

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

STAVBA JEDNOGENERAČNÍHO RODINNÉHO DOMU – DĚČÍN

ONDŘEJ ANDRŠ

Vedoucí bakalářské práce : Ing. Jiří Kykal, CSc.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ondřej Andrš

Vodní hospodářství

Název práce

Stavba jednogeneračního rodinného domu – Děčín

Název anglicky

Building a detached house for one generation – Děčín

Cíle práce

Zpracování projektové dokumentace vlastního řešení rodinného domu v rozsahu projektové dokumentace pro územního rozhodnutí dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, v platném znění.

Součástí bude také návrh hospodaření s dešťovými vodami.

Metodika

Rešeršní zpracování teoretické části – řešení dílčích částí stavby pro rodinný dům.

Terénní šetření a průzkumy na stavebním pozemku, analýza limitů území a vstupních dat.

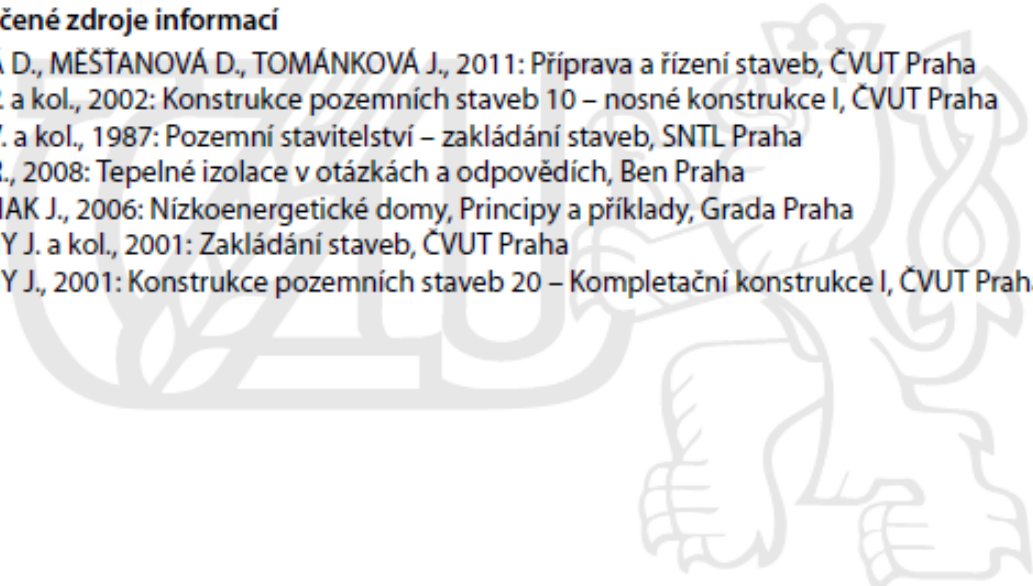
Zpracování stavební dokumentace navrhovaného rodinného domu v rozsahu územního rozhodnutí dle platné vyhlášky.

Doporučený rozsah práce

30 normostran + přílohy

Doporučené zdroje informací

ČÁPOVÁ D., MĚŠTANOVÁ D., TOMÁNKOVÁ J., 2011: Příprava a řízení staveb, ČVUT Praha
HÁJEK P. a kol., 2002: Konstrukce pozemních staveb 10 – nosné konstrukce I, ČVUT Praha
HÁJEK V. a kol., 1987: Pozemní stavitelství – zakládání staveb, SNTL Praha
ŠUBRT R., 2008: Tepelné izolace v otázkách a odpovědích, Ben Praha
TYWONIAK J., 2006: Nízkoenergetické domy, Principy a příklady, Grada Praha
WITZANY J. a kol., 2001: Zakládání staveb, ČVUT Praha
WITZANY J., 2001: Konstrukce pozemních staveb 20 – Kompletační konstrukce I, ČVUT Praha



Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Jiří Kykal, CSc.

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2015

Ing. Petra Šimová, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 15. 04. 2015

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci zpracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů, pod vedením Ing. Jiřího Kykala, CSc., přičemž další cenné informace jsem čerpal od mých konzultantů Kateřiny Suchardové a Milana Jaukla.

V Praze dne 15.4. 2015

.....

Ondřej Andrš

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce panu Ing. Jiřímu Kykalovi, CSc. za cenné rady a odborné vedení. Dále mé poděkování patří Kateřině Suchardové a Milanu Jauklovi za další cenné rady a materiály. V neposlední řadě děkuji také své rodině za podporu během celého studia.

V Praze dne 15.4. 2015

.....

Ondřej Andrš

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá stavebním řešením výstavby jednogeneračních rodinných domů, s ohledem na šetrnost k životnímu prostředí a energetickou nenáročnost.

První část práce se věnuje stavebním možnostem při návrhu hrubé stavby daného rodinného domu z pohledu konstrukčního, materiálního a technologického provedení. V další části jsou probrány možnosti při nakládání s dešťovými vodami na vlastním pozemku. Poslední část práce je zaměřena na požadavky k dosažení energeticky nenáročných staveb a na metodiku jejich hodnocení.

Výsledkem a přínosem je konkrétní vlastní návrh takového rodinného domu umístěného do lokality městské části Děčín XVII – Jalůvčí, zpracovaný v rámci stavební dokumentace pro vydání společného územního rozhodnutí a stavebního povolení, dle vyhlášky MMR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

Klíčová slova: stavba rodinného domu, hospodaření s dešťovou vodou, energeticky nenáročná stavba

Abstract (EN)

This bachelor thesis occupies with the construction solutions for one-generation family houses, with respect to environment and low-energy demands.

First part of this thesis deals with the construction options in case of structural work project of the family house from the point of view of structural, material and technological design. Next part explains the options in case of rainwater harvesting on one's own estate. Last part of this work focuses on the energy-efficient buildings demands and its evaluation methodology.

The result and the contribution of this bachelor thesis is particular project of such family house located in the area of urban district Děčín XVII- Jalůvčí, processed within the building documentation for issuing zoning and building permit, according to Act No. 499/2006 Coll., building documentation.

Keywords (EN): Family house construction, rainwater harvesting, energy-efficient buildings

Obsah

1.	ÚVOD	10
2.	CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	11
3.	HISTORIE A VÝVOJ RODINNÉHO DOMU.....	12
4.	KONSTRUKCE HRUBÉ STAVBY	13
4.1	Základová konstrukce.....	13
4.1.1	Návrh základové konstrukce	14
4.1.2	Zásady pro návrh tvaru a rozměrů základového pásu.....	15
4.2	Svislé nosné konstrukce	17
4.2.1	Požadavky na svislé nosné konstrukce	18
4.2.2	Konstrukční a technologické varianty řešení	19
4.2.3	Zděný stěnový systém	20
4.2.4	Zdění z cihel a keramických tvárnic	21
4.2.5	Zdění z pórobetonových tvárnic	22
4.3	Stropní konstrukce.....	23
4.3.1	Požadavky na stropní konstrukce.....	24
4.3.2	Železobetonové prefabrikované stropy	25
4.3.3	Železobetonové prefa-monolitické stropy.....	27
4.4	Předsazené konstrukce	30
4.4.1	Varianty konstrukčního řešení	31
4.5	Schodiště	32
4.5.1	Konstrukční a materiálové řešení schodišť	33
4.6	Střešní konstrukce	33
4.6.1	Konstrukce šikmých střech tvořených krovy.....	35
4.7	Kompletační konstrukce	36
4.7.1	Střešní plášť	36
4.7.2	Výplně otvorů	36
5.	TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOV	37
5.1	Hospodaření s dešťovými vodami (HDV)	37
5.1.1	Možnosti hospodaření s dešťovou vodou	38
5.1.2	Zásady návrhu vsakovacích a retenčních zařízení	40
6.	DOKONČOVACÍ PRÁCE	41
7.	POŽADAVKY NA NÍZKOENERGETICKÉ DOMY (NED).....	41
7.1	Pozemek a umístění stavby	42

7.2	Tvarová kompaktnost	42
7.3	Okna a pasivní využití solární energie	42
7.4	Tepelná obálka domu	43
7.4.1	Součinitel prostupu tepla U	43
7.4.2	Řešení tepelných mostů.....	44
7.4.3	Vzduchotěsná obálka	45
7.5	Systém nuceného větrání s rekuperací tepla.....	45
8.	METODIKA HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI DOMU	46
9.	Praktická část práce - metodika.....	47
10.	CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	48
10.1	Charakteristika dle BPEJ	48
10.2	Charakteristika dle územního plánu	49
11.	VÝSLEDKY	50
12.	DISKUZE.....	51
13.	ZÁVĚR	52
14.	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ	53
15.	SEZNAM PŘÍLOH.....	57

1. ÚVOD

Podle údajů Českého statistického úřadu ze sčítání lidu, domů a bytů v roce 2011 čítal stav dokončených bytů v České republice 28 628 bytů, z toho 17 386 bytů bylo situováno do nových rodinných domů. Tato data jen potvrzují dlouhodobý trend výstavby rodinných domů umístěných ve venkovském prostředí (SLDB, 2011).

K celkové kvalitě vnitřního prostředí domu je zapotřebí promyšleného komplexního návrhu stavby. V praxi se vychází ze tří základních požadavků na návrh, což jsou náklady na výstavbu, délka realizace stavby a kvalita po stránce konstrukční. K dosažení požadované kvality bydlení je však nutno zohlednit i další aspekty, jako například funkční dispozici, polohu stavby vůči světovým stranám, či neméně důležitou šetrnost stavby vůči životnímu prostředí (Vodičková, 2008).

Výstavba nových rodinných domů totiž obnáší lidskou činnost, která nevyhnutelně vyvolává environmentální dopady na své okolí. Vždyť takové činnosti, jako jsou například nákladní doprava, těžba a transport surovin, průmyslová výroba či samotná výstavba jsou činnostmi, které bezesporu negativním způsobem ovlivňují prostředí kolem nás a jsou úzce propojeny s touto výstavbou či následným provozem obývaného domu (Šmelhaus a kol., 2004).

Je tedy potřeba k výstavbě přistupovat s ohledem na tuto danou skutečnost. Celkovou spotřebu primárních silikátových či energetických surovin potřebných k výrobě stavebních hmot sice zásadně ovlivnit nemůžeme, můžeme však redukovat spotřebu a správně zvolit stavební materiál při samotné výstavbě a také snížit energetickou náročnost provozu obývaného domu. Obnovitelné zdroje energie či volba recyklovaných stavebních materiálů mohou být tím správným řešením, jak alespoň částečně pomoci přírodě (Tywoniak a kol., 2008).

Již v mnoha různých realizacích bylo potvrzeno, že potenciál úspor v provozu budov je obrovský a dlouhodobě přítomný. Na základě stále rostoucích cen energie se snaha o využití tohoto potenciálu zvyšuje. Nejsou to ale pouze finanční úspory, jež se řadí mezi pozitiva výstavby energeticky nenáročných domů. Vzhledem ke skutečnosti, že provoz budov je zodpovědný za více než 40 % celkové spotřeby energie a tomu odpovídajícímu množství emisí CO₂, je tedy dalším významným pozitivem při snižování energetické náročnosti menší množství těchto emisí, což

pozitivně přispívá ke snížení lokálního znečištění vzduchu. V globálním měřítku se dá hovořit o přispění k celkovému snížení spotřeby neobnovitelných zdrojů, zejména díky snižující se závislosti na fosilních palivech (Tywoniak, 2005; Harvey, 2006; Eicker, 2009).

2. CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem této práce bylo navrhnout stavbu rodinného domu zasazeného do vhodně vybrané lokality města Děčín, jež by svým konceptem splňoval veškeré nároky vzniklé užíváním čtyřčlenné rodiny při co nejmenším dopadu na prostředí kolem něj. Zároveň by měl být návrh proveden i s ohledem na ekonomičnost daného řešení.

Požadavkem byl tedy ekonomicky přijatelný návrh domu s ekologicky šetrným provozem vůči životnímu prostředí. Při návrhu bylo řešeno zejména snížení spotřeby tepla na vytápění vlivem tepelně izolačních schopností navrženého obvodového pláště, řešení nakládání s dešťovými vodami spadlými na dům a přilehlý pozemek, využití pasivních zdrojů solární energie vhodnou orientací stavby vůči světovým stranám v kombinaci s kvalitním zasklením, či zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu v systému nuceného domovního větrání (viz průvodní souhrnná a technická zpráva, příloha č. 14).

3. HISTORIE A VÝVOJ RODINNÉHO DOMU

Za první moderní stavby rodinných domů (RD) se dají považovat vily římských patricijů, což byly stavby na parcelách sevřených v městské bloky. Dispozičně se jednalo o přízemní residence, kde plocha pozemku se většinou z ekonomických důvodů rovnala zastavěné ploše. Všechny místnosti byly orientovány převážně do dvou nádvoří, zastřešeného prostoru s vodní nádrží u vstupu a otevřeného atria se sloupořadím po obvodě stavby.

Jelikož středověk individuální výstavbě nepřál, dalším významným obdobím, co se týče rozvoje rodinného domu, byla až renesance. Obohatila architekturu o osově symetrické dispoziční řešení, s převýšeným centrálním prostorem. Za nejvýznamnějšího architekta tohoto období se považuje Andrea Palladio (1508 – 1580).

Další pokrok přichází o čtyři sta let později s americkým architektem Frankem Lloyd Wrightem (1867 – 1959). Přišel s dispozičním řešením „prérijních domů“, což byly domy s volnou dispozicí, rozčleněnou nosnými stěnami, která se obvykle soustřeďovala kolem centrální obytné haly s krbem, kde se za použití přírodních materiálů docílilo vizuální propojenosti s okolním prostředím. Toto řešení dodnes představuje ideál koexistence stavby s přírodou.



Obr. 1 Fallingwater House, F.L. Wright (Wright-House, 2012)

V letech 1875 – 1920 bylo mezníkem pro vývoj rodinného domu anglické hnutí zahradních měst a jeho myšlenka na částečnou typizaci domů ponořených do městské zeleně. V Praze to byla např. vilová čtvrť Ořechovka.

Mezi další významné architekty této doby patří např. Adolf Loos (1870 – 1933) a jeho Müllerova vila v pražských Střešovicích (1930) či Le Corbusier (1887 – 1965), který svými pěti hlavními zásadami soudobé architektury ovlivnil na dlouhá desetiletí své nástupce včetně Ludwiga Mies van der Roeho (1886 – 1969). Jeho brněnská vila Tugendhat dodnes udivuje svou nadčasovostí.

V období první republiky začali fungovat stavební bytová družstva, která pomohla zejména nižším příjmovým kategoriím. Příkladem je pražský Spořilov. V následném poválečném období byla charakteristická výstavba rodinných domů svépomocí. V polistopadovém období nastala vlna chaotické „kobercové“ zástavby izolovaných nekvalitních rodinných domů, jež zaplavila okolí velkých měst. Bohužel tento trend až na pár výjimek pokračuje dodnes (Smola, 2007)

4. KONSTRUKCE HRUBÉ STAVBY

Tato kapitola se věnuje konstrukčnímu, materiálnímu a technologickému řešení dílčích etap při budování hrubé stavby pro rodinný dům. Hrubá stavba sestává z hlavních nosných konstrukcí, do které se řadí základová konstrukce, svislé a vodorovné nosné konstrukce, schodiště a konstrukce zastřešení. Každé z těchto konstrukcí se věnuje samostatná podkapitola, která ve své podstatě na základě dostupných informací analyzuje výčet konstrukčních a materiálních řešení vhodných právě ke stavbě rodinného domu, přičemž pro zpracování praktické části této práce byl z těchto možností sestaven vlastní návrh konstrukce hrubé stavby.

4.1 Základová konstrukce

Základová konstrukce má hlavní funkci přenést veškeré zatížení z vrchní stavby skrze tuto konstrukci do základové spáry. Vlastní návrh této konstrukce vyžaduje znalost fyzikálních a mechanických vlastností základové půdy. Pro tyto potřeby se provádí geotechnický, inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum. Dále se vychází z mechaniky zemin a konstrukčního řešení objektu.

Při samotném navrhování základové konstrukce se stanovuje způsob založení, druh, materiál a rozměry základů (plošné nebo hlubinné založení, základové patky, pasy či deska, popř. piloty atd.), případně se dále provádí návrh pro zlepšení základových poměrů (odvodnění, výměna zeminy, zhutnění zeminy atd.). Zvláštní pozornost je třeba věnovat také vlivu podzemní vody a jejímu účinku na základovou spáru a samotnou základovou konstrukci, dále také na účinek okolní zástavby a činnosti, dopravy a způsobu odvodnění z okolního terénu (Witzany a kol., 2006)

4.1.1 Návrh základové konstrukce

Pro potřeby samostatně stojícího, nepodsklepeného jednogeneračního rodinného domu se ve většině případů volí jednoduché plošné základy v případech, kdy průzkum staveniště prokáže jednoduché základové poměry. Jednoduché základové poměry je pojem, který podle ČSN 73 1001 označuje základové půdy, jež se v blízkosti stavby nijak nemění, s mocností vrstev přibližně stejnou s téměř vodorovným uložením. Uspořádání objektu a návrh konstrukce není nijak ovlivněn hladinou podzemní vody.

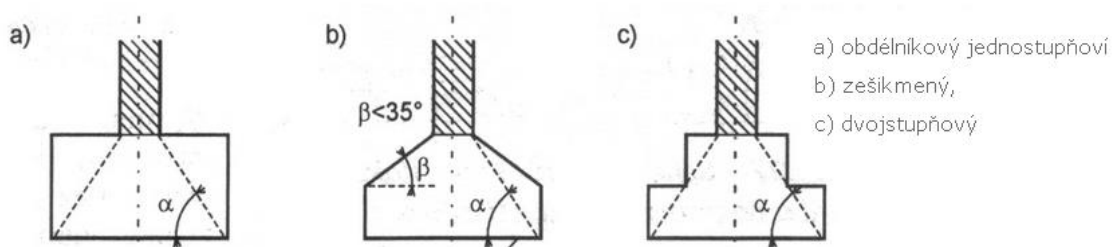
Podle V. Hájka (1987) jsou plošné základy konstrukcí, přenášející hmotnost stavební konstrukce na potřebnou plochu základové půdy tak, aby nebylo překročeno výpočtové namáhání základové půdy. Základová spára je většinou hloubena v poměrně malých hloubkách. Z hlediska konstrukčního se plošné základy dále dělí na prosté, rozšířené, patkové, pásové a deskové.

Z toho rozdělení dále vyplývá jako nejideálnější řešení pro návrh RD základová konstrukce tvořena základovými pásy, jelikož předpokladem pro další návrh svislých nosných konstrukcí je stěnový systém (viz kap. 4.2) a dále se od konstrukce RD nepředpokládá zatížení natolik vysoké, aby bylo nutné použít například základovou desku, která se používá pro zakládání výškových staveb či staveb, kde je základová spára trvale pod hladinou podzemní vody. Lze tedy říci, že jsou-li splněny jednoduché základové poměry a jedná-li se o stavbu klasického rodinného domu, postačí pro návrh základů konstrukční řešení plošných základových pásů.

Co se týče zvoleného materiálu pro stavbu základových pásů, dá se podle Witzanyho (2006) mluvit o lomovém ložném kameni, vápenocementových cihlách, prokládaném prostém betonu, prostém betonu a železobetonu. Daný materiál musí splňovat potřebnou kvalitu, zejména pevnost v tlaku, dále by měl být odolný vůči zemi vlhkosti, popř. vůči agresivním účinkům podzemní vody. Tvar průřezu se obvykle v závislosti na daných podmínkách volí jako obdélník, obdélník se skosenými hranami, průřez obráceného písmene T, či víceúhelníkový tvar (viz obr. 2).

Z hlediska technologie provedení základových pásů, lze vybírat ze zděných konstrukcí, které se v dnešní době provádí už jen zřídka, dále jsou to konstrukce monolitické lité z betonu prostého či vyztuženého, konstrukce prefabrikovaných

betonových dílců, které bych z pohledu svého doporučil spíše ke stavbám halovým a stavbám většího charakteru, kde je předpoklad využití těžké jeřábové techniky, pro účely stavby rodinného domu se mi toto technologické řešení jeví jako zbytečně ekonomicky nákladné. Poslední známou a rozšířenou technologií provedení jsou prefa-monolitické základové pásy, které se zpravidla skládají z prefabrikovaných betonových bednicích dílců, tzv. ztracené bednění a litého prostého betonu. Tyto betonové bednicí dílce se hodí jako bednění v případech, kdy je nutné vyvést základové pásy nad úroveň terénu, přičemž odpadá nutnost složitého tesařského bednění, což se mi dle mého názoru jeví jako nejlepší možnost, jak z hlediska ekonomického, tak i co se týče technologické náročnosti provedení.



Obr. 2 Základové pásy z prostého betonu (Witzany a kol, 2006)

Bude-li tedy opět předpokladem stavba rodinného domu na jednoduchých základových poměrech, tak s ohledem na technologicky jednoduché provedení a ekonomicky nenáročné financování bude ideálním řešením prefa-monolitická konstrukce z prostého betonu přiměřené kvality ve spojení s betonovými bednicími dílci sloužícími jako ztracené bednění.

4.1.2 Zásady pro návrh tvaru a rozměrů základového pásu

Podle V. Hájka (1987) závisí tvar základových pásů převážně na velikosti zatížení, na tom, zdali je zatížení přenášeno do základové spáry centricky či excentricky a na roznášecím úhlu α , jehož velikost se určuje podle druhu materiálu základů. Je-li zatížení stavební konstrukce na základy malé, postačí jednoduchý obdélníkový profil, při větším zatížení konstrukcí a menší únosnosti zeminy je pak doporučeno použít stupňovité pásy.

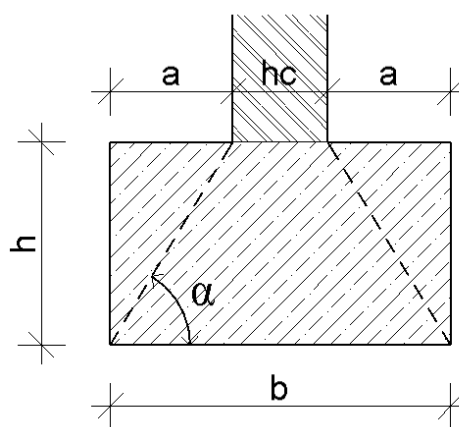
Jak uvádí Witzany (2006), šířka základového pásu se stanoví na základě zatížení přenášeného základovou konstrukcí, jenž způsobí napětí v základové spáře σ_s , které nesmí překročit danou pevnost zeminy R_d na niž zakládáme. Výška potom závisí na rozměru přesahujícím za líc obvodového zdiva (minimálně 100 mm) a také na druhu materiálu, na základě kterého je určen roznášecí úhel α (viz tab. 1).

Tab. 1 Orientační hodnoty $\tan \alpha = h/a$ pro patky a pásy z prostého betonu (Witzany, 2006)

Třída Betonu	Rovnoměrné kontaktní napětí od provozního zatížení σ_s [Mpa]								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
B 7,5	1,5	2,0	2,3*	-	-	-	-	-	-
B 10	1,2	1,8	2,1*	-	-	-	-	-	-
B 12,5	1,0	1,6	1,9	2,1*	-	-	-	-	-
B 15	1,0 ⁺	1,5	1,8	2,0	2,1*	-	-	-	-
B 20	1,0 ⁺	1,2	1,6	1,8	2,0	2,1*	-	-	-
B 25	1,0 ⁺	1,0	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1*	-
B 30	1,0 ⁺	1,0 ⁺	1,2	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1*
B 35	1,0 ⁺	1,0 ⁺	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0

+ Roznášecí úhel pro prostý beton se volí obvykle $\alpha \geq 45^\circ$
* Při $\tan \alpha > 2,0$ se doporučuje návrh víceúhňové patky

Poměr výšky pásu k přesahující části pásu (h/a) se udává pro každý materiál odlišně. Pro pásy z lomového kamene na maltu z hydraulického vápna nebo cementu je to poměr 2:1, minimálně však 1:1,5. Při technologii zděných základových pásu z mrazuvzdorných cihel má být výška tvořena minimálně pěti vrstvami provázaného zdiva na maltu z hydraulického vápna či cementu. Jedná-li se o základové pásy z prostého betonu, tak pásy s menší výškou ($h \leq 1$ m) jsou většinou jednostupňové, vyšší pásy potom víceúhňové. Při návrhu průřezu pásu z prostého betonu se vychází z hodnoty roznášecího úhlu α (viz tab. 1). Tento úhel závisí na kontaktním napětí σ_s a třídě betonu. Je-li výška základového pásu $h \geq 2a$, volí se pás víceúhňový (Witzany, 2006).



Obr. 3 Rozměry základového pásu (vlastní zdroj)

Poslední problematikou týkající se návrhu základových pásů je hloubka jejich založení. Hloubka založení je definována jako rozdíl plochy základové spáry a plochy upraveného terénu. Základním požadavkem je, aby hloubka založení byla pod tzv. nezámraznou hloubkou, která je na území ČR v různých lokalitách proměnná. Vliv na hloubku založení má mimo jiné také stabilita a sedání stavby či geologický a hydrogeologický půdní profil. Minimální hloubka založení je v běžných zeminách 800 mm, v případě skalních a poloskalních půd či pod vnitřními stěnami je to 500 mm, v horských oblastech a v soudržných zeminách s hladinou spodní vody v hloubce menší jak 2 m je to potom minimálně 1200 mm. V případě staveb s podzemním podlažím postačí hloubka založení 500 mm.

4.2 Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce tvoří spolu s vodorovnými nosnými konstrukcemi funkční celek nosného konstrukčního systému. Co se týče tvarového rozdělení těchto konstrukcí, existují stěny, kde je převládajícím rozměrem délka a výška nad tloušťkou, dále jsou to sloupy, prvek s převládajícím výškovým rozměrem a v poslední řadě jsou to pilíře, což jsou v podstatě masivnější sloupy.

Hlavním úkolem svislých nosných konstrukcí je přenést veškeré zatížení ze střešní konstrukce, stropních konstrukcí, schodišť atd. do základové konstrukce. Toto zatížení může být rozloženo liniově, v případě stěnového systému, anebo bodově, v případě sloupového systému. Zatížení může působit dostředně neboli centricky, anebo mimostředně neboli excentricky. Na základě toho se dá hovořit o dostředném či mimostředném namáhání základové konstrukce od svislé nosné konstrukce (P. Hájek a kol., 2000).

Pro potřeby výstavby rodinného domu se v drtivé většině využívá stěnového systému, proto se v této podkapitole nadále zabývám pouze tímto konstrukčním systémem, který byl rozebrán jak z hlediska požadavků na tuto konstrukci (statické, protipožární, akustické atd.), tak z hlediska konstrukčního a technologického řešení.

4.2.1 Požadavky na svislé nosné konstrukce

Architektonické požadavky - dispoziční požadavky na stavbu limitují umístění svislých nosných konstrukcí, což vede k určení typu a konstrukčnímu řešení, ale především k určení rozponu mezi nosnými konstrukcemi a tím pádem i k výběru vhodné stropní konstrukce (viz kap. 4.3). Umístění svislých konstrukcí je třeba navrhovat i s ohledem na budoucí přestavby či rekonstrukce (P. Hájek, 2011).

Statická funkce a požadavky - hlavním úkolem svislých nosných konstrukcí, co se týče této problematiky, je tedy jak už známo přenášet veškerá zatížení ze stavby do základové konstrukce, přičemž namáhání je způsobeno převážně tlakem, částečně ohybem a smykem, v ojedinělých případech i tahem.

Přenos svislého zatížení, jak už také známo, je do konstrukce vnášen buď centricky, nebo excentricky, což má podstatný vliv při návrhu svislé nosné konstrukce. Například při excentrickém zatížení je únosnost stejného profilu menší.

Dalším požadavkem je ztužující funkce, což je pojem znamenající spolehlivé přenášení účinků působení vodorovných zatížení (např. působení větru) svislou nosnou konstrukci do základové konstrukce. Prostorová tuhost je zajištěna vhodnou skladbou stěn ve stěnových systémech (P. Hájek, 2011).

Protipožární funkce a požadavky - z hlediska požární bezpečnosti jsou svislé nosné konstrukce rozhodujícím konstrukčním prvkem. Jsou na ně kladeny požadavky týkající se požární odolnosti a stupně hořlavosti. Svislé nosné konstrukce mají funkci požárně dělicí a dělí objekt na požární úseky. Norma udává dobu, po kterou na této konstrukci nedojde ke statickému narušení, ke ztrátě celistvosti ani k nárůstu teploty na neohřívaném povrchu. Podle příslušné normy se v závislosti na stupni požární bezpečnosti požárního úseku pohybuje odolnost v rozmezí od 15 do 180 minut, dle stupně požární bezpečnosti I až VII (P. Hájek, 2011).

Akustické požadavky - jelikož svislé nosné konstrukce rozdělují stavbu na obytné místnosti s různými provozy a obvodové stěny navíc oddělují vnější prostředí od vnitřního, je na tyto konstrukce kladen požadavek vzduchové neprůzvučnosti R_w (dB). Stěna tedy musí být navržena tak, aby skrze ni nedocházelo k průniku zvuku ze vzduchu z jiné místnosti či vnějšího prostoru. Pro tento požadavek se běžně používají těžké stěny či stěny se vzduchovými mezerami (P. Hájek, 2011).

Tepelně technické požadavky - tyto požadavky stanovuje norma ČSN 73 0540:2, podle které se řídí požadované a doporučené hodnoty pro součinitele prostupu tepla U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] (viz kap. 7.4.1). Jeho hodnota je závislá na volbě materiálu. Obecně se dá říct, že čím lehčí poréznější materiál, tím lepší tepelně izolační vlastnosti. Jsou to zejména materiály jako pórobeton, lehčené cihelné bloky aj.

Základní vztah pro určení součinitele prostupu tepla vypadá následovně:

$$U = 1/(R_{si} + R + R_{se})$$

kde $R = \sum d_i / \lambda_i$...tepelný odpor konstrukce [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$],

R_{si}, R_{se} ...tepelný odpor na vnitřní, vnější straně konstrukce [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$],

d_i ...tloušťka i -té vrstvy [m],

λ_i ...součinitel tepelné vodivosti i -té vrstvy [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$].

Dále je třeba na obvodových stěnách ve všech místech omezit možnost vzniku tepelných mostů (viz kap. 7.4.2), a tím i kondenzování vlhkosti na vnitřním povrchu, což by mělo za následek vznik nežádoucích plísní.

4.2.2 Konstrukční a technologické varianty řešení

Při splnění všech požadavků, které vyplívají pro návrh svislých nosných konstrukcí, je další problematikou při navrhování rodinného domu samotný výběr konstrukčního a technologického řešení, což zjednodušeně řečeno znamená, výběr materiálu a způsobu, jakým budou stěny postaveny.

Podle P. Hájka (2011) se z hlediska technologického tyto konstrukce dělí na zděné, monolitické, prefabrikované a prefa-monolitické. Dalším dělením je dělení podle konstrukčního, materiálního a technologického hlediska a to sice zděné konstrukce stěn, betonové stěny (monolitické, prefabrikované, prefa-monolitické) a dřevěné stěny.

Z tohoto rozdělení se nadále v rámci vlastního návrhu rodinného domu ubírám cestou zděných konstrukcí stěn, přičemž byly materiálově porovnány stěny z cihelných a pórobetonových tvárnic. Z mého pohledu jde o kvalitní a spolehlivé řešení, jelikož škála stavebních materiálů pro tento typ konstrukcí je bohatá, zajišťující splnění všech požadavků na svislé nosné konstrukce (viz kap. 4.2.1).

4.2.3 Zděný stěnový systém

Jak ve své publikaci uvádí P. Hájek (2000), jako materiál pro tento konstrukční systém se dají použít keramické zdící prvky, vápenopískové zdící prvky, prvky z betonu či vylehčeného betonu (pórobeton) či kamenné zdivo, které je v dnešní době už jen ojedinělým materiálem pro vyzdívání těchto konstrukcí.

Tloušťky stěn se navrhují v násobcích skladebných rozměrů těchto prvků, např. 150 mm, 300 mm, 450 mm, nebo 125 mm, 250 mm, 375 mm apod. Široký výběr těchto zdících prvků, co se týče jejich vlastností (objemová hmotnost, pevnost, tepelně izolační schopnost) umožňují sestavení konstrukce dle daných požadavků na tuto konstrukci. Co se týče těchto požadavků, lze u vnitřních nosných stěn mluvit o odporu vůči vnitřním silám, požární odolnosti a akustické neprůzvučnosti. Pro obvodové zdivo je to pak schopnost překonávat vliv vnitřních sil společně s požadavkem na tepelně izolační schopnost.

Zdivo v této konstrukci je namáháno převážně tlakem, ale lze hovořit také o namáhání tahovým, což ve vodorovném směru můžou způsobit objemové změny daného materiálu. Na základě tohoto faktu je potřebně doplnit zdivo v každém podlaží konstrukcí schopnou přenášet toto tahové namáhání. Jedná se o konstrukci pozedních věnců, které mohou být i součástí stropní konstrukce, což je běžné zejména u monolitických stropů (viz. kap. 4.3).

Podle P. Hájka (2011) jsou tedy zděné konstrukce celek vyzdívaný z relativně malých kusových stavebních dílců, vyzdívaných zpravidla na vrstvu malty. Velikost těchto prvků se navrhuje s ohledem na hmotnost, přičemž ta by neměla být natolik vysoká, že by bylo nutné použít mechanizace. Co se týče malty ke zdění, používají se různé vápeno-cementové směsi. Pro zdění obvodových stěn, kde je požadavkem tepelně izolační schopnost, se používají malty tepelně izolační anebo tenkovrstvé malty v tloušťkách vrstvy 2 – 3 mm.

Při zdění je kladen důraz na správné provázání zdiva, což zajistí správnou výslednou tuhost. Vodorovná vrstva mezi zdícími prvky se nazývá ložná spára, svislá zas styčná spára a její tloušťka je závislá na rozměrové přesnosti zdícího materiálu. Při zdění z velmi přesných tvárnic (pórobeton Ytong, Hebel, Porfix) lze zdít na tenkou vrstvu lepidla, naopak při zdění kamenných kvádrů je šířka spáry až 40 mm.

4.2.4 Zdění z cihel a keramických tvárnic

Jedná se o tradiční materiál, který je na českých stavbách vídán poměrně často, materiál z pálené hlíny ve formě maloformátových cihel či větších cihelných bloků. Větší cihelné bloky, vylehčené dutinami jsou z pohledu pracnosti a tepelně izolační schopnosti výhodnější a jejich použití je dnes v drtivé většině upřednostňováno před plnými maloformátovými cihlami. Stále se zvyšující nároky na tepelně technické požadavky vedou výrobce k maximálnímu zdokonalování tohoto stavebního materiálu. Dnešní cihelné bloky mají systém prostřídáných svislých dutin, vlastní keramická hmota je dále vylehčována mikropóry a styčné spáry mají zpravidla zámkové spoje, tudíž se nemaltují. Přesto toto zdivo dnešním tepelně technickým



Obr. 4 Zdění z cihelných bloků Heluz STI (HELUZ, 2007)

požadavkům nevyhovuje a kombinuje se s kontaktním zateplovacím systémem (viz kap. 7.4.1). Výrobci tyto cihelné bloky dnes doplňují o širokou škálu doplňujících prvků, jako jsou keramické překlady, keramické polomontované stropy či suché maltové a omítkové směsi.

Na základě výše popsaných faktů se mi volba stavby rodinného domu z cihelných bloků jeví jako ideální řešení. Dnešní trh stavebních materiálů nabízí širokou škálu výrobců, jako např. HELUZ (STI), Wienerberger (Porotherm) aj. Cihelné bloky splňují veškeré požadavky na svislé nosné konstrukce a díky propracovanému systému je náročnost zdění relativně nízká. Jako nevýhodu bych viděl pravděpodobnou potřebu dodatečného zateplení kontaktním zateplovacím systémem a pracnější řezání v případě, kdy je nutné cihelný blok nějakým způsobem rozměrově upravit. V tomto ohledu bych viděl výhodnější volbou pórobetonové tvárnice.

4.2.5 Zdění z pórobetonových tvárnic

Jedná se o materiál vyrobený z betonu jemnozrné struktury vylehčený póry vyplněnými vzduchem. Tyto tvárnice se vyrábějí v různých objemových hmotnostech, přičemž lehčí tvárnice se používají pro méně zatížené obvodové zdivo a těžší pro vnitřní nosné zdi, kde je předpoklad většího zatížení. Tyto lehké tvárnice mají výborné tepelně izolační vlastnosti, na druhou stranu mají menší únosnost v tlaku, a proto je lze použít pro stavby o maximálně 6 podlažích. Tvárnice se vyrábí ve velice přesných rozměrech, což umožňuje zdít na tenkou vrstvu lepidla (1-3 mm). Zdění je snadné, tvárnice lze bez problému řezat ruční pilou (viz. obr. 5) či do nich frézovat drážky pro instalace. Za předpokladu kvalitního vyzdění lze díky přesným rozměrům tvárnic použít pouze jednovrstvé sčrkové omítky v tloušťce 3 – 5 mm, což celkově urychlí práci a sníží náklady. Pórobeton je vysoce nasákavý materiál, kdy v nasáklém stavu ztrácí svou pevnost a tepelně izolační vlastnosti. Výrobci jako Xella-Ytong, Hebel či Porfix opět nabízí kompletní stavební systém počínaje samotnými tvárnicemi, přes překladové bednicí dílce tvaru „U“ až po systém stropů.



Obr. 5 Zdění z přesných tvárnic Ytong (ArchiExpo, 2008)

Dle mého názoru se vedle cihelných bloků jedná o další ideální volbu pro stavbu rodinného domu. Tvárnice jsou lehké, snadno opracovatelné, s výbornými tepelně izolačními vlastnostmi a navíc díky svým velmi přesným rozměrům dokáže při kvalitním vyzdění snížit podstatně náklady na hrubou výstavbu. Co se týče nevýhod, jsou to vysoká nasákavost a menší únosnost v tlaku.

4.3 Stropní konstrukce

Základní definicí těchto konstrukcí je podle P. Hájka (2011) taková, že se jedná o konstrukce rozdělující objekt horizontálně na jednotlivá podlaží, přičemž vytvářejí nosnou podporu pro další konstrukce, jako jsou příčky, technické vybavení a v neposlední řadě také pro nahodilé zatížení při provozu v objektu. Skladba této konstrukce je tvořena samotnou nosnou konstrukcí stropu, dále podlahovou konstrukcí a konstrukcí podhledu. Mimo statické funkce jsou dalšími požadavky na tyto konstrukce akustická neprůzvučnost, požární odolnost a dobré tepelně technické vlastnosti.

Co se týče konstrukčního, materiálního a technologického řešení, dají se stropní konstrukce hojně využívané pro potřeby výstavby rodinných domů rozdělit na konstrukce dřevěných stropů (stropy povalové, dřevěné trámové, fošnové a stropy z lepených, sbíjených a příhradových nosníků), konstrukce železobetonových stropů (stropy monolitické, prefabrikované či prefa-monolitické). Dalším, dnes už sice prakticky nepoužívaným, ale přesto dle mého názoru velice zajímavým řešením, jsou klenbové stropní konstrukce (viz obr. 6). Tato konstrukce se dá dnes spatřit spíše ve starších zástavbách a případné použití při výstavbě lze předpokládat spíše v rámci historických rekonstrukcí.



Obr. 6 Realizace přímé klenby (Bydlení idnes, 2009)

Z tohoto rozdělení jsem jako ideální materiální řešení pro účely této práce a pro další podrobnější rozbor zvolil konstrukce železobetonových stropů, konkrétně se jedná o konstrukce prefabrikované a prefa-monolitické. Dřevěné stropy jsem pro účely stavby rodinného domu, tvořeného stěnovým systémem vyzdívaným z cihelných či pórobetonových bloků a s přihlédnutím k tomu, co nabízí dnešní trh stavebních materiálů, neshledal jako výhodné řešení. Co se týče železobetonových monolitických stropů, jejich náročnost technologického provedení (systém bednění, kladení výztuže, betonáž, vyžrání betonu) tuto variantu také vyloučila.

4.3.1 Požadavky na stropní konstrukce

Architektonické požadavky - podle P. Hájka (2011) je půdorysná dispoziční variabilita stavby závislá také na zvoleném typu stropu a jeho rozponu, způsobu podepření, řešením vertikálních prostupů apod. Čím větší rozpony stropů, tím mohutnější konstrukce a jejich hmotnost, z čehož vyplývají vyšší náklady na celkovou výstavbu.

Statické funkce a požadavky - hlavní funkcí stropu v tomto ohledu je bezpečně a s rezervou přenést veškeré zatížení spojené s uvažovaným provozem do svislých nosných konstrukcí. Jedná se o zatížení nahodilé (uvažovaný provoz) a zatížení stálé (vlastní tíha stropní konstrukce, příček atd.). Požadavkem je zajistit tuhost stropu ve svislém (průhyb) i horizontálním směru, přičemž horizontální tuhost stropu má zásadní vliv na celkovou tuhost stavby. Stropy se tedy v tomto ohledu dělí na horizontálně tuhé, např. železobetonové monolitické stropy a netuhé, např. dřevěné stropy, stropy z keramických nosníků a vložek aj. (P. Hájek, 2011).

Protipožární funkce a požadavky - co se týče požární bezpečnosti, jsou stropy jedny z nejdůležitějších konstrukcí. Rozdělují objekt na požární úseky, tudíž musí splňovat příslušné požadavky co se týče požární odolnosti a stupně hořlavosti použitých materiálů. Norma pro požární odolnost se pohybuje od 15 do 180 minut (viz. tab. 2) dle stupně požární bezpečnosti I až VII (P. Hájek, 2011).

Tab. 2 Minimální požadovaná požární odolnost požárních stropů v minutách (P. Hájek, 2000)

Stupeň požární bezpečnosti požárního úseku	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
požární strop v P.P. (podzemní podlaží)	30	45	60	90	120	180	180
požární strop v N.P. (nadzemní podlaží)	15	30	45	60	90	120	180
požární strop v posledním N.P.	15	15	30	30	45	60	90

Akustické požadavky - podle P. Hájka (2011) musí stropní konstrukce vyhovovat požadavkům jak na vzduchovou, tak na kročejovou neprůzvučnost. Neprůzvučnost se dá ovlivnit jednak skladbou stropní konstrukce, ale také uložením stropu na svislé nosné konstrukce, kotvením příček atd. Vzduchová neprůzvučnost je řešena obdobně, jako u svislých nosných konstrukcí (viz. kap. 4.2.1). Kročejové neprůzvučnosti, neboli zamezení přenosu zvuku do konstrukce prostřednictvím např. chůze, či různých otřesů, lze docílit oddělením nášlapné vrstvy od nosné konstrukce stropu (plovoucí podlahy, koberce).

Tepelně technické požadavky - stropní konstrukce musí splňovat požadovaný součinitel prostupu tepla U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$], jehož hodnota, která je stanovena normou, vychází z rozdílu teplot v prostorách oddělených stropní konstrukcí. Z tohoto vyplývá, že vyšší požadavky se kladou na stropy nad průjezdy, stropy nad nevytápěnými prostory, vykonzolovanými stropy do vnějšího prostředí či stropy tvořící zastřešení. Požadavky na stropy oddělující vytápěné místnosti jsou malé. V místech osazení stropní konstrukce na obvodovou stěnu je třeba vyřešit problém tepelných mostů (viz kap. 7.2.1) překrytím vrstvou tepelné izolace (P. Hájek, 2011).

4.3.2 Železobetonové prefabrikované stropy

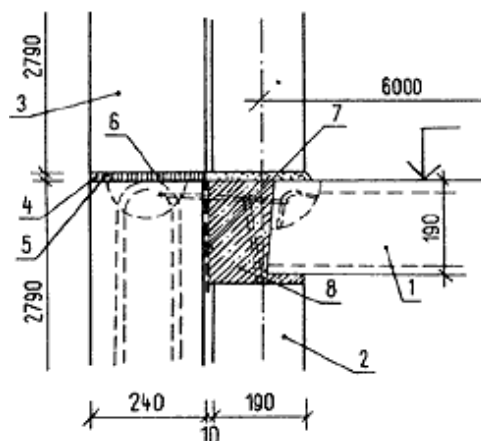
Jedná se o železobetonové panelové dílce různých rozměrů a plošných hmotností. U panelů, jejichž únosnost udává výrobce, je nadále nutné ověřit statickým výpočtem, zda-li je daný dílec nadimenzován pro zatížení, kterému reálně bude vystaven. Je také nutné dbát na správné zavěšení panelů při manipulaci jeřábem a na vhodný způsob ukládání. Panely je potřebné zavěšovat na všechny čtyři háky. Skládka panelů na stavbě musí být prováděna s proklady mezi jednotlivými panely umístěnými nad sebou (Schreiber, Sotolář, 1982).

Jak popisuje V. Hájek (1987), mají tyto stropní konstrukce řadu výhod, v porovnání s monolitickými železobetonovými stropy, jež se díky své velké pracnosti a časové náročnosti jeví pro stavbu jako nevýhodné řešení. Mezi tyto výhody se řadí rychlá a snadná montáž, zkrácení doby výstavby, menší pracnost na stavbě, úspora materiálu a dále okamžitá únosnost stropu hned po montáži. Mají ale i své nevýhody, jako např. velká hmotnost pro ruční manipulaci, typizace rozměrů vyráběných prvků, horší akustické izolační vlastnosti aj.

Železobetonové prefabrikované stropy, co se týče konstrukčního, materiálního a technologického řešení, se dále dělí na stropy ze železobetonových nosníků, panelové stropy či stropy hřibové. Nejběžnějším používaným řešením při stavbě rodinných domů z pohledu železobetonových prefabrikovaných stropů je v dnešní době řešení panelových stropů. Ty se dále vyrábí jako plné, vylehčené, či z předpjatého betonu.

Dle mého názoru vhodným řešením pro stavbu rodinných domů, kde asi jako hlavní výhodu vidím v rychlosti provádění, jsou stropy panelové. Na druhou stranu vysoká hmotnost těchto dílců vyžaduje přítomnost těžké zdvihací techniky na stavbě a také realizace vertikálních prostupů touto konstrukcí je komplikovanější. Díky možnosti poměrně velkých rozponů, bych dále vyzdvihl panely vylehčené dutinové či z předpjatého betonu.

Panely vylehčené dutinové - jak popisuje V. Hájek (1987), tyto panely mají pro své větší rozměry logicky i větší hmotnost, což vyžaduje únosnější zdvihací prostředky. Panely se ukládají do cementové malty a vzájemně se spojují přivařením výztuže k závěsným okům, jež dále v případě kladení na zděné konstrukce slouží k ukotvení do pozdního věnce (viz obr. 7).

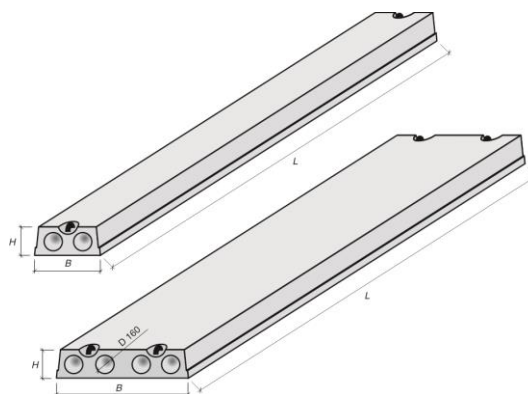


1 - stropní dutinový panel, 2 - nosná konstrukce, 3 - štítová konstrukce, 4 - TP tmel, 5 - skelný provazec, 6 - malta, 7 - lepenka A 400, 8 - zálivka

Obr. 7 Příklad uložení stropního panelu (V. Hájek, 1987)

Podélné dutiny v panelech, prováděny primárně za účelem snížení vlastní hmotnosti, mají kruhový, či oválný tvar. Vylehčením dojde jednak k významné úspoře materiálu, ke snížení namáhání od vlastní tíhy, ale především má tento průřez výhodnější statické parametry. Dutinami lze vést elektroinstalace a v případě nutnosti vertikálního prostupu lze dutinou vysekat menší otvor (P. Hájek, 2011).

Nejčastějším typem těchto panelů je typ PZD (viz obr. 8) či jeho různé obdoby, které se vyrábějí jednosměrně vyztužené, jež staticky působí jako prosté nosníky. Nabízejí rozpony od 3600 až do 6000 mm, v tloušťkách konstrukce 150, 200, 225, 250 až 300 mm a šířkách 500, 600, 1000 až 1200mm.



Obr. 8 Stropní panel dutinový PZD (Betonservis.cz, 2008)

Panely z předpjatého betonu – jedná se o stropní dílce s průřezem analogickým s panely dutinovými (viz obr. 8), avšak rozdíl je v jeho vyztužení, kdy spodní a někdy i vrchní část panelu je předepnutá. Tato technologie vyztužení se provádí předpínací výztuží, která se v bednění napne a poté se prvek zabetonuje. Po dosažení normované pevnosti betonu se výztuž povolí, čímž se panel předepne. Tímto vyztužením dosahují panely velkých rozponů.

Nejběžnějším používaným předpjatým panelem u nás je panel typu SPIROLL či PARTEK. Je k dostání v tloušťkách 160, 200, 250, 265, 320, a 400 mm a skladebné šířce 1200 mm. Rozpon panelu může dosáhnout až 20 m a bývá odstupňován v délkách po 10 mm (P. Hájek, 2011).



Obr. 9 Realizace stropu z panelů SPIROLL / PARTEK (dwpl.cz, 2014)

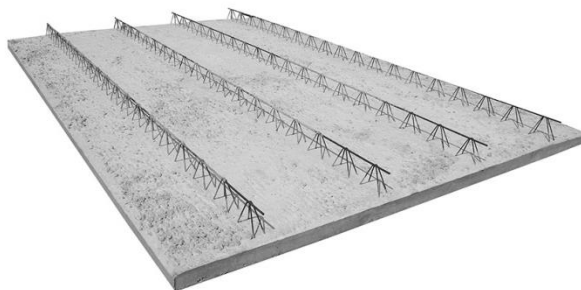
Přes všechny výhody panelových stropních dílců, jako jsou rychlá realizace, velké rozpony či úspora materiálu, je podle mého názoru toto řešení pro účely výstavby rodinného domu sice vhodné a dostačující, nicméně nepraktické. Volil bych ho spíše při stavbě bytových domů o více nadzemních podlaží. Nutnost těžké zdvihací techniky (viz obr. 9), horší akusticky izolační schopnosti či špatná tvarová variabilita a řešení vertikálních prostupů jsou nevýhody, kvůli kterým se přikláním spíše k řešení železobetonových prefa-monolitických stropů.

4.3.3 Železobetonové prefa-monolitické stropy

Základní definicí těchto konstrukcí je, že se jedná o kombinaci prefabrikátů a litého betonu, tvořícího monolitickou část této konstrukce. Prefabrikovaná část konstrukce tvoří bednění pro monolitickou část a výsledkem je spřažená konstrukce. Z tohoto vyplývá, že odpadá nutnost pracného a nákladného bednění společně se zdlouhavou výstavbou jako tomu je u monolitických konstrukcí. Odpadají i nevýhody prefabrikovaných konstrukcí, jako jsou vysoké náklady na dopravu či složitá manipulace při výstavbě (P. Hájek, 2011).

Díky výše zmíněným výhodám jsou konstrukce prefa-monolitických železobetonových stropů v dnešní době hojně používány při výstavbě rodinných domů, což bylo zohledněno i při samotném návrhu rodinného domu v praktické části této práce. Pro další rozbor prefa-monolitických železobetonových stropů, vhodných ke stavbě rodinného domu, jsem se rozhodl pro stropy spřažené deskové a stropy z nosníků a vložek. Dalšími možnými konstrukčními variantami prefa-monolitických železobetonových stropů, které již nejsou součástí řešení této práce, jsou prefa-monolitické stropy lokálně podepřené a prefa-monolitické průvlakové stropní konstrukce (P. Hájek, 2011)

Prefa-monolitické stropy spřažené deskové - tato stropní konstrukce se skládá z prefabrikované železobetonové stropní desky (viz obr. 10), která slouží jako ztracené bednění pro horní monolitickou část z prostého betonu. Deska je vyztužená hlavní nosnou výztuží, ze které stoupá prostorová příhradová výztuž typu „filigrán“ a výroba je založena na maximální variabilitě tvaru, což je zásadní rozdíl a výhoda oproti běžným prefabrikovaným panelům. Půdorysný tvar tudíž může být libovolný, přičemž ale nesmí překročit maximální délku a šířku stanovenou výrobcem. Filigránová výztuž slouží k dokonalému spřažení obou částí stropu, stejně jako drsný horní povrch desky, který mimo to zajišťuje smykové spolupůsobení stropu. Díky nabetonované monolitické části je zajištěno roznášení zatížení rovnoměrně v rámci celého stropu a nedochází tak k rozdílným průhybům v deskách. Pro větší rozpony se desky vyrábí z předpjatého betonu (P. Hájek, 2011).



Obr. 10 Filigránová stropní deska (babc.cz, 2014)

Co se týče rozměrů prefabrikovaných desek, vyrábí se v tloušťkách 60 až 100 mm, kde maximální šířka a délka závisí na výrobcí, avšak maximální šířka panelu je zpravidla 2400 mm a maximální délka se pohybuje v rozmezí 7,2 až 7,6 m. Tloušťka celého spřaženého stropu je závislá na rozponu a pohybuje se od 150 do 250 mm. V případě, že je požadavek na větší rozpon, lze při betonáži mezi prostorovou výztuž

vkładat vylehčovací výplň, což můžou být např. keramické tvarovky, pěnové či plastické hmoty, nafukovací hadice apod. (P. Hájek, 2011).

Při samotné betonáži těchto stropů je třeba prefabrikované desky před betonáží dočasně podepřít svislými vzpěrami, rozmístěnými po třetinách rozponu, přičemž je-li uložení desek na podpoře menší než 75 mm, je třeba podepřít desky i v tomto místě. Menší vertikální prostupy do 150x150 mm lze vysekat v prostoru mezi příhradovou výztuží, větší se pak zadávají přímo výrobci při výrobě (P. Hájek, 2011).

Prefa-monolitické stropy z nosníků a vložek – jedná se o systém prefabrikovaných nosníků, do kterých se usazují keramické vložky či vložky z lehčeného betonu, které se poté zabetonují, čímž vznikne prefa-monolitický žebrový strop požadovaných vlastností. V minulosti se pro tyto účely používaly keramické nosníky se zabetonovanou výztuží, do nichž se ukládali keramické vložky typu MIAKO. Jelikož tyto nosníky měly malou únosnost, byly používány pouze pro menší rozpony a menší zatížení (P. Hájek, 2011).

Podlé mého názoru asi nejrozšířenějším stropním systémem pro stavby rodinných domů je systém prefabrikovaných filigránových nosníků a vložek. Jak se ve své publikaci zmiňuje P. Hájek (2011), tento nosník se skládá z betonové či keramické patky, do které je zabetonována nosná výztuž typu „filigrán“. Nosník je před samotným osazením vložek potřeba dočasně podepřít zhruba po třetinách jeho rozponu, jelikož je dimenzován pouze na manipulační zatížení. Po osazení vložek se celá konstrukce zabetonuje s krycí vrstvou betonu 30 – 60 mm nad vložkami. Po potřebném vytvrdnutí betonu se podpory odstraní.



Obr. 11 Ukázka vložkového stropu se spřaženými železobetonovými nosníky (tzb-info.cz, 2012)

Výrobní škála nosníků a vložek pro tento systém stropu je široká, v závislosti na různých rozponech, roztečích nosníků či zatížení. Podle výšky tvarovek a krycí vrstvy betonu se celková tloušťka nosné konstrukce stropu pohybuje od 190 do 300 mm. Rozpony lze dimenzovat až na délku 7,5 m, dle dané tloušťky stropu a zatížení. Nosníky se dají položit i dva či více vedle sebe, což zajišťuje větší únosnost v místech většího zatížení (P. Hájek, 2011).

V porovnání s ostatními rozebíranými stropními systémy podle mého názoru vychází nejlépe tento stropní systém prefabrikovaných filigránových nosníků a vložek. Výhody jako jsou lehká manipulace a nenáročná pracovní technologie, tvarová variabilita či absence plošného bednění jsou z mého pohledu při stavbě rodinného domu hlavním ukazatelem pro volbu této stropní konstrukce. Dále je tento stropní systém v nabídce mnoha výrobců stavebních materiálů, včetně již zmíněných výrobců zdíciho materiálu pro svislé nosné konstrukce (Xella, HELUZ, Wienerberger).

4.4 Předsazené konstrukce

Jedná se o konstrukce předsazené před hlavní nosnou konstrukci do vnějšího či vnitřního prostoru, kde tyto konstrukce musí odolávat vlivům tohoto prostředí. Jedná se zejména o teplotu, vlhkost, sníh, vítr aj. Proto na tyto konstrukce vznikají specifické požadavky a nároky jak po stránce konstrukčně statické, tak po stránce stavebně fyzikální. Nejzásadnější pro návrh těchto konstrukcí, je vedle způsobu statického podepření také omezení vzniku tepelných mostů (viz. kap. 7) ve styku předsazené konstrukce s nosnou konstrukcí (P. Hájek, 2011).

Dále se podle P. Hájka (2011) dělí tyto konstrukce dle účelu a funkce na balkony, lodžie, pavlače, arkýře, římsy či markýzy a sluneční clony. Co se týče lodžii, do předsazených konstrukcí se řadí také, ačkoliv se jedná o částečně nebo úplně zapuštěné konstrukce za líc průčelí. Z hlediska stavebně fyzikálního jsou vystavovány stejným vlivům prostředí, jako např. balkony, tudíž jejich konstrukční řešení vypadá podobně.

Co se týče statické funkce a požadavků na předsazené konstrukce, je nutné návrhem zajistit spolehlivé přenášení veškerých statických i dynamických zatížení po celou životnost stavby. Jedná se o zatížení vlastní vahou konstrukce, užité zatížení od uvažovaného provozu, zatížení sněhem či větrem, anebo zatížení teplotními změnami. Co se týče zatížení teplotními změnami, je jak už bylo zmíněno zásadním řešeným problémem omezení tepelných mostů v místě ukotvení předsazených konstrukcí. Tento problém je jedním z hlavních kritérií při návrhu konstrukčního řešení předsazené konstrukce. Konstrukční detail v místě napojení předsazených konstrukcí je řešen tak, aby jednak nedocházelo k tepelným ztrátám vlivem úniku tepla, ale hlavně aby na vnitřním povrchu nedocházelo ke kondenzaci vodních par, což zamezí vzniku neestetických vlhkostních map, ale především vzniku nehygienických plísní (P. Hájek, 2011)

4.4.1 Varianty konstrukčního řešení

Z hlediska konstrukčního lze pro stavbu rodinného domu vybírat z variant konzolových konstrukcí, podepřených konstrukcí či zavěšených konstrukcí. Nejběžnějším konstrukčním řešením je podle P. Hájka (2011) řešení konzolových předsazených konstrukcí. Nicméně podle mého názoru jsou vhodnými variantami i konstrukce podepřené či zavěšené, zejména co se estetických požadavků týče.

Vykonzolování se provádí při menších vyloženích konstrukce, jako jsou římsy, markýzy, či menší balkony přímo vetknutím do obvodové zděné konstrukce. Dále lze předsazenou konstrukci vetknout do ztužujícího věnce stěnového systému, či průvlaku nebo železobetonové stěny.

Pro všechny konstrukční varianty je nutné zajistit funkční tepelně-technické řešení, které zamezí vzniku tepelných mostů. Podle P. Hájka (2011) lze zajistit tři základní principy konstrukčního tepelně-technického řešení. Prvním řešením je obalení celé předsazené konstrukce tepelnou izolací, dalším řešením je částečné přerušení tepelného mostu u žebrových konstrukcí vloženou tepelnou izolací. Posledním řešením je použití ISO-nosníků.

4.5 Schodiště

Základní definicí pro konstrukci schodišť je, že spojují mezi sebou prostory umístěné v různých výškách. Nejčastěji se jedná o různá podlaží budov. Je daná nutnost, že každé podlaží musí být zpřístupněno alespoň jedním, hlavní schodištěm. V případě potřeby únikových cest či z provozních důvodů se navrhuje další pomocná schodiště (P. Hájek, 2011)

Pojem schodiště označuje prostor, ve kterém se nachází schody a další případná zařízení, jako jsou výtahy apod. Schodiště se zpravidla skládají ze schodišťových ramen, tvořenými schodišťovými stupni a podpůrnou konstrukcí nesoucí tyto stupně a dále ze schodišťových podest (odpočívadel), jež se dělí na hlavní a vedlejší podesty, dle umístění ve schodišti. Schodišťové konstrukce se dělí podle umístění (vnitřní, vnější, terénní), materiálu (dřevo, beton, železobeton, ocel aj.), konstrukce, tvaru či účelu (Witzany a kol., 2006).

Podle M.V.H. Bangashe a T. Bangashe (1999) se schodiště navrhuje buď jako nepřerušená, bez mezipodest, anebo v případě delších schodišťových ramen jako přerušená, s mezipodestami pro případný odpočinek. Dále se podle tvaru výstupní čáry dělí schodiště na přímé, zakřivené či smíšené.

Stejně jako na předešlé stavební konstrukce, jsou i na konstrukce schodišť kladeny určité požadavky. Jsou to zejména požadavky na bezpečnost výstupu a sestupu, statická a požární bezpečnost, spolehlivá evakuace osob při ohrožení či osvětlení a větrání schodišťového prostoru.

Rozměry schodišťových stupňů vychází ze vztahu zohledňující délku lidského kroku a strmost schodišťového ramene. Pro výpočet se vychází ze základního vztahu $2h + b = 630 \text{ mm}$ (délka kroku), h = výška stupně a b = šířka stupně. Pro schodišťová ramena platí, že všechny stupně v něm mají stejné rozměry. Nejmenší povolená průchozí šířka schodišťového ramene je pro účely rodinných domů 900 mm. Podesty se dělí na hlavní (podlažní) a vedlejší (mezipodlažní). Jejich nejmenší průchozí šířka je rovna minimálně průchozí šířce schodišťových ramen, přičemž hlavní podesta se zpravidla rozšiřuje o 100 až 300 mm z důvodu křížení komunikací. Výška zábradlí, jakožto svislá vzdálenost přední hrany stupně a horního líce madla, by se měla pohybovat kolem 1100 mm, v závislosti na sklonu ramene (Witzany a kol., 2006).

4.5.1 Konstrukční a materiálové řešení schodišť

Hlavním kritériem pro výběr konstrukčně materiálového řešení schodiště je konstrukčně materiálové řešení nosného systému stavby. Dále se tento výběr řídí provozními požadavky dané stavby či požadavky architektonickými. Co se týče nosného systému schodiště, může být řešen jako vřetenový, pilířový, schodnicový, visutý, deskový, zavěšený či kombinovaný. Z materiálů je na nosné konstrukce nejběžněji používán železobeton, dřevo a ocel. Dále to může být přírodní či umělý kámen, keramické tvarovky či cihly. Konstrukce schodiště se provádí buď jako skládaná z jednotlivých prvků, prefabrikovaná z dílců či monolitická (Witzany a kol., 2006).

Jednotlivé konstrukční i materiální varianty se dají různě kombinovat, čímž vzniká široká škála možností, jak schodiště pro rodinný dům řešit. Za účelem maximálního zjednodušení a urychlení pracovního procesu či snížení nákladů se mi jako možné varianty pro návrh rodinného domu jeví prefabrikované schodišťové dílce (viz. obr. 12), ideálně je-li stropní konstrukce řešena z prefabrikovaných panelů či z filigránových stropních desek. Další možností je skládaná dřevěná konstrukce schodnicového typu, při jejíž realizaci odpadá nutnost těžké zdvihací techniky, čímž se sníží náklady. Pro potřeby navrhovaného rodinného domu o jednom nadzemním podlaží, je dle mého názoru toto řešení naprosto dostačující.

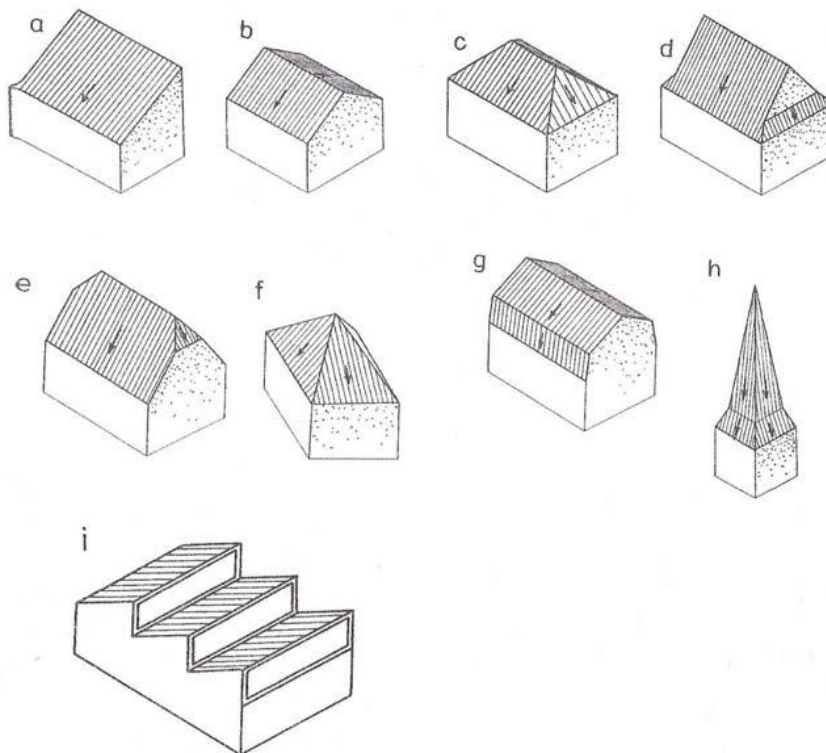


Obr. 12 Příklad betonového prefabrikovaného schodiště (Archiv firmy Liapor, 2008)

4.6 Střešní konstrukce

Střecha, jakožto stavební konstrukce má za úkol chránit vnitřní prostředí před nepříznivými vlivy počasí. Tvoří ji střešní nosná konstrukce, střešní plášť jedné, či více vrstev, oddělený vzduchovými vrstvami a střešní podhled. Z hlediska sklonu střešní nosné konstrukce se střechy dělí na ploché střechy (sklon $\leq 5^\circ$), šikmé střechy ($5^\circ < \text{sklon} \leq 45^\circ$) či strmé střechy (sklon $> 45^\circ$) (Fajkoš, Novotný, 2003).

Podle P. Hájka (2011) je dalším požadavkem na střešní konstrukce, mimo ochrany před klimatickými vlivy, také funkce tepelně-izolační. Životnost celé stavby je přímo ovlivněná správnou funkcí střešní konstrukce. Co se týče tvaru, dají se sklonité střechy rozdělit na pultové (a), sedlové (b), valbové (c), polovalbové (d, e), stanové (f), mansardové (g), věžové (h) a pilové (i).



Obr. 13 Druhy sklonitých střech (P. Hájek, 2011)

Střechy se z pohledu nosných konstrukcí dělí na tuhé konstrukce stropu, jež se umísťují pod plochými či pultovými střechami, dále jsou to konstrukce krovů, vazníkové konstrukce, tlačené oblouky, lomenice, skořepiny, či tažené konstrukce membránové a lanové. Materiálově se potom jedná o dřevo, železobeton, kov či další materiály jako textilní a plastové membrány (P. Hájek, 2011).

Podle tohoto Hájkova rozdělení střešních nosných konstrukcí, jsem jako nejideálnější řešení pro stavbu rodinného domu posoudil konstrukci dřevěných krovů či konstrukci tuhého železobetonového stropu pod plochou střechou. Ploché střechy jsou pro dosažení nízkoenergetických standardů sice výhodnějšími, nicméně pro účely stavby klasického rodinného domu s obytným podkrovím se mi jeví tradiční šikmé zastřešení s patřičným tepelně-technickým řešením jako rozumnější volba.

4.6.1 Konstrukce šikmých střech tvořených krovu

Při stavbě rodinných domů se šikmým zastřešením se v dnešní době nejčastěji volí tvarové řešení sedlové, valbové či polovalbové. Materiálem pro tyto konstrukce je v drtivé většině dřevo či kombinace dřeva a oceli.

Krov, jakožto hlavní nosná konstrukce zastřešení, přenáší zatížení od vlastní tíhy, tíhy střešního pláště a působení vnějších vlivů do svislých nosných konstrukcí. Jelikož je ze statického hlediska žádoucí, aby konstrukce krovu přenášela zatížení do podpor ve svislém směru, opatřují se krovu vodorovnými táhly, tzv. kleštinami. Ty mají za úkol zachycovat šikmé síly vznikající v krovu (P. Hájek, 2011)

Mezi nejběžnější konstrukce krovu, používaných při výstavbě rodinných domů, patří vaznicové soustavy. Dalším možným řešením jsou hambalkové soustavy.

Jak popisuje Straka a kol. (2013), je vaznicová soustava založená na vodorovných podélných podporách (vaznicích), jež nesou samotné krokve. Vaznice mohou být podepřeny na příčných vazbách krovu, na sloupcích, průvlacích, stěnách či jiných nosných prvcích. Mezi hlavní prvky vaznicové soustavy patří střešní latě či bednění pro uložení střešní krytiny. Dále jsou to krokve, střední a popř. vrcholové vaznice, pozednice, příčné vazby, valby a polovalby, výztužné prvky a doplňující prvky.

Co se týče soustavy hambalkové, její výhodou je podle Straky a kol. (2013) možnost snazšího využití podkroví díky jednoduché příčné vazbě, kterou tvoří pouze dvojice krokví a vložený rozpěrný vodorovný prvek (hambalek), což celkově šetří podkrovním prostorem. Hambalková soustava se dělí dle konstrukce na soustavy s posuvným či neposuvným hambalkem. Zásadním rozdílem mezi těmito konstrukcemi je ten, že v případě neposuvného hambalku nedochází k vodorovným posuvům díky podélnému výztužnému vodorovnému nosníku umístěnému v úrovni hambalků. Významnou soustavou pro výstavbu rodinných domů je soustava kombinovaná, kde jsou do klasické hambalkové soustavy vkládány střední, případně i vrcholové vaznice. Soustava je podepírána o příčné stěny či sloupky. Tato soustava je v praxi při výstavbě rodinných domů či obytných prostor hojně využívána, protože tímto řešením není omezován volný podkrovní prostor (Straka a kol., 2013).

4.7 Kompletační konstrukce

V této podkapitole jsou řešeny kompletační konstrukce potřebné pro ukončení procesu hrubé stavby, kdy je potřeba tuto stavbu zabezpečit zejména proti působení klimatických vlivů a tím zajistit bezproblémový průběh dalších prací vně rodinného domu (instalace, omítky, podlahy atd.). Jedná se zejména o střešní plášť a výplně otvorů. Dále se jedná o konstrukce příček, které objekt dotváří po stránce dispoziční.

4.7.1 Střešní plášť

Při návrhu střešního pláště rodinného domu je potřeba zohlednit hned několik požadavků, jako jsou zejména ochrana objektu před klimatickými vlivy, vodotěsnost, požární odolnost či tepelné a akustické vlastnosti zvoleného materiálu. Dále je ale také potřeba zohlednit vhodnost návrhu z pohledu estetického, ekonomického či ekologického (Straka a kol., 2013).

Dle Straky a kol. (2013) je v současné době také kladen velký důraz na výběr stavebního materiálu, nezátěžující výrazně životní prostředí, s čímž je spojena i recyklovatelnost použitých materiálů či ekologická likvidace.

Střešní plášť sestává ze střešní krytiny tvořené skládanou vrstvou nejčastěji ze střešních tašek (pálené, betonové), vláknocementových rovinných prvků, přírodní břidlice aj., dále vrstvou povlakové hydroizolace (asfaltové pasy, plastové folie aj.), vrstvou tepelně izolační a vrstvou parotěsnou. Mezi těmito vrstvami můžou, ale nemusí být provětrávané vzduchové mezery. Z pohledu tepelně-technického je podle Straky a kol. (2013) výhodnějším řešením skladba jednoplášťové šikmé střechy, tj. bez vzduchových mezer.

4.7.2 Výplně otvorů

Jedná se především o výplně oken, dveří či jiných prostupů. Těmto místům, jak ve své publikaci uvádí Tywoniak a kol. (2008), je třeba věnovat velkou pozornost z důvodu možných tepelných ztrát. Jsou na ně tudíž kladeny velké tepelně technické nároky, jelikož snahou dneška při stavbě rodinných domů je docílit co nejmenší energetické náročnosti na provoz (viz kap. 7.3).

5. TECHNICKÉ ZAŘÍZENÍ BUDOV

Po dokončení hrubé stavby rodinného domu následuje fáze technického zařizování dané stavby. Jedná se především o instalace (vytápění, rozvod plynu a vody, kanalizace aj.), elektrotechnické rozvody (elektrozvody, hromosvody, telefonní rozvody, rozvody TV, počítačové sítě aj.) a další technická zařízení, jež nadále nejsou součástí řešení této práce.

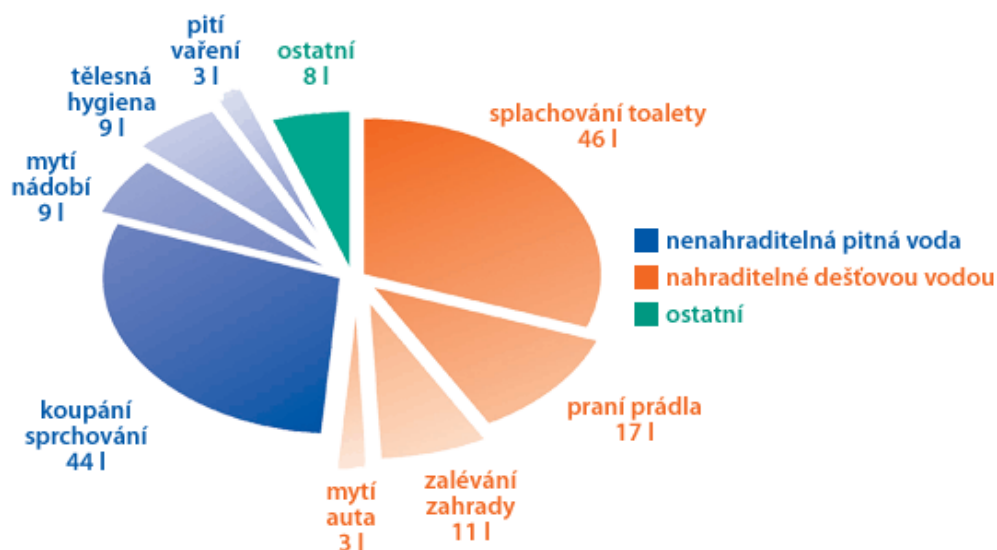
Tato kapitola se věnuje problematice hospodaření s dešťovými vodami a jejich využití pro rodinný dům. Popisují v ní dostupné možnosti řešení vhodné pro rodinné domy, na základě kterých byl sestaven konkrétní návrh pro řešení rodinný dům.

5.1 Hospodaření s dešťovými vodami (HDV)

Každý stavebník má dle § 5 zákona č. 254/2001 Sb., O vodách a o změně některých zákonu, v platném znění povinnost zajistit vsakování či zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby. V případě nesplnění této povinnosti nesmí být stavba povolena. Tradičním řešením bývá svedení dešťových vod přímo do jednotné kanalizace či kanalizace dešťové s následným vypouštěním do vodotečí. Nicméně vzhledem k již nedostačujícím kapacitám těchto kanalizací se jeví jako nutné řešit tuto problematiku pomocí zadržování těchto vod a případným znovu využitím, čímž se velkou měrou šetří zejména životní prostředí (Nehasil, 2012).

Hlavními, vzájemně propojenými motivačními faktory pro volbu řešení zadržování či vsakování dešťových vod v místě spadu jsou ekologie životního prostředí, bezpečnost, ekonomické důvody a již zmíněná legislativa. Co se týče vlivu na ekologii životního prostředí, má zadržování dešťových vod pozitivní vliv na zmírnění rychlého povrchového odtoku a jeho negativních vlivů na přetížené kanalizační sítě a vodní toky. Vsakování má navíc pozitivní vliv na obnovu podzemní vody. Hospodaření s dešťovými vodami napomáhá k přirozenému koloběhu vody v přírodě, jež není zatížena urbanizací. S tímto se spojuje bezpečnost, kdy při zmírnění povrchových odtoku po zpevněných, urbanizovaných plochách vlivem zadržování či vsakování je zmírněno riziko povodní. Z pohledu ekonomických úspor je výhodnější budovat tyto zadržovací či vsakovací zařízení

v místě spadu, namísto zvětšování nedostačující kapacity stávajících kanalizačních sítí. Velkou výhodou při HDV je zpětné využití zadržovaných srážkových vod např. na zavlažování zahrad, splachování toalet či pro běžnou údržbu, čímž je možné ušetřit až 50% spotřeby pitné vody v domácnosti (viz obr. 14). Na základě těchto faktů je zřejmé, že by se mělo se srážkovou vodou nakládat již v místě spadu, z čehož vychází i současná legislativa (Samek, 2013).



Obr. 14 Spotřeba pitné vody při HDV (Samek, 2013)

5.1.1 Možnosti hospodaření s dešťovou vodou

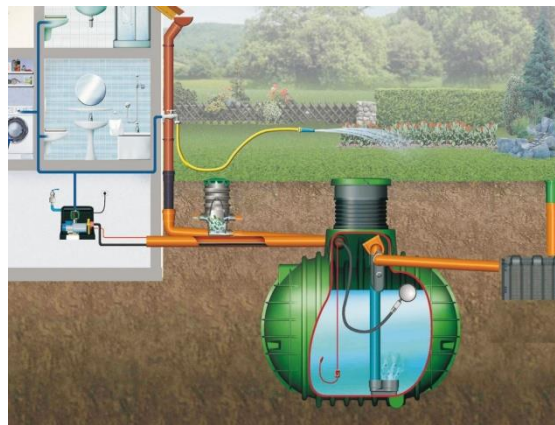
Dle normy TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, je upřednostňováno odvádění srážkových vod do půdního a horninového prostředí (vsakování), v případě jeho nedostatečných vsakovacích schopností se volí kombinace s retencí a regulovaným odtokem či pouze retence srážkových vod s regulovaným odtokem do povrchových vod. Není-li možný regulovaný odtok do povrchových vod, je tento odtok odveden do jednotné kanalizace.

Vsakování - jak ve svém článku popisuje Samek (2013), jedná se o legislativně upřednostňované řešení, přičemž odvodňovaná lokalita musí splňovat dané podmínky, jejichž splnění se ověřuje na základě hydrogeologického průzkumu dané lokality. Jedná se především o dostatečnou propustnost půdy a dodržení odstupové vzdáleností od spodní stavby. Minimální hloubka podzemní vody pod dnem

vsakovacího zařízení musí být 1 m. Vsakovací zařízení používaná v praxi jsou různá, od jednoduchých povrchových průlehů až po podzemní plastové bloky či tunely, z kterých je možné tvořit nádrže různých rozměrů a kapacity. Před vtokem vody do vsaku je nutně zajistit čištění dešťových vod od mechanických nečistot (filtrační šachty, odlučovače lehkých kapalin).

Retence s regulovaným odtokem - je další možností zadržování srážkových vod, vhodnou při nedostatečných vsakovacích podmínkách. V praxi se běžně používají podzemní plastové bloky obalené hydroizolační folií či betonové nádrže. Regulace odtoku je řešena nejčastěji přes šachtu s regulovaným odtokem. Velikost odtoku z retence určuje provozovatel kanalizace či vodního toku (Samek, 2013).

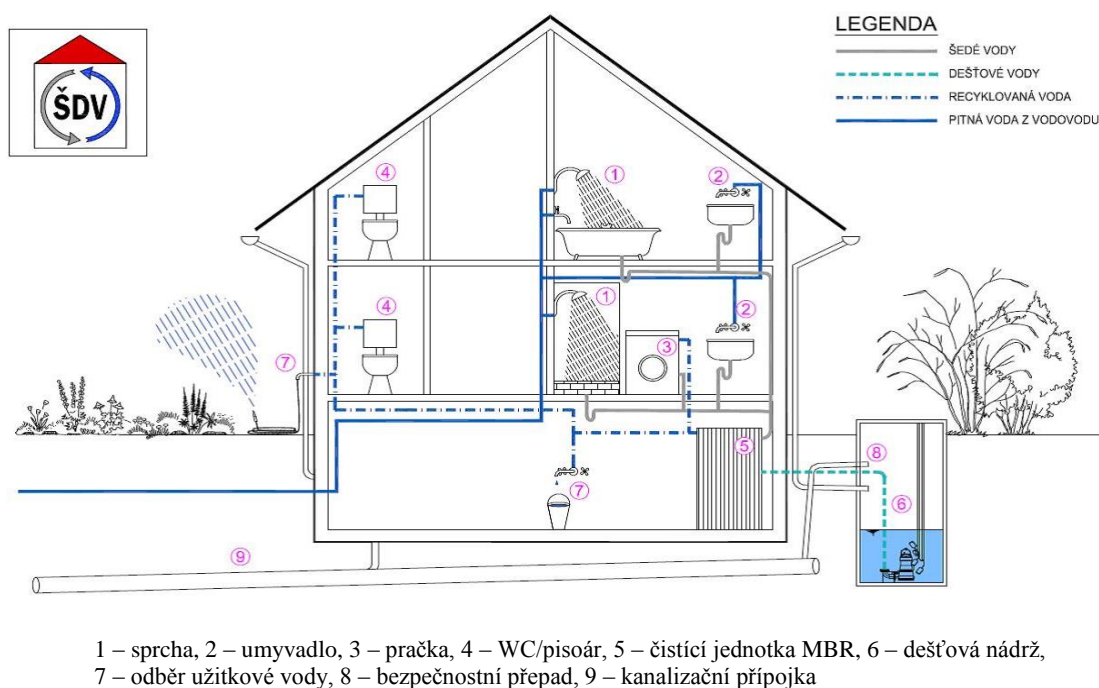
Akumulace s následným využitím dešťové vody - toto řešení bývá často při stavbách rodinných domů upřednostňováno před vsakovacím či regulačním zařízením. Díky následnému využití akumulovaných srážkových vod (splachování toalet, úklid, praní, závlaha zeleně atd.) lze tímto způsobem ušetřit až 50% nákladů na pitnou vodu, což je pro investory velice lákavé vzhledem k relativně nízké pořizovací ceně těchto zařízení. Pro stavbu rodinných domů se běžně využívá plastových monolitických nádrží umístěných pod zemí (viz obr. 15). Tyto nádrže jsou na vtok dešťových vod opatřeny filtračními prvky k odfiltrování mechanických nečistot, dále jsou vybaveny čerpacím zařízením pro výtlačk naakumulované vody k využití v domě a bezpečnostním přepadem buď do přídatného vsakovacího zařízení, či přímo do kanalizace (Samek, 2013).



Obr. 15 Systém HDV (Glynwed, 2013)

Co se týče dimenzování této nádrže, je navržena jako akumuláční nádrž bez odtoku k zachycení návrhové přívalové srážky. Tento objem je vždy po přívalové srážce potřeba ideálně do 3 dnů vyčerpat např. zálivkou zeleně v momentě, kdy už zemina není plně nasycena vsakem z této srážky. Pro dlouhodobější využívání akumulovaných srážkových vod je třeba retenční prostor nádrže zvětšit o danou potřebu vody. V praxi se jedná o průměrnou potřebu na cca 3 týdny. Daná spotřeba vychází ze směrnice č. 9/1973 pro výpočet potřeby vody (Samek, 2013).

Podle Raclavského a kol. (2012) je vhodným řešením využívat akumulované dešťové vody v kombinovaném systému s vodami šedými, což je z hlediska ekologického velkým přínosem pro ochranu životního prostředí. Tento kombinovaný systém je výhodný z důvodů nezávislosti na množství srážek. Šedé vody jsou vody ze sprch, umyvadel či domácích spotřebičů. Odtok šedých vod je sveden samostatně do čistící jednotky, kam jsou současně čerpány i vody dešťové z podzemní akumulární nádrže. Po vyčištění vod čistící jednotkou jsou vody opět rozváděny samostatným vodovodem jako vody užitkové ke splachování, praní či závlaze zahrady (viz obr. 16).



Obr. 16 Koloběh vody v budově (Raclavský, 2012)

5.1.2 Zásady návrhu vsakovacích a retenčních zařízení

K řešení této problematiky je určena norma ČSN 75 9010 doplněna normou TNV 75 9011. Pro návrh vsakovacích objektů je třeba určit základní vstupní údaje, jako jsou koeficient vsaku podloží, velikost a charakter odvodňovaných ploch, region v ČR pro určení nejbližší srážkoměrné stanice. Na základě modelových dešťových událostí s různými srážkovými úhrny a dobou trvání od 5 minut do 72 hodin je následně vsakovací objekt navržen. Jako výsledný návrh se uvádí největší retenční objem vsakovacího zařízení a jeho plocha, přičemž tento objem se musí danou plochou vsáknout za maximálně 72 hodin (Samek, 2013).

6. DOKONČOVACÍ PRÁCE

Jakmile jsou na hrubé stavbě vyřešeny veškeré instalace a elektrotechnické rozvody, přichází na řadu poslední stavební fáze, a to sice dokončovací práce. Podle Smoly (2007) tvoří dokončovací práce čistou obálku stavby a na jejich realizaci se spolupodílí množství řemesel jako např. truhlářské, zámečnické, zednické, obkladačské, natěračské, malířské atd. Tyto práce mají vysoké požadavky na přesnost provedení, na rozdíl od hrubé stavby, kde se tolerují rozměrové odchylky v řádech centimetrů.

Jedná se především o vnitřní a venkovní omítky, konstrukce podlah, obklady stěn, nátěry viditelných dřevěných konstrukcí, malířské práce či terénní úpravy. Škála konstrukčního, technologického a materiálního řešení je široká, přičemž je třeba dbát především na kvalitu provedení těchto prací, jež mají v budoucnu velký vliv na životnost stavby.

7. POŽADAVKY NA NÍZKOENERGETICKÉ DOMY (NED)

Bydlení a s ním spojená výstavba má velký vliv na životní prostředí ve svém okolí. Nákladní doprava, těžba a transport surovin, či průmyslová výroba jsou totiž činnosti velkou měrou ovlivňující prostředí kolem nás a všechny jsou spojeny s výstavbou a následným provozem obývaného domu. Celkový objem primárních surovin (beton, kamenivo, sklo, ropa, zemní plyn, uhlí) spotřebovaných při výrobě stavebních materiálů zcela zásadně snížit nemůžeme, nicméně vhodně zvoleným řešením domu lze významně snížit jeho výslednou energetickou spotřebu. Snaha o minimalizaci energetických nároků staveb by již dnes měla být povinností každého z nás (Šmelhaus a kol., 2004).

Pro označení novostavby jako nízkoenergetické, je potřeba při spotřebě tepla na její vytápění dosáhnout limitní hranice 50 kWh/m² za rok a méně. Dále se NED již prakticky neobejdou bez systému nuceného větrání s rekuperací tepla, jelikož přirozené větrání okny tvoří až 40% celkových ztrát objektu (Šmelhaus a kol., 2004).

7.1 Pozemek a umístění stavby

Preferovány by měli být takové pozemky, na kterých je možné umístit stavbu rodinného domu hlavní fasádou s největší prosklenou plochou směřující na osluněnou stranu (od jihovýchodu po jihozápad) a současně byl umožněn atraktivní výhled z domu. V mnoha případech však nelze volbu pozemku či umístění stavby na něm ovlivnit, kdy výběr jiného pozemku je nemožný, případně polohu stavby ovlivňuje uliční čára. V takových případech lze alespoň prověřit možnosti prosklení jednotlivých fasád s ohledem na pasivní solární zisky.

7.2 Tvarová kompaktnost

Tvarová kompaktnost budov ve spojení s tepelně-izolačním řešením obvodového pláště přispívá nejvýznamnějším způsobem ke snížení spotřeby tepla na vytápění. Vhodnost tvaru s ohledem na spotřebu energie lze vyjádřit tvarovým faktorem A/V [m^{-1}], který vyjadřuje poměr ochlazované plochy (A) ku obestavěnému prostoru (V). Pro NED by tvarový faktor měl dosahovat hodnot 0,7, přičemž čím menší hodnota, tím úspornější tvar (Nagy, 2002).

V praxi se NED provádí jako nepodsklepené, čímž odpadne řada technických i energetických komplikací a celkové náklady na stavbu se výrazně sníží (Tywoniak, 2005).

7.3 Okna a pasivní využití solární energie

Oknům je při řešení NED potřebné věnovat velkou pozornost, jelikož v těchto místech dochází ke značným tepelným ztrátám, ale i tepelným ziskům. Hlavními sledovanými parametry při volbě oken pro NED jsou součinitel prostupu tepla oknem U_w [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$] a celková propustnost slunečního záření g , charakterizující zasklení z hlediska prostupu solární energie. Tato hodnota by měla dosahovat $g = 0,5$ při hodnotě $U_g = 0,7 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, což je součinitel prostupu tepla zasklením a je splňován u kvalitních trojskel s pokovenou vrstvou. U takových oken lze dosáhnout během otopného období pozitivní tepelné bilance (tepelný zisk > tepelná ztráta) za předpokladu, že jsou okna kvalitně osluněna (Tywoniak a kol., 2008).

Tepelné ztráty metru čtverečného běžného okenního rámu jsou cca dvojnásobné oproti ztrátám z trojitého zasklení. Proto je ke splnění standardů NED nutné volit rámy s hlubším profilem, s tepelně izolačními rozpěrkami zasklení a rám případně více zapustit do tepelné izolace. Viditelná plocha rámu by měla být vůči ploše zasklení co nejmenší. Nabízí se použití neotvíratelných oken v místech, kde není počítáno s přirozeným větráním, což má pozitivní vliv jednak na zmenšení plochy rámu, ale také na výslednou cenu. Velmi důležité je dbát na správné osazení oken. Nesprávné osazení může způsobit navýšení hodnoty U_w z 0,8 až na 1,2, tedy hodnotu obyčejného dvojskla (Brotánková, Brotánek, 2012).

7.4 Tepelná obálka domu

Jedná se o tepelně-izolační řešení obvodového pláště domu, které musí být provedeno vzduchotěsně a bez tepelných mostů. Zateplení se řeší na obvodových stěnách, na střešní konstrukci a na konstrukci podlahy, která přichází do styku se zemským povrchem (základy). Vnější obálka NED je tedy tvořena vrstvou tepelné izolace v tloušťce, stanovené výpočtem závislým na parametrech zateplované konstrukce a musí plynule navazovat mezi stěny, střechou a podlahou se základy. (Brotánková, Brotánek, 2012).

Jelikož vzduch má malý součinitel tepelné vodivosti, je výborným izolantem tepelných ztrát a tudíž se hojně uplatňuje ve skladbách obvodových konstrukcí. Vznikají několikavrstvé konstrukce se vzduchovými mezerami. V okenních konstrukcích (dvojskla, troskla) se účinněji uplatňují výplně na bázi inertních plynů (Halahyja a kol., 1998).

7.4.1 Součinitel prostupu tepla U

Na volbu skladby obvodových konstrukcí se z pohledu výstavby NED soustřeďuje největší pozornost. Snahou je volba takové skladby obvodových konstrukcí, kterou lze docílit požadovaných hodnot součinitele prostupu tepla U, doporučených pro domy s velmi nízkou energetickou náročností dle ČSN 73 0540:2. Součinitel prostupu tepla charakterizuje schopnost materiálu vést teplo. Tudíž platí, že čím menší hodnota U, tím méně tepla konstrukce propustí. Vztah pro výpočet

součinitele U je uveden v kapitole 4.2.1 – Tepelně technické požadavky. Při návrhu obvodových konstrukcí NED je možno vycházet z níže uvedených tabulkových hodnot (viz tab.3) (Tywoniak a kol., 2008).

Druh konstrukce	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² K)]	
	Doporučená hodnota	Dosažitelná hodnota*
Obvodová stěna - masivní	0,25	0,12-0,10
Obvodová stěna - lehká	0,20	0,10-0,08
Střecha	0,16	0,08
Podlaha na terénu	0,30	0,12
Okno	1,20	0,85-0,6 (podle velikosti a členění okna)
Vstupní dveře	1,20	0,85

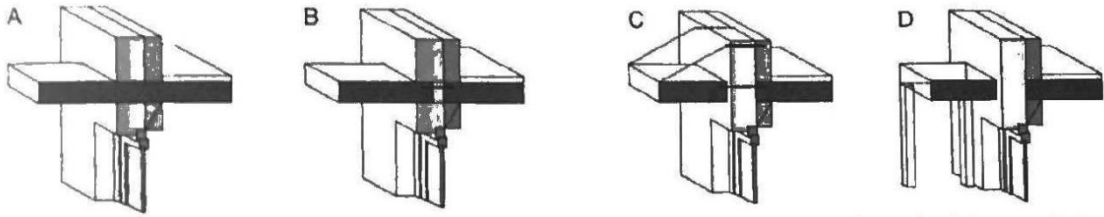
* Prakticky dosažitelná hodnota za obvyklých podmínek, bez extrémně zvýšených nákladů

Tab. 3 Součinitel prostupu tepla obvodových konstrukcí – doporučené a dosažitelné hodnoty (Tywoniak a kol., 2008)

7.4.2 Řešení tepelných mostů

Pojmem tepelný most se rozumí část obvodové konstrukce, která má větší tepelnou ztrátu, nežli konstrukce samotná. Nejčastějšími případy vzniku tepelných mostů jsou různé spoje mezi jednotlivými konstrukcemi, spáry či styky dvou popř. tří konstrukcí (kouty místností) a při stavbě NED je nutností tyto případy vyřešit (Řehánek a kol., 2004).

Obecně se při stavbě NED preferují málo členité povrchy, čímž je zamezeno vzniku tepelných mostů v místech styku (v koutech). V případech předsazených konstrukcí je možno využít několik metod pro eliminaci tepelných mostů (viz obr. 17). Velký vliv na posuzování NED mají také tepelné mosty vzniklé prostupujícími tepelně vodivými prvky skrze tepelnou izolační vrstvu, jako např. kotvicí prvky kontaktního tepelně-izolačního systému. Při řešení NED je potřeba se zabývat i těmito zdánlivými drobnostmi, jež mohou vést k minimalizaci tepelných mostů. Další kategorií v problematice tepelných mostů je osazení oken. Obecně platí, že rovina okna by měla být umístěna co možná nejbližší rovíně středu tepelně-izolační vrstvy (Tywoniak, 2005).



A – chybné řešení pomocí vykonzolované stropní desky bez tepelné izolace, B – řešení pomocí nosníku pro přerušení tepelného mostu, C – zavěšení, D – podepření

Obr. 17 Schéma principu řešení některých tepelných mostů (balkón, lodžie atd.) (Tywoniak, 2005)

7.4.3 Vzduchotěsná obálka

Neprůvzdušnost stavby je velmi důležitá pro správnou funkci NED. Je-li na stavbě kvalitně provedena vzduchotěsná obálka, dá se efektivně řídit větrání podle skutečné potřeby a tím hospodařit s teplem (viz. kap. 7.5). Neprůvzdušnost na stavbě se měří pomocí Blower-door testu, který měří množství vzduchu procházejícího netěsnostmi stavby. Test se provádí dvakrát, nejprve po dokončení hrubé stavby (test B). Na základě výsledků testu B se provádí odstranění závad. Po dokončení celé stavby a po odstranění všech závad, je-li tak investorem vyžadováno, se provádí druhý test (test A). Pro stavbu NED je tento test prakticky nutností (Brotánková, Brotánek, 2012).

7.5 Systém nuceného větrání s rekuperací tepla

Jedná se o technologii řízené výměny vzduchu, která až s 90 % účinností využívá odpadního tepla ze vzduchu odcházejícího. Výhodami řízené výměny vzduchu je eliminace tepelných ztrát větráním otevřenými okny, eliminace průvanu či pronikání venkovního hluku do domu. Ke správné funkci tohoto systému je zapotřebí zajistit dokonalou vzduchotěsnost stavby. Dále se kladou vysoké nároky na nízkou spotřebu energie pro provoz tohoto zařízení (ventilátory s vysokou účinností spotřeby energie s elektronickou regulací otáček a řízením pomocí čidla CO₂) či nízké emise hluku vzniklé jejich provozem. Díky tomuto zařízení je v domě stále čerstvý, zdravotně nezávadný vzduch, což je velkým přínosem zejména pro pylové alergiky. Řízené větrání lze v letním období vypnout a budovu tak lze využívat jako běžný dům (Brotánková, Brotánek, 2012).

8. METODIKA HODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI DOMU

Při splnění základních požadavků na stavbu NED (viz kap. 7) se dá předpokládat, že dům bude energeticky nenáročný, avšak pro přesné zařazení domu podle energetické náročnosti je potřeba provést energetickou bilanci stavby dle dané metodiky. V praxi je běžně pro tyto účely používáno softwarových balíčků (např. program ENERGIE ve verzi 2008 apod.), které podle této metodiky pracují. Tyto programy na základě vložených vstupních dat (skladba obvodové konstrukce, počet obyvatel domu, způsob větrání apod.) vyhodnotí měrnou potřebu tepla na vytápění. Podle výsledné měrné potřeby tepla na vytápění je stavba zařazena dle následující tabulky (viz. tab. 4). Za předpokladu, že dům splní požadavky vyplývající pro nízkoenergetické domy, lze ho označit zkratkou NERD doplněnou o dvouciferné označení třídy podle tabulky 4 (Tywoniak a kol., 2008).

Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² a)] v intervalu	Třída
≤ 10	10
> 10 - ≤ 12	12
> 12 - ≤ 14	14
> 14 - ≤ 16	16
> 16 - ≤ 18	18
> 18 - ≤ 20	20
> 20 - ≤ 25	25
> 25 - ≤ 30	30
> 30 - ≤ 35	35
> 35 - ≤ 40	40
> 45 - ≤ 50	45
> 10 - ≤ 22	50

Tab. 4 Třídy pro zařazení energeticky pasivních a nízkoenergetických rodinných domů podle měrné potřeby tepla na vytápění (Tywoniak a kol., 2008)

Na základě další spotřeby domu, jako je potřeba tepla na přípravu teplé vody či potřeba pomocné elektrické energie na provoz ventilátorů, čerpadel, regulačních prvků apod. software vyčíslí celkovou primární energii. Výsledná měrná potřeba primární energie se vyjadřuje v kWh/(m²a). Tato spotřeba je ukazatelem pro určení klasifikační třídy A až G v průkazu energetické náročnosti. Každý vlastník je podle novely zákona č. 406/2000 Sb. povinen tento průkaz předložit v případě prodeje dané nemovitosti (Energetický průkaz, 2013).

9. Praktická část práce - metodika

Předmětem zpracování praktické části této práce byl návrh jednogeneračního rodinného domu pro 4 osoby na vybrané stavebním pozemku v Děčíně, přičemž teoretická část této práce sloužila jako inspirativní okruh možných řešení, zásad a požadavků pro návrh stavby rodinného domu.

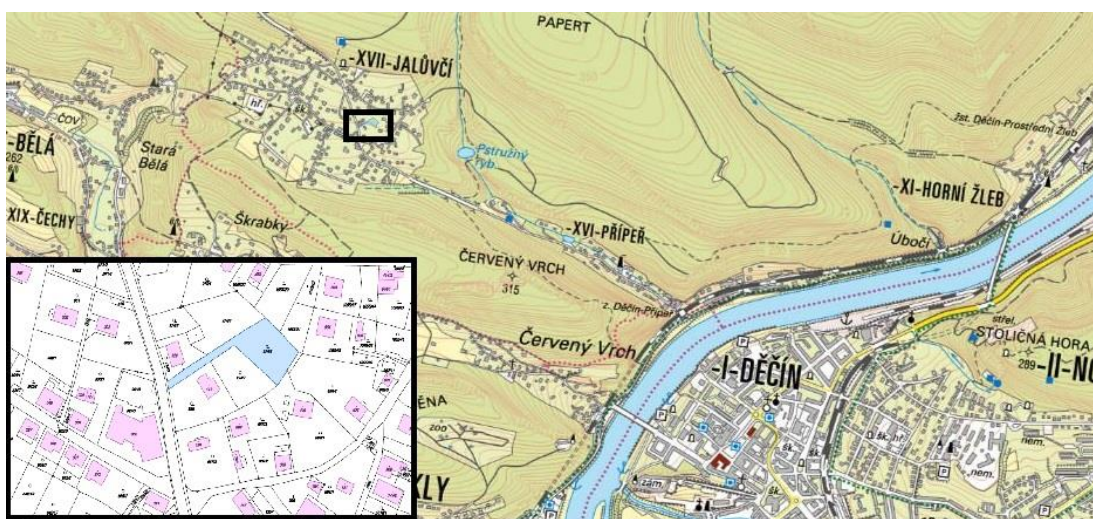
Prvním krokem bylo najít vhodný pozemek umístěn ve vybrané části města, která se nachází v místech zástavby rodinných domů, v klidné lokalitě města s dobrou občanskou vybaveností a v blízkosti míst vhodných k odpočinku či sportovnímu využití. Současně byl požadavek na lokalitu, která nebude výrazně vzdálena od centra města, s dobrou dopravní dostupností. Dalším, velice důležitým požadavkem byl výběr takového pozemku, který vzhledem ke své expozici vůči světovým stranám umožní umístit hlavní fasádu, čili fasádu z největší plochou zasklení tak, aby směřovala od JV na JZ a tím bylo umožněno maximální proslunění těchto prosklených ploch k pasivnímu využití solární energie. Zároveň bylo snahou, aby toto umístění hlavní fasády nabízelo atraktivní výhled do okolí.

Při návrhu konstrukčního a materiálního řešení stavby jsem se řídil požadavky na výslednou energetickou nenáročnost domu a výběr stavebního materiálů jsem volil s ohledem na šetrnost vůči životnímu prostředí, což se zásadně odrazilo na celkovém návrhu, jak po stránce konstrukčně materiální, tak po stránce tvarové. Výstupem této praktické části práce je projektová dokumentace navrženého rodinného domu, která byla zpracována pro stupeň dokumentace k vydání společného územního rozhodnutí a stavebního povolení dle vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, v platném znění. Výkresová část projektové dokumentace byla zpracována v softwaru Spirit 10.

10. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Vybraný pozemková parcela č. 974/8 se nachází v městské části Děčín XVII – Jalůvčí, v katastrálním území Prostřední Žleb (viz obr. 18). Tato lokalita leží v severní části města, na levém břehu toku Labe, v nadmořské výšce cca 270 m n. m. Jalůvčí se nachází přibližně 2,3 km od centra města, v zalesněné oblasti poblíž chráněné krajinné oblasti Labské pískovce s Národním parkem České Švýcarsko. Ulice Drážďanská spojuje Jalůvčí s městskou částí Děčín XVI – Přípeř. Přibližně 50 m od pozemku v ulici Drážďanská, je umístěna zastávka MHD, zajišťující spoj do centra města. Veškerá občanská vybavenost je dostupná v centru města.

Podle výpisu z katastru nemovitostí se jedná o pozemkovou parcelu s druhovým označením zahrada o výměře 1006 m². Pozemek spadá do kategorie ochrany zemědělského půdního fondu (ZPF) v rozsáhlém chráněném území. Charakteristické vlastnosti pozemku jsou vyčísleny kódem BPEJ 2.50.51 (viz kap. 10.1).



Obr. 18 Mapa zájmového území (ČÚZK, 2015)

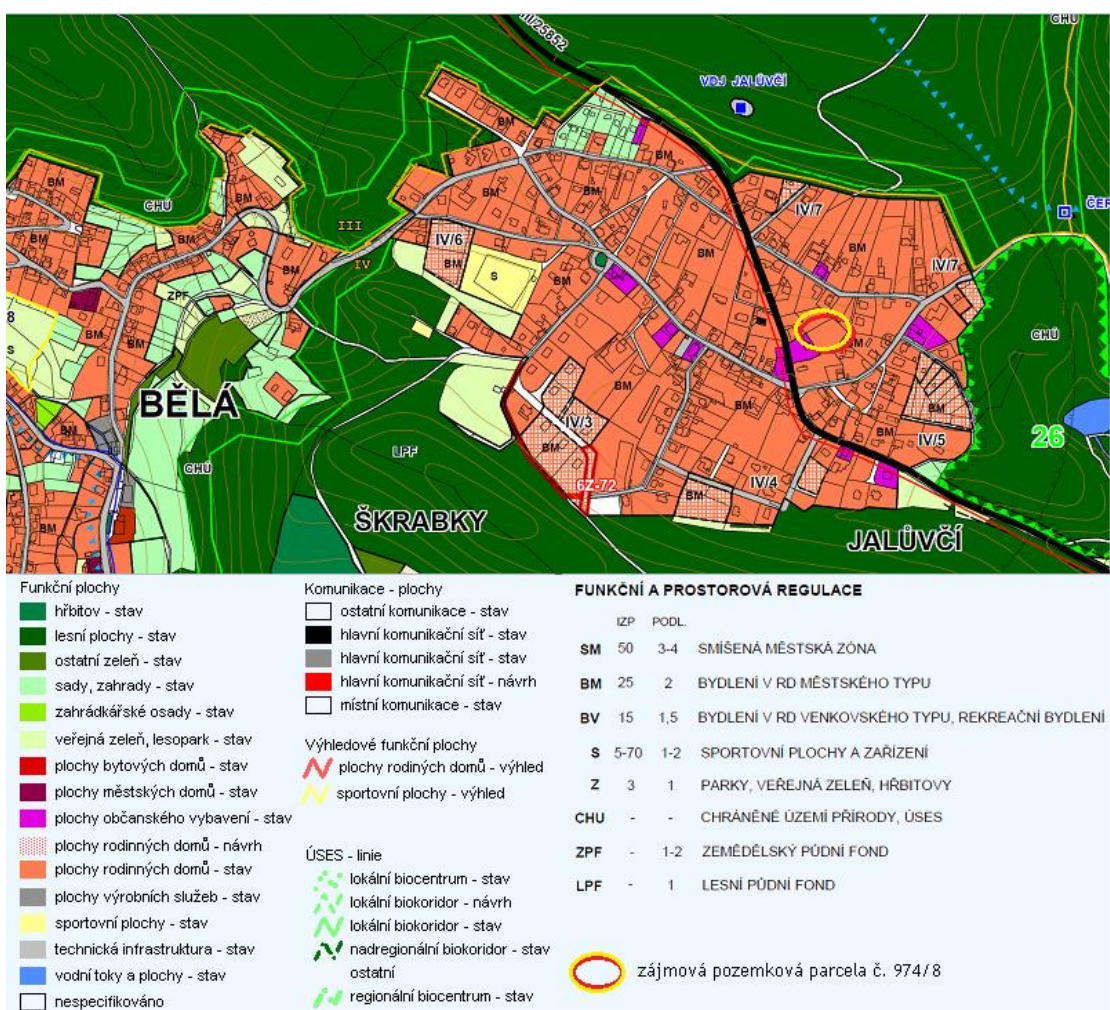
10.1 Charakteristika dle BPEJ

Zvolená pozemková parcela č. 974/8 je charakterizována bonitovanou půdně ekologickou jednotkou BPEJ 2.50.51. Pozemek tedy spadá do 4. třídy ochrany ZPF (pozemky vhodné pro výstavbu). Řadí se do druhého klimatického regionu, což je teplý, mírně suchý region, s průměrnými ročními teplotami 8 – 9 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 500 – 600 mm. Hlavní půdní jednotku tvoří kambizemě

oglejené a pseudogleje modální na žulách, rulách a jiných pevných horninách, lehčí až středně těžké, se sklonem k dočasnému zamokření. Jedná se o půdy jílovitohlinité až jílovité s nízkou rychlostí infiltrace, řadící se do hydrologické skupiny C, hluboké až středně hluboké, bezskeletovité s příměsí až slabě skeletovité, se střední sklonitostí a severní expozicí. (VÚMOP, 2015).

10.2 Charakteristika dle územního plánu

Podle mapy územního plánu (viz obr. 19) leží vybraná pozemková parcela na funkční ploše plochy rodinných domů. Dle regulativu území spadá tato parcela do funkční zóny BM – bydlení v RD městského typu, o maximálně dvou podlažích a s indexem zastavěnosti pozemku 25.



Obr. 19 Mapa ÚP Děčín v KÚ Prostřední Žleb, městská část Děčín XVII, Jalůvčí (Magistrát města Děčín, 2015)

Podle vyhlášky č. 3/2002 o závazných částech územního plánu města Děčín, stanovuje závazný regulativ města pro funkční zónu BM jako přípustné trvalé bydlení v rodinných domech, rodinné domy izolované, dvojdomy a řadové rodinné domy s obytnými zahradami, vestavěnou garáží, dále lokální zařízení škol, maloobchodu, stravování a tělovýchovy, nezbytné přístupové komunikace s MHD, plochy dopravy v klidu, plošnou zeleň strukturní i liniovou, zahrádkářské osady, nezbytné technické vybavení. Jako výjimečně přípustné stanovuje nerušící služby a „malé podnikání“. Jako nepřípustné je dle regulativu stanoveno trvalé bydlení ve vícepodlažních bytových domech, výrobní podnikatelské aktivity, rušící výrobní a opravárenské služby a aktivity, sklady a zařízení dopravy a objekty pro chov hospodářského zvířectva.

11. VÝSLEDKY

Výsledkem této bakalářské práce je ekonomicky přijatelný návrh energeticky nenáročného a ekologicky šetrného rodinného domu pro čtyři osoby, umístěného do lokality městské části Děčín XVII – Jalůvčí. Návrh je prezentován formou stavební dokumentace daného stupně, která je k práci přiložena v samostatných deskách jakožto přílohy č. 1 - 11. Dále byl proveden výpočet zařízení pro hospodaření s dešťovými vodami v souladu s ČSN 75 9010 a TNV 75 9011. Pro ověření vhodnosti návrhu obvodového pláště byly jednotlivě dle typu dané konstrukce provedeny výpočty součinitelů prostupu tepla v souladu s ČSN 73 0540:4 a výsledky porovnány s doporučenými hodnotami podle ČSN 73 0540:2. Tyto výpočty jsou součástí příloh 12 a 13.

12. DISKUZE

Při navrhování stavby rodinného domu je pro většinu investorů hlavním kritériem ekonomičnost návrhu, jež zásadním způsobem ovlivňuje řešení této stavby. Snem každého z nás je ale také bezesporu pohodové bydlení, které bude plnit veškeré naše nároky, ať už jsou jakéhokoliv typu. Proto lze souhlasit s tvrzením Vodičkové (2008), že k dosažení kvalitního a fungujícího obydlí je zapotřebí vycházet nejen z ekonomických požadavků, ale je třeba k návrhu přistupovat komplexně v rozsahu všech možných požadavků na budoucí provoz, přičemž se může jednat např. o požadavky architektonické, ekologické či požadavky na komfort.

V dnešní době, kdy v České republice převažuje výstavba bytů v samostatně stojících venkovských rodinných domech, a s ohledem na fakt, jakým způsobem tato výstavba zatěžuje životní prostředí, by mělo být už prakticky povinností každého stavebníka přistupovat k návrhu s ohledem na snižování environmentálních dopadů. Planeta Země a její energetické zdroje nejsou nevyčerpatelné, proto chápou snahu EU zavést ve všech členských státech do roku 2021 povinnou výstavbu domů s nízkou spotřebou energie.

Skutečnost je však zatím odlišná. Stále převažuje výstavba zohledňující zejména ekonomicky úsporné provedení stavby, přičemž na ekologickou šetrnost stavebního díla se mnohdy zapomíná. Může to být způsobeno tím, že výstavba nízkoenergetických domů se jeví finančně nákladnější, ale také se dá souhlasit s tvrzením Smoly (2011), že pravděpodobným důvodem bude nedostatečná informovanost v této problematice. V tomto ohledu se Česká republika má co učit. Stačí se podívat například za hranice k našim německým sousedům, kde je stavebnictví v tomto směru daleko před námi. Kupříkladu pasivní bytový dům Gremppstraße ve Frankfurtu nad Mohanem, jehož realizace byla o 30 % levnější, nežli průměrné srovnatelné realizace, ověřuje hypotézu, že se tyto stavby dají provést přinejmenším za stejnou cenu, za jakou se dnes stavějí běžné domy.

S ohledem na tyto skutečnosti je nasnadě, že řešit stavbu rodinného domu v nízkoenergetickém standardu je dnes již z dlouhodobého pohledu prozíravým řešením, které se do budoucna jistě vyplatí, jak po stránce ekonomické, tak po stránce environmentální.

13. ZÁVĚR

Je-li požadavkem stavba jednogeneračního rodinného domu, je nutno k jeho návrhu přistupovat komplexně, s ohledem na veškeré požadavky, a to jednak ze strany budoucích obyvatel a jejich nároků na provoz domu, tak ze strany stavební legislativy. Vzhledem k vysokým dopadům na životní prostředí, které výstavba a následný provoz spojený s bydlením vyvolává, je potřeba při navrhování zohlednit i možnou úsporu energie potřebnou na provoz domu zejména vhodnou skladbou obvodového pláště, což bude mít pozitivní vliv na emise skleníkových plynů a celkově na spotřebu neobnovitelných energetických zdrojů. Dům se tak opět posune kvalitou kupředu, což v tomto směru ocení zejména životní prostředí v okolí dané stavby. Efektivní nakládání s dešťovými vodami na vlastním pozemku či zařazování environmentálně kvalitních stavebních materiálů v rámci možností dané stavby je také podstatným kritériem pro návrh. Dle veškerých výše zmíněných požadavků vzniká podle kvalit projektanta sofistikovaný komplexní návrh rodinného domu, který bude s dlouhou životností plnit ve všech směrech to, k čemu byl navržen.

Cílem této práce bylo navrhnout takovou stavbu, která bude v rámci možností plnit výše popsané požadavky, po stránce architektonické bude kvalitně začleněna do stávající zástavby rodinných domů vybrané lokality, a také bude celkově ekonomicky přijatelným a ekologicky šetrným řešením stavby rodinného domu. Návrh byl zaměřen především na kvalitní skladbu obvodového pláště, který podle příložených výpočtů součinitelů prostupu tepla splňuje tepelně-technické požadavky na nízkoenergetické domy. Dále bylo pomocí dešťové nádrže vyřešeno nakládání s dešťovými vodami spadlých na pozemek. Ke kvalitě vnitřního prostředí domu a úspoře energie na vytápění dopomohlo použití systému nuceného větrání s rekuperací tepla.

V České republice je sice tento způsob výstavby relativně v začátcích, nicméně do budoucna se dá očekávat veliký nárůst zájmu o tento druh obytných staveb s ohledem na snahu evropské unie zavést povinnost výstavby energeticky nenáročných staveb. Lze tedy konstatovat, že příslibem do budoucna, co se týče bydlení, by mohlo být zlepšení podmínek životního prostředí v okolí obytných zástaveb, vlivem ekologicky šetrného provozu těchto domů.

14. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- Bangash M.Y.H., Bangash T., 1999:** Staircases: structural analysis and design, A.A. Balkerna, Rotterdam.
- Brotánek A., Brotánková K., 2012:** Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech, Grada, Praha.
- Čáповá D., Měšťanová D., Tománková J., 2011:** Příprava a řízení staveb, ČVUT, Praha.
- Eicker U., 2009:** Low energy cooling for sustainable buildings, John Wiley & Sons Ltd, Chichester.
- Fajkoš A., Novotný M., 2003:** Střechy: základní konstrukce, Grada, Praha.
- Hájek P., 2000:** Konstrukce pozemních staveb 10: nosné konstrukce, ČVUT, Praha.
- Hájek P., Fiala C., Hájek V., 2011:** Konstrukce pozemních staveb – komplexní přehled, ČVUT, Praha.
- Hájek V., 1987:** Pozemní stavitelství, Nakladatelství techn. lit., Praha.
- Halahyja M., Chmúrny I., Sternová Z., 1998:** Stavebná tepelná technika: tepelná ochrana budov, Jaga, Bratislava.
- Harvey D., 2006:** A handbook on low-energy buildings and district-energy systems, Earthscan, London.
- Nagy E., 2002:** Nízkoenergetický ekologický dom, Jaga, Bratislava.
- Řehánek J., 2004:** 4x E o tepelné izolaci budov: energetika, environment, ekonomika, efektivnost, Informační centrum ČKAIT, Praha.
- Schreiber V., Sotolář L., 1982:** Nosné konstrukce jednoduchých staveb, Nakladatelství techn. lit., Praha.
- Smola J., 2007:** Stavba rodinného domu krok za krokem, Grada, Praha.
- Smola J., 2011:** Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů, Grada, Praha.

Straka B., Novotný M., Krupicová J., Šmak M., Šuhajda K., Vejpustek Z., 2013: Konstrukce šikmých střech, Grada, Praha.

Šmelhaus P., 2004: Nízkoenergetický dům, ABF-Arch, Praha.

Tywoniak J., 2005: Nízkoenergetické domy, Grada, Praha.

Tywoniak J., 2008: Nízkoenergetické domy 2, Grada, Praha.

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

Witzany J., Jiránek M., 2006: Konstrukce pozemních staveb 20, ČVUT, Praha.

MMD, 2000: Vyhláška č. 3/2000 o závazných částech územního plánu města Děčín, Magistrát města Děčín, Děčín.

MMD, 2014: SO ORP Děčín: 3. úplná aktualizace územně analytických podkladů 2014, Magistrát města Děčín, Děčín.

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

MPO, 2000: Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, v platném znění, Ministerstvo průmyslu a obchodu, Praha.

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

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

MZE, 2001: Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění, Ministerstvo zemědělství, Praha.

MZE, 2013: TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, v platném znění, Ministerstvo zemědělství, Praha.

ÚNMZ, 1994: ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – část 4: výpočtové metody pro navrhování a ověřování, v platném znění, Český normalizační institut, Praha.

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

ÚNMZ, 2012: ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod, v platném znění, Český normalizační institut, Praha.

Odborné články:

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

Internetové zdroje:

Archi Expo, 2008: Cellular concrete block, online <http://www.archiexpo.com/prod/xella-ytong/cellular-concrete-block-thermal-stone-insulated-weight-bearing-exterior-walls-55245-126529.html>, cit. 11. 3. 2015.

Babc.cz, 2014: Filigránové stropní desky, online <http://www.babc.cz/filigranove-stropni-desky-2>, cit. 14. 3. 2015.

Beton Katalog, 2008: Stropní panely dutinové plné PZD, online <http://katalog.betonsserver.cz/1064-stropni-panely-dutinove-plne-pzd-tl-250mm-pzd-29860>, cit. 14. 3. 2015.

Bydlení iDNES, 2009: Strop, který vydrží třeba stovky let: cihlová klenba, online http://bydleni.idnes.cz/strop-ktery-vydrzi-treba-stovky-let-ctihlova-klenba-fxs-/stavba.aspx?c=A090828_151926_stavba_rez, cit. 12. 3. 2015.

ČÚZK, 2015: Nahlížení do katastru nemovitostí, online <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/VyberKatastrMapa.aspx>, cit. 25. 3. 2015.

Energetický průkaz, 2013: Průkaz energetické náročnosti budovy, energetický štítek, online <http://www.energeticky-prukaz.com>, cit. 22.3. 2015.

Glynwed, 2013: Příklady sestav podzemních nádrží, online <http://www.glynwed.cz/cs/vodni-hospodarstvi/nadrze-jimky-zasobniky-na-destovou-vodu/priklady-sestav-podzemnich-nadrzi.html>, cit. 20.3. 2015

Heluz, 2007: Cihly broušené SUPERTHERM SB, online <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/ctihly-supertherm-sb-novinka-heluz>, cit. 10. 3. 2015.

Liapor, 2008: Schodiště na míru z lehkého keramického betonu, online <http://www.liapor.cz/cz/prefabrikovane-betonove-schodiste>, cit. 18. 3. 2015.

MMD, 2015: Nahlížení do mapy územního plánu města Děčín, online http://77.95.47.242/tms/mudecin_uap_rastr/index.php, cit. 26.3. 2015.

Nehasil O., 2012: Proč se musí dešťová voda zdržovat v místě spadu, online <http://voda.tzb-info.cz/8687-proc-se-musi-destova-voda-zadrzovat-v-miste-spadu>, cit. 20.3. 2015.

Samek O., 2013: Motivace k hospodaření s dešťovou vodou, online <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>, cit. 20.3. 2015.

Tzb-Info, 2012: Návrat keramických stropů z Hodonína, online <http://stavba.tzb-info.cz/stropy/9388-navrat-keramickych-stropu-z-hodonina>, cit. 15. 3. 2015.

VÚMOP, 2015: eKatalog BPEJ, online <http://bpej.vumop.cz/25051>, cit. 25.3. 2015.

Wright-House, 2012: Fallingwater pictures: low angle near waterfall, online <http://wright-house.com/frank-lloyd-wright/fallingwater-pictures/falling-water-fall-house.html>, cit. 10.2. 2015.

15. SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy, jakožto výsledný výstup této bakalářské práce, jsou přiloženy v samostatných deskách. Jedná se o tyto přílohy:

Příloha č. 1	SITUACE
Příloha č. 2	OSAZENÍ DO TERÉNU
Příloha č. 3	ZÁKLADY
Příloha č. 4	PŮDORYS 1 N.P.
Příloha č. 5	PŮDORYS 2 N.P.
Příloha č. 6	I.NP - ZASTROPENÍ
Příloha č. 7	KROV
Příloha č. 8	ŘEZ A-A', B-B'
Příloha č. 9	POHLEDY
Příloha č. 10	DEŠŤOVÁ KANALIZACE
Příloha č. 11	VÝPLNĚ OTVORŮ
Příloha č. 12	VÝPOČET ZAŘÍZENÍ PRO HDV
Příloha č. 13	VÝPOČET SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ
Příloha č. 14	PRŮVODNÍ A SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA