5.3 Stavby s nulovou potřebou energie	15
5.4 Stavby s energetickým přebytkem	15
5.5 Stavby energeticky nezávislé	15
6. Dispoziční řešení nízkoenergetického domu	16
6.1 Základní funkční rozdělení domu	17
7. Požadavky na dosažení nízkoenergetického standardu	17
7.1 Poloha pozemku	17
7.2 Kompaktní stavební forma	18
7.3 Tepelná ochrana obvodového pláště	18
7.3.1 Součinitel prostupu tepla U	19
7.4 Vzduchotěsná obálka budovy	20
7.4.1 Blower-Door test	20
7.5 Řízené větrání s rekuperací tepla	20
7.6 Eliminace tepelných mostů	21
7.7 Pokrytí zbytkové potřeby tepla	21
7.8 Využití sluneční energie	21
7.8.1 Využití prosklených výplní	22

7.8.2 Solární termické kolektory	22
7.8.3 Fotovoltaické kolektory	22
7.9 Kvalitní okna	22
8. Energetická bilance budovy	23
9. Ekologická volba stavebních materiálů	24
9.1 Ekologická bilance stavebních materiálů	24
9.2 Sázka na recyklovatelné materiály	25
10. Vodní hospodářství	26
10.1 Využití dešťových vod	26
10.2 Využití šedých vod	26
11. Charakteristika studijního území	27
11.1 Poloha	27
11.2 Územní plán	28
11.3 Historie	28
11.4 Přírodní památky	29
11.5 Dopravní dostupnost	29
11.6 Sportovní a rekreační vyžití	29
11.7 Občanská vybavenost	30
11.8 Charakteristika lokality dle bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ)	30
12. Metodika	31
13. Průvodní zpráva	32
14. Souhrnná technická zpráva	33
14.1 Architektonické a stavební řešení	34
14.2 Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí	35
14.3 Ochrana proti hluku	35
14.4 Úspora energie a tepla	35
14.4.1 Výpočet součinitele prostupu tepla U	35

14.4.2 Výpočet měrné spotřeby energie EP_A	36
14.5 Odvodnění území včetně zneškodnění odpadních vod	36
14.5.1 Výpočet množství odpadních vod	37
14.6 Zásobování pitnou vodou	37
14.6.1 Výpočet potřeby pitné vody (dle směrnice č. 9/1973)	37
14.7 Povrchové úpravy okolí stavby včetně vegetačních úprav	38
15. Technická zpráva	38
15.1 Popis objektu	39
15.2 Stavebně technické řešení objektu	40
16. Výsledky	44
17. Diskuze	44
18. Závěr	45
19. Přehled literatury a použitých zdrojů	46
20. Přílohy	50

1. Úvod

Změny klimatu a globální oteplování již dnes vnímá každý. Z velké části si za tyto změny může člověk sám. Odlesňováním, spalováním fosilních zdrojů energie nebo intenzivní zemědělskou výrobou jsou do atmosféry vypouštěny plyny, které negativně ovlivňují životní prostředí a způsobují skleníkový efekt. Ke zhoršení situace přispívá i stavebnictví (Vodičková, 2008).

Stavby se dnes podílejí ze 40% na celkové spotřebě neobnovitelných zdrojů energie a jsou zodpovědné za $\frac{1}{3}$ všech vzniklých emisí CO₂. Při současné spotřebě surovin je nutné počítat s jejich vyčerpáním během několika málo desetiletí a je tedy jisté, že náklady na tyto energetické nosiče se budou i nadále zvyšovat (Feist a Klien, 1993).

Energeticky úsporný potenciál je však obrovský, vždyť v samotné Evropské unii je snaha snížit tyto emise o 20% do roku 2020 (Eicker, 2009). Strategie snižování energetické náročnosti staveb je velmi důležitá i z jiného hlediska, přispívá k omezení lokálního znečištění vzduchu a umožňuje větší energetickou nezávislost na fosilních palivech (Harvey, 2006).

Jak se zmiňuje Vodičková (2008), při samotném návrhu staveb projektant vychází ze tří hlavních požadavků, kterými jsou náklady na výstavbu, délka realizace stavby a kvalita konstrukčního řešení, přičemž jsou velmi často opomíjeny další neméně důležité aspekty, jako je kvalita obytného prostoru či šetrnost takové stavby k životnímu prostředí. Další výstavba by měla být rovněž zaměřena na využívání obnovitelných zdrojů energie, na konstrukční řešení se zapojením recyklovaných stavebních materiálů. Jen vhodným skloubením těchto výše uvedených principů můžeme přispět ke kvalitnímu vnitřnímu prostředí domu a také ke zdravějšímu životnímu prostředí.

2. Cíl bakalářské práce

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout nízkoenergetický dvoupodlažní rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu ve vybrané lokalitě, přičemž zcela zásadní je správné umístění objektu vzhledem ke světovým stranám tak, aby objekt splňoval požadavky, které jsou kladeny na nízkoenergetické domy. Objekt lze považovat za ekologicky šetrný k životnímu prostředí:

Využívá solární energii - solární systém navržený v objektu získává energii ze slunečního záření, tato energie je následně použita na ohřev vody.

Nakládání s dešťovou vodou - systémem trubního vedení je dešťová voda ze střechy a zpevněných ploch kolem objektu svedena do akumulární nádrže, uložené v zemi a poté je takto získaná voda použita na závlahu rostlin na zahradě.

Využívá nucené větrání - systémem trubního vedení je do objektu veden čerstvý vzduch a z objektu odváděn vzduch znečištěný, tím je zamezeno nekontrolovatelnému úniku tepla, který by nastal větráním přímo okny.

Využití biomasy - v domě jsou umístěna ekologická kamna na biomasu, která omezují množství vypouštěných škodlivých emisí do ovzduší.

3. Dějiny nízkoenergetické výstavby

Nízkoenergetickou výstavba lze vystopovat již od úplných začátků lidského stavění. I když tyto stavby zajišťovaly převážně ochranu před povětrnostními vlivy, můžeme je s trochou nadsázky označit za energeticky úsporné. Lidé se snažili o co nejmenší použití cizí energie, přičemž při různých způsobech výstavby se tato energeticky úsporná opatření projevovala v různém rozsahu (Humm, 1999).

3.1 Vývoj výstavby ve světě

Již ve starověkém Řecku je na fasádách některých staveb patrná snaha o využití sluneční energie. Představba ze sloupů, na kterých byl uložen trojúhelníkový štít tzv. tympanon, měla zabránit v letních měsících prostupu slunečních paprsků do jižně exponovaných oken, zatímco v zimě slunečním paprskům nebránila.

Jako příklad propracované energeticky úsporné architektury lze uvést řeckou vesnici Olynthus, kde byly vystavěny jižně orientované solární domy, umístěné mezi rovnoběžnými ulicemi (Humm, 1999).

Jak uvádí Smola (2011), první pasivní stavbou paradoxně nebyl dům, ale dřevěný trojtěžník „Fram“ badatele Nansena, který je zobrazen na obr. č. 1. Stěny lodě byly obloženy silnou vrstvou dehtové plsti, stropy měly tloušťku 40 cm a okna byla opatřena trojitými skly. I když venkovní teploty klesaly hluboko pod bod mrazu, na lodi se netopilo. Badatel Nansen dokonce uvažoval o úplném odstranění kamen, protože mu překážely.



Obr. č. 1 Model trojtěžníku Fram (The Fram Museum, 2013)

Výrazným zlomem v solární architektuře byla výstavba komerční budovy v Novém Mexiku roku 1956. Tato budova byla svým pojetím jedinečná, energie na provoz budovy byla získávána převážně ze slunce, přičemž vodní zásobníky zajišťovaly její akumulaci. Mezitím se v západní Evropě vlivem ropné krize začalo experimentovat s projekty zcela energeticky nezávislých domů. Takové domy byly velmi technicky náročné na provedení, a tudíž zatím pro běžnou výstavbu nepoužitelné (Smola, 2011).

3.2 Vývoj výstavby v Čechách

První úvahy o energeticky úsporných opatřeních lze u nás najít již ve středověku. Na chladných kamenných hradech byly realizovány dřevěné vestavby do obytných místností, které byly izolovány koberci či kožešinami. V období baroka se vlivem ochlazení klimatu začíná v architektuře paláců prosazovat přidávání dalšího okenního křídla, z čehož později vznikla tzv. špaletová okna na obr. č. 2, výborný energeticky úsporný výrobek našich předků. V období socialistické výstavby je sice spotřeba energie sledována a vyhodnocována, ale není zde snaha o hlubší systémová úsporná opatření. Až po listopadu 1989 se odborná veřejnost vlivem nového přístupu k informacím začíná věnovat problematice nízkoenergetických a pasivních domů (Smola, 2011).



Obr. č. 2 Špaletová okna (Truhlářství Moučka, 2012)

4. Stručný pohled do současnosti

V mnoha zemích Evropy dochází k velkému rozvoji nízkoenergetické výstavby, musíme mezi ně zařadit hlavně německy mluvící státy, kde v roce 2004 postavili 4000 pasivních bytových jednotek, a v roce 2010 tento počet již dosahoval 60 000. Pokud bychom k tomuto počtu přičetli ještě další nově vybudované nízkoenergetické stavby, mohl by konečný počet energeticky úsporných staveb dosahovat až poloviny z celkového počtu novostaveb pro bydlení (Tywoniak, 2005).

Jak se zmiňuje Smola (2011) například v Rakousku ve spolkové zemi Vorarlbersko se nově vybudované bytové jednotky, které jsou financovány

z veřejného rozpočtu, musejí stavět ve standardu pasivního domu. Bydlení v takto úsporných domech je v Rakousku velice žádané, vždyť poptávka po takovém bydlení trojnásobně převyšuje nabídku.

Celá řada odborníků se přiklání k názoru, že v dnešní době je možné stavět převážně na úrovni nízkoenergetického standardu. Výhody takové výstavby spočívají v malé závislosti na stále se zvyšujících cenách energie, nízké potřebě tepla či v kvalitním obytném prostředí jen s mírným nárůstem nákladů na výstavbu o 5 až 8 %. Trend rozvoje nízkoenergetické výstavby lze vyzorovat i u nás. Přispívají k tomu zejména zvyšující se odborné znalosti projektantů, které získávají v praxi. Vzdávající zájem o tento druh výstavby je viditelný mezi stavebníky napříč všemi společenskými vrstvami (Tywoniak, 2005).

Energeticky úsporné domy se prosazují i v jiných částech světa než je střední Evropa, na místech jiných klimatických poměrů. Například projektanti ve skandinávských zemích se musejí vypořádat s dalšími přitěžujícími faktory, jakými jsou nízký výskyt slunečního záření nebo mnohem chladnější podnebí. Naopak tyto problémy neřeší projektanti v Africe, pro kterou je úspora energie zcela zásadní vzhledem k nutnosti chlazení a zajištění teplotního komfortu uvnitř staveb (Smola, 2011).

5. Kategorie dle energetické náročnosti

5.1 Nízkoenergetické stavby

Nízkoenergetické stavby se vyznačují propracovaným řešením pláště stavby, který svou kvalitou snižuje potřebu energie na vytápění stavby. Potřeba tepla k vytápění je u takové stavby výrazně nižší, než upravují národní předpisy. Hodnota měrné potřeby tepla na vytápění se tedy udává do 50 kWh/m².rok. Je pravděpodobné, že vzhledem ke zvyšujícím se nárokům na stavby, se bude tato hodnota v následujících letech ještě snižovat (Tywoniak, 2012).

5.2 Pasivní stavby

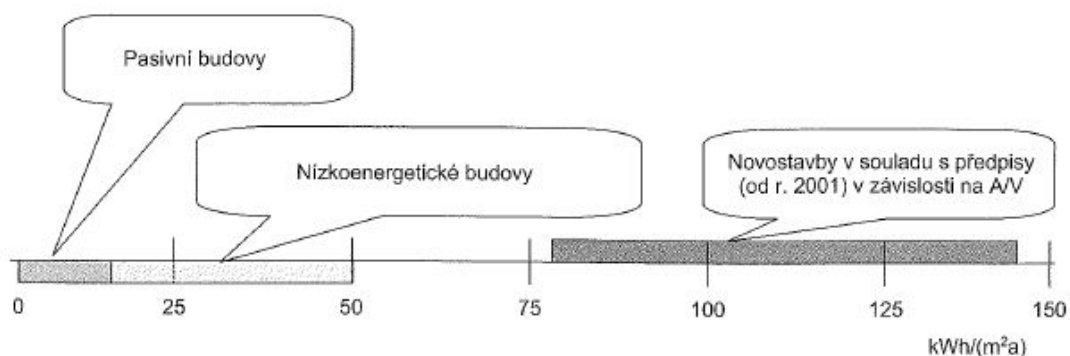
Za pasivní stavbu lze považovat dům, který má ambici se vytopit tepelnými zisky ze spotřebičů, osob nebo vlivem působení slunečních paprsků. Pasivní stavba spotřebuje méně než 15 kWh/m².rok energie na vytápění vnitřního prostoru, což je

asi desetkrát méně, než je tomu u obvyklých novostaveb. U takových staveb postačí jen malý zdroj tepla na pokrytí zbytkových potřeb, klasická otopná soustava zde není nutná. U pasivního domu je spotřeba energie na vytápění prakticky shodná se spotřebou energie na ohřívání vody, přičemž se tato spotřeba nadále snižuje navržením solárního systému (Hudec, 2008).

5.3 Stavby s nulovou potřebou energie

Jak uvádí Tywoniak (2005) tyto stavby se často označují jako „nulové domy“, čímž je naznačena jejich hodnota potřeby tepla na vytápění, která se blíží nule, literatura uvádí hodnotu menší než 5 kWh/m².rok. Výstavba „nulových domů“ závisí na dosažení mimořádně příznivých podmínek, a proto se tyto domy realizují jen vzácně.

Pro porovnání potřeby tepla v jednotlivých kategoriích byl přidán obr. č. 3.



Obr. č. 3 Potřeba tepla na vytápění u jednotlivých kategorií budov (Tywoniak, 2005)

5.4 Stavby s energetickým přebytkem

Tyto stavby se rovněž nazývají „Energie-plus“ a jsou to stavby, které vyrobí větší množství energie, než potřebují na svůj provoz. Lze je charakterizovat jako pasivní domy s fotovoltaickým systémem, který slouží k přeměně sluneční energie na energii elektrickou, přičemž přebytečná elektřina je dodávána do rozvodné sítě. Množství dodané energie může až v ročním součtu převyšovat energii potřebnou pro samotný provoz domu (Tywoniak, 2005).

5.5 Stavby energeticky nezávislé

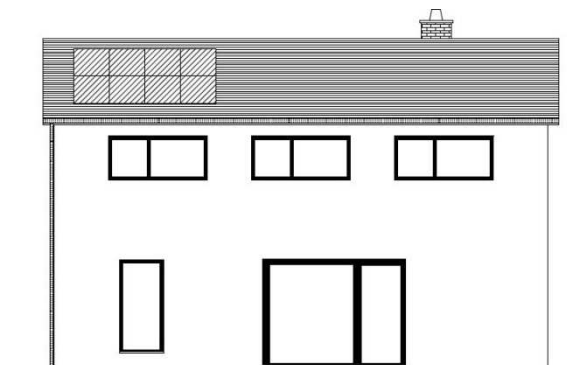
Nad výše uvedenými kategoriemi stojí stavby energeticky nezávislé. Tyto stavby nejsou napojeny na obvyklé energetické sítě, energii pro svůj provoz si vyrábějí

samy. Takové stavby mají uplatnění například ve vysokohorských polohách (Tywoniak, 2005).

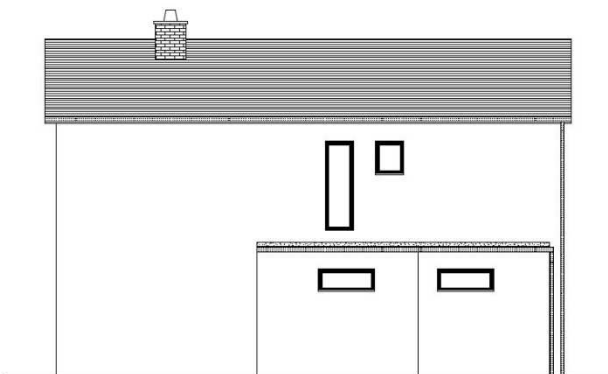
6. Dispoziční řešení nízkoenergetického domu

Za hlavní požadavek při tvorbě dispozice nízkoenergetického domu lze označit tepelné zónování, což je spojování prostorů se stejným způsobem vytápění a užívání (Smola, 2011).

Jak se zmiňuje Nagy (2002), koncept zónování slouží pro nasměrování obytných místností na slunečnou stranu, což má význam psychologický i energetický. Orientace místností v domě je odvislá od jejich nároků na teplo. Na jižní straně domu bývají obytné místnosti, které jsou často využívány, a proto je zde snaha o co největší využití velkoplošného zasklení na tuto slunečnou stranu (obr. č. 4), což umožní dodatečné prohřívání domu i v chladném zimním období. Oproti tomu prostory méně využívané orientujeme na severní stranu domu. Patří mezi ně například koupelna, technická místnost, schodiště atd. Tyto prostory zároveň tvoří ochranou zónu proti chladu ze severní strany, a proto se do těchto prostor navrhuje rozměrově malá okna, aby byly eliminovány velké tepelné ztráty (obr. č. 5).



Obr. č. 4 Jižní strana nízkoenergetického domu (vlastní zdroj)



Obr. č. 5 Severní strana nízkoenergetického domu (vlastní zdroj)

Pro hospodárnost provozu domu je velice důležitá správná orientace místností ke světovým stranám, která ovlivňuje i velikost tepelných ztrát v domě (Smola, 2011). V níže uvedené tab. č. 1 je doporučená orientace jednotlivých místností.

Účel místnosti	Orientace ke světovým stranám
kuchyně	západ, severozápad, sever
koupelna	západ, severozápad, sever
WC	východ, severovýchod, sever
ložnice	jih, jihovýchod, východ
dětský pokoj	jihozápad, jih, jihovýchod
obývací pokoj	západ, jihozápad, jih
vstup	sever, východ

Tab. č. 1 Doporučená orientace místností ke světovým stranám (Smola, 2007)

6.1 Základní funkční rozdělení domu

Denní zóna

Denní zóna je tvořena částí obytnou a vstupní, která je tradičně oddělena zádveřím či zádveřím. Do této zóny lze zařadit i šatnu, komoru, malou koupelnu, pracovnu nebo případný vstup z garáže, který musí být oddělen předsíní kvůli zamezení pronikání výfukových plynů do interiéru domu. Forma obytné části je ovlivněna mírou provázanosti kuchyně, jídelny a obývacího pokoje, přičemž tyto místnosti mohou být navrženy i jako jeden prostor, který je nedělený (Smola, 2011).

Noční zóna

Noční zóna je označována jako tichá nebo soukromá a je tvořena ložnicí, WC, šatnou, koupelnou nebo pracovnou. Tato zóna bývá často situována do patra rodinného domu (Smola, 2011).

7. Požadavky na dosažení nízkoenergetického standardu

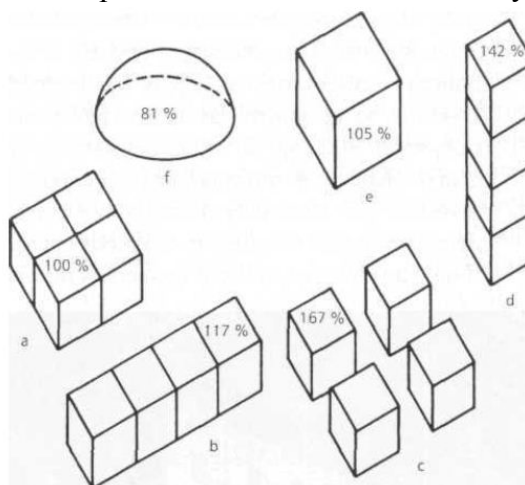
7.1 Poloha pozemku

Důležité jsou při výběru pozemku klimatické podmínky, protože s rostoucí nadmořskou výškou o každých 100 metrů, dochází ke snížení průměrné teploty

vzduchu o 0,5 až 0,8 °C, a proto je vhodnější volit níže položená místa pro výstavbu nízkoenergetických domů. Za nevhodné pozemky lze obecně označit místa na vrcholu kopce nebo v údolích, do kterých klesá studený vzduch. Naopak velmi vhodné pro tento typ výstavby jsou prosluněné pozemky umístěné na jižních svazích, v místech, kde je stavba chráněna před studeným prouděním větru. Takové lokality umožní v zimě získat až o 30% více slunečního záření než je tomu u rovinného pozemku. Ochranu proti mrazu mohou vytvořit i vodní plochy v blízkosti domu, protože mají velké tepelně akumulaci schopnosti (Vodičková, 2008).

7.2 Kompaktní stavební forma

Jak uvádí Nagy (2002), kompaktní stavební forma společně s kvalitním tepelně izolačním řešením obvodového pláště je jedním z významných předpokladů energeticky úsporné stavby. Za určující faktor potřeby energie na vytápění lze označit poměr $(A)/(V)$, tedy poměr ochlazovaného povrchu obvodového pláště (A) ku obestavěnému prostoru (V). U domů nízkoenergetického standardu by měl tento poměr dosahovat hodnoty 0,7. Je zde snaha, aby venkovní plocha obvodového pláště byla co nejmenší (obr. č. 6), protože při zvětšování členitosti budovy dochází ke zvyšování tepelných ztrát.

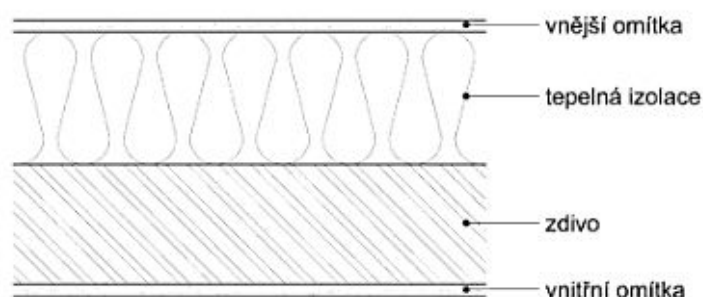


Obr. č. 6 Velikost ochlazovaného povrchu pláště při stejném objemu objektů v %: a - poloviční kostka v kompaktním seskupení; b - řazené objekty; c - oddělené objekty; d - postavené na sebe; e - celá kostka; f - půlkoule (Nagy, 2002)

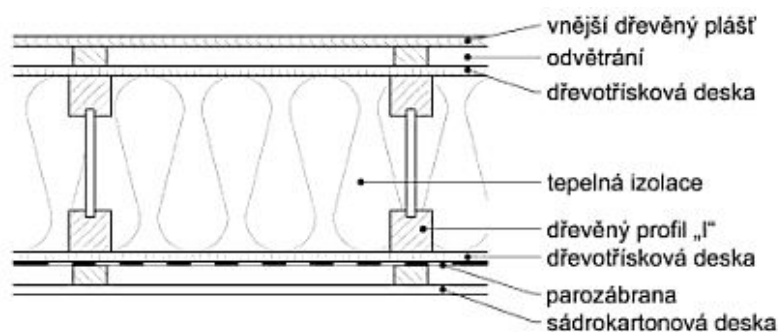
7.3 Tepelná ochrana obvodového pláště

U energeticky úsporných domů se převážně navrhuje vícevrstvé stěnové konstrukce (obr. č. 7 a obr. č. 8), kde zatížení je přenášeno do nosného zdiva či skeletové konstrukce. Požadované tepelně izolační vlastnosti jsou zajištěny kvalitní tepelnou izolací, která je důležitým prvkem při návrhu obvodové stavební

konstrukce, protože minimalizuje tepelné ztráty. Tloušťka tepelně izolačního materiálu je zcela odvislá od návrhové hodnoty tepelné vodivosti daného izolačního materiálu, přičemž čím je nižší hodnota tepelné vodivosti, tím jsou kvalitnější tepelně izolační vlastnosti materiálu při zachování shodné tloušťky (Pregizer, 2009).



Obr. č. 7 Zdivo s vnějším zateplovacím systémem (Pregizer, 2009)



Obr. č. 8 Stěna tvořená dřevěnými I profily s tepelnou izolací a vnějším dřevěným pláštěm (Pregizer, 2009)

7.3.1 Součinitel prostupu tepla U

Součinitele prostupu tepla U [$W/(m^2 \cdot K)$] je možné charakterizovat jako schopnost stavebního materiálu vést teplo. Čím nižší je součinitel prostupu tepla, tím méně projde tepla materiálem (Hudec, 2008).

U nízkoenergetických domů je požadavek, aby ochlazované vnější konstrukce byly odizolovány na hodnoty prostupu tepla uvedené v tab. č. 2 (ÚNMZ, 2011).

Druh konstrukce	Prostup tepla $U_{N,20}$ [$W/(m^2 \cdot K)$]
stěny	0,20
střecha	0,16
podlaha na terénu	0,30
okna (včetně rámu)	1,20

Tab. č. 2 Koeficienty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2:2011(ÚNMZ, 2011)

7.4 Vzduchotěsná obálka budovy

Jak se zmiňuje Hudec (2008), vzduchotěsnost obálky domu je nezbytná pro jeho správné fungování. Nežádoucímú úniku netěsnostmi se snažíme zabránit a nahradit jej systémem řízeného větrání s rekuperací tepla. Nevhodné řešení či nedbalost při návrhu mohou zapříčinit vznik tepelných ztrát a možný výskyt poruch vlivem kondenzace vody v konstrukci, a proto je nutný zcela profesionální přístup. Norma stanovuje celkovou neprůvzdušnost obvodového pláště $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$, čím je tato hodnota nižší, tím je lepší vzduchotěsnost budovy.

7.4.1 Blower-Door test

Vzduchotěsnost domu je třeba ověřit tlakovou zkouškou (obr. č. 9), která dokáže odhalit případné tepelné mosty po dokončení domu. Tato zkouška je nazývána Blower-Door test. Před samotným začátkem tlakové zkoušky je nutné, aby veškerá vzduchotěsná vrstva domu byla hotová. Rovněž je vhodná i přítomnost příslušných řemeslníků, kteří mohou neprodleně odstranit nalezená chybná místa v konstrukci (Pregizer, 2009).



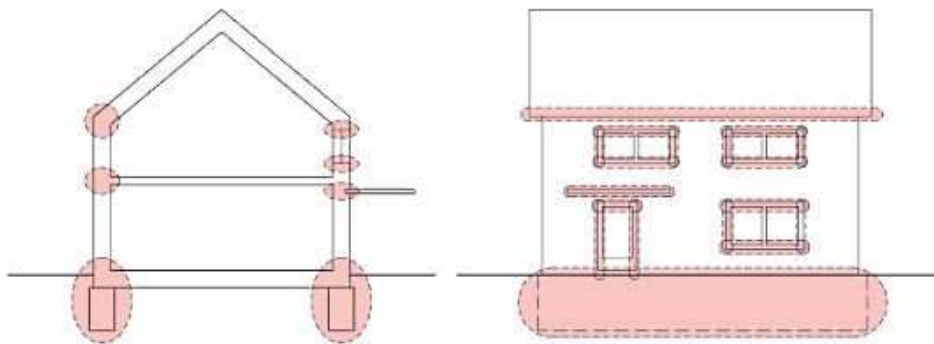
Obr. č. 9 Blower-Door test (CIUR, 2013)

7.5 Řízené větrání s rekuperací tepla

Jak uvádí Brotánek a Brotánková (2012), řízené větrání se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu (rekuperací) využívá až 90% tepla z odcházejícího znečištěného vzduchu. Tradiční větrání otevřenými okny je nevyhovující v nekontrolovatelné ztrátě tepla. Řízené větrání přispívá ke stálé kvalitě vzduchu v interiéru a zvyšuje komfort v podobě zamezení pronikání hluku do domu z ulice, což by nastalo klasickým větráním okny. Efektivita rekuperace je závislá na dokonalé vzduchotěsnosti obálky budovy a na vhodném proudění vzduchu domem. V letních měsících je řízené větrání velkým přínosem i pro alergiky, protože přicházející vzduch do domu proudí přes vstupní a výstupní filtr, který snižuje zátěž pro nemocného.

7.6 Eliminace tepelných mostů

Eliminace tepelných mostů přispívá společně s dostatečnou tloušťkou tepelné izolace ke kvalitní tepelné ochraně. Všechny instalace se umísťují uvnitř či vně tepelně izolační vrstvy neprůsvitných konstrukcí. Prostupy instalačních prvků nesmějí narušovat tepelně izolační rovinu. Častým místem vzniku tepelného mostu je roletový systém nad okenním otvorem, který je umístěn na chladné straně domu. Tento systém je obvykle ovládán ocelovou mechanikou, která prochází tepelně izolační rovinou (Humm, 1999). Napojení a přechody konstrukcí, náchylnějších ke vzniku tepelných mostů, jsou barevně vyznačeny na obr. č. 10.



Obr. č. 10 Místa náchylná ke vzniku tepelných mostů (Tywoniak, 2008)

7.7 Pokrytí zbytkové potřeby tepla

Naše klima je charakteristické nízkými teplotami v zimním období, a proto je nutné v nízkoenergetickém domě zajistit přídatný zdroj tepla. Energetická bilance takového domu je složena z tepelných zisků ze slunečního záření, což představuje asi 35%, a také z tepla produkovaného spotřebiči a osobami, které tvoří zhruba 25% tepelných zisků. Zbytkovou potřebu tepelné energie tedy pokrývají další tepelné nosiče ze zbylých 40%. Na výrobu zbytkové potřeby tepla bychom měli upřednostnit z hlediska životního prostředí obnovitelné zdroje, jakými je bioplyn, biomasa či sluneční záření, oproti škodlivým neobnovitelným zdrojům, což je například zemní plyn a uhlí (Nagy, 2002).

7.8 Využití sluneční energie

Jak uvádí Novák (1999), sluneční energie, která je použita pro ohřev vody nebo pro vytápění domu patří mezi nejdostupnější alternativní zdroje energie. Vždyť pro kutily je využívání slunečního záření pro ohřev vody snad nekonečným tématem.

Kdo by neznal obyčejný černý barel vystavený slunečním paprskům. Při podrobnějším studiu dané problematiky lze vyrobit i mnohem účinnější konstrukce.

7.8.1 Využití prosklených ploch

Okna jsou jedny z nejvýznamnějších prvků, které umožňují ohřev budovy sluneční energií. Tepelně izolační zasklení má obvykle hodnotu celkové tepelné propustnosti cca 0,62, což znamená, že na zlepšení energetické bilance místnosti se podílí 62% dopadajícího slunečního záření. Plocha oken v místnosti by neměla být větší než $\frac{1}{4}$ podlahové plochy dané místnosti. Pro jižní fasády je vhodné navrhovat okna tak, aby sluneční paprsky mohly prostoupit hluboko do místnosti (Humm, 1999).

7.8.2 Solární termické kolektory

Jak se zmiňuje Smola (2011), u solárních kolektorů je obvykle teplotnosné médium tvořeno vodou s glykolem. Dražší, ale zároveň účinnější jsou kolektory s vakuovými trubicemi, které lze umístit i svisle na fasádu. Cenově příznivější a rovněž i často žádané jsou deskové kolektory, jejichž orientační potřeba je asi 1,5 m²/osobu a účinnost těchto kolektorů za rok se pohybuje kolem 60%. Zařízení kolektoru přetransformuje sluneční záření na teplo, které je zachyceno v zásobníkovém nebo akumulacním ohřivači vody. Panely kolektorů je možné zapojit jak vedle sebe, tak za sebou, připouští se i zapojení kombinované.

7.8.3 Fotovoltaické kolektory

Fotovoltaické panely umožňují přeměnu sluneční energie na energii elektrickou, kde uvnitř fotovoltaického článku dochází vlivem dopadajícího světelného záření k fotoelektrickému jevu. Takto získaná „elektřina z oblohy“ není tolik rozšířená jako sluneční záření, které se využívá na ohřev vody. Důvody lze hledat ve vysoké pořizovací ceně fotovoltaických panelů, či v limitované možnosti uskladnění tímto způsobem vyrobené energie (Novák, 1999).

7.9 Kvalitní okna

Okna jsou důležité prvky v řešení nízkoenergetického domu, mohou být zdrojem velkých tepelných zisků, ale i místem značných tepelných ztrát. Pro posouzení kvality oken slouží dva základní parametry, součinitel prostupu tepla U_w [W/(m².K)]

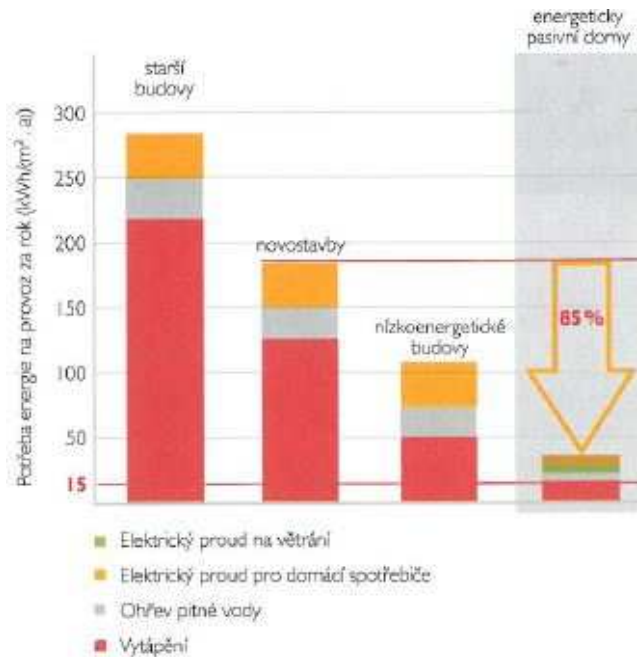
a celková propustnost slunečního záření g , která by měla dosahovat hodnoty 0,5. Na našem trhu je v současné době velká nabídka oken, pro potřeby nízkoenergetické výstavby je časté zasklení trojsklem s pokovením povrchu skel tak, aby byla snížena výměna tepla v dutině mezi skly. Dutiny mohou být také vyplněny i vzácnými plyny, jakými jsou krypton či argon (Tywoniak, 2008). Na obr. č. 11 je zobrazen řez oknem s izolačním trojsklem.



Obr. č. 11 Řez oknem s izolačním trojsklem (Slavona, 2012b)

8. Energetická bilance domu

Energie je každý den obyvateli domu využívána k různým účelům. Nejviditelnějšími složkami energetické bilance je teplo, potřebné k vytápění domu nebo osvětlení, které je v mnoha domácnostech velkým tématem při hledání úspor. Je ovšem nutné si uvědomit, že potřeba energie na osvětlení je „jen“ asi 5 – 15% z celkové potřeby energie domácností. Sestavení energetické bilance je tedy správná cesta k získání přehledu nad toky energie v domě (obr. č. 12). Energetická bilance je tvořena třemi základními pilíři, kterými jsou ohřev vody, vytápění a ostatní provoz domácnosti. Pro správné určení bilance je nutné znát všechny energetické zisky a ztráty (Srdečný, 2007).



Obr. č. 12 Porovnání energetické bilance v jednotlivých typech domů (Vodičková, 2008)

Jak uvádí Šmelhaus a kol. (2004), je také nezbytné do této bilance zahrnout tepelné ztráty obvodovými stěnami, okny, stropem a v neposlední řadě i střechou. U domů s podsklepením je nutné přidat i ztráty stěnami, které jsou přilehlé k zemině. Patří sem i tepelné ztráty infiltrací vzduchu spárami v konstrukci, či ztráty přirozeným větráním. Důležitý význam pro bilanci mají rovněž tepelné zisky, kterými jsou sluneční záření procházející prosklenými plochami, tepelné zisky od provozu domácích spotřebičů a světelných zdrojů. Nezanedbatelný význam mají také tepelné zisky od osob, které se v domě pohybují.

9. Ekologická volba stavebních materiálů

Při porovnání množství energie vynaložené na výstavbu jednoho domu je jednoznačně výhodnější dřevostavba oproti stavbě z obvyklých masivních materiálů. Dřevo je jednou z obnovitelných surovin a také funguje jako zásobník CO₂, a tím přispívá ke snížení skleníkového efektu (Pregizer, 2009).

9.1 Ekologická bilance stavebních materiálů

Jak se zmiňuje Vodičková (2008), ekologická bilance stavebních materiálů vytváří souhrn jejich kladných a záporných dopadů na životní prostředí. Stavebně ekologické hodnocení materiálů je zkušebními stavebních hmot i zahraničními instituty chápáno jako souhrnná analýza všech hledisek, která ovlivňují

charakteristiku stavebních výrobků na úrovni získávání a těžby surovin, výroby a přepravy stavebních materiálů, výstavby, demolice i likvidace stavby. Tyto aspekty tvoří hlavní kritéria ekologické bilance.

9.2 Sázka na recyklovatelné materiály

Dřevo

Nejčastěji používaným obnovitelným materiálem je dřevo, které se používá například na výstavbu krovu nebo jako nosná konstrukce stavby. Volba dřevěné podlahy nebo i jiných interiérových prvků pomáhá dotvářet příjemné vnitřní prostředí domu, a proto je stavebníky často vyžadováno co největší zapracování přírodních materiálů jako je korek nebo Marmoleum do interiéru (Šmelhaus a kol., 2004).

Recyklovaný plast

Dnešní moderní technologie umožňují zpracování recyklovaných plastů a jejich opětovné navrácení do měst a obcí v podobě zatravnovacích dílců, desek či palubek. Tyto materiály vynikají svou odolností před povětrnostními vlivy nebo relativně nízkou hmotností. Využitím takového druhu výrobku je nejen podpořena ekologicky zaměřená iniciativa, ale také je to výhodné z technického i ekonomického hlediska (Transform, 2013).

Ovčí vlna

Tepelná izolace z ovčí vlny patří mezi zcela obnovitelné materiály, které se v zahraničí využívají převážně u staveb, kde se vyskytují děti, protože je to výborný antialergenní materiál (Šmelhaus a kol., 2004).

Balíky slámy

Jak uvádí Šmelhaus a kol. (2004), i balíky slámy lze využít jako tepelnou izolaci, vždyť 10 cm slámy má srovnatelné tepelně izolační vlastnosti jako 5 cm polystyrenu. Na trhu zatím nejsou speciální izolační desky, a tak se používají ekonomicky dostupné balíky slámy. Pohled na dům, který je z vnější strany izolován nezakrytými balíky slámy, má jistou dávku příjemného organického vzhledu.

Slámokarton

Slámokarton tvoří alternativu k velmi často používanému sádrokartonu. Vyrábí se vysokotlakým lisováním pšeničné slámy bez přidávání pojidel. Takto vzniklé jádro ze slámy je následně obaleno vrstvami recyklovaného papíru. Výhodou slámokartonu je vysoká pevnost, která převyšuje sádrokarton. Naopak nevýhodu lze najít v jeho poměrně velké hmotnosti (Ekopanely CZ, 2013).

Stavební sut'

Nutnost recyklace stavební suti je způsobena zejména jejím přebytkem. Stavební materiál jako je beton, cihly a kámen se drtí a poté je tento vzniklý recyklát využit například jako náhrada štěrkových podsypů (Šmelhaus a kol., 2004).

10. Vodní hospodářství

V dnešní době je stále důležitější snaha o ochranu vody, její úpravu a opětovné využívání. Je to způsobeno zejména měnícími se klimatickými podmínkami, a s tím související menší vydatností, ale i kvalitou podzemních a povrchových vod. Řešení nedostatku vody je možné hledat ve využívání alternativních zdrojů, tedy recyklovaných vod, které budou určeny přímo pro určitý druh spotřeby v domě (Raclavský a kol., 2012).

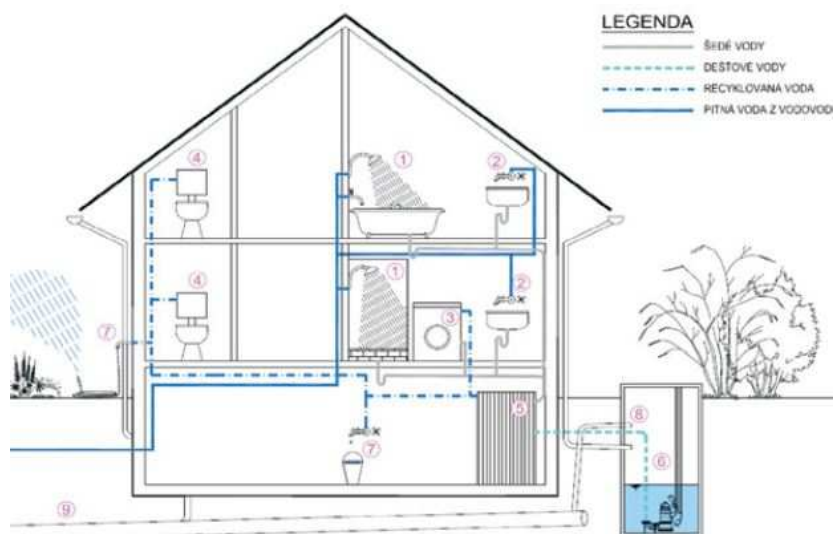
10.1 Využití dešťových vod

Jak uvádí Vodičková (2008), využíváním dešťové vody se dá uspořit až 68 litrů pitné vody na osobu za den, což je zhruba polovina průměrné denní spotřeby osoby v domácnosti. Dešťová voda nemá tak vysokou kvalitu jako voda pitná, ale je srovnatelná s kvalitou vody na vodních nádržích. Lze ji tedy po přefiltrování použít na praní prádla nebo zavlažování zahrady.

10.2 Využití šedých vod

Šedé vody jsou vody z umyvadel na mytí rukou, sprch nebo vody z domácích spotřebičů, které nejsou příliš znečištěny. Koncepce využívání šedých vod není již zcela nová. Je to způsob ekologického hospodaření s vodou (obr. č. 13). Podstata systému spočívá v zachycení těchto vod před samotným odchodem do kanalizační stoky a v provedení základních čistících procesů, jakými jsou filtrace, sedimentace,

odmaštění či dezinfekce. Takto vyčištěné vody jsou následně použity například na splachování toalet v domě (Raclavský a kol., 2012).



Obr. č. 13 Koloběh recyklované vody v domě (Raclavský a kol., 2012)

11. Charakteristika studijního území

11.1 Poloha

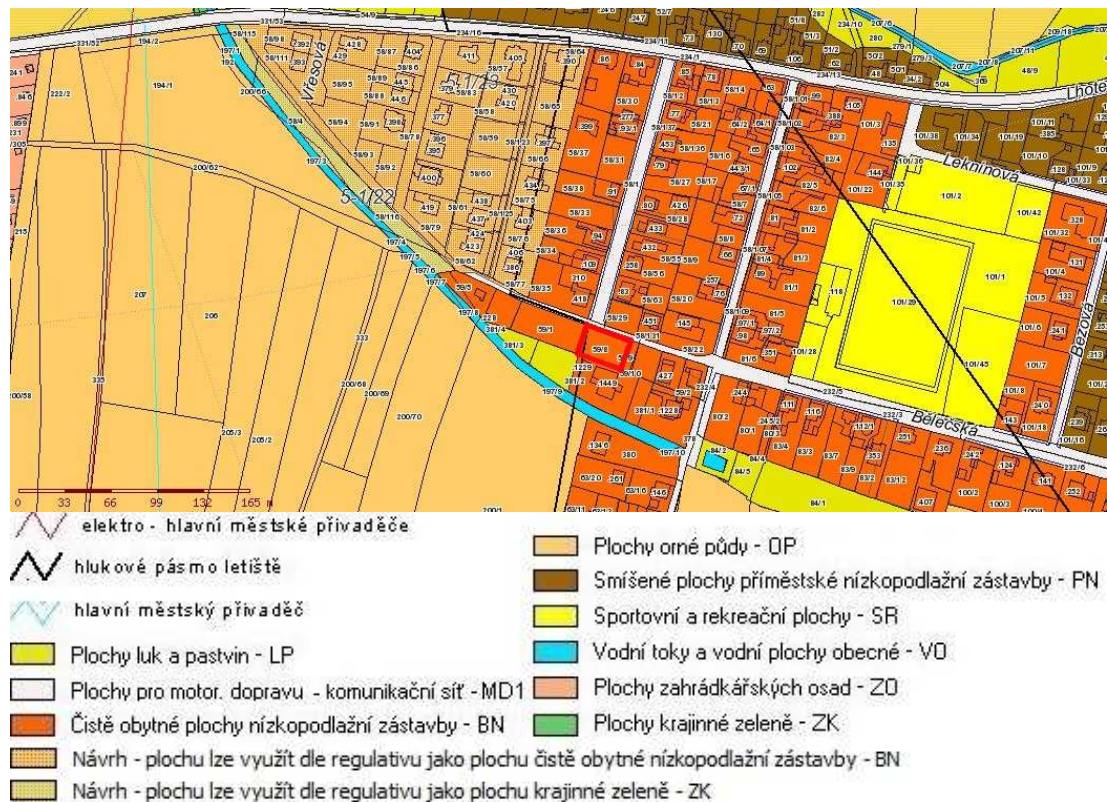
Vybraná lokalita se nachází v místní části města Hradce Králové, Malšova Lhota, vzdálené cca 2,5 km od centra, na východním okraji města. Poloha lokality je znázorněna na obr. č. 14. Ze severní strany je Malšova Lhota ohraničena tokem řeky Orlice a na jižní straně přechází v poměrně rozsáhlý borový lesní celek. Lokalita bezprostředně sousedí s další hradeckou čtvrtí Malšovice.



Obr. č. 14 Poloha vybrané lokality vzhledem k centru Hradce Králové (Google, 2013)

11.2 Územní plán

Dle platného Územního plánu města Hradec Králové je vybrán pozemek č. 59/8 v katastrálním území Malšova Lhota zařazen do funkční plochy: „čistě obytné plochy nízkopodlažní zástavby“, pro kterou je stanoven regulativ. Na tomto území je přípustná nízkopodlažní obytná zástavba do 3 nadzemních podlaží včetně podkroví. Na obr. č. 15 je zobrazen Územní plán v okolí lokality s barevně odlišenými funkčními plochami (Martina Rambousková, II. 2013, in litt.).



Obr. č. 15 Územní plán v okolí lokality s barevně vyznačenou parcelou (Hradec Králové, 2012)

11.3 Historie

Na území místní části Malšovice se historicky nacházely tři osady, první a zároveň nejstarší osadou byl Náhon, o kterém jsou zmínky již z roku 1496. Druhou osadou bylo Zámostí, jejíž existence je doložena z roku 1509. Poslední o zároveň historicky nejmladší je osada Malšovice, která byla vzdálena od historického centra hradeckého přibližně 1,5 km východním směrem. První záznamy o osadě Malšovice nalezneme z roku 1654. V roce 1927 došlo ke spojení všech tří osad pod jednotný název Malšovice. Začátkem 60. let 20. století se v Malšovicích budovalo několik

sportovišť, jako je například tenisový areál nebo Všesportovní stadion, který dnes využívá fotbalový klub FC Hradec Králové (Wikipedia, 2012a).

11.4 Přírodní památky

Severní hranice Malšovy Lhoty je tvořena řekou Orlice, podél které se rozprostírá přírodní park Orlice, jehož délka dosahuje téměř 200 km. Začátek přírodního parku najdeme na hranici chráněného území Orlické hory a konec je na území města Hradce Králové. Tento park byl zřízen v roce 1996 a má za úkol chránit přirozeně se rozvíjející tok řeky s četnými meandry, náplavy a rameny (Wikipedia, 2012b).

11.5 Dopravní dostupnost

Na místo stavby, parcelu č. 59/8 v katastrálním území Malšova Lhota se dostanete odbočením z ulice Lhotecká do ulice Sadová. Parcela se nachází na konci ulice v místě křížení ulic Sadová a Bělečská. Z centra města lze rovněž využít i pravidelné linky autobusu městské hromadné dopravy číslo 17 a vystoupit na zastávce Malšova Lhota. Pro snadnější orientaci byla přidána mapa lokality na obr. č.

16.



Obr. č. 16 Mapa lokality v katastrálním území Malšova Lhota (Google, 2013)

11.6 Sportovní a rekreační využití

Za zahrádkářskou osadou na jihovýchodním konci Malšovic se nachází lesní komplex, který je obyvateli města vyhledáván jako místo vhodné k odpočinku nebo výletům po vyznačených turistických trasách. Milovníci kolečkových bruslí tu naleznou dvě navzájem propojené bruslařské dráhy a cyklisté zde mohou využít sítě dobře značených cyklistických tras, které jsou zobrazeny na obr. č. 17. V letních měsících je v blízkosti lokality možnost koupání na nádrži Stříbrný rybník.



Obr. č. 17 Mapa cyklotras v malšovických lesích (Cykloserver.cz, 2007)

11.7 Občanská vybavenost

Ve čtvrti Malšova Lhota je pouze 1. stupeň základní školy a obchod se základními potravinami, a proto místní občané často využívají lepší občanské vybavenosti sousedních Malšovic, kde je mnoho malých obchodů i zdravotní středisko. Na jižním okraji Malšovic bylo vystavěno obchodní centrum Futurum, které pokrývá veškeré nároky obyvatelů této čtvrti i dalších částí města. Je zde také lékárna, multikino nebo supermarket. Na ulici Úprkova je jedna z nejstarších základních škol ve městě, která je zaměřena svou výukou na ekologii a ochranu životního prostředí. Výhodou této lokality je dobrá dopravní dostupnost do centra Hradce Králové, kterou zajišťuje městská hromadná doprava.

11.8 Charakteristika lokality dle bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ)

Pro parcelu č. 59/8 v katastrálním území Malšova Lhota byla hodnota BPEJ vyhledána na webových stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, BPEJ je **32110**.

Charakteristika klimatického regionu (3):

Průměrná roční teplota	8 - 9 °C
Průměrný srážkový úhrn	550 - 650 mm
Charakteristika regionu	teplý, mírně vlhký

Tab. č. 3 Charakteristika klimatického regionu zvolené lokality (MZE, 1998)

Charakteristika hlavní půdní jednotky (. 21 . .):

Jedná se o půdy arenického subtypu, kterými mohou být pararendziny, regozemě, kambizemě nebo fluvizemě na lehkých, propustných substrátech (MZE, 1998).

Charakteristika sklonitosti a expozice (. . 1 . .):

Sklonitost terénu je určena jako rovina se všesměrnou expozicí (MZE, 1998).

Skeletovitost a hloubka půdy (. . . . 0):

Půda na vybrané lokalitě je bezskeletovitá. Hloubka půdy aniž by došlo k omezení vlivem tvrdé horniny je nad 60 cm (MZE, 1998).

12. Metodika

Před samotným začátkem zpracování mého návrhu jsem hledal vhodnou lokalitu v katastrálním území města Hradce Králové. Stanovil jsem si několik kritérií, která by měl vhodný pozemek splňovat.

Prvním kritériem bylo umístění pozemku na okraji města Hradce Králové, v místě vznikající zástavby rodinných domů s dobrou dostupností do centra krajského města.

Druhým kritériem byla dobrá občanská vybavenost lokality s dostupností lesů pro odpočinek či sportovní vyžití.

Dalším kritériem, které bylo zásadní v mém rozhodování, je orientace takové parcely vzhledem ke světovým stranám, hledal jsem prosluněné jižně exponované svahy s příjezdovou komunikací ideálně ze severní strany, přičemž pozemek se nesmí nacházet v záplavové zóně, což jsem ověřil na mapě záplavového území.

V samotném návrhu objektu jsem vycházel z jednoduchého kompaktního obdélníkového tvaru rodinného domu, který je typický pro nízkoenergetické domy. Zpracování projektu jsem provedl v rozsahu vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 499/2006 sb. o dokumentaci staveb, v platném znění. Vhodnost jednotlivých stavebních materiálů pro návrh jsem konzultoval s mým odborným konzultantem. Pro vytvoření grafického návrhu jsem použil program Archicad 11 a vizualizaci provedl v programu Artlantis Studio 2.

13. Průvodní zpráva

Průvodní zpráva k návrhu nízkoenergetického rodinného domu byla zpracována v rozsahu vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 499/2006 sb. o dokumentaci staveb, v platném znění.

Identifikační údaje stavby

Název stavby	Novostavba rodinného domu
Parcela	č. 59/8
Výměra parcely	706 m ²
Okres	Hradec Králové
Katastrální území	Malšova Lhota

Tab. č. 4 Údaje o parcele (Český úřad zeměměřický a katastrální, 2012)

Parcela je přístupná ze stávající komunikace. Jako staveniště pro výstavbu bude sloužit pouze pozemek č. 59/8, přičemž odstraněná ornice před samotným začátkem výstavby bude uložena na deponii v zadní části parcely.

Provedené průzkumy

Před samotným začátkem výstavby bude proveden radonový průzkum pro zjištění zemního radonu a inženýrsko-geologický průzkum. Provedené sondy určí skladbu zeminy, hloubku založení základů a výskyt podzemní vody v dané hloubce. Dále bude provedeno výškové zaměření pozemku nivelačním přístrojem a uvedení naměřených výšek do BpV (balt po vyrovnání).

Věcné a časové vazby na okolní výstavbu

Vlastní zahájení výstavby ani její dokončení není vázáno žádnými podmínkami spojenými se stávajícím okolím stavby. Pouze její konečné napojení na infrastrukturu bude možné po kolaudaci všech inženýrských sítí.

Jednoduchý harmonogram – postup výstavby

- vytyčení inženýrských sítí
- vytyčení stavby oprávněným geodetem
- zemní práce
- ležaté rozvody kanalizace

- betonování základů
- hydroizolace proti vodě
- zdivo hrubé stavby – přízemí
- stropní konstrukce
- zdivo hrubé stavby – podkroví
- tesařské konstrukce krovu
- pokrývačské a klempířské práce
- rozvody technických instalací – elektro, vodovod, kanalizace
- vnitřní omítky a keramické obklady
- tepelné izolace podlah
- betonování podlah
- okenní konstrukce a dveře
- sádkartony
- nátěry a malby
- pochozí vrstvy podlah – plovoucí podlahy atd.
- zateplení a venkovní omítky
- terénní úpravy kolem objektu, osetí trávnikem, osázení okrasnými dřevinami

Projektové kapacity

Zastavěná plocha rodinného domu je 104,51 m²

Podlahová plocha rodinného domu je 143,05 m²

Obestavěný prostor rodinného domu je 643,57 m³

14. Souhrnná technická zpráva

Souhrnná technická zpráva k návrhu nízkoenergetického rodinného domu byla zpracována v rozsahu vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 499/2006 sb. o dokumentaci staveb, v platném znění.

14.1 Architektonické a stavební řešení

V lokalitě Malšova Lhota jsou připraveny pozemky, které jsou určeny pro výstavbu rodinných domů. Tato lokalita je zasítována, tzn. jsou připraveny inženýrské sítě. Bude proveden radonový a inženýrsko-geologický průzkum pro zjištění základových podmínek.

Architektonické řešení vychází z městské zástavby, navržený rodinný domek je dvoupodlažní. Řešení vzhledu je jednoduché, kdy objekt je obdélníkového půdorysu se zastřešením pomocí sedlové střechy se sklonem 22°. Barevné řešení objektu vychází z tradičního pojetí, střecha bude pokryta betonovou taškovou krytinou barvy červenohnědé, fasáda bude provedena ze světlých odstínů, které lépe odolávají slunečnímu paprskům. Okenní a dveřní konstrukce budou dřevěné opatřené lazurou hnědé barvy (obr. č. 18).



Obr. č. 18 Jihozápadní pohled na navržený nízkoenergetický dům (vlastní zdroj)

Objekt je navržen jako zděný konstrukční systém s podélným traktem, kde založení bude na základových pasech. Obvodové a nosné zdivo bude provedeno z cihelných tvárnic systému Sendwix. Stropní konstrukce je navržena jako strop z monolitického betonu. Konstrukce krovu je řešena jako vaznicová soustava uložená na obvodové zdivo. Elektrické kabelové vedení je napojeno na připravenou elektrickou přípojku. Na pozemek bude vyvedena přípojka kanalizace, do které bude objekt napojen. Splašková kanalizace je svedena do městské kanalizace přes revizní šachtu odpadních vod. Vodovod bude napojen na připravenou vodovodní přípojku na hranici pozemku. Z pozemku je připraven sjezd na stávající komunikaci. Tento pozemek je vhodný pro výstavbu navrženého rodinného domu. U novostavby rodinného domu bude připravena plocha pro stání jednoho osobního automobilu.

Novostavba rodinného domu nebude mít svým užíváním negativní vliv na životní prostředí, a proto není nutné navrhovat žádná opatření pro ochranu životního prostředí kromě dodržování stávající legislativy. Běžný komunální odpad bude skladován v popelnicích nebo kontejnerech a pravidelně odvážen odpovědnou organizací. Objekt není nutno řešit s ohledem na osoby se sníženou schopností pohybu nebo orientace. Stavba nebude mít vliv na sousední pozemky. Při provádění stavebních prací bude zajištěn takový způsob provádění, aby nepřekračoval limity pro hluk, prašnost, a aby nedošlo k narušení okolního provozu. Po celou dobu výstavby rodinného domu bude prováděn veškerý úklid přístupové komunikace a zamezena možnost jejího zničení. Při provádění všech stavebních prací musí být dodrženy veškeré předpisy a opatření dle platných norem.

14.2 Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí

Vlastní provoz objektu nebude mít negativní vliv na zhoršení životního prostředí v daném místě. Jedná se o provoz rodinného domu, který není zdrojem hluku ani škodlivých exhalací.

Vytápění je zde řešeno elektrickým topením uloženým v podlaze. Pro ohřev pitné vody budou sloužit solární kolektory, umístěné na jižně exponované straně střechy. Dalším zdrojem tepla v objektu bude lokální topidlo na biomasu.

Větrání bude zajištěno nuceným způsobem pomocí centrální jednotky s rekuperací tepla. Osvětlení bude přímé okny.

14.3 Ochrana proti hluku

Navrhovaný rodinný dům nebude mít negativní vliv na své okolí z hlediska ochrany proti hluku. Prostory uvnitř objektu jsou odizolovány obvodovým pláštěm a okenními konstrukcemi. Ochrana proti kročejovému hluku je navržena izolace v konstrukci podlahy. Druhy navržené izolace v podlaze včetně skladby podlah jsou k nahlédnutí v příloze č. 5.

14.4 Úspora energie a tepla

14.4.1 Výpočet součinitele prostupu tepla U

Výpočet prostupu tepla byl proveden pomocí energetické kalkulačky na webových stránkách <http://www.tzb-info.cz>, přičemž byly zvoleny tři konstrukce (tab. č. 5), pro které byly hodnoty U vypočteny a následně posouzeny

s doporučenými hodnotami $U_{N,20}$ uvedenými v ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – požadavky.

Druh posuzované kce	Vypočítané U [W/(m ² .K)]	Doporučené $U_{N,20}$ [W/(m ² .K)]
Vnější stěna	0,14	0,20
Stropní kce v 2.N.P.	0,12	0,20
Podlahová kce v 1.N.P.	0,24	0,30

Tab. č. 5 Posouzení vypočítaného součinitele prostupu tepla s ČSN 73 0540-2:2011 (ÚNMZ, 2011)

Platí, že $U < U_{N,20}$ » všechny tři posuzované konstrukce **vyhovují**.

Výpočty všech tří konstrukcí jsou podrobně uvedeny v příloze č. 12.

14.4.2 Výpočet měrné spotřeby energie EP_A

Dle vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu č. 148/2007 sb. o energetické náročnosti budov, v platném znění, se měrná spotřeba energie stanoví z následujícího vztahu.

$$EP_A = 277,8 \times EP/A_c \text{ [kWh/(m}^2\text{.rok)] (MPO, 2007)}$$

EP = vypočtená celková roční dodaná energie [GJ/rok]

A_c = celková podlahová plocha [m²] (MPO, 2007)

Celková roční dodaná energie EP byla vypočtena prostřednictvím energetické kalkulačky na webových stránkách <http://www.tzb-info.cz>, podrobný výpočet je v příloze č. 13.

$$EP_A = 277,8 \times 24/143,05$$

$$A_c = 143,05 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$EP_A = 47 \text{ [kWh/(m}^2\text{. rok)]}$$

$$EP = 24 \text{ [GJ/rok]}$$

Vypočtená hodnota 47 [kWh/(m².rok)] byla porovnána s tabulkou tříd energetické náročnosti a **budova byla zařazena do třídy A, mimořádně úsporná** (MPO, 2007).

14.5 Odvodnění území včetně zneškodnění odpadních vod

Odpadní vody dešťové budou svedeny do akumulární nádrže, umístěné v zahradě u objektu s případný přepadem do městské kanalizace.

Odpadní vody splaškové budou svedeny z objektu přes revizní šachtu do městské kanalizace.

14.5.1 Výpočet množství odpadních vod

Splaškové odpadní vody

Počet osob v domě..... 4

Množství odpadních vod..... 100 l/os.den (MZE, 2001)

Průměrné denní množství odpadních vod

$$Q_{24} = 0,4 \text{ m}^3/\text{os.den}$$

Maximální průtok splaškových vod

$$Q_{\max} = Q_{24} \times k_h \quad (8,5) \quad k_h - \text{součinitel hodinové nerovnoměrnosti}$$

$$Q_{\max} = 0,142 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dešťové odpadní vody

$$Q = \psi \cdot S_s \cdot q_s \quad \psi - \text{součinitel odtoku (střecha koeficient 0,9)}$$

(zpevněná plocha koeficient 0,7)

S_s – plocha povodí stoky v ha (střecha - 0,0118 ha)

(zpevněná plocha – 0,005 ha)

q_s – intenzita směrodatného deště uvažované četnosti v l/s.ha
pro Hradec Králové $q_s=143$ l/s.ha (TZB-info.cz, 2013c)

$$Q = 1,994 \text{ l/s (Synáčková, 2010)}$$

14.6 Zásobování pitnou vodou

Navrhovaný rodinný dům bude zásobován pitnou vodou z provedené vodovodní přípojky, která bude připravena na hranici pozemku.

14.6.1 Výpočet potřeby pitné vody (dle směrnice č. 9/1973)

Počet osob v domě.....4

Potřeba pitné vody.....230 l/os.den (u rodinného domu bude snížena o 20%)

Průměrná denní potřeba vody:

$$Q_P = \text{počet obyvatel} \times 184 \text{ l/os.den}$$

$$Q_P = 736 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_m = Q_p \times k_d (1,5) \quad k_d - \text{součinitel denní nerovnoměrnosti}$$

$$Q_m = 1104 \text{ l/den (0,013 l/s)}$$

Maximální hodinová potřeba vody:

$$Q_h = Q_m \times k_h (1,8) \quad k_h - \text{součinitel hodinové nerovnoměrnosti}$$

$$Q_h = 0,023 \text{ l/s}$$

Roční spotřeba vody – 268,64 m³/rok

(MZ, 1973)

14.7 Povrchové úpravy okolí stavby včetně vegetačních úprav

Vnější úpravy ploch spočívají ve vytvoření zámkové dlažby u objektu. Skladba zámkové dlažby musí být navržena tak, aby přenesla zatížení od osobního automobilu. Olemování zpevněných ploch bude betonovými obrubníky. Ostatní plocha bude zatravněna a osázena okrasnými dřevinami.

15. Technická zpráva

Technická zpráva byla zpracována dle rozsahu vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj č. 499/2006 sb. o dokumentaci staveb, v platném znění.

Součástí technické zprávy jsou níže uvedené přílohy, které jsou přiloženy v samostatných deskách.

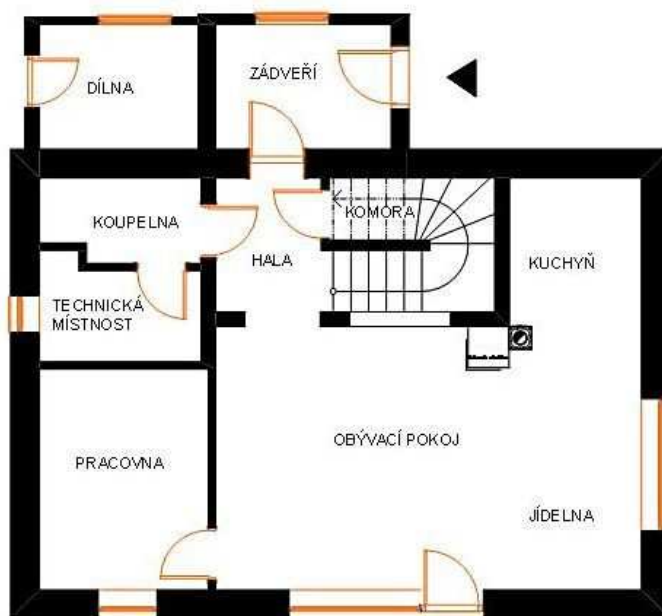
Příloha č. 1 PŮDORYS ZÁKLADŮ	M 1: 50
Příloha č. 2 PŮDORYS 1.N.P.	M 1: 50
Příloha č. 3 PŮDORYS 2.N.P.	M 1: 50
Příloha č. 4 PŮDORYS KROVU	M 1: 50
Příloha č. 5 ŘEZ A-A'	M 1: 50
Příloha č. 6 POHLED SEVERNÍ	M 1: 50
Příloha č. 7 POHLED JIŽNÍ	M 1: 50
Příloha č. 8 POHLED VÝCHODNÍ	M 1: 50

Příloha č. 9 POHLED ZÁPADNÍM 1: 50

Příloha č. 10 SITUACE..... M 1: 200

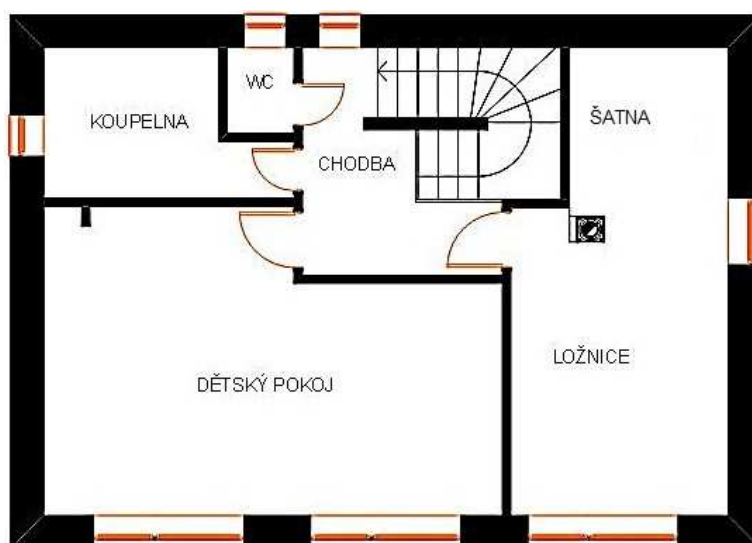
15.1 Popis objektu

Vstup do objektu novostavby bude z východní strany (obr. č. 19). Přes zádveří o ploše 5,02 m² se dostanete do prostoru haly, která bude mít podlahovou plochu 10,35 m². Dveřmi napravo vstoupíte do koupelny, kde je umístěn sprchový kout, WC, umyvadlo. Koupelna je navržena na podlahové ploše 3,71 m². Přes koupelnu bude vstup dveřmi do technické místnosti, ve které je umístěn solární tank na ohřev teplé vody, pračka se sušičkou. Nad sádkartovým podhledem je navržena centrální větrací jednotka s rekuperací vzduchu. Plocha technické místnosti bude 4,36 m². Za dveřmi na levé straně haly bude komora, kde je umístěn hlavní uzávěr vody. Komora bude mít využitelnou plochu 1,80 m² a bude využívána jako sklad. Vedle komory je navrženo levotočivé železobetonové schodiště se stupnicemi obloženými dřevěným obkladem, které propojuje prostory 1. nadzemního podlaží s 2. nadzemním podlažím rodinného domu. Přímo rovně se z haly dostanete do obývacího pokoje o ploše 21,88 m², ve kterém jsou nalevo umístěny ekologická krbová kamna na biomasu. Na pravé straně se dveřmi dostanete do pracovny, která bude mít podlahovou plochu 9,05 m². V obývacím pokoji je navržena balkonová stěna, která umožňuje přímý vstup z objektu do zahrady. Obývací pokoj je přímo propojen s kuchyní a prostorem jídelny o ploše 7,31 m². Prostor kuchyně je situován vlevo za krbovými kamny. Je zde umístěna myčka nádobí, elektrická trouba s vaříčem, digestoř a lednice. Kuchyň bude mít podlahovou plochu 8,30 m². Ze zahrady na západní straně objektu bude vstup do dílny, která bude sloužit jako sklad nářadí a zahradní techniky. Plocha dílny bude 5,74 m² a nebude s obytnou zónou domu přímo propojena.



Obr. č. 19 Dispoziční řešení 1. nadzemního podlaží rodinného domu (vlastní zdroj)

Jak je ukazuje obr. č. 20, tak po levotočivém schodišti v hale se dostanete na chodbu 2. nadzemního podlaží. Podlahová plocha chodby bude 6,47 m². Prvními dveřmi vpravo je možné vstoupit na WC o ploše 1,20 m². Za druhými dveřmi vpravo je navržena koupelna se sprchovým koutem, vanou, pračkou a umyvadlem. Prostor koupelny bude mít podlahovou plochu 6,45 m². Za třetími dveřmi vpravo z chodby naleznete prostorný dětský pokoj, jehož podlahová plocha bude 25,90 m². Na levé straně chodby je navržen vstup dveřmi do ložnice o ploše 13,72 m². Součástí ložnice bude i šatna, která je umístěna na levé straně místnosti. Podlahová plocha šatny bude 5,17 m². Z chodby je možné se dostat do prostoru podkroví, po otevření dvířek v podhledu a vysunutí žebříku.



Obr. č. 20 Dispoziční řešení 2. nadzemního podlaží rodinného domu (vlastní zdroj)

15.2 Stavebně technické řešení objektu

Zemní práce

Novostavba nízkoenergetického rodinného domu je navržena v rovinném terénu nad úrovní stávající komunikace. Nejdříve bude stržena ornice do hloubky cca 20-30 cm dle inženýrsko-geologického průzkumu a následně budou vyhloubeny rýhy pro základové pasy.

Základy

Navržené řešení předpokládá založení objektu na základových pasech do hloubky stanovené statikem. Na základové pasy bude vyžděno zdivo z tvárnice ztraceného bednění a vylito betonem C12/15. Do tvárnice bude vložena vodorovná i svislá výztuž z důvodu stability tohoto bednění. Do výšky 100 mm pod vrch ztracených tvárnice

bude proveden štěrkový podsyp, který bude řádně zhutněn tzv. žábou. Poté bude provedena základová deska v tloušťce 100 mm z betonu C16/20 a vyztužena kari sítí. Do základových pasů bude použit beton C12/15. Pro návrh byly použity běžně používané pevnostní třídy betonu, přičemž před samotnou výstavbou je nutné posouzení statikem (Betonárka Mukařov, 2012). Výkres základů je k nahlédnutí v příloze č. 1.

Svislé konstrukce

Nosné a obvodové zdivo je navrženo z vápenopískových tvárnic systému Sendwix tloušťky 240 mm a 175 mm. Příčky budou v 1.N.P i ve 2.N.P rovněž z vápenopískových příčkovek systému Sendwix tloušťky 115 mm. Při provádění musí být dodržen technologický postup daný výrobcem, aby byly zachovány deklarované vlastnosti výrobku. Systém Sendwix se vyznačuje výbornými technickými parametry zvláště vysokou pevností při relativně malé tloušťce zdiva, a proto je vhodný pro vícevrstvé stěny (KM Beta, 2012c).

Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukci bude tvořit monolitický strop. Bude proveden jako křížem vyztužená deska uložená na obvodovém a schodišťovém zdivu. Tloušťka stropní konstrukce a provedení výztuže bude navrženo oprávněným statikem. V návrhu byla použita běžná tloušťka stropní konstrukce 180 mm. Nad okenními a dveřními otvory budou osazeny překlady systému Sendwix (KM Beta, 2012b), konkrétní specifikace je v tabulce překladů v příloze č. 2 a č. 3.

Střešní konstrukce

Zastřešení objektu je řešeno sedlovou střechou se sklonem 22°, kde krov je navrženo jako vaznicová soustava. Konstrukce krovu bude přenášet zatížení na železobetonový věnec ukončující zdivo ve 2. nadzemním podlaží. Návrh konstrukce krovu je k nahlédnutí v příloze č. 4. Střešní krytina je navržena z betonových tašek KMB Beta v červenohnědé barvě (KM Beta, 2012a).

Podlahy

V 1. nadzemním podlaží je navržena skladba nad hydroizolaci, tepelná izolace v tloušťce 150 mm, PE folie, betonová mazanina tloušťky 50 mm a podlahová krytina. Ve 2. nadzemním podlaží bude skladba z minerálních desek Steprock

tloušťky 30 mm, pojistné izolace Jutafol, betonové mazaniny v tloušťce 50 mm a nášlapné vrstvy z desek Marmolea (Juta, 2010; Rockwool, 2012b). V prostorách sociálního zařízení a zádveří bude jako nášlapná vrstva keramická dlažba v protiskluzné úpravě.

Sádrokartonové konstrukce a podhledy

Strop 2. nadzemního podlaží je tvořen sádrokartonovým podhledem z desek tloušťky 12,5 mm na nosný rošt, který bude uchycen ke konstrukci krovu (Rigips, 2013). A to na spodní hraně kleštiny. V prostorách koupelny bude použito sádrokartonových desek vhodných do vlhkého prostředí. Podhled v 1. nadzemním podlaží bude navržen z důvodu zakrytí procházející vzduchotechniky. Umístění tohoto podhledu je k nahlédnutí v příloze č. 2.

Hydroizolace

Izolace proti zemní vlhkosti bude provedena penetračním nátěrem a natavením oxidovaného asfaltového pásu Bitalbit (Dehtochema, 2012). Pod střešní krytinou bude pojistná izolace z kontaktní folie Jutatop. Jako parotěsná zábrana je navržena folie Jutafol (Juta, 2010).

Tepelná a zvuková izolace

Tepelná izolace je navržena tak, aby objekt splňoval současné předpisy. Tepelná izolace stropní konstrukce v 2. nadzemním podlaží bude provedena z Rockwool Rockmin v tloušťce 300 mm (Rockwool, 2012a). Ve skladbě podlahy v 2. nadzemním podlaží budou tvořit kročejovou izolaci (izolaci proti kročejovému hluku) minerální desky Steprock v tloušťce 40 mm (Rockwool, 2012b). V podlaze 1. nadzemního podlaží je navržen polystyren S 100 v tloušťce 150 mm. Obvodové zdivo bude zatepleno deskami fasádního polystyrenu v označení 70F tloušťky 240 mm. Do základů je navrhnut extrudovaný polystyren o tloušťce 50 mm (Styrotrade, 2004).

Úpravy povrchu stěn

Vnitřní omítky budou vápenocementové opatřené vápenným štukem. Povrch stropu bude ponechán jako pohledový beton. Vnější omítky budou provedeny jako minerální zatíraná omítka (Cemix, 2012). V sociálních zařízeních budou keramické obklady.

Výplně otvorů

Do okenních otvorů budou osazeny dřevěné eurookna Solid Comfort s izolačním trojsklem v odstínu tmavého dubu (Slavona, 2012b). Jako vchodové a balkonové dveře byly zvoleny dřevěné dveře Progression (Slavona, 2012a). Typ vnitřních dveří bude zvolen dle požadavků investora.

Klempířské výrobky

Na objektu budou provedeny běžné klempířské práce jako je například osazení dešťových žlabů a svodů. Materiálem pro klempířské práce je titanzinkový plech.

Nátěry

Veškeré kovové výrobky budou opatřeny základním a dvojnásobným vrchním nátěrem. Dřevěné venkovní konstrukce budou natřeny lazurovacím lakem barvy hnědé. Konstrukce krovu bude opatřena nátěrem proti dřevokazným škůdcům a plísním.

Malby

Ve vnitřních prostorách objektu budou provedeny malby stěn dvojnásobným pačokováním. Sádrokartonové konstrukce budou opatřeny nátěrem k tomu určeným.

Komín

V objektu je navrženo komínové těleso systému Schiedel Absolut, které je vhodné svou mimořádnou těsností pro nízkoenergetické domy a domy s řízeným větráním (Schiedel, 2012).

Větrání

Větrání objektu je zajištěno centrální jednotkou Duplex se zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu (rekuperací), umístěné v technické místnosti v 1. nadzemním podlaží (Atrea, 2012).

Zdroj energie

V objektu je navržen solární systém. Na jižně exponovanou stranu střechy budou umístěny solární kolektory, které slouží k ohřevu vody. Pro návrh byl zvolen systém společnosti Viessmann (Viessmann, 2012). K pokrytí zbylé potřeby energie na vytápění budou sloužit ekologická kamna na biomasu.

16. Výsledky

Návrh nízkoenergetického domu je převážně prezentován formou výkresové dokumentace, což jsou přílohy č. 1 – č. 10, které jsou přiloženy v samostatných deskách. Tyto přílohy byly zpracovány v programu ArchiCad 11. Rozhodující také bylo barevné řešení domu, a proto byla provedena vizualizace, která je prezentována v příloze č. 11. Pro vizualizaci byl zvolen program Artlantis Studio 2.

Na základě vyhlášky Ministerstva průmyslu a obchodu č. 148/2007 sb. o energetické náročnosti budov, v platném znění, byla vypočtena měrná spotřeba energie a dům byl zařazen dle energetické náročnosti do třídy A, mimořádně úsporný.

17. Diskuze

Nízkoenergetická výstavba má v České republice poměrně malou tradici, oproti našim západním sousedům. Lze proto souhlasit s tvrzením Smoly (2008), že příčinou této situace je jistá informační bariéra, která u nás vznikla v době komunismu. V naší zemi nebyl kladen patřičný důraz na energeticky úspornou výstavbu. A proto si myslím, že bude do určité míry podstatné, jak se nám podaří zlepšit informovanost široké veřejnosti v této oblasti. Je rovněž možné vycházet ze zkušeností hlavně našich německy mluvících sousedů, a přijmout na vládní úrovni například taková opatření, stanovující požadavek na výstavbu energeticky úsporných úředních budov financovaných z veřejných rozpočtů. Přínos bych také viděl ve stále se zvyšujícím počtu odborných i laických publikacích, které vycházejí ze zkušeností vlastníků nízkoenergetických staveb.

Jak se zmiňuje Šmelhaus a kol. (2004), naše norma není závazná pro projektování energeticky úsporných staveb (ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov), a tudíž se často vychází z norem německých nebo rakouských. Chtěl bych proto zdůraznit potřebu úpravy našich norem, které by měly být rozšířeny o závazné normy pro nízkoenergetickou výstavbu. Taková opatření přispějí ke zpřehlednění problematiky a vymezí požadavky, které budou kladeny na projektanty.

Chtěl bych se také zmínit o problematice dispozičního řešení rodinných domů. Projektanti často při samotném návrhu podceňují řešení úložného prostoru v domě,

což může vést až ke snižování kvality vnitřního prostředí. A proto si myslím, že je zcela namístě se o řešení úložných ploch v domě zajímat a zařadit tento aspekt na stejnou úroveň, jako je kvalita konstrukčního řešení nebo celková cena výstavby domu.

Náklady na nízkoenergetickou výstavbu jsou oproti běžné výstavbě vyšší asi o 10%, jak uvádí Vodičková (2008). Podle mého názoru je investice do nízkoenergetického standardu prozíravá ve výhledu do budoucnosti. Ceny energií rostou a porostou. A proto je moudré věnovat pozornost právě takovému druhu výstavby. I s vědomím vyšších počátečních nákladů se tato investice v budoucnu vrátí.

18. Závěr

Výstavba energeticky úsporných domů je v dnešní době u nás v začátcích, vždyť počet takových domů se u nás pohybuje v řádech stovek. Tento počet se ale neustále zvyšuje i přes vyšší počáteční náklady na stavbu. Největší nárůst je patrný u domů nízkoenergetických a pasivních, naopak pro domy nulové nebo energeticky nezávislé nejsou u nás příliš vhodné klimatické podmínky. Výhody této výstavby jsou ve výrazném snížení nákladů na vytápění, ohřev vody, osvětlení nebo chlazení budovy, což vede k větší energetické nezávislosti na poskytovatelích energie.

Podstatná je při návrhu domu volba stavebních materiálů. Tato bakalářská práce se rovněž snaží poukázat na možnost využití obnovitelných tedy recyklovatelných materiálů. Výroba takových stavebních materiálů s sebou přináší nižší zátěž pro životní prostředí a klade důraz na ekologické hledisko. V zahraničí jsou tyto materiály běžně používané, zatímco náš trh v současné době nenabízí příliš velkou nabídku takových materiálů.

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat návrh nízkoenergetického rodinného domu, tak aby co nejlépe vystihl charakter a požadavky, které souvisí s touto problematikou. U Návrhu je podstatné i architektonické řešení, protože dům bylo třeba začlenit do stávající zástavby rodinných domů v určené lokalitě. Koncepti návrhu je možno chápat jako obecný návod pro řešení nízkoenergetické výstavby, protože tato výstavba do určité míry vychází z opakování ověřených principů a přizpůsobování se konkrétním podmínkám dané lokality. Navrhovaný dům využívá

solární energii pro ohřev vody, což vede k úspoře energie, protože sluneční paprsky jsou zadarmo. Výsledný návrh byl posouzen z hlediska tepelně technického a zcela odpovídá požadavkům, které jsou vyžadovány od nízkoenergetických domů.

Podle mého názoru je energeticky úsporná výstavba v České republice teprve na začátku cesty k získání si pevného místa na stavebním trhu. Doufám, že právě tato bakalářská práce přispěje ke zpřehlednění této problematiky a poslouží alespoň k malému kroku vpřed.

19. Přehled literatury a použitých zdrojů

Brotánek A. a Brotánková K., 2012: Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech, Grada Publishing, Praha.

Doseděl A., Kubát J., Kubát P., Soukup J., Studený M., 2002: Čítanka výkresů ve stavebnictví, Sobotáles, Praha.

Eicker U., 2009: Low Energy Cooling for Sustainable Buildings, John Wiley & Sons Ltd, Chichester.

Feist W. a Klien J., 1993: Das Niedrigenergiehaus - Energiesparen im Wohnungsbau der Zukunft, A.C.Müller GmbH, Karlsruhe.

Harvey D., 2006: A Handbook on Low-Energy Buildings and District-Energy Systems, Earthscan, London.

Hudec M., 2008: Pasivní rodinný dom - Proč a jak stavět, Grada Publishing, Praha.

Humm O., 1999: Nízkoenergetické domy, Grada Publishing, Praha.

Nagy E., 2002: Nízkoenergetický ekologický dom, Jaga Group, Bratislava.

Novák J., 1999: Úspory energie v rodinných domech a bytech, Grada Publishing, Praha.

Pregizer D., 2009: Zásady pro stavbu pasivního domu, Grada Publishing, Praha.

Smola J., 2007: Stavba rodinného domu krok za krokem, Grada Publishing, Praha.

Smola J., 2011: Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů, Grada Publishing, Praha.

Srdečný K., 2007: Energeticky soběstačný dům – realita, či fikce?, ERA, Brno.

Šmelhaus P., Pločková I., 2004: Nízkoenergetický dům, ARCH, Praha.

Tywoniak J., 2005: Nízkoenergetické domy - Principy a příklady, Grada Publishing, Praha.

Tywoniak J., 2008: Nízkoenergetické domy 2 – Principy a příklady, Grada Publishing, Praha.

Tywoniak J., 2012: Nízkoenergetické domy 3 - Nulové, Pasivní a další, Grada Publishing, Praha.

Vodičková E., 2008: Vše o nízkoenergetickém domě, Jaga Group, Bratislava.

MMR, 2006: Vyhláška č. 499/2006 sb. o dokumentaci staveb, v platném znění.

MPO, 2007: Vyhláška č. 148/2007 sb. o energetické náročnosti budov, v platném znění.

MZ, 1973: Směrnice č. 9/1973 výpočet potřeby vody

MZE, 1998: Vyhláška č. 327/1998 sb. charakteristika bonitovaných půdně ekologických jednotek, v platném znění.

MZE, 2001: Vyhláška č. 428/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu, v platném znění.

ÚNMZ, 2011: ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – požadavky, v platném znění. Český normalizační institut, Praha.

Článek v časopise:

Raclavský J., Hlušík P., Biela R., Raček J., Bartoník A., 2012: Hospodaření s šedou a dešťovou vodou v budovách. Vodní hospodářství 2: 65-66.

Internetové zdroje:

Atrea, 2012: Větrací jednotky Duplex, online <http://www.atrea.cz/cz/univerzalni-ventraci-jednotky>, cit. 10.12.2012.

Betonárka Mukařov, 2012: Třídy betonu, online <http://betonmuk.cz/cen%C3%ADk/cena-betonu.html>, cit. 4.11. 2012

Cemix, 2012: Minerální zatíraná omítka, online <http://www.cemix.cz/produkty/50-SLECHTENE-OMITKY/51-Slechtene-omitky-mineralni/110-Mineralni-zatirana-omitka>, cit. 11.11.2012.

CIUR, 2013: Blower-Door test, online <http://www.ciur.cz/clanek/zobrazit/nabizime-blower-door-test>, cit. 13.3.2013.

Cykloserver.cz, 2007: Cykloatlas, online <http://www.cykloserver.cz/cykloatlas/#pos=50.84064P20.95093P7>, cit. 4.3.2013.

Český úřad zeměměřický a katastrální, 2012: Nahlížení do KN, online <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/VyberParcelu.aspx>, cit. 1.12.2012.

Dehtochema, 2012: Izolace proti zemní vlhkosti, online <http://www.dehtochema.cz/produkty/zobrazit/bitalbit-s-40>, cit. 23.11.2012.

Ekopanely CZ, 2013: Ekopanely info, online <http://www.ekopanely.cz/imatinfo.html>, cit. 17.3.2013.

Google, 2013: Hradec Králové, online <http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl>, cit. 23.2.2013.

Hradec Králové, 2012: Územní plán města Hradce Králové, online <http://www.hradeckralove.org/urad/uzemni-plan>, cit. 10.2.2013.

Juta, 2010: Hydroizolační výrobky a parotěsné zábrany, online http://www.juta.cz/vyrobniprogramy/strechy-a-steny/_vyrobky.html, cit. 4.11.2012.

KM Beta, 2012a: Betonové střešní tašky, online http://www.kmbeta.cz/sortiment/info_BETA.html, cit. 19.10.2012.

KM Beta, 2012b: Překlady, online <http://www.sendwix.cz/sortiment/VPC/preklady.html>, cit. 20.11.2012.

KM Beta, 2012c: Vápenopískové cihly, online http://www.sendwix.cz/sortiment/info_VPC.html, cit. 20.11.2012.

Rigips, 2013: Sádrokartonové podhledy, online <http://www.rigips.cz/podhledy-ze-sadrokartonovych-desek/>, cit. 1.3.2013.

Rockwool, 2012a: Stavební izolace, online <http://www.rockwool.cz/produkty/stavebni+izolace>, cit. 11.11.2012.

Rockwool, 2012b: Steprock, online <http://www.rockwool.cz/produkt-reseni/u/2011.product/1331/stavebni-izolace/steprock-hd>, cit. 23.2.2013.

Schiedel, 2012: Komíny pro novou výstavbu, online <http://www.schiedel.cz/produkty/kominy-pro-novou-vystavbu>, cit. 29.11.2012.

- Slavona, 2012a:** Dřevěné dveře, online <http://www.slavona.cz/drevene-drevohlinikove-dvere/>, cit. 21.11.2012.
- Slavona, 2012b:** Dřevěná okna, online <http://www.slavona.cz/eurookna/>, cit. 21.11.2012.
- Styrotrade, 2004:** Tepelná izolace, online <http://www.styrotrade.cz/cz/pdf-dokumenty/>, cit. 5.11.2012.
- Synáčková, 2010:** Stokování, online <https://netstorage.czu.cz/NetStorage/>, cit. 20.11.2012.
- The Fram Museum, 2013:** The model of the Fram, online <http://www.frammuseum.no/Visit-the-Museum/The-new-museum.aspx>, cit. 23.2.2013.
- Transform, 2013:** Technologie recyklace, online <http://www.recyklace.cz/cs/technologie-recyklace/>, cit. 17.3.2013.
- Truhlářství Moučka, 2012:** Špaletová okna, online http://truhlarstvi.hyperlink.cz/img/ukazky/okno_spal_hmd_big.jpg, cit. 20.12.2012.
- TZB-info.cz, 2013a:** Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci, online <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/68-prostup-tepla-vicевrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>, cit. 10.3.2013.
- TZB-info.cz, 2013b:** Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody, online <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>, cit. 10.3.2013.
- TZB-info.cz, 2013c:** Odvodnění zpevněných ploch, online <http://www.tzb-info.cz/4846-odvodneni-zpevnnych-ploch-vsakovanim>, cit. 15.3.2013.
- Viessmann, 2012:** Solární systém, online http://www.viessmann.cz/cs/rodinny_dum_dvougeneracni_rodinny_dum/produkce/Solar-Systeme/Vitosol_200-F.html, cit. 10.12.2012.
- Wikipedia, 2012a:** Historie Malšovic, online [http://cs.wikipedia.org/wiki/Malšovice_\(Hradec_Králové\)](http://cs.wikipedia.org/wiki/Malšovice_(Hradec_Králové)), cit. 30.11.2012.

Wikipedia, 2012b: Přírodní park Orlice, online

http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_park_Orlice, cit.

22.12.2012.

20. Přílohy

Příloha č. 1 PŮDORYS ZÁKLADŮ

Příloha č. 2 PŮDORYS 1.N.P.

Příloha č. 3 PŮDORYS 2.N.P.

Příloha č. 4 PŮDORYS KROVU

Příloha č. 5 ŘEZ A-A'

Příloha č. 6 POHLED SEVERNÍ

Příloha č. 7 POHLED JIŽNÍ

Příloha č. 8 POHLED VÝCHODNÍ

Příloha č. 9 POHLED ZÁPADNÍ

Příloha č. 10 SITUACE

Příloha č. 11 VIZUALIZACE

Příloha č. 12 VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

Příloha č. 13 VÝPOČET CELKOVÉ ROČNÍ DODANÉ ENERGIE

Přílohy č. 1 – č. 10 jsou samostatně přiloženy ve svázaných deskách.

Příloha č. 11 VIZUALIZACE



Obr. č. 21 Vizualizace – východní strana (vlastní zdroj)



Obr. č. 22 Vizualizace – jihovýchodní strana (vlastní zdroj)



Obr. č. 23 Vizualizace – jižní strana (vlastní zdroj)



Obr. č. 24 Vizualizace – jižní strana se vstupem do zahrady (vlastní zdroj)



Obr. č. 25 Vizualizace – jihozápadní strana (vlastní zdroj)



Obr. č. 26 Vizualizace – severní strana (vlastní zdroj)

Příloha č. 12 VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA

Vnitřní výpočtová teplota místnosti (podle ČSN 06 0210:1994) $t_i =$		20	°C	???
Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (dle ČSN 73 0540 se pro obytné budovy volí $t_{ap} = t_i + 1$) $t_{ap} =$		21	°C	???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce		$R_{si} = 0.25$	m^2K/W	???
				$t_{si,0} = 19.97$ °C
Materiál	d [m]	λ [W/mK]		
interiér	1. Sádkartonová deska	0.0125	0.21	$R_1 = 0.06$ m^2K/W $t_{si,1} = 19.73$ °C
	2. Ocelový rošt	-	-	$R_2 = -$ m^2K/W $t_{si,2} = -$ °C
	3. Parotěsná zábrana	-	-	$R_3 = -$ m^2K/W $t_{si,3} = -$ °C
	4. Rockwool Rockmin	0.3	0.039	$R_4 = 7.692$ m^2K/W $t_{si,4} = -11.84$ °C
	5.			$R_5 = -$ m^2K/W $t_{si,5} = -$ °C
exteriér	6.			$R_6 = -$ m^2K/W $t_{si,6} = -$ °C
		$\Sigma d = 0.313$ m		$R_N = 7.75$ m^2K/W ???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce		$R_{se} = 0.04$	m^2K/W	???
				$t_e = -12$ °C
Součinitel prostupu tepla $U =$		0.12	W/m^2K	
Tepelný odpor konstrukce $R_T =$		8.04	m^2K/W	???



Obr. č. 27 Výpočet součinitele prostupu tepla – stropní kce v 2.N.P (TZB-info.cz, 2013a)

Vnitřní výpočtová teplota místnosti (podle ČSN 06 0210:1994) $t_i =$		20	°C	???	
Výpočtová teplota vnitřního vzduchu (dle ČSN 73 0540 se pro obytné budovy volí $t_{ap} = t_i + 1$) $t_{ap} =$		21	°C	???	
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce $R_{s1} =$			m^2K/W	???	
				$t_{s1,0} = 21$ °C	
	Materiál	d [m]	λ [W/mK]		
interiér ↑ ↓ exteriér	1. Nášlapná vrstva	-	-	$R_1 = -$ m^2K/W	$t_{s1,1} = -$ °C
	2. Betonová mazanina	0.05	1.23	$R_2 = 0.041$ m^2K/W	$t_{s1,2} = 20.68$ °C
	3. Polystyren 100S	0.150	0.037	$R_3 = 4.054$ m^2K/W	$t_{s1,3} = -11.36$ °C
	4. Hydroizolace	-	-	$R_4 = -$ m^2K/W	$t_{s1,4} = -$ °C
	5. Podkladní beton	0.100	1.23	$R_5 = 0.081$ m^2K/W	$t_{s1,5} = -12$ °C
	6.			$R_6 = -$ m^2K/W	$t_{s1,6} = -$ °C
		$\Sigma d = 0.3$	m	$R_N = 4.18$ m^2K/W	???
<input checked="" type="checkbox"/> Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce $R_{s2} =$			m^2K/W	???	
				$t_e = -12$ °C	
Součinitel prostupu tepla $U =$		0.24	W/m^2K	Tepelný odpor konstrukce $R_T =$	
				4.18 m^2K/W	



Plocha konstrukce $S = 1$ m^2 Prostup tepla konstrukcí $Q = U \cdot S \cdot (t_i - t_e) = 8$ W

Obr. č. 29 Výpočet součinitele prostupu tepla – podlahová kce v 1.N.P (TZB-info.cz, 2013a)

Príloha č. 13 VÝPOČET CELKOVÉ ROČNÍ DODANÉ ENERGIE

Lokalita [\(Tabuľka\)](#) tem = 12 °C tem = 13 °C tem = 15 °C [???](#)

Město Hradec Králové Délka topného období d = 224 [dny]

Venkovní výpočtová teplota $t_e = -12$ °C Prům. teplota během otopného období $t_{es} = 3.9$ °C

Vytápění

Tepelná ztráta objektu $Q_C = 3$ kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 19$ °C [???](#)

Vytápěči denostupně
 $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3382$ K.dny

Opravné součinitele a účinnosti systému

$e_i = 0.85$ [???](#) $\eta_o = 0.95$ [???](#)

$e_t = 0.90$ [???](#) $\eta_r = 0.95$ [???](#)

$e_d = 1.00$ [???](#)

Opravný součinitel ϵ [???](#)

$\epsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.765$

$\epsilon = 0.765$

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

$Q_{VYT,r} = \langle \frac{24 \text{ GJ/rok}}{6.7 \text{ MWh/rok}} \rangle$ [Náklady](#)

Ohřev teplé vody

$t_1 = 10$ °C [???](#) $\rho = 1000$ kg/m³ [???](#)

$t_2 = 55$ °C [???](#) $c = 4186$ J/kgK [???](#)

$V_{2p} = 0.328$ m³/den [???](#)

Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$ [???](#)

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 25.7$ kWh

Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15$ °C

Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5$ °C

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

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

$Q_{TUV,r} = \langle \frac{29.1 \text{ GJ/rok}}{8.1 \text{ MWh/rok}} \rangle$ [Náklady](#)

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \langle \mathbf{53.1 \text{ GJ/rok}} \rangle$ [Náklady](#)

14.7 MWh/rok

Obr. č. 30 Výpočet celkové roční potřeby energie na vytápění a ohřev vody (TZB-info.cz, 2013b)