

**Mendelova univerzita v Brně**

**Lesnická a dřevařská fakulta**

Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny

**Srubová stavba rekreačního objektu**

Diplomová práce

2015/2016

Bc. Eva Sedláčková



# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Eva Sedláčková**  
Studijní program: Stavby na bázi dřeva  
Obor: Stavby na bázi dřeva  
Název tématu: **Srubová stavba rekreačního objektu**  
Rozsah práce: 50 stran + výkresová část

Zásady pro vypracování:

1. Cílem práce je vypracovat projektovou dokumentaci pro realizaci srubové stavby rekreačního objektu, umístěného v blízkosti vodní plochy.
2. Objekt bude samostatně stojící na konkrétním pozemku, zastřešený sklonitou střechou.
3. Dispozice bude řešena v souladu s platnými hygienickými předpisy a souvisejícími normami, a v návaznosti na požadavky budoucího uživatele.
4. V práci bude řešeno osazení do terénu a možnost hlubinného zakládání na pilotách.
5. U navrhované stavby budou řešeny kritické detaily osazování oken a dveří.



Seznam odborné literatury:


1. HOUDEK, D. – KOUDELKA, O. *Srubové domy z kulatin*. 1. vyd. Brno: ERA, 2004. 161 s. Technická knihovna. ISBN 80-86517-97-7.
2. 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.
3. ŠTEFKO, J. – REINPRECHT, L. *Dřevěné stavby : konstrukce, ochrana a údržba*. 1. vyd. Bratislava: Jaga group, 2004. 196 s. ISBN 80-88905-95-8.
4. HAVÍŘOVÁ, Z. *Dům ze dřeva*. 1. vyd. Brno: ERA, 2005. 99 s. ISBN 80-7366-008-3.
5. KUKLÍK, P. – STUDNIČKA, J. *Dřevěné a kovové konstrukce : pro SPŠ stavební*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 2006. 187 s. ISBN 80-7333-047-4.
6. KOHOUT, J. – TOBEK, A. – MÜLLER, P. *Tesařství : tradice z pohledu dneška*. 8. vyd. Praha: Grada, 1996. 255 s. Stavitel. ISBN 80-7169-413-4.
7. 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.
8. KOLB, J. *Dřevostavby. Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008. 320 s. ISBN 978-80-247-2275-7.
9. STRAKA, B. – PECHALOVÁ, J. *Dřevěné konstrukce*. 4. vyd. Brno: PC-DIR, 1994. 130 s.
10. KUKLÍK, P. – KUKLÍKOVÁ, A. *Dřevěné konstrukce 10 : Příklady navrhování*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2001. 99 s. ISBN 80-01-01682-X.
11. HÁJEK, V. *Stavíme ze dřeva*. 1. vyd. Praha: Sobotáles, 1997. 153 s. ISBN 80-85920-44-1.
12. BLAŠ, H. J. – KOŽELOUH, B. a kol. *Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí : obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby : komentář k ČSN 73 1702:2007 : modifikovaný překlad vysvětlivek k německé normě DIN 1052:2004*. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. 227 s. ISBN 978-80-87093-73-3.
13. VAVERKA, J. – CHYBÍK, J. – MRLÍK, F. *Stavební fyzika : Stavební tepelná technika. 2*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2000. 420 s. ISBN 80-214-1649-1.
14. BRUMOVSKÝ, M. – RADA, O. *Dřevo v rekreačním objektu*. 1. vyd. Praha: Brázda, 1991. 198 s. ISBN 80-209-0187-6.

Datum zadání diplomové práce: listopad 2014

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2016

L. S.

  
**Bc. Eva Sedláčková**  
Autorka práce

  
**Ing. Pavla Kotásková, Ph.D.**  
Vedoucí práce

  
**doc. Ing. Petr Kupec, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu



  
**doc. Ing. Radomír Klyuč, Ph.D.**  
Děkan LDF MENDELU

Prohlašuji, že jsem práci: *Srubová stavba rekreačního objektu* zpracovala 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 vědoma, že se na mojí práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má práva 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 díla 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

.....

Eva Sedláčková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Pavla Kotáskové, Ph.D. za čas, který mi věnovala v podobě konzultací, za věcné připomínky a rady, které mi posloužily k sepsání této práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Otakarovi Koudelkovi za poskytnutí konzultace z praxe. V neposlední řadě míří mé poděkování rodičům, prarodičům a partnerovi za podporu při studiích.

Bc. Eva Sedláčková

Srubová stavba rekreačního objektu (Log house)

### **ABSTRAKT**

Diplomová práce obsahuje návrh srubové stavby. V praktické části je vypracována projektová dokumentace pro realizaci srubové stavby rekreačního typu objektu, který je umístěn v blízkosti Hamerského jezera. Návrh je vypracován tak, aby splňoval platné předpisy a související normy.

Pro příslušný samostatně stojící objekt, řešený v diplomové práci, je vybrán vhodný pozemek, na který je stavba osazena podle normy ČSN 73 4301- Vzájemné odstupy staveb. Srub je osazen do terénu (pro dřevostavbu) netradičním způsobem založení - hlubinného na železobetonových vrtaných pilotách, neboť se nachází v blízkosti vodní plochy.

Dispozice této práce je řešena v souladu s platnými hygienickými předpisy a normami v návaznosti na požadavky budoucího uživatele rekreačního objektu. U navrhované stavby jsou řešeny kritické detaily vyplývající z konstrukčního řešení a ze samotných vlastností dřeva. Důraz je kladen na detaily, kterými je zajištěna správná funkce této dřevostavby - jako například osazení okna ve srubové konstrukci či zateplení soklu.

### **Klíčová slova:**

Dispoziční návrh, srubová stavba, sedání stavby, Hamerské jezero,

## **ABSTRACT**

This thesis contains a draft of a loghouse. Project documentation is made for the realization of a loghouse recreational object type, which is located on Nera Hamerske lake. The draft is designed to follow valid regulations and related standards. For the respective separate standing building, designed in the thesis, a suitable piece of land is chosen where the building is equipped according to standards ČSN 73 4301- The distances between buildings. The loghouse is installed into the ground (for a wooden building) by an unconventional way of establishment – underground reinforced concrete bored piles, because it is located near a water area.

The disposition of this work is dealt in accordance with valid hygienic regulations and standards following requests of the future user of the recreational object. At the designed building, critical details resulting from the structural design and actual characteristics of wood are solved. Emphasis is placed on details, which ensure the proper function of a wood building – as for example, the installation of the window in loghouse construction or the insulation of the plinth.

### **Keywords:**

Layout design, cabin house, settlement construction, Hamers lake

## Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>METODIKA PRÁCE .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>PŘEHLED SOUČASNÉ PROBLEMATIKY.....</b>	<b>13</b>
4.1.	ANALÝZA DŘEVA JAKO KONSTRUKČNÍHO MATERIÁLU.....	13
4.2.	ROZVOJ DŘEVO-STAVITELSTVÍ.....	13
<b>5</b>	<b>HISTORIE SRUBOVÝCH STAVEB U NÁS.....</b>	<b>14</b>
5.1.	HISTORIE SRUBOVÉ A ROUBENÉ ZÁSTAVBY V SEVERNÍCH ČECHÁCH.....	15
5.2.	HISTORIE SRUBOVÝCH STAVEB VE SVĚTĚ.....	16
<b>6</b>	<b>ROZDĚLENÍ KONSTRUKČNÍCH SYSTÉMŮ SRUBOVÝCH STAVEB .....</b>	<b>18</b>
6.1.	NORSKÁ TECHNOLOGIE .....	18
6.2.	KANADSKÁ TECHNOLOGIE .....	18
6.3.	TECHNOLOGIE „PIECE-ON-PIECE“– „DÍL PO DÍLU“ .....	18
<b>7</b>	<b>ROZDĚLENÍ TECHNOLOGIÍ PROVÁDĚNÍ .....</b>	<b>20</b>
7.1.	ŘEMESLNÁ VÝROBA .....	20
7.2.	PRŮMYSLOVÁ VÝROBA .....	20
<b>8</b>	<b>KONSTRUKČNÍ ZÁSADY .....</b>	<b>21</b>
8.1.	VÝBĚR MATERIÁLU .....	21
8.1.1.	<i>Vlastnosti vybrané dřeviny-jedle bělokoré.....</i>	<i>21</i>
8.2.	PROPORCE, TĚSNĚNÍ OBVODOVÉ STĚNY .....	22
8.3.	PŘESAHA STŘECHY, OPLECHOVÁNÍ.....	22
8.4.	TVORBA PODÉLNÝCH DRÁŽEK.....	23
8.5.	TYPY ROHOVÝCH SPOJŮ .....	24
8.5.1.	<i>Samosvorný spoj .....</i>	<i>24</i>
8.5.2.	<i>Rybinový spoj.....</i>	<i>25</i>
8.6.	SESYCHÁNÍ DŘEVA.....	26
<b>9</b>	<b>MOŽNOSTI ZAKLÁDÁNÍ DŘEVOSTAVEB .....</b>	<b>29</b>
9.1.	POVAHA ZÁKLADOVÉ PŮDY .....	29
9.1.1.	<i>Cíle inženýrsko-geologického průzkumu .....</i>	<i>30</i>
9.2.	ÚČEL A ROZDĚLENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ.....	31
9.2.1.	<i>Rozdělení pilot podle přenosu zatížení do základové půdy:.....</i>	<i>32</i>
9.2.2.	<i>Rozdělení podle výrobního postupu:.....</i>	<i>33</i>
9.2.3.	<i>Rozdělení pilot podle materiálu:.....</i>	<i>33</i>
9.3.	RIZIKO TEPELNÉHO MOSTU V ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCI.....	34



9.4.	ZÁKLADOVÝ PRÁH- PŘEHLED.....	35
9.5.	ZALOŽENÍ TERASY PŘEHLED .....	35
<b>10</b>	<b>ŘEŠENÍ ŠIKMÉ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE .....</b>	<b>38</b>
10.1.	POŽADAVKY NA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE.....	38
10.2.	ROZDĚLENÍ KROVOVÝCH KONSTRUKCÍ PŘEHLED .....	39
10.2.1.	<i>Konstrukce krovu z příhradových vazníků .....</i>	<i>39</i>
10.2.2.	<i>Klasické krovy.....</i>	<i>39</i>
10.2.2.1.	Vaznicové soustavy .....	39
10.2.2.2.	Krokvová a Hambalková soustava.....	40
10.2.3.	<i>Štíty, přehled .....</i>	<i>41</i>
10.2.4.	<i>Střešní krytina přehled.....</i>	<i>42</i>
<b>11</b>	<b>SPOJENÍ STĚNY Z KULATINY S NESRUBOVÝMI ČÁSTMI STAVBY .....</b>	<b>43</b>
11.1.	DŘEVĚNÁ OKNA-HISTORIE, SOUČASNOST.....	43
11.2.	INSTALACE VÝPLŇOVÝCH KONSTRUKCÍ VE SRUBOVÉ STAVBĚ .....	43
11.3.	SCHODIŠTĚ PŘEHLED .....	47
<b>12</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>48</b>
12.1.	POLOHA A UMÍSTĚNÍ KONKRÉTNÍHO NÁVRHU .....	48
12.2.	POLOHA A POPIS MÍSTA STAVBY .....	48
12.3.	NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ- ARCHITEKTONICKO-DISPOZIČNÍ ČÁST .....	50
12.3.1.	<i>Inženýrské sítě, vnější a vnitřní rozvody .....</i>	<i>51</i>
12.4.	POPIS JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ.....	52
<b>13</b>	<b>ZHODNOCENÍ Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY PŘEHLED.....</b>	<b>56</b>
<b>14</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>59</b>
<b>15</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:.....</b>	<b>61</b>
15.1.	KNIHY A ODBORNÉ PUBLIKACE .....	61
15.2.	NORMY .....	62
15.3.	INTERNETOVÉ PORTÁLY .....	63

## 1 ÚVOD

Srubové stavby jsou velmi odlišné od staveb zděných, nebo i oproti klasickým rámovým dřevostavbám. Tato odlišnost je dána uložením dřevěných nosných prvků horizontálním směrem (nikoli vertikálním jako je to obvykle u skeletové konstrukce). Dřevo má schopnost měnit svoji vlhkost podle vlhkosti okolního prostředí. Vzhledem k tomu, že se ke stavbě srubových stěn používá také nevysušené dřevo, dochází k sesychání tím pádem k sedání celého srubového objektu. Jelikož je dřevo anizotropním materiálem, je toto sedání v poměru- podélný: příčný směru- 20 až 10:1. V důsledku tohoto faktu, může docházet k sesednutí srubové stavby až o okolo 6 centimetrů na jeden metr výšky za pět let. Tato proměnlivost výšky stavby s sebou nese jistá opatření, zvláště ve stavebnictví, kdy jsou všechny stavební konstrukce navrhovány a kótovány na milimetry. U srubové stavby se jedná o normální jev, proto by se mu nemělo bránit, pouze přizpůsobit. V práci jsou řešeny některé konstrukční odlišnosti, konstrukční zásady a detaily na které by měl být při stavbě srubu kladen důraz. Při řešení konstrukčních detailů bylo využito: Souboru doporučení pro výrobu řemeslných srubových staveb - Log building standards a podkladů Kanadských srubů- Bohemia.

Srubové stavby jsou ve světě historicky dochovány již od počátku společnosti. Na našem území však není srubová stavba podpořena tradicí, jelikož mnohem čtenější byl výskyt staveb roubených. Novostavba srubového objektu, by měla být osazena na pozemek v harmonii s okolní krajinou a zástavbou. Pokud je tak učiněno citlivě, může být srubem dotvořen přírodní charakter místa. Pro uživatele takového objektu je díky masivní difúzně otevřené konstrukci připraveno zdravé, kvalitní mikroklimatické prostředí.

Pokud bude majiteli požadován novodobý vzhled srubu, (jak uvádí výrobci srubových staveb), bude muset být srub pravidelně udržován. Vhodnou variantou údržby je čištění srubových stěn s následným obnovením ochranných látek. Pro správnou funkci srubového domu by měly být uživatelem zajištěny všechny dodatečné úpravy, jakými jsou například- nastavení aretačních šroubů. Když jsou tyto aspekty respektovány, může být srubovou stavbou poskytováno vhodné konstrukční i estetické řešení pro výstavbu rekreačního objektu.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je vypracovat projektovou dokumentaci pro realizaci srubové stavby rekreačního objektu, umístěného v blízkosti Hamerského jezera. Práce je rozdělena na dvě části - **teoretickou část**, v které jsou zahrnuty základní konstrukční principy srubového stavitelství. Na základě teoretických informací je vytvořena praktická část práce - **projektová dokumentace stavby** a její konkrétní umístění včetně osazení objektu na konkrétní pozemek.

Objekt má být navržen jako dvoupodlažní se sklonitou střechou. V prvním nadzemním podlaží bude konstrukce vybudována srubovým systémem z kulatiny kanadskou technologií. Druhé nadzemní podlaží bude navrženo sloupkovou rámovou konstrukcí, která bude z vnější strany zakončena obkladem z modřínových prken.

V práci bude řešeno osazení do terénu. Objekt by měl být umístěn v blízkosti vodní plochy. Z tohoto důvodu bude navrhována možnost hlubinného zakládání na pilotách včetně založení dřevěné terasy nad vodou. U navrhované stavby budou řešeny některé kritické detaily srubové stavby, které budou v práci teoreticky popsány a v projektové dokumentaci následně zpracovány.

### 3 METODIKA PRÁCE

Diplomová práce bude zpracována dle jednotlivých bodů

- Vyhledávání informací v Českých i zahraničních zdrojích
- Seznámení s problematikou srubového stavění, uplatnění znalostí z předmětu: Nauka o dřevě a z literatury
- Výběr lokality
- Navržení několika variant dispozičního řešení, na základě vhodné orientace ke světovým stranám a orientace objektu vzhledem k vodní ploše
- Výběr nejlepší varianty dispozičního řešení
- Vypracování základních výkresů v programu AutoCAD a ArchiCAD v měřítku 1:50
- Řešení konstrukčních detailů výkresů v programu AutoCAD v měřítku 1:10
- Konzultace v projektové kanceláři zabývající se srubovými stavbami
- Výpočet osazovacího otvoru pro konkrétní okno
- Respektování norem: ČSN 73 4301- Vzájemné odstupy staveb, ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí, část 1-1, ČSN EN 1997-1 (73 1000) Navrhování geo-technických konstrukcí – část1: Obecná pravidla , 3/2005.
- Závěr diplomové práce

## **4 PŘEHLED SOUČASNÉ PROBLEMATIKY**

Tato kapitola se zabývá analýzou dřeva jako konstrukčního materiálu a rozvojem dřevostaveb jako takových. Jsou zde zmíněny pozitivní vlastnosti dřeva a také předpokládaný vývoj jeho využívání.

### **4.1. ANALÝZA DŘEVA JAKO KONSTRUKČNÍHO MATERIÁLU**

Nejstaršími konstrukčními materiály, jsou materiály přírodní, tedy dřevo a kámen. Z těchto materiálů byly domy budovány až do konce 18. století. Dřevo je ceněným materiálem, pro svoje vlastnosti jakými jsou, snadná opracovatelnost, vysoká pevnost v poměru k hmotnosti a dobré izolační vlastnosti. Díky těmto konstrukčním přednostem a estetickému vzhledem je dřevo vyhledávaným materiálem dodnes. Z pohledu životního prostředí nemůže být opomenuta obnovitelnost dřeva a jeho schopnost redukce CO<sub>2</sub> v ovzduší. V porovnání s alternativními materiály roste dřevo bez potřeby dodání umělé energie. Také je minimalizováno množství odpadu, neboť je možné, aby byl dřevní odpad opětovně využit nebo jinak zhodnocen. (VAVERKA, 2008)

Mnozí lidé si myslí, že když se zvýší přírůstek dřevostaveb, přijdeme o naše lesy. Toto tvrzení není správné, protože zásoby v naší republice stále narůstají. Uplatnění dřeva na stavební konstrukce je tedy právoplatné, smysluplnější než použití na výrobu obalů či tiskovin. (RŮŽIČKA, 2014)

### **4.2. ROZVOJ DŘEVO-STAVITELSTVÍ**

V řadě evropských zemí je na dřevo jak stavební materiál (s ohledem na jeho dlouholetou tradici) kladen důraz na vývoj, zdokonalování a použití v konstrukcích dřevostaveb. (VAVERKA, 2008) Příznivý vývoj v zahraničí je také jeden z faktorů rozvoje dřevostaveb u nás. Obliba použití dřeva (včetně materiálů a prvků na jeho bázi) jako stavebně-konstrukčního materiálu neustále vzrůstá-celosvětově. V této souvislosti jsou upravovány příslušné předpisy a legislativa. V našich podmínkách je ve srovnání vývoje se světem rozvoj i obliba dřevostaveb skromnější. Důvodem je počáteční zpoždění, nedostatečná důvěra značné části společnosti a také velmi pomalý vývoj předpisů a norem. (RŮŽIČKA, 2014)

Aby mohlo být dřevo využíváno v širším záběru i v České republice, musí být prolomena představa dřevostaveb jako pouze provizorních konstrukcí, nevhodných pro několik generací po sobě. V posledních letech byl však zaznamenán nárůst zájemců o dřevostavby v celkovém objemu realizovaných staveb pro bydlení.

## 5 HISTORIE SRUBOVÝCH STAVEB U NÁS

Nejběžnějším stavebním materiálem na českých a moravských lidových stavbách bylo dřevo, z jednoduchého důvodu. Lesy byla pokryta značná část našeho území, surovina byla relativně snadno vytěžitelná a opracovatelná. (VAVERKA, 2008)

Materiálovým vývojem ve stavebnictví byl zaznamenán posun od měkkých hořlavých materiálů (dřeva, hlíny) k tvrdším protipožárně odolnějším materiálům (kámen, zdivo z pálených cihel). Nevýhodou protipožárně odolnějších materiálů je takzvaný studený charakter materiálů. Proto mohly být stavební materiály používány až s vyspělejším způsobem vytápění. Tento přechod byl zapříčiněn snahou napodobovat vzory slohové architektury, a také zákazem užívání spalných materiálů v některých konstrukčních případech. (HOUDEK, 2013)

Díky své dobré opracovatelnosti, a tvarovatelnosti, bylo dřevo jako konstrukční materiál uplatňováno prakticky ve všech lidských historických obdobích. Dřevem byly a jsou vytvářena obydlí, kterými jsou v lidech vzbuzovány pocity pohody a mocného estetického zážitku. (ŠTEFKO, 2009)

Nejstaršími srubovými stavbami na našem území byly stavby z „kuláčů“ bez nárožní vazby, jejichž konce se na nárožích dotýkaly a na vnitřní a vnější straně byly zpevněny kolmými kůly. Podle studia lidové architektury byla tato konstrukce používána i před 9 stoletím. Později byly v kulatině pro lepší soudržnost stěny vytvářeny drážky, které lze vidět na *obrázku 1*. Mezi vodorovnými prvky vznikaly spáry, které byly utěsněny také materiály přírodního charakteru. Od 9. století bylo na našem území hojně využíváno roubení. (FROLEC, 2012)

Roubené stavby byly stavěny na našem území oproti srubům mnohem častěji. Roubením je nazývána základní tradiční dřevěná konstrukce stěn domů i některých hospodářských staveb. Konstrukčně je roubení sestavováno z vodorovně vrstvených trámů, které byly v nároží zajištěny tesařskými spoji. Nejjednodušším takovým spojem byl pouhý přesah zhlaví (nárožní konec), který nemusel být ani opracován. Mezi

jednotlivými kládami tak vznikala mezera o výšce dřeva. Zafixování takového rohu bylo zabezpečeno svislými zaraženými kůly, které zamezovaly vybočení prvků z vazby. (ŠKABRADA , 1999)



*Obrázek 1 Rohový spoj-dřívější způsob (TUSZYNSKI, 2009)*

## **5.1. HISTORIE SRUBOVÉ A ROUBENÉ ZÁSTAVBY V SEVERNÍCH ČECHÁCH**

V této kapitole bude stručně sepsána historie stavitelství v Severních Čechách, neboť na tomto území je srubová stavba navržena. Z literárních zdrojů bylo zjišťováno, jaké stavby se dříve stavěly na tomto území, a zda má srub v této části svojí tradici a místo.

V Severních Čechách byl základní typ domu od 17. století roubený, s patrovým uspořádáním, s výjimkou Krkonoš a Jizerských hor. Dispoziční situace těchto domků, bývala komorového a chlévního typu. Tento typ má střední vstupní síň, na kterou navazuje přední světnice, kterou se vstupovalo do chléva. Významným znakem historických domů Severních Čech jsou pod-stávky a pavlače. Pod-stávka je zachycena na *obrázku 2*. jedná se o významný konstrukční prvek při vynášení patra. Jedná se vlastně o sloupovou konstrukci stojící před stěnami přízemí, na kterou jsou usazeny

stěny roubeného patra. Naproti tomu pavlač je předsazená konstrukce před nosnou konstrukci sloužící ke komunikaci. (ŠKABRADA, 1999)



*Obrázek 2 Ukázka pod-stávkového domu (LANGER,2015)*

Později byla konstrukce patra hrázděná. Hrázdění je konstrukční systém, ve kterém byla dřevěná trámová kostra, vyplněna cihlami, maltou, nebo slabými trámky. Tento typ byl méně náročný na spotřebu stavebního materiálu- dřeva. Dalším typem domu, se kterým se bylo možno se v daném regionu setkat, byl dům v přízemí podezděný a v prvním patře hrázděný. Tato stavební úprava byla nadstavbou, proto se s ní lze setkat až u novějších objektů té doby. Mnohdy byla zděná kuchyňská linka v chlívni části domu. Vytápěný prostor jako obytná světnice přetrvávala u roubeného domu nejdéle. (ŠKABRADA, 1999)

## **5.2. HISTORIE SRUBOVÝCH STAVEB VE SVĚTĚ**

Srubové stavby mají velkou tradici, jejíž kořeny zasahují daleko do minulosti. Tímto konstrukčním způsobem byla ovlivněna dřívější evropská architektura dřevěných staveb a je široce rozšířený. V Rusku a Skandinávii je srubovými stavbami určován tradiční obraz prostředí. Nebyly proto srubovou technologií stavěny jen obytné domy, ale také paláce, věže a kostely. (KOLB, 2011)

Kořeny výstavby srubových domů pochází ze Skandinávie a východní Evropy. Jejich původ není zcela znám, ale první zmínky jsou v severní Evropě od doby



bronzové- tj. 3500 před naším letopočtem. Domy jsou popisovány jako stohované kmeny stromů, křížící se v rozích. Součástí tehdejšího postupu bylo propletení a vrubování v rozích. Na *obrázku 3* lze vidět historickou rohovou vazbu srubového domu. Již tehdy bylo zjištěno, že když se utěsní horizontální mezery mechem nebo slámou, bude stavba stabilnější a lépe zaizolována, vnitřní strana konstrukce byla pokryta zvířecí kůží. (WESLAGER, 1969)



*Obrázek 3 Replika srubového domu z Pensylvanie (KRIST,2010)*

Středověký srub byl považován za movitý majetek, který měl řadu výhod. Dům bylo možné jednoduše rozebrat převést do potřebného místa, a znovu postavit. V Norském muzeu ve městě Trondheim je poukazováno na čtrnáct různých tradičních profilů, z kterých se dříve srubové stavby stavěly.

První srubové stavby byly logicky stavěny v místech, kde bylo nejvíce vhodného stavebního materiálu k jejich výstavbě, a to kulatiny. Jako první z oblastí to byla Skandinávie, kde jsou snadno dostupné vysoké převážně smrkové kmeny. V té době byl srub za pomoci vhodných nástrojů postaven jednou rodinou v řádech několika dní. Bylo to díky tomu, že dřevo jakožto stavební materiál nevyžaduje speciální podmínky, u kterých by se čekalo na vhodné počasí, nebo až zatvrdne malta či se uskuteční chemická reakce. Lidem byl dán k dispozici hotový přírodní materiál, z kterého mohlo být stavební dílo ihned vytvořeno. Tyto sruby byly postaveny bez použití hřebíků. Jejich stabilita je zapříčiněna stohováním kuláčů, s několika spojovacími klouby pro zpevnění. (CHAMBER, 2009)

## **6 ROZDĚLENÍ KONSTRUKČNÍCH SYSTÉMŮ SRUBOVÝCH STAVEB**

Otázka rozdělení konstrukčních systému srubových staveb je složitá, protože dělení může být z každého pohledu různé. V literatuře se uvádí systém z horizontálně či vertikálně uložených klád, nebo i další dělení podle utěsnění podélné drážky či rohové vazby. V diplomové práci byla problematika rozdělení systémů z hlediska konstrukčního orientačně rozdělena na norskou technologii, kanadskou technologii a „technologii Piece-on-Piece“– „díl po dílu“.

### **6.1. NORSKÁ TECHNOLOGIE**

Na srubech, které byly vystavěny Norskou technologií lze pozorovat, že klády jsou opracovány prizmováním. Povrch klád je rovný jak u vnitřních tak u vnějších stěn. Při vysychání a následném sedání dřeva jsou díky vlastní váze prvky do sebe spojeny a zaklíněny. Norský spoj je také nazýván tzv. „sekerový“ protože je ručně vyhotoven sekerou. Zamezení vybočení těchto stěn je zajištěno pomocí zasazení dřevěného kolíku (ze stejného materiálu jako nosné prvky stěny). Po stavbě srubu následuje 7-8 měsíční přestávka kdy dojde k sedání srubových stěn. Po uplynuté době jsou zaměřeny dveře a okna na míru. (STAVBY SRUBU, 2016)

### **6.2. KANADSKÁ TECHNOLOGIE**

Při použití kanadské technologie jsou srubové stěny z odkorněné kulatiny použity jako hlavní stavební prvek. Při stavbě srubu tímto způsobem je požadována velká řemeslná zručnost a přesnost zpracování. Podélné drážky pro spojení dvou horizontálních prvků jsou neviditelné díky srubařskému kružítku, kterým jsou orýsovány podélné drážky, které jsou přesně nad sebou, přestože je každá kláda rozličného tvaru. Rohy vodorovně uložených klád, je zpravidla přesahován rozměr půdorysu domu. Rohové spoje jsou provedeny sedlovými spoji bez použití spojovacích prostředků. Tento typ je nejrozšířenější na severu Evropy také v USA a samozřejmě v Kanadě kde je jejich výstavba založena na staleté tradici. (HÁJEK, 1997)

### **6.3. TECHNOLOGIE „PIECE-ON-PIECE“– „DÍL PO DÍLU“**

Tento druh stavění může být zařazen jak do kategorie staveb srubových, tak do kategorie staveb rámových, se srubovou výplní. Rozdílné od klasických srubových konstrukcí jsou například rohové spoje, které vytváří vertikální sloupy, do kterých jsou

zapuštěny horizontální stěnové prvky. Tato konstrukční odlišnost je patrna z *obrázku 4*. Toto konstrukční řešení vybízí k tvorbě jakkoliv dlouhých stěn s velkou variabilitou architektonických tvarů půdorysu. Tyto půdorysy mohou být nepravidelné s různými výklenky. Výhodou této technologie je malé sedání stavby díky provázání svislými sloupy, protože dřevo ve směru vláken nepodléhá takovým rozměrovým změnám. Touto technologií je zajištěna velká část prefabrikace a jednodušší osazení výplňových otvorů (mohou být osazeny přímo ve výrobě). (HOUDEK, 2011)



*Obrázek 4 Objekt technologie „Piece-on-Piece“– (HOUDEK, 2011)*

## **7 ROZDĚLENÍ TECHNOLOGIÍ PROVÁDĚNÍ**

V této kapitole bude rozdělena technologie podle provádění na řemeslnou a průmyslovou výrobu. Řemeslná výroba, není jen záležitostí minulosti. I v dnešní době jsou investoři, kteří chtějí, aby jejich srubová stavba byla vystavěna řemeslně. Touto technologií je umocňován přírodní charakter stavby.

### **7.1. ŘEMESLNÁ VÝROBA**

Tento výrobní postup je postaven na vysokém podílu ruční práce. Kmenům je zachován přírodní tvar, nejsou nijak opracovány ani frézovány, pouze ručně odkorněny. Posléze je třeba vyrobít podélnou drážku. Proto jsou jednotlivé kusy zkresleny- kláda po kládě pomocí speciálního srubařského kružítko a nakonec ručně vyřezávány. Tímto postupem lze na sebe vodorovné kusy profilovat. Vytvořená drážka může a nemusí být tmelena. Výhodou této výroby je estetický dojem stavby, přírodní a řemeslný charakter. Další výhodou je také to že mohou být použity i větší průměry, kterým by obráběcí centra nemusela stačit. Čím větší průměr kulatiny, tím je zpravidla dosaženo lepších tepelně-technických a protipožárních vlastností srubů. Nevýhodou řemeslné výroby je logicky nižší produktivita práce na jednoho pracovníka. (HOUDEK, 2013)

### **7.2. PRŮMYSLOVÁ VÝROBA**

Průmyslový způsob je uplatňován s ohledem na maximální využití strojního výrobního zařízení pro výrobu srubů. Opracované dílce jsou vyráběny podle kusovníků, dílce jsou označovány pro usnadnění následné montáže na pracovišti. Jednotlivé dílce srubové stěny mohou mít různé profilování vzhledem k úsudku výrobce. Vodorovné spojení klád ve srubové stěně, je často tvořeno systémem pero-drážka (také zdvojeným či ztrojeným). Spojení natupo není doporučováno z možné nedostatečné provázanosti prvků. Výhodou průmyslové výroby je jednoduchost napojení jednotlivých prvků na stavbě díky strojové, tvarové přesnosti. V případě použití vysušeného řeziva je srub časem relativně málo rozměrově dotvarován. S průmyslovou výrobou může být zvýšena produktivita práce. Nevýhodou této technologie jsou vyšší pořizovací náklady strojního vybavení či výrobní haly. Mezi nevýhody lze také zařadit méně přírodní vzhled a menší použité dimenze strojně opracovaného dřeva. (HOUDEK, 2013)

## **8 KONSTRUKČNÍ ZÁSADY**

U srubových staveb by se měl brát velký zřetel na dodržení jistých konstrukčních zásad. Tato „omezení“ jsou díky materiálové charakteristice konstrukce, která je z materiálu přírodního, bioticky poškoditelného. Použití nevhodných detailů může mít za následek zatékání vody, které pak vede zpravidla k poškození stavby.

### **8.1. VÝBĚR MATERIÁLU**

Při výběru materiálu na srubový dům je rozhodující jak druh dřeviny, tak například místo a roční období těžby kulatiny. Vybírány jsou kmeny s rovnými vlákny nebo pravotočivé (točivost menší než 1:10). Kmeny by neměly být poškozené z kalamitní těžby, nebo napadené hnilobou. Pro stavbu srubových staveb jsou vybírány stromy rostoucí v nadmořských výškách nad 500 metrů uvnitř porostu, nikoliv osamocení soliteři. Je to proto, že tito jedinci bývají vystaveni vyšší zátěži povětrnostních podmínek, které mohou být po zpracování znatelné na anatomii dřeva. Jednotlivé aspekty při výběru vhodných kusů kulatiny měly být posouzeny pouze odborníky s praxí, kteří jsou schopni určit kvalitu dřeva. (SRUBY BOHEMIA, 2010)

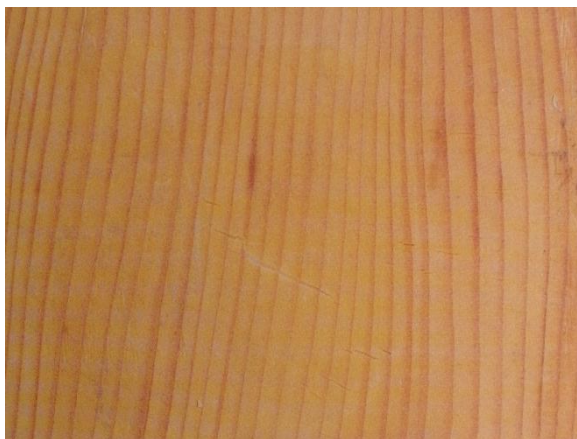
Nejpoužívanějším materiálem je smrková kulatina, je však možné použít i modřín jedli a borovici. Kulatina by měla být vybírána s velkou pečlivostí a vytěžena v zimním období. Po těžbě by měla být ihned odkorněna a impregnována proti škůdcům a plísním. Průměry použité kulatiny mohou být různé, ale musí být brán zřetel na konečné tepelně-technické vlastnosti domu. Proto je minimální průměr klád k výrobě srubových stěn 200 milimetrů a doporučovaný průměr kuláčů okolo 300 milimetrů. (SRUBY BOHEMIA, 2010)

V konkrétním projektu byla použita kulatina dimenze 350 milimetru z jedle bělokoré, opracované strojní technologií.

#### **8.1.1. VLASTNOSTI VYBRANÉ DŘEVINY-JEDLE BĚLOKORÉ**

Jedle bělokorá je strom velkých rozměrů s průběžným, obvykle přímým kmenem. Jedlové dřevo je bez jádra a pryskyřičných kanálků. Jedle bělokorá má poměrně málo sesychavé dřevo: radiálně 1,9% tangenciálně 2,4%, podélně 0,086-0,12%. V příčném průřezu jsou dřeňové paprsky. Úplným nasátím vody dochází ke zvýšení objemu o 3,6-7% a ke zvýšení hmotnosti o 83-123% . V suchém stavu má

tato dřevina hustotu 480 kg/m<sup>3</sup>. Dřevo borovice je velmi pružné, ohebné, dlouhověké. Barva je nažloutlá, (obrázek 5) pokud je však vystavena působení světla a vzduchu, jako v případě srubové stavby, může časem zežednout. Dřevo použité do exteriéru by mělo být opatřeno patřičnou povrchovou úpravou. (NĚMEČEK, 2005)



Obrázek 5 Řez transversální (příčný) jedle bělokoré (NĚMEČEK, 2005)

**Dalšími důležitými konstrukčními zásadami jsou:**

### **8.2. PROPORCE, TĚSNĚNÍ OBVODOVÉ STĚNY**

Správný návrh, realizace a údržba konstrukčních částí je nezbytná pro dlouhou životnost každé stavby. U srubových staveb se jedná o přírodní materiál, proto je tato problematika o to náročnější. Při návrhu obvodové konstrukce je třeba splnit požadavky na součinitel prostupu tepla, ale také požadavek na vnitřní povrchovou teplotu a možnou kondenzaci v konstrukci. Masivní dřevo má vynikající tepelně izolační vlastnosti. Pokud jsou spáry nebo rohy srubu špatně utěsněny, je tím výrazně snižován tepelný komfort bydlení. (SRUBY PACÁK, 2011)

V diplomové práci byly pro utěsnění spár zvoleny izolační pásy z ovčí vlny. Tyto pásy jsou dodávány v různých šířkách a dokonale vyplní a utěsní prostor a také se přizpůsobují změnám tvaru sesychajícího dřeva.

### **8.3. PŘESAHI STŘECHY, OPLECHOVÁNÍ**

Srubová stěna by měla být dostatečně chráněna před působením vody a ultrafialového záření. Platí zde pravidlo, čím větší přesah, tím větší ochrana příslušné stěny (dodržovat hlavně ve štítech). V česku má historii použití stříšky v úrovni stropní

konstrukce takzvané pod-lomenice. Toto řešení pomáhá konstrukčně chránit stavbu, proto je do diplomové práce použito.

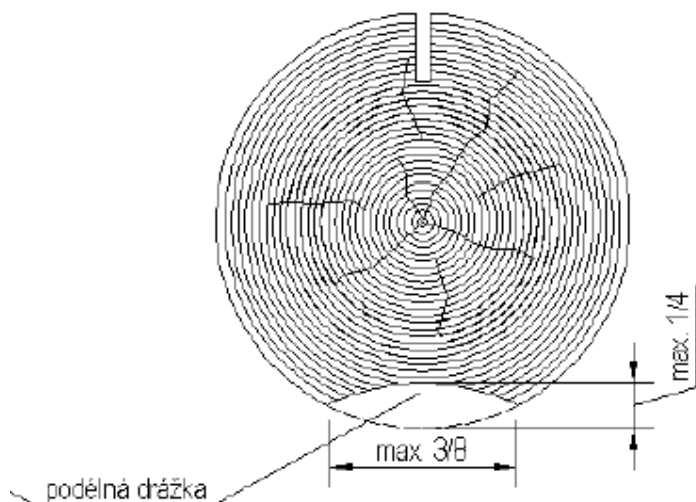
### **Správně navržené oplechování**

Oplechování by mělo být správně navrženo již pod prahovou kládou. Hlavním účelem oplechování je zabránění proniknutí vody do konstrukce. Oplechování je také třeba navrhnout okolo komína a ventilačních průduchů, které prochází střechou. Touto úpravou musí být dovoleno sedání střechy, ta totiž může sednout až o několik centimetrů, zato zděný či kamenný komín si zachová svoji původní výšku. Všechny spoje by měly být co nejtěsnější, aby zamezovaly přístupu nežádoucích látek a nedocházelo k únikům tepla.

### **8.4. TVORBA PODÉLNÝCH DRÁŽEK**

Horizontální spojení mezi dvěma vertikálně sousedícími kládami zajišťují podélné drážky. Klády, které oddělují vytápěný prostor od nevytápěného, jsou opatřeny kontinuální drážkou, která je obkreslena pomocí srubařského kružítko. Tato drážka by měla mít průběh na celé délce klády, i mezi rohovými a výplňovými otvory. Tyto otvory jsou na míru přesné, proto není třeba je dále tmelit. Mohou však mít po okrajích ochranou pásku a uvnitř mohou být vyplněny stlačitelným izolačním materiálem. Tvar této drážky může být oblý, do tvaru V, nebo W. Minimální šířka podélní drážky by měla být 63 mm. Hloubka podélné drážky nesmí překračovat čtvrtinu průměru klády. V případě srubové stavby z mokrých klád (tzn. jejich vlhkost překračuje hranici 19%), musí být na každé straně klád proveden uvolňovací zářez. Díky tomuto zářezu je zajištěna kontrolovaná tvorba výsušných trhlin. Tyto zářezy mají své konstrukční zásady.

V případě diplomové práce byla zvolena podélná drážka ve tvaru půlměsíce. V případě průměru kulatiny 350mm, po vynásobení hodnotou 0,25 je výška této drážky zaokrouhlena na 80mm. Těsnícím materiálem byla zvolena ovčí vlna. Šířka podélné drážky je stanovena součinem  $350 \times 0,375$  tedy vychází na 120 milimetrů. Tato konstrukční doporučení jsou na *obrázku 6*. V případě diplomové práce byly uvažovány suché klády, kde již výsušné trhliny vznikly přirozeně, proto u nich není nutné provádět uvolňovací zářezy. (SRUBY BOHEMIA, 2010)



Obrázek 6 Ukázka kulatiny s podélnou drážkou (SOUKUP,2010)

### Podélné nastavování klád

Protože stromy, z nichž se získává kulatina, jsou omezené délky, která je mnohdy kratší než délka stěny, je tedy nutné, aby bylo vytvořeno podélné nastavení klád. Tato úprava může být zajištěna například přeplátováním, musí však být zaručena konstrukční a statická pevnost spoje. Přeplátování by mělo být pohledově zakryto včetně spojovacího kování (pokud je ho ve spoji zapotřebí). Nastavované klády lze vzájemně spojit pomocí šroubů nebo svorníků zajišťující statiku stěny jako celku. Dokončená stěna by tedy měla působit jako jeden kontinuální prvek.

## 8.5. TYPY ROHOVÝCH SPOJŮ

### 8.5.1. SAMOSVORNÝ SPOJ

Rohové spoje s přesahem, jsou dominantou a typickým znakem pro sruby z kulatiny. Tyto spoje by měly být samo-odvodňovací a zamezovat infiltraci vody a vzduchu. Když se z kulatého průřezu klády v místě spojení vyrobí klín, jedná se o takzvaný samosvorný rohový spoj. Sedla musí bezpečně vzdorovat všem zatížením. Sesychání by mělo být umožňováno všemi typy spojů. Rohový spoj by měl být zhotoven tak, aby se hrana sedla při křížení klád nedotýkala v žádném místě dřeva, naopak vnitřní plocha rohového sedla by měla být ve vzdálenosti od rovné hrany minimálně 15-35 mm. Spoj, ve kterém vrchní kláda kříží kládu pod ní, (obrázek 7) by se



měl dotýkat po okraji obkresleného srubařským kružítkem. Prostor uvnitř těchto spojů je třeba utěsnit izolačním materiálem. (SRUBY BOHEMIA, 2010)



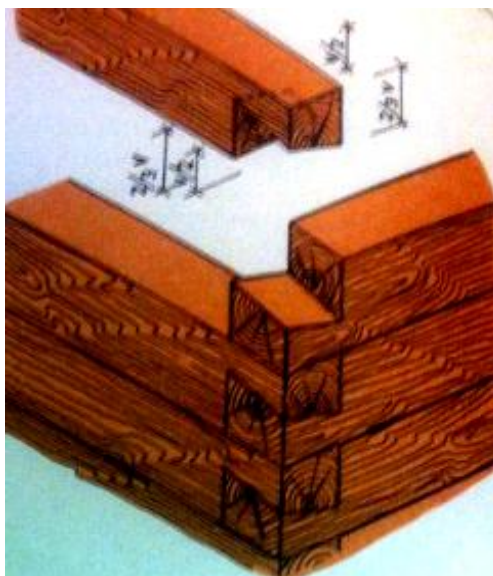
*Obrázek 7 Spoj nehraněného srubu, ložné spáry s výřezem do tvaru „U“ (ŠTEFKO, 2009)*

### **8.5.2. RYBINOVÝ SPOJ**

Rybinový spoj lze zařadit do takzvaných slepých rohových spojů, protože kláda kontinuálně nepřekračuje osu a uvnitř je buď zcela zakončena, nebo délkově nastavena (*Obrázek 8.*)

Rybinovým spojem je nazýván rohový spoj, který je v jedné rovině pomocí lichoběžníkového (rybinového) plátu zapuštěného do vybrané plochy druhého trámu. Název je odvozen od tvaru připomínající rybí ocas. Tento spoj byl rozšířen převážně u roubených staveb od pozdního středověku (doloženo ze 14. Století). (FROLEC, 2012)

Aby bylo roubení řádně stabilní i bez přídavných prvků bylo vymyšleno tvarování konců tak, aby trámy nemohly být pozdějším tlakem vysunuty. Nejjednodušší úpravou je částečné vyžlabení spodního prvku v místě vazby, do které nasedne horní prvek opět vyžlaben do čtvrtiny tloušťky průřezu. Díky oboustrannému vyžlabení a vzájemnému dosednutí není mezera patrná. (HÁJEK, 1997)



Obrázek 8 Vazba rohu úplným překlátováním rybinou (HÁJEK, 1997)

## 8.6. SESYCHÁNÍ DŘEVA

Přestože je navrhovaný srubový dům z kulatiny uvažován ze stavby vzduchoduchých klád, je zde rozebrána problematika sesychání dřeva. Dřevo je považováno za navlhavý, hydroskopický materiál, který je schopen měnit svoji vlhkost podle vlhkosti okolního prostředí. Stav kdy je vlhkost ustálena při daných podmínkách je nazývána rovnovážnou vlhkostí dřeva.

Sesycháním je definován proces, při kterém se zmenšují lineární rozměry, plocha nebo objem důsledkem ztráty vody ve dřevě vázané. (HORÁČEK, 2009)

Sesychání může být vyjádřeno vztahem:

$$\beta_i = \frac{a_{iw_2} - a_{iw_1}}{a_{iw_1}} \cdot 100 = \frac{da_{iw}}{a_{iw_1}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1.1)$$

a-rozměry vzorku, plocha nebo objem vzorku

i-index udávající směr, plochu, nebo objem

w<sub>1</sub>- vlhkost před sesychání

w<sub>2</sub>- vlhkost po sesychání

Tabulka 1 Koeficienty sesychání a bobtnání (HORÁČEK, 2009)

Druh dřeva	koeficient sesychání $\beta$ a bobtnání $\alpha$ (% 1% w)					
	objemového		radiálního		tangenciálního	
	k $\beta$	K $\alpha$	k $\beta$	K $\alpha$	k $\beta$	K $\alpha$
modřín	0,52	0,61	0,19	0,2	0,35	0,39
borovice	0,44	0,51	0,17	0,18	0,28	0,31
smrk	0,43	0,5	0,16	0,17	0,28	0,31
bříza	0,54	0,64	0,26	0,28	0,31	0,34
buk	0,47	0,55	0,17	0,18	0,32	0,35
jasan	0,45	0,52	0,18	0,19	0,28	0,31
dub	0,43	0,5	0,18	0,19	0,27	0,29
osika	0,41	0,47	0,14	0,15	0,28	0,3

Průměrné hodnoty sesychání v jednotlivých anatomických směrech jsou:

Příčný směr, tangenciální: příčný směr, radiální: podélný směr = 20: 10: 1. Jedle, která byla zvolena pro návrh srubové konstrukce má podobné koeficienty sesychání  $\beta$  jako smrk v tabulce 1. (HORÁČEK, 2009)

Tento koeficient sesychání může být vypočten. Tento výpočet se řídí podobnými zákonitostmi jako bobtnání - koeficient sesychání  $K_{\beta_i}$  – vyjadřuje změnu rozměru (v %) při změně vlhkosti dřeva o 1 %

$$K_{\beta_i} = \frac{\beta_i}{w_2 - w_1} = \frac{\beta_i}{dw} \quad [-] \quad (1.2)$$

$K_{\beta_i}$ - koeficient sesychání

$\beta_i$ - diferenciální sesychání

$w_1$ - vlhkost před sesychání

$w_2$ - vlhkost po sesychání

Jedle je zařazena mezi dřeva středně sesychavá s koeficientem  $K= 0,4-0,47$ - BO, SM, **JD**, DB, JM, JS, JV, OR, JR (HORÁČEK, 2009)

Masivní dřevostavby podléhají sesychání, v jehož důsledku lze pozorovat sesedání stavby. Předpokládanému sedání srubové stavby se uzpůsobují již v projektu

konstrukční detaily, aby byl brán ohled na budoucí rozměrové změny srubu z kulatiny. Maximální hodnota sesednutí je odhadována na 6 centimetrů na 1 metr výšky srubové stěny. Největší sedání se projevuje během prvních 2 let. Hlavním problémem a námětem na konstrukční detaily jsou styky srubové stěny s prvky, které nesedají- jako jsou například okna, dveře, cihelná zeď. Nad okny je ponechána dilatační mezera na sedání, která je vyplněna stlačitelnou izolací. Sloupy jsou umístěny na rektifikační patky, jejichž výšku je možné podle potřeby sedání stavby snižovat. (DŘEVOSTAVITEL, 2013)

## 9 MOŽNOSTI ZAKLÁDÁNÍ DŘEVOSTAVEB

Založení stavby nepatří k nejvýznamnějším zájmům investora, architekta či projektanta. Jedná-li se o malou stavbu rodinného typu, není potřeba, aby byla základům přikládána zvláštní pozornost. Základy jsou často považovány jako nutné zlo stojící nemalé peníze. (RŮŽIČKA, 2014)

V tomto konkrétním případě se však jedná o nestandardní základové podmínky díky neúnosné písčité zemině na břehu jezera. Proto by klasický typ založení- základové pasy se základovou deskou, nemusel vyhovět.

Požadavky na základové konstrukce srubové stavby nejsou odlišné od požadavků na klasické zděné stavby. Jednou z předností dřeva je nižší hmotnost, a z toho plynoucí nižší stálé zatížení, oproti například zmiňované zděné stavbě. Vhodným konstrukčním opatřením je vybetonovat podezdívku domu, která je zvenku obložena pohledovým obkladem. Základová konstrukce je zakončena podkladním betonem, což je hrubá podlaha, na kterou jsou umísťovány další vrstvy. Z důvodu možné vzlínivosti vody z betonu do dřeva, musí být základová spára utěsněna a izolována proti vzlínání vlhkosti. Konkrétní založení této srubové stavby je v projektové dokumentaci zobrazeno výkresem základů a konstrukčním detailem soklu.

Srubové stavby musí také vyhovovat stavebním předpisům a inženýrskému provedení. Základy srubové stavby musí být přenášeno zatížení vzhledem k vlastní hmotnosti stavby a s ohledem na charakter zeminy (viz. Kapitola 10.1.1). Důležitým aspektem je spojení budovy se zemí (konstrukce musí být schopna odolat posuvům a dalším účinkům zatížení. (TURČEK, 2005)

### 9.1. POVAHA ZÁKLADOVÉ PŮDY

V předmětu zadání diplomové práce, nebyl součástí geologický ani hydrogeologický průzkum, hloubka únosné zeminy proto byla odhadnuta na 4-4,5m. Z polohy pozemku, který sousedí s jezerem, a na základě průzkumu geologického stavu okolních pozemků lze očekávat, že zemina bude nesoudržná, zvodnělá (pod hladinou podzemní vody), jemnozrná, písčitá se zrnitostí okolo 2,0 milimetrů, s pórovitostí 25-36%. Rozhodujícím faktorem je také hladina podzemní vody, která se v tomto případě přibližně rovná výšce hladiny jezera. Pokud je touto hladinou překročena výška

základové spáry, pak je třeba zvolit vhodné zakládání a odvodnění stavební jámy. (FRANKOVSKÁ, TURČEK 2011)

Z důvodu umístění pozemku na pomezí vody a zeminy je třeba věnovat vyšší pozornost vlastnostem a charakterizaci půdy, na kterou bude stavba založena. Tato část bude rozebrána v diplomové práci alespoň teoreticky. Zjišťování vlastností základové půdy, má v porovnání s průzkumem vlastností klasických stavebních materiálů řadu úskalí. U základové půdy je určování jejich vlastností obtížnější a bývá tak slabým článkem stavby. Podložím může být ovlivněna bezpečnost a ekonomika celého díla. Proto je nutné provést průzkum základové půdy. (TURČEK, 2005)

### 9.1.1. CÍLE INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

Hlavním cílem inženýrsko-geologického průzkumu je, aby byla prozkoumána skladba zemin v podzákladí v podobě odebrání vzorků a vrtů k přesnému určení hloubky únosné zeminy podloží. Důležitými veličinami při výzkumu základové půdy jsou: zrnitost, pórovitost a vlhkost. Tyto průměrné hodnoty jsou stanoveny- *Tabulkou 2,3,4* a rozděleny na příslušné druhy zemin: písek, štěrk, kámen.

*Tabulka 2 Klasifikace zeminy podle zrnitosti je podle ČSN 72 1001*

<b>DRUH ZEMINY</b>	<b>ZRNITOST (%)</b>
jemnozrné zeminy	zrnitost < 0,002 mm
písky zrnitost	< 2,0 mm
štěrky zrnitost	< 60,0 mm
kamenité zrnitost	< 200,0 mm

*Tabulka 3 Klasifikace hodnoty pórovitosti podle ČSN 72 1001*

<b>DRUH ZEMINY</b>	<b>PÓROVITOST (%)</b>
písek	25 - 36
jílovité zeminy	40 - 48
Jíl	45 - 55
bentonit	až 70

Tabulka 4 *Klasifikace hodnot vlhkosti podle ČSN 72 1001*

<b>DRUH ZEMINY</b>	<b>VLHKOST (%)</b>
písek	10 - 24
jílovité zeminy	24 - 35
Jíl	35 - 50
bentonit	až 80

Na vzorcích budou provedeny kontrolní zkoušky, jejichž rozsah je stanoven ve smlouvě o dílo. Místo a charakter zkoušky bude odsouhlasen stavebním dozorem. Jejich výsledkem musí být charakterizováno konkrétním místo základů stavby, včetně jeho slabých úseků.

Prozatím byla kvalifikovaným odhadem v místě srubové stavby do hloubky 4 až 4,5 metrů uvažována nesoudržná zemina. Ta je stanovena mírou zhutnění nesoudržných pískových a šterkopískových zemin. Podle ČSN 72 1018 je udávána maximální a minimální relativní hutnost zeminy. Podle klasifikace vzorků je stanovena únosnost zeminy v dané hloubce. Tento údaj je při návrhu pilot velmi potřebný. (KOUTNÝ, 2013)

## **9.2. ÚČEL A ROZDĚLENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ**

Základové konstrukce mají za úkol přenos veškerého stálého i nahodilého zatížení stěnami a sloupy do základové půdy tak, aby stavební konstrukce nebyla porušena staticky ani esteticky.

Možností, jak mohou být dřevostavby založeny je mnoho. V důsledku požadavků na konstrukční ochranu dřeva musejí být dodrženy základní parametry:

- a.) Výška základové desky by měla být minimálně 300 milimetrů od upraveného terénu, aby bylo dřevo ochráněno od vlivu vztlínání vlhkosti z jiného materiálu.
- b.) Rovinnost desky by měla být do 15 mm. Rozdíl mezi dvěma naměřenými body na ploše desky by neměl překročit 15 mm ve vertikálním směru.
- c.) Rozměrová nepřesnost desky. Rozdíl úhlopříček by neměl překročit 30 mm

- d.) Umístění hydro-izolace pod 150 mm vrstvu železobetonové desky. Toto opatření je kvůli ochraně folie aby například při kotvení stěny k základovému prahu nedošlo k jejímu porušení. (ČSN EN 1995-1-1, ČSN EN 335-1,2)

### **Rozdělení základů podle hloubky:**

- a.) Plošné zakládání:

základové patky, základové pásy, základové rošty a základové desky.

- b.) Hlubinné zakládání:

základové piloty - samostatné nebo sdružené, vetknuté, opřené nebo plovoucí, hlubinné základy dále zahrnují zakládací studně, kesony a další speciální typy. (TURČEK, 2005)

Pilota je nejrozšířenějším druhem hlubinného zakládání a je charakterizována jako stavební prutový, základový prvek. Tímto prvkem jsou přenášena zatížení ze stavby na hlubší základovou půdu, kde lze počítat s únosnější zeminou. Účelem pilot je omezit sedání stavby. S pilotovým založením se lze setkat převážně u:

-Staveb mostních

-Staveb vodních či bezprostředně u vody, jako je tento konkrétní návrh stavby srubového rekreačního objektu. (KOUTNÝ, 2013)

Poměr délky piloty k jejímu příčnému rozměru je u maloprůměrových pilot min. 5:1, u velkopřůměrových pilot je to 3:1, avšak minimální délka piloty je 2,0 m a jejich příčný průřez může být kruhový, hranatý nebo členitý. (ČSN 73 1002) Osová vzdálenost pilot je stanovena s ohledem na statické působení a technologii provádění. Správným návrhem pilotového zakládání může být také omezena velikost sedání stavby. Piloty jsou také vhodné pro aplikaci do základové půdy, která je ohrožena podemletím. Nebezpečí podemletí u pozemku, sousedícího s vodní plochou by mělo být zohledněno.

#### **9.2.1. ROZDĚLENÍ PILOT PODLE PŘENOSU ZATÍŽENÍ DO ZÁKLADOVÉ PŮDY:**

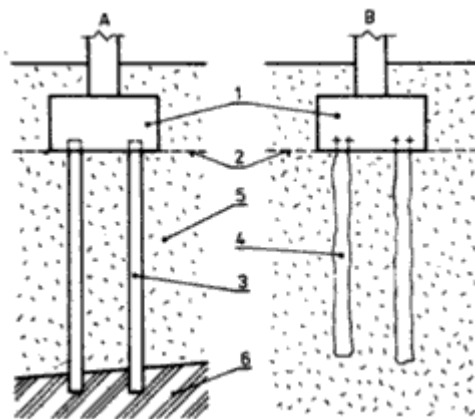
- a.) Piloty tlakové – působí jako opřené, vetknuté nebo plovoucí. Rozdíl mezi vetknutými a plovoucími pilotami je podle velikosti plochy, kterou je tření



přenášeno. U vetknutých pilot je přenášeno zatížení po celém plášti i patou. U plovoucích pilot, dochází k přenosu zatížení pouze třením. (Obrázek 9)

b.) Piloty tahové

c.) Piloty namáhané ohybem



Obrázek 9 ukázky piloty vetknuté (vlevo) a piloty plovoucí

### 9.2.2. ROZDĚLENÍ PODLE VÝROBNÍHO POSTUPU:

- a.) Piloty vhaněné (prefabrikované) jsou zapouštěny do základové půdy beraněním, vibrováním zatlačováním, šroubováním.
- b.) Piloty vrtané, jsou zhotovovány na místě do vrtu pro pilotu a betonují se do provedeného otvoru. Mohou být kónického charakteru s nejmenším průměrem 25 cm.
- c.) piloty monolitické

Tyto piloty jsou betonovány na stavbě, do vyhloubených vrtů, s výpažnicí, nebo bez ní. Betonové piloty se používají při namáhání tlakem, železobetonové při namáhání i tahem s ohybem

### 9.2.3. ROZDĚLENÍ PILOT PODLE MATERIÁLU:

#### Dřevěné piloty

Dřevěnými piloty jsou nazývány výřezy, se speciálně upravenou špičkou a hlavou. Nejpoužívanějším druhem pilot jsou do délky 10 metrů. Předpokladem ke správnému užití tohoto druhu pilot je trvalé použití pod vodou, čímž je zabráněno jejich hnití a vydrží v podstatě neomezeně dlouhou dobu. Vzhledem k nedostatku velkých průměrů kulatiny bývají nahrazovány pilotami železobetonovými.

Pilotové dřevo musí být zdravé, odkorněné (nejlépe dubové) opatřené hlubinnou impregnací. Tyto výřezy musí splňovat současné předepsané jakosti a neměly by mít větší křivost než 0,5% délky výřezu. Minimální průměr dolního čela byl stanoven 0,25m. Při zahloubení dřevěných pilot beraněním je nutný beran s minimální hmotností dvojnásobku hmotnosti piloty. Beraněním je nazýván proces se zarážení obvykle 40 mm na deset rázů. V drobném písčitém štěrku lze beranit do 3 m. (BAŽANT, 1981)

### **Železobetonové piloty**

Jsou hranolovité či válcovité tělesa z železového betonu- silně vyztužená. Oproti dřevěným pilotám je lze vyrobit v silnějších průměrech a větších délkách (až do 40 metrů) což je považováno za výhodu oproti pilotám ze dřeva. V případě použití ŽB pilot nemusí být respektována hladina podzemní vody. Průřez je většinou po celé délce stálý, mohou však být navrhovány piloty jako konické, které jsou výhodné pro piloty plovoucí. Do únosné zeminy by měly vetknuté piloty zasahovat min 10-15 centimetrů. (KOUTNÝ, 2013)

### **Ocelové piloty**

Na realizaci ocelových pilot jsou v praxi používány převážně I profily, kolejnice, ocelové štetovnice a trouby. Takzvané I profily jsou používány do větší hloubky, protože jsou snadno beraněny do ulehlých zemin oproti pilotám betonovým. Nejlepší použití ocelových pilot je tam, kde jsou patou opřeny o skalní povrch- tak se uplatní velká únosnost jejich průřezu. Vhodné použití I profilů je do těžkých štěrků pod mostní pilíře, nebo do míst kde hrozí podemletí. (KOUTNÝ, 2013)

## **9.3. RIZIKO TEPELNÉHO MOSTU V ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCI**

Přestože u navrhované srubové stavby není deklarován pasivní standard, stejně je třeba pro správné fungování správně navrhnout některé rizikové detaily. Jedním z takových detailů domu je právě napojení základu ke svislé nosné konstrukci a konstrukci vodorovné, na níž je umístěna skladba podlahy. Na *obrázku 14* je znázorněno červenou šipkou, kudy může probíhat přesun tepla z teplého interiéru do studeného exteriéru. Možností jak správných řešit tento detail je více například, lze dát pod svislou nosnou konstrukci tepelně izolační vrstvu, například pěnové sklo (díky jeho vysoké pevnosti v tlaku). Druhou možností je, obložení základu z exteriérové strany

s výškou přesahující nad základ, a to vhodnou tepelnou izolací. Pokud by se tepelná izolace nacházela ještě pod úrovní hydro-izolace, je nutné, aby byla použita vodě odolná tepelná izolace- například extrudovaný polystyren. Tepelnou izolaci je vhodné dát co nejhluběji, nejlépe do ne-zámrzné hloubky. (ŠUBRT, 2005) Řešení konstrukčního detailu soklu je součástí projektové dokumentace.

#### **9.4. ZÁKLADOVÝ PRAH - PŘEHLED**

Na první základovou kládu jsou kladena různá specifika. Správná volba rozměrů a ukotvení k základu, může být důležitým faktorem pro budoucí fungování stavby. I malou odchylkou od původní vodorovné nivelety mohou být způsobeny nepřesnosti ve spojích, spárách či sedlech. Správnou výškou a posazení prahové klády je ovlivněn způsob překrývání vrstev klád a i konečná výška srubové stěny. (HOUDEK, 2011)

Prahové klády mohou být buď dřevěné, nebo betonové. Průměry dřevěné kulatiny jsou pro tento účel 200 mm a více. Je to první konstrukční prvek, který je umístěn na základovou desku. Je důležité, aby byly tyto klády seříznuty na spodní straně po celé styčné ploše. Množství a druh kotevních šroubů může být ovlivněn podle stavebních předpisů a povětrnostních podmínek. Musí být akceptována doporučení normou ČSN EN 1995 (2006) minimálně 300 mm nad výškou upraveného terénu.

#### **Vlastní popis**

V diplomové práci byl zvolen základový prah z betonu v rozměrech 180x200 milimetrů, který je umístěn na základovou desku, opatřenou hydro-izolací. Výška základového prahu, souvisí s výškou podlahy. Šířka prahu je závislá na zatížení svislou srubovou stěnou.

Způsob kotvení základového prahu je patrný z detailu soklu v projektové dokumentaci. Toto řešení by mělo být ověřeno statickým výpočtem na základě konkrétního případu.

#### **9.5. ZALOŽENÍ TERASY PŘEHLED**

Dřevěné terasy, stejně tak jako jiné podlahové stavby by měl ze spodu podpírat základ. Základem jsou zajištěny mechanické vlastnosti pochozí vrstvy, jako je pevnost a odolnost. Pochozí vrstva- palubková prkna nesmí být zatěžována do té míry, aby byl

časem pozorován průhyb či další deformace. Přetvoření pochozí vrstvy není závislé jen na zakládání ale také na druhu materiálu, v případě konkrétního projektu druhu dřeviny, z kterého jsou zhotoveny palubková prkna. Na pochozí palubková prkna byl použit modřín sibiřský, protože dobře odolává vodě a plísním.

### **Vlastní popis**

Součástí projektové dokumentace je také venkovní terasa vystupující od jižní fasády až 3,7 metrů na vodní plochu. Založení terasy by v případě diplomové práce mohlo být řešeno vy-konzolováním základové desky až nad hladinu jezera. Toto řešení by však mělo být podloženo výpočtem včetně dimenzí ocelové výztuže. Druhou variantou, je zhotovení železobetonových základových pilot a podpěrných a roznášecích prvků z odolného modřínového dřeva. Z důvodu zaměření oboru studia bylo zvoleno druhé řešení.

Železobetonové piloty pod terasou byly navrženy rovněž kruhového průřezu s průměrem 300 milimetrů a délkou 5,5 metrů. Piloty jsou pod hladinou vody opřeny do únosné zeminy 0,5 metru. V podélném směru je pilota se stavbou propojena trámem T1 s dimenzí 200/300 který je ještě podepřen šikmým „páskem“ kterým je délka trámu zkrácena. Trám T1 je ještě rozepřen kolmým T2 trámem o dimenzích 200/300 milimetrů. Trámy jsou přes sebe vedeny přeplátováním.

Protože je terasa 0,5 metru nad hladinou a styk s vodní hladinou je částečně možný, jsou dřevěné podpěrné prvky navrženy opět ze dřeva modřínu sibiřského. Tento druh dřeva by měl podmínkám s případným stykem s vodou odolávat. Další uvažovanou variantou, která by byla vhodná na konkrétní řešení terasy je speciálně upravené dřevo „Accoya wood“

### **Accoya wood**

Accoya wood je vyráběno revoluční metodou acetylace a bylo testováno v nejrůznějších klimatických podmínkách- nad zemí, ve styku a dokonce i ve vodě. Bylo prokázáno, že vydrží i v nejtěžších vlhkostních podmínkách. Mimořádná odolnost a rozměrová stálost acetylovaného dřeva je způsobena chemickou změnou struktury od povrchu k jádru v celém průřezu. Proces acetylace je zcela netoxický a nejsou jím do dřeva vnášeny do dřeva žádné látky, které v něm nejsou přirozeně obsaženy. Dřevo „Accoya“ je ideální pro použití na terasy, fasády (*obrázek 10*). Toto dřevo má

garantovanou životnost 50 let na vzduchu a 25 let při kontaktu se zemí nebo sladkou vodou. (DARCY, 2016)



*Obrázek 10 Ukázka stavby z accoya wood (DARCY, 2016)*

Cena tohoto speciálně upravené dřeva činí v přepočtu okolo 1768 Kč/m<sup>2</sup>. Tato cena je téměř třikrát vyšší, oproti modřínu sibiřskému, kde byla zjištěna cena kolem 590 Kč/m<sup>2</sup>. Z těchto ekonomických důvodů byl na návrh trámu a pochozí části terasy použit materiál ze sibiřského modřínu.

## 10 ŘEŠENÍ ŠIKMÉ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

### 10.1. POŽADAVKY NA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Konstrukce střechy srubu může být tvořena různými druhy konstrukčních řešení, záleží na vyhovující statické konstrukce, architektuře, vkusu zákazníka a jeho finančním možnostem.

Při návrhu jakéhokoliv zastřešeného objektu je nezbytností, aby byla střešní konstrukce dobře staticky navržena a posouzena. Tato konstrukce je vystavena přímému působení atmosférických vlivů, mezi nejvýznamnější lze zařadit- zatížení sněhem a námrazou, zatížení větrem, zářením a teplotou. Proti těmto vlivům musí být konstrukce bezpečně ochráněna. Střecha se sestává z nosné střešní konstrukce a jednoho či více střešních plášťů, oddělených vzduchovými vrstvami a doplňkovými konstrukcemi a prvky.(MATĚJKA, 2007)

Střechou je dotvářen celkový dojem srubového domu, proto je to prvek architektonický ale zároveň také ochranný. Přesahy střechy jsou ochranou srubových stěn oproti dešti, sněhu, vodě a proti UV záření. Zvláště ve štítech budovy je tato ochrana velice důležitá.

Z tohoto důvodu byla v projektu diplomové práce ve štítu navržena ze severní strany pod-lomenice, chránící vstup do objektu, která bude přikotvena k obvodové stěně (viz. *Obrázek 11*). (FROLEC, VAŘEKA 2012)



*Obrázek 11 Ukázka pod-lomenice (ŠTEFKO, 2009)*

## **10.2. ROZDĚLENÍ KROVOVÝCH KONSTRUKCÍ PŘEHLED**

Konstrukce krovu byla po celou dobu svého vývoje ovlivňována mnoha aspekty, mezi které lze řadit: využití podkrovních prostor (architektonický záměr), preference budoucích majitelů domu, schopnostech tesařských mistrů a také finančních možnosti investora. (HOUDEK, 2011)

### **10.2.1. KONSTRUKCE KROVU Z PŘÍHRADOVÝCH VAZNÍKŮ**

Vazníkové krovy jsou vhodným typem při zastřešení velko-rozponových objektů. S rozvojem nejrůznějších spojovacích prostředků je toto řešení ekonomicky přijatelným pro zastřešení průmyslových objektů ale i rodinných domů. Za výhodu může být považován velký prostor pro izolaci (prostor mezi vazníky). Nevýhodou je prakticky nulová využitelnost podkrovních prostor. (RAŠKA, 2012). Díky nevyužitelnosti podkroví byl tento krov vyhodnocen pro konkrétní práci jako nevhodný a do diplomové práce použit nebyl.

### **10.2.2. KLASICKÉ KROVY**

Mezi klasické krovy řadíme prosté krovy krokrové, krovy hambálkové či krovy vaznicové. I tyto historické krovy však prodělaly značný posun od dob starých tesařských mistrů.

#### **10.2.2.1. VAZNICOVÉ SOUSTAVY**

Vaznicovými soustavami byly zastřešovány rozmanité tvary střech, které mohou být sedlové, pultové valbové, polo-valbové, mansardové, stanové a pilové. Stojatá stolice je klasickým krovem pro budovy se středovou zdí a dřevěnými stropy. Zatížení střešního pláště je přenášeno vodorovnými trámy- vaznicemi a pozednicemi. Vaznice jsou podepřeny ve vzdálenostech maximálně 4-5 metrů plnými vazbami. Mezi těmito plnými vazbami jsou takzvané jalové vazby, v nichž jsou krokve vynášeny pouze vaznicí. (KOLÁŘ, 2014)

Systémem vaznicového krovu mohou být realizovány střechy malého sklonu (téměř ploché). Když strmost střechy dosahuje sklonu nad 35 stupňů, není již tento krov z konstrukčního hlediska účelný. Vzdálenost mezi krokviemi je 750 až 1000 milimetrů. Krokve jsou na vaznicích osedlány, aby bylo přenášeno zatížení vodorovnou

úložnou plochou z krokve do vaznice. Osedláním by neměl být příliš oslabován průřez krokve. (SCHUNCK, 2003)

#### **10.2.2.2. KROKVOVÁ A HAMBÁLKOVÁ SOUSTAVA**

Krokvové a hambálkové krovy mají nejrozšířenější použití u šikmých střech se sklonem přibližně 30 až 60 stupňů. Rozpětí této soustavy je přibližně 8 metrů, maximálně však 10 s osovou vzdáleností mezi krokvemi 0,75 až 1 metr. V porovnání s vaznicovou soustavou má krokvová a hambálková soustava výhody v menší spotřebě dřeva na vytvoření krovu a také většího podstřešního prostoru (z důvodu absence některých podpěr). (SCHUNCK, 2003)

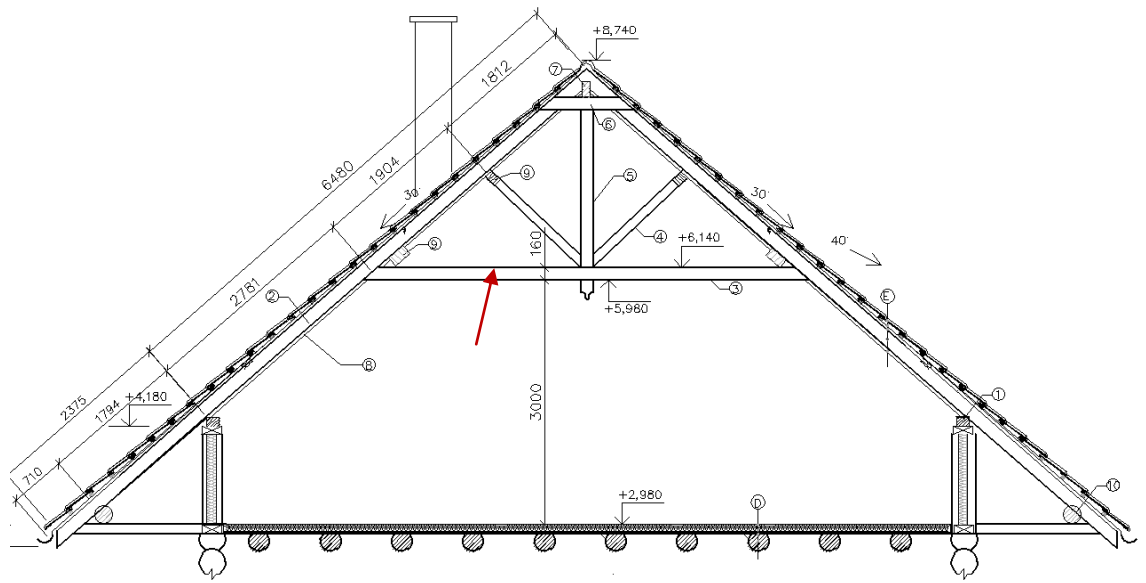
Tato soustava je tvořena „trojúhelníky“ skládající se z krokví a vodorovných výztuh- hambálek. Vzdálenost každé z vazeb je 0,9-1,2 metrů a každá vazba je plnou vazbou. Přestože soustava hambálková je u nás nejstarší krovovou soustavou, používá se v hojné míře v moderní podobě na stavbách i dnes. Krokve původní hambálkové soustavy byly čepovány do konců vazních trámů a v jalových vazbách do krátkat. Každý pár krokví je rozepřen hambálem, který je tedy namáhán tlakem. V krokvích je namáhání ohybem a ve vazním trámu namáhání na tlak a ohyb. V původní historické hambálkové soustavě jsou však mnohé nevyhovující prvky- pracnost, zeslabení tesařskými spoji. (MATĚJKA, 2005)

V případě srubové stavby nesmějí být v krovu vyvozovány nepřiměřené vodorovné síly, protože zde na rozdíl od zděné stavby není pozednice kotvena do železobetonového věnce, kterým jsou tyto síly zachycovány.

#### **Vlastní popis**

V případě diplomové práce byla zvolena soustava hambálková, kde jsou krokve hambálem rozepřeny, jak je znázorněno šipkou na *obrázku 12*. Aby byl hambálek vhodným konstrukčním řešením, měla by být vzdálenost podpor 9, maximálně 10 metrů. V případě projektu řešeného v diplomové práci je tato rozteč 9,8 metru, proto bylo nad hambálem zhotoveno vzpěradlo, kterým je vynášena vrcholová vaznice a zároveň zkracována délka krokve. Maximální volná délka krokve (od podpory j podpoře) je stanovena 4,5 metru, středová rozteč by měla dosahovat maximálně 2,5metru a délka volného konce krokve by neměla přesahovat 1,5 metru.





Obrázek 12 Ukázka hambálkové z projektové dokumentace (vlastní)

### 10.2.3. ŠTÍTY, PŘEHLED

Štítové stěny domu (v druhém nadzemním podlaží) mohou být navrženy také z kulatiny a tvořit tak se stěnami jednotvárný celek, avšak toto řešení není zcela považováno za vhodné. Důvodem je neprovázanost štítových klád, z čehož vyplívá nebezpečí borcení. Toto řešení tedy musí být ztužováno například z boku dvěma páry krokví či vložení hranolu do vyrobených drážek v čelním řezu dokončeného štítu. Dalším problémem štítových stěn z kulatiny je sesychání dřeva. V nejvyšším bodě štítové stěny je maximální seschnutí na rozdíl od krajů štítu srubu. Po seschnutí může být dosahováno rozdílu ve vrcholu 15-20 cm oproti původnímu stavu. Tímto jevem může být negativně ovlivněna konstrukce střechy (například pokles hřebenové vaznice), jelikož štíty nejsou zatěžovány stálým svislým zatížením, kterým jsou nuceny klády uzavírat spáry. (HOUDEK, 2011)

#### Vlastní popis

V diplomové práci byla zvolena technologie štítů se svislým bedněním. Protože konstrukce druhého nadzemního podlaží je systémem rámovým-sloupkovým není tato technologie problém. Toto řešení je v souladu s historickým hlediskem, kdy roubenky které se nacházely na území severních Čech, měly také svislé deskové štíty. Skladba konstrukce obvodové stěny druhého nadzemního podlaží je od exteriéru:

Palubková prkna svislá 12mm, dřevěný rošt 30x50mm, KVH hranol 120x60mm vyplněn tepelnou izolací Isover Domo 120mm, tepelná izolace přídatná Isover Domo 130mm, OSB Kronopol 15 mm, sádro-vláknitá deska fermacell 20 CELKEM 350 mm

#### 10.2.4. STŘEŠNÍ KRYTINA PŘEHLED

Hlavní funkce střešní krytiny je těsnění a odvod dešťové vody, přenos vnějšího zatížení, tlumení prostupu vzduchu, omezení účinku požáru a další.

V historii byly nejdostupnějšími materiály přírodního ražení například slaměné došky, dřevěné šindele a z trvanlivějších materiálů lze zmínit břidlici, případně další kameninové tašky. Střešní krytina bude zvolena podle sklonu střešní roviny, nadmořské výšce a zvyklostem v místě výstavby. Materiál použitý na střešní tašky je velice klimaticky namáhán. (SCHUNCK, 2003)

##### Vlastní popis

V diplomové práci byla zvolena vlákno-cementová střešní krytina. Historie této krytiny sahá do počátku 20. století, kdy vlákna byla tvořena azbestem. Azbestovým vláknem byl na sebe vázán cement a zároveň jím byla tvořena výztuž zvyšující ohybovou tuhost krytiny. Do povědomí se tato krytina dostala pod názvem „eternit“. Zpřísnění požadavků na zdravotní nezávadnost vedlo k nahrazení azbestového vlákna jiným materiálem. Dnešní vlákno-cementová krytina, je výrobek na bázi cementu, buničiny a umělých vláken. Díky vyztužení jsou vlákno-cementem vykazovány výborné mechanické vlastnosti. Tento materiál je nepropustný pro vodu a vykazuje velkou odolnost povětrnostním vlivům. Pevnost v tahu a za ohybu je vykazována 14-25 MPa, tepelná vodivost dosahuje hodnot 0,3-0,4 W/m.K. Vlákno-cement je nehořlavý- třída A, jeho objemová hmotnost činí minimálně 1600kg/m<sup>3</sup>. (ŽAŽA, 2009)



Obrázek 13 Šablona (čtverec se zkosenými rohy) vlákno-cementové krytiny (ŽAŽA, 2007)

## **11 SPOJENÍ STĚNY Z KULATINY S NESRUBOVÝMI ČÁSTMI STAVBY**

Výplňové konstrukce, jakými jsou okna a dveře, jsou ve srubových stavbách většinou vyrobeny ze dřeva. Materiál, z jakého bude výplňová konstrukce použita, je závislý na povrchové úpravě, požadavcích zákazníka, požadovaných vlastnostech a tak dále. Doporučení je, aby byly použity okna nejlepší kvality, kterou si může budoucí majitel dovolit. Okna a dveře jsou ve srubové stavbě zvoleny v případě diplomové práce také dřevěné, přestože je možné použít také jiný materiál. (MOTYKOVÁ, 2008)

### **11.1. DŘEVĚNÁ OKNA-HISTORIE, SOUČASNOST**

Dřevěná okna mají dlouhou tradici, protože v dřívějších dobách bylo dřevo jediný možný materiál na výrobu otvorových výplní. Vývoj směřoval od oken jednoduchých s jednoduchou skleněnou výplní, k oknům dvojitým, které se často nazývají „špaletové“. Na těchto oknech byly zjištěny podstatně lepší zvukově-izolační vlastnosti, než na oknech jednoduchých. Za nejpoužívanější dřeviny k výrobě oken byly používány smrk, borovice a dub.

Použití zdvojených oken bylo rozšířeno po 2. světové válce především z důvodu unifikace typů. Fyzikální vlastnosti byly s ohledem na tehdejší požadavky postačující. Na všechna tyto historická okna bylo použito masivní dřevo, které bylo přirozeně na vzduchu vysušeno (aby tak bylo zabráněno tvarové a objemové nestabilitě), která je tím větší, čím je masivnější profil. (PETR TYL, 2012)

V poválečné období se přecházelo od přirozeného k průmyslovému vysušování řeziva z důvodu zrychlení výroby. To však sebou neslo určité problémy, protože toto sušení bylo velmi nešetrné a ve dřevě vyskytovala různá zbytková napětí, vedoucí k deformacím a nekvalitním výrobkům. V současné době jsou pro dřevěná okna používány zásadně profily slepené z jednotlivých dřevěných lamel nebo kombinace dřevěných lamel a jiného materiálu s ještě lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi. Díky lepeným profilům je zajištěna stabilita rámu i křídel, a schopnost bez pozdějších změn plnit deklarované vlastnosti. (PETR TYL, 2012)

### **11.2. INSTALACE VÝPLŇOVÝCH KONSTRUKCÍ VE SRUBOVÉ STAVBĚ**

Na výrobu výplňových konstrukcí srubových staveb bývá většinou použito také dřevo, ale pravidlem být to nemusí. Volba materiálu je přizpůsobena přání

zákazníka a jeho finančním prostředkům. Z hlediska konstrukce okna je také možno vybírat mezi mnoha druhy, jako jsou: okna s dvojsklem, špaletová, či zdvojená. Opět závisí na přání investora.

Instalace výplňových otvorů může být provedena mnoha způsoby, záleží především na výrobci, jaké používá konstrukční detaily a jak je technicky vybaven. Obvykle jsou boční strany otvoru svisle seříznuty a venkovní a vnitřní okraj se zařízne šikmo. Tímto je sjednocena tloušťka stěny v místě osazení výplně a je tak usnadněna výroba a instalace okenního rámu. Okna a dveře by neměly být spojeny se stavbou na pevno- kvůli sedání srubové konstrukce.

V další fázi by měl být nainstalován speciální osazovací rám se speciální pružnou výplní, kterým je umožňováno sedání srubové stěny a výplň je chráněna proti poškození. Do dokončených dveřních či okenních otvorů je vyrobena drážka (parametry této drážky jsou závislé na druhu vodícího profilu), ukázka drážky- *obrázek 20*. Do tohoto otvoru je vložen pruh minerální rohože a dřevěný vodící hranolek. Vodící profil musí do drážky zapadnout tak, aby okolo něj mohla stavba volně sedat. Těsněním v podobě minerální rohože nebo těsnící pásky je zabraňováno vzduchové infiltraci. Drážka by měla kopírovat celou výšku profilu, avšak vodící profil musí být kratší o zhruba 6 cm na každý metr výšky otvoru, čímž je zabezpečena dostatečná dilatace výplňové konstrukce. Dřevěný osazovací rám je přišroubován k vodícímu profilu, nikoliv však ke stěně. Osazovací rám, je (z důvodu dilatace) vysoký jako vodící profil. Do vodícího rámu je osazen již okenní či dveřní rám.

Závěrečným úkonem je zaizolování dilatačních prostor nad osazovacím rámem a zalištování osazovacího rámu ke srubové stěně. Takzvaný „dilatační materiál“ musí být prostorově stlačitelný, aby díky němu mohla srubová stěna sedat, ukázka utěsnění je na *obrázku 14*. Vhodné je použití například minerální rohože, nebo (v případě přání ekologického materiálu) ovčí vlny, kterou je prostor dokonale vyplněn. Z důvodu možné kondenzace vodní páry v dilatačním prostoru je vhodné, aby byla interiérová strana opatřena paro-zábranou, díky které je snížena vzduchová infiltrace. Utěsnění spár mezi osazovacím rámem a masivní stěnou může být realizováno pomocí extrudovaného těsnícího profilu. Montážní polyuretanová pěna je pro toto řešení nevhodná. (HOUDEK, 2011)



Obrázek 14 Dilatační spára v nadpraží s výplní izolačním materiálem (ŠTEFKO,2009)

#### **Příprava otvoru ve srubové stěně**

- 1) Prvním krokem je najít si k odpovídajícímu modelu a typu výplňového otvoru konkrétního výrobce, který bude splňovat všechny požadavky. Model například okna musí vyhovovat jak majitelům, tak architektům. Otvory ve srubu musí být vyříznuty tak, aby bylo možné bez problému osadit konstrukci oken či dveří.
- 2) V návaznosti na konkrétní výrobek z katalogu firmy bude vytvořen „tesařský hrubý otvor“ (obrázek 15) kdy je třeba, aby byl přesně stanoven jeho rozměr a detailní výkres výrobku. Tyto výplňové materiály jsou osazována na příruby (osazovací, vodící profily), které mohou být připevněny k výplňové konstrukci. Některé výplňové konstrukce mohou mít připevněné příruby některé ne.
- 3) Překontrolovat a znovu zaměřit stávající otvory (jejich šířky a výšky) ve srubové stěně, tyto otvory jsou nazývány „srubové hrubé otvory“. Je také důležité, aby byl vytvořen seznam všech okenních a dveřních otvorů ve srubovém domě.
- 4) Rozměry „tesařského hrubého otvoru“ jsou vždy užší a kratší než „srubové hrubé otvory“

Šířka oken, která *nemají přírubu na přibití*, by měl navýšena podle Log Stavební Manual, o 3 palce (1 palec je 25,4mm) na každou stranu, Když tedy od „srubového

hrubého otvoru“ odečteme na šířku tři palce, dostaneme se k rozměru „tesařského hrubého otvoru“.

Pokud jsou okna *s přírubou* a tato příruba je širší než 1-2 palce znamená to, že se musí přidat 6 palců na šířku „tesařského hrubého otvoru“ Když tedy od „srubového hrubého otvoru“ odečteme šířku šesti palců, dostaneme se k rozměru „tesařského hrubého otvoru“. (DUNCAN, 2016)



Obrázek 15 Otvory pro okno a dveře (CHAMBER, 2004)

#### **Příklad výpočtu výšky ve vlastním osazovacím otvoru:**

Výška tesařského hrubého otvoru je v případě konkrétního okna v diplomové práci 120 centimetrů a to se rovná 47,2 palce. Na výšku přidáváme 2,25 palce, a dostanete číslo 49,5 palce.

Toto číslo vynásobíme koeficientem 1,06 a dostaneme výsledek 52,4 palce. Po převedení na milimetry dostáváme číslo 1332 milimetrů. Takto může být vypočtena výška „srubového hrubého otvoru“ který se liší od výšky tesařského hrubého otvoru o 132 milimetrů.

Poznámka: Jeden palec je uvažován jako 2,54 centimetru

Koeficient 1.06 je stanoven podle druhu konkrétního, potřebného usazovacího přípravku. (Log Stavební Manual pp.140-143 a strana 253).

### 11.3. SCHODIŠTĚ PŘEHLED

Schodiště stejně tak jako ostatní nesrubové části domu není podrobena tak výraznému sesednutí jako srubová stěna z kuláčů. Při návrhu výšky schodiště je použit přesný výpočet, který by mohl být sedáním srubu značně narušen. Proto je třeba, aby schodiště bylo konstrukčně připraveno na změnu konstrukční výšky mezi prvním nadzemním podlažím a podkrovím. Schodiště je ve srubové stavbě navrženo jako dvou-ramenné. U tohoto typu je první, nástupní rameno spolu s podestou pevně uloženo na podlaze, a druhé výstupní rameno je ve vrchní části uloženo na otočných kloubech.

Další možnou konstrukční variantou je úprava založení schodiště podle předpokládaného poklesu konstrukční výšky, která může být odhadnuta. Pod spodní část schodiště by měly být umístěny aretační šrouby, které mohou být s poklesem konstrukční výšky upraveny a s nimi celá výška schodiště.

Poslední možností, která se jeví z konstrukční hlediska nejpohodlnější, pro investora však nemusí být nejlepší, je použití provizorního schodiště. Toto schodiště slouží pouze po dobu sedání srubové stavby, po konečném seschnutí je osazeno permanentní schodiště, které již ve stavbě zůstane. (HOUDEK, 2011)

#### **Vlastní popis**

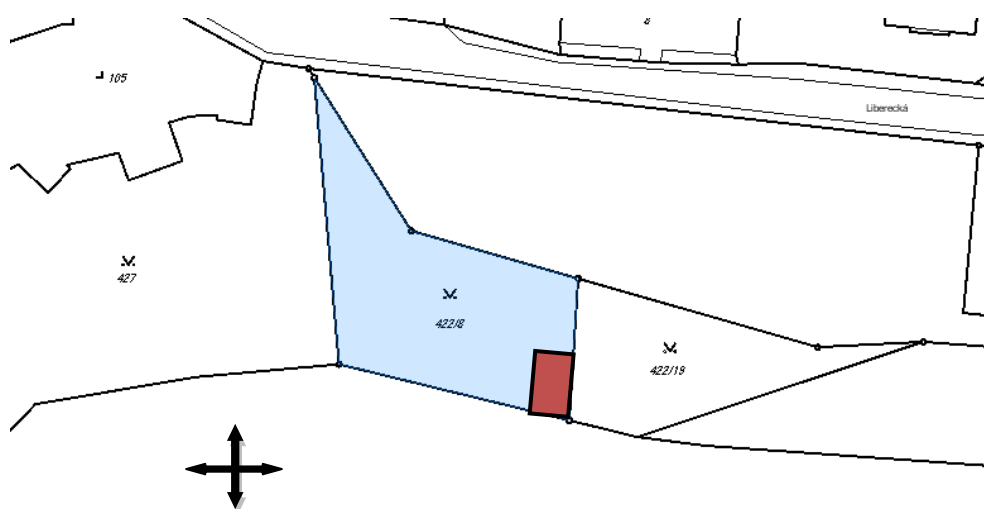
V diplomové práci je schodiště navrženo jako dvouramenné schodnicové. Co se týče výškového posuvu, ten je zajištěn za pomoci sloupů a aretačních šroubů. Tyto svislé sloupy S2 a S3 jsou umístěny v případě diplomové práce v projektové dokumentaci na kraji nástupního a výstupního stupně výstupního schodišťového ramene.

## 12 VÝSLEDKY

V této kapitole budou diskutovány konkrétní výstupy předmětu práce, včetně polohy umístění stavby, navrhovaného řešení- architektonicko-dispoziční části a skladeb jednotlivých konstrukcí.

### 12.1. POLOHA A UMÍSTĚNÍ KONKRÉTNÍHO NÁVRHU

V této kapitole bude řešen konkrétní návrh umístění stavby a to z hlediska polohy na pozemku a orientaci vůči světovým stranám. Díky zjednodušené situaci z katastrálního plánu *obrázek 16*, může být patrné osazení a orientace stavby na pozemku, a umístění okolních komunikací a staveb.



Obrázek 16 Mapa z katastru nemovitostí (KATASTR NEMOVITOSTÍ, 2016)

### 12.2. POLOHA A POPIS MÍSTA STAVBY

Stavba bude umístěna v obci Hamr, patřící do katastrálního území Hamr na jezeře spadající pod kraj Liberecký v okrese Česká Lípa, s nadmořskou výškou 320 metrů nad mořem. Obyvatel na tuto obec připadá 393 z průzkumu k 1. 1. 2014. Umístění stavby bylo zvoleno na parcele 422/8, na hranici pevniny a Hamerského jezera, kvůli architektonickému návrhu terasy vstupující do vodní plochy. Oblast Hamr na jezeře byla zvolena z důvodu charakteru okolního přírodního prostředí, i výskytu přírodních a kulturních památek. Tyto aspekty jsou totiž neméně důležité při výběru vhodného místa pro umístění rekreačního objektu, z důvodu návštěvnosti a následného volnočasového využití (turistické, cykloturistické) uživatelů objektu.



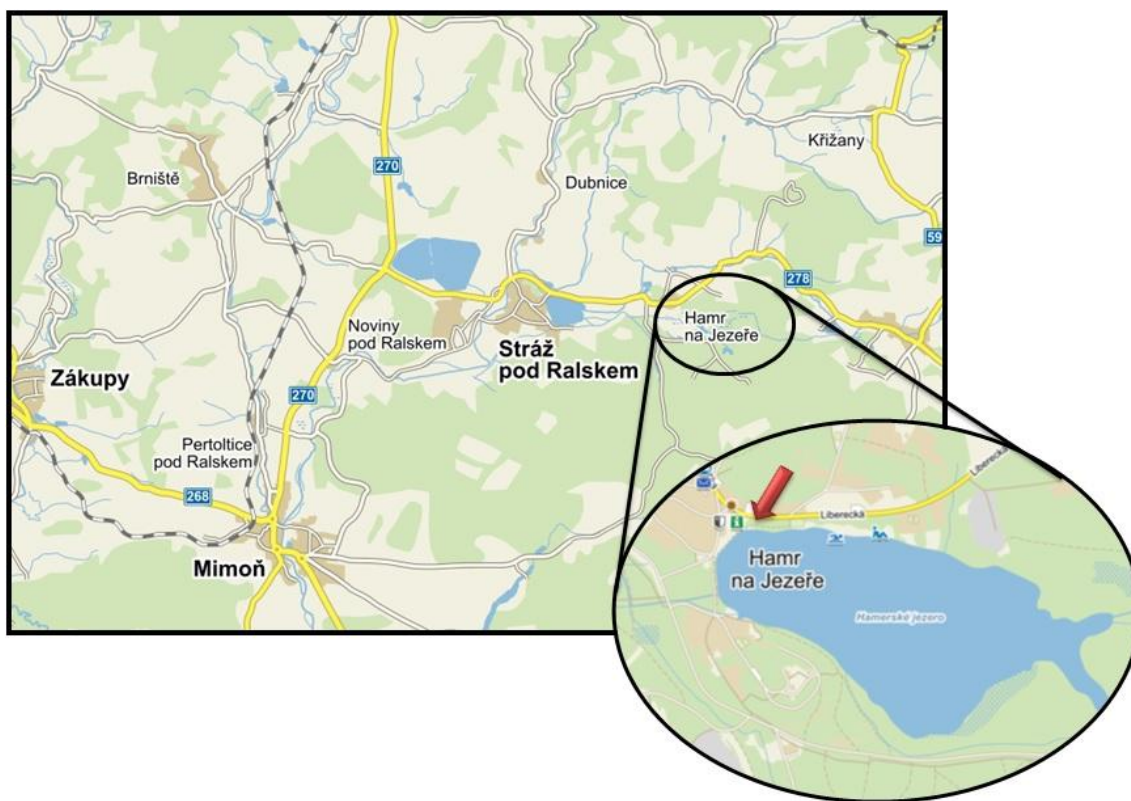
## Umístění konkrétního návrhu

Z českého územního katastru nemovitostí byly o parcele s číslem 422/8 zjištěny údaje:

**Celková výměra pozemku:** 1506 m<sup>2</sup>

**Sousední parcely:** 427, 422/19

Vybraná parcela se nachází na západní části obce Hamr na jezeře uprostřed borových lesů a pískovcovitých útvarů pod vrcholem Děvína. Umístění objektu je zobrazeno na *obrázku 9*. Na obou stranách jezera jsou umístěny chatové kolonie. Objekt bude dostupný ze severní strany z komunikace Liberecká. Parcela se nachází v téměř nesvažitém rovinném území. Pozemek bude ze severní strany osázen zelení, aby byla zajištěna od-izolovanost od veřejné komunikace, a tím bude zajištěna poklidná přírodní atmosféra k obývání rekreačního srubového objektu. Nejvíce prosklená část fasády bude orientována na jižní světovou stranu, z důvodu maximálních zisků energie ze slunečního záření, a také výhledu na vodní plochu. Orientace a poloha objektu je zřejmá z *obrázku 17*. Dle mapy českého katastrálního území není na pozemku žádný objekt umístěn, proto byl pozemek vyhodnocen jako vhodný k návrhu konkrétní srubové stavby. Detailnější situační návrh je umístěn v příložené projektové dokumentaci.



Obrázek 17 Detail mapy (vlastní)

### 12.3. NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ- ARCHITEKTONICKO-DISPOZIČNÍ ČÁST

Konkrétní rekreační objekt je řešen jako nepodsklepený, se dvěma nadzemními podlažími. Ze severu je ochráněn zelení a z jihu blízce sousedí s vodní plochou. Střecha je navržena jako klasická sedlová s hřebenem rovnoběžným s delší stranou objektu. Krytina střechy byla zvolena vlákno-cementová taška v odstínu šedi. Toto řešení je v souladu s okolní zástavbou, kterou v okolí jezera tvoří převážně rekreační a chatové objekty.

Důraz byl kladen na vytvoření přehledného intuitivního prostředí pro nově přichozí rekreanty. K hlavnímu vstupu do objektu je navržena příjezdová cesta, která navazuje na komunikaci (ulice Liberecká). Vstup do objektu je ze severní strany, kde se nachází nevytápěné zádveří z kterého má přístup do svého pokoje správce a hosté rekreačního objektu z něj vstupují do šatny. Šatna může sloužit také jako technická místnost pro umístění technologie. Za zádveřím je umístěna hala, se schodištěm v západní části. Schodiště je typu přímočarého dvou-ramenného. Na východní stranu je orientováno WC a koupelna. Jižní část objektu je slouží jako společenská místnost, která má zároveň ve svém koutě jídelnu s kuchyňským pultem. V této místnosti jsou také krbová kamna, přiléhající k vyzděné stěně. Obytné prostory- pokoje pro hosty jsou situovány v druhém nadzemním podlaží. Za schodišťovým výstupním ramenem se nachází otevřená chodba, která slouží jako komunikace do dalších prostor. Na konci chodby je ve východní části objektu koupelna, sousedící se samostatnou místností s WC.

Při návrhu byl kladen důraz na optimalizaci délky rozvodů technických zařízení, proto jsou koupelny a WC situovány nad sebou. Proti koupelně je ložnice pro 1-2 osoby. Jižní část objektu v druhém nadzemním podlaží měla dvě dispoziční varianty. První, která je zmíněná ve studii, spočívá v rozdělení jižní části na jednu místnost-ložnici a průhled stropní konstrukcí který by byl opatřen zábradlím. To by tvořilo zajímavý architektonický prvek, protože by byl z 1 nadzemního podlaží vidět také krov. Druhá varianta zachycuje na jižní straně objektu dvě ložnice s výhledem na jezero se střešními okny. Tato varianta byla v projektové dokumentaci vybrána, kvůli maximalizaci obytné plochy. Ložnici na východní straně objektu je doplněna ještě o balkon vystupující na jižní stranu objektu s výhledem na Hamerské jezero. Objekt je vytápěn a tak tvoří kompaktní architektonický celek, ke kterému je z jižní strany

připojena dřevěná terasa která zasahuje nad hladinu Hamerského jezera. Tato terasa je přístupná ze společenské místnosti proskleným Francouzským oknem.

### **Obvodové nosné stěny**

Obvodová nosná konstrukce 1 nadzemního podlaží, je z vysušených klád, které jsou z jedlového dřeva o průměru 350 mm. Tyto klády jsou vertikálně napojovány přes drážku utěsněnou ovčí vlnou ve tvaru „půl-měsíce“. Obvodová konstrukce druhého nadzemního podlaží je navržena z lehkého rámového systému, tepelně zaizolovaného se vzdáleností nosných sloupků 625 milimetrů. Na tuto konstrukci je přibito svislé bednění z prken. Fasáda je tedy tvořena do výšky 1. N. P. kulatinou, a od druhého nadzemního podlaží je obvodová konstrukce pohledově ze svisle uložených prken.

### **Oplocení**

Oplocení pozemku stojí na do země zapuštěných sloupcích, na které budou připevněny vodorovné příčle. Kolmo na tyto příčle budou přibity svislé dřevěné plaňky.

#### **12.3.1. INŽENÝRSKÉ SÍTĚ, VNĚJŠÍ A VNITŘNÍ ROZVODY**

Instalace vnějších rozvodů, odpadů, topení a elektroinstalace bude do srubového domu provedena v souladu s platnými předpisy a technickými normami. Masivní srubový konstrukční systém sebou nese řadu specifik s vedením instalací v domě oproti třeba sloupkové rastrové konstrukci. Není vhodné vést masivní srubovou stěnou jakékoli instalace, s výjimkou elektroinstalací. Instalačními prvky by totiž mohlo být zabraňováno přirozenému sedání srubové stavby. Vhodným řešením rozvodů je provedení správné dilatace. Rozvody k radiátorům by mohly narušovat celkovou atmosféru srubového domu, proto budou vedeny rámovými sloupkovými příčkami, které jsou v prvním i druhém nadzemním podlaží. Doporučeným opatřením je mít v záloze ještě jeden zdroj energie, kterým jsou v konkrétním návrhu křbová kamna. Elektroinstalace, které jsou vedeny srubovou stěnou je nutno ponechat volně, aby tyto vodiče nebyly namáhány tahem. Pokud je vybrán způsob vedení elektroinstalací v trubkách, měla by být zvolena správná dilatace trubek. Bojler, plynový kotel a další technické a regulační zařízení budou umístěny v prvním nadzemním podlaží v místnosti, která slouží zároveň jako šatna.

## 12.4. POPIS JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKCÍ

### Základy a základové konstrukce

Založení stavby je na železobetonové desce o tloušťce 200 milimetrů, z betonu C 20/25. Tato deska je pevně spojena se železobetonovými piloty zasahujícími pod objekt do hloubky 5 metrů. Piloty jsou navrženy jako vetknuté do únosné základové zeminy, která se podle teoretického geologického průzkumu nachází 4 - 4,5 metrů pod objektem. Železobetonové piloty jsou průměru 300 milimetrů v půdorysném rastru objektu 5x5 kusů tedy v osové vzdálenosti 2360 milimetrů ve vodorovném směru a 2537 ve svislém směru. Pod základovou deskou, je pro podporu únosnosti ještě šterkopískový podsyp. Tloušťka základové desky a přesná hloubka pilot je předmětem statického výpočtu.

Technologicky se jedná v diplomové práci o piloty vrtané, které jsou zhotovovány na místě do vrtu pro pilotu a betonují se do provedeného otvoru. Vrtání pilot, je speciální stavební práce, vyžadující dobré strojní vybavení. Vlastní technologický postup započne vyvrtáním či vyhloubením vrtu příslušné délky a profilu, v přípravných pracích před betonáží. Následná operace je armování piloty a samotná betonáž popřípadě s odpažením a konečné úpravy hlavy piloty. Vrt je nepažen, pokud je zaručena dostatečná stabilita stěn a dna. Pokud není stabilita zaručena, je třeba pažení buď ocelovou pažnicí, nebo jílovou suspenzí. Přípravnou fází je pročištění vrtu- zvláště dna. Když je na dně vrtu podzemní voda, je účelné, aby byla vyčerpána, což bude s největší pravděpodobností nutné i v tomto případě.

V případě vrtu pro piloty betonované na místě je používána technologie rotačního vrtání za sucha, technologií drapákové hloubení, pomocí průběžného rotačního vrtání nekonečným šnekem. Armování může být zajištěno speciálním armo-košem z jednoho dostatečně tuhého dílu. Průběh výztuže by měl být až nad hlavu piloty s předepsanou kotevní délkou. Minimální krycí délka výztuže je 70mm. V případě pilot přenášejících pouze centrická tlaková zatížení, může být použit prostý beton. Třída a druh betonu jsou určeny projektem. (MASOPUST, 1994)

### Svislé konstrukce

Svislou nosnou konstrukci tvoří **v prvním nadzemním podlaží horizontálně ukládaná kulatina** průměru 350 milimetrů z jedlového dřeva. Tato skladba je ve

výkresu příčného řezu označena jako skladba A. Horizontální utěsnění mezi jednotlivými kládami ve svislém směru je za pomoci podélné drážky a ovčí vlny. Drážky jsou zapotřebí všude, kde srubová stěna odděluje vytápěný a nevytápěný prostor. Tyto drážky tvaru „půlměsíce“ jsou obkreslovány za pomoci srubařského kružítko. Podélné drážky mají po okrajích těsnicí pásku a mají schopnost odvádět vodu. Kulatina by tak na sebe měla přesně dosednout a vytvořit tak pevné spojení klád ukládaných na sebe. Minimální šíře drážky je 63 milimetrů. Drážkou musí být zakryty spojovací prostředky, jakými jsou kolíky, svorníky a otvory pro elektrické rozvody. V rohu stěn bude pro zpevnění stavby navržen průběžný ocelový kolík, který bude stavbu čtyřbodově ztužovat.

Rohové spoje se tvoří vyříznutím klínu v místě napojení dvou klád- jedná se o takzvaný samosvorný rohový spoj. Sedla musí bezpečně vzdorovat všem zatížením a měla by umožňovat sesychání stavby. Rohový spoj bude zhotoven tak, aby se hrana sedla při křížení klád nedotýkala v žádném místě dřeva, naopak vnitřní plocha rohového sedla by měla být ve vzdálenosti od rovné hrany minimálně 15-35 mm. Podélné nastavení klád bude podélným přeplátováním- vzájemně spojeno pomocí šroubů. Toto spojení musí být pohledově zakryto, aby klády vypadaly jako jedna spojitá kláda. Výška těchto spojovacích šroubů je shodná s výškou prvního nadzemního podlaží.

Svislé nosné stěny **druhého nadzemního** podlaží jsou **navrženy rámovou konstrukcí** s nosnými sloupky z KVH hranolů 120x60 v osové vzdálenosti 625 mm. Tyto stěny jsou doplněny výrobními výkresy. Tato skladba je ve výkresech označena jako skladba F. Skladbu tvoří od exteriéru palubková prkna svisle uložená, tloušťky 12 mm, která jsou přibita na dřevěném roštu 30x50mm. Nosným prvkem stěny je KVH hranol 120x60mm vyplněn tepelnou izolací Isover rovněž 120 mm. K této izolaci je připojena přídatná tepelná izolace Isover 130mm která je vložena mezi dřevěný rošt. Opláštění je provedeno za pomoci OSB desky tloušťky 15mm na kterou je připevněna ještě sádro-vláknitá desky Fermacell tloušťky 20mm s interiérovou pohledovou úpravou. Celková tloušťka skladby je rovněž 350mm, jako je průměr kulatiny prvního nadzemního podlaží.

Svislé vnitřní, nosné a dělicí konstrukce v prvním i druhém nadzemním podlaží jsou zhotoveny také rámovou konstrukcí, kvůli vedení rozvodů. Pouze kolem kotle na pevná paliva je použita **příčka zděná** tloušťky **150 mm**, která je kvůli tepelné

akumulaci a ztužení objektu vyzděná cihlou plnou a spojená vápeno-cementovou maltou. Označení této stěny ve výkresu půdorysu je číslem 2.

Tloušťka **lehké rámové příčky je 135 mm**, se skladbou nosného KVH hranolu 50x100 milimetrů po 625 milimetrech, vyplněného tepelnou izolací Isover PIANO se zvýšenou akustickou odolností. Tento rám je oboustranně opláštěn sádrokartonovou deskou tloušťky 15 milimetrů. Označení této skladby je ve výkresu příčného řezu písmenem B.

**Rámová příčka o tloušťce 150 mm** je složena z KVH hranolu 60x120 milimetrů po 625 milimetrech, vyplněného tepelnou izolací Isover. Tento rám je oboustranně opláštěn sádrokartonovou deskou tloušťky 15 milimetrů. Označení této skladby je ve výkresu půdorysu číslem 4.

#### **Stropní/ vodorovné konstrukce**

Stropní konstrukce je tvořena nosníky z kulatiny o průměru 230 mm, v osové vzdálenosti 900mm. Posouzení stropních nosníků je přílohou projektové dokumentace, kde je ověřen 1. a 2. mezní stav tohoto stropního nosníku. Stropní nosník je pohledový, zapuštěn do 1/3 své výšky skladbou podlahy se záklopem. Záklop je z OSB desky, která má pohledovou úpravu a odděluje stropní a podlahovou konstrukci. Výkres uložení stropních nosníků je součástí projektové dokumentace. Podporu pro stropní nosníky tvoří z jednoho konce srubová stěna a z druhého konce průvlak, který je podepřen sloupy s aretačními šrouby. Jelikož vnitřní nosné příčky (na které by se mohly stropní nosníky teoreticky uložit) nejsou srubového charakteru, je toto opatření navrženo z důvodu sedání srubové stěny. Stropní nosníky by tedy měly zachovávat vodorovnou polohu.

**Podlaha v prvním nadzemním podlaží** je označena ve výkresu příčného řezu jako skladba C. Nášlapnou vrstvu této skladby tvoří keramická dlažba Rako tloušťky 8 milimetrů. Tato vrstva je připevněna cementovým lepidlem (2mm) na betonové mazanině o tloušťce 90 milimetrů. Pod betonovou mazaninou je Isover EPS tloušťky 80 milimetrů. Celková skladba podlahy je 180 milimetrů

**Podlaha v druhém nadzemním podlaží** je označena ve výkresu příčného řezu jako skladba D. Nášlapnou vrstvu tvoří dřevěné palubky připevněné na montážní rošt 50x30 milimetrů. Pod roštem je kročejová izolace Inswool tloušťky 50milimetrů pod

kteřou je přidaná OSB deska Kronopol 20 milimetrů. Pod touto deskou je ještě jedna vrstva dřevovláknité desky tloušťky 30 milimetrů a ještě jedna OSB omítnutá deska tloušťky 20 milimetrů. Celková tloušťka skladby podlahy je 180 milimetrů

### **Střešní konstrukce**

Střešní konstrukce je tvořena hambálkovým krovem o rozponu 9,8 metru. Protože tato hodnota je hraničním rozponem, jsou zde navrženy další roznášecí prvky, jako je podélné ztužení, zavětrování a vzpěradlo. Vzpěradlo je osazeno v každém páru krokví, je také vidět v průčelí (ve štítech budovy). Přesah střechy je podepřen pozednicemi a vaznicemi, do kterých jsou osedlány krokve, které rozpírá hambalek. Hambalek je dále vynášen věšadlem. **Skladba střešního pláště** označena ve výkresu příčného řezu písmenem E je tvořena od exteriéru střešní vláknocementovou krytinou Cembrit tloušťky 30 milimetrů, která je připevněna na latích průřezu 30x50 mm. Latě jsou přibity na kontra-latích o dimenzi 30x50 mm. Pod nimi je difuzní pojistná folie Jutadach. Mezi krokve mi je tepelná izolace Isover Orsik 180mm. Pod krokve mi je parozábrana Jutafol na kterou je připevněn přídatný rošt 30x50mm. Na tento rošt jsou přibity vnitřní pohledová palubková prkna 12,5mm. Celková šířka této skladby je 333 milimetrů.

### **Výplňové konstrukce**

Srubová obálka stavby není považována za nízko energetický nebo pasivní standard, přesto budou do výplňových konstrukcí použity vysoce kvalitní dřevěná okna. Konkrétně byl vybrán typ: Eurookna, Slavona- SOLID COMFORT. Tato řada SOLID COMFORT SC92 dosahuje velmi nízké hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_w = 0,70\text{W/m}^2\text{K}$ .

Konstrukčně se jedná o okna jednokřídlá s děleným poutcem (rozdělující tabulku na 4 části). Zasklení je trojsklem se stavební hloubkou 92 mm.

U těchto oken bylo zdokonaleno **utěsnění** zasklívacích lišt, a zaveden nový systém odvětrání skel a také lepší těsnící vnitřního profilu. Tím pádem by nemělo docházet k přetlaku či ke kondenzaci mezi křídlem a rámem okna ani ve vyšších patrech.

### 13 ZHODNOCENÍ Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY PŘEHLED

Zda vykazuje srub dostatečné tepelně izolační vlastnosti je v dnešní době velmi diskutovanou tématikou. Jedním ze základních kritérií pro hodnocení stavby z pohledu tepelné techniky je hodnota tepelného odporu. Stejně důležitou veličinou je však těsnost konstrukce neboli vzduchová infiltrace. Srubové stěny mají v porovnání s například lehkou sloupkovou konstrukcí vyšší tepelně-akumulační schopnost. Dřevo je dobrým tepelným izolantem, u kterého platí, že čím větší tloušťka tím vyšší tepelný odpor. Na dostupných dimenzích kulatiny je tedy závislá velikost tepelného odporu, a nejenom na něm. Tato hodnota je ovlivňována také druhem dřeviny, v zásadě lze uvést, že se zvyšující hustotou dřeva je úměrně snižována jeho tepelně-izolační schopnost. (HOUDEK, 2011)

Přenos tepla ve dřevě může být teoreticky proveden všemi třemi formami- vedením, prouděním, sáláním. Zjednodušeně se dá popsat přenos tepla pouze vedením tepla ve dřevě. Vedení tepla je ovlivňováno mnoha faktory, kterými jsou- anatomická stavba, hustota a vlhkost dřeva. Vliv anatomické struktury dřeva, v závislosti na anizotropii, je vyjádřen rozdílnou tepelnou a teplotní vodivostí v podélném a příčném směru. Rozdíl těchto hodnot není o tolik odlišný, jako je to třeba u pohybu vody ve dřevě. V podélném směru je tato hodnota 1,5-2,5 krát větší než ve směru příčném, vysvětlení lze přisuzovat orientaci fibril v buněčné stěně. (HORÁČEK, 2002)

Na stavební fakultě VUT v Brně byla srubová stěna podrobena termografií. Termografií je označována bezkontaktní metoda pro analýzu tepelného chování objektu, konstrukce, nebo stavebního materiálu. Tento výzkum byl proveden na srubech zhotovených kanadskou technologií. Hlavním cílem tohoto výzkumu bylo vyzkoumat tepelně-technické vlastnosti srubových stěn a možného úniku spoji a drážkami. Zkoumaná srubová stěna průměru 350 mm ze smrkového dřeva, s podélnou drážkou utěsněnou pomocí nenasákové minerální vlny a paměťové pásky, dosahuje vypočtené hodnoty tepelného odporu  $R=2,67 \text{ m}^2\text{K/W}$ , tedy její součinitel prostupu tepla činí  $U=0,374 \text{ W/m}^2\text{K}$ . (Dřevo&stavby, 2011).

Podle *tabulky 6* je minimální hodnota dle ČSN 73 0540-2 pro obytnou budovu požadovaná tepelně-technické požadavky menší než 0,30. Podle průzkumu na fakultě VUT činí tato hodnota srubové stěny  $U=0,374\text{W/m}^2\text{K}$  což normovou hodnotu



přesahuje. Proto lze do budoucnosti odhadovat, že srubové stěny z kulatiny bez přídatných izolací budou navrhovány hlavně pro účel rekreačních objektů.

Tabulka 5 Požadované a doporučené tepelně-technické požadavky ČSN 73 0540-2

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{DSC,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,20
Stěna k nevytápěné půdě (se střešou bez tepelné izolace)	0,30	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,20
Střeška strmá nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,20
Střeška do plochá a šikmá do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,50	1,20	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°	1,40	1,10	0,90
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Podlaha a stěna vytápěného prostoru k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25

## Osazení oken

Okny by měla být splňována hodnota součinitele prostupu tepla, která je garantována výrobcem. Při montáži oken u zděných domů může být okno dodatečně zatepleno a řešení ostění je oproti srubovým stavbám jednodušší. U masivních dřevostaveb bývá celé ostění olištováno, a když se z hlediska tepelné techniky tomuto místu nepřikládá velký důraz, může být následkem liniový tepelný most i v okolí kvalitního okna. Tento tepelný most je patrný červenou barvou na termografu na *Obrázku 18* (Dřevo&stavby, 2011).



Obrázek 18 Výrazný tepelný most v ostění okna (časopis *Dřevo&stavby*, 2011)

## 14 ZÁVĚR, DISKUZE

V předmětu diplomové práce byl navržen srubový rekreační objekt s volbou konkrétního pozemku umístěného u Hamerského jezera. Na základě znalostí z teoretické části práce byly vytvořeny dvě varianty architektonicko-dispoziční studie tohoto objektu, v souladu s normou ČSN 73 4301 – Obytné budovy. Výhodnější dispozice byla dále rozpracována v další fázi projektové dokumentace pro stavební povolení. Dále byl vybrán nosný systém konstrukce srubu z masivní kulatiny z jedle o průměru 350 mm. Výška srubové stěny se rovná výšce prvního nadzemního podlaží. Systém druhého nadzemního podlaží byl vytvořen pomocí sloupkové rámové konstrukce vyplněné tepelnou izolací z minerálních vláken. Pro zakládání tohoto objektu, který se nachází v nestandardních podmínkách, byly vybrány železobetonové vrtané piloty. Dalším splněným bodem metodiky bylo řešení složitějších konstrukčních detailů, zejména ve spojení srubové části s „nesrubovou“ například napojení masivní srubové stěny s rámovou či zděnou stěnou. Tyto detaily jsou součástí projektové dokumentace.

V teoretické části práce byly shrnuty konstrukční zásady srubového stavitelství a popsány jednotlivé technologie. V kapitolách byl vypracován přehled diskutované problematiky obecně a z něho bylo zvoleno konkrétní řešení, které je použito v diplomové práci.

Diskuze ohledně budoucnosti srubů se zabývá převážně otázkou, zda tento konstrukční systém vyhoví stále přísnějším normám na součinitele prostupu tepla obvodovou stěnou, protože se v současné době výstavba stále více zaměřuje na stavby s nízkou energetickou náročností a je snaha o minimalizování součinitele prostupu tepla obvodové stěny.

Z hlediska tepelné techniky není srubová stavba tomuto měřítku konkurence schopná. Srub však disponuje neopakovatelnou atmosférou a tradicí, proto je pravděpodobné, že srubové stavitelství bude zachováno, minimálně v podobě staveb rekreačních objektů.

## CONCLUSION, DISCUSSION

In course of thesis was designed log cabin house placed on a particular plot near Hamerské lake. On the based from theoretical part work, was create two variants architectonic-dispositional study of this object, consistent with the CSN 73 4301 - Residential buildings. The best disposition was further developed in the next phase of the project documentation for building permits. It was also chosen supporting system design cabin from massive fir logs from a diameter of 350 mm. The height log wall it is the same like height first floor. The system of the second storey was created using the mantel frame structure filled with thermal insulation of mineral fibers. For the creation of this object, which is located in substandard conditions were selected reinforced concrete bored piles. Other point issues with was completed was solve more complex structural details, particularly in conjunction with the log of "un-log" connection massive log walls with framed wall or brick wall. These details are part of the project documentation.

In the theoretical part of the thesis summarizes the design principles of a log building and describes each technology. In the chapters were drawn up of the issues discussed in general, of whom was selected a specific solution, which is mentioned in the thesis.

Discussion about the future cabins are mostly engaged in the question of whether this structural system meet increasingly stringent standards for the heat transfer coefficient perimeter wall, as is currently the construction is increasingly focused on buildings with low energy demand and is an effort to minimize the heat transfer coefficient perimeter wall.

In vantage point of thermal technology and price structures would be possible. Blockhouse, however, has unique atmosphere and it is therefore likely that the log building will be retained, at least in the form of construction of recreational facilities.

## 15 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ:

### 15.1. KNIHY A ODBORNÉ PUBLIKACE

BAŽANT, Z. 1981. Zakládání staveb. Vyd. 3, přeprac. Praha: STNL Nakladatelství technické literatury, 368 s. ISBN 04-721-81

DUNCAN, S. Revised 2016 Log Construction Manual. 1st ed. Blue Ridge Summit, Pa.: Tab Books, 1978, 350 p. ISBN 08-306-1081-2.

FRANKOVSKÁ, Jana, Monika SÚLOVSKÁ a Peter TURČEK. Zakladanie stavieb: podklady k navrhovaniu, plošné a hĺbkové základy. 1. vyd. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 2011, 160 s. Edícia skrípt. ISBN 9788022736220.

HÁJEK, Václav. Stavíme ze dřeva. Vyd. 1. Praha: Sobotáles, 1997. ISBN 80-859-2044-

HOUDEK, Dalibor a Otakar KOUDELKA. *Srubové domy z kulatin*. 4. vyd. Vážany nad Litavou: JoshuaCreative, c2011. ISBN 9788090441446.

HORÁČEK Petr, GANDELOVÁ, Libuše, Petr a Jarmila ŠLEZINGEROVÁ. Nauka o dřevě. Vyd. 3., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. ISBN 9788073753122.

KOLB, Josef. Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Překlad Bohumil Koželouh. Praha: Grada, 2011. ISBN 9788024740713.

KOUTNÝ, Ladislav a Jaromír SKOUPIL. Technologie staveb pro krajinné inženýrství. Vyd. 1. Brno: Tiskárna Mlok, 2013. ISBN 978-80-260-4445-1.

MOTYKOVÁ, Adela. Okna: správná řešení pro novostavby i rekonstrukce. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 112 s. Profi. ISBN 978-80-247-2674-8.

MATĚJKA, Libor. Pozemní stavitelství III: šikmé a strmé střechy. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 324 s. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204-540-2.

MASOPUST, Jan. Vrtané piloty. 1. vyd. Praha: Čeněk a Ježek, 1994. 8023827553

NĚMEČEK Jan, Václav JANDÁČEK a Bohumil HURDA. Dřevo: historický lexikon : [tradice z pohledu dneška]. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1187-7.

- PETRTYL, Zdeněk a Roman ŠUBRT. Moderní okna: [zasklení a úspora tepla, vzduchotěsnost a průvzdušnost, výměna, montáž a reklamace]. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 135 s. Profi. ISBN 978-80-247-4286-1.
- RŮŽIČKA, Martin. Moderní dřevostavba. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 156 s. ISBN 9788024732985.
- SCHUNCK, Eberhard. Atlas střech: šikmé střechy. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2003, 449 s. ISBN 80-889-0558-3.
- ŠUBRT, Roman. Tepelné izolace v otázkách a odpovědích. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 138 s. Stavitelství. ISBN 80-730-0159-4.
- ŠTEFKO, Jozef, Ladislav REINPRECHT a Petr KUKLÍK. Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba. 2. české vyd. Bratislava: JAGA, 2009. Home. ISBN 9788080760809.
- TURČEK, Peter. Zakládání staveb. 2005. Bratislava: Jaga, 2005, 302 s. Architektura, stavebnictví, bydlení. ISBN 80-807-6023-3.
- ŠKABRADA, Jiří. Lidové stavby: architektura českého venkova. Vyd. 1. Praha: Argo, 1999, 246 s. ISBN 80-720-3082-5.
- VAVERKA, Jiří. Dřevostavby pro bydlení. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 376 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.
- VITRUVIUS POLLIO., Ingrid D ROWLAND, Thomas Noble HOWE a Michael DEWAR. *Vitruvius: ten books on architecture*. New York: Cambridge University Press, 1999, xvi, 39 p. ISBN 0521002923.
- WESLAGER, C. The log cabin in America: from pioneer days to the present. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press, 1969, xxv, 382 p. ISBN 0813505968.
- ŽAŽA, Petr. KUTNAR - Šikmé střechy. Vyd. 5. Praha: DEKTRADE, 2007. Skladby a detaily. ISBN 978-80-903629-6-3.

## **15.2. NORMY**

- ČSN EN 1997-1 (73 1000) Navrhování geo-technických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla, 3/2005.
- ČSN EN 1997-1. Normy.biz. česká technická norma: český normalizační institut, září 2006.

ČSN EN 73 1032: Provádění speciálních geo-technických prací - Ražené piloty. Praha. Český normalizační institut,; Český normalizační institut, 2001.

ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí, část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (odpovídá ČSN 73 1701 Navrhovanie drevených stavebných konštrukcií).

ČSN EN 335-1,2 Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva. Definice tříd použití.

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky, ÚNMZ Praha, 2011

ČSN 73 4301 Obytné budovy: ČSN 73 4301 + ZMĚNA Z1. Český normalizační institut: Technická normalizační komise:, 2004.

### **15.3. INTERNETOVÉ PORTÁLY**

DARCY, Joinery. In: Darcy Joinery Ltd [online]. Middleton, Manchester: 2016 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.darcyjoinery.co.uk/contact-us/>

Dřevo&stavby. Dřevo&stavby [online]. Praha: PRO VOBIS s.r.o., 2011 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.drevoastavby.cz/>

FROLEC, Václav a Josef VAŘEKA. Podlomenice v lidové architektuře. Lidová architektura [online]. 2012, , 2 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.lidova-architektura.cz/prehled-seznam/encyklopedie/podlomenice.htm>

CHAMBER, Robert a. Windows and Doors. In: Logbuilding [online]. Kanada, 2009[cit.201603-15]. Dostupné z: <http://www.logbuilding.org/InstallWindowsOne.NatLogHomes.pdf>

JANČÍK, Jaromír. Krovky. In: Stavební komunita [online]. Praha, 2012 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://stavebnikomunita.cz/profiles/blogs/krovky>

KOLÁŘ, Radim. VUT v Brně , Fakulta stavební: Ústav pozemního stavitelství. In: Fce.vutbr.cz [online]. Brno: VUT, 2014 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/>

Katastr nemovitostí. Nahlížení do katastru nemovitostí [online]. Praha 8: Pod sídlištěm 1800/9, 2016 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://nahliznidokn.cuzk.cz/>

Kanadské sruby. In: Sruby bohemia [online]. Ledč nad Sázavou: PESO, 2013 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.srubybohemia.cz/>

- KRIST, Valley Forge National Historical Park. In: Independence hall to valley [online]. Lyndell, PA, 2010 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z:  
<http://www.independencehalltovalleyforge.com/valleyforge.html>
- LANGER, Jiří. Podstávkové domy. In: Liberecký kraj [online]. ve Frýdlantě: Liberecký kraj, 2015 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.kraj-lbc.cz>
- PACÁK. Sruby Pacák. *Http://www.srubypacak.cz/*. 2010, (2), 1-3.
- RAŠKA, Petr. Podle čeho si vybrat krov Zdroj:  
<http://www.drevostavitel.cz/clanek/podle-ceho-si-vybrat-krov>. DŘEVOSTAVITEL [online]. 2012, , 2 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z:  
<http://www.drevostavitel.cz/clanek/podle-ceho-si-vybrat-krov>
- SOUKUP, Petr. Technická dokumentace - Postupy při navrhování srubu. Jihlava: Sruby Bohemia, 2010. [Online] [Citace: 10. Duben 2014.]  
<http://www.srubybohemia.cz/cz/soubory/>.
- STAVBY SRUBU. In: Norská technologie stavby srubu [online]. Frýdek-Místek: Weiron Dynamics, s.r.o., 2016 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.stavby-srubu.cz/norske-sruby>
- TUSZYNSKI, Jarek. Smoky Mountain National Park. Cades Cove [online]. 2n. 1., 2009, 1-2 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <https://en.org/detail.jpg>



## 15.4. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rohový spoj-dřívější způsob (TUSZYNSKI, 2009).....	15
Obrázek 2 Ukázka pod-stávkového domu (LANGER,2015).....	16
Obrázek 3 Replika srubového domu z Pensylvanie (KRIST,2010).....	17
Obrázek 4 Objekt technologie „Piece-on-Piece“– (HOUDEK, 2011).....	19
Obrázek 5 Řez transversální (příčný) jedle bělokoré (NĚMEČEK, 2005).....	22
Obrázek 6 Ukázka kulatiny s podélnou drážkou (SOUKUP,2010).....	24
Obrázek 7 Spoj nehraněného srubu, ložné spáry s výřezem do tvaru „U“ (ŠTEFKO,2009).....	25
Obrázek 8 Vazba rohu úplným přeplátováním rybinou (HÁJEK,1997).....	26
Obrázek 9 ukázky piloty vetknuté (vlevo) a piloty plovoucí.....	33
Obrázek 10 Ukázka stavby z accoya wood (DARCY, 2016).....	37
Obrázek 11 Ukázka pod-lomenice (ŠTEFKO, 2009).....	38
Obrázek 12 Ukázka hambálkové z projektové dokumentace (vlastní).....	41
Obrázek 13 Šablona (čtverec se zkosenými rohy) vláknocementové krytiny (ŽAŽA, 2007).....	42
Obrázek 14 Dilatační spára v nadpraží s výplní izolačním materiálem (ŠTEFKO,2009).....	45
Obrázek 15 Otvory pro okno a dveře (CHAMBER, 2004).....	46
Obrázek 16 Mapa z katastru nemovitostí (KATASTR NEMOVITOSTÍ,2016).....	48
Obrázek 17 Detail mapy.....	49
Obrázek 18 Výrazný tepelný most v ostění okna (časopis Dřevo&stavby, 2011).....	58

## **15.5. SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Koeficienty sesychání a bobtnání (HORÁČEK, 2009).....	27
Tabulka 2 Klasifikace zeminy podle zrnitosti je podle ČSN 72 1001 .....	30
Tabulka 3 Klasifikace hodnoty pórovitosti podle ČSN 72 1001.....	30
Tabulka 4 Klasifikace hodnot vlhkosti podle ČSN 72 1001 .....	31
Tabulka 5 Požadované a doporučené tepelně-technické požadavky ČSN 73 0540-2.....	57