

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování



**Nízkoenergetické domy, vliv jejich
aplikace v území na urbanistickou
konceptci**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. arch. Karel Maier, CSc.

Student: Kristýna Formánková

Praha 2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované geoinformatiky a územního
plánování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Formánková Kristýna

Územní plánování

Název práce

Nízkoenergetické domy, vliv jejich aplikace v území na urbanistickou koncepci.

Anglický název

Low-energy houses, the impact of their application in the territory on urban concept

Cíle práce

Na základě analýzy příkladů, požadavků a kritérií na nízkoenergetické obytné budovy zhodnotit urbanistické požadavky a dopady na obytné území s nízkoenergetickými domy. Posoudit vlivy různých terénních podmínek (svažitost, provětrávání, orientace průčelí ke světovým stranám) na proveditelnost nízkoenergetického domu. Úvahou vymezit situace, které jsou z hlediska efektivní proveditelnosti nízkoenergetického stavění problematické.

Metodika

Analýza bude vycházet z rešerše dostupné literatury a příkladů plánů, projektů a realizací. Pro posouzení vlivu podmínek území budou využity poznatky z dosavadního studia, se samostatným rozšířením těchto základních znalostí. Vymezení problematických situací bude provedeno na základě kvalifikované úvahy.

Harmonogram zpracování

- 01 Hrubá literární rešerše – do poloviny listopadu 2012
- 02 sběr dat o plánech a realizacích nízkoenergetických domů - do poloviny prosince 2012
- 03 pracovní verze literární rešerše včetně dat o plánech a realizacích - prosinec 2012
- 04 Čistá verze literární rešerše - leden roku 2013
- 05 Výsledky analýz k diskuzi - leden roku 2013
- 06 Formulace principů pro urbanistické řešení zástavby nízkoenergetickými domy - únor 2013
- 07 Pracovní verze celé práce k redakci - březen roku 2013
- 08 Čistá bakalářská práce k odevzdání - duben roku 2013

Rozsah textové části

Textová část s grafickými příklady

Klíčová slova

nízkoenergetické domy, udržitelný rozvoj, bydlení

Doporučené zdroje informací

Brotánek, A: Ekologické bydlení

Veronica 2006: Sborník semináře Pasivní dům, Mikulov, Hodonín

Smola, J: Přeregulovanost územních plánů v ČR. <www.pasivnidomy.cz>

Pasivní domy 2011, 2010: sborníky z konferencí

ČSN 73 4301 – Obytné budovy

ČSN 73 0581 - Oslunění budov a venkovních prostor

ÚÚR - Limity využití území - Požadavky na umístění budov <<http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/limity-vyuziti-uzemi/1-1-20120630.pdf>>

Vedoucí práce

Maier Karel, prof. Ing. arch., CSc.

Elektronicky schváleno dne 5.4.2013

Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16.4.2014

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Nízkoenergetické domy, vliv jejich aplikace v území na urbanistickou koncepci“ vypracovala samostatně, pod vedením prof. Ing. arch. Karla Maiera, CSc. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Praze dne 16. dubna 2014.

.....

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce panu prof. Ing. arch. Karlu Maierovi, CSc. za ochotu, odborné a metodické vedení při zpracování této bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá funkčností nízkoenergetických domů. Jsou zde popsány rozdíly mezi energeticky efektivními domy. Dále jsou dopodrobna vylíčeny základní předpoklady pro správné a účinné využívání pasivních solárních zisků, materiály ze kterých se budovy staví a způsoby větrání a vytápění. V závěru práce jsou vymezeny kritéria, která negativně ovlivňují efektivnost těchto staveb, zejména se jedná o polohu budovy vůči orientaci ke světovým stranám nebo svahu, dopadu tvaru budovy na spotřebu tepla na vytápění, význam tvaru a velikosti pozemku či vliv větru a inverze.

Klíčová slova

Nízkoenergetické domy, udržitelný rozvoj, bydlení

Abstract

Bachelor thesis deals with the functionality of low-energy houses. There are described the beginnings of the construction and the differences between energy-efficient houses. There are also portrayed the basic prerequisites for the proper and effective use of passive solar gains, the materials of which buildings are constructed and how ventilation and heating is done. In conclusion, there are defined criteria that most negatively affect the effectiveness of these structures, notably the position of the building orientation towards the cardinal points, the influence of wind, inversion or slope and impact of the shape of the building to heat consumption.

Key words

Low-energy houses, sustainable development, living

Obsah

1	Cíl bakalářské práce	10
2	Metodika	11
3	Definice nízkoenergetického domu.....	12
3.1	Nízkoenergetický dům	12
3.2	Pasivní dům	12
3.3	Nulový dům	12
3.4	Plusový dům	13
3.5	Udržitelná výstavba	14
4	Architektonicko-urbanistické požadavky na nízkoenergetické budovy	14
4.1	Druhy obytných budov	15
4.2	Tvar budovy	17
4.2.1	Faktor tvaru	18
4.3	Umístění budovy	20
4.4	Vzdálenosti rodinných domů.....	22
4.5	Vzdálenosti řadových a bytových domů	23
4.6	Orientace domu	23
4.7	Proslunění domu.....	25
5	Přírodní podmínky	26
5.1	Pozemek	26
5.2	Stínění vegetací	29
5.3	Svah	29
5.4	Komunikace.....	31
5.5	Komunikace ve svahu	32
5.6	Vítr.....	32
5.7	Nadmořská výška	33
5.8	Inverze	34

7	Vliv umístění na ochlazovanou plochu a objemový faktor.....	36
7.1	Rodinný izolovaný dům s plochou střechou	36
7.2	Rodinný izolovaný dům se sklonitou střechou.....	38
7.3	Dvojdomek s plochou střechou	40
7.4	Řadový dům	42
7.5	Vilový bytový dům.....	44
7.6	Schodišťový bytový dům	45
8	Vliv orientace na pasivní solární zisky okny	48
8.1	Rodinný izolovaný dům s plochou střechou	49
8.2	Dvojdomek s plochou střechou	49
8.3	Schodišťový bytový dům	50
8.4	Rodinný izolovaný dům s plochou střechou ve strmém svahu	52
9	Diskuse.....	54
10	Závěr	56
11	Citace.....	56
12	Seznam obrázků	62
13	Seznam tabulek	64
14	Seznam příloh.....	65

Úvod

Tato práce shrnuje již známé poznatky o nízkoenergetických¹ budovách z odborné literatury a vyhlášek. Výstavbou se zabývá mnoho firem, ale ne vždy je návrh vhodný vzhledem k podmínkám, ve kterých má být dům umístěn. Proto je důležité návrh zhodnotit opravdu ze všech ohledů, které v dané lokalitě mohou nastat. Studie musí zahrnout hlediska, která jsou pro území typická, ale i taková, která mohou nastat například rozšiřující se výstavbou. Mezi hlediska, která projekt ovlivňují se řadí orientace budovy vůči světovým stranám, vliv svahu ve spojení s účinky převládajícího větru. Dále je zde vliv inverze, který souvisí s nadmořskou výškou a provětráváním, atd..

¹ Označení nízkoenergetický dům/budova používám pro stavbu, která má nižší spotřebu tepla na vytápění (specifikace jsou dále uvedena v textu) než klasický dům. Jedná se o domy nízkoenergetické, pasivní, nulové i plusové.

1 Cíl bakalářské práce

Cílem práce je zhodnotit požadavky na nízkoenergetické bydlení s ohledem na efektivnost využívání stavby a použití pasivních solárních zisků na snížení nákladů na vytápění. Na základě vybraných situací, které jsou problematické a mohou stavbu omezit, jsou vyhodnoceny modelové příklady. V literatuře je o těchto problémových situacích informací málo, proto bylo vhodné se touto problematikou zabývat. Vybrány byly modely staveb, se kterými se setkáváme nejčastěji a zkoumány v různých terénních podmínkách.

2 Metodika

K dosažení cílů této práce bylo zapotřebí nashromáždit a nastudovat informace z dostupné literatury o nízkoenergetických domech, zásadách pro výstavbu a jejich fungování jak po stránce provozu, tak i po stránce energetické bilance. Stejně důležité pro analytickou část bylo zvolení urbanistických podmínek pro vyhodnocení modelových situací a limitních rozměrů vzorových budov.

3 Definice nízkoenergetického domu

Návrh nízkoenergetického domu vznikl jako odpověď na rostoucí ceny energií. Přestože se předpisy na energetickou spotřebu domu a izolační vlastnosti konstrukcí stále zpřísňují, má nízkoenergetický dům ve srovnání s běžnou výstavbou podle současné normy (ČSN 730540-2, 2011) zhruba jen poloviční až třetinovou spotřebu tepla na vytápění.

3.1 Nízkoenergetický dům

„Nízkoenergetické budovy jsou charakterizovány nízkou potřebou tepla na vytápění. Té je dosahováno zejména optimalizovaným stavebním řešením obálky budovy.“ (TYWONIAK ET AL., 2012)

Nízkoenergetické domy se od klasického domu vzhledově moc neliší. Dle normy ČSN 730540– 2 je základním kritériem spotřeba tepla na vytápění a to maximálně 50 kWh/m².rok. U těchto domů je stále důležité klasické vytápění v součinnosti s větracím systémem, které zajišťuje správnou životní pohodu.

3.2 Pasivní dům

„Pasivní budovy jsou charakterizovány minimalizovanou potřebou energie na zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí a minimalizovanou potřebou primární energie z neobnovitelných zdrojů na jejich provoz díky optimalizovanému stavebnímu řešení a dalším opatření.“ (TYWONIAK ET AL., 2012)

V normě ČSN Tepelná ochrana budov se spotřeba tepla na vytápění dělí na hodnoty požadované 20 kWh/m².rok a doporučené 15 kWh/m².rok (ČSN 730540-2, 2011) Dalším kritériem je celková neprůzvučnost domu a celkové kvantum elementární energie, která je potřeba na provoz domu a nesmí překročit hodnotu 120 kWh/m².rok. (TYWONIAK ET AL., 2005)

3.3 Nulový dům

Nulové budovy jsou takové, které spotřebují ještě méně energie než pasivní domy. Spotřeba měrného tepla se pohybuje do 5 kWh/m².rok. Nulové potřeby energie není docíleno zvýšenou vrstvou tepelné izolace, ale například solárními kolektory a panely nebo fotovoltaickými panely. (KOWOLLIK, 2007)

Další definice těchto budov: „Podle „školy“ a regionu bývají tyto domy označovány jako ultra-nízkoenergetické domy (podle Gertise), jako plus-domy² (podle Dische) nebo jako quazi-nulové domy (podle Humma).“ (HUMM, 1999)

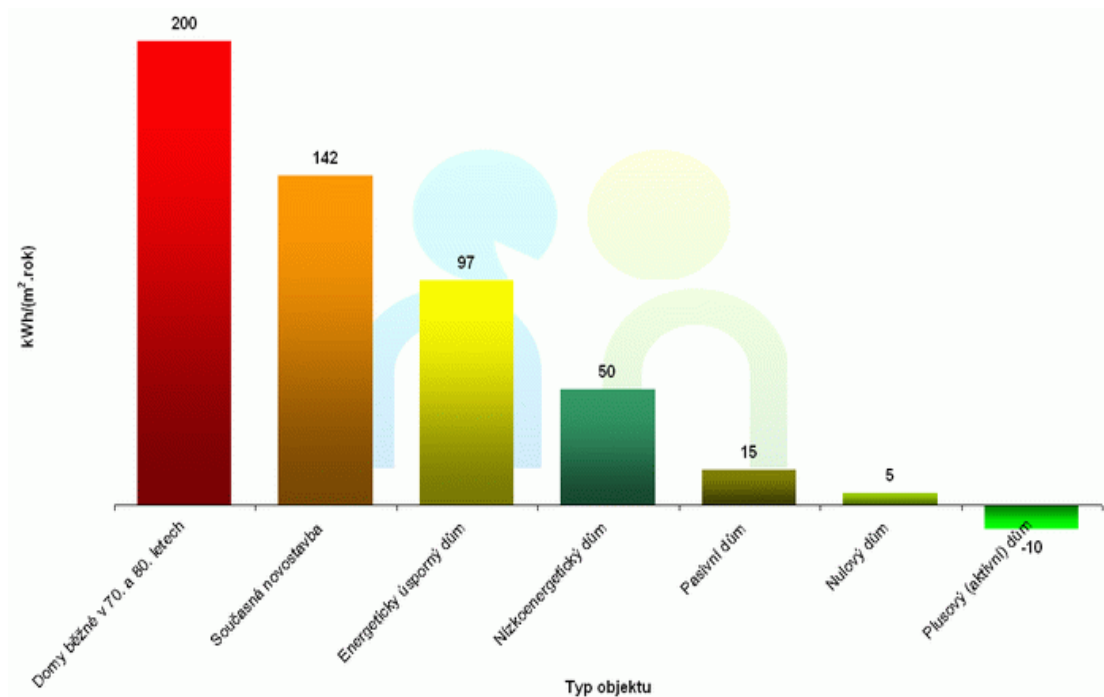
3.4 Plusový dům

Plusové budovy jsou stavby budoucnosti, říká se jim také aktivní nebo domy s energetickým přebytkem.

Definice domu podle PACNEROVÉ (2010) o úsporách energií: „...plusový dům vyrobí víc energie, než spotřebuje. Vydělá si tak nejen na svůj provoz, ale třeba i na svou výstavbu. Aktivní dům nezanechává žádnou uhlíkovou stopu, je vzdušný, slunný a uvnitř vytváří zdravé klima.“

Nízkoenergetický dům nemusí být finančně nákladnější než klasický dům a nevyžaduje ani výstřední architektonické řešení nebo zvláštní stavební postupy a materiály. Mezi pozitivní vlastnosti této stavby patří nízká spotřeba, kvalitní vnitřní vzduch a větší tepelná pohoda. Na obrázku níže je uveden graf měrné roční spotřeby energie na vytápění rodinného domu, který je vytvořen souhrnem kritérií určených normou ČSN 730540-2.

²obchodní značka vymyšlená a propagovaná německým architektem Rolfem Dischem.



Obrázek 1: Měrná roční spotřeba energie na vytápění rodinného domu. (<http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/8206-pasivni-domy-v-centru-energetickeho-poradenstvi-pre>, 2012)

3.5 Udržitelná výstavba

Zastavěné prostředí představuje asi 40 procent celosvětové spotřeby energie a je zodpovědné za přibližně jednu třetinu emisí skleníkových plynů. (MILLERA et BUYS, 2010) Je důležité si uvědomit, že výstavbou nízkoenergetických domů, efektivním využíváním půdy a používáním obnovitelných nebo trvanlivých materiálů pro budování, můžeme zmírnit negativní vliv výstavby na životní prostředí.

4 Architektonicko-urbanistické požadavky na nízkoenergetické budovy

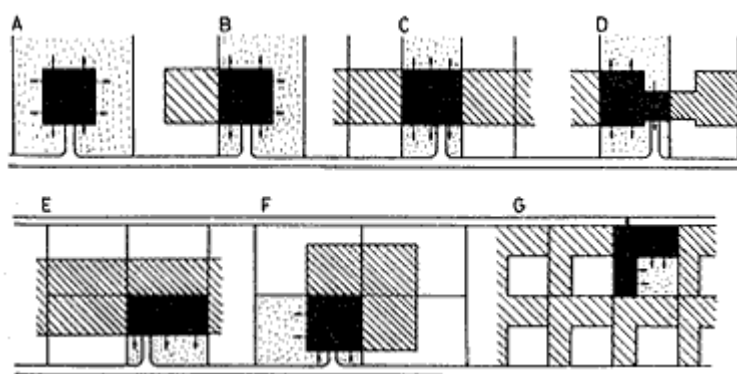
K realizaci výstavby nízkoenergetické budovy je potřeba dodržet mnoho předpokladů pro kvalitní bydlení. Musí se sloučit mnoho faktorů, které zaručí perfektní komfort bydlení, energetickou i finanční úsporu, správné provedení stavebních konstrukcí. Zásad pro vyhovující nízkoenergetickou budovu je hodně, proto vyberu ty nejdůležitější. (HOME, 2009)

4.1 Druhy obytných budov

Urbanistické typy obytných budov třídíme dle formy na rodinné domy a bytové domy. Rodinné domy dále členíme na různé druhy, které mají svá specifika.

- a) izolované – možnost libovolné orientace, přímý kontakt s přírodou, větší náklady na výstavbu i na pozemek
- b) dvojdomky – orientace oken na tři světové strany, menší náklady na inženýrské sítě a pozemek
- c) řadové – orientace oken jen na dvě světové strany, menší náklady na výstavbu, maximálně využitý pozemek, menší soukromí
- d) řetězové - tvoří kombinaci řadových domů a dvojdomků, možnost umístění garáže na pozemku
- e) řadové ve dvojnásobné řadě – orientace pouze na jednu světovou stranu, ekonomická varianta, vlastní zahrada, malá hloubka zastavění
- f) čtyřdomky – orientace pouze na jednu světovou stranu, ekonomická varianta, není doporučeno navrhovat
- g) atriové – možnost libovolné orientace, přímý styk s přírodou
- h) terasové – výstavba na osluněném svahu, přímý styk s přírodou, každý dům má vstup z terénu (HÁJEK, 2004; NEUFERT, 1995)

Znázornění urbanistických typů rodinných domů jen uvedeno níže na obrázcích 2 a 3.



Obrázek 2: Urbanistické typy rodinných domů (HÁJEK, 2004)

A- izolovaný dům, B- dvojdomky, C- řadový dům, D- řetězový dům, E- řadový dům ve dvojnásobné řadě, F- čtyřdomky, G- atriové domy

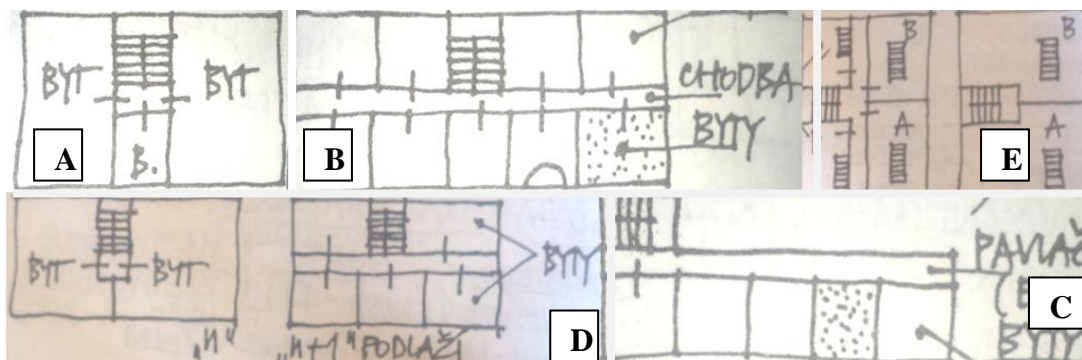


Obrázek 3: Urbanistické typy rodinných domů,(<http://stavbaweb.dumabyt.cz>, 2009)

H- Terasový dům

Bytové domy podle dispozičního řešení a seskupení bytů v domě lze rozdělit na:

- a) schodišťové- nejběžnější, byty jsou přístupné přímo ze schodišťové podesty nebo mezipodesty, vhodný pro velké a střední byty (2 - 3 byty na podlaží)
- b) chodbové- byty jsou přístupné ze společné chodby uvnitř domu, byty mají okna jen do jednoho průčelí, orientace východ-západ
- c) pavlačové- byty jsou přístupné z chodby umístěné na dvorním průčelí domu, obytné místnosti jsou situovány k průčelí domu
- d) sendvičové- kombinace chodbového a schodišťového domu (střídají se po podlažích)
- e) mezonetové- druh sendvičového domu, byt je přes 2 podlaží s vlastním schodištěm, lze výrazně oddělit klidnou část bytu od provozní
- f) bodové (krychlové) - jsou volně stojící izolované bytové domy, které podle svého vnějšího tvaru jsou nízké hranoly
- g) věžové - jsou izolované, většinou schodišťové bytové domy s větším počtem podlaží
- h) deskové - jsou zpravidla vysoké domy schodišťové, chodbové, pavlačové nebo sendvičové s mnoha sekcemi, délky až 200 m. (HÁJEK, 2004; NEUFERT, 1995) Možné půdorysné typy bytových domů v obrázku 4.



Obrázek 4: Urbanistické typy bytových domů (NOVOTNÝ V., 2003)

A- schodišťový, B- chodbový, C- pavlačový, D- sendvičový, E- mezonetový

4.2 Tvar budovy

Tvar budovy by měl být kompaktní. Mimořádně negativně se projevují výstupky, zářezy a ostré úhly. Geometricky nejlépe těmto požadavkům odpovídá tvar koule či polokoule, ale to je v praxi víceméně nereálné. Ne úplně optimální, ale přijatelný je tvar krychle nebo kvádrů, protože má při požadovaném tvaru malou ochlazovanou plochu konstrukce. (FEIST, 1994)

Pro zajímavou a pestrou formu budovy lze na izolační plášť zvenku připojit doplňující nevyhříváné prvky, jako jsou balkony, lodžie nebo zimní zahrady. Zcela nevhodné jsou arkýře, vikýře, niky, věžičky a další složité tvary v konstrukci, které mohou vytvářet tepelné mosty³.

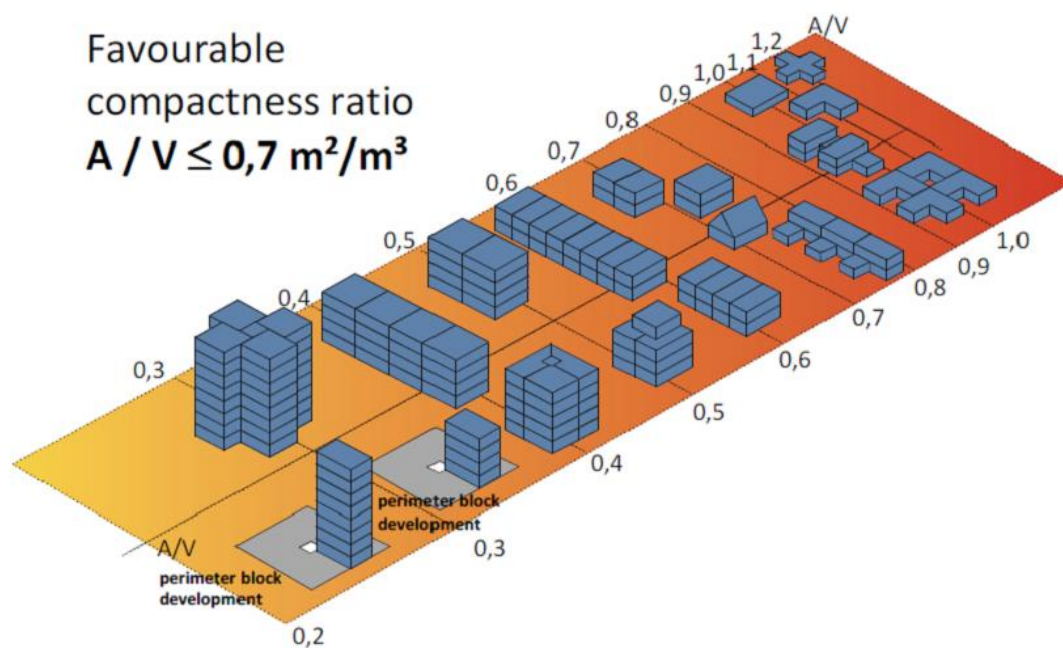
Dále je důležité, aby stavba svou velikostí odpovídala individuálním nárokům na bydlení. Pokud se postaví velký dvoupatrový dům a využívá se jen přízemí, které je vytápěné, stavba se stává neefektivně využívanou. Teplo ve druhém patře uniká ven a tím má budova velké náklady na vytápění, i když se polovina domu vůbec nevyužívá. Proto je vhodné individuálně odhadnout obytnou plochu pro každého investora na míru, aby nedocházelo k těmto potížím s nároky na vytápění. S tím souvisí i hustota osídlení. Pokud je dům volně stojící, má jiné nároky na vytápění než bytové domy, které díky velikosti ochlazované plochy spotřebují méně energie na vytápění.

³ Tepelný most je místo, kde dochází ke zvýšenému tepelnému toku. Uniká jím více tepelné energie a má v interiéru studenější povrch a naopak v exteriéru teplejší povrch než okolní konstrukce. Tepelné mosty jsou měřeny přístrojem zvaným termogram. (Šubrt, Tepelné izolace v otázkách a odpovědích, 2008)

4.2.1 Faktor tvaru

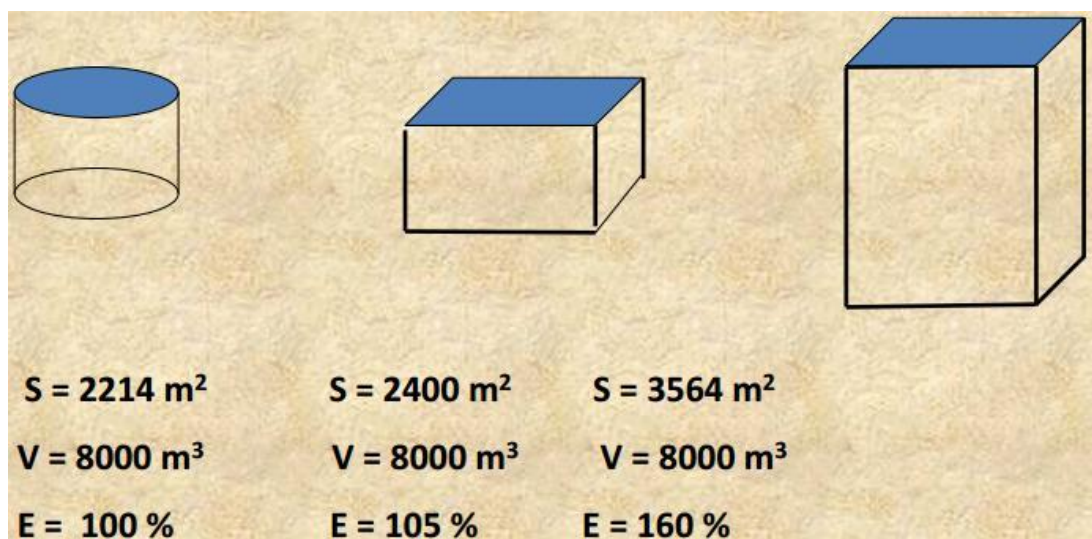
Tvarové řešení budovy je dalším z parametrů, který ovlivňuje potřebu energie na vytápění. Je definováno v ČSN 730540-2, která se zabývá tepelnou ochranou budov. Jedná se spíše o poměr vnější ochlazované plochy v m^2 k celkovému objemu budovy m^3 (A/V). Čím je tato hodnota nižší, tím je i nižší spotřeba energie na vytápění (ČSN 730540-2, 2011).

V zahraniční literatuře se s tímto poměrem setkáváme pod názvy shape factor (FT) (Punamia, a další, 1993) nebo relative compactness. (MAHDAVI et GURTEKIN, 2002) Podle Passivhaus Institutu v Darmstadtu je považován za příznivý kompaktní poměr o velikosti $A / V \leq 0,7 m^2 / m^3$ (MCLOID ET AL., 2013), k tomuto závěru došel ve své práci i BLAKENEY (2013) Pro lepší znázornění uvádím schéma.



Obrázek 5: Stavební tvar. (BLAKENEY R., 2013)

Na obrázku 6 je vidět, jak tvar budovy o stejném objemu, ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění označený jako E

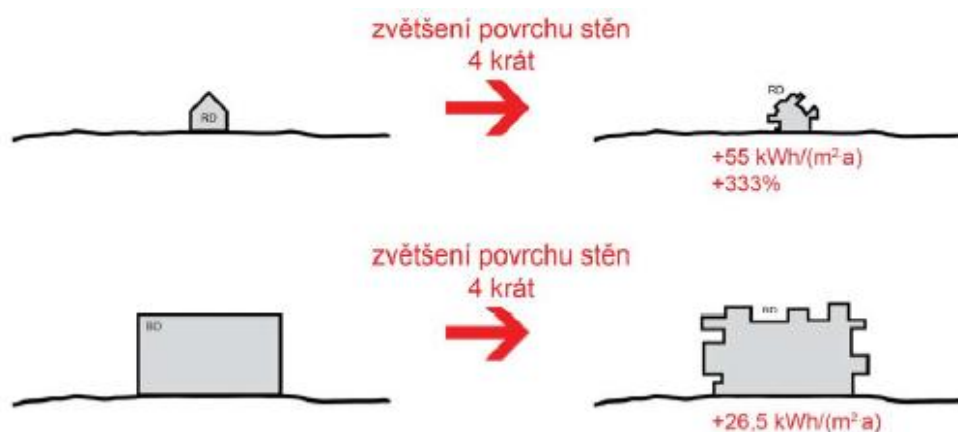


Obrázek 6: Vliv tvaru budovy na spotřebu tepla na vytápění. (BUDIÁKOVÁ M., 2003)

LINNAMÄGI (2011) ve svém článku reaguje na tuto problematiku takto: „Kompaktní stavební forma snižuje náklady na výstavbu, protože objekty s vysoce strukturovaným pláštěm jsou dvojnásobně drahé, protože každý metr čtvereční plochy obálky musí být zaplacený a tím pádem jsou i náklady na energii vysoké, protože každý další metr čtvereční navíc vede ke zvýšení přenosu tepelných ztrát.“ Z toho vyplývá, že je vhodné využívat potenciál kvádrů nebo krychle pro návrh efektivní, jednoduché a estetické budovy, která vhodně zapadne do navrhovaného území.

Toto tvrzení potvrzují i MC LOID ET AL. (2013) v příručce Passivhaus primer: „... malé budovy s identickou formou mají vyšší poměr A / V, než jejich větší protějšky. Je proto zvláště důležité, aby design malých odloučených staveb měl kompaktní formu, zatímco větší budovy nabízejí větší svobodu prozkoumat více složitých tvarů“

Ve své dizertační práci KŘEČEK (2011) potvrdil, že kompaktnost stavby je jednou z podmínek pro výstavbu nízkoenergetických domů. Při zvětšení povrchu stěn u rodinného izolovaného domu 4x, zvětší se měrná spotřeba tepla na vytápění o 55 kWh.m⁻².a z 16,5 kWh.m⁻².a na 71,5 kWh.m⁻².a, u bytového domu se měrná spotřeba tepla na vytápění zvětší z 6 kWh.m⁻².a na 32,5 kWh.m⁻².a. Více v obrázku 7.



Obrázek 7: Vliv kompaktnosti stavby na měrnou spotřebu tepla vytápění. (KŘEČEK K., 2011)

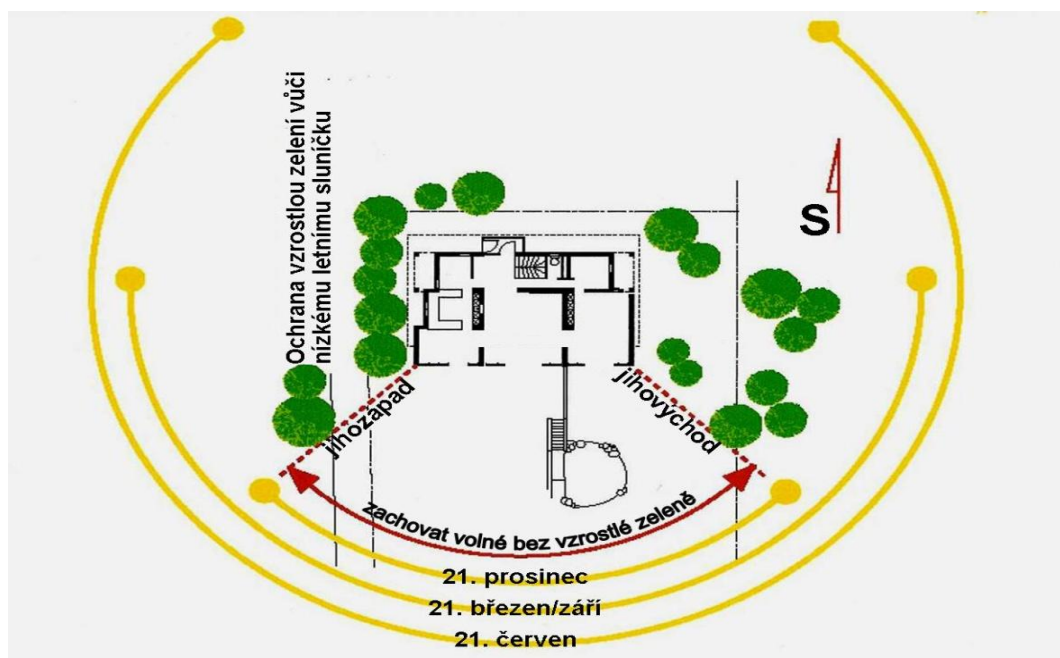
Seskupené objekty jako řadová zástavba, nebo bytové domy dosahují pasivního standardu snadněji než samostatně stojící objekty. Volně stojící rodinné domy, i když mají kompaktní design, jsou méně efektivní z hlediska spotřeby energie než řadové rodinné domy nebo bytové rodinné domy. (GONZALO et HABERMANN, 2006) Je to způsobeno tím, že mohou využívat společné technické zařízení, stěny a tím je jejich ochlazovaná plocha konstrukce menší. Praxe se ustálila v preferování několikapodlažního kvádra delší osou orientovaného ve směru východ-západ. (SMOLA et ŠÁLA, 2012)

4.3 Umístění budovy

Ve vyhlášce MINISTERSTVA PRO MÍSTNÍ ROZVOJ (1998) o obecných technických požadavcích na výstavbu je definováno umístění budov takto: „*Umístění staveb musí odpovídat urbanistickému a architektonickému charakteru prostředí a požadavkům na zachování pohody bydlení. Umístěním stavby a jejím následným provozem nesmí být nad přípustnou míru obtěžováno okolí, zejména v obytném prostředí a ohrožována bezpečnost a plynulost provozu na přilehlých pozemních komunikacích. Stavby podle druhu a potřeby se umísťují tak, aby bylo umožněno jejich napojení na sítě technického vybavení a pozemní komunikace.*“

Umístění budovy na pozemku je jedním z nejdůležitějších faktorů, který působí na celý koncept efektivního nízkoenergetického domu. Orientace zejména ovlivňuje provozní požadavky na budovu a ekonomické nároky na výstavbu. Tuto okolnost je vhodné konzultovat s projektantem. Ten musí umístit dům přesně tak, aby měl nejvýhodnější podmínky pro získání a využití pasivních solárních zisků. Pro

lepší příklad nejvhodnějšího umístění domu je zobrazeno v obrázku 8. Je zde naznačena ochrana proti silnému letnímu sluníčku ze západu vzrostlou zelení.



Obrázek 8: Nejvhodnější umístění domu, (ZIZKA M., 2009)

Obrázek 9 znázorňuje natočení pasivních rodinných domů v Koberovech. Dům s hřebenem ve směru východ- západ zajišťuje celodenní proslunění jižního průčelí, které se natáčí od jihu až po jihozápad. Faktor tvaru těchto domů se pohybuje okolo $0,57 \text{ m}^2 / \text{m}^3$. Pásová bariéra zeleně vymezuje nerušený výhled a zabezpečuje rozdělení zahrad na veřejnou a soukromou část a tím vytváří klidné prostředí. (MORÁVEK et TYWONIAK, 2005)



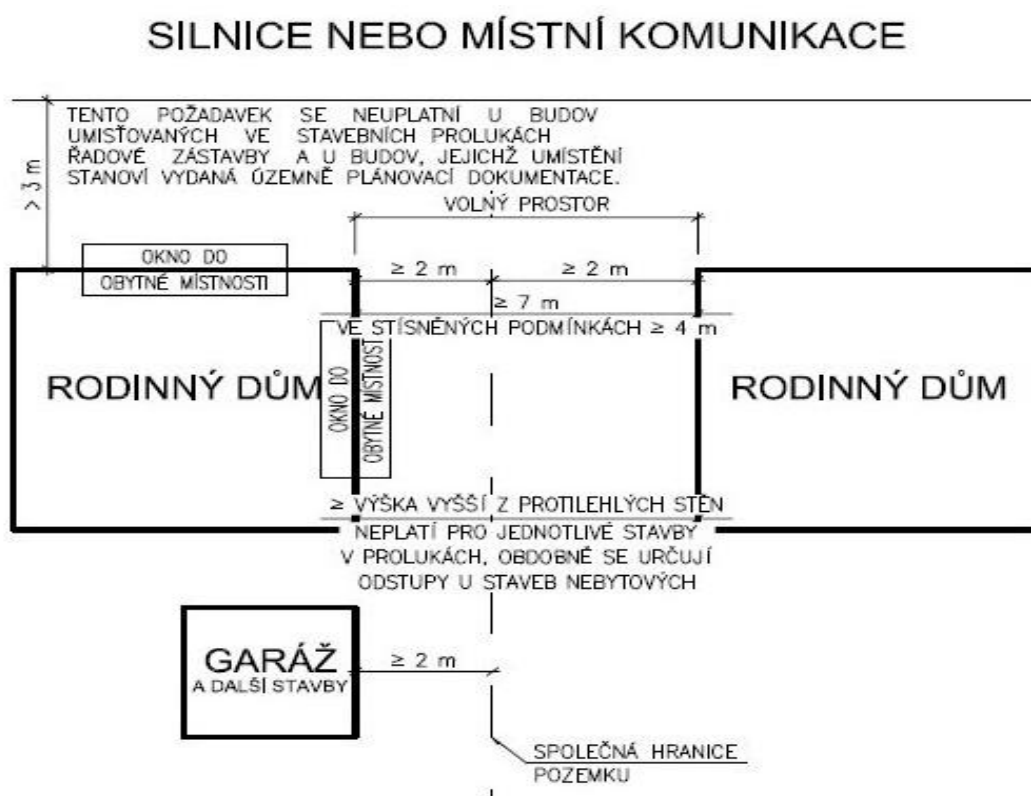
Obrázek 9: Generel výstavby 13 pasivních rodinných domů v lokalitě Český ráj-Koberovy. (MORÁVEK et al., 2005)

4.4 Vzdálenosti rodinných domů

Vzdálenosti domů jsou definovány *MINISTERSTVEM PRO MÍSTNÍ ROZVOJ (1998)* takto: „Vytvářejí-li rodinné domy mezi sebou volný prostor, vzdálenost mezi nimi nesmí být menší než 7 m. Vzdálenost rodinných domů od společných hranic pozemků nesmí být menší než 2 m. Ve zvlášť stísněných územních podmínkách může být vzdálenost mezi rodinnými domy snížena až na 4 m, pokud v žádné z protilehlých částí stěn nejsou okna obytných místností; v takovém případě se nemusí uplatnit požadavek na odstup od společných hranic pozemků.

Vzdálenost průčelí budov, v nichž jsou okna obytných místností, musí být nejméně 3 m od okraje vozovky silnice nebo místní komunikace; tento požadavek se neuplatní u budov umístěných ve stavebních prolukách řadové zástavby a u budov, jejichž umístění je řešeno v závazné části územně plánovací dokumentace.

Vzájemné odstupy a vzdálenosti se měří na nejkratší spojnici mezi vnějšími povrchy obvodových stěn, balkónů, lodžii, teras, dále od hranic pozemků a okraje vozovky pozemní komunikace.“ K lepšímu znázornění těchto vzdáleností slouží obrázek 10.

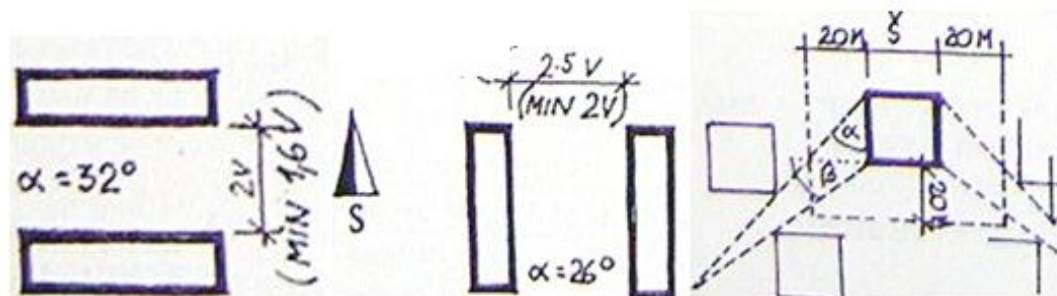


Obrázek 10: Minimální vzájemný odstup staveb, (<http://www.cadwiki.cz/Minimalni-vzajemny-odstup-staveb.ashx>, 2013)

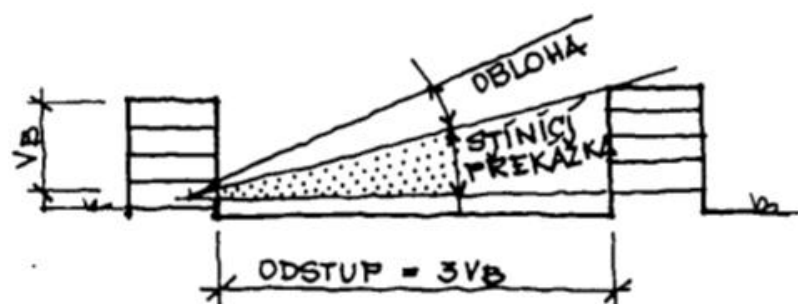
4.5 Vzdálenosti řadových a bytových domů

Vyhláška o obecných technických požadavcích na výstavbu (1998) nedefinuje vzdálenosti bytových a řadových domů. (MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ, 1998) DOU TLÍK (1996) ve své knize doporučuje vzdálenosti vypočítat dle výšky budovy. U řadových domů se tato distance stanovuje jako dvojnásobek výšky vyšší budovy při orientaci delší strany na sever-jih, u orientace východ-západ je tato hodnota vyšší, a to 2,5 násobek výšky. Pro lepší znázornění je uveden obrázek 11. WEIGOVÁ et KAŇKA (2005) dokonce doporučují odstup trojnásobku výšky, kterým se docílí minimální stínění okolní zástavbou,

U bodových a věžových staveb je distance volnější. Nedoporučuje se však diagonální řazení v jihozápadním, jihovýchodním a protisměrném směru. Vzdálenost definuje omezení ve všech směrech hodnotou 20m. (DOU TLÍK, 1996).



Obrázek 11: Vzdálenosti řadových a bytových domů (DOU TLÍK, 1996)



Obrázek 12: Vzdálenosti řadových domů. (WEIGOVÁ et al., 2005)

4.6 Orientace domu

Vhodná orientace domu na pozemku je velice důležitá. Aby dům mohl plně využívat sluneční energii, tzv. pasivní solární zisky měl by mít hlavní fasádu s největší prosklenou plochou, tvoří 30-40% plochy této fasády, otočenou směrem k osluněné straně, což je od jihovýchodu přes jih po jihozápad. Pozemek by tedy měl na této straně poskytovat dost soukromí a zároveň nesmí být stíněn lesem nebo okolní zástavbou.

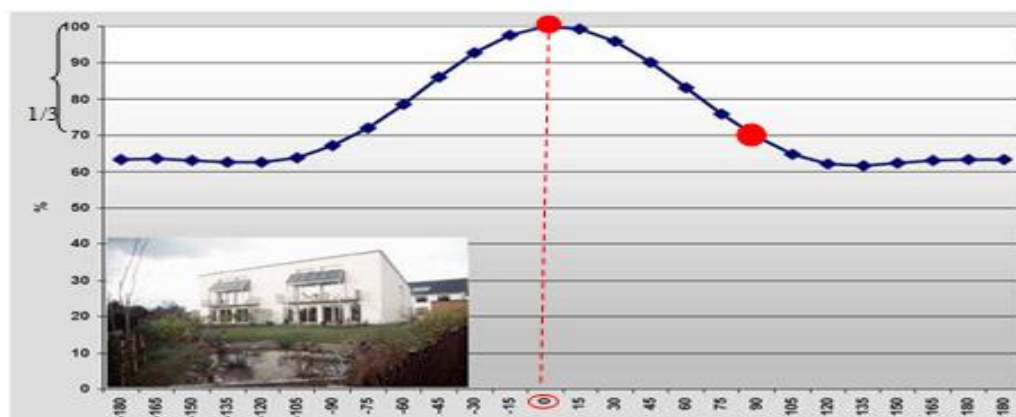
Orientovat větší prosklené plochy na východ a západ je nevhodné díky velké síle letního slunce jak ráno, tak i večer. Dům by nepřiměřeně přehříván. Na jižní straně se tomuto dá zabránit třeba markýzou, slunolamy, roletami, venkovními žaluziemi, okenicemi nebo přesahem střechy. Na severní straně se prosklené plochy považují jen za tepelnou ztrátu, proto by měla být co nejmenší. (TYWONIAK et al, 2005)

NAGY (2009) dodává: „*Jižně orientovaná prosklení jsou v letním období málo problematická, protože pronikající záření zasahuje jen do malé části interiéru- kolem poledne dopadají paprsky vysoko stojícího slunce na fasádu pod úhlem 65° a větší část záření se od prosklení odráží dolů. U nízké dráhy slunce na horizontě v přechodném zimním období dopadá záření v naší zeměpisné šířce pod úhlem 18 až 30° a do interiéru domu vniká hlouběji, což je v tomto období z hlediska pasivních zisků naopak vítané.*“ Pro grafické znázornění slouží obrázek 13.



Obrázek 13: Ochranu proti přehřívání interiéru zabezpečuje stínění, (<http://www.pasivnidomy.cz/data/stineni.jpg>, 2013)

Obrázek 14 znázorňuje ideální orientaci domu na jih a následnou odchylku od této ideální polohy. Například pokud se průčelí budovy odchýlí od ideální jižní strany o 90°, je spotřeba tepla na vytápění o 1/3 větší. (SMOLA, 2010)



Obrázek 14: Vliv orientace na tepelné solární zisky (SMOLA J., 2010)

4.7 Proslunění domu

Další kritérium pro dobře navržený dům je proslunění. Už v minulém století Le Courbusier uvažoval o tom, jak maximálně využít sluneční energii pro komfort a lepší pohodu bydlení. Le Courbusier považoval světlo za jeden ze základních stavebních parametrů a na počátku třicátých let formuloval jeho význam takto: „Historie architektury je staletí starý boj o světlo – boj o okno.“ (WEIGOVÁ et KAŇKA, 2005)

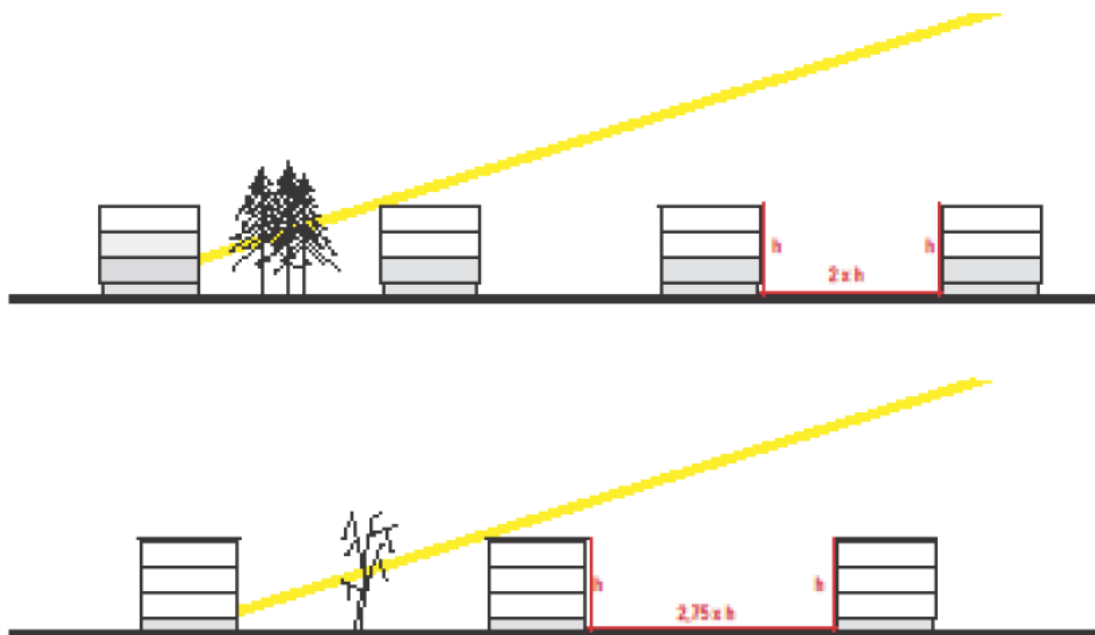
Proslunění je blíže definováno ve vyhlášce č. 268 / 2009 o technických požadavcích na stavby.

„Všechny byty musí být prosluněny. Byt je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně jedné třetině součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností. Při posuzování proslunění se vychází z normových hodnot.

U samostatně stojících rodinných domů, dvojdomků a koncových řadových domů má být součet podlahových ploch prosluněných obytných místností roven nejméně jedné polovině součtu podlahových ploch všech obytných místností bytu.“ (MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ, 2009)

Za neprosluněnou plochu místnosti se počítá ta, která leží za hranicí hloubky a je rovna násobku 2,3 a světlé výšky místnosti. Tento rozměr je definován v normě o obytných budovách. (ČSN 734301, 2004)

Problém s osluněním nastává tehdy, pokud budovu stíní jiný sousední objekt, morfologie terénu nebo vysoká zeleň. Při návrhu budov se s tím musí počítat, a proto je dobré tomu předcházet. Vysoké budovy stíní více než nízké, které však mají příliš velké nároky na zábor krajiny. Důležité je najít kompromis pro udržitelnou výstavbu. Jestliže při výstavbě rodinných domů dodržujeme předepsané odstupy, nedochází k nepříznivému stínění sousedních budov. Jinak tomu je u bytových domů. Ve své knize DOUTLÍK (1996) použil pro doporučený odstup bytových domů dvoj-násobek výšky budovy. Zde ale stále hrozí nepříjemné stínění sousedních budov, proto je vhodné tuto hodnotu přeformátovat dle německého architekta KNORRERA (2009), který ve své studii pro výpočet odstupné vzdálenosti použil násobek hodnoty 2,75 a výšky budovy. V tomto případě si budovy stíní minimálně i v lednu, tím se maximalizují solární zisky a zlepšuje se pohoda prostředí po celý rok. Více v obrázku 15 .



Obrázek 15: Optimalizace odstupu staveb. (KNORRE CH., 2009)

5 Přírodní podmínky

Jakákoliv nevýhoda pozemku nebo oblasti z pohledu oslunění, větru, inverze, svahu nebo polohy má dopad na finanční stránku i náročnost výstavby. Pokud všem těmto nevýhodám předejdeme, můžeme si být jisti že, se návratnost vložených financ vyplatí. Nejen že v domě bude panovat pohoda a dům bude maximálně prosluněn, ale může se stát, že dům bude samostatný a díky sluneční energii se obyvatelé nestarají o vytápění.

5.1 Pozemek

Volba pozemku zásadně ovlivňuje velikost budovy, jeho podlažnost, členitost stavebního řešení a dispoziční řešení. Výhodný tvar pozemku je pozemek obdélníkového tvaru, s přibližným poměrem stran 2:3.

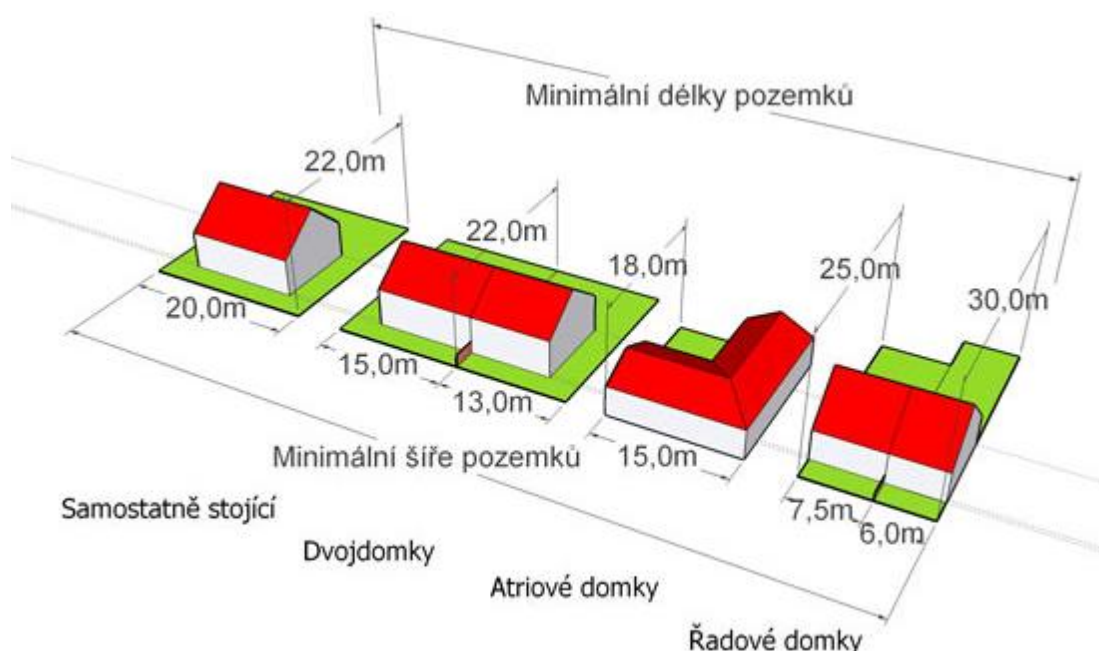
Pokud je pozemek úzký, může se stát, že vysněná budova na pozemek nepůjde umístit nebo se jeho dispoziční řešení kvůli tomuto omezení musí změnit. „Nevhodné jsou parcely užší než 15 m. Na ty sice umístíte samostatně stojící rodinný dům s šířkou 10 m s vjezdem pro jedno vozidlo a s malým odstupem od sousedů, ale určitě budete omezení v dispozičním řešení, protože s tak malou šířkou si do fasád ze stran sousedů můžete dát jen tak záchodová okénka.“ (LISICKÁ et VODIČKOVÁ, 2011) Naopak u složitého členění pozemku musíme brát ohled na zákonem dané

odstupy budovy od hranic pozemku, to může mít za následek komplikované stavební řešení.

Ne vždy je dražší pozemek lepší než ten levnější. Kvalita pozemku je velice důležitá, ať už je to jeho tvar, umístění s ohledem na povětrnostní podmínky, svažitosť nebo nadmořskou výšku. Před koupí pozemku je důležité brát v úvahu, jaký druh stavby chceme na pozemku postavit, například izolovaný dům, dvojdom řadový dům nebo bytový dům.

ANONYM (2002), ve svém článku na webu stavimedum.cz píše: „*Nejmenší stavební parcely jsou většinou určeny pro výstavbu řadových rodinných domků. Jejich velikost se pohybuje okolo 300 m².*

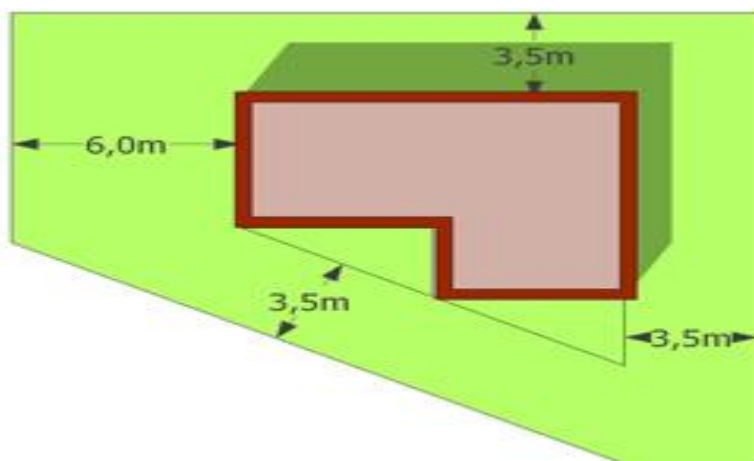
Velikost středních parcel vhodných pro výstavbu menších volně stojících domků, eventuelně dvojdomků, se pohybuje od 400 do 600 m². Plošná výměra velkých parcel okolo 1000 m² a více odpovídá výstavbě rodinných domků volně stojících, které mají i bohaté zázemí v rekreačních venkovních plochách (bazén) a okrasných nebo užitkových zahradách“. Více v obrázku 16. Samozřejmě tyto hodnoty jsou jen doporučující. Každý architekt preferuje a vybírá stavební pozemek dle situace.



Obrázek 16: Minimální délky pozemků rodinných domů

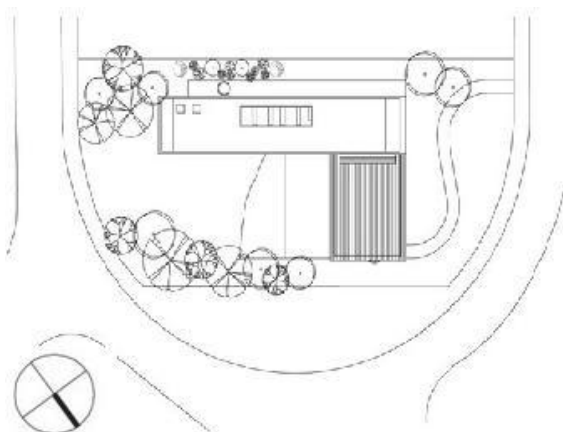
(<http://www.domika.cz/builder/zasady%20umisteni%20stavby.htm>, 2013)

Úzké pozemky jsou problematické, protože je u nich možnost stínění okolních budov a stavba domu je omezena odstupními vzdálenostmi. Stejně tak jsou na tom i pozemky s nepravidelným tvarem. Budovu je komplikovanější umístit, protože jsou zde dané odstupové vzdálenosti od všech hranic pozemku. Proto je vhodné uvažovat o členitějším a složitějším půdorysném tvaru budovy, který bude vyhovovat těmto odstupům. Pro lepší znázornění jsou vzdálenosti uvedeny na Obrázek 17.



Obrázek 17: Nepravidelný tvar pozemku.
(<http://www.domika.cz/builder/zasady%20umisteni%20stavby.htm>, 2013)

Na následujícím obrázku je znázorněno, jak si architekt dokázal poradit s osazením budovy na nepravidelný pozemek. Tento dům leží v Piracicabi v Brazílii. Nasměrování domu tvaru „L“, splňuje maximální využití pasivních solárních zisků, proslunění a možnost vytvoření klidné části zahrady.



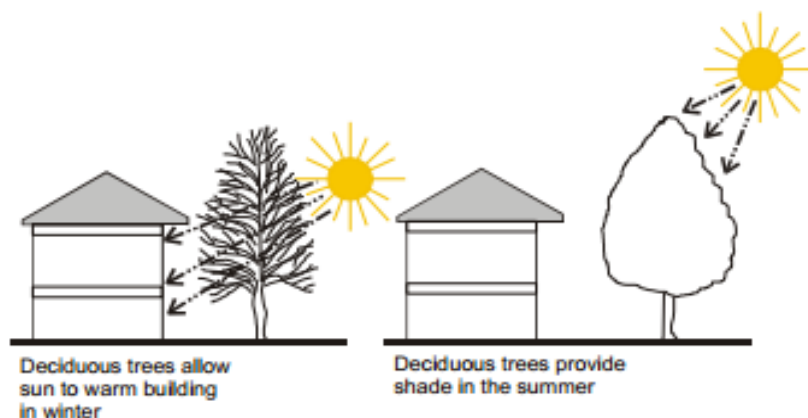
Obrázek 18: Osazení budovy na nepravidelný pozemek,
(<http://www.archiweb.cz/buildings.php?type=country&action=show&id=3500>, 2013)

5.2 Stínění vegetací

Použití vegetace jako sezónní stínící techniky je velice příznivé zvláště v letních měsících. Pečlivé umístění keřů, listnatých a jehličnatých stromů, může plnit funkci vnější a vnitřní stínící techniky.

Listnatý strom má v létě propustnost slunečního záření 15 až 30%, a v zimě 55 až 65%. (EUROPEAN COMMISSION, 1996) Umístění vegetace na východní a západní straně budovy je zvláště účinné v létě, při poskytování ochrany před slunečním zářením. Další výhody vegetace jsou chladnější pozemní teploty, vítr a zvukové bariéry a snížení efektu městského tepelného ostrova⁴. (SANDIFER, 2007)

Stínící stromy by měly být umístěny na západ a na východ. Tyto stromy stíní pozdnímu rannímu a odpolednímu slunci, které v létě dodává nejvíce slunečního tepla do domácností. Stromy by měly být ve vzdálenosti do 20 metrů oken. (SAND, 1993)



Obrázek 19: Efektivní využití vegetace ke stínění
(<http://www.enermodal.com/pdf/DaylightingGuideforCanadianBuildingsFinal6.pdf>, 2014)

5.3 Svah

„Velmi kvalitní bývají pozemky na jižních svazích, kde se dá během zimy získat o 10-30 % více slunečního záření než například na rovině. Jižní svah s nepříznivým směrem převládajících studených větrů však o svou výhodu přichází.“ (HOME, 2009) Z tohoto tvrzení plyne, že jsou velice důležité klimatické a povětrnostní podmínky. Nadmořská výška v dané lokalitě ovlivňuje teplotu s každými

⁴ Tepelné ostrovy se tvoří v metropolitních oblastech, které mají vyšší teplotu, než venkovské oblasti, které ji obklopují. Je způsobeno rozlehlou výstavbou a nahrazení vegetace budovami a silnicemi, které nemají schopnost pohlcovat sluneční záření. (American Planning Association, 2007)

přibývajícími 100 metry nad mořem a to od 0,5 -0,8 °C. (VEVERKA et PANOVEC, 2006) Při výskytu častých mlh jsou ovlivněny solární zisky z panelů, a tím se stávají solární panely méně účinnými a nepotřebnými. V neposlední řadě teplota v údolích a na kopcích je vždy chladnější, proto je vhodné budovy umístit v optimální nadmořské výšce.

Dále je velice důležité umístění domu na pozemku vůči svahu. Nesprávný návrh umístění stavby ve svažitém terénu je jednou z hlavních chyb projektu. Svah s sebou nese mnoho problémů. Pokud se stavební pozemek nachází ve svahu, musí se stavební řešení a uspořádání stavby přizpůsobit sklonitému pozemku. Ten lze rozdělit dle sklonitosti na rovinaté do 5%, mírné do 20% a strmé nad 20%. (MAŇÁK et MAŇÁKOVÁ, 2005)

Severní svah je pro efektivní výstavbu nízkoenergetického bydlení nejnevhodnější variantou, protože zde slunce svítí minimálně. Orientaci obytných místností není možné situovat na jih, z důvodu umístění slunce nad obzorem, proto je příhodné tyto místnosti orientovat na východní a západní stranu domu, a tím maximálně využít proslunění těchto místností. Skleněné plochy na severní stěně nejsou doporučované, ale zároveň přinášejí výhled na jižní svah, proto musí dojít ke kompromisu mezi velikostí oken a tím způsobenými náklady na vytápění.

Například v Tehově, v obci u Říčan, je v dubnu na severním svahu ještě sníh, ale naopak na protějším jižním svahu se zelená tráva. To způsobuje hlavně vliv slunečního záření a působením větru na svah. Pokud uvážíme, že postavíme 2 stejné domy, jeden na severním svahu, druhý na jižním, vyplývá z toho fakt, že obyvatelé domu se severní orientací mají mnohonásobně vyšší náklady na vytápění než obyvatelé na jižní straně svahu. Na obrázku níže lze pozorovat, jaký vliv má volba orientace svahu.



Obrázek 20: Vliv orientace svahu, Rokytnice nad Jizerou, duben 2013 (FORMÁNKOVÁ K., 2013)

5.4 Komunikace

Umístění domu na pozemku s ohledem na komunikaci je faktor, který lze ovlivnit již při výběru pozemku, a měla by se mu věnovat pozornost.

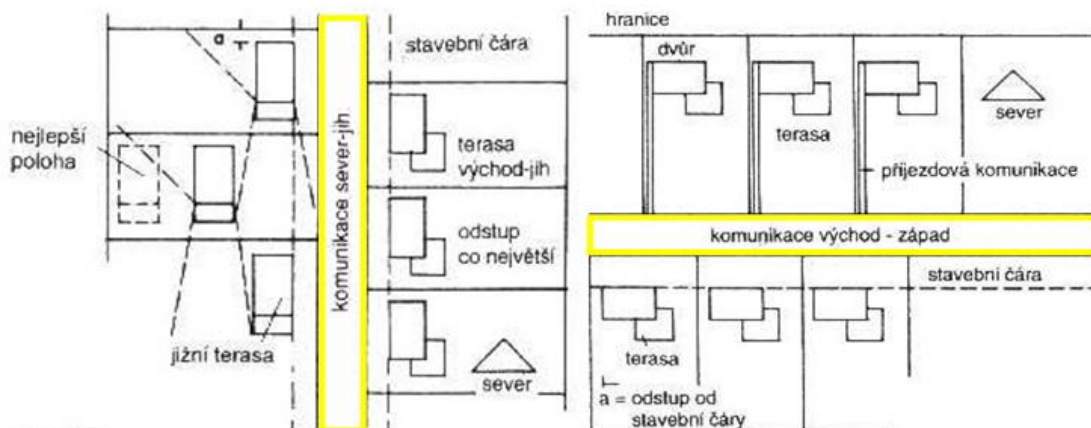
Záleží i na tom, zda je ulice klidná či frekventovaná. To ve svém článku popsala LISICKÁ et VODIČKOVÁ (2011) takto: *„Z hlediska přístupu do domu je vhodnější, aby byl dům situován co nejbliže k ulici. Je-li ulice frekventovaná, je lepší osadit dům do odlehlejší části pozemku a vybudovat k němu přístupovou komunikaci“*

Níže bylo popsáno, jak orientace komunikace ovlivní umístění domu na pozemku.

Komunikace **od jihu** s ohledem na proslunění obytných místností znamená nejméně výhodnou možnost pro umístění budovy. Doporučené je osadit budovu co nejbliže k východnímu nebo jihovýchodnímu kraji pozemku a orientovat budovu štítem k místní komunikaci. Tudíž je dům osluněn západním sluncem a na severní straně se rozšíří místo pro soukromí. Garáž je vhodné situovat co nejdále od komunikace, aby se jižní strana využila jen pro obytné místnosti, a tím se maximálně využilo proslunění budovy. (WASSERBAUER et al, 2010)

Poslední umístění komunikace **ze severu** je nejvýhodnější pozice pro maximální oslunění budovy. Dům je vhodné umístit podélnou osou rovnoběžně s místní komunikací a na severní neosluněné straně pak postavit garáž. Obytné místnosti orientujeme směrem do zahrady na jižní stranu. Tím je zajištěno oslunění budovy i soukromí. Pokud je parcelace úzká, budovu situujeme kolmo k místní komunikaci, ale je nutné ji posunout co nejbliže k východnímu nebo severovýchodnímu okraji pozemku. (WASSERBAUER et al, 2010)

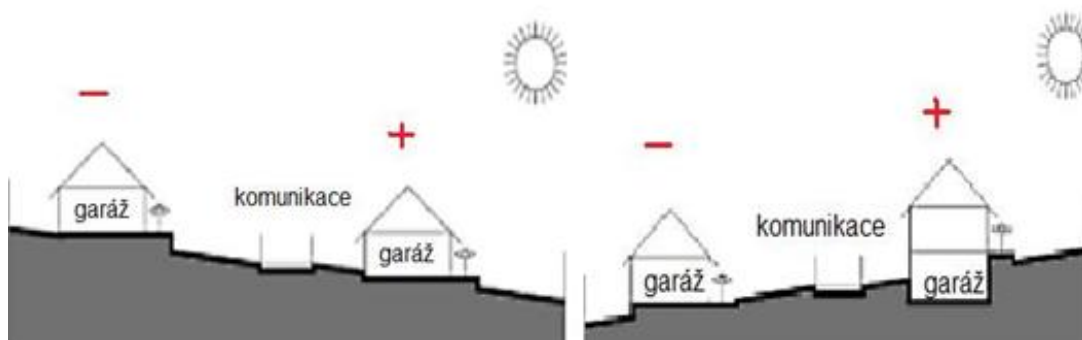
Univerzální pozemek je v případě, pokud komunikace vede **od východu nebo západu**. U této vhodné orientace budovu i parkovací stání nebo garáž situujeme co nejbliže k severnímu okraji pozemku. Tím na jihozápadě dosáhneme velkého prostoru pro zahradu. (NEUFERT, 1995) Pro lepší znázornění uvádím obrázek 21.



Obrázek 21: Orientace komunikace. (NEUFERT E., 1995)

5.5 Komunikace ve svahu

Je důležité věnovat pozornost garáži a vjezdu do ní. Výhodnější pozemek u svažitých osluněných svahů leží pod komunikací. Sice je zde problém se strmým sklonem vjezdu do garáže, ale obytné místnosti lze maximálně orientovat ke klidné osluněné straně. U neosluněné strany se lepší pozemek nachází nad komunikací. Garáž je umístěna do suterénu a přízemí je plně variabilní pro návrh vstupu na osluněnou terasu. (MAŇÁK et MAŇÁKOVÁ , 2005)



Obrázek 22: Osluněný a neosluněný svah (MAŇÁK et al., 2005)

5.6 Vítr

Vítr se řadí mezi kritéria, která ovlivňují efektivnost výstavby nízkoenergetických domů. Musíme rozlišovat, jestli větrné pole proudí v zástavbě nebo ve volné krajině. Zásadní rozdíl je v tom, že v intravilánu obce se rychlost proudění větru a jeho směr mění nárazově, nikoliv pozvolna. Vítr v zástavbě má mnohem méně možností proudění než v extravilánu obce. Například ulice mají schopnost fungovat jako koridory nebo tunely, v nichž se tvoří zvýšené proudění

vzduchu. Zde platí pravidlo: čím hustší, vyšší a kompaktnější je zástavba, tím uzavřenější celek tvoří. Pokud je zástavba rozdílná a členitá, mohou se v intravilánu vytvářet zóny a pásma s vydatným silným prouděním vzduchu, ale také tvořit oblasti, kde panuje úplné bezvětří. V případě bezvětří nebo jen slabého proudění vzduchu vznikají problémy se znečištěním ovzduší nebo inverzí, která může ovlivnit výstavbu nízkoenergetických domů i zdraví obyvatel žijících v těchto částech měst a obcí. (VEVERKA et PANOVEC, 2006)

Jak bylo zmíněno výše, velkou roli hraje výška zástavby. Pokud se v území s linií rodinných domů postaví budova vyšší než okolní zástavba, stává se tato budova cílem. Vyšší budova musí odolávat větru a zároveň projektant musí počítat s tím, že vítr do této budovy bude narážet a dále se bude tříštit. Toto je způsobeno zejména hustě zastavěným územím s nízkou zástavbou, kterou vítr snadno překoná. Jakoby ji lehce obtéká a vyhýbá se jí. Budovy nenarušují proudění větru, oblast se chová jako jeden soudržný prvek, který odolává působení větru.

Stěnu vyšší budovy, odolávající působení převládajícího větru, je důležité opatřit větší tloušťkou izolace nebo na izolační plášť zvenku připojit doplňující nevyhřívané prvky. Používá se například lodžie, balkon nebo zimní zahrada, čímž se eliminují následky působení větru na ochlazovanou stěnu.

V dnešní době se tomuto dá předcházet například už při vypracovávání regulačních plánů. Ty by měly zamezit a předcházet těmto situacím. Pro projektanta jsou regulativy závazné a nesmí je porušit. Bohužel pro většinu obcí regulační plány vůbec nejsou zpracované, proto spíše záleží na přání zákazníka. (SMOLA, 2011)

Další možností při stavbě nového domu je potřeba přísného posouzení oblasti a individuální situace. Také lze uskutečnit zkoušku na projektantem vytvořeném modelu s širším okolím v tzv. větrném tunelu, který zajistí správnost a vhodnost projektu vůči větrnému poli. (JD HOLMES, 1984)

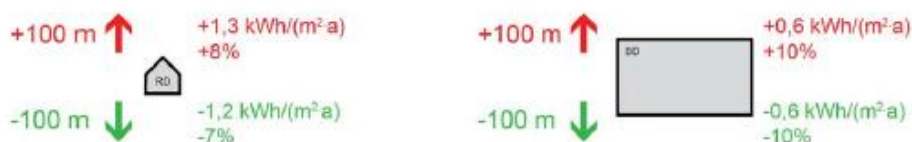
5.7 Nadmořská výška

Je známo, že se zvyšující se nadmořskou výškou teplota klesá a kvantita slunečního záření nepravidelně kolísá. Teplota vzduchu na vrcholcích kopců a v údolích je vždy nižší než na krytých a chráněných oblastech a jižních svazích. Nížiny se řadí mezi místa s největším množstvím slunečního záření. Naopak horské oblasti díky velkému stínění hor jsou celoročně definovány jako oblasti s poměrně nízkým množstvím slunečního záření, malým působením dešťových srážek a

inverzními úkazy. V zimním období jsou vysokohorské oblasti vystavovány silným účinkům slunečního záření. Z toho vyplývá, že klimatické podmínky jsou velice důležité. (NAGY, 2009)

V každé oblasti je vhodné se soustředit na odlišné problémy. Například v nížinách a jižních oblastech je důležité zaměřit se na problém letního přehřívání. V horských oblastech na ideální velikost plochy otvorů s přihlédnutím na proslunění a minimalizaci tepelných ztrát. Ve vysokohorských oblastech působí na tepelnou ztrátu zejména velikost otvorů, které ale zároveň pozitivně působí na potřebu tepla na vytápění.

KŘEČEK (2011) ve své práci uvádí, jak nadmořská výška ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění. Z této studie vyplynulo, že s každými narůstajícími 100 metry od stanoviště, které je v Hradci Králové, se i zvyšuje potřeba tepla na vytápění. Naopak s klesající nadmořskou výškou se tato spotřeba snižuje. Na následujícím obrázku je u izolovaného rodinného domu vidět, jak se spotřeba tepla na vytápění z původních $16,5 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$, při nárůstu nadmořské výšky o 100 metrů, zvýší na $17,8\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ a u poklesu o 100 metrů, sníží na $15,3\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. U bytového domu se se zvyšující nadmořskou výškou z původních $6,0\text{kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ zvýší měrná spotřeba tepla na vytápění na $6,6 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ a se snížením o 100 metrů poklesne spotřeba na $5,4 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$.



Obrázek 23: Schématické znázornění vlivu korekce nadmořské výšky u rodinného a bytového domu (KŘEČEK K., 2011)

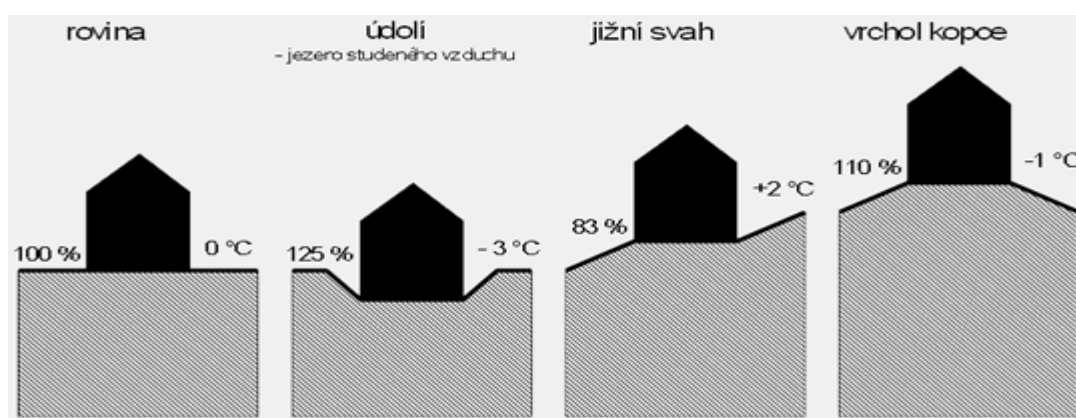
5.8 Inverze

Inverze v údolích a kotlinách má dopad na kvalitu bydlení. Inverzi v těchto místech zapříčiňuje nahromaděný studený, často znečištěný vzduch, který způsobuje špatné proudění vzduchu. (VEVERKA et PANOVEC, 2006)

Pokud postavíme nízkoenergetický dům, který využívá sluneční energii je potřeba, aby danou lokalitu neovlivňovaly zplodiny z okolních domů. Problematické je topení pevnými palivy v zimě, protože mohou zapříčinit vznik inverze. Pokud inverze vznikne, efektivní nízkoenergetický dům strádá na sluneční energii, proto

nebude možné vytápět naakumulovanou energií a vzniká potřeba si přitápět sám ze sítě. To má za následek vyšší náklady na vytápění. Tím se může stát, že náklady stoupnou i na dvojnásobek než pokud by dům stál na jižním prosluněném pozemku, kde inverze není.

Rozdíl v nákladech na vytápění mezi pozemkem v kotlině, kde se častěji vyskytuje inverze a pozemkem ideálně umístěným na jižním úbočí svahu je veliký. Majitel pozemku na osluněné straně může ušetřit až 40% nákladů na vytápění než majitel pozemku v nevýhodné kotlině. (NAGY, 2009) Obrázek 24 znázorňuje, jak terén ovlivňuje náklady na tepelné ztráty budovy v % a teplotu vzduchu exteriéru ovlivněnou morfologií terénu.



Obrázek 24: Tepelné ztráty budovy
(<http://www.archiweb.cz/salon.php?type=10&action=show&id=1204>, 2013)

7 Vliv umístění na ochlazovanou plochu a objemový faktor

V této části bakalářské práce bylo řešeno, jak umístění budovy v terénu ovlivňuje ochlazovaný povrch budovy a faktor tvaru a jak orientace budovy ovlivňuje solární zisky okny. Pro posouzení byly vybrány typologicky nepoužívanější druhy staveb. V území se s nimi setkáváme denně, proto jsou vybrány tyto stavby: izolovaný dům, izolovaný dům se sklonitou střechou, dvojdomek, řadový dům o čtyřech sekcích, viladům a schodišťový bytový dům tvořen čtyřmi sekcemi. Rozměry rodinných i bytových domů byly převzaty z knihy Zonální struktury od DOUDLÍKA (1996), ve které doporučuje maximální a minimální rozpětí hloubky a šířky domů.

Jako základní půdorysná proporce rodinného domu byla stanovena šířka domu v rozmezí od 6 do 14 metrů, (záleží na tvaru střechy), a podlažní plocha 90m^2 . Z toho vyplívá hloubka domu. U bytových domů podlažní plocha vychází z výpočtu dvou podlažních ploch rodinného domu a schodiště, a to 192m^2 . Při modelování počítáme se třemi byty na podlaží. Šířka domu se pohybuje v rozpětí od 12 do 18 metrů.

Z geomorfologických podmínek byla vybrána a vymezena svažitost terénu dvěma sklony svahu. Jako první sklon pro posouzení je stanoven sklon 20%, který je kritickým pro individuální zástavbu a spíše vhodný pro budování terasových domů. Druhý zvolený sklon terénu o velikosti 15% je vhodný pro individuální výstavbu.

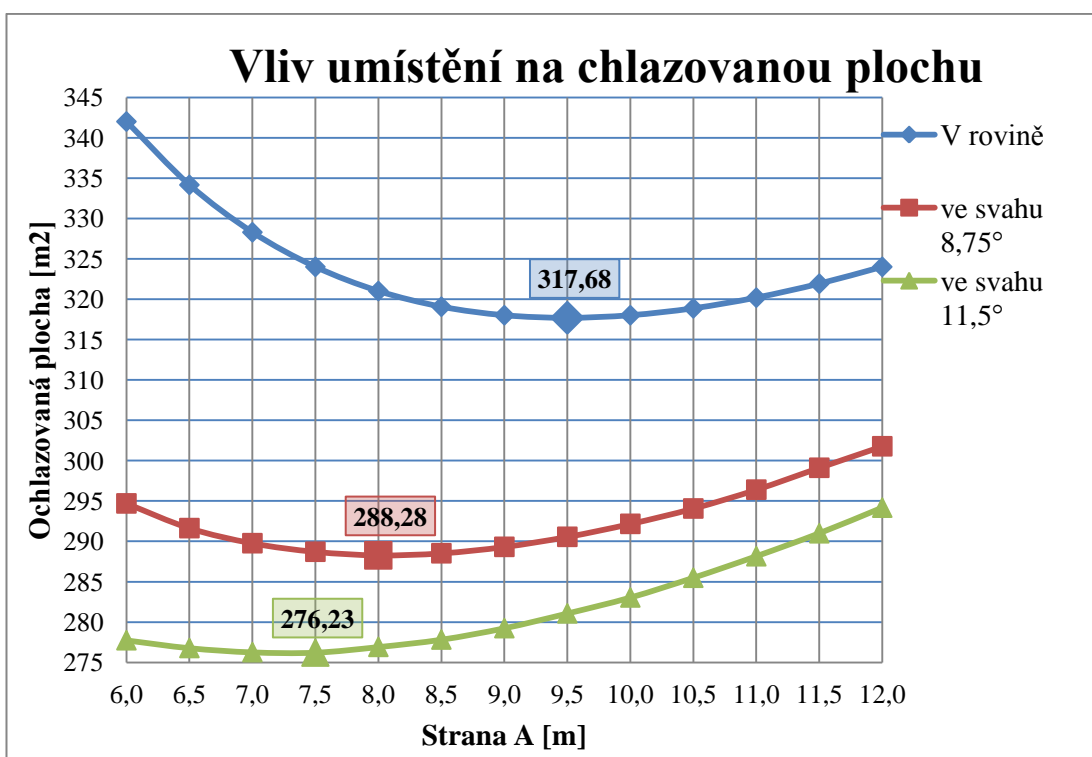
7.1 Rodinný izolovaný dům s plochou střechou

Izolovaný dvoupatrový dům s plochou střechou o podlažní ploše 90m^2 a s výškou podlaží 3 metry, byl nejprve umístěn do roviny, mírného svahu a strmého svahu. V těchto případech byla vyhodnocena celková ochlazovaná plocha ve styku se vzduchem, ze které byl poté vypočítán faktor tvaru. Vztah mezi šířkou a hloubkou je uveden v tabulce 1. Celkový výpočet s ochlazovanou plochou a faktorem tvaru je uveden v příloze 1.

strana A [m]	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0
strana B [m]	15,00	13,85	12,86	12,00	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00	8,57	8,18	7,83	7,50

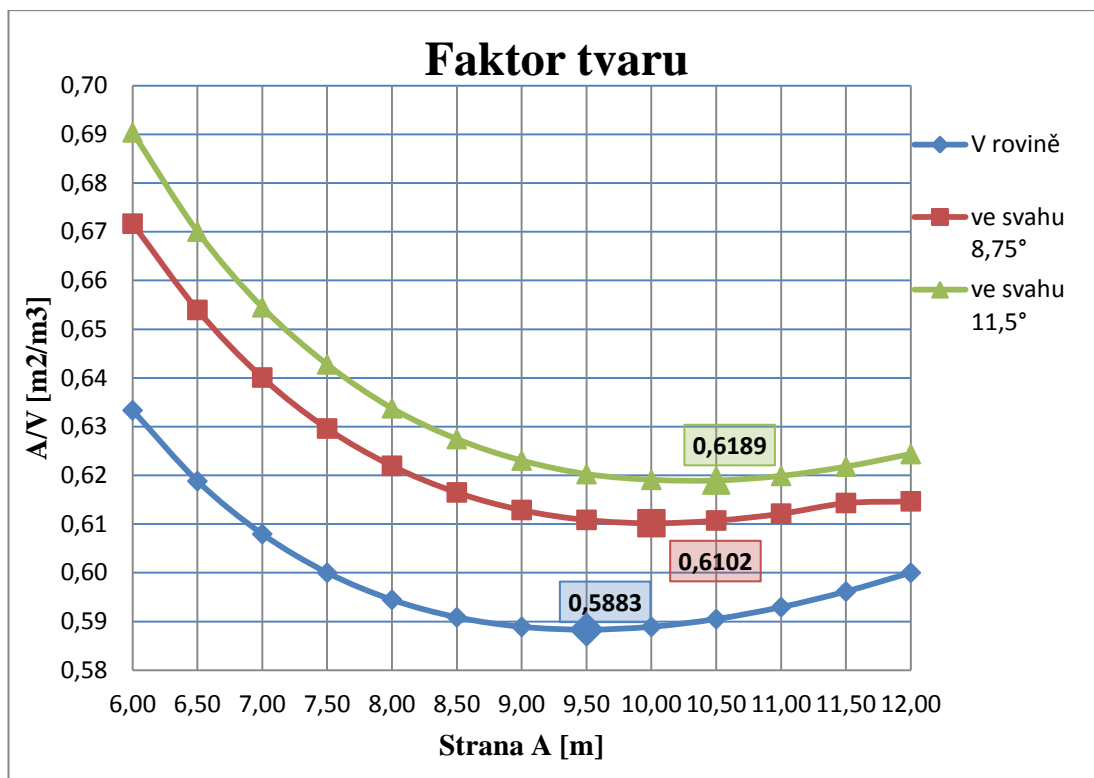
Tabulka 1: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, izolovaný dům s plochou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

Následující obrázek grafu znázorňuje vliv umístění budovy na ochlazovanou plochu. Je zde vidět, jak sklon svahu ovlivňuje velikost ochlazovaných ploch a tvar budovy. Minimální hodnoty plochy ve styku se vzduchem se odlišují podle toho, jaké jsou půdorysné rozměry a do jaké míry je budova zapuštěna do terénu. Z grafu vyplývá, že budovy ve strmém svahu mají menší ochlazované povrchy, protože jsou více zapuštěné, než budovy v mírném svahu. Avšak tyto hodnoty se liší jen minimálně, i když rozdíl sklonitosti svahu jsou skoro 3°.



Obrázek 25: Vliv umístění budovy na ochlazovanou plochu, izolovaný dům s plochou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

Obrázek 26 znázorňuje faktor tvaru jednotlivých staveb v terénu. Rozdíl faktoru mezi svahem 8,75° a 11,5° je minimální, takže nezáleží na tom, jestli se stavba umísťuje do svahu strmého nebo mírného, ale zda je budova ve svahu nebo v rovině. Všechny stavby splňují předpoklady pro vhodně navržený objemový faktor tvaru pro nízkoenergetické budovy.



Obrázek 26: Faktor tvaru, izolovaný dům s plochou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

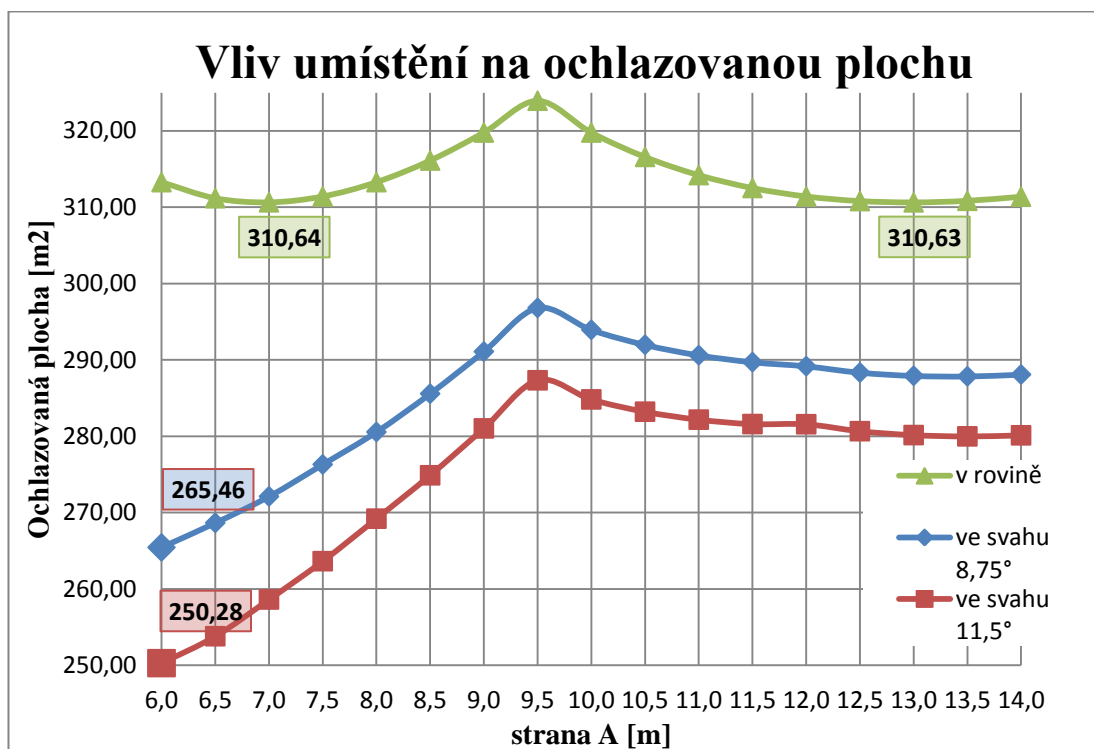
7.2 Rodinný izolovaný dům se sklonitou střechou

Izolovaný rodinný dům se šikmou střechou s podlažní plochou 90m^2 a výškou 7 metrů, byl nejprve umístěn do roviny, mírného svahu a strmého svahu. Ve vybraných situacích byla posouzena a vypočtena celková ochlazovaná plocha ve styku se vzduchem a následně vypočítán faktor tvaru. Pro zachování reálných příkladů se průřelí budovy v šířce 9,5 metru otočilo o 90° , tím příklady odpovídají principům pro proveditelnost střechy z hambalkové soustavy. Vztah mezi šířkou a hloubkou je uveden v tabulce 2. Celkový výpočet s ochlazovanou plochou, faktorem tvaru a vyobrazení změny orientace průřelí je uveden v příloze 2.

strana A [m]	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00
strana B [m]	15,00	13,85	12,86	12,00	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00
strana A [m]	10,50	11,00	11,50	12,00	12,50	13,00	13,50	14,00	
strana B [m]	8,57	8,18	7,83	7,50	7,20	6,92	6,67	6,43	

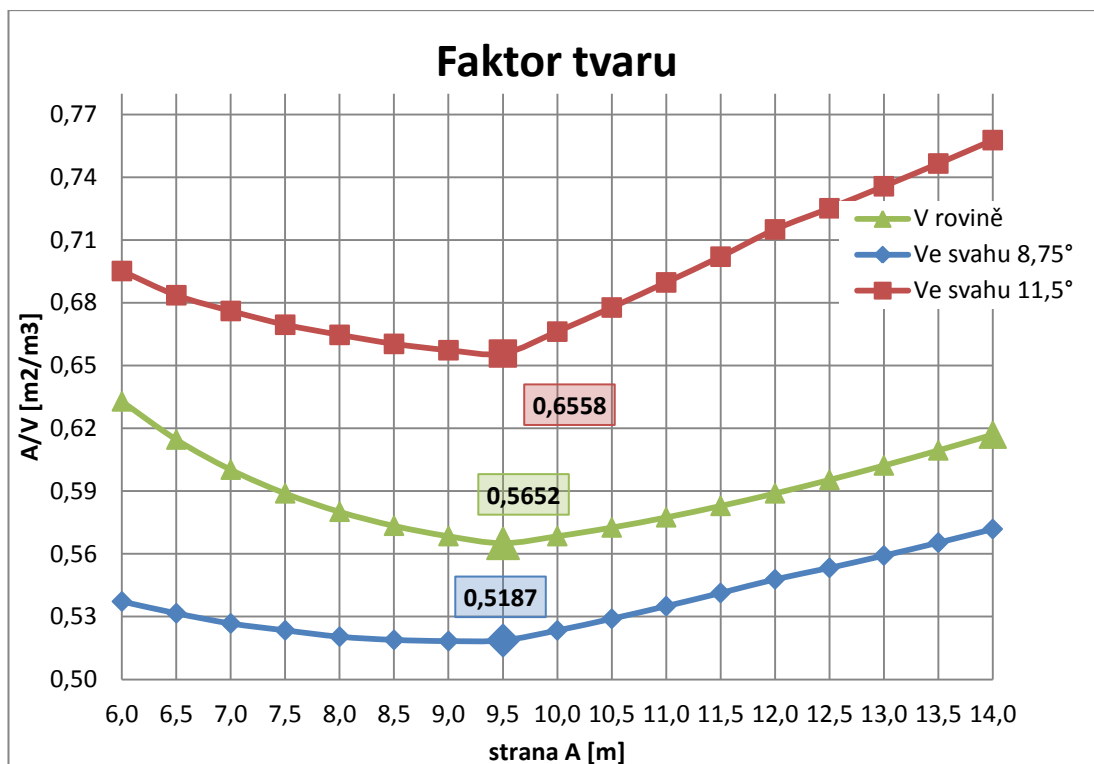
Tabulka 2: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, izolovaný dům se sklonitou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

V obrázku graf znázorňuje velikost ochlazované plochy v terénu. Velký vliv zde má otočení průčelí. Tato rotace mění významným způsobem průběh grafu. U příkladů v rovině je vidět osová souměrnost. Osa prochází bodem, kde byl změněn směr střechy budovy. Z této situace vycházejí dvě minimální hodnoty. V situacích ve svahu lze pozorovat velký nárůst ochlazované plochy a po změně orientace jen mírný pokles.



Obrázek 27: Vliv umístění na ochlazovanou plochu, izolovaný dům se sklonitou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

V následujícím grafu vykresluje křivka faktoru tvaru, která je naprosto závislá na změně průčelí. Jasně z toho vyplývá, že orientace průčelí zapříčiňuje, nárůst objemového faktoru. Velký rozdíl je mezi faktory v rovině a ve svažitém terénu. Jako nejlepší možnost vychází umístění budovy o rozměrech 14 x 6,43 metru v mírném svahu. Naopak nevyhovující jsou stavby o šířce od 11,5 do 14,0 metrů ve strmém svahu, jejich faktor tvaru je větší než $0,7 \text{ m}^2/\text{m}^3$.



Obrázek 28: Faktor tvaru, izolovaný dům se sklonitou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

7.3 Dvojdomek s plochou střechou

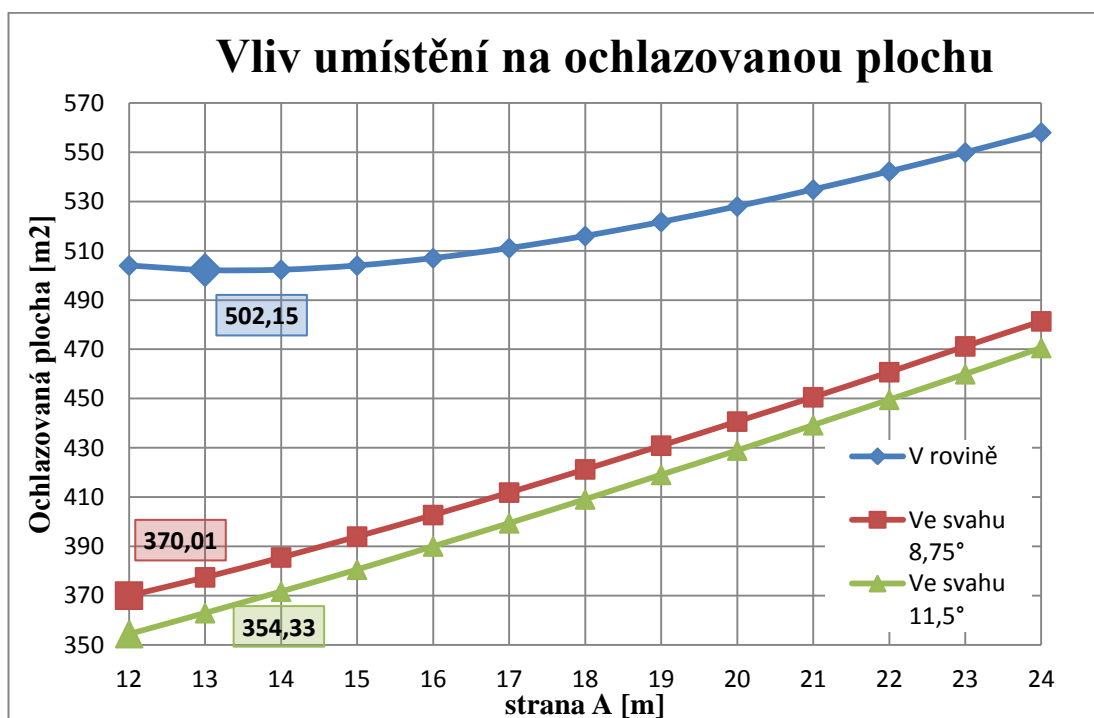
Dvoupatrový dvojdomek s plochou střechou o podlažní ploše 180m^2 a s výškou 6 metrů, byl nejdříve umístěn do stejných situací jako předchozí modely budov. Do roviny, mírného svahu a strmého svahu. V těchto situacích byl vypočten celkový ochlazovaný povrch ve styku se vzduchem. Z této hodnoty byl následně odvozen faktor tvaru. Poměr mezi šířkou a hloubkou je uveden v tabulce 3. Komplexní výpočet všech použitých hodnot je uveden v příloze 3.

Strana A [m]	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0
strana B [m]	15,00	13,85	12,86	12,00	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00	8,57	8,18	7,83	7,50

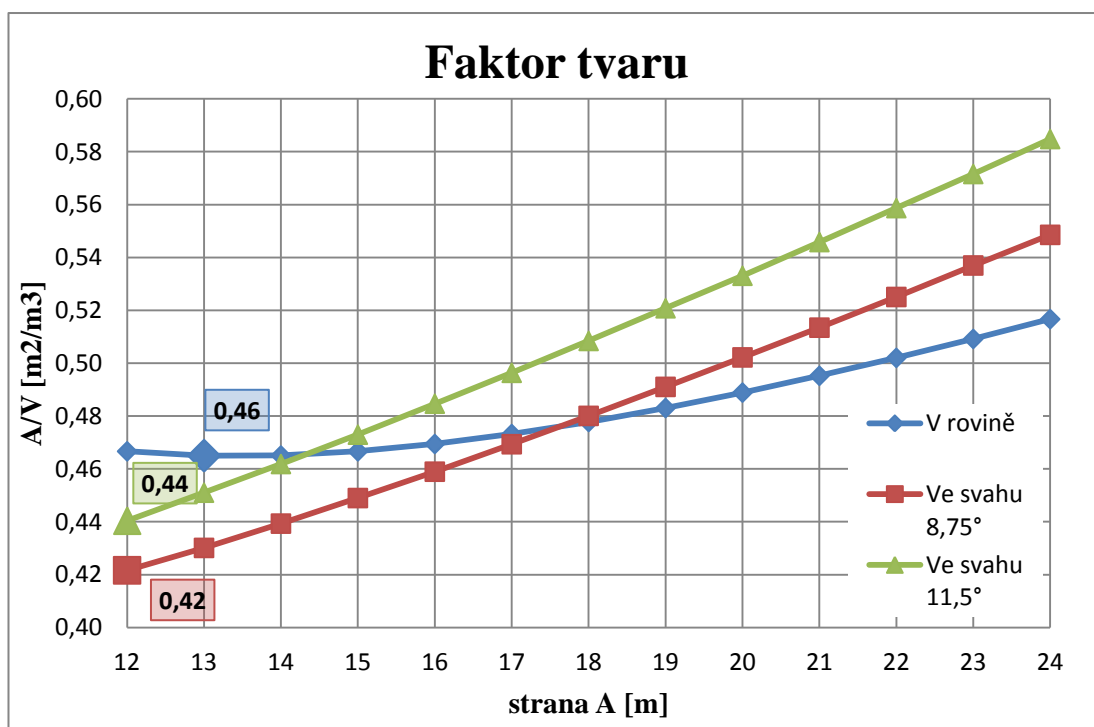
Tabulka 3: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

V dalším grafu ochlazovaných povrchů jsou znázorněny stejné situace zasazení budovy do terénu jako v předchozím případě. U dvojdomeku se již projevuje tvrzení, že nejideálnější proporce je krychle. Rozměry $13 \times 13,85$ metrů k ní mají

nejblíže a v grafu se projevují minimem křivky. V situacích ve svahu jsou nejideálnější proporce budovy s maximální hloubkou. Podobně se projevuje i graf faktoru tvaru na obrázku 30.



Obrázek 29: Vliv umístění na ochlazovanou plochu, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)



Obrázek 30: Faktor tvaru, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

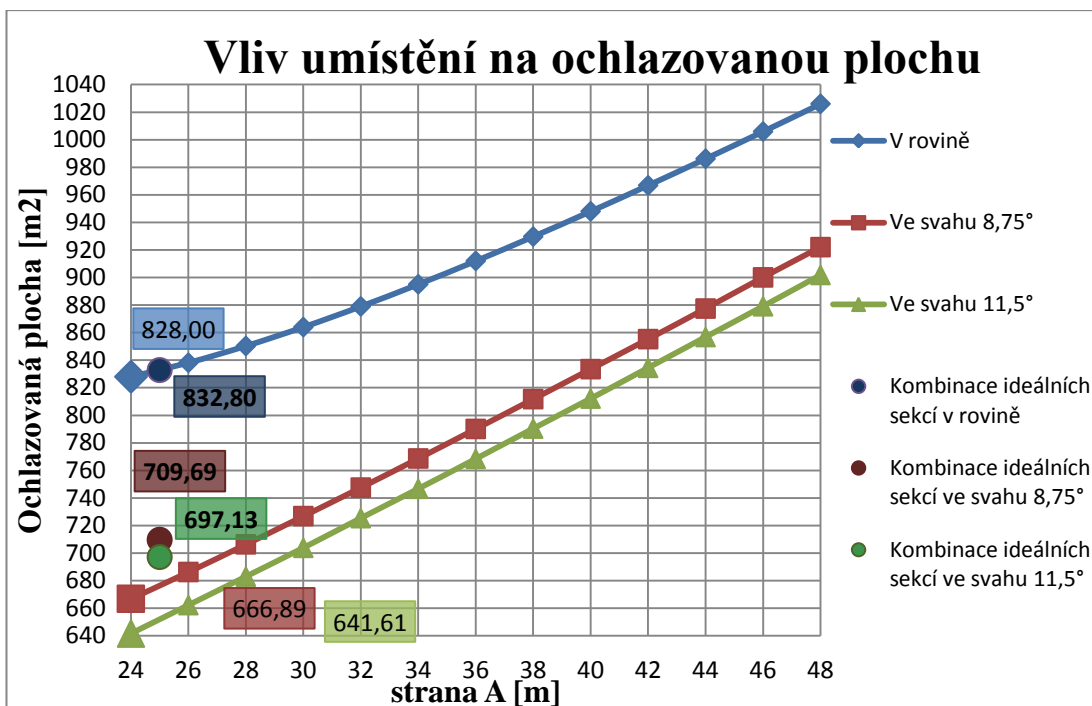
7.4 Řadový dům

Řadový dům tvoří dohromady čtyři rodinné izolované domy s plochou střechou. Podlažní plocha se v tomto případě vypočítala jako čtyřnásobek podlažní plochy izolovaného domu. Výška budovy zůstala stejná a to 6 metrů. Ochlazovaná plocha se řešila pro celý blok a zkušebně i pro jednotlivé části (vnitřní sekce a vnější sekce). Budova byla umístěna do roviny, mírného svahu a strmého svahu. V těchto různých terénních situacích byl vypočten úhrnný ochlazovaný povrch ve styku se vzduchem, a následně spočítán faktor tvaru. Vztah šířky a hloubky je uveden v tabulce 4. Souhrnný výpočet všech aplikovaných hodnot je uveden v příloze 4 a 4.1.

strana A [m]	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0	40,0	42,0	44,0	46,0	48,0	25,0
strana B [m]	15,0	13,85	12,86	12,0	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00	8,57	8,18	7,83	7,50	14,4

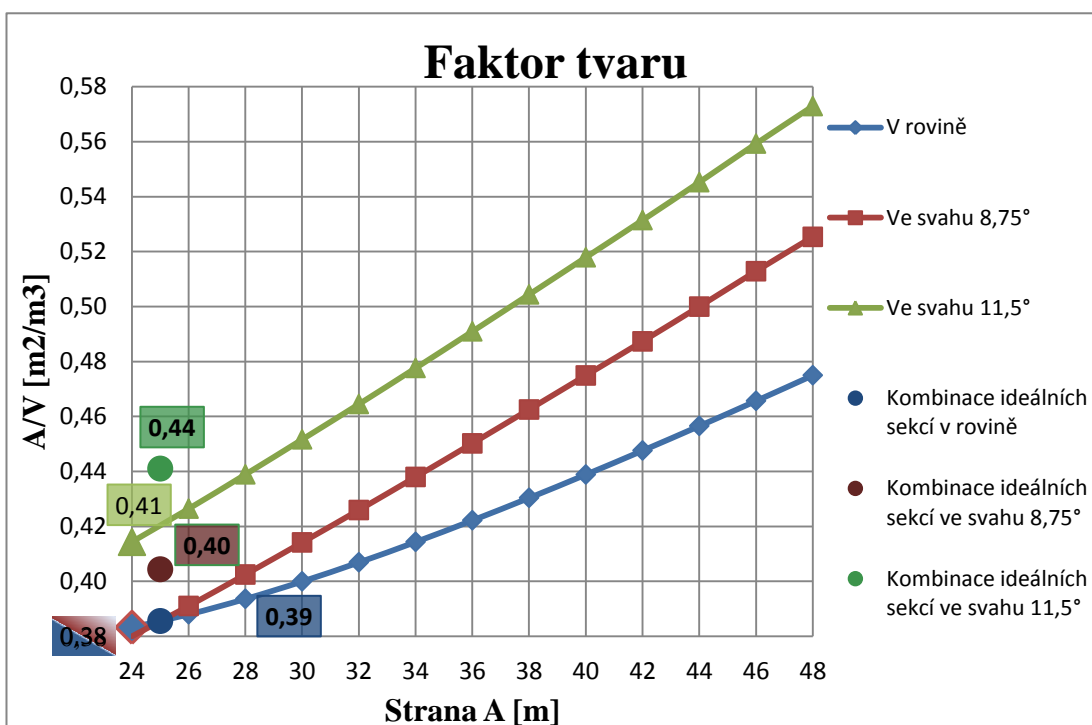
Tabulka 4: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, řadový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

Níže vytvořený graf znázorňuje lineárně se zvětšující ochlazovanou plochu s nabývajícím šířkou budovy. Nejlepších výsledků je dosaženo u budovy s největší hloubkou ve strmém svahu. Graf bodově znázorňuje hodnoty nejideálnějších proporcí vycházející z výpočtu ochlazovaných povrchů jednotlivých sekcí. Ty odpovídají rozměrům 25 krát 14,4 metrů.



Obrázek 31: Vliv umístění na ochlazovanou plochu, řadový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

Faktor tvaru znázorněný na obrázku 32 v situacích ve svazích vytváří téměř rovnoběžné úsečky. Všechny případy mají nejmenší faktor tvaru při největší hloubce. Bodově je znázorněna kombinace situace vnitřní a venkovní sekce.



Obrázek 32: Faktor tvaru, řadový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

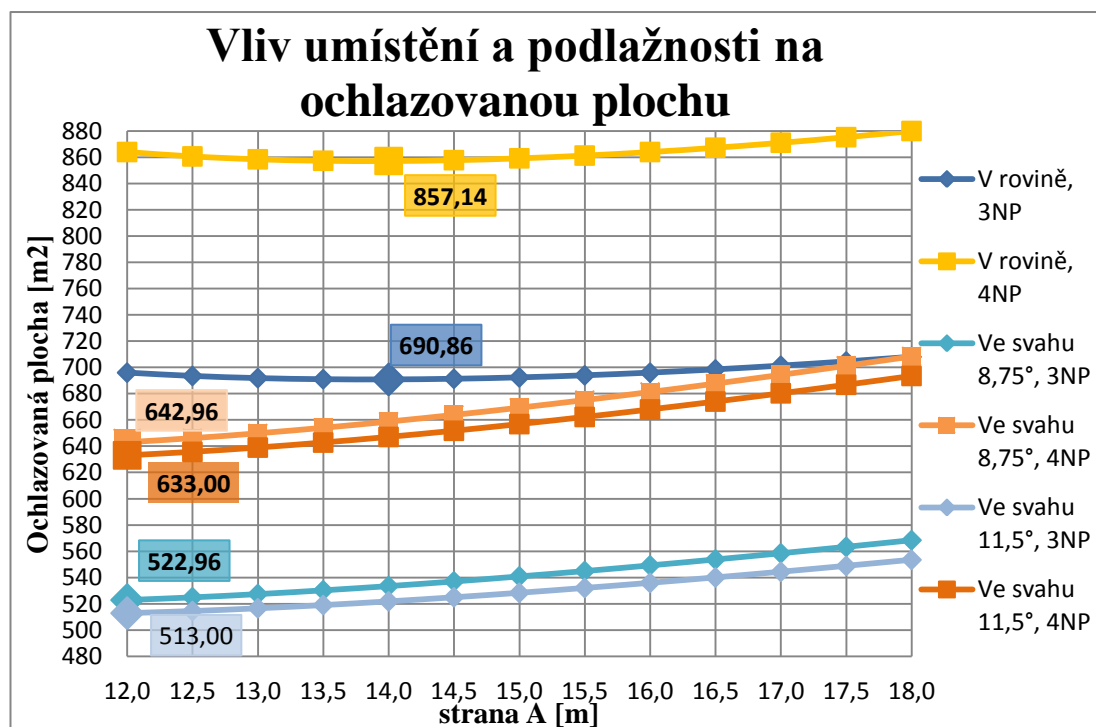
7.5 Vilový bytový dům

Vilový bytový dům byl vytvořen z výpočtu podlahové plochy dvou izolovaných rodinných domů (90m²) a výpočtu schodiště vhodné pro bytové domy (cca 12m²). V této situaci má budova tři byty na podlaží. Návrhy budov byly umístěny do shodných situací a posouzeny jako předešlé příklady. Vztah šířky a hloubky je v tabulce 5. Výpočty aplikovaných hodnot jsou v příloze 5.

strana A[m]	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0
strana B[m]	16,00	15,36	14,77	14,22	13,71	13,24	12,80	12,39	12,00	11,64	11,29	10,97	10,67

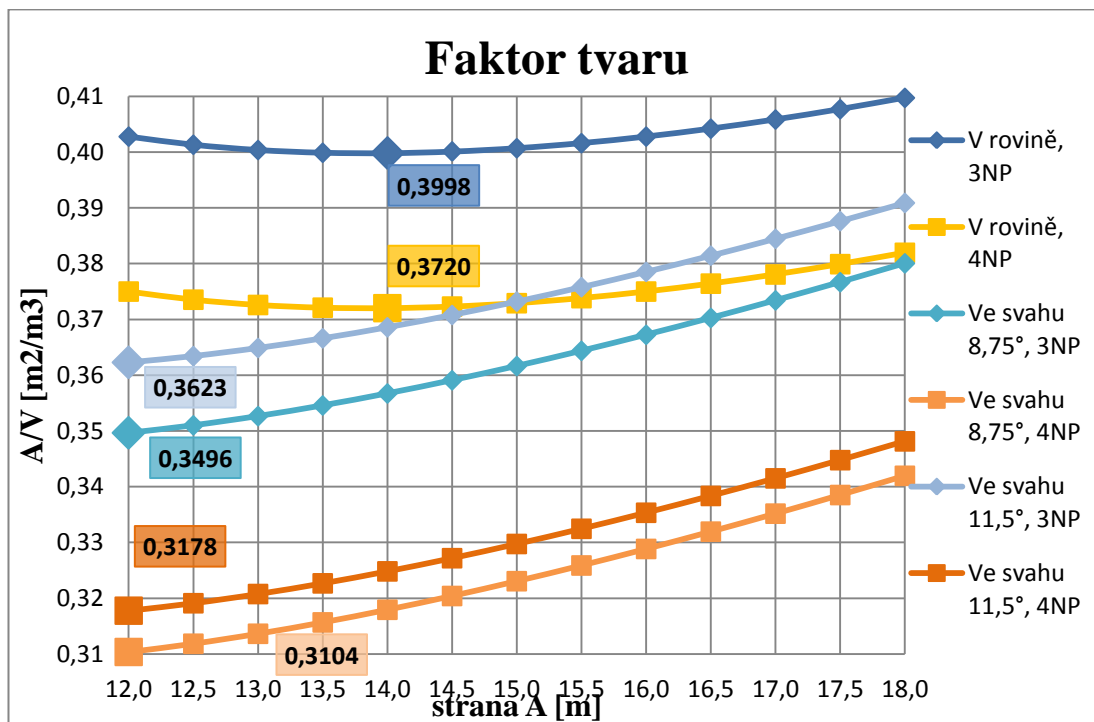
Tabulka 5: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, vilový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

Obrázek 33 znázorňuje závislost podlažnosti a umístění domu na velikost plochy ve styku se vzduchem. Nejmenší ochlazovaný povrch v rovině mají obě budovy v hodnotách nejbližší čtverci, a to 14 x 13,71 metru. V terénu dosahují modely nejmenší ochlazované plochy při maximální hloubce. Osazení budovy do mírného nebo strmého svahu nemá ve velikosti ochlazované plochy velký význam. Rozdíly jsou jen minimální.



Obrázek 33: Vliv umístění a podlažnosti na ochlazovanou plochu, vilový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

Obrázek 34 zachycuje nejideálnější objemový faktor v rovině v hodnotách nejbližší čtverci jako u předchozího obrázku velikosti ochlazované plochy. Ve svahu modely dosahují minimálních hodnot při maximální hloubce budovy. U čtyřpodlažní budovy je zanedbatelné, zda je umístěna v mírném nebo strmém svahu.



Obrázek 34: Faktor tvaru, vilový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

7.6 Schodišťový bytový dům

Schodišťový bytový dům byl vytvořen z návrhu vila domu. Z důvodu nákladné dilatace stavbu tvoří 4 sekce. V tomto příkladu má budova tři byty na podlaží. Pro pozorování jaký vliv má na budovu výška, byly zvoleny odlišné varianty podlažnosti a to tři (9 metrů) a čtyři (12 metrů) nadzemní podlaží. Modely byly umístěny do stejných situací a vyhodnoceny jako předchozí příklady. Poměr mezi šířkou a hloubkou je uveden v tabulce 6. Výpočty použitých hodnot jsou v příloze 6 a 6.1.

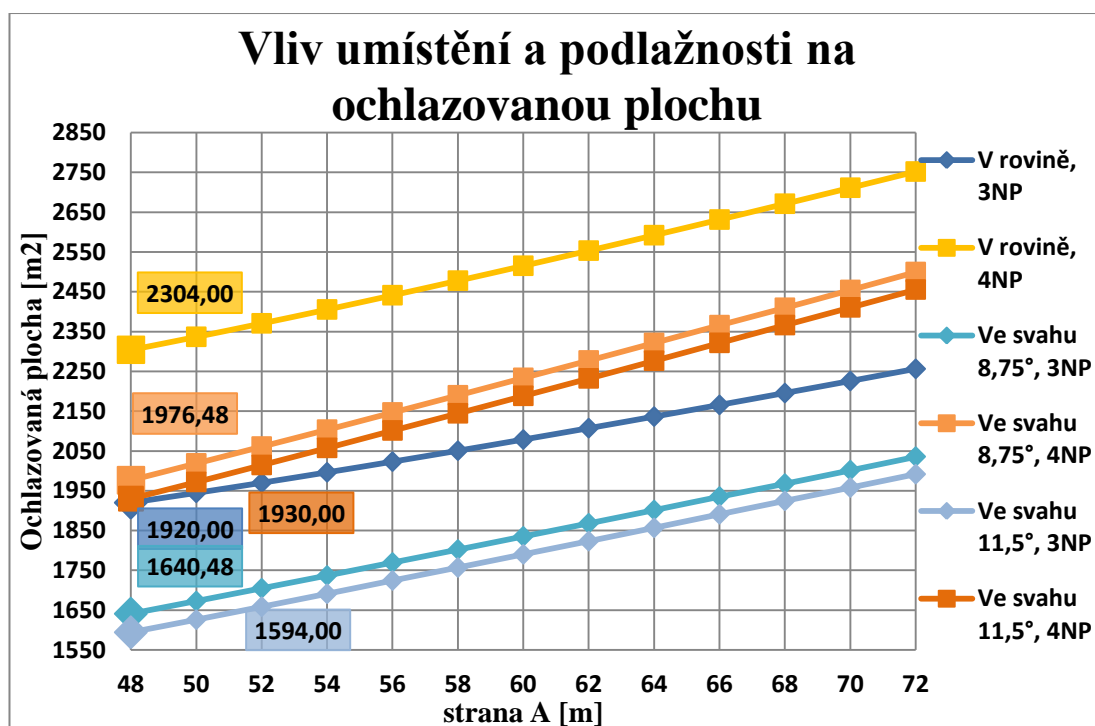
strana A[m]	48,00	50,00	52,00	54,00	56,00	58,00	60,00	62,00	64,00	66,00	68,00	70,00	72,00
strana B [m]	16,00	15,36	14,77	14,22	13,71	13,24	12,80	12,39	12,00	11,64	11,29	10,97	10,67

Tabulka 6: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, schodišťový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

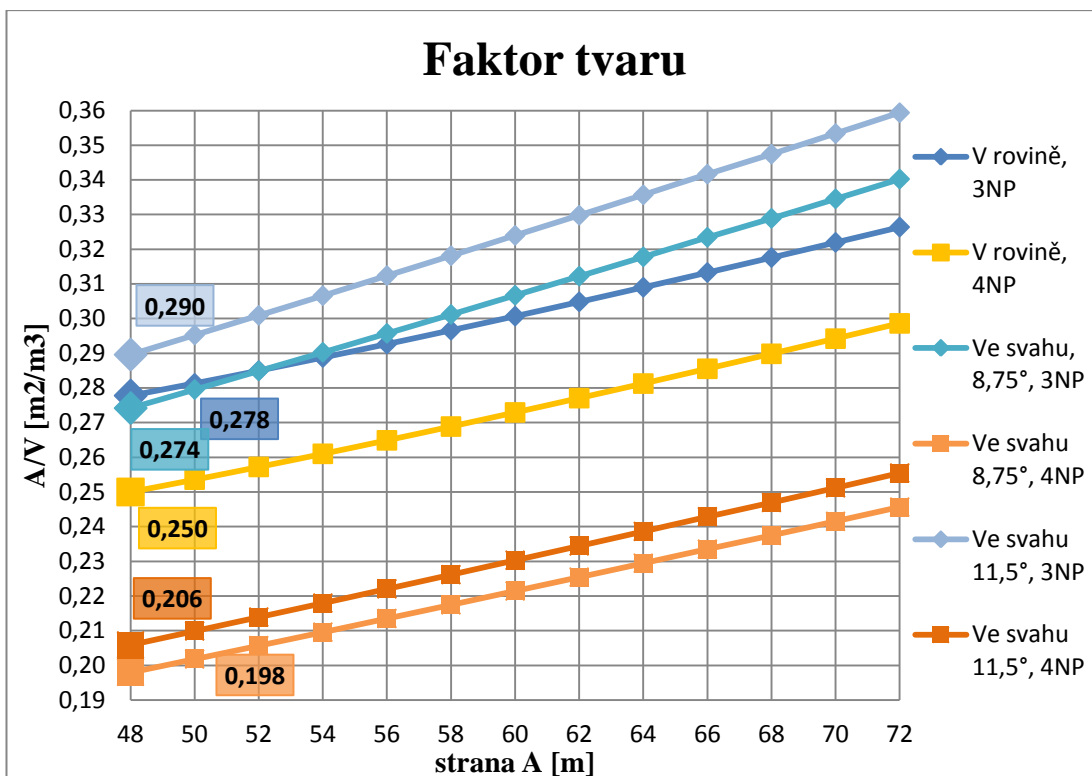
V následujícím obrázku lze pozorovat, jaký vliv má výška stavby na ochlazovaný povrch. Nejvyšší ochlazovaný povrch má samozřejmě čtyřpodlažní budova umístěná do roviny. Rozdíly ochlazovaných povrchů mezi sklony terénu, jsou téměř totožné u čtyřpodlažního i u třípodlažního domu (cca 50m²). Minimální hodnoty mají budovy s maximální hloubkou. Ochlazovaný povrch byl počítán i pro okrajové a vnitřní sekce. Výsledek není znázorněn v grafu, protože nemá na jeho průběh žádný vliv. Je roven minimálním hodnotám výpočtu celkové ochlazované plochy budovy.

Pokud by budova byla umístěna do strmého svahu, nevyhovovaly by šířky domu od 16,0 do 14,77 metrů. Hloubka pod úrovní terénu směrem ke svahu je více než 3 metry a tím zasahuje až do 1. nadzemního podlaží. V tomto případě v přízemí nastává problém s prosluněním bytů. Vhodné využití prostoru je využít ho pro parkování nebo vedlejší prostory (sklepy, komory, kolárna,...).

Tvarový faktor vychází nejlépe u čtyřpatrových budov, což potvrzuje obrázek 36. Rozdíl hodnot faktorů u třípatrových domů je jen minimální, snižuje se po setinách. Naopak diference faktorů v rovině a v obou svazích u čtyřpatrových budov je výraznější.



Obrázek 35: Vliv umístění a podlažnosti na ochlazovanou plochu, schodišťový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)



Obrázek 36: Faktor tvaru, schodišťový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

8 Vliv orientace na pasivní solární zisky okny

V další části bylo počítáno kvantum slunečního záření, které dopadne na okno v závislosti na orientaci zkoumané plochy. Solární zisky nikdy nezužítujeme všechny. Množství využití pasivních solárních zisků je podmíněno hlavně tepelně akumulacími vlastnostmi objektu. Zisky ze slunečního záření mají významnou roli v případě energeticky úsporných a efektivních domů. U obyčejného domu, který neodpovídá standardům aktuálních norem, nehrají solární zisky velkou roli. Byl zvolen výpočet dle platné normy ČSN 73 0542- způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště budov. Tento výpočet patří k nejjednodušším výpočtům tepelných zisků ze zasklení, počítá se zde s proměnnou orientací jižně prosklené stěny.

Plocha velikosti oken byla vypočtena jako 30% z celé plochy stěny a u oken pro výpočet použité trojsklo. Bylo zanedbáno jakékoliv stínění budovami a zelení. Pro výpočet v rovině byly z předchozího hodnocení použity nejideálnější proporce izolovaného domu, dvojdomku a schodišťového domu. Pro řešení případu ve svahu byl zvolen izolovaný rodinný dům.

Průměrný tepelný zisk za celé topné období lze stanovit ze vztahu:

$$E_{zvo} = E_{gvo} * A * T * c_{mp} * c_n$$

E_{zvo} - průměrný tepelný zisk zasklení ze slunečního záření za topné období [kWh.m⁻².rok⁻¹]

E_{gvo} - globální sluneční záření [kWh.m⁻².měs⁻¹], znázorněno v tabulce 7

A- plocha okna [m²]

T- Propustnost slunečního záření zasklení z čirého skla, trojsklo T= 0,73

c_{mp} - Činitel využití slunečního záření za celou topnou sezónu, více v tabulce 8

c_n - Činitel korigující skutečnost, že dopad slunečních paprsků není kolmý $c_n = 0,9$

Orientace	S	SV, SZ	V, Z	JV, JZ	J
EgVO	77,02	103,65	211,23	348,32	416,99

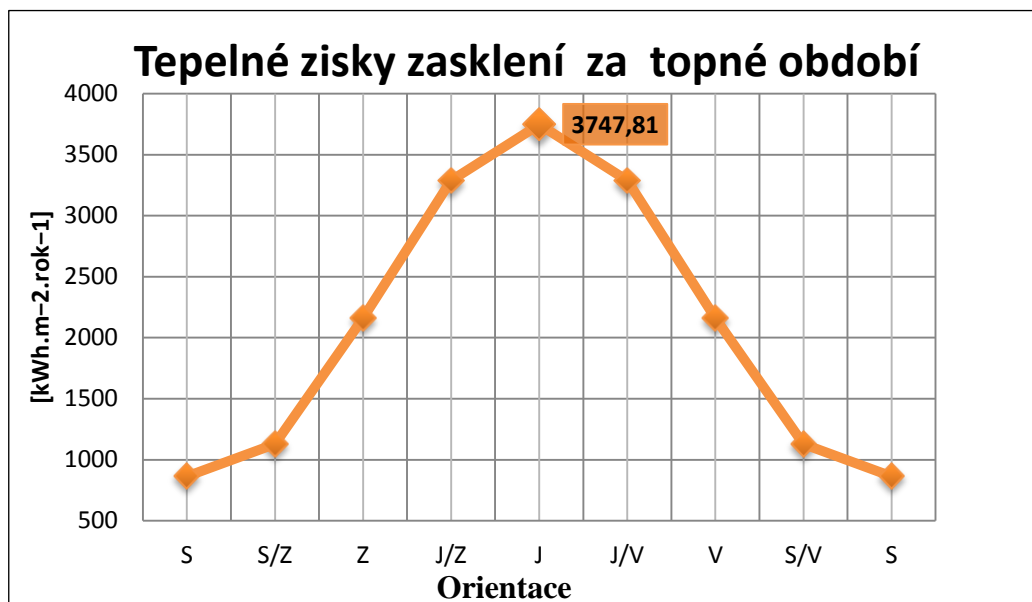
Tabulka 7: Globální sluneční záření za topné období E_{gVO} [kWh.m⁻².rok⁻¹]. (ČSN 73 0542, 2005)

Orientace	S	SV, SZ	V, Z	JV, JZ	J
c_{mp}	1	0,97	0,91	0,84	0,8

Tabulka 8: Činitel využití slunečního záření. (ČSN 73 0542, 1995)

8.1 Rodinný izolovaný dům s plochou střechou

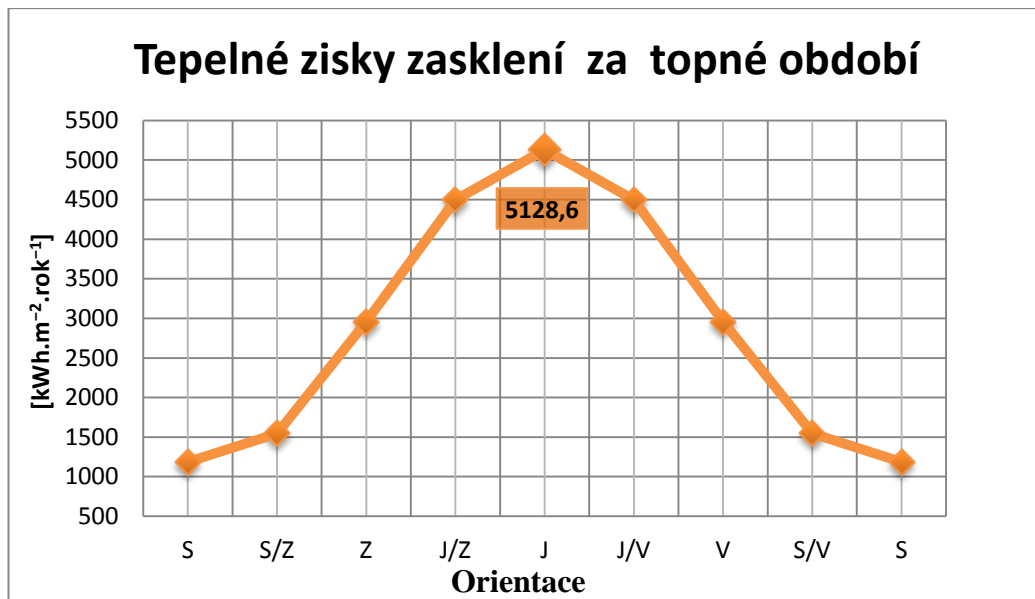
Pro tento výpočet byla použita šířka 9,5 metru a výška 6 metrů. Okna zabírají 30% plochy, což odpovídá 17,1 m². Na obrázku grafu je vidět, že vrchol paraboly se nachází při orientaci průčelí budovy na jih. Solární energie nabývá maximálních hodnot a při odchylce průčelí o 45° dochází jen k mírnému poklesu zisků. Při orientaci na sever je hodnota 3,5 krát menší než při ideální orientaci. Podrobný přehled výpočtů je uveden v příloze 7.



Obrázek 37: Tepelné zisky zasklení za topné období, izolovaný rodinný dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

8.2 Dvojdomek s plochou střechou

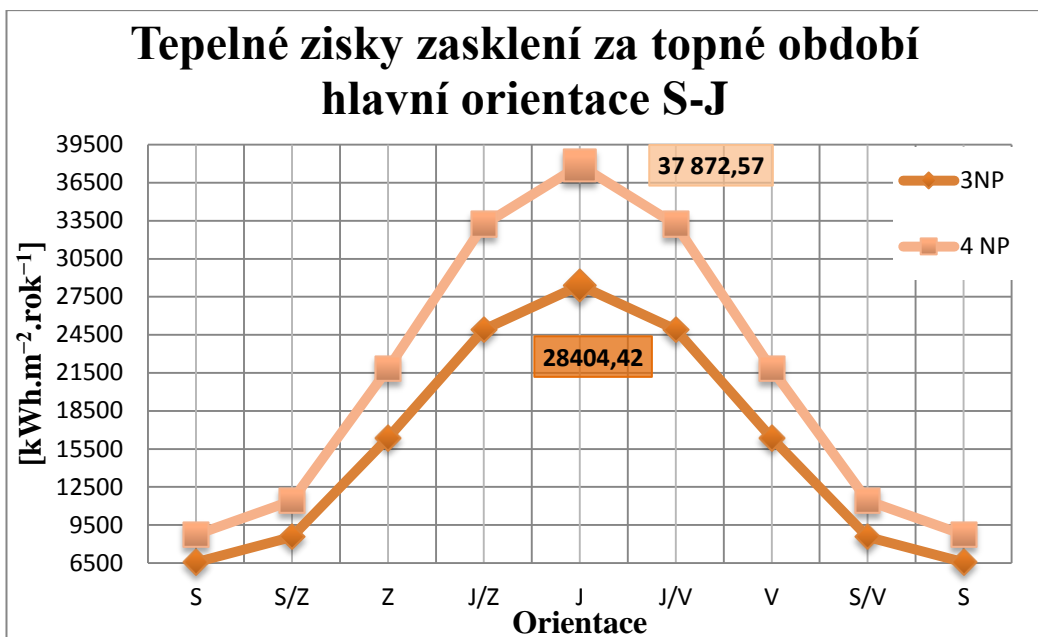
Pro tento model se jako nejvhodnější jeví šířka budovy 13 metrů. Výška domu je stejná jako u předchozího příkladu. Plocha oken koresponduje s velikostí 23,4 m². Graf níže znázorňuje parabolou s vrcholem v jihu. Jako u předešlého příkladu, odchylka průčelí od ideálního jihu o 45° má jen malý vliv na rozdíl solárních zisků. Rozdíl severní a jižní orientace je 4000 kWh.m⁻².rok⁻¹, v případě energeticky efektivního domu je tento rozdíl markantní. Při nevýhodné orientaci k dosažení nízkoenergetického standardu nepomůže ani zvětšená tloušťka izolace. Souhrnné výpočty jsou v Příloha 8: Solární zisky- 8.



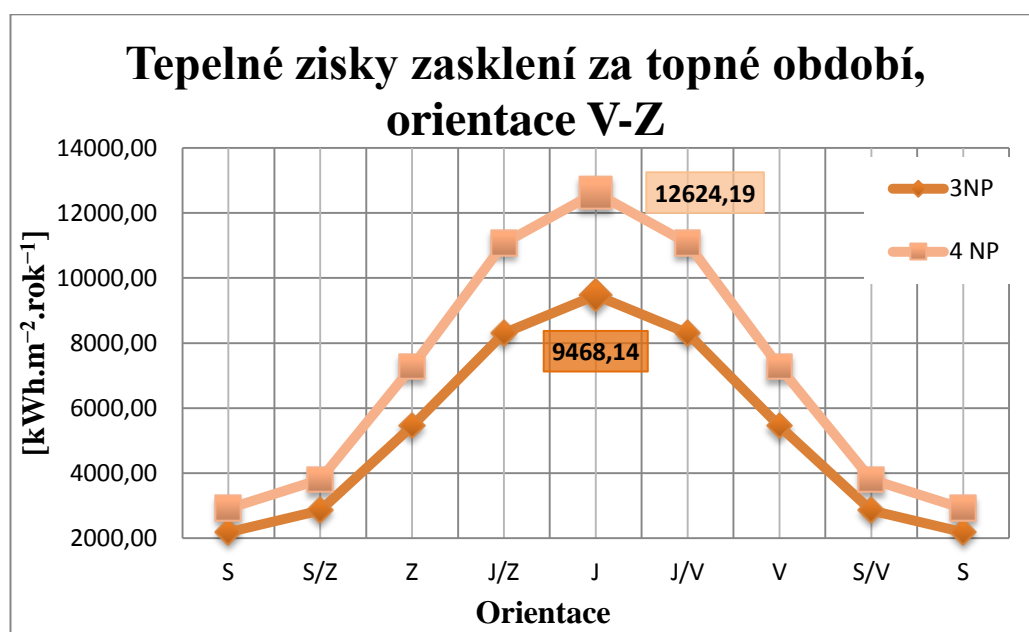
Obrázek 38: Tepelné zisky zasklení za topné období, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

8.3 Schodišťový bytový dům

Výstupové rozměry vycházejí z minimální šířky 4 sekcí (48 metrů). Pro znázornění vlivu velikosti prosklené plochy se pozměňuje výška poschodí (3NP a 4NP). Velikost solárních zisků třípatrového a čtyřpatrového domu, při orientaci sever- jih, ukazuje graf na obrázku 39. Průběh paraboly je totožný jako u předchozích modelových situací. Ve srovnání s grafem na obrázku 40 s hlavní orientací průčelí na východ a západ je jasně patrné, že solární zisky klesnou o trojnásobek hodnoty. Tento pokles u větších ploch může znamenat ztrátu 20 000kWh.m⁻².rok⁻¹. Tabulka s výpočtem je uvedena v Příloha 9: .



Obrázek 39: Tepelné zisky zasklení za topné období hlavní orientace S-J. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)



Obrázek 40: Tepelné zisky zasklení za topné období hlavní orientace V-Z. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

8.4 Rodinný izolovaný dům s plochou střechou ve strmém svahu

V tomto případě bylo řešeno, jak orientace ve svahu ovlivňuje solární zisky. Pokud budova leží na severním svahu a má jižní prosklenou plochu z 30%, jsou solární zisky oproti severní stěně mnohonásobně vyšší. V tomto případě se s počítanou plochou neotáčí. Výpočet solárních zisků je pro každou stranu budovy počítán samostatně. V tabulce 9 jsou znázorněny hodnoty pasivních solárních zisků pro každou stěnu zvlášť v severním a v jižním svahu. Zatímco v tabulce 10 jsou zobrazeny situace ve východním a západním svahu. Zde je patrné, že svah při východní a západní orientaci a uvažované svažitosti nemá vliv na pasivní solární zisky.

orientace	jižní svah	severní svah	plocha prosklení severní svah	plocha prosklení jižní svah
	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]		[m ²]	[m ²]
S	404,31	683,13	7,99	13,5
Z	2170,89	2170,89	17,19	17,19
J	2958,79	1751,17	13,5	7,99
V	2170,89	2170,89	17,19	17,19

Tabulka 9: Tepelné zisky zasklení za topné období, izolovaný rodinný dům ve svahu S-J. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

orientace	východní svah	západní svah	plocha prosklení východní svah	plocha prosklení západní svah
	[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]		[m ²]	[m ²]
S	543,66	543,66	10,74	10,74
Z	2727,82	1613,96	21,60	12,78
J	2354,71	2354,71	10,74	10,74
V	1613,96	2727,82	12,78	21,60

Tabulka 10: Tepelné zisky zasklení za topné období, izolovaný rodinný dům ve svahu V-Z. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)

Pro lepší srovnání byla v internetové kalkulačce vypočtena roční potřeba tepla na vytápění pro stejný rodinný izolovaný dům o vytápěné ploše 130m², umístěný v

nechráněné lokalitě na okraji města Poděbrady a vnitřní průměrnou teplotou 19°C. (ANONYM, 2014)

Z tohoto posouzení vyšlo, že nízkoenergetický dům má přibližnou spotřebu tepla na vytápění 4550kWh/rok. Po vynásobení koeficientem využití slunečních zisků 0,7 vyšlo, že v severním svahu jsou solární zisky pro vytápění dostatečné (5393,42kWh.m⁻².rok⁻¹), v jižním svahu zisky pokryjí spotřebu na vytápění (4743,26kWh.m⁻².rok⁻¹), ale nevystačí na další každodenní využití připojeného zařízení. Ve východním a západním svahu solární zisky vycházejí přiměřeně k orientaci svahu (5068,11kWh.m⁻².rok⁻¹).

9 Diskuse

V této části své bakalářské práce zhodnotím výsledky z analytické části. Je důležité upozornit na to, že výpočty byly zaměřeny výhradně na urbanistické podmínky (svažitost a orientace ke světovým stranám) a na ně navazující objemové řešení staveb. Práce tedy nezohledňovala možná technická řešení a úpravy staveb. Ochlazované povrchy budov jsem vypočítala bez ohledu na tepelnou prostupnost materiálů. Nerozlišovalo se, zda počítám stropní nebo obvodovou konstrukci či otvory v konstrukci. Vždy jsem brala za ochlazovaný povrch jen ten, co byl v přímém kontaktu se vzduchem. Z tohoto výpočtu vychází i faktor tvaru. Při výpočtu solárních zisků byly výpočty také zjednodušeny. Zanedbávala se tloušťka rámců oken, stínění budovami, vegetací i záclonami.

Jak je tedy výstavba energeticky úsporných domů za těchto okolností ovlivňována terénem? Je důležité si uvědomit, že svah pro stavbu domu není jen faktor, který celou stavbu prodraží. Nabízí se zajímavá možnost využít strmé svahy pro budování teras nebo terasových domů. Pokud stavba bude z části pod zemí, sníží se ochlazovaný povrch budovy a bude unikat méně tepla. Tato skutečnost vyplývá z grafů vlivu umístění na ochlazovanou plochu, kdy ve všech případech se ochlazovaná plocha zmenšila. S výjimkou izolovaného rodinného domu s plochou střechou měla křivka grafu počátek v hodnotách s nejmenší šířkou. U rodinného izolovaného domu v situaci ve svahu bylo dosaženo minimálních hodnot u stavby široké 8 metrů v mírném svahu a 7,5 metru ve strmém svahu.

Je důležitý objemový faktor? Nejvíce je používán architekty při návrhu budovy k odhadu potřeby tepla na vytápění. Nejjednodušší způsob, jak omezit tepelné ztráty je redukce podílu ochlazovaných ploch konstrukcí vzhledem k objemu konstrukce. Výsledky analytické části prokázaly, že čím je budova větší a kompaktnější, tím je i faktor tvaru menší. U čtyřpatrového bytového schodišťového domu se tato hodnota dokonce pohybuje okolo $0,25 \text{ m}^2/\text{m}^3$, přičemž rozdíl mezi totožnou, ale třípatrovou budovou jsou pouhé tři desetiny. Podle Passivhaus Institutu v Darmstadtu je přípustný objemový faktor pro energeticky efektivní budovy pod hodnotu $0,7 \text{ m}^2 / \text{m}^3$. To to kritérium nebylo splněno u izolovaného rodinného domu se šikmou střechou u šířek modelu budovy 11,50 až 14,00 metrů. I ve své dizertační práci KŘEČEK (2011) potvrdil, že ochlazovaný povrch ovlivňuje měrnou spotřebu tepla na vytápění. Více v kapitole Faktor tvaru.

Vliv orientace budovy na pasivní solární zisky okny je velice důležitý. Z výpočtů je jasně patrné, že čím je plocha průčelí větší, tím jsou i solární zisky okny větší. Například u čtyřpatrového bytového schodišťového domu jsou solární zisky ze zasklené jižní fasády rovny $37872,57 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$, což odpovídá přibližně desetinásobku zisku rodinného izolovaného domu. Odchylna orientace od ideálního jižního průčelí znamená ztráty na pasivních solárních ziscích. Odchylna o 45° při orientaci na jihozápad a jihovýchod má za důsledek jen minimální ztráty solárních zisků, větší odchylna o 90° způsobuje až o polovinu menší solární zisky.

Jak ovlivňuje svah solární zisky? V mé práci se potvrdilo, že je důležitá i orientace svahu. Pokud byl izolovaný rodinný dům orientován na osluněnou stranu v jižním strmém svahu, jeho roční tepelné zisky byly jen o $1000 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$ nižší než u případu v rovině. Naopak pokud budova byla umístěna do severního strmého svahu, solární zisky jižní strany klesly o polovinu, ve srovnání s výchozí pozicí domu v rovině. Pasivní solární zisky hlavního severního průčelí v neosluněném svahu jsou minimální a čtyři krát menší než zisky u téhož modelového domu situovaného v rovině. Při orientaci svahu na západní nebo východní stranu nabývá jižně orientovaná strana stejných hodnot celkové spotřeby energie, a to $2354,71 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. Při orientaci svahu na východ jsou solární zisky západní strany vyšší než jižní, ty dosahují hodnoty $2727,82 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$. To samé platí pro orientaci svahu na západ při solárních ziscích na východní straně. KOTALOVÁ (2013), ve svém článku napsala že: „jižní svah zaručuje maximální sluneční osvit, a tím aktivní i pasivní solární zisky“. Tímto výrokem dokládá správnost výsledků z mé analytické části.

10 Závěr

Výstavba nízkoenergetických domů je stále rozšířenější a dynamicky se rozvíjející oblastí. Toto téma se rozebírá a zkoumá v knihách, člancích, odborných časopisech i v diskuzích na webových stránkách, které analyzují tuto problematiku velmi podrobně a proto výstavba těchto budov stále vzkvétá a zdokonaluje se. Problematika výstavby nízkoenergetických domů je sice podrobně popsána, ale stále nalézáme nové problémy, o jejichž řešení je třeba usilovat.

V první části mé práce jsem popsala, jaké jsou hlavní odlišnosti mezi nízkoenergetickým, pasivním, nulovým a aktivním domem. Dále uvádím, jaké jsou zásady a priority správného fungování nízkoenergeticky efektivní budovy. Nejdůležitějším faktorem je orientace vůči světovým stranám, kompaktní tvar, ohled na oslunění, vyhovující umístění budovy jak v rovině, tak ve svahu, či poloha příjezdové komunikace vůči budově.

Druhý úsek bakalářské práce je věnován problematice různých vlivů terénních podmínek, tvaru budovy a orientaci stavby ke světovým stranám. Určila jsem si podmínky snižování efektivnosti provozu, využívání pasivních solárních zisků a ovlivňují energetickou bilanci pro vytápění.

Analytická část zohledňuje při optimalizaci energetické náročnosti provozu domu urbanistický faktor i objemové řešení. Doporučuji řídit se vyhodnocením modelových situací jako jedním ze vstupů, které mohou rozhodovat o návrhu budovy. Modely zaručují nejoptimálnější řešení pro návrh příznivého tvaru a proporcí v různých terénních podmínkách. Tepelné ztráty jsou minimální a správnou orientací modelové budovy díky maximálním využitím pasivních solárních zisků dochází k nízkým nákladům na vytápění.

V analýze jsem se nezaměřila na členitost budovy, která souvisí se zvětšováním ochlazovaných povrchů. Dále na problém tepelných mostů, kterými uniká více tepelné energie a tím vznikají i vyšší náklady na vytápění. Pro kvantitativní analýzu se předpokládá se zpřesněním vstupních dat, které modely vyhodnotí z více hledisek.

V České republice je připravována směrnice Evropského parlamentu a Rady o energetické náročnosti budov EPBD II⁵, která má v úmyslu od roku 2020 povolovat pouze výstavbu nových domů s nulovou spotřebou energie tzn. nulové domy nebo plusové domy, jejichž problematiku jsem blíže specifikovala v kapitolách

⁵ Zkratka směrnice o energetické náročnosti budov- Energy Performance of Buildings Directive

3.3 a 3.4. To to rozhodnutí bude mít za následek rozsáhlou výstavbu domů, které budou využívat energii pouze ze solárních zisků. Z tohoto důvodu se domy budou stavět pouze na místech pro ně ideálních. Další možnou variantou je dosažení výrazného pokroku a zdokonalení v odvětví stavebnictví. V tomto případě nebude problém postavit dům i na méně vhodných místech, které jsou například severní svahy nebo údolí často zasahované inverzí.

Stavební výroba patří k odvětvím národního hospodářství, která se zdokonalují velmi rychle. Technický pokrok přináší i z krátkodobého hlediska (4-7 let) podstatná zlepšení a inovace materiálů a technologií. Domnívám se, že v České republice mnoho lidí o nízkoenergetických domech neví a staví domy svépomocí, zejména z důvodu úspory nákladů. Avšak bylo by vhodnější poradit se nejdříve s odborníkem a řešit projekt rekonstrukce či novostavby kompletně, s ohledem na budoucnost, a ne pouze uvažovat o krátkodobých úsporách. Předpokládám, že k rozšíření povědomí o bydlení ve 21. století by moje práce mohla přispět.

11 Citace

ANONYM, 2002: Pozemky a povolení stavby. Stavímedům.cz: Třebíč, online: <http://www.stavimedum.cz/guide.jsp?pg=pozemky>, cit. 13.1.2014.

ANONYM, 2014: Odhad tepelných ztrát a roční potřeby tepla. Vytapeni.cz: online: <http://www.vytapeni.cz/kalkulacky/tepelne-ztraty>, cit. 12.3.2014

BLAKENEY R., 2013: Passive house. Local impact design, online: <http://localimpactdesign.ca/home/passive-house>, cit 12.1.2014.

ČSN 730542, 1995: Způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště. Český normalizační institut, Praha, 14 s., EAN 8590963177595.

ČSN 730540-2, 2011: Tepelná ochrana budov. Český normalizační institut, Praha, 56 s.

ČSN 734301, 2004: Obytné budovy. Český normalizační institut, Praha, 28 s., EAN 8590963703251

DOU TLÍK L., 1996: Zonální struktury: urbanistická typologie. ČVUT, Praha, vydání 2., ISBN 8001014681.

EUROPEAN COMMISSION, 1996: Passive cooling of buildings. Directorate General XVII for Energy, James, London, ISBN 1873936478.

FEIST W., 1994: Nízkoenergetický dům: úspory energie v bytové výstavbě budoucnosti. HEL, Ostrava, vydání 1., 183 s.

GONZALO R. et HABERMANN K., 2006: Energy-Efficient Architecture Basics for Planning and Construction. De Gruyter, Basel, ISBN 3034608624.

HÁJEK V., 2004: Pozemní stavitelství III pro 3. ročník SPŠ stavebních. Sobotáles, Praha, ISBN 8086817040.

HAZUCHA J., 2010: Technické a dispoziční řešení. Centrum pasivního domu Brno, 2010.

HOME, 2009: Vše o nízkoenergetickém domě. Jaga, Bratislava, 183 s.

HUMM O., 1999: Nízkoenergetické domy. Grada, Praha, vydání 1., 353 s, ISBN 8071696579.

JABLONSKÁ L., 2010: Územní studie Šumava urbanistická rukověť. online: http://up.kraj-jihocesky.cz/files/Urb_rukovet_1_cast.pdf, cit. 25.2.2013.

JD HOLMES, 1984: Wind Engineering 1983 3B Proceedings of the Sixth international Conference on Wind Engineering. held under the auspices of the International Association for Wind Engineering Elsevier Science, Burlington, 506 s., ISBN 0444601260.

- KNORRE CH., 2009: Holistic Planning for Energy Optimised Municipalities. Intense energy efficiency, Online: http://www.intense-energy.eu/uploads/tx_triedownloads/INTENSE_HolisticPlanning_BG_062009.pdf, cit.18.10.2013.
- KOTALOVÁ K., 2013: Pasivní dům na jižním svahu. ASB- portal.cz, online: <http://www.asb-portal.cz/architektura/stavby-a-budovy/pasivni-domy/pasivni-dum-na-jiznim-svahu>, cit. 25.2.2014.
- KOWOLLIK CH., 2007: Ökologisch Bauen - das Prinzip von Energiesparhäusern Ein Überblick. GRIN Verlag GmbH, München, 44 s, ISBN 3638775275.
- KŘEČEK K., 2011: Vliv architektonického konceptu na potřebu tepla na vytápění energeticky úsporných budov po bydlení. Fakulta architektury- ústav stavitelství, dizertační práce, deponováno, Brno, 188 s..
- LINNAMÄGI M., 2011: Planning of Energy Efficient. Active through passive, online: <http://www.activethroughpassive.eu/userfiles/files/E-book-download.pdf>, cit. 19.2.2013.
- LISICKÁ I. et VODIČKOVÁ E., 2011: Pozemek vybírejte srdcem, ale s rozumem. Home, online:<http://bydleni.tiscali.cz/dum/rodinne-domy/pozemek-vybirejte-srdcem-ale-s-rozumem.html>, cit. 25.2.2013.
- MAHDAVI A. et GURTEKIN B., 2002. Shapes, Numbers, Perception: Aspects and Dimensions of the Design-Performance Space. Design and decision support systems in architecture: proceedings of the 6th international conference Eindhoven University of Technology, Faculty of Architecture, Building and Planning, Urban Planning Group/Design Systems Group, Eindhoven, ISBN 9068141414.
- MAŇÁK J. et MAŇÁKOVÁ J., 2005: Rodinný dům: než začnete stavět. Grada Publishing a.s., Praha, 127 s., ISBN 8024714043.
- MCLOID R. et al. 2013: Passivhaus primer. Passivhaus, online: http://www.passivhaus.org.uk/filelibrary/Primers/KN4430_Passivhaus_Designers_Guide_WEB.pdf, cit. 12.12 2013.
- MILLERA W. et BUYS L., 2010: The Second Plank: Building a Low Carbon Economy with Energy Efficient Buildings. Urban design, Australian Sustainable Built Environment Council, 5.8.2010, online: <http://www.palgrave-journals.com/udi/journal/v17/n1/full/udi201120a.html>, cit. 19.11.2013.

- MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ, 2009: Vyhláška č. 268 / 2009 Sb. O technických požadavcích na stavby, online:<https://www.mmr.cz/getmedia/2bf72909-e837-4dc8-9488-599950e8f9f6/Vyhlaska-MMR-268-2009>, 18 s., citace: 25.2.2013.
- MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ, 1998: Vyhláška č. 137/1998 Sb. O obecných technických požadavcích na výstavbu. online: http://www.eis.cz/dokumenty/91_5_0_12006-11-29_17-24-48.htm, cit. 25.2.2013.
- MORÁVEK P. et TYWONIAK J., 2005: Soubor třinácti pasivních rodinných domů Český ráj- Koberovy. Sborník z konference - Pasivní domy 2005, Centrum pasivního domu, Brno, vydání 1., 290 s..
- NAGY E., 2009: Nízkoenergetický a energeticky pasivní dům. Jaga group, Bratislava, 207 s., ISBN 978-80-8076-077-9.
- NEUFERT E., 1995: Navrhování staveb. Consult invest, Praha, 234 s., ISBN 8090148646.
- POCNAROVÁ J., 2010: Aktivní domy: Neplaťte za teplo a elektřinu!. online: <http://www.nazeleno.cz/stavba/pasivni-domy/aktivni-domy-neplatte-za-teplo-a-elektřinu.aspx>, cit. 29.1.2013.
- PUNMIA P. et al., 1993: Building construction. 5. Laxmi Publications Pvt, Daryaganj, 846 s., ISBN 9788170080534.
- SAND P., 1993: Energy Saving Landscapes: The Minnesota Homeowner's Guide. online: <http://www.sustland.umn.edu/design/energysaving.html>, cit. 15.11.2013.
- SANDIFER S., 2007: The Use of Landscape Elements in Passive Cooling Strategies for Buildings. ProQuest, Los Angeles, ISBN 9780549444480.
- SMOLA J., 2011: Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů. Grada Publishing, Praha, 352 s., ISBN 9788024729954.
- SMOLA J. et ŠÁLA J., 2012: Sborník z konference Pasivní domy 2012. Centrum pasivního domu, Brno, 45 s., ISBN 9788090473928.
- STEINER F. et BUTLER K., 2007: Planning and urban design standards. John Wiley & Sons, Hoboken, 720 s.
- TYWONIAK J. et al, 2005: Nízkoenergetické domy 2: Principy a příklady, Grada Publishing, Praha, 193 s., ISBN 80-247-1101-X.
- TYWONIAK J., 2012: Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další. Grada Publishing, Praha, vydání 1., 195 s., ISBN 978-80-247-3832-1.
- VEVERKA J. et PANOVEC V., 2006.: Pasivní domy III. Archiweb, online: <http://www.archiweb.cz/salon.php?action=show&id=1204&type=10>, cit. 12.3. 2013.

WASSERBAUER R. et al, 2010: Návrh nízkoenergetického rodinného domu. Střední průmyslová škola stavební akademika Stanislava Bechyně, Havlíčkův Brod, vydání 1., 105 s. ISBN 9788025489208.

WEIGOVÁ J. et KAŇKA J., 2005: Stavební fyzika 10. Vydavatelství ČVUT, Praha, vydání 2., 172 s., ISBN 8001031276.

ZIZKA M., 2009: Technické a dispoziční řešení, Centrum pasivního domu, online: <http://www.pasivnidomy.cz/novinky/technicke-a-dispozicni-reseni-338?chapterId=1684>, cit.10.11.2013.

12 Seznam obrázků

Obrázek 1: Měrná roční spotřeba energie na vytápění rodinného domu. (http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/8206-pasivni-domy-v-centru-energetickeho-poradenstvi-pre , 2012)	14
Obrázek 2: Urbanistické typy rodinných domů (HÁJEK, 2004).....	15
Obrázek 3: Urbanistické typy rodinných domů, (http://stavbaweb.dumabyt.cz , 2009) ..	16
Obrázek 4: Urbanistické typy bytových domů (NOVOTNÝ V., 2003)	17
Obrázek 5: Stavební tvar. (BLAKENEY R., 2013).....	18
Obrázek 6: Vliv tvaru budovy na spotřebu tepla na vytápění. (BUDIÁKOVÁ M., 2003)	19
Obrázek 7: Vliv kompaktnosti stavby na měrnou spotřebu tepla vytápění. (KŘEČEK K., 2011)	20
Obrázek 8: Nejvhodnější umístění domu, (ZIZKA M., 2009).....	21
Obrázek 9: Generel výstavby 13 pasivních rodinných domů v lokalitě Český ráj-Koberovy. (MORÁVEK et al., 2005)	21
Obrázek 10: Minimální vzájemný odstup staveb, (http://www.cadwiki.cz/Minimalni-vzajemny-odstup-staveb.ashx , 2013)	22
Obrázek 11: Vzdálenosti řadových a bytových domů (DOUTLIK, 1996).....	23
Obrázek 12: Vzdálenosti řadových domů. (WEIGOVÁ et al., 2005)	23
Obrázek 13: Ochranu proti přehřívání interiéru zabezpečuje stínění, (http://www.pasivnidomy.cz/data/stineni.jpg , 2013)	24
Obrázek 14: Vliv orientace na tepelné solární zisky (SMOLA J., 2010)	24
Obrázek 15: Optimalizace odstupů staveb. (KNORRE CH., 2009)	26
Obrázek 16: Minimální délky pozemků rodinných domů (http://www.domika.cz/builder/zasady%20umisteni%20stavby.htm , 2013).....	27
Obrázek 17: Nepravidelný tvar pozemku. (http://www.domika.cz/builder/zasady%20umisteni%20stavby.htm , 2013).....	28
Obrázek 18: Osazení budovy na nepravidelný pozemek, (http://www.archiweb.cz/buildings.php?type=country&action=show&id=3500 , 2013)	28
Obrázek 19: Efektivní využití vegetace ke stínění (http://www.enermodal.com/pdf/DaylightingGuideforCanadianBuildingsFinal6.pdf , 2014)	29
Obrázek 20: Vliv orientace svahu, Rokytnice nad Jizerou, duben 2013 (FORMÁNKOVÁ K., 2013).....	30

Obrázek 21: Orientace komunikace. (NEUFERT E., 1995).....	32
Obrázek 22: Osluněný a neosluněný svah (MAŇÁK et al., 2005).....	32
Obrázek 23: Schématické znázornění vlivu korekce nadmořské výšky u rodinného a bytového domu (KŘEČEK K., 2011)	34
Obrázek 24: Tepelné ztráty budovy (http://www.archiweb.cz/salon.php?type=10&action=show&id=1204 , 2013)	35
Obrázek 25: Vliv umístění budovy na ochlazovanou plochu, izolovaný dům s plochou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	37
Obrázek 26: Faktor tvaru, izolovaný dům s plochou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	38
Obrázek 27: Vliv umístění na ochlazovanou plochu, izolovaný dům se sklonitou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	39
Obrázek 28: Faktor tvaru, izolovaný dům se sklonitou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	40
Obrázek 29: Vliv umístění na ochlazovanou plochu, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	41
Obrázek 30: Faktor tvaru, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	41
Obrázek 31: Vliv umístění na ochlazovanou plochu, řadový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	43
Obrázek 32: Faktor tvaru, řadový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	43
Obrázek 33: Vliv umístění a podlažnosti na ochlazovanou plochu, vilový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	44
Obrázek 34: Faktor tvaru, vilový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	45
Obrázek 35: Vliv umístění a podlažnosti na ochlazovanou plochu, schodišťový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	46
Obrázek 36: Faktor tvaru, schodišťový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014) .	47
Obrázek 37: Tepelné zisky zasklení za topné období, izolovaný rodinný dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	49
Obrázek 38: Tepelné zisky zasklení za topné období, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	50
Obrázek 39: Tepelné zisky zasklení za topné období hlavní orientace S-J. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	51
Obrázek 40: Tepelné zisky zasklení za topné období hlavní orientace V-Z. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	51

13 Seznam tabulek

Tabulka 1: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, izolovaný dům s plochou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	36
Tabulka 2: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, izolovaný dům se sklonitou střechou. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	38
Tabulka 3: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, dvojdomek. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	40
Tabulka 4: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, řadový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	42
Tabulka 5: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, vilový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	44
Tabulka 6: Vztah mezi šířkou A a hloubkou B, schodišťový bytový dům. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	45
Tabulka 7: Globální sluneční záření za topné období E_{gVO} [$kWh \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$]. (ČSN 73 0542, 2005)	48
Tabulka 8: Činitel využití slunečního záření. (ČSN 73 0542, 1995).....	48
Tabulka 9: Tepelné zisky zasklení za topné období, izolovaný rodinný dům ve svahu S-J. (FORMÁNKOVÁ K., 2014)	52
Tabulka 10: Tepelné zisky zasklení za topné období, izolovaný rodinný dům ve svahu V-Z. (FORMÁNKOVÁ K., 2014).....	52

14 Seznam příloh

Příloha 1:	66
Příloha 2:	67
Příloha 3:	68
Příloha 4:	69
Příloha 4.1:	70
Příloha 5:	71
Příloha 6:	72
Příloha 6.1:	73
Příloha 7:	74
Příloha 8:	75
Příloha 9:	76

Příloha 1: Izolovaný rodinný dům s plochou střechou

strana A [m]	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00
strana B [m]	15,00	13,85	12,86	12,00	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00	8,57	8,18	7,83	7,50
Ochlazovaná plocha [m ²]	342,00	334,15	328,29	324,00	321,00	319,06	318,00	317,68	318,00	318,86	320,18	321,91	324,00
faktor tvaru A/V [m ² /m ³]	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,60	0,60
Ochlazovaná plocha 8,75° [m ²]	294,69	291,63	289,76	288,71	288,28	288,52	289,31	290,55	292,16	294,06	296,40	299,11	301,77
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°	0,67	0,65	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Ochlazovaná plocha 11,5° [m ²]	277,74	276,78	276,26	276,23	276,92	277,83	279,24	281,07	283,04	285,48	288,15	290,99	294,17
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°	0,69	0,67	0,65	0,64	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62

Příloha 2: Izolovaný rodinný dům se sklonitou střechou

Změna orientace hambalkové střechy max 8-10 m																	
strana A [m]	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00	12,50	13,00	13,50	14,00
strana B [m]	15,00	13,85	12,86	12,00	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00	8,57	8,18	7,83	7,50	7,20	6,92	6,67	6,43
Ochlazovaná plocha [m ²]	313,28	311,17	310,64	311,40	313,28	316,11	319,78	323,94	319,78	316,59	314,20	312,51	311,40	310,80	310,63	310,83	311,37
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³]	0,6329	0,6147	0,6003	0,5889	0,5801	0,5734	0,5665	0,5652	0,5685	0,5726	0,5775	0,5829	0,5889	0,5954	0,6023	0,6095	0,6170
Ochlazovaná plocha 8,75° [m ²]	265,46	268,65	272,11	276,30	280,55	285,57	291,09	296,81	293,94	291,98	290,61	289,71	289,17	288,34	287,92	287,84	288,08
Ochlazovaná plocha 11,5° [m ²]	250,28	253,80	258,61	263,63	269,20	274,88	281,02	287,32	284,82	283,21	282,17	281,59	281,57	280,66	280,15	279,98	280,12
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°	0,5373	0,5316	0,5267	0,5235	0,5204	0,5189	0,52	0,5187	0,5234	0,5290	0,5350	0,5413	0,5478	0,5533	0,5592	0,5654	0,5719
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°	0,6952	0,6836	0,6761	0,6695	0,6647	0,6604	0,6574	0,6558	0,6662	0,6778	0,6898	0,7021	0,7151	0,7252	0,7357	0,7466	0,7578

Příloha 3: Dvojdomek s plochou střechou

strana A [m]	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00
strana B [m]	15,00	13,85	12,86	12,00	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00	8,57	8,18	7,83	7,50
Ochlazovaná plocha [m ²]	504,00	502,15	502,29	504,00	507,00	511,06	516,00	521,68	528,00	534,86	542,18	549,91	558,00
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³]	0,47	0,46	0,47	0,47	0,47	0,47	0,48	0,48	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52
Ochlazovaná plocha 8,75° [m ²]	370,01	377,44	385,51	393,99	402,74	411,86	421,27	430,90	440,68	450,56	460,74	471,20	481,37
Ochlazovaná plocha 11,5° [m ²]	354,33	362,89	371,62	380,55	389,98	399,37	409,08	419,03	428,92	439,18	449,52	459,90	470,54
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,53	0,54	0,55
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,50	0,51	0,52	0,53	0,55	0,56	0,57	0,58

Příloha 4: Řadový dům 4 sekce

strana A [m]	48,00	50,00	52,00	54,00	56,00	58,00	60,00	62,00	64,00	66,00	68,00	70,00	72,00
strana B [m]	16,00	15,36	14,77	14,22	13,71	13,24	12,80	12,39	12,00	11,64	11,29	10,97	10,67
Ochlazovaná plocha 3NP [m ²]	1920,00	1944,48	1969,85	1996,00	2022,86	2050,34	2078,40	2106,97	2136,00	2165,45	2195,29	2225,49	2256,00
Ochlazovaná plocha 4NP [m ²]	2304,00	2336,64	2370,46	2405,33	2441,14	2477,79	2515,20	2553,29	2592,00	2631,27	2671,06	2711,31	2752,00
Ochlazovaná plocha 8,75° 3NP [m ²]	1640,48	1672,42	1704,50	1736,61	1769,31	1801,93	1835,05	1867,96	1901,30	1935,05	1967,71	2001,44	2035,49
Ochlazovaná plocha 8,75° 4NP [m ²]	1976,48	2018,50	2060,80	2103,28	2146,46	2189,66	2233,45	2277,12	2321,30	2365,95	2409,59	2454,35	2499,49
Ochlazovaná plocha 11,5° 3NP [m ²]	1594,00	1625,70	1658,18	1690,78	1724,06	1756,70	1789,90	1822,95	1856,50	1890,52	1924,26	1957,65	1991,41
Ochlazovaná plocha 11,5° 4NP [m ²]	1930,00	1971,78	2014,48	2057,44	2101,20	2144,42	2188,30	2232,12	2276,50	2321,43	2366,14	2410,57	2455,41
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³], 3NP	0,2778	0,2813	0,2850	0,2888	0,2927	0,2966	0,3007	0,3048	0,3090	0,3133	0,3176	0,3220	0,3264
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³], 4NP	0,2500	0,2535	0,2572	0,2610	0,2649	0,2689	0,2729	0,2770	0,2813	0,2855	0,2898	0,2942	0,2986
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°, 3NP	0,2742	0,2795	0,2849	0,2903	0,2957	0,3012	0,3067	0,3122	0,3178	0,3234	0,3289	0,3345	0,3402
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°, 4NP	0,1980	0,2018	0,2057	0,2096	0,2135	0,2174	0,2214	0,2254	0,2294	0,2335	0,2375	0,2415	0,2456
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°, 3NP	0,2896	0,2953	0,3009	0,3066	0,3124	0,3181	0,3240	0,3298	0,3357	0,3416	0,3474	0,3534	0,3594
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°, 4NP	0,2059	0,2099	0,2139	0,2179	0,2221	0,2261	0,2303	0,2344	0,2386	0,2429	0,2470	0,2512	0,2555

Příloha 4.1: Řadový dům vnitřní a vnější sekce

strana A [m]	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00
strana B [m]	15,00	13,85	12,86	12,00	11,25	10,59	10,00	9,47	9,00	8,57	8,18	7,83	7,50
Ochlazovaná plocha okrajové sekce [m ²]	252,00	251,08	251,14	252,00	253,50	255,53	258,00	260,84	264,00	267,43	271,09	274,96	279,00
Ochlazovaná plocha vnitřní sekce [m ²]	162,00	168,00	174,00	180,00	186,00	192,00	198,00	204,00	210,00	216,00	222,00	228,00	234,00
Ochlazovaná plocha 4 ideálních sekcí (25 * 14,4) [m ²]			832,8										

Příloha 5: Viladům

strana A [m]	12,00	12,50	13,00	13,50	14,00	14,50	15,00	15,50	16,00	16,50	17,00	17,50	18,00
strana B [m]	16,00	15,36	14,77	14,22	13,71	13,24	12,80	12,39	12,00	11,64	11,29	10,97	10,67
Ochlazovaná plocha 3NP [m ²]	696,00	693,48	691,85	691,00	690,86	691,34	692,40	693,97	696,00	698,45	701,29	704,49	708,00
Ochlazovaná plocha 4NP [m ²]	864,00	860,64	858,46	857,33	857,14	857,79	859,20	861,29	864,00	867,27	871,06	875,31	880,00
Ochlazovaná plocha 8,75°, 3NP [m ²]	522,96	524,99	527,46	530,33	533,55	537,08	540,90	544,97	549,28	553,80	558,51	563,39	568,44
Ochlazovaná plocha 8,75°, 4NP [m ²]	642,96	646,07	649,77	654,00	658,69	663,81	669,30	675,14	681,28	687,71	694,39	701,31	708,44
Ochlazovaná plocha 11,5°, 3NP [m ²]	513,00	514,62	516,67	519,13	521,93	525,05	528,45	532,11	536,00	540,10	544,40	548,87	553,50
Ochlazovaná plocha 11,5°, 4NP [m ²]	633,00	635,70	638,98	642,79	647,07	651,77	656,85	662,27	668,00	674,01	680,28	686,78	693,50
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³], 3NP	0,4028	0,4013	0,4004	0,3999	0,3998	0,4001	0,4007	0,4016	0,4028	0,4042	0,4058	0,4077	0,4097
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³], 4NP	0,3750	0,3735	0,3726	0,3721	0,3720	0,3723	0,3729	0,3738	0,3750	0,3764	0,3781	0,3799	0,3819
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°, 3NP	0,3496	0,3510	0,3527	0,3546	0,3567	0,3591	0,3616	0,3644	0,3672	0,3703	0,3734	0,3767	0,3801
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°, 4NP	0,3104	0,3119	0,3136	0,3157	0,3180	0,3204	0,3231	0,3259	0,3289	0,3320	0,3352	0,3385	0,3420
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°, 3NP	0,3623	0,3634	0,3649	0,3666	0,3686	0,3708	0,3732	0,3758	0,3785	0,3814	0,3845	0,3876	0,3909
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°, 4NP	0,3178	0,3191	0,3208	0,3227	0,3248	0,3272	0,3297	0,3325	0,3353	0,3384	0,3415	0,3448	0,3481

Příloha 6: Schodišťový bytový dům

strana A [m]	48,00	50,00	52,00	54,00	56,00	58,00	60,00	62,00	64,00	66,00	68,00	70,00	72,00
strana B [m]	16,00	15,36	14,77	14,22	13,71	13,24	12,80	12,39	12,00	11,64	11,29	10,97	10,67
Ochlazovaná plocha 3NP [m ²]	1920,00	1944,48	1969,85	1996,00	2022,86	2050,34	2078,40	2106,97	2136,00	2165,45	2195,29	2225,49	2256,00
Ochlazovaná plocha 4NP [m ²]	2304,00	2336,64	2370,46	2405,33	2441,14	2477,79	2515,20	2553,29	2592,00	2631,27	2671,06	2711,31	2752,00
Ochlazovaná plocha 8,75° 3NP [m ²]	1640,48	1672,42	1704,50	1736,61	1769,31	1801,93	1835,05	1867,96	1901,30	1935,05	1967,71	2001,44	2035,49
Ochlazovaná plocha 8,75° 4NP [m ²]	1976,48	2018,50	2060,80	2103,28	2146,46	2189,66	2233,45	2277,12	2321,30	2365,95	2409,59	2454,35	2499,49
Ochlazovaná plocha 11,5° 3NP [m ²]	1594,00	1625,70	1658,18	1690,78	1724,06	1756,70	1789,90	1822,95	1856,50	1890,52	1924,26	1957,65	1991,41
Ochlazovaná plocha 11,5° 4NP [m ²]	1930,00	1971,78	2014,48	2057,44	2101,20	2144,42	2188,30	2232,12	2276,50	2321,43	2366,14	2410,57	2455,41
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³], 3NP	0,2778	0,2813	0,2850	0,2888	0,2927	0,2966	0,3007	0,3048	0,3090	0,3133	0,3176	0,3220	0,3264
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³], 4NP	0,2500	0,2535	0,2572	0,2610	0,2649	0,2689	0,2729	0,2770	0,2813	0,2855	0,2898	0,2942	0,2986
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°, 3NP	0,2742	0,2795	0,2849	0,2903	0,2957	0,3012	0,3067	0,3122	0,3178	0,3234	0,3289	0,3345	0,3402
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 8,75°, 4NP	0,1980	0,2018	0,2057	0,2096	0,2135	0,2174	0,2214	0,2254	0,2294	0,2335	0,2375	0,2415	0,2456
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°, 3NP	0,2896	0,2953	0,3009	0,3066	0,3124	0,3181	0,3240	0,3298	0,3357	0,3416	0,3474	0,3534	0,3594
Faktor tvaru A/V [m ² /m ³] ve svahu 11,5°, 4NP	0,2059	0,2099	0,2139	0,2179	0,2221	0,2261	0,2303	0,2344	0,2386	0,2429	0,2470	0,2512	0,2555

Příloha 6.1: Schodišťový bytový dům vnitřní a vnější sekce

strana A [m]	12,00	12,50	13,00	13,50	14,00	14,50	15,00	15,50	16,00	16,50	17,00	17,50	18,00
strana B [m]	16,00	15,36	14,77	14,22	13,71	13,24	12,80	12,39	12,00	11,64	11,29	10,97	10,67
Ochlazovaná plocha okrajové sekce [m ²]	552,00	555,24	558,92	563,00	567,43	572,17	577,20	582,48	588,00	593,73	599,65	605,74	612,00
Ochlazovaná plocha vnitřní sekce [m ²]	408	417	426	435	444	453	462	471	480	489	498	507	516

Příloha 7: Solární zisky- izolovaný rodinný dům s plochou střechou

strana A [m]	9,5																		
strana B [m]	9,47																		
30% plochy [m ²]	17,1																		
Orientace	S																		
[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	865,297	S/Z	Z	J/Z	J	J/V	V	S/V	S	1129,54236	2159,52617	3287,1474	3747,806	3287,1474	2159,52617	1129,54236	865,2966		

Příloha 8: Solární zisky- rodinný dvojdomek s plochou střechou

strana A [m]	13,00																		
strana B [m]	13,85																		
30% plochy [m ²]	23,4																		
Orientace	S	S/Z	Z	J/Z	J	J/V	V	S/V	S										
[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	1184,09	1545,69	2955,14	4498,20	5128,58	4498,20	2955,14	1545,69	1184,09										

Příloha 9: Solární zisky- schodišťový bytový dům

Schodišťový 3 NP bytový dům orientace východ západ										
strana A [m]	48,00									
strana B [m]	16,00									
30% plochy [m ²]	129,6									
Orientace	S	S/Z	Z	J/Z	J	J/V	V	S/V	S	
[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	6558,04	8560,74	16366,94	24913,12	28404,42	24913,12	16366,94	8560,74	6558,04	
Schodišťový 4 NP bytový dům orientace východ západ										
strana A [m]	48,00									
strana B [m]	16,00									
30% plochy [m ²]	172,8									
Orientace	S	S/Z	Z	J/Z	J	J/V	V	S/V	S	
[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	8744,0498	11414,3227	21822,5802	33217,489	37872,566	33217,489	21822,58024	11414,3227	8744,05	
Schodišťový 3 NP bytový dům orientace sever-jih										
strana A [m]	48,00									
strana B [m]	16,00									
30% plochy [m ²]	43,2									
Orientace	S	S/Z	Z	J/Z	J	J/V	V	S/V	S	
[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	2186,01	2853,58	5455,65	8304,37	9468,14	8304,37	5455,65	2853,58	2186,01	
Schodišťový 4 NP bytový dům orientace sever-jih										
strana A [m]	48,00									
strana B [m]	16,00									
30% plochy [m ²]	57,6									
Orientace	S	S/Z	Z	J/Z	J	J/V	V	S/V	S	
[kWh.m ⁻² .rok ⁻¹]	2914,68	3804,77	7274,19	11072,50	12624,19	11072,50	7274,19	3804,77	2914,68	