

Mendelova univerzita v Brně

Fakulta lesnická a dřevařská

Ústav základního zpracování dřeva



Projekt dřevostavby rodinného domu

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:
Doc. Dr. Ing. Zdeňka Havířová

Vypracoval:
Roman Zítko

Brno 2015

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem práci: „Projekt dřevostavby rodinného domu“ zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na mojí práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má práci na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití dála jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:..... podpis studenta

Děkuji své vedoucí bakalářské práce paní doc. Dr. Ing Zdeňce Havířové, která byla trpělivou vedoucí mé bakalářské práce, dávala mi cenné rady a připomínky, a také za její ochotu, odbornou a podnětnou pomoc při tvorbě této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat mým rodičům za podporu po celou dobu mého studia.

Abstrakt

Jméno: Roman Zítko

Název: Projekt dřevostavby rodinného domu

Cílem této bakalářské práce je vypracovat projekt rodinného domu s hlavní nosnou konstrukcí ze dřeva, pro čtyř až pětičlennou rodinu.

Bude se jednat o srovnání jednotlivých konstrukčních systémů a následné zpracování projektové dokumentace systémem, který je pro daný projekt nejvhodnější.

Bakalářská práce bude v souladu s platnými hygienickými předpisy a souvisejícími normami.

Klíčová slova:

Rámová konstrukce, součinitel prostupu tepla, technická zpráva, investor, konstrukční systém, izolační materiál

Abstract

Plan of a wooden family house

The aim of my bachelor thesis is draw up a plan of family house with a main support structure of wood appropriate for four or five member family.

I will compare various structural system and based on the most suitable one of system will be develop documentation of the house.

Bachelor thesis will follow applicable hygiene regulations and related standards.

Keywords

Frame construction, heat passage coefficient, technical report, investor, timber frame, insulating material

Obsah bakalářské práce:

- 1 Úvod
- 2 Cíl práce
- 3 Metodika
- 4 Řešená problematika
 - 4.1 Historie materiálu
 - 4.2 Dřevo jako stavební materiál
 - 4.3 Druhy dřevin využívaných ve stavebnictví
 - 4.4 Rozdělení nosných systému dřevostaveb
 - 4.4.1 Srubové stavby
 - 4.4.2 Hrázděné stavby
 - 4.4.3 Skeletové stavby
 - 4.4.4 Rámové stavby
 - 4.4.4.1 Technologie výstavby
 - 4.4.5 Stavby z masivního dřeva
 - 4.5 Volba konstrukčního systému
- 5 Realizovaná stavba rámové konstrukce
 - 5.1 Základní údaje o stavbě
 - 5.2 Architektonické řešení
 - 5.3 Zemní práce
 - 5.4 Podzemní voda
 - 5.5 Základy
 - 5.6 Konstrukční systém
 - 5.6.1 Obvodová nosná stěna
 - 5.6.2 Vnitřní nosná stěna
 - 5.6.3 Ostatní svislé konstrukce
 - 5.6.4 Konstrukce podlahy 1. NP
 - 5.6.5 Konstrukce stropu 1. NP
 - 5.6.6 Konstrukce stropu 2. NP
 - 5.6.7 Střecha
 - 5.6.8 Konstrukce spojující různé výškové úrovně
 - 5.6.9 Výplně otvorů
 - 5.6.10 Úprava povrchu

5.6.11 Práce PSV

- 6 Technická zpráva
- 7 Výpočet prostupu tepla
 - 7.1 Prostup tepla obvodovou stěnou
 - 7.2 Prostup tepla stropem 2 NP
- 8 Diskuze
- 9 Závěr
- 10 Summary
- 11 Seznam použité literatury a internetové zdroje
- 12 Seznam tabulek, obrázků a grafů
- 13 Přílohy

1. Úvod

Budeme-li hovořit o dřevě, můžeme říci, že se jedná o nejstarší stavební materiál. Pomocí kamene nebo dřeva si člověk stavěl svá první obydlí. Byly to jediné konstrukčně používané materiály až do konce 18. století. Lidé si tento materiál zvolili především díky jeho vysoké pevnosti v poměru k hmotnosti a dobré opracovatelnosti. Dřevo je přírodní materiál s všestranným využitím. Během posledních uplynulých roků je pro svůj estetický vzhled a jeho zajímavou přirozenou kresbu žádaným prvkem, který vytváří životní prostředí člověka. Nelze opomenout i fakt, že se jedná o materiál, který má příznivý dopad na životní prostředí člověka oproti umělým materiálům a hlavně je plně obnovitelný.

Využití dřeva má v mnoha evropských zemích dlouholetou tradici. V České republice využití dřeva ve stavebnictví není až zas tak velké a je to zapříčiněno především představou většiny lidí, že se jedná o materiál, který slouží spíše pro provizorní bydlení, jako jsou například chaty a není vhodný k trvalému bydlení. V posledních několika letech se ovšem i přes tuto chybnou představu podařilo zaznamenat větší procento realizovaných staveb na území České republiky za rok.

2. Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vypracování projektu rodinného domu s hlavní nosnou konstrukcí ze dřeva, kterou jsem si mohl sám vybrat. Konstrukční systém jsem volil na základě stanovených kritérií, který jsem poté podrobně popsal. Stavba by měla být dispozičně navržena pro čtyř až pětičlennou rodinu. Projekt rodinného domu obsahuje výkresovou dokumentaci pro stavební řízení. Základní výkresy budou v měřítku 1:50 a vybrané konstrukční detaily v měřítku 1:10. Součástí bakalářské práce je také posouzení tepelně technických požadavků obvodového pláště mnou navržené stavby.

3. Metodika

Písemná část mé bakalářské práce je rozdělena na dvě části. První část je zaměřena na dřevo jako stavební materiál a popsáno pět základních druhů konstrukčních systémů. U každého systému byly uvedeny potřebné informace, od těch základních až po specifické. O něco větší prostor byl ponechán v teoretické části bakalářské práce rámové dřevostavbě, jelikož se jí týká i její praktická část. Snahou u problematiky rámových dřevostaveb bylo v teoretické části zejména vysvětlit vše potřebné, od základních informací, přes způsob jejich výstavby, až k případným ukázkám detailů důležitých nosných částí.

V druhé části je praktický příklad využití výše zmíněné konstrukce ve formě technické zprávy. Jedná se o výstavbu rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu, kde kromě rámových konstrukcí byla náležitá pozornost věnována i ostatním složkám obecné výstavby, jako jsou například příprava staveniště, vodovodní instalace, základy, úprava pozemku a podobně. Nutno říci, že stavba byla provedena na konkrétní pozemek.

Součástí druhé části je také výpočet na prostup tepla obvodovou stěnou a stropem pod nezateplenou střešní konstrukcí.

4. Řešená problematika

4.1. Historie materiálu

V našem středoevropském regionu byl zpravidla dostatek dřeva, což ho předurčilo být základním stavebním materiálem pro stavbu obydlí i jiných konstrukcí.

Jeho snadná opracovatelnost umožňovala provádět konstrukce dobře svázané a dostatečně pevné a jeho přírodní charakter vytvářel prostředí teplé, obyvatelné, v dnešní terminologii ekologické.

Studujeme-li dějinný vývoj dřevěných konstrukcí a staveb, jsme svědky přirozeného trendu od primitivních srubových staveb, přes stavby s tesařským formováním jednotlivých prvků, profilováním, vyřezáváním či malováním, až k velkorysým moderním architekturám z dřevěných lepených konstrukcí.

4.2. Dřevo jako stavební materiál

Jedná se o nejvýznamnější obnovitelný rostlinný materiál. Je to surovina, která díky svým pozitivním vlastnostem má především dobré účinky na vnitřní klima, jako je příjemná vůně, regulování vlhkosti, zvýšení pocitu tepla a vynikající stavebně fyzikální vlastnosti. V důsledku současných požadavků na trvale udržitelný rozvoj se dřevu jako stavebnímu materiálu znova otevírají nové perspektivy. To, že dřevo jako stavební materiál zaujímá v současné vyspělé společnosti stále přednější místo, je dáno mnoha faktory:

- jeho těžební množství v ČR neustále narůstá;
- jeho využití ve výstavbě budov má v ČR historické kořeny;
- energetická náročnost na těžbu dřeva, jeho zpracování do objektu a likvidace tohoto objektu po skončení jeho životnosti je 3 až 5 krát nižší, než u materiálu jako je beton, cihla apod.;
- ze dřeva lze postavit celý objekt od podlahy až po krytinu;
- výstavba objektu ze dřeva je v celkové výstavbě objektu na bydlení v celé ČR zastoupena méně na 2%.

4.3. Druhy dřevin využívané ve stavebnictví

Smrk - je nejpoužívanějším dřevem ve stavebnictví. Používáme ho při stavbě konstrukcí krovů, dosud jako dřevo pomocné (na bednění) při monolitických stavbách betonových, na vnitřní okna, dále na podlahy, stropy, zárubně dveří.

Borovice – je naší druhou nejrozšířenější dřevinou. Ve stavebnictví používáme borovici na výrobu vnějších oken a dveří, na výrobu srubů. Krátce se láme, a proto se nehodí na stropnice a dlouhé trámy

Jedle - jedlové dřevo používáme převážně na piloty, při hrazení lesních bystřin. Ve stavebnictví se jedle můžu používat na všechny druhy prací jako smrk.

Modřín – je vhodný pro okna, domovní dveře, obložení stěn, pergoly, chatový a zahradní nábytek.

4.4. Rozdělení nosných systémů dřevostaveb

Několik konstrukčních systémů jako například srubové či hrázděné stavby, které mají velmi dlouhou tradici, se v posledních letech objevují s ohledem na skladbu a uspořádání vrstev pláště novodobá a výhodná řešení.

Základní typy jsou:

- srubové stavby,
- hrázděné stavby,
- skeletové stavby,
- rámové stavby,
- stavby z masivního dřeva.

V posledních letech je jednoznačně nejvyužívanější konstrukce rámová a skeletová. Jelikož rámová stavba je pro moji praktickou část nejlepší volbou, budu se jí věnovat více detailně. (Kolb J., 2011)

4.4.1. Srubové stavby

Jak již bylo zmíněno výše, tak srubové stavby mají dlouhou tradici. Tento způsob konstrukce výrazně ovlivnil vývoj dřívější evropské architektury dřevěných staveb a je široce rozšířený. V Rusku a Skandinávii se setkáváme se srubovými stavbami, které určují obraz tradičního prostředí. V těchto oblastech nebyly prováděny jako srubové stavby pouze obytné domy, ale i věže a kostely. Také v středoevropských horách a především v Alpách měli srubové stavby velké využití jako přibytky obyvatel.

Ještě dnes se v horských oblastech zřizují srubové stavby. Vědomosti generací tesařů, které se předávají mladé generaci především ústně, pomáhají stavět nové srubové stavby, které však musí být přizpůsobeny novému standardu bydlení. Tím je zajištěno, že si tento druh konstrukce zachová svojí svébytnost, konstrukční pravidla budou dodržována a zůstanou zachovány charakteristické regionální znaky. (Kolb, J., 2011)

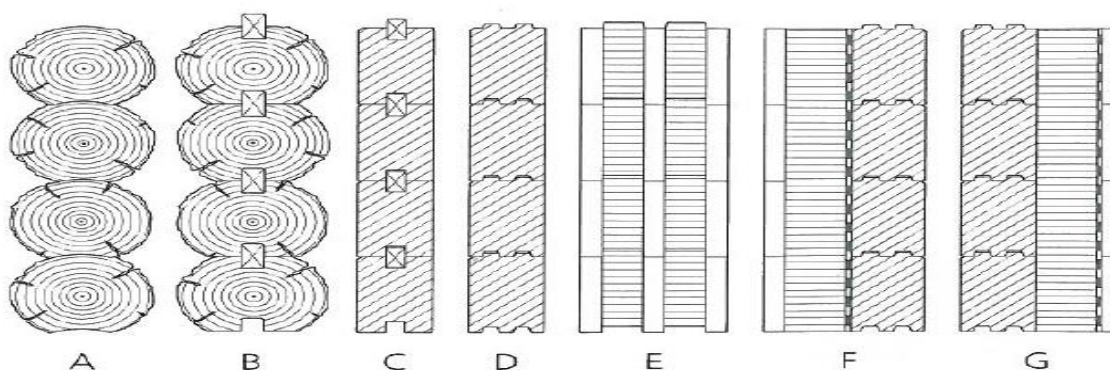
Srubové stěny

Můžeme rozlišovat typy charakteristické pro Skandinávii, Rusko, ale v detailnějším měřítku i typy srubových staveb v Krkonoších, ve Slezsku, na Šumavě, na Valašsku či Slovensku.

Srubová stěna vznikne vodorovným vrstvením masivních dřevěných kuláčů, prachů či trámů, buď částečně, nebo plně hraněných na sebe, takže vytvářejí pevnou a těsnou svislou stěnu. V některých zemích se setkáváme se stěnami roubenými ze svislých trámů. (Hájek V., 1997)

Na obrázku č. 1 můžeme vidět jednotlivé typy spojů. Tou nejjednodušší vazbou, používanou pravděpodobně již ve středověku u méně náročných staveb, byl pouhý přesah nárožních konců trámů. Vybočení jednotlivých trámů z vazby bylo zamezeno zařazenými svislými kolíky. Jednoduchým způsobem roubení, který nevyžadoval žádné další přídatné prvky a byl na svou dobu dostatečně účinný, bylo částečné vyžlabení v místě vazby, do kterého pak nasedal horní prvek opět svým výžlabkem (A). (Vaverka, J., 2008)

Vzájemná vazba jednotlivých trámů je zprostředkována hmoždinkami nebo drážkami a péry v ložných spárách, ale zejména rohovou vazbou dvou k sobě kolmých stěn nebo vazbou připojovaných vnitřních stěn. Co se týče ukládání kuláčů či prachů na sebe, tak srubové stavby prodělaly značný vývoj za dobu své existence. Pro větší pevnost než jednoduché vyžlabení v místě spoje byla kulatina s ložnými plochami a pery v drážkách (B). Následovala doba, kdy se srubové stavby stavěli nejen z kulatiny, ale také hranolů spojených drážkou a hřebenem nebo perem (C+D). V současné době je technologie mnohem dále a používají se buď prefabrikované sendvičové stěny (E), nebo tepelně izolované srubové stěny (F+G).



Obr. 1 Vývoj ukládání kulatiny a hranolů na sebe (Kolb, J., 2011)

Sokl pod srubovou stěnou býval kamenný, dnes děláme často betonový a měl by sahat alespoň 600 mm nad úroveň okolního terénu. Mezi sokl a vlastní roubenou stěnu vložíme kvalitní izolaci proti vlhku, která zabrání vzlínání vlhkosti do dřevěné stěny. Izolaci děláme tak, že nejprve povrch soklu natřeme penetračním nátěrem, který má tu vlastnost, že jednak ucpe póry v betonu, jednak na něm dobře drží vlastní asfaltový nátěr. Na zaschlý penetrační nátěr nanese se nátěr asfaltu, do kterého položíme asfaltovou lepenku, kterou znovu natřeme asfaltovým nátěrem. Po délce pásy lepenek nastavujeme s přesahováním 100 mm. Přesahy rovněž vzájemně slepíme asfaltovým nátěrem. (Hájek, V.,1997)

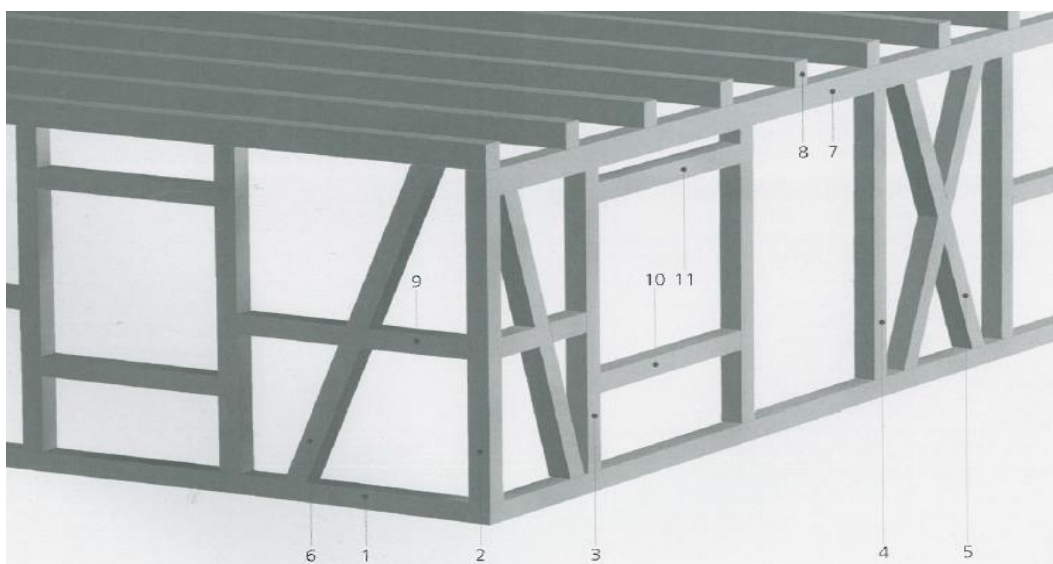
4.4.2. Hrázděné stavby

U řady hrázděných staveb zůstává nosná kostra stavby viditelná. Hrázděné stavby jsou široce rozšířeny. Četné hrázděné stavby stojí ve východní a střední Evropě, ale také v Anglii, severním Německu, Dánsku a Nizozemí. U severských staveb je hrázděná soustava vytvořena velmi pravidelně a tvoří většinou poměrně hustou síť obdélníků a čtverců, včetně oken jako integrované části konstrukčního systému. Také v severní Francii vykazují hrázděné stavby podobně důsledně vytvořenou konstrukční strukturu, ale forma projevu a proporce jsou změněné. Ve Francii je především zdůrazněna konstrukční logika; dekorační elementy slouží ke zdůraznění celé struktury. V jižním Německu a přilehlých částech Švýcarska se vyvinula zvláště bohatě utvářená architektura hrázděných staveb. Přes tento geograficky úzký prostor vykazují stavby odlišné regionální znaky. Hrázděné stavby se vyvinuly zvláště v regionech, v nichž dřevo nebylo k dispozici v takovém množství, jaké je potřebné například pro srubové stavby. Mimoto lze u hrázděných staveb také používat spíše krátké části listnatého dřeva. Až do poloviny 19. století se vyráběli převážně hrázděné stavby, jejichž hlavní nosná konstrukce zůstala viditelná. Ve městech se již před r. 1800, především však v druhé polovině 19. století, hrázděné stavby omítaly, aby napodobovaly masivní stavby z kamene a zdiva. Věřilo se, že se tímto způsobem získávají domy bezpečné proti požáru. Vedle toho měl tento jako „venkovský“ pocitovaný druh staveb dostat „městskou“ tvář. (Kolb, J.,2011)

Hrázděné stěny

Hrázděné konstrukce se používají buď jako základ nosné konstrukce celé stavby, nebo se dělá z hrázděné konstrukce pouze štít, případně obvodové zdi prvního patra. Hrázděné stěny jsou tvořeny tesařským spojením svislých a vodorovných hraněných trámů

vzepřených šikmými vzpěrami. Jednotlivá pole vytvořená těmito trámy jsou vyplněna zpravidla cihelným zdivem. Vodorovné trámy nesou dřevěnou trémovou stropní konstrukci. Kostra hrázděných stěn se skládá z prahů (1), rohových (2), okenních (3), a dveřních sloupků (4), tzv. Ondřejova kříže (5), vzpěr (6), horního rámu (7), nosníků (8), příček (9), parapetní příčky (10) a překladové příčky (11) který jako celek tvoří nosný systém (obr. 2).



Obr. 2 Konstrukční části hrázděné stavby (Kolb, J., 2011)

Práh slouží k tomu, aby do něho všechny sloupky a vzpěry byly začepovány a aby se na podezdívku veškerého zatížení stejnoměrně roznášel. Tvoří ho trám obdélníkového průřezu 180/160 nebo 240/200 mm, položený na podezdívce naplocho. Zpravidla se dělal ze dřeva lépe vzdorujícího vlhku, z borovice, modřínu, dubu. Na rohu se práh spojuje nárožním plátem rovným a to buď obyčejným, nebo s krytím a na pokos. Práh pod vnitřní stěnou se spojuje s prahem obvodovým přeplátováním bez krytí, nebo s krytím. Vždy však musí být práh zcela uložen na podezdívce, musí být dobře izolován a ukotven, obdobně jako u základového trému srubové stěny. Kotvení prahu děláme ocelovými třmeny do podezdívky. Třmeny jsou z ploché oceli 2-4 mm tlusté a 20-40 mm dlouhé (podle velikosti průčelí a exponovanosti polohy) a přes práh se ohýbají. Na spodním konci je kotva rozštěpena a zahnutá. Kotvy se rozmísťují při rozích a asi 3m od sebe. Prostup kotev vodotěsnou izolací zalijeme asfaltem. (Hájek, V., 1997)

4.4.3. Skeletové stavby

„Skeletové stavby jsou snad jedním z nejstarších druhů konstrukce. Vedle jednoduchého způsobu kladení dřevěných kmenů vodorovně na sebe u původních srubových staveb se dřevěná kulatina již brzy také zahrabávala do země jako svislé sloupy a do vidlice větví se vkládala střešní příčná dřeva. Pro vyplňování skeletu stěny mezi sloupy tehdy sloužilo pletivo z větví s povrchovou úpravou z hlíny.“ (Kolb,J., 2011, s.86)

Skeletové stavby se zpočátku uplatňovaly zejména u výstavby kostelů a chrámů. V pozdější době našly uplatnění při tvorbě hrázděných staveb. Konstrukce probíhala tak, že mezi jednotlivé dřevěné prvky se vkládaly plné cihly.

Díky dnešnímu velkému trhu, kdy máme na výběr obrovské množství různých materiálů, skeletové stavby zaznamenávají velký pokrok. Pro rozmach skletových konstrukcí přispěli zejména lepené konstrukční hranoly, díky kterým je umožněn větší mezer mezi svislými prvky a máme tedy možnost větší variability vnitřního řešení stavby.

(www.drevostavitel.cz)

Systém skeletových staveb

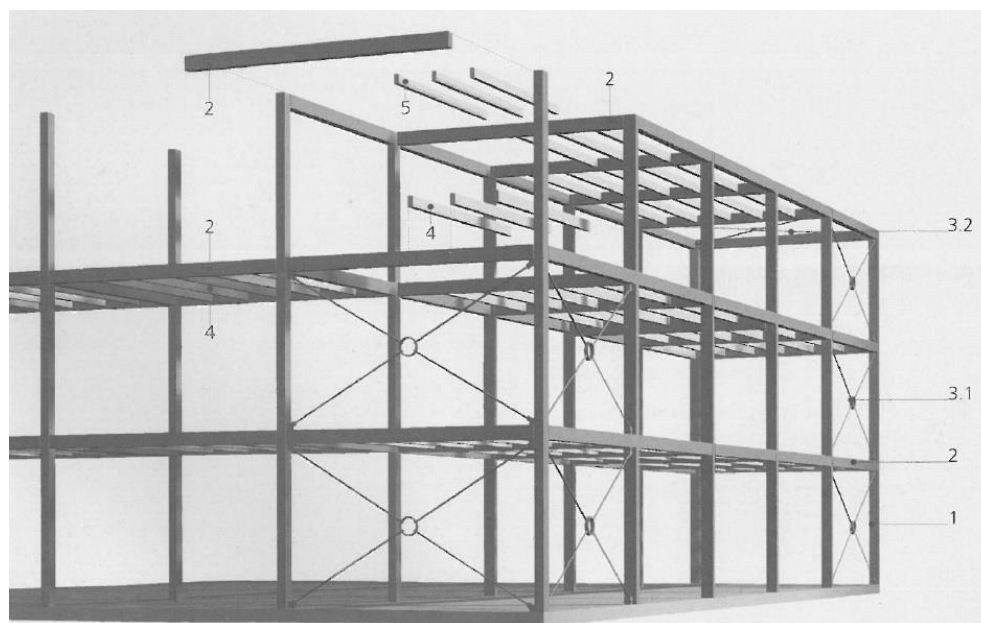
Základní modul stavby určuje celkovou koncepci stavby, především z hlediska vzájemného uspořádání jednotlivých prvků nosné kostry a jejich vzdáleností. Základní modul je většinou 600 m, modulová síť neboli rastr stavby je pak násobkem tohoto základního modulu. Modulová síť bývá většinou pravoúhlá, lze však použít i síť trojúhelníkovou nebo dokonce kruhovou, která umožní architektonický velmi zajímavá návrhy konstrukcí.

Modulová síť také určuje rozměry jednotlivých prvků, jejich dimenze, počet a tvar spojů. Nejčastěji používaný rastr je 3600 nebo 4800 mm, běžné je však použití i rastru o rozměru 1200x1200 mm, u kterého jsou použity menší profily prvků a konstrukční spoje jsou jednoduché. Pro větší rozpony se používají profily z lepeného dřeva, jednotlivé nosné prvky mohou být provedeny jako jednoduché nebo zdvojené. Výhodou zdvojených prvků je možnost provádět nosné prvky jako průběžné, bez přerušení v místě styčnicku. Tím lze docílit provádění vícepodlažních staveb se sloupy průběžnými na celou výšku a u systému hlavních nosníků není problém vytvořit u průběžných prvků převislé konce.

Podle vzájemného uspořádání prvků ve styčnicku jsou rozlišeny čtyři základní nosné systémy pro skeletové stavby ze dřeva. (Vaverka, J.,2008)

Jednopodlažní skeletové stavby

Pro jednopodlažní konstrukce lze použít systém, u kterého je jednodílný sloup (1) a jednodílný hlavní nosník (2). Sloupy jsou provedeny pouze na výšku podlaží a hlavní nosníky jsou shora položeny na nosné sloupy. Tím je umožněno provedení hlavních nosníků jako průběžných s převislými konci. Jako značná výhoda se jeví uložení hlavních nosníků na sloupy, protože veškeré svislé síly od zatížení jsou přenášeny pouze konstantním tlakem. Z toho důvodu nemusí být použity speciální spojovací prostředky, jako je svislé vyztužení (3.1) ani vodorovné vyztužení (3.2). Důležité je v tomto případě provést zajištění spoje proti nadzdvížení vodorovných prvků. Vedlejší nosníky mohou být uloženy shora na hlavní nosníky, nebo při požadavku snížení výšky stropní konstrukce mohou být zavěšeny mezi ně, do stejné výškové úrovně. Dále je pak možné na vodorovné prvky pokládat trámový strop (4) či střešní prvky (5) (Vaverka, J., 2008)



Obr. 3 Hlavní nosná konstrukce skeletové stavby

Vícepodlažní skeletové stavby

Pro vícepodlažní stavby lze použít zbývající 3 konstrukční systémy. U prvního z nich je sloup proveden jako jednodílný, průběžný na celou výšku stavby. Hlavní nosník je rovněž průběžný a je proveden jako dvoudílný, připojený ke sloupu z obou stran jako

kleštiny. Tím lze pro tento spoj použít běžné ocelové spojovací prostředky. Vedlejší nosníky mohou být stejně jako u prvního systému uloženy shora na hlavní nosníky, nebo mohou být výškově osazeny mezi hlavní nosníky pro snížení konstrukční výšky stropu. Při osazení vedlejších nosníků shora na hlavní nosníky mohou být vytvořeny v obou směrech převislé konce v konstrukci stropu, u nosníku vložených mezi hlavní nosníky jsou možné převislé konce pouze v jednom směru. Systém průběžných nosníků ukládaných shora na hlavní nosníky je výhodnější i z hlediska statiky, kdy pro dimenzování spojitého nosníku vychází příznivější hodnoty, než je tomu u nosníku vkládaných mezi hlavní nosníky, které fungují z hlediska statiky jako prosté nosníky. Naopak při vytváření převislých konců prostupujících fasádou může nastat problém v místě prostupu stropní konstrukce obvodovým pláštěm nebo vzniká nebezpečí tepelných mostů, protože mezi kleštinovými nosníky je poměrně velký prostor, zvětšený ještě uložením vedlejších nosníků shora na hlavní nosníky. (Kolb, J.,2011)

Druhý systém pro vícepodlažní stavby je systém, u kterého je opět průběžný sloup, ale v tomto případě je vytvořen jako dvoudílný, kleštinový. Hlavní nosník prochází mezi oběma díly sloupu, je jednodílný a opět průběžný. Lze tedy vytvářet převislé konce ve směru hlavních nosníků, při uložení vedlejších nosníků na hlavní nosníky mohou být převislé konce v obou směrech. Pro vytvoření spoje hlavní nosník – sloup lze opět použít jednoduché spojovací prostředky. Při návrhu konstrukce je třeba vzít v úvahu členění sloupu, které snižuje jeho požární odolnost oproti stejné celkové ploše průřezu jednodílného. To se může mnohdy projevit jako nevýhoda tohoto konstrukčního systému stejně jako to, že i z hlediska statického musí být sloup navrhován jako tlačný prut, u kterého je nutné provést v určitých vzdálenostech spojení obou částí. (Kolb, J.,2011)

Poslední třetí systém je opět pro vícepodlažní stavby, u kterého je sloup i hlavní nosník proveden jako jednodílný, sloup je průběžný a hlavní nosník je k němu připojen jako prostý nosník v libovolné výškové úrovni. Při uložení vedlejších nosníků ve stejné výškové úrovni jako jsou nosníky hlavní, mohou být vedlejší nosníky orientovány všechny jedním směrem nebo může být jejich směr v sousedních polích šachovitě vystřídán. V prvním případě mluvíme o tzv. sousém systému, ve druhém případě se jedná o systém nesousý. Tím, že jsou hlavní nosníky v místě napojení na sloup přerušeny, jedná se z hlediska statického o systém prostých nosníků, u kterých bude vyšší spotřeba materiálu z hlediska nutných dimenzí, než tomu bylo u nosníků průběžných, spojitých. Navíc pro připoje hlavní nosník – sloup je nutné použít speciální spojovací

prostředky. Vytváření převislých konců vodorovných nosníků v tomto případě není možné, pokud jsou požadovány balkony nebo přístřešky, musí být řešeny nezávislou nosnou konstrukcí zavěšenou před fasádou. (Kolb, J., 2011)

4.4.4. Rámové stavby

Obecná charakteristika

V současné době v ČR a ve střední Evropě nejrozšířenější způsob výstavby dřevostaveb. Stavby jsou montovány z předem zhotovených velkoplošných konstrukčních dílů, často obsahujících rozvody elektro, ÚT, nebo ZTI. (Vaverka, J., 2008)

Ve výrobních halách, které poskytují ideální podmínky například díky tomu, že jsou klimatizované, se zhotovují jednotlivé dílce za pomoci speciálních strojů řízených především počítačem. Již při navrhování je třeba brát ohled na přepravní podmínky. Předpisy silničního provozu tak omezují největší rozměry konstrukčních prvků. Čas, během kterého montáž probíhá je obvykle jeden až dva dny. (Vaverka, J., 2008)

Povrchovou úpravu interiérové strany stěn, včetně keramických obkladů. Exteriérové povrchy celých stěn jsou mnohdy dodávány na stavenišť s kontaktní termofasádou provedenou již ve výrobním závodě. Průmyslová výroba umožňuje dokonaleji sledovat jednotnost dodržování předepsaných normových nebo kvalitativních požadavků na výrobek. Jednodušším způsobem je zajištěno dozorování cizími institucemi, které dbají na dodržování požadavků certifikačních osvědčení. (Vaverka, J., 2008)

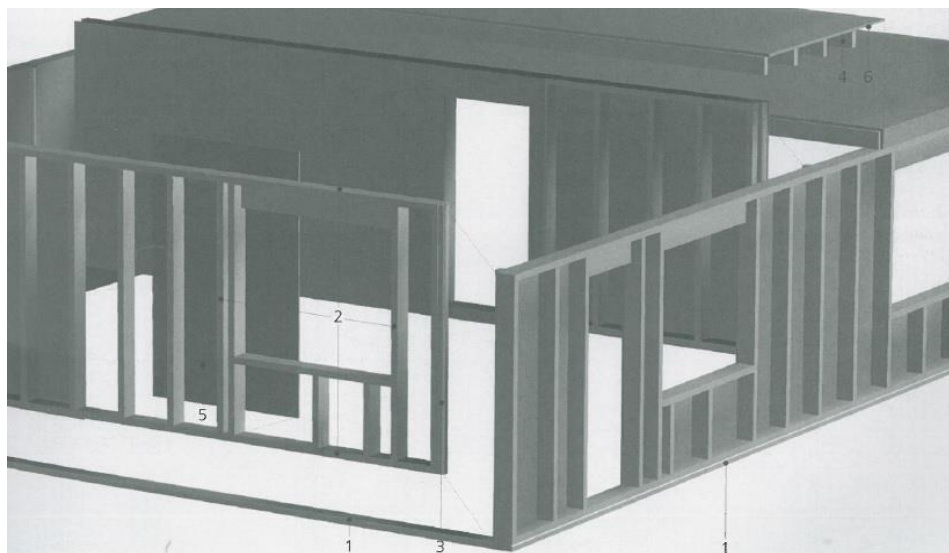
Konstrukční části

Pro rámové dřevostavby jsou charakteristické malé průřezy dřevěných profilů a malá vzdálenost nosných stojek. Celý nosný rám je vytvořen z profilů jednotných rozměrů, nejčastěji používaným rozměrem v evropských zemích je průřez 60 x 120 milimetrů. (Havířová, 2005)

„Dnes se ovšem u vnějších stěn požadují větší tloušťky izolace než 120 milimetrů. Buď se musí průřezy zvětšit ze 120 na 160, 180, 200 atd. milimetrů, nebo se pro izolaci použije druhá izolační vrstva nezávislá na nosné konstrukci. Protože druhou izolační vrstvou lze současně také eliminovat tepelné mosty, je třeba tuto alternativu upřednostnit. Je také možná kombinace zesílení nosné konstrukce a druhá venkovní izolace. U více podlažních

rámových staveb se musí rozměry průřezů tak jako tak zvětšit kvůli přenášení zatížení.“
(Kolb,J., 2011, s. 64)

Jak jsem už zmiňoval výše, pro průřezy dřevěných nosných profilů se nejčastěji používá smrkové nebo jedlové dřevo třídy pevnosti C24.(Kolb, J., 2011)



Obr. 4 Konstrukční části rámové dřevostavby

Stěnový rám

Stěnový rám je svislá konstrukce s funkcí obvodové stěny stavby. Prioritně přenáší svislé zatížení od stropní konstrukce a ze stěn vyšších podlaží. Stojkové fošnové prvky rámu jsou namáhány především na tlak, a je tedy třeba hlídat vzpěr těchto prvků a rovněž otláčení prahových vodorovných prvků. Vodorovné prvky se nazývají prahy (1), svislé se nazývají stojky (2). Dále jsou zde prvky jako sloupek okenního rámu (3). V dnešní době je rám většinou opláštěn deskovými materiály na bázi dřeva nebo sádrovláknitými případně jinými deskami, které zajišťují potřebnou tuhost rámu v jeho rovině. Desky se připojují v případě sádrokartonové desky hřebíky, v případě sádrovláknitých desek nejčastěji sponkami nebo vruty.

Vzdálenost stojek se nejčastěji pohybuje v rozmezí 400-650 mm. Rám je pochopitelně narušený dveřními a okenními otvory. (Zahradníček V., 2011)

Skladba stěny

Do obvodové nosné stěny se vkládá mezi jednotlivé stojky izolační materiál, který má za úkol zajistit funkci zvukoizolační, aby v konstrukci nedocházelo ke kondenzaci vodních par a také musí zajišťovat neprůvzdušnost. Jakmile je konstrukce špatně provedena a v konstrukci dochází ke kondenzaci vodních par, můžeme v blízké době očekávat četné poruchy a škody v konstrukci.

Pokud je skladba stěny taková, že difuzní odpor jednotlivých vrstev klesá směrem od vnitřního líce k vnějšímu, je umožněno molekulám vodní páry pronikat stěnou a na vnějším líci volně unikat ven. Za předpokladu, že obvodová stěna je řádně tepelně izolovaná, lze takovouto skladbu stěny považovat za dostatečnou ochranu proti vzniku vlhkosti ve stěně ze zkondenzované vodní páry. (Havířová, Z., 2005, s. 40)

Tedy skladba stěny musí být navržena tak, aby difuzní odpor jednotlivých vrstev směrem ven dostatečně klesal. Není-li to možné, nebo je-li použito stejného množství materiálu pro oba povrchy stěny, musí být nebezpečí kondenzace vodní páry zabráněno použitím dostatečně odvětrání mezery ve skladbě v místě předpokládané kondenzace, případně užitím parostěnné vrstvy co nejbližší vnitřnímu povrchu stěny. Momentálně se jako nejúčinnější považuje kombinace obou systémů. (Havířová, Z., 2005)

V některé z vnějších vrstev pláště musí být zajištěna neprůvzdušnost obvodové stěny. Má za úkol, chránit interiér před tepelnými ztrátami, které vznikají prouděním vzduchu konstrukcí. Tyto vrstvy jsou vyráběny ze zvláštní folie, které proudící vzduch nepropouští dovnitř, ale pro vodní páru bývají dostatečně propustné. (Havířová, Z., 2005)

Tepelná izolace

Zcela zásadní je co nejpečlivější instalace do konstrukce. Zdánlivě paradoxně platí, že čím více má být izolace v konstrukci, tím pečlivější a preciznější musí být instalována. Zakázány jsou spáry, kaverny apod. Měkčí a pružnější izolace mají pak výhodu, že lépe vyplňují daný prostor a lépe se zpracovávají. Lepšího výsledku rovněž dosáhneme, pokud celkovou tloušťku skládáme minimálně ze dvou vrstev a styčné spáry jednotlivých vrstev vzájemně překrýváme

Parozábrany

Jsou ve většině případů folie, které zabraňují pronikání vodní páry z interiéru do konstrukce. U parozábrany sledujeme především ekvivalentní difuzní tloušťku, která

uvádí tloušťku vzduchu daných parametrů (teplota, vlhkost, tlak), která má stejný difuzní odpor jako zkoumaná parozábrana (Hájek, V., 1997)

4.4.4.1. Technologie výstavby

Příprava staveniště

Po vyřízení všech administrativních věcí a udělením stavebním povolením můžeme začít se stavbou. Během zhotovování nosných i nenosných konstrukcí ve výrobních halách bývá obvykle po samotném investorovi požadována příprava pracovní plochy na jeho stavební parcele a zhotovení základové desky společně s provedením všech přípojek jako například voda, elektřina, plyn. Poté by měl kvalifikovaný odborník, neboli technický dozor, od daného zhotovitele stavbu zkontrolovat a převzít. Průměrná doba spodní stavby je zhruba 3 týdny.

Příprava konstrukcí ve výrobě

Běžný postup pro firmy, které se specializují na rámovou konstrukci je zhotovovat jednotlivé díly nosných konstrukcí ve výrobních halách, kde se podle výrobní dokumentace nachytají veškeré nosné části systému tj. sloupková konstrukce jednotlivých stěn, stropní nosníky a střešní konstrukce. Používané řezivo je tvořeno výhradně hranoly ze smrkového dřeva. V kombinaci s různými impregnačními látkami a jejich fyzikálními a mechanickými vlastnostmi tvoří optimální podmínky pro výstavby rámové konstrukce a jsou eliminovány i přirozené vady dřeva. Jak už jsem zmínil součástí montáže je i nátěr dřevěných prvků, které budou v dalších letech vystavovány povětrnostním vlivům. Pokud je to možné, tak ve výrobních halách se kromě samotné rámové konstrukce osazují dveře, okna i s parapety dále se pak montuje i sanitární vybavení, jsou osazovány zásuvky společně s předpřipravenými drážkami na různé elektroinstalace, dále pak vodovodní přípojky a další vybavení. Příprava v hale trvá pro běžné rodinné domy okolo 6 týdnů. (www.starhouse.cz)

Montáž nosného systému na staveništi

Samotná montáž je zahájena vyrovnáním a kotvením základových dřevěných prahů, které tvoří budoucí obrys budovy a všech jeho vnitřních stěn. Tyto prvky jsou impregnovány a kotveny pomocí ocelových kotev přímo do základové desky. Proto je nutné umístění hydroizolačních pasů pod základovou deskou. Následně je prováděno sbíjení samotné

nosné konstrukce stěn, které jsou postaveny a ukotveny na tyto prahové prvky. Tím je zabezpečena rovinnost všech stěn. Poté je provedeno vyvážení a vzájemné sešroubování všech stěn pomocí speciálních vrutů. Následuje rozměření, položení a ukotvení stropních nosníků a jejich záklop pomocí sádrokartonových desek. První patro je nyní připraveno pro opláštění sádrovláknitými deskami o tloušťce 12,5 mm. Jednotlivé desky se k nosnému systému přichycují pomocí spon. Druhé patro budovy je postaveno stejným systémem jako první s tím rozdílem, že kotvení prahů se provádí do stropních nosníků. (www.starhouse.cz)

V další fázi sestavujeme střešní konstrukci. Nejdříve provedeme osazení vaznic a krovů, dále je proveden pohledový záklop, zavětrování krovů a natažení pojistné hydroizolační fólie. Tato fólie je zajištěna kontralatěmi. Další postup souvisí se zvolenou střešní krytinou. Zvolená střešní krytina musí vyhovovat sklonu střechy. Proveďte se rozměření a přibití latí a pokládka střešní krytiny s klempířskými prvky. Délka výstavby hrubé stavby trvá zhruba 2 týdny. Především zaleží na povětrnostních podmínkách. Není důležité, jestli prší nebo sněží. Pokud ano tak stěny jsou pod plachtou, aby se voda nedostávala do skladby stěn. Co ovšem může být nebezpečné, je vysoká rychlost větru v době kdy jeřáb překládá stěny z kamionu a základovou desku. Může se stát, že stěna vlivem své délky a váhy se dostane do velké rotace a může být poničena a v horším případě může někoho zranit. (www.starhouse.cz)

Další práce

Nyní je stavba částečně zabezpečena proti povětrnostním vlivům a můžeme začít montovat okna a vstupní dveře. Na obvodové stěny je z vnitřní strany připevněn montážní rošt pro vedení elektroinstalací, jejichž montáž následuje. Pokud jsou okna s dveřmi osazena, skladba stěny včetně fasádního zateplovacího systému je na všech stěnách kompletní, je stavba venkovní strany dokončena a následuje práce uvnitř budovy. Pokládka podlah nejčastěji suchou metodou probíhá současně s instalací rozvodů vody a topení. Po dokončení všech rozvodů instalací následuje vytmelení a vybroušení spojů, malířské práce, osazení sanitárního zařízení, pokládka dlažeb a obkladů v koupelně a pokládka ostatních podlahových krytin. Poté jsou dokončeny instalatérské a topenářské a elektrické práce. Samozřejmostí těchto úkonů jsou tlakové zkoušky, revizní zprávy apod. Další nejmenované závěrečné práce jsou například osazení zárubní pro vnitřní dveře, olištování napojení podlahových krytin a stěn. Poté co jsou všechny závěrečné

práce hotovy, následuje úklid a předání stavby investorovi. Celková doba výstavby i se závěrečnými pracemi je vysoce ovlivněna velikostí a složitostí výstavby. Měla by ovšem vždy být upřesněna v rámci specifikace zakázky. (www.starhouse.cz)

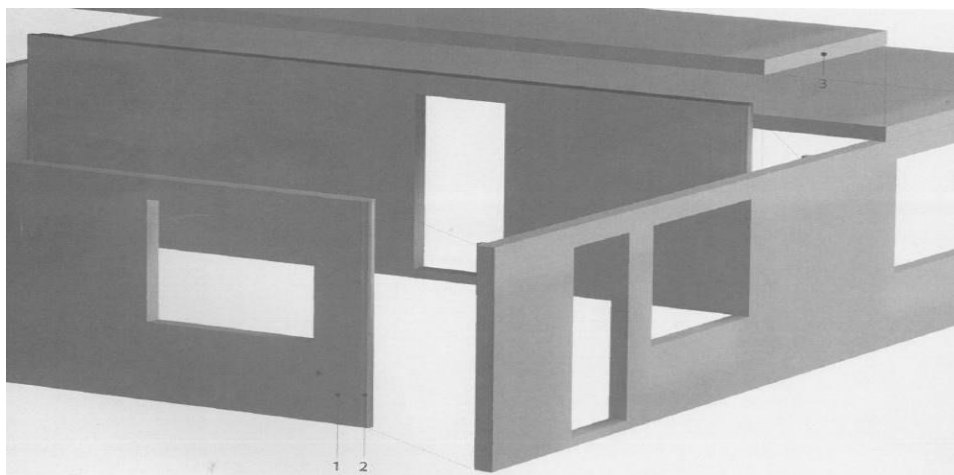
4.4.5. Stavby z masivního dřeva

Nosná část stěny masivní dřevostavby, je tvořena z masivního průřezu. Typickým příkladem jsou srubové stavby nebo přířezy, které jsou opracovány a následně slepeny do masivních desek. Stavby z masivu jsou většinou doplňovány tepelnou izolací, protože se stále se zvyšujícími se nároky na hodnotu součinitele prostupu tepla to u těchto staveb není možné splnit. (Havířová, 2005)

Hlavní část nosného systému vždy sestává z nosného jádra, které je vytvořeno z masivního dřeva nebo desek na bázi dřeva. Používá se výlučně jako plošně působící nosný systém. K přenosu zatížení proto dochází výstužnými tabulemi. Dalším společným znakem konstrukcí v rámci dřevěných masivních staveb je, že izolace je osazuje na nosnou konstrukci zvenku, tj. jako vnější izolační systém. Výrobky se většinou vyrábějí a dodávají pod firemním názvem. Na trhu je celá řada výrobků, které jsou výrazně rozdílné. (Kolb,J.,2011)

Charakteristické znaky

Hlavní znak staveb z masivu je nosná vrstva z masivní, plošně působící desky. Jedná se nejméně o 50% masivního podílu uzavřené nosné vrstvy. Nosný systém je tvořen velkorozměrovými plošnými dílci (1) nebo konstrukčními prvky malého formátu. Jednovrstvé i vícevrstvé systémy se spojují se hřebíky nebo častěji hmoždíky. Navrhují se především na víceposchodové stavby, kde účinně přenášejí zatížení. Dále je nosný systém tvořen sloupkem okenního rámu (2) a stropní deskou (3). (Kolb,J.,2011)



Obrázek 4. Konstrukční části stavby z masivního dřeva

4.5. Volba konstrukčního systému

Stavění je komplexní úlohou, která nepožaduje jednotlivé vědomosti, ale poznání souvislostí v oblasti vzájemných vztahů mezi různými požadavky. Již ve fázi návrhu musí být k dispozici koncepty, které na to berou ohled.

To platí pro projekt jako celek, pro situační plán a místo stavby, funkci a prostor, pro konstrukci a materiál. Volba konstrukčních a nosných struktur (s pláštěm budovy a řešením konstrukčních prvků) je opět určena systémovými informacemi (otázkami materiálu a techniky, výroby, přepravy, montáže, ekologie a ochranných funkcí). Tyto informace vykazují podle systému dřevěné stavby rozdílné parametry. (Kolb,J.,2011)

Ukažme si tedy aspoň základní výhody a nevýhody nejpoužívanějších konstrukčních systémů:

Rámová stavba

Výhody: maximální finalizace ve výrobě, rychlá hrubá nebo finální montáž stavby, možnost lepší kontroly kvality.

Nevýhody: potřeba dopravní techniky ve výrobě a při montáži, omezená výstavba v náročnějších podmínkách terénu.

Srubové stavby

Výhody: vysoký stupeň přípravy hrubé stavby ve výrobě, menší nároky na dopravní a montážní techniku, působivý architektonický výraz, plné uplatnění dřeva jako přírodního materiálu.

Nevýhody: vyšší pracnost při montáži, vysoký podíl dokončovacích prací při montáži, objemové a tvarové změny stavby při montáži, vyšší cena.

Hrázděné stavby

Výhody: působivý architektonický výraz, menší nároky na montážní a dopravní techniku, lepší akumulární vlastnosti stěny.

Nevýhody: větší výrobní náročnost, vysoký podíl dokončovacích prací při montáži.

Skeletové stavby

Výhody: ekonomičtější zakládání, variabilita uspořádání příček, možnost vytvoření velkých vnitřních prostor.

Nevýhody: potřeba náročnější techniky při montáži, vyšší pracnost při montáži, vyšší nároky na dřevěné nosné prvky. (Štefko J., 2006)

5. Realizace stavby rámové konstrukce

Návrh rodinného domu pro čtyřčlennou rodinu byl proveden pomocí rámové konstrukce. Dům bude navržen na konkrétní parcelu v obci Brno – Soběšice.

5.1. Základní údaje o stavbě

Stavba tohoto objektu je realizována z podnětu investora a má sloužit k trvalému pobytu osob v objektu.

Stavba rodinného domku je realizována na parcele číslo 1199/80 v katastrálním území Soběšice.

Terén pozemku je mírně svažité. Příjezd k pozemku a tím i k uvažované zástavbě je po stávající komunikaci.

V blízkosti pozemku jsou veškeré inženýrské sítě, na které bude nový objekt napojen po jejich dokončení.

Orientace hlavního vchodu je severozápadní.

Na pozemku je vzrostlá pouze zeleň bez stromů.

Okolí pozemku bude po návaznosti na zpevněné plochy znovu zatravněno. Sadové úpravy na zatravněných částech budou řešeny dle dohody s investorem až po dostavbě z důvodu možných dodatečných zemních prací v průběhu výstavby či změn inženýrských sítí.

V prostoru stavby nejsou ochranná pásma. Po realizaci stavba nezhorší životní prostředí. Na pozemku nebyl proveden geologický průzkum, jelikož stavba není příliš svažité a předpokládá se, že na okolních pozemcích, kde geologický průzkum byl proveden, byla zjištěna dostatečně únosná zemina.

Rozdíl výškových úrovní jsme provedli pouze odhadem pomocí vrstevnic z katastru nemovitostí a jsou zakresleny do výkresu výkopů a násypů.

Jelikož montáž stěn probíhá ve výrobních halách, je nutné, aby investor společně se zhotovitelem zajistil příjezdovou cestu, po které nákladní vůz bude moci přijet a dále je nutné, aby zajistil dostatečně zpevněnou plochu pro nákladní vůz a pojízdný jeřáb, který bude stěny vykládat a přesouvat je na již zhotovenou základovou desku.

5.2. Architektonické řešení

Architektura objektu odpovídá požadavkům investora a požadavkům na provozní a technické řešení. Vychází i z požadavku investora na realizaci objektu technologií dřevostavby. Střecha nad obytnou částí domu je na krajních částech valbová a v prostřední části nad 2. NP sedlová se sklonem 22 stupňů, krytina je barvy černé. Hlavní vstup do rodinného domu je situovaný z čelní strany objektu a je orientován na severozápadní stranu.

Povrchová úprava fasády je škrabaná štuková omítka v béžové barvě. Okna a dveře jsou v barvě imitující dřevo.

Konstrukční výška podlaží je 3012 mm, světlá výška podlaží je 2600 mm.

Užitková plocha objektu je 137,18 m, obytná plocha objektu je 191,5 m.

Zastavěná plocha objektu je 147,45 m.

Řešení oken a jejich výška umístění dostatečně umožňují denní osvětlení.

5.3. Zemní práce

Výkopy základů a obsypy jsou prováděny mechanizací nebo ručně, pažení není nutné. Do výkopů je nutné položit drenážní systém z flexibilních umělohmotných trub s filtrační vložkou, která je zakryta geotextilií proti vzniku nečistot do potrubí a bude v celé výšce zasypáno šterkopískovým zásypem.

5.4. Podzemní voda

Výskyt podzemní vody není prokázán ani vyloučen a předpokládá se v hloubce 1,2 m pod úrovní základové spáry. Při založení podloží by nemělo dojít ke styku vody s podložím.

Stavba je proti zemní vlhkosti chráněna vodorovnou izolací, která je položena na základové pasy.

5.5. Základy

Zásadně prováděné do minimální zámrazné hloubky, která je zde minimálně 800 mm pod terénem.

Do základů je vhodné vložit pruty betonářské výztuže, pro jejich zpevnění a dále pokud bude podloží po dokončení výkopových prací zhodnoceno, jako nestabilní bude nutno přizvat geologa na provedení průzkumu.

Kvalitní beton třídy C16/20, v tomto případě neprokládat kamenem. Do pasů je možné zabetonovat pruty výztuže zapuštěné do skalního podloží a zde zality cementovou kaší.

Pasy jsou provedeny v odskocích dle projektu, aby dobře kopírovali terén a podloží. Nadezdění pasů nad úroveň upraveného terénu je provedeno z betonových tvárnic ztraceného bednění s vloženou betonářskou výztuží.

Neopomenout po obvodě budovy do základové spáry hliníkový pásek pro uzemnění hromosvodové soustavy a vytáhnout od pásku hromosvodový pozinkovaný drát, jenž se připevní k pásku.

Mezi základy provést ležatou kanalizaci, vodovod, chráničku na plyn, elektro přívod a slaboproudy.

5.6. Konstruktivní systém

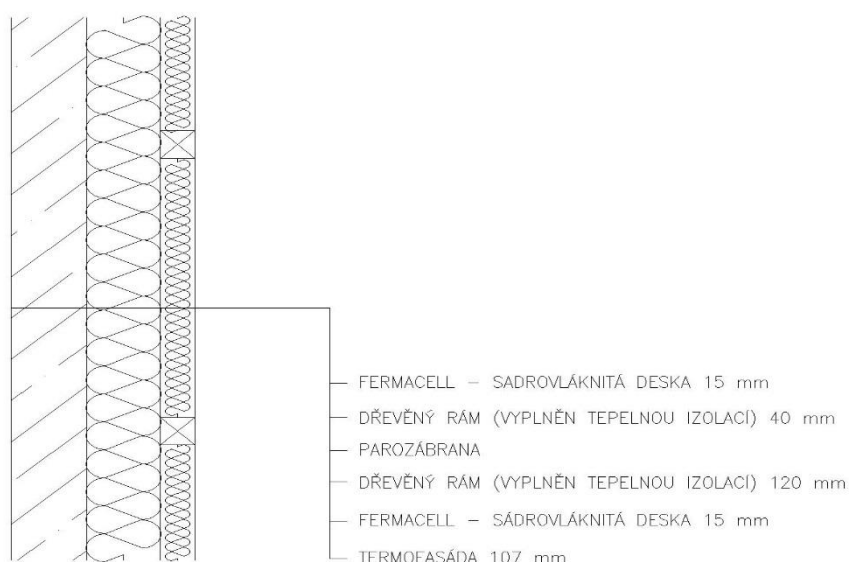
Dle požadavků investora použít jako stavební materiál dřevo, bude jako nosný systém sloužit rámová konstrukce difuzně uzavřená. Jako nejvhodnější druh dřeviny je vybráno kvalitní smrkové dřevo. Celá nosná konstrukce je zhotovena ve výrobní hale, a poté je převezena na stavební parcelu, kde se během několika dnů usadí na předpřipravenou úložnou desku.

5.6.1. Obvodová nosná stěna

Nosná konstrukce rámové stavby je tvořena dřevěnou kostrou z dřevěných profilů a pláště, který je ke kostře pevně připojen a stabilizuje jí tak proti účinkům vodorovných sil. Nosný obdélníkový rám je tvořen krajními svislými sloupky v osové vzdálenosti 625

mm a horním a spodním dřevěným prahem. Celý nosný systém je tvořen z profilů jednotného rozměru 60x120 mm, který je dostačující pro dvoupodlažní budovy. Prostor mezi jednotlivými sloupky bude vyplněn tepelnou izolací Isover Orsil Uni 120 mm. Z vnitřní strany bude na dřevěnou konstrukci přidělána parozábrana Jutafol N AL 170. Pro lepší únosnost obvodové stěny a nepatrné zlepšení izolačních vlastností, je za parozábranou další dřevěný rám tloušťky 40 mm, který je opět vyplněný tepelnou izolací Dakewool 40 mm. Z vnitřní i venkovní strany bude obvodová nosná stěna přikryta sádrovláknitou deskou Fermacell tloušťky 15 mm. Z venkovní strany bude dále sádrovláknitou desku překrývat termofasáda tloušťky 107 mm.

SKLADBA OBVODOVÉ STĚNY



Obr. 5 Skladba obvodové nosné stěny

5.6.2. Vnitřní nosná stěna

Vnitřní nosné stěny jsou také tvořeny rámovou konstrukcí vyplněnou tepelnou izolací a překryty obou stran sádrovláknitou deskou Fermacell.

SKLADBA VNITŘNÍ STĚNY



Obr. 6 Skladba vnitřní nosné stěny

5.6.3. Ostatní svislé konstrukce

Stěnou dělící koupelnu s kuchyní a spižírnu je veden přívod vody a odpadní potrubí. Je tedy potřeba aby mezi nosnou konstrukcí a deskou Fermacell byla mezera tloušťky 180 mm, kde bude vedeno odpadní potrubí. Odpadní potrubí je vedeno i z 2. NP, kde je taktéž toaleta. Tato vzduchová mezera je využívána i pro odvětrávání spižírny v 1. NP, odkud povede odvětrávací tunel. V neposlední řadě se tato speciální skladba stěny může využít na přívod teplé a studené vody do umyvadel, která jsou na stěny také napojena.

5.6.4. Konstrukce podlahy 1. NP

Podlahová konstrukce v přízemí je jako nejspodnější vrstva použita železobetonová deska, na kterou se natáhne PE folie. Následně je použit vyrovnávací podsyp Fermacell pro vyrovnání nerovných podlah. Jelikož tloušťka Fermacellu přesahuje přes 100 mm a ani se nejedná o prostor, kde by byla větší vlhkost, stačí použít obyčejný vyrovnávací podsyp a ne rychlotuhnoucí. Po zatuhnutí bude další vrstvu tvořit podlahový polystyrén Styrotrade 2x50 mm. Na podlahový polystyrén je položen podlahový dílec Fermacell a na povrchu bude s rozhodnutím investora plovoucí podlaha s výjimkou koupelny a kuchyně, kde bude položena dlažba.

Odlišně je řešena garáž, která se bude nacházet i v odlišné výškové úrovni. Nosná konstrukce podlahy v garáži je tvořena pouze podkladním betonem, který je ovšem vypárovaný směrem ke dveřím pro vjezd auta z důvodu odtoku oleje a jiných kapalin,

kteře nemůžeme svádět do kanalizačního potrubí. Za příjezdovými dveřmi bude proveden odtokový žlab.

5.6.5. Konstrukce stropu 1. NP

Skladba stropu nad přízemím je složena z nosné části, kterou budou zajišťovat stropní nosníky 60x240 mm mezi kterými je tepelná izolace Isover Orsil Uni 120 mm a zbylých 120 mm bude tvořit vzduchová mezera. Ze spodu stropních nosníků je rošt z latí 30 mm zakrytý 2x sádkokartonem tloušťky 25 mm. Na vrchní část nosníků bude uložena dřevotříska tloušťky 22 mm poté Mirelon. Další vrstva stropní konstrukce je Dřevovláknitá deska tloušťky 60 mm, kterou už přijde stejně jako v přízemí podlahový dílec Fermacell a plovoucí podlaha nebo dlažba.

SKLADBA STROPU



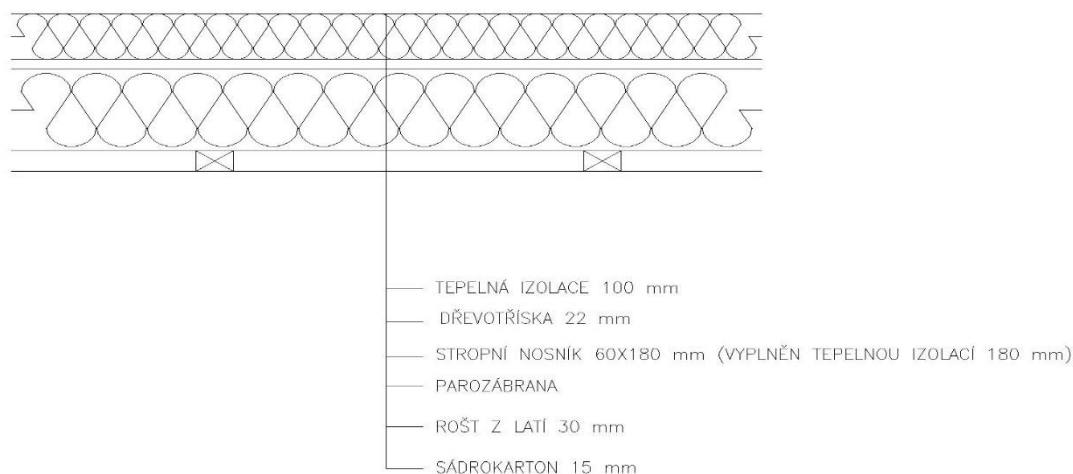
Obr. 7 Skladba stropu v 1. NP

5.6.6. Konstrukce stropu 2. NP

V daném objektu bude podkroví sloužit pouze pro uskladnění nevyužívaných věcí, není třeba stejné nosníky, jako jsou použity na strop v přízemí, jelikož strop nebude zdaleka tak staticky namáhaný jako u stropu v přízemí. Zde použijeme pro nosnou konstrukci nosníky 60x200 mm, které ovšem po celé své výšce budou vyplněny tepelnou izolací. Na rozdíl od přízemí je nad roštem a sádkokartonem dána parozábrana Jutafol N AL 170, která stejně jako u svislých nosných konstrukcí bude zabraňovat pronikání vodní páry

obsažené ve vzduchu do konstrukce. Nad nosníky bude pouze dřevotříska 60 mm, která pro občasné využití je dostačující.

SKLADBA STROPU NAD POKROVÍM



Obr. 8 Skladba stropu 2. NP

5.6.7. Střecha

Nosnou konstrukcí střechy tvoří dřevěné krokve společně s vrcholovou vaznicí pod hřebenem střechy, který leží na vnitřní nosné stěně. Krokve budou zakotveny do obvodové nosné konstrukce pomocí kotev.

Jelikož prostor pod střechou nebude obytný a strop v 2. NP je dostatečně zateplený, obejde se skladba střechy bez tepelné izolace.

Střecha má přesah u obvodových stěn 30 cm.

5.6.8. Konstrukce spojující různé výškové úrovně

Schodiště v rodinném domě bude ze dřeva. Tvarově bude řešeno jako půlkruhové se zatočením o 180°. Schodiště bude mít 16 stupňů, s tím že v úrovni vynášecí čáry bude šířka každého stupně 250 mm. Výška stupně bude 188 mm. Šířka zrcadla bude 260 mm. Z hlediska bezpečnosti bude schodiště opatřeno z vnitřní i z vnější strany zábradlím ve výšce předepsané normou. Z vnitřní strany bude opatřeno sloupkovým zábradlím a z vnější pouze jednoduchým tyčovým. Zábradlí společně se schody bude také dřevěné.

Jako materiál bude zvoleno borovicové dřevo. Detaily napojení v 1. NP a 2. NP viz. ve výkresové části.

Ve 2. NP bude umístěno stahovací schodiště pro přístup do prostoru podkroví. Poklop stahovacího schodiště je nutné dostatečně zateplit nebo použít typ schodiště s vyhovujícím zatepleným poklopem.

5.6.9. Výplně otvorů

Okna jsou navržena plastová, zasklená izolačním dvojsklem s tmelem tl. 4 mm a tepelným odporem min. $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Pro hlavní vstup do budovy byly použity plastové bezpečnostní dveře. Vnitřní dveře jsou dřevěné s částečným prosklením s obložkovou dřevěnou zárubní.

5.6.10. Úpravy povrchu

Vnější omítka je štukovaná světle žluté barvy. Stěna nad terénem do úrovně 400 mm je obložena obkladem ze štípaného kamene.

Stěny koupelen jsou obloženy keramickým obkladem do výšky 2000 mm na WC do výšky 1500 mm. Stěna v kuchyni je obložena ve výšce 900-1500 mm.

Keramické obklady se provedou na vyrovnávaný povrch nalepením pomocí tmelu. Druh obkladu a dlažeb si určí investor.

Vnitřní omítky jsou, mimo obložené plochy, opatřeny štukovou omítkou v jasně bílé barvě. Sádkartonové stropy budou taky v jasně bílé barvě.

5.6.11. Práce PSV

Truhlářská práce – montáž prahů a zámků dveří s vložkami FAB

Klempířská práce – Provedení střešních okapů a svodů, oplechování parapetů oken a okrajů střechy a hromosvodu. Navržený materiál oplechování je titan-zinkový nebo měděný plech tloušťky 0,8 mm, u žlabu 1,0 mm.

Natěračské práce – Provedení nátěrů na dřevěných a kovových doplňcích stavby. Nátěry musí provádět na dokonale čisté, suché a rezu zbavené plochy. Vrchní nátěr bude dvojnásobným syntetickým emailem nanesen na nátěr základní s odrezivěním. Provedení

každého nátěru si investor popřípadě technický dozor převezme. Barva venkovních doplňků bude bílá.

Malířské práce – Provedení práce spočívá ve vymalování vnitřních prostorů – stěn a stropů barvou vápennou bílou. Je však nutné dbát na dokonalé vyzrání a vyschnutí omítek.

6. Technická zpráva

Kanalizace

Střecha bude odvodněna dešťovými svody DN 100, opatřených na terénu plastovými lapači splavenin DN 100 mm. Ležaté potrubí dešťové kanalizace bude DN 100 mm a dále DN 125 mm. Bude provedeno prostorem pod objektem a dále podél hranice pozemku z důvodu dosažení správné výšky s ohledem na stávající vedení. Dešťová kanalizace bude svedena do potrubí pro dešťovou kanalizaci, které je vedeno v komunikaci přilehlé k pozemku.

Vnitřní kanalizace je svedena do veřejné kanalizace, která je vedená pod místní komunikací. Vnitřní ležaté kanalizační svody budou uloženy pod podlahou 1. NP. Čištění hlavních ležatých svodů je umožněno pomocí čistících kusů umístěných v prostoru pod objektem. Ležaté kanalizační svody jsou navrženy z trub PVC odpadních hrdlových – DN 100 až 150. Stoupační kanalizační potrubí bude nad střechou objektu ukončeno příslušnými ventilačními hlavicemi. Stoupační potrubí je navrženo rovněž z PVC odpadních hrdlových trub DN 70. Připojovací potrubí od jednotlivých zařizovacích předmětů bude novodurové, nebo PVC odpadní hrdlové a je vedeno v drážkách. Před zazděním potrubí ve stěnách a drážkách bude provedeno jeho vyzkoušení na těsnost a obalení vhodnou izolací. Zařizovací předměty budou dle požadavků investora.

Zásobování vodou

Zásobování vodou do objektu bude řešeno napojením pomocí vodovodní přípojky na místní vodovodní řad, provedenou z rPE tlakových trubek a 32/4,6 mm. Přípojka bude vedena v terénu v hloubce cca 1,2 m.

Potrubí bude nutné opatřit chráničkou při prostupu nosnou zdí. Dále je třeba potrubí opatřit odporovým drátem pro jeho ohřev na teplotu min 5C a dostatečnou izolací

v místech kde není možné zajistit jeho uložení v požadované hloubce a v prostoru pod objektem.

Rozvody teplé a studené vody pro navrhovanou výstavbu budou vedeny drážkami ve stěnách a příčkách nebo v konstrukci podlahy. Jednotlivé rozvody budou opatřeny tepelnou trubicovou izolací v tl. 6 mm pro studenou vodu a tl. 10 mm pro TUV.

Rozvody studené a teplé vody jsou navrženy z plastových tlakových trubek DN 15 – DN 24.

Zásobování teplem

V objektu je ústřední vytápění teplovodním plynovým kotlem. Kotel THERM 28 LXE.A s výkonem 28 kW. Kotel bude zavěšený na nosnou zeď dělící koupelnu od garáže.

V kuchyni a koupelně bude podlahové topení trubkovým rozvodem v systémových tepelně izolačních deskách.

Deskové radiátory budou v obývacím pokoji, na chodbě a pokojích. Na radiátorech se provedou termostatické hlavice. Hlavní digitální termostatický panel bude umístěn v obývacím pokoji a bude mít týdenní režim.

Ústřední vytápění bude v podobě krbu, který bude umístěn v obývacím pokoji pro topení dřevem. Podlaha v okolí krbu bude z důvodu požární bezpečnosti z keramické dlažby v ploše dle typu krbu.

Instalace tepelných rozvodů, instalace kotle a krbu bude provedeno odbornou firmou, která vypracuje podrobný prováděcí projekt.

Elektrická energie

Objekt bude napojen na rozvodnou síť obce. Přípojka bude přivedena zemí k stávajícímu instalačnímu sloupku. Zde je umístěna pojistková skříň a elektroměrový rozvaděč směrem k silnici.

Komín

Pro navrženou dřevostavbu byl zvolen tříložkový komín se zadním odvětráváním a vnitřní keramickou vložkou Schiedel Stabil. Jelikož se jedná pouze o odvod spalin z krbové vložky, bude stačit průměr průduchu 140 mm. Keramická vložka bude

obložena tvárnici. V interiéru bude průduch nad krbovou vložkou ukryt pod opláštěním krbu, který bude až ke stropu. V exteriéru je nutné komínové těleso obložit prefabrikovaným komínovým pláštěm, který imituje cihelný obklad. Komín bude procházet ve dvou úrovních střešní konstrukcí. Detail prostupem střešní konstrukcí najdete ve výkresové části.

Krbová vložka

Je nutné vzít v úvahu, že krbová vložka bude používána pouze pro občasné vytápění. Se souhlasem investora byla tedy zvolena krbová vložka KV 025 LN 01 s čelním prosklením a s regulovatelným výkonem 4-11 kW.

Hromosvod

Ochrana proti úderu blesku bude řešena jímací tyčí na střeše. Uzemnění bude páskem FeZn 30/4 mm vedeným ve dně výkopu pro základy.

Plynoinstalace

Z veřejné nízkotlaké sítě bude přivedena plynovodní přípojka k instalačnímu sloupku. Zde bude hlavní uzávěr plynu. Na sloupku budou umístěna dvířka s označením HUP. Přípojka zemního plynu bude provedena na plynovodní řad vedený v komunikaci. Přípojka bude IPE 32/3,0 mm. Minimální krytí přípojky je 1100 mm. Bude uloženo do pískové lóže tl. 200 mm a obsypáno pískem tl. 100 mm.

V násypu bude uložena výstražná fólie. Přípojka musí být vedena v předepsaných vzdálenostech od jiných sítí.

Potrubí bude nutné opatřit chráničkou při prostupu opěrnou zdí. Měření a spotřeba plynu bude provedena v nice instalačního sloupku. Hlavní uzávěr bude mít DN 25 mm. Od HUP a regulace je vedení provedeno PE 32 mm. 1,5 m od objektu bude převedeno do ocelových trub.

Nátěr potrubí je žlutý. Nutno dodržet podmínky instalace plynových spotřebičů a rozvodů dle ČSN 38 6420, 38 6413 a EN 1775.

Dodavatelská firma vypracuje projekt s osazením konkrétních spotřebičů.

Příjezd a přístup

Přístupový chodník a příjezdová komunikace bude ze zámkové dlažby uložené na pískové lože na zhutněném štěrkopískovém loži. Přesný typ dlažby bude dle požadavků investora.

Terénní a sadové úpravy

Při provádění terénních a sadových úprav bude vyrovnán terén na celém staveništi této stavby a to nejprve zeminou s výkopů základových pasů a následně ornici sejmutou při úpravě území. V rámci sadových úprav bude provedeno zatravnění a výsadba vzrostlé zeleně.

Oplocení

Kolem celého pozemku bude oplocení z taženého pletiva mezi ocelovými sloupky v betonovém základu. Ze strany od místní komunikace bude oplocení sloupky z plotových tvarovek s dřevěnými poli, s vrátky pro přístup a s automatickými vraty pro příjezd.

Výpočet prostupu tepla nosnou konstrukcí

Výpočet součinitele prostupu tepla U je počítán pomocí vzorce $U = \frac{1}{R_c}$ kdy R_c je celkový tepelný odpor konstrukce. Výpočty byly zjišťovány vlastním výpočtem podle vzorců a ověřovány za pomoci programu Teplo 2014 EDU. Výpočet byl prováděn samostatně pro obvodovou nosnou stěnu a stropní konstrukci. Program, pomocí kterého byly výpočty prováděny je určen k základnímu tepelně technickému posuzování různě složený konstrukcí jak dřevostaveb, tak zděných budov. Nutno říci že program je postupně aktualizován, aby byl v souladu s platnými normami. V našem případě se jedná o normu ČSN 73 0540-2.

7. Výpočet prostupu tepla

Skladba obvodové stěny

Skladba	λ [W/mK]	D [mm]
Sádrovláknitá deska - Fermacell	0,32	15
Dřevěný rám 60x120 mm + 60x40 mm	0,18	40 + 120
Minerální vata – Isover Orsil Uni	0,04	40+120
Sádrovláknitá deska - Fermacell	0,32	15
Baumit Silikonová omítka	0,7	3
Baumit lepená stěrka	0,8	2
Baumit EPS-F	0,04	100
Baumit lepená stěrka	0,8	2

Tab. 1 Výpočet prostupu tepla obvodovou stěnou

$$\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (t_i = 20^\circ\text{C}), \quad \alpha_e = 23 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (t_e = -15^\circ\text{C})$$

Výpočet

$$\lambda_{EKV.1} = \lambda_{EKV2} = \text{DŘEVĚNÝ RÁM + MINERÁLNÍ VATA}$$

$$\lambda_{EKV.1} = \lambda_{EKV2} = \frac{\lambda_D * a_D + \lambda_V * a_V}{a_D + a_V} = \frac{0,18 * 0,06 + 0,04 * 0,565}{0,06 + 0,565}$$

$$\lambda_{EKV.1} = \lambda_{EKV2} = 0,0534 \text{ W/mK}$$

$$R_{EKV1} = \frac{d_1}{\lambda_{EKV1}} = \frac{0,04}{0,0534} = 0,749 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{EKV2} = \frac{d_2}{\lambda_{EKV2}} = \frac{0,12}{0,0534} = 2,247 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_c = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_{SVD}}{\lambda_{SVD}} + R_{EKV1} + R_{EKV2} + \frac{d_{SVD}}{\lambda_{SVD}} + \frac{d_{SO}}{\lambda_{SO}} + \frac{d_{LS}}{\lambda_{LS}} + \frac{d_{EPS-F}}{\lambda_{EPS-F}} + \frac{d_{LS}}{\lambda_{LS}} + \frac{1}{\alpha_e}$$

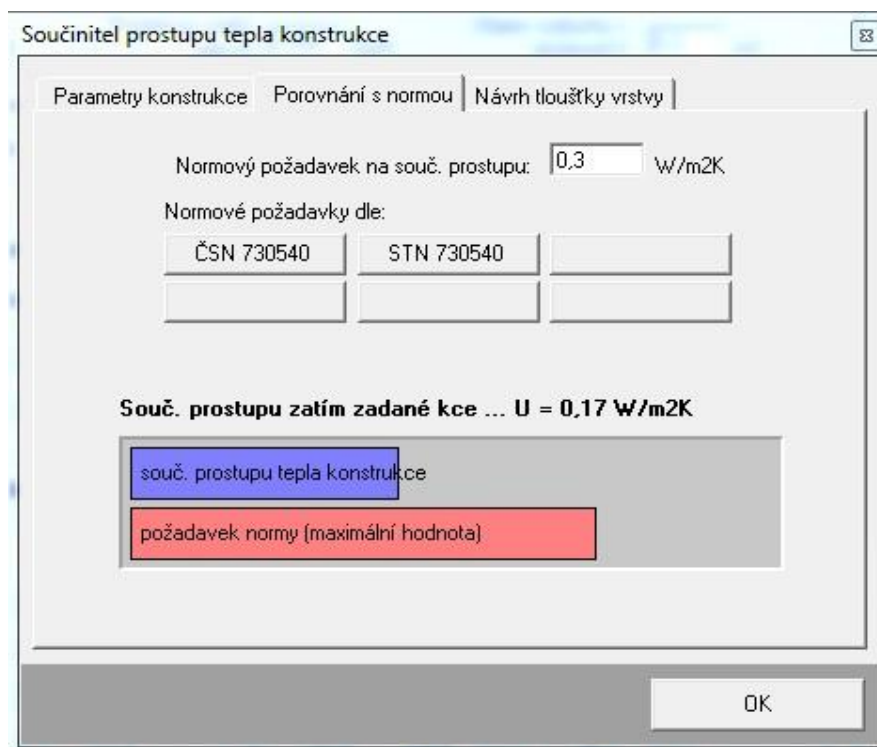
$$R_c = \frac{1}{8} + \frac{0,015}{0,32} + 0,749 + 2,247 + \frac{0,015}{0,32} + \frac{0,003}{0,7} + \frac{0,002}{0,8} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{0,002}{0,8} + \frac{1}{23}$$

$$= 5,72 \frac{m^3 K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_c} = 0,17 W/m^2 K$$

Venkovní teplota v zimním období byla zvolena $t_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ a zvýšené zatížení větrem v krajině na základě tabulky v normě ČSN 73 0540-3. Převažující návrhová vnitřní teplota v hodnoceném objektu odpovídá takové hodnotě návrhové vnitřní teploty podle tab. 1 v ČSN 730540-3, která prezentuje většinu prostor v objektu. Pro běžné bytové a občanské budovy je převažující návrhová vnitřní teplota $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Koeficient vnitřní strany je $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$ a na vnější straně je $\alpha_e = 23 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podle normy ČSN 73 0540-2 Tab. 3 je požadovaná hodnota pro venkovní stěnu z lehkého materiálu $U_N = 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ a doporučená hodnota $U_{dop} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Je tedy zřejmé, že vypočtená hodnota splňuje obě uvedené hodnoty.



Obr. 9 Součinitel prostupu tepla obvodovou v souladu s normou

Skladba stropní konstrukce v 2. NP

Skladba	λ [W/mK]	D [mm]
Tepelná izolace – Isover Orsil Uni	0,04	100
Dřevotříska	0,18	22
Stropní nosník 60x180 mm	0,18	180
Tepelná izolace	0,04	180
Rošt z latí	0,18	30
Sádrokarton	0,32	15

Tab. 2 výpočet prostupu tepla stropem

Výpočet

$\lambda_{EKV1} = \text{DŘEVĚNÝ RÁM} + \text{MINERÁLNÍ VATA}$

$$\lambda_{EKV.1} = \frac{\lambda_D * a_D + \lambda_V * a_V}{a_D + a_V} = \frac{0,18 * 0,06 + 0,04 * 0,565}{0,06 + 0,565}$$

$$\lambda_{EKV.1} = 0,0534 \text{ W/mK}$$

$$R_{EKV1} = \frac{d_1}{\lambda_{EKV1}} = \frac{0,18}{0,0534} = 3,371 \text{ m}^2\text{K/W}$$

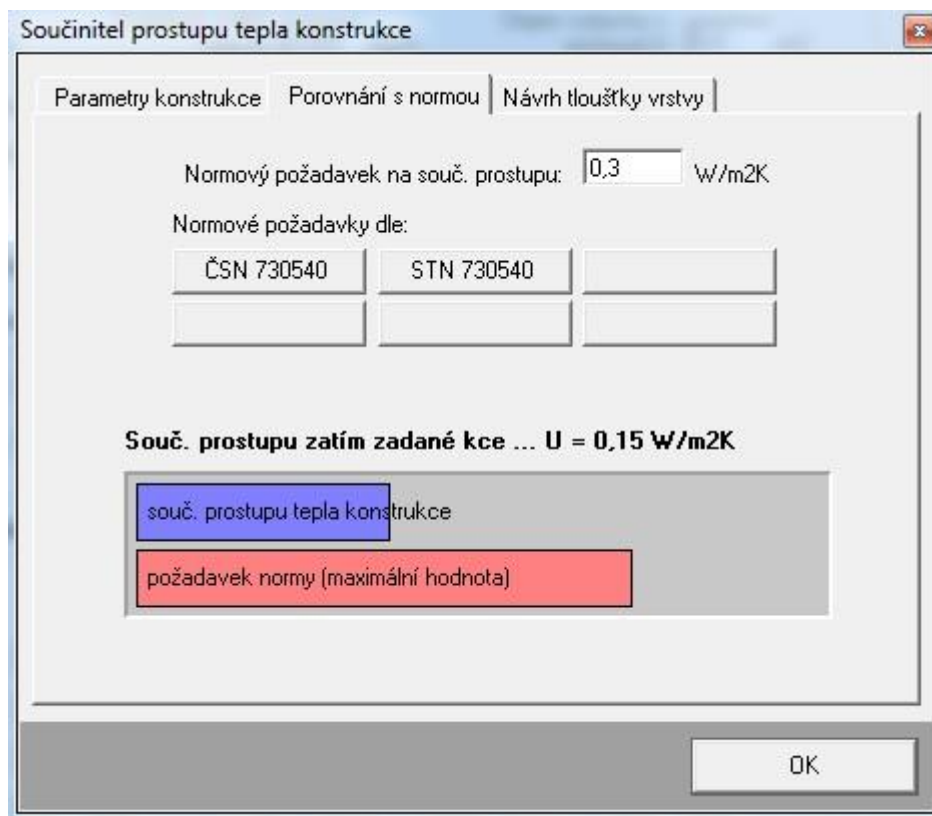
$$R_c = R_{si} + \frac{d_{SDK}}{\lambda_{SDK}} + \frac{d_{RZL}}{\lambda_{RZL}} + R_{EKV1} + \frac{d_{DT}}{\lambda_{DT}} + \frac{d_{TI}}{\lambda_{TI}} + R_{se}$$

$$R_c = 0,1 + \frac{0,015}{0,32} + \frac{0,03}{0,18} + 3,371 + \frac{0,022}{0,18} + \frac{0,1}{0,04} + 0,04 = 6,307 \frac{\text{m}^3\text{K}}{\text{W}}$$

$$U = \frac{1}{R_c} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Dle normy ČSN 73 0540-3 jsem stanovil hodnotu pro vnitřní stranu konstrukce $R_{si} = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$ a hodnotu pro vnější stranu $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$, které jsou v tabulce uvedeny pro naši konstrukci zatepleného podhledu ze zdola nahoru.

Dle normy ČSN 73 0540-2 je pro strop pod nevytápěnou půdou se střechou, bez tepelné izolace požadovaná hodnota $U_N = 0,3 \text{ m}^2\text{K/W}$ a doporučená hodnota $U_N = 0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$. Je tedy zřejmé, že naše konstrukce splňuje obě hodnoty a je tedy dostačující.



Obr. 10 Součinitel prostupu tepla stropem v souladu s normou

8. Diskuze

Během porovnávání jednotlivých systémů dřevostaveb, které jsou v mé bakalářské práci obsaženy, jsem se rozhodl pro rámovou konstrukci. Jeden z hlavních důvodů bylo, že objekt byl navržen na konkrétní pozemek a například srubová stavba by nezapadala do okolní zástavby a obávám se, že kdyby byl objekt opravdu realizován, tak by nebyl povolen stavebním úřadem, právě proto, že nezapadá do okolní zástavby.

Každý z uvedených systémů má své velké výhody, ale jsem přesvědčen o tom, že rámové konstrukce jsou pro rodinné domy tou nejlepší volbou mezi dřevěnými konstrukcemi a troufám si říct, že dokáže plně konkurovat i zděným stavbám.

V praktické části jsem prováděl výpočet prostupu tepla a mnou zvolená skladba stěny a stropu byla plně vyhovující.

9. Závěr

Cílem této práce bylo porovnat jednotlivé systémy dřevěných konstrukcí a zvolit tu nejlepší pro návrh rodinného domu. Konstrukční systémy jsou ze porovnávány z hlediska statiky, konstrukčního řešení a vizualizace. Mimo to, jsem se snažil najít, ve kterých oblastech jsou popisované systémy nejrozšířenější. Nejobšírněji jsem se zabýval rámovou konstrukcí, jelikož byla stěžejním prvkem v praktické části mé bakalářské práci. Vyjma rámové konstrukce, je to pouze zlomek toho, co by bylo možné o těchto systémech uvést. Přesto, že prostor pro zpracování nastíněné problematiky nebyl zrovna největší doufám, že vše základní i podstatné se mi zde podařilo postihnout.

10. Summary

The objective of my undergraduate work was to choose construction system of wood and elaborate the project family home for four to five telling family. I have described 5 basic design systems in the first half of my undergraduate work. For each system I have described individual elements loadcarrying part of the building, their most common use, and place, in which the building most frequently use. Already in the theoretical part, I have the most engaged i.e. frame design, which I have chosen as the structural system to my practical passages. In addition to other systems description here I also described walls assembly methods in factory halls and transport to (a) site. The second part of my undergraduate work is a practical part of it. In the introduction of this part, I described the basic information about the building and the land on which construction will be located. Since the requirement was created for a specific estate, we had to take in account additional factors, such as architectural point of view, surroundings and the establishment of construction terms soil load-bearing capacity. Pattern of enclosure wall, internal supporting walls, ceiling and roof is described in the next section. Listed here are specific materials used in the walls and ceilings and what are their functions too. Joined floor of construction is a next part. Thus, it was a staircase connecting the first and second floors and retractable ladder leading to the garret. The perimeter wall heat transfer and overhead between the second and third floor i calculate in the last part of my work. Finally, whole building heat transmission as well as calculations are in accordance with the applicable construction standards.

11. Seznam použité literatury a internetové zdroje

- VAVERKA, J. -- HAVÍŘOVÁ, Z. -- JINDRÁK, M. a kol. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 376 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.
- VAVERKA, J. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006. 648 s. ISBN 80-214-2910-0.
- NOVOTNÝ, J. *Cvičení z pozemního stavitelství pro 1. a 2. ročník : Konstrukční cvičení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních*. 1. vyd. Praha: Sobotáles, 2007. 100 s. ISBN 978-80-86817-23-1.
- KOLB, J. *Dřevostavby. Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 320 s. ISBN 978-80-247-2275-7
- KOŽELOUH, B. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5. : Navrhování detailů a nosných systémů . STEP 2*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. 401 s. ISBN 80-86769-13-5
- KAŇKA, J. *Akustika stavebních objektů*. 1. vyd. Brno: ERA, 2009. 145 s. ISBN 978-80-7366-140-3.
- NEUFERT, P. -- NEFF, L. *Dobry projekt - Správná stavba : dom - byt - zahrada*. Bratislava: Jaga, 1999. 8 s. ISBN 80-88905-28-1.
- HÁJEK, Václav. *Stavíme ze dřeva*. Vyd. 1. Praha: Sobotáles, 1997, 153 s. ISBN 80-85920-44-1.
- VAVERKA, J. -- HAVÍŘOVÁ, Z. -- JINDRÁK, M. a kol. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 376 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.
- ZAHRADNÍČEK, V. -- HORÁK, P. *Moderní dřevostavby*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007. 155 s. 21. století. ISBN 978-80-7366-109-0.
- HAVÍŘOVÁ, Z. *Dům ze dřeva*. 2. vyd. Brno: ERA, 2006. 99 s. Stavíme. ISBN 80-7366-060-1.

Elektronické odkazy:

- www.drevostavitel.cz
- www.rdrymarov.cz
- www.fermacell.cz
- www.rockwool.cz
- www.starhouse.cz
- www.google.cz

12. Seznam tabulek a obrázků

Obr. 1 Vývoj ukládání kulatiny a hranolů na sebe (Kolb J. 2011)

Obr. 2 Konstrukční části hrázděné stavby (Kolb J. 2011)

Obr. 3 Hlavní nosná konstrukce skeletové stavby

Obr. 4 Konstrukční části rámové dřevostavby

Obr. 5 Skladba obvodové nosné stěny

Obr. 6 Skladba vnitřní nosné stěny

Obr. 7 Skladba stropu v 1. NP

Obr. 8 Skladba stropu 2. NP

Obr. 9 Součinitel prostupu tepla obvodovou v souladu s normou

Obr. 10 Součinitel prostupu tepla stropem v souladu s normou

Tab. 1 Výpočet prostupu tepla obvodovou stěnou

Tab. 2 výpočet prostupu tepla stropem

13. Přílohy

Situace

Základy

Půdorys 1NP

Půdorys 2NP

Řez A

Pohled východní

Pohled jižní

Detail 1

Detail 2

Detail 3

Detail 4

Detail 5