

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

**Historické a soudobé dřevěné roubené stavby pro bydlení
a jejich konstrukční řešení**

Diplomová práce

Autor: Šimon Matějovský

Vedoucí práce: Ing. Kamil Trgala, Ph.D.

2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Šimon Matějovský

Dřevařské inženýrství

Název práce

Historické a soudobé dřevěné roubené stavby pro bydlení a jejich konstrukční řešení

Název anglicky

Historical and contemporary wooden timbered buildings for living and construction solutions

Cíle práce

Zmapovat historický vývoj roubených dřevěných staveb až po současnost a uvést příklady konstrukčních řešení.

Metodika

1. Vývoj roubených staveb
2. Historické konstrukce roubených staveb
3. Dokumentace několika příkladů historických a současných roubených staveb
4. Hodnocení provozní náročnosti metodou strukturovaného rozhovoru s uživatelem
5. Současné využití roubených staveb
6. Současná používaná konstrukční řešení
7. Požadavky na roubené stavby a konstrukce v současnosti
8. Shrnutí

Doporučený rozsah práce

50 – 60 stran + 10 stran příloh

Klíčová slova

roubené stavby, energetická náročnost, dřevěné konstrukce

Doporučené zdroje informací

- ČECHOVÁ, J. STÖHROVÁ, P. Dřevěné konstrukce : technické a kulturní dědictví v edukativní praxi. Brno: Technické muzeum v Brně, 2013. ISBN 978-80-87896-02-0.
- JODIDIO, P. Wood – architecture now!. Cologne : Taschen, 2011. ISBN 978-3-8365-2329-5
- KOŽELOUH, B. – KOLB, J. *Dřevostavby : systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-4071-3.
- KUKLÍK, P. Dřevěné konstrukce. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2005. ISBN 80-86769-72-0.
- LANGER, J. Lidové stavby v Evropě. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2072-2.
- PEŠTA, J. Rekonstrukce roubených staveb. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-3239-8.
- ŠKABRADA, J. *Lidové stavby : architektura českého venkova*. Praha: Argo, 1999. ISBN 80-7203-082-5.

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Kamil Trgala, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Elektronicky schváleno dne 7. 1. 2016

doc. Ing. Martin Böhm, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2016

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2016

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci Historické a soudobé dřevěné roubené stavby pro bydlení a jejich konstrukční řešení vypracoval samostatně pod vedením Ing. Kamila Trgal, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 18. 4. 2016

.....

Podpis autora

Poděkování

Rád bych zde poděkoval Ing. Kamilu Trgalovi, Ph.D. za cenné připomínky, kontakty a rady, které mi při vedení práce poskytl.

Děkuji též Ing. Jitce Beránkové, Ph.D. a VVÚD za vstřícnou spolupráci a poskytnutí zařízení a praktických zkušeností při provádění blower door testu. Dále majitelům všech navštívených a měřených staveb a také vstřícným výrobcům roubených domů, kteří mi byli ochotni poskytnout své výrobní údaje.

Poděkování patří též mé rodině a přátelům za morální podporu při studiu.

Abstrakt

Cílem této práce je na základě dostupné literatury sepsat rešerši historického vývoje konstrukcí roubených dřevěných staveb pro bydlení na území ČR. V návaznosti na to je proveden průzkum současného trhu firem zabývajících se výstavbou roubených staveb, jejich používaná konstrukční řešení a skladby konstrukcí. Provedený průzkum poskytuje informaci o převládajících konstrukčních řešeních v současné roubené výstavbě rodinných domů na českém trhu.

Práce se zaměřuje na tepelně technické vlastnosti dnes užívaných roubených konstrukcí, orientační změření jejich hodnot pomocí blower door testu a termodiagnostiky a srovnání s na ně kladenými normovými požadavky na trvalé bydlení. Zajímavým zjištěním těchto měření je v případě jednoho vzorku novostavby splnění požadavků na hodnotu blower door testu a při několika měřeních termografie jiných objektů souvislost tepelné propustnosti roubené stěny jako celku.

Závěrem práce je shrnutí současného stavu užívání a výroby roubenek na území ČR, včetně shrnutí výsledků měření a průzkumu jejich tepelně technických vlastností.

Klíčová slova

roubené stavby, dřevěné konstrukce, energetická náročnost, tepelná diagnostika staveb

Abstract

The aim of this thesis was to carry out a search based on available literature that focused on historical development of timbered houses in the Czech Republic that are intended for permanent living. A survey was conducted subsequently to this search. This survey concentrated on firms that nowadays build timbered houses and also on construction solutions and structure composition of such houses. The conducted survey describes prevalent construction solutions of timbered houses in the current housebuilding sector of the Czech market.

The thesis focuses on thermal properties of today's timbered wooden structures. Next, an indicative measurement of these buildings was carried out by a blower door test and thermal imaging diagnostics. Furthermore, the thesis compares timbered structures with standard requirements for permanent housing. Interestingly, the measurements for instance showed that one new building met the requirements of the blower door test. Next, several thermography measurements demonstrated seamless heat transfer of a timbered wall as a whole.

The conclusion of the thesis summarizes the current use and construction of timbered houses in the Czech Republic. Moreover, it sums up the results of the measurements and outlines the survey results regarding the thermal properties of these houses.

Keywords:

timbered houses, wooden structure, energy performance, thermal imaging diagnostics of buildings

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíle práce	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Dřevostavby a definice roubených staveb.....	10
3.2	Historický vývoj roubených staveb.....	12
3.3	Vývoj jednotlivých konstrukčních prvků roubených staveb.....	18
3.3.1	Dřevo jako konstrukční materiál	18
3.3.2	Stěnové trámy.....	19
3.3.3	Tesařské spoje	20
3.3.4	Rohové spoje stěn (nároží).....	21
3.3.5	Spáry	24
3.3.6	Spojovací prvky	25
3.3.7	Podstávka	25
3.3.8	Štíty	26
3.3.9	Krovy a střechy	26
3.3.10	Stropy a pavlače	28
3.3.11	Základy.....	29
3.3.12	Podezdívka	29
3.3.13	Podlahy.....	29
3.3.14	Okenní a dveřní otvory a výplně.....	30
3.3.15	Omítky, obklady a povrchové úpravy	31
3.3.16	Vytápění	33
3.3.17	Tepelná izolace.....	34
3.4	Rešerše poznatků o současných roubených stavbách	35
3.4.1	Současné využití roubených staveb.....	35
3.4.2	Současná používaná konstrukční řešení.....	35
3.4.3	Současné použití tepelných izolací	36
3.5	Požadavky na roubené stavby a konstrukce v současnosti.....	37
3.5.1	Požárně technické vlastnosti roubených stěn	37
3.5.2	Tepelně technické vlastnosti	37
4	Metodika	40
4.1	Získávání informací o zkoumaných stavbách	41

4.1.1	Výběr staveb.....	41
4.1.2	Metodika polostrukturovaného rozhovoru	41
4.1.3	Podklady pro polostrukturovaný rozhovor.....	42
4.2	Průzkum současných výrobců roubených staveb na území ČR.....	44
4.2.1	Výběr firem.....	44
4.2.2	Okruhy dotazů na konstrukční řešení.....	44
4.3	Metody měření	46
4.3.1	Termodiagnostika.....	46
4.3.2	Blower door test	49
5	Výsledky a diskuze	55
5.1	Průzkum několika zástupců roubených staveb.....	55
5.1.1	Rozhovor a transkript.....	72
5.1.2	Výsledky	72
5.2	Termodiagnostika.....	76
5.3	Blower door test.....	76
5.4	Zjištění současných používaných konstrukčních řešení na území ČR.....	78
5.5	Tepelně technické požadavky na roubené stavby a konstrukce v současnosti.....	85
6	Závěr a doporučení.....	87
7	Použitá literatura	89
8	Přílohy.....	91

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Rozdělení srubových a roubených staveb dle úpravy kulatiny (Veselý, 2013).....	11
Obrázek 2: Způsoby opracování kmene na trám na našem území (Langer, 2010).....	20
Obrázek 3: příklady nárožních vazeb (Hájek, 2001).....	22
Obrázek 4: Nárožní spoje roubením (Maršálek, 2015).....	24
Obrázek 5: Historický vývoj roubené stěny (Kolb, 2011).....	36
Obrázek 6: Přehled montáže systému zařízení (LTM GmbH, 2006).....	51
Obrázek 7: Roubený třípodlažní dům jako historická rekonstrukce, Krňovice.....	55
Obrázek 8: Roubená dvoupodlažní moderní novostavba, Olešnice.....	57
Obrázek 9: Poloroubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím na základě rekonstrukce původního historického objektu, Černá.....	59
Obrázek 10: Poloroubený historický jednopodlažní dům s obytným podkrovím, Nová Ves.....	61
Obrázek 11: Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím, Pelešany.....	63
Obrázek 12: Poloroubený historický (podstávkový) dvoupodlažní dům, Horní podluží.....	64
Obrázek 13: Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím, Bělečko.....	66
Obrázek 14: Poloroubené historické dvoupodlažní stavení, Zahradky.....	67
Obrázek 15: Roubené historické dvoupodlažní stavení, Nosálov.....	69
Obrázek 16: Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím, Havlovice.....	71
Obrázek 17: Vedení komprimačních pásek v současné profilaci roubení (Al-Hajjar, 2015).....	81
Obrázek 18: Kresba tří typů skladeb spáry roubené stěny.....	82
Obrázek 19: Příklady vývoje rybinového nárožního spoje některých výrobců v současnosti (Lesoservis, s.r.o., Srub.CZ, Hoblina).....	83

Seznam připojených tabulek

Tabulka 1: Beaufortova stupnice síly větru (Pešta, 2011).....	53
Tabulka 2: Základní rozdělení budov podle potřeby tepla na vytápění dle ČSN.....	73
Tabulka 3: Orientační spotřeba tepla a způsob vytápění objektů.....	74
Tabulka 4: Porovnání hodnot koeficientu n_{50} v závislosti na rozdílném způsobu větrání dle ČSN 73 0540-2.....	77

Seznam připojených grafů

Graf 1: Závislost objemového toku vzduchu netěsnostmi v obálce budovy na tlakovém rozdílu (Pešta, 2011).....	50
Graf 2: Materiály využívané na dřevěné roubení.....	80
Graf 3: Dřeviny používané pro roubení.....	80
Graf 4: Nejpoužívanější tloušťky hranolů roubené stěny.....	81
Graf 5: Nejčastěji využívané způsoby vytápění.....	85

1 Úvod

Tématem diplomové práce jsou roubené stavby pro bydlení a historický vývoj jejich konstrukcí na území České republiky až po současnost. Výběr tématu byl veden celkovým zájmem o českou roubenou architekturu, její tradici a architektonickou hodnotu v krajině především v době, kdy začíná výrazně sílit import cizích architektonických konstrukčních tvarosloví (zvláště kanadských či skandinávských srubů).

Práce začíná komplexní rešerší historického vývoje roubených staveb pro bydlení a pokračuje až ke shrnutí dostupných informací o současném stavu. Na toto shrnutí později přímo navazuje aktuální průzkum trhu firem zabývajících se výstavbou a rekonstrukcemi roubených staveb na našem území.

Další částí práce je v případě použití dřeva podloženost a aktuálnost současných stavebních norem, omezujících možný rozvoj dřevostaveb, a tedy i roubenek směrem k jejich využití pro trvalé bydlení. V tomto kontextu byl proveden průzkum mezi desítkou uživatelů, zaměřující se především na výhody a nevýhody bydlení v roubených stavbách, a dále termodiagnostická měření přímo v objektech. K širšímu záběru práce mě vedla mimo jiné konzultace s Ing. Markem Poláškem z VVÚD v Praze, který zmínil velmi nízkou úroveň poznatků o hodnotách blower door testu a termodiagnostiky roubených konstrukcí.

Práce rozšiřuje povědomí o roubených konstrukcích, jejich dnešním využití a vývojových modifikacích v bytové výstavbě.

2 Cíle práce

Cílem práce je zmapovat vývoj roubených staveb na našem území a přispět k širšímu prozkoumání dnešní situace, která je v literatuře popsána jen minimálně. Vychází proto nejdříve z poznatků autorů písmicích o roubenkách - jak se vyvíjely od středověku až do doby nedávné. V kapitole Literární rešerše je uveden vývoj konstrukčního řešení roubenek. Pozornost je zde kladena především na vývoj skladby stěn, neboť ten je dále zkoumán i na současných roubenkách v částech nazvaných Průzkum a Výsledky.

Práce vychází z předpokladu, že roubenky tradičně sloužily jako obytné stavby a jejich stěny se osvědčily jako dobrý tepelný izolant i jako dýchající hmota, ve které se nedrží přílišná vlhkost. Aktuální situace pod vlivem norem je však v České republice výrazně jiná, roubenky ztrácejí svou obytnou funkci a slouží spíše jako víkendové bydlení.

V článku Dřevostavby s ohledem na jejich rozdělení a požadavky (Papesch, 2013) je uváděno, že cílem Evropské unie je snižování energetické náročnosti budov a zajištění udržitelného rozvoje, v tomto ohledu jsou to právě dřevostavby (především v podobě pasivních standardů), které nejlépe vyhovují těmto požadavkům. Je to především díky nízké tepelné vodivosti a vynikajícím tepelně i zvukově izolačním schopnostem materiálu. Jak je dále autory zmiňováno, jsou dřevostavby upřednostňovány díky pocitu, že člověk bydlí v blízkém kontaktu s přírodou, a díky splnění přání majitelů žít ve zdravém domě bez jakýchkoli škodlivých či zdraví škodlivých materiálů.

Česká republika patří mezi státy s největší zalesněností a největším počtem vytěžené kulatiny v přepočtu na osobu. Přesto ve srovnání s ostatními západními státy je míra následného druhotného zpracování na konstrukční dřevo velmi nízká. Dřevostavby představují na tuzemském trhu dle zdrojů ČSÚ k roku 2014 pouze necelých 10%, přestože od roku 1993 zaznamenávají trvalý nárůst.

Jedním z cílů práce je porovnání normových požadavků, které omezují výstavbu pro využití roubených staveb pro trvalé bydlení, s reálným fungováním roubených staveb. Práce v návaznosti na popsání historický vývoj mapuje současnou situaci výstavby a využití roubenek dnes, a to prostřednictvím jednotlivých průzkumů, jako jsou polostrukturovaný rozhovor s uživateli a měření tepelné propustnosti stěn (termokamerou a blower door testem). O těchto metodách výzkumu se zmiňuje kapitola Metodika.

3 Literární rešerše

V následujících podkapitolách práce shrnuje poznatky autorů literatury o vývoji dřevostaveb na území ČR. Kapitola nabízí kompilaci různých definic roubených staveb s ohledem na jejich označení. Dále je zaměřena na konstrukční prvky, které byly v minulosti při výstavbě roubenek používány, především na vývoj skladby stěny a její vlastnosti.

3.1 Dřevostavby a definice roubených staveb

Architekt Pešta (2013) rámcově definuje roubenou konstrukci jako „[...] stěnu postavenou z vodorovně umístěných masivních dřevěných prvků v různém stupni opracování – od jen nahrubo oloupaných kmenů, kuláčů (povalů), přes dvoustraně opracované (omítané) trámce nebo fošny, ze všech čtyř stran opracované trámce s ponechanými přirozeně oblými rohy až po plně hrazené trámy. Jednotlivé prvky se častěji dotýkají jen na koncích.“

Roubení je dle definice Národopisné encyklopedie Čech, Moravy a Slezska (Brouček, 2007): „[...] stavební technika vytváření stěn z kmenů nebo trámů vodorovně na sebe kladených a v rozích spojených plátováním různého druhu.“ Pod tuto definici se tedy dá zařadit jak konstrukce stěn srubů, tak tzv. roubenek. Mezi srubové konstrukce, známé v dnešní době v obecném povědomí především v kontextu skandinávských a kanadských systémů, patří tedy i konstrukce roubené. U těch je spojování prvků stěn prováděno roubením, tzn. v nárožích sestav vodorovně vrstvených trámů vázaných (roubených) tesařskými spoji (Houdek, 2013), nejčastěji zatesáváním na tzv. rybinu (Papesch, 2013). Konstrukce jsou jednovrstvé, mající prvky z masivních odzrněných profilů, které byly během historického vývoje i vzhledem k jednotlivým oblastem různě zpracovávány – od nejstarších nehraněných kuláčů (srubů) po dnes nejnámější trámový (čtyřstranně hraněný) profil (Houdek, 2013).

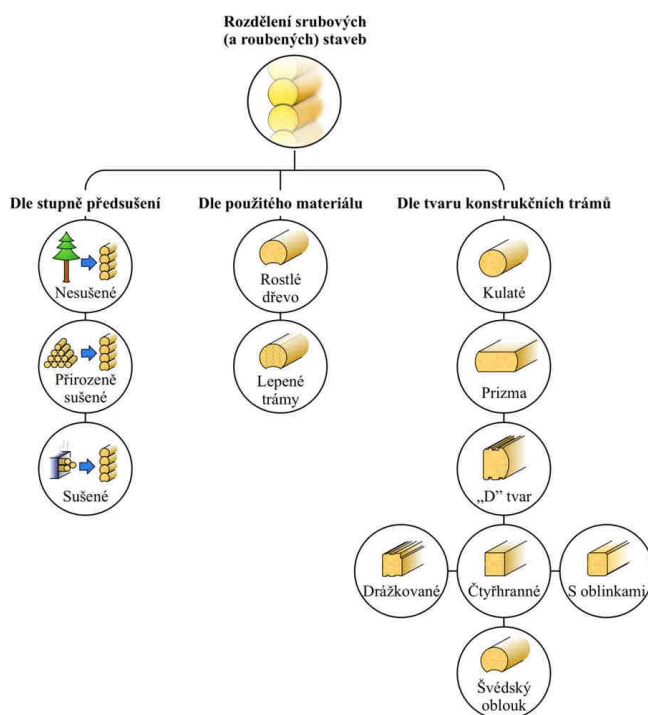
V dnešní době se škála dřevostaveb dělí na celou řadu konstrukčních systémů, které mají často dle regionů odlišný vzhled i konstrukční řešení. Podle publikace Dřevostavby od Josefa Kolba to jsou:

- srubové stavby,
- hrázděné stavby,
- Ballon-Frame a Platform-Frame,
- rámové stavby,
- skeletové stavby,
- a stavby z masivního dřeva.

O něco jednodušší dělení uvádějí Papesch a Plaček (Papesch, 2013) na rámové (žebrové), masivní a srubové dřevostavby a stavby z masivního dřeva. Jak vyplývá z obou autorských prací, tradiční konstrukční řešení jsou shrnuta do oblastí hrázděné a především srubové dřevostavby.

Oproti tomu dnešní tzv. roubené stavby jsou již dle publikace Dřevostavby od Josefa Kolba a jeho dělení do pouhých tří kategorií vedle rámových a skeletových staveb řazeny do kategorie masivní dřevěné stavby. Stejně tak se autoři článku Masivní dřevostavby a požadavky na ně kladené (část 1) drží Kolbových současných tří kategorií a masivní dřevostavby dále dělí takto:

- srubové a roubené stavby (tradiční),
- stavby ze skládaných přířezů (novodobé),
- stavby z vrstveného masivu (novodobé),
- a stavby z dílcových prvků (novodobé).



Obrázek 1: Rozdělení srubových a roubených staveb dle úpravy kulatiny (Veselý, 2013)

Pod pojmem roubená stěna si v historickém kontextu představíme vodorovně kladené trámy se spárou vyplněnou vymazávkou. Výjimkou byly oblasti s vyspělejším tesařstvím – Šluknovsko a Chebsko, kde přesně opracované trámy doléhají přesně na sebe v celé ploše úzké vodorovné spáry, kryté trojúhelníkovými lištami. Z mladších období můžeme nalézt toto konstrukční řešení především na Valašsku (Pešta, 2013).

3.2 Historický vývoj roubených staveb

Ve středověku i na jeho samém počátku, nehledě na převládající představu období kamenných hradů a kostelů, bylo dřevo nejběžnějším stavebním materiálem. Kvůli omezené životnosti dřeva v běžných exteriérových podmínkách jsou nejstarší dochované dřevěné stavby u nás až z 15. a 16. století, kdy roubené nebo hrázděné byly celé vesnice, města a často i panská sídla (Svobodová, 2014).

Vůbec nejranějším dokladem roubených staveb jsou dle Langera (2010) opevněná sídliště jezerních ostrovů lužické kultury (18. – 7. století př. n. l.), nejlépe zachovaná je díky vzestupu hladiny jezera například u vesnice Biskupin v Kujavsko-pomořském vojvodství středoseverního Polska. Dispozice byla dvojdílná (síně a jizba) z kůlové a rámové konstrukce s použitím dubového a borovicového dřeva. Netesané vodorovně kladené kratší trámy byly s kůly spojovány na pero a drážku. Dle znalce dřevěné architektury evropského severu, norského architekta Arne Berga, je nejstarší roubenou konstrukcí pohřební komora ze západní Sibíře ze dřeva datovaného do 4. století př. n. l. Další rozšíření pak pokračovalo na sever a severovýchod Evropy, přičemž do střední Evropy dorazilo od severu až ve 3. a 4. století př. n. l. Za kolébku roubeného stavitelství je proto považován sever Evropy, odkud také přichází řešení problému s netěsností srubových stěn spárami mezi netesanými trámy z vysušeného smrku nebo borovice. Vytvoření žlábků na spodní straně kuláče tak umožnilo dosednutí na horní oblínu spodního trámu, který se ve středověku objevuje na celém severu Evropy od Skandinávie přes Pobaltí až do Ruska (Langer, 2010). Středověké pevné a těsné konstrukce dřevostaveb vycházejí ze skandinávských zkušeností s výstavbou lodí a Vikingových poznatků získaných v rámci obchodních plaveb. Konkrétně od norských stavitelů pochází jeden z nejpropracovanějších konstrukčních stylů horizontálně uložených klád se zámkovými spoji, nazývaný „laft“, k jehož výrobě se používala převážně jedle, u které byla dva roky před poražením odříznuta špička za účelem natažení živice (Houdek, 2013).

Zavedení jednoprostorových roubených obydlí s rohovým ohništěm k nám přichází až se slovanským osídlením v 5. až 7. století, kdy konstrukce nároží byla s přesahem. Dvojdílná a trojdílná srubová dispozice s pecí se ve střední Evropě objevila až mezi 10. a 12. stoletím, což potvrzuje archeologem V. Nekudou odkrytá obec Pfaffenschlag u Slavonic z konce 11. století, zaniklá kolem roku 1430 (Langer, 2010).

Nejstarší doložené původní dřevěné stavby na našem území již nenajdeme, ovšem jejich repliky na základě archeologických výzkumů, nálezů a zahraničních analogií můžeme vidět v muzeích, skanzenech nebo tzv. archeoskanzenech. Vývoj staveb mezi závěrem období Velké Moravy a vrcholným středověkem byl překvapivě nepatrný. Nejstarší objekty byly domy zahloubené zcela

nebo částečně pod zem – označované jako zemnice a podzemnice, nebo výjimečně stavby nadzemní. Vedle stěn méně významných objektů, vyplétaných proutím mezi svislými kůly, silně omazaným z obou stran hlínou, můžeme vidět ve Skanzenu v Modré u Velehradu i stěny roubené z kuláčů s využitím konstrukce „na pero a drážku“. Ty byly tvořené svislými kůly s vyhloubenou drážkou, do které jsou kladeny sesekané konce (pera) vodorovných krátkých kulatin. Otvory byly kryty sklopnými okenicemi (Svobodová, 2015) a otočnými dveřmi zřejmě v kamenné jamce u země a v dřevěné objímce nahoře (Langer, 2010). Svobodová (2015) ve své publikaci popisuje ještě střechu, často posazenou až přímo na terén, s hřebenovým trámem podepíraným ve štítech dvěma rozsochami, krytou jednoduchými slaměnými došky na po spádu kladené konstrukci z větví, předcházející pozdější systém krokví. Ve 14. století se již setkáváme se srubovými domy roubenými z kuláčů ještě bez přitesání a v nárožích spojovaných s přesahujícím zhlavím (Svobodová, 2015). Tato konstrukce je často milně považována za cizí prvek na našem území zřejmě proto, že na dochovaných stavbách z 18. století ji nenalezneme. Jak ještě zmiňuje Svobodová (2015), střechy byly kryté stále nejčastěji slaměnými došky, ale v případě důležitých staveb se objevují dřevěné šindele nebo pálené tašky.

Vzhledem k minimálním změnám na požadavky bydlení až do poloviny 20. století se dochovaly z pozdního středověku převážně obytné stavby. Jejich konstrukce je z nehraněných odkorněných kuláčů, které byly ve městech a jejich okolí z důvodu provázání nároží otesány jen na koncích do tvaru, který připomíná rybí ocas, tzv. na rybinu, a bránily tak vyklouznutí. Po vycpání vzniklých spár mechem byly celé stěny omítnuty silnou vrstvou hliněné mazaniny, což působilo jako ochrana nejen interiéru před povětrností, ale též materiálu konstrukce stěn. Strop z kuláčů, který byl kladen na obvodové stěny a ve středu podpírán mohutným průvlakem, byl alespoň nad obytnou místností (jizbou) nápadně vysoko z důvodu otevřeného ohniště v jizbě. Její stěny i spodní strana stropu nebyly omítány. Téměř jasným ukazatelem stáří stavby jsou právě větrací otvory nad dveřmi a okny, kterými byl kouř z místnosti odvětráván společně s dřevohliněným dymníkem nad ohništěm, odvádějícím většinu dýmu nad konstrukci stropu. Krov byl řešen jako jednoduchý hambalkový s krokviemi kotvenými přímo do stropních trámů s poměrně širokými odstupy, protože jako střešní krytina se využívaly lehké slaměné došky. Základní dispozici takového domu tvořila obytná jizba, vstupní prostora síně v centrální části a komora (komory) – nevytápěný prostor k uskladnění veškerého majetku, obývaný pouze v letních měsících. Vzhledem k tomu, že stropy komor bývaly nízké, vyskytovaly se často dvě komory nad sebou, přičemž horní byla přístupná z vnitřní pavláčky nebo horní síně. Součet výšek obou komor odpovídal úrovni stropu dymné jizby. Zatím nejstarším zástupcem na našem území je dle Svobodové (2014) dům čp. 4 ve Vitějovicích na Prachaticku, dendrochronologicky datovaný (světnice) do let 1490–1492 (Svobodová, 2014). Ovšem Pešta (2013) uvádí za zatím nejstarší venkovskou stavbu ojedinělý dům v Mirkovicích na Českokrumlovsku, datovaný do

30. let 15. století, ale ohrožený nezájmem majitele. Překvapivě na území významných středověkých měst nalezneme roubené konstrukce ještě starší – např. v Českých Budějovicích nebo Znojmě, kde byly roubenou technologií stavěny polodřevěná zástavba nebo jen obytné místnosti v jinak zděných domech. V tomto kontextu je zaznamenán negativní otisk roubených vestaveb v mnoha kamenných zdech hradů a tvrzí – nejstarší dle Bukovského (2008) na královském hradě Bezděz ze 13. století, díky čemuž známe historický postup výstavby na základových zdech. Nejprve srubové místnosti z nehraněných kuláčů s přesahem zhlaví a až následně subtilnějšího obezdění kamennými stěnami. Jakýmsi funkčním pozůstatkem vnitřních dřevěných srubů je pozdější prkenné či fošnové táflování – profilovaný obklad místnosti (Pešta, 2013).

Vývoj jednotlivých konstrukcí a dispozičních úprav je časově mezi městy a venkovem velmi rozdílný. Vzájemný posun je obecně v literatuře uváděn nejméně o sto let. Často i déle – v závislosti na odlehlosti lokality – trvalo, než se inovace z okolních měst projevila na venkově. Zajímavým a ilustrujícím je srovnání kreseb z Velislavovy Bible z roku 1340 se stavbami z tesaných trámů v porovnání s cestopisem cestovatele Fynese Morysona putujícího po českém venkově 16. století, který popisuje stavby z netesaných kuláčů (Langer, 2010).

V polovině 17. století už definitivně zaniká dymný provoz v tzv. jizbě a přechází se na nepřímé vytápění pomocí otopného koutu v zadní části síně, který se později vyvine v černou kuchyň. Tento přechod znamená snížení stropu obytné místnosti a celkové prosvětlení, související s bílením vápenným nátěrem – odtud název světnice. Snížení stropu znamená srovnání výškových úrovní místností, tedy opuštění schématu tzv. špýcharového domu s komorou v patře. Stavby tedy byly buď přízemní – většina Čech, anebo patrové – severní a severozápadní Čechy (Pešta, 2013).

Většina dnes stojících středoevropských historických roubených staveb je z 18. nebo 19. století, kdy roubená stavení po temném období po 30leté válce zaznamenávají opět rozvoj. V tomto období dle Pešty (2013) dochází k diferenciaci regionálních forem architektury, které jsou známé dodnes. Stěnové trámy, v tuto dobu již ve většině ze smrkového dřeva, mají nově stejnou délku všech tří dílů domu. Za nejdůležitější byl považován prahový trámový věnec, který bývá z nejsilnějších a nejkvalitnějších částí kmene, v rozích co nejpevněji vázán – obvykle na ozub (zámek, kaňa – viz kapitola *rohové spoje stěn*), a nesl celou stavbu i vzhledem k možným posunům podloží. Nároží prahových věnců všech místností byla podložena většími kameny, zatím co zbytek byl vyplněn později. Další roubení trámů ve vyšších věncích byla vždy v okapových nárožích kladena střídavě silnějším a slabším koncem s výjimkou karpatských oblastí, kde byly shodným kladením slabších konců k patě svahu rovnány tlakové poměry sil a jednoduše umožněna vodorovnost střechy. Trámy v nárožích byly původně vázány plátováním

– na venkově až do poloviny 18. století, kdy se přešlo na ve městech již známý spoj na rybinu (rybí chvost). Okenní sloupky, do kterých se čepovaly zhruba čtyři slabší stěnové trámy, byly čepovány na třetí až čtvrtý věnec a zaklopeny shora trámem zvaným závěra, přesahujícím dříve nároží zdobeným koncem. Další dva věnce byly se stupňovitě delšími přesahy a kladly se na ně příčné stropní trámy s následným uložením pozednice (podkrokevnice) vynášející střechu. Zastropení střední části domu (předsíně) bylo prováděno trámy kladenými podélně s obvodovými stěnami. U větších domů je často používán středový průvlak podpírající středem jizby nebo světnice stropní kolmé trámy, ale ten postupně s prodlužováním světnice ustupuje. Tento trám, někdy podpíraný sloupem, byl často zdoben a nesl dataci domu (Langer, 2010).

V závěru 18. století dochází k prvním protipožárním nařízením omezujícím stavbu dřevěných domů, která se ovšem týkají především měst. Ta ovšem přinášejí vlnu lidového klasicismu s formami zděného „selského baroka“ v jižních a jihozápadních oblastech. Oproti tomu dochází v severních a severovýchodních Čechách a na Valašsku a Beskydsku na přelomu 18. a 19. století k paradoxně největšímu rozkvětu roubené lidové architektury, ačkoli dle Bukovského (2008) dochází od roku 1816 k tvrdému zákazu dřevěných staveb (s výjimkou rozptýlené zástavby horských a podhorských oblastí). Další stavební nařízení v průběhu 19. století nebyla již tak radikální, ovšem český venkov se již zděným stavbám přizpůsobil a zvykl si na ně (Štefko, 2006).

V tomto období se také postupně objevují kombinace materiálových konstrukcí – roubená obytná světnice a zděná síň s černou kuchyní, komora a chlév. Obytné patro, které bývalo dříve typické jen v severních a severozápadních oblastech Čech, v Pojizeří a na Sobotecku, bývá řešeno jednotlivě nebo v kombinaci hrázděné a roubené technologie (Pešta, 2013).

Nejdéle v době regulací v 19. století dochází ke změně úhlu střešních krokví vůči vazným trámům z 55° na 45°, čímž dochází ke snížení střechy a možnosti větších přesahů přes pozednici.

Pouze ve městech a významnějších objektech se objevuje tesařská tradice vaznicových krovů, v níž jsou krokve upevňovány do příčných, se štítem rovnoběžných vaznic a vzájemně zpevňovány různými vzpěrami, polosochami a ondřejskými kříži. V případě velkých obytných objektů nebo s nástupem těžké nespalné krytiny z pálené hlíny se obvykle používaly stojaté nebo ležaté stolice, výjimečně mansardy.

Konstrukční tradice a samozřejmě půdorys domu určovaly dvě původní základní formy střechy:

- valbová, považovaná za nejstarší a využívaná nad čtvercovými půdorysy a během 17. a 18. století znovu zaváděna na reprezentativnějších stavbách.

- sedlová, využívaná ve střední Evropě zřejmě od 15. století nejprve nad dolnoněmeckými halovými domy a následně i v lidové architektuře.

Se stoupajícími nároky na prosvětlenost světnic a se vznikem patrových komor se zvyšuje štítová stěna a vzniká systém polovalby, se kterou se objevuje i ve vrcholu zatím malého štítu kabřinec. Z původního malého dymného průduchu ve štítu těsně pod hřebenem můžeme sledovat postupnou proměnu, jak shora i zdola na úkor polovalby štít přibývá. Celý systém se tak postupem času proměňuje na střechu sedlovou, která umožnila vznik rozsáhlých módních štítů, které se staly dekorativní plochou pro lokální zařazení a demonstraci prestiže. S odstraněním tzv. obháňky – posledního pozůstatku valbového systému v podobě jedné řady šindelové či taškové krytiny na úrovni koruny čelní stěny – byly štíty následně předsouvány před úroveň stěny pod ním, aby ji chránily před stékající dešťovou vodou.

Všeobecně se předpokládá, že rozšíření dymných jizeb na venkově trvalo nejdéle do 16. století, zatímco první zmínky o využití chlebové pece v obytné místnosti, kterou tak již můžeme nazývat světnicí, se objevují v obydlích privilegované společnosti již ve 14. století. Se změnou způsobu vytápění obytné místnosti, tedy konkrétně s odvodem dýmu, souvisí následné zmenšování prostoru síně, která do této doby sloužila mnoha účelům. Krom konání mnohých hospodářských prací především v zimních obdobích se zde konaly i obyčejné rituální slavnosti a pohoštění většího počtu lidí. Vytápění síně se provádělo buď otvory pro přívod dýmu, nebo dymníkem prostupujícím stěnu z jizby. Její zadýmení trvalo po pečení ještě několik dní a na stěnách se navíc postupně usazoval dehtový nános. Jizba si tedy zachovávala spíše intimní ráz pro členy rodiny. Středověký význam slova síň byl spíše reprezentativní, proto bývala místnost poměrně rozsáhlá, ve městech situovaná v patře (Langer, 2010).

Hlavní obytná místnost bývala zastropena povalově z netesaných nebo podélně půlených kmenů, (roubenou klenbou) které byly pokryty z vrchu mazanicí.

V 60. letech v souvislosti s omezením cestování a plošnou výstavbou sídlišť nastupuje významná vlna rekreačního chalupářství, které zachránilo mnoho historických nejen roubených staveb. Uživatel je ochoten přizpůsobit svůj víkendový pobyt původnímu tradičnímu způsobu bydlení, protože hledá protiklad bydlení ve městě, a proto byly na rozdíl od vesnického usedlíka zásahy do systému fungování domu minimální. Vyvstávají tak nové úpravy a přizpůsobení, kterými roubená stavení během svého vývoje neustále procházejí (Hájek, 2001).

Éra roubených staveb přetrvala v horských oblastech a přiléhajícím podhůří na severu Čech od Lužicka až po Orlicko překvapivě až dodnes, kdy se tu staví roubené novostavby, inspirované zdejší tradiční architekturou (Pešta, 2013).

Na závěr kapitoly o vývoji roubených staveb v ČR chce práce stručně pojednat o vývoji dispozice.

Nejstaršími objekty s použitím roubených stěn byly v oblastech s dostatkem dřeva patrně polozemnice, kde se vyskytovala dispozice jednodílná – dymná jizba s otevřeným ohništěm a později jednoduchou pecí. Postupný vývoj k dvojdílné dispozici znamenal přistavění síně, která se stala vstupní prostorou (Hájek, 2001).

Nehledě na podlažnost má dispozice venkovského domu již od vrcholného středověku ustálenou trojdílnou dispozici. Středový díl s hlavním vstupem a síní, která bývala v některých oblastech průchozí a v jejíž zadní části se nacházelo zpravidla místo pro topení v podobě pasem překlenutého koutu nebo zděním zaklenuté a později oddělené černé kuchyně. Odtud byla vytápěna kamna i pec. Ze síně se vstupovalo převážně směrem na slunečnou stranu nebo k návsi do světnice (dříve jizba) – dominantní obytné místnosti s topeništěm v jejím vnitřním koutě. Posledním dílem dispozice se vstupem ze síně proti vstupu do světnice je komora nebo chlív, který má často druhý vstup z exteriéru ze strany hlavního vstupu. Dle využití třetího dílu dispozice rozeznáváme dům komorový – obilné oblasti, chlívni – hory a podhůří s pastvou dobytka, komorochlívni a nebo se zadní světnicí (oboustranně obytná dispozice). Známa je i starobylá varianta špýcharového (sýpkového) domu z Chodska a Pošumaví s dvěma komorami nad sebou, kdy je druhá přístupná po vnitřním schodišti v síni a slouží jako sýpka. Druhou zajímavostí dle Hájka (2001) je tzv. alpský dům v oblasti Volar na Šumavě se spíše čtvercovým půdorysem, kde místo síně se nachází průjezd, po jehož jedné straně je světnice s komorou a černou kuchyní, případně tzv. vejminek (výměnkem) a po druhé světničkou s komorou a stájemi. Celá obytná část alpského domu s průjezdem i dvorem je zastřešena až ke stájím.

V případě méně obvyklých patrových domů byly nad klasickou dispozicí umístěny komory a případně ubytování pro sezónní pracovní sílu s přístupem většinou přes vnitřní schodiště z venkovní pavlače. Dům často nebyl jediným obytným prostorem usedlosti a setkáváme se s druhým menším obytným stavením, sloužícím jako vejminek pro staré hospodáře nebo podružná chalupa (Pešta, 2013). Vejminek býval v chudších oblastech tradičně řešen přístavbou k zadní stěně světnice (přiléhající k peci) a krom starší generace rodičů nebo prarodičů zde byli ubytováváni tzv. výminkáři (Hájek, 2001).

U maloměstských a městských domů se historicky setkáváme s následnými vývojovými úpravami domu venkovského – komorového. Domy jsou orientovány hlavním průčelím do ulice nebo náměstí, kdy umístění přízemní obytné komory je v zadní části dispozice. U tzv. domu průjezdového dochází k rozšíření síně jako obchodního nebo dílenského prostoru na úkor světnice, která je později přesunuta s obytnými prostory do patra. Kolem dispozice vede průjezd do dvora, který je později zastřešen. Druhým, vývojově navazujícím typem je tzv. dům

síňový, v němž je spojena přední částí průjezdu se síní do jednoho celku v celé šíři domu a průjezd zůstává jen na úrovni zadní komory. Roubené konstrukce ve městech byly už během pozdního středověku (od konce 14. století) vytlačeny kamennými konstrukcemi (Pešta, 2013).

3.3 Vývoj jednotlivých konstrukčních prvků roubených staveb

3.3.1 Dřevo jako konstrukční materiál

Z historického hlediska se na našem území nejčastěji používalo rovné měkké jehličnaté dříví. Vzhledem k dřívějšímu rozsáhlému rozšíření jedle bývala právě ta nejčastěji užívanou dřevinou (Houdek, 2013). Dle Pešty (2013) často nejméně do konce 18. století, později spolu s borovicí (pískovcové oblasti severu Čech) a se smrkem (horské oblasti Šumavy a Krkonoš, výjimečně velká města na Labi a Vltavě). Zvláštností bývaly tzv. trhanice v nížinných oblastech Polabí – dvojstranně tesané mohutné dubové trámy s výškou kolem 60 centimetrů, ale s malou tloušťkou, někdy v kombinaci s měkkými dřevinami ve vyšších částech stěny, vzácně s modřínem (Pešta, 2013). Dle Hájka (2001) byl pro nejdůležitější prahový trám volen nejčastěji dub.

Stromy se téměř vždy kácely v době vegetačního klidu, tedy v zimě, což dle Pešty (2013) potvrzují i dendrochronologické průzkumy. Dřevo je v tomto období významně stabilnější a trvanlivější – nejméně se kroutí a bortí při vysychání. Je to způsobeno stažením mízy do kořenů a tím i poklesem celkové vlhkosti. Současně jsou s mízou přesunuty do kořenů některé látky lákavé pro dřevokazný hmyz. Tento vnitřní pohyb ve stromu je v malé míře ovlivňován i fázemi měsíce, kdy s jeho ubýváním jsou látky stahovány ke kořenům (Roubenky a sruby, b.r.).

Už v minulosti byly vybírány stromy, které nerostly samostatně nebo na okrajích lesního porostu, ani v terénně náročných nebo jinak exponovaných oblastech. Vhodná byla struktura rovných dřevních vláken – pravotočivá (točivost menší než 1:10), či jen mírně levotočivá (do točivosti 1:20) (Roubenky a sruby, b.r.). Kulatina byla následně v krátké době upravena většinou přímo na stavbě a ihned použita do konstrukce. Ničím neobvyklým nebylo druhotně použité dřevo, které je poznatelné dle charakteristických zářezů a dlabů, odkazujících na prvotní funkci (Pešta, 2013).

Téměř výhradně se dřevo opracovávalo tesařskými sekerami štípáním a osekáváním z původní kulatiny. Postup probíhal od tzv. šňoření – vytyčení osy a hran trámu pomocí napjaté šňůry namočené v rudce, přes vrubování (někdy vynechávané) – vytvoření příčných záseků mezi budoucími hranami s pravidelnými odstupy do jednoho metru, a byl zakončen hrubováním – odstraňování krajin sekerami mezi jednotlivými záruby. Hrubování se provádělo dle Bukovského (2008) dvěma způsoby, a to nízkou prací – shora z ležícího trámu sekerou

s dlouhým topůrkem, nebo vysokou prací – podél trámu na vysokých kozách širočinou. Dále mohlo ještě v interiérových případech následovat lícování nebo hoblování (hoblík, poříz).

Vzhledem k vysoké ceně a manipulační náročnosti se způsob opracování listovými pilami ať už ručně nebo strojově (vodní pohon) objevuje historicky spíše ve městech nebo na honosnějších stavbách (Pešta, 2013).

V současnosti se vedle původních technologií setkáváme častěji s opracováním velkými stroji (pilami, dřevoobráběcími zařízeními atd.) a následnou úpravou broušením, které odstraní přirozené nerovnosti dřeva a naruší povrchovou uzavřenost struktury dřeva. Povrch pak lehce absorbuje nejen nátěrové hmoty, ale i vzdušnou vlhkost nebo dešťovou vodu, a je tak významně méně odolný (Roubenky a sruby, b.r.)

Použití ručně opracovaného dřeva je rozhodně v kontextu přírodního materiálu estetičtější a oproti „chlupatému“ řezanému zejména trvanlivější. Nedochází tak k řezání a trhání dřevní mikroskopické struktury dřeva a povrch tak zůstává hladký – uzavřený, tedy i odolnější proti vlhkosti a škůdcům (Pešta, 2013).

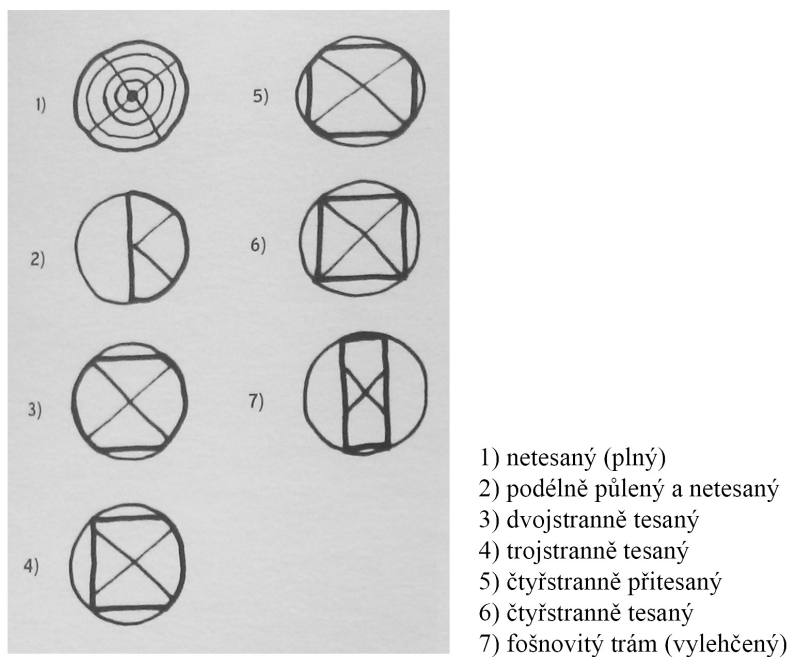
3.3.2 Stěnové trámy

Profily trámů konstrukcí měly také určitý vývoj zpracování. Nejstaršími jsou ve většině odkorněné kuláče s nehraněnými kruhovými průřezy (Obrázek 2).

V souvislosti s používanými hraněnými tesařskými spoji bylo nutné pro použití rybiny trám upravit. Docházelo tak k jeho sesekání z vnější strany nároží za účelem tzv. měsíčkového přechodu z plného oblého tvaru na hraněnou část v místě vazby, která může pokračovat na celém hraněném zhlaví (Houdek, 2013).

Dvostraně tesaný (omítaný) průřez do podoby trámce s vertikální orientací je nejčastějším opracováním. V severních Čechách a Chebsku, místech s vyspělým tesařstvím se používaly trámy čtyřstranně přitesané nebo tesané, často z důvodu úspory půlené, kde opět převládá obdélníkový profil (fošnový) s vertikální orientací (Pešta, 2013). Dalšími většinou lokálně využívanými profily trámů byly netesaný, netesaný se spodním žlábkem, půlený a trojstranně tesaný (Langer, 2010).

Zajímavým historickým pozůstatkem Lašska a Těšínska je stavba stěn ze silných jedlových netesaných trámů, které byly podélně půleny a styk mezi ztesanou horní a dolní částí trámu byl ještě vertikálně spojován silnými kolíky v předvrtaných otvorech. Vzhledem k vyšší hmotnosti (oproti smrku) vyžadovaly půlkuláče pevné spoje všech věnců na vnitřní zámek s kónicky tvarovaným ozubem a malý přesah v nárožích (Langer, 2010).



Obrázek 2: Způsoby opracování kmene na trám na našem území (Langer, 2010)

Dlouhodobé působení tlaku kolmo na vlákna způsobuje jejich deformaci a následné sesedání stěn s horizontálními prvky, tedy i celé stavby. Pokles je ještě znásoben použitím mokré dřevní hmoty při výstavbě, která následně sesychá. Tyto deformace a konstrukční chyby jsou patrné jako svěšení na mnoha historických roubených stavbách, a to zejména na patrových, kde je často vyzdívaný střed dispozice s kuchyní a komínem. Nijak neobvyklou hodnotou není pokles například o 30 centimetrů u staveb běžných rozměrů. Svěšování je patrné i v interiéru, kde dochází ke spádování stropu (podlahy místnosti nad světnicí) směrem k nároží štítových stěn, protože v úhlopříčně protilehlé části místnosti bývá většinou situováno topeniště s vyzdívaným rohem místnosti. Tato problematika si vyžádala řešení u patrových roubených domů s méně častým roubeným přízemím, a to formou tzv. podstávky (Umgebände) známé především v oblasti severních Sudet. Tato rámová konstrukce vlastně obkročila přízemí a vynáší tak celou hmotu patra i se střechem a případně pavlačí (Houdek, 2013).

Na rozdíl od hrázděných nebo rámových staveb nacházíme na rámech roubených konstrukcí tesařské značky pro sestavování stěn jen velmi zřídka, a to ve formě římských číslic nebo mělkých vyražených důlků. Vypovídá to o tom, že příprava a úpravy těchto konstrukčních prvků byly prováděny až na místě stavby (Houdek, 2013).

3.3.3 Tesařské spoje

Základně rozdělujeme dva typy spojů roubených staveb s odlišnou konstrukcí na plátové a čepové.

Z venku viditelný *plátový spoj* vzniká vyříznutím povrchového dlabu až do jedné poloviny tloušťky spodního trámu, který je kolmo nebo šikmo překřížen odpovídajícím seříznutým výstupkem převážně na čele dalšího trámu. Do této kategorie patří i rybina (viz níže), odolávající lépe tahu i tlaku. Plátové spoje jsou využívány u napojení ztužujících pásků u krovů, hrázděných stěn i podstávek a v místech křížení prvků bez přerušení.

Čepový spoj je tvořen oboustranně vyříznutým kolmým nebo šikmým čepem v čele prvku a vydlabaným častěji neprůběžným otvorem – dlabem, do kterého je čep zasunut. Tento způsob je považován z estetického hlediska za vyvinutější, i když je méně staticky pevný, a proto je využíván v místech namáhaných na tlak – opět na páscích v krovu, a napojeních sloupků (Pešta, 2013).

Spoji se zcela konkrétním využitím jsou tzv. *kampy*, využívané zejména pro provázání dvou vodorovných vzájemně kolmých přeplátovaných trámů např. v patě krovu. Často bývá součástí kampaní zámek na spodním trámu, zapadající do výřezu v horním trámu nebo křížový zámek ve tvaru dvou motýlků vzájemně pootočených o 90°, využívány převážně u krovů (Pešta, 2013).

Nastavování dlouhých průběžných trámů ve stěnách se provádělo úplným plátem (Hájek, 2001).

3.3.4 Rohové spoje stěn (nároží)

Často sofistikovaně působící tesařské spoje byly konstruovány za pomoci překvapivě jednoduchých nástrojů – pila, sekera, dláto, úhelník a obrysová šablona (Pešta, 2013).

Spoj může být jednostranný nebo oboustranný – rozhoduje to, zda spoj přitesáme jen z jedné strany trámu nebo z obou stran – spojující prvek je tak v ose trámu.

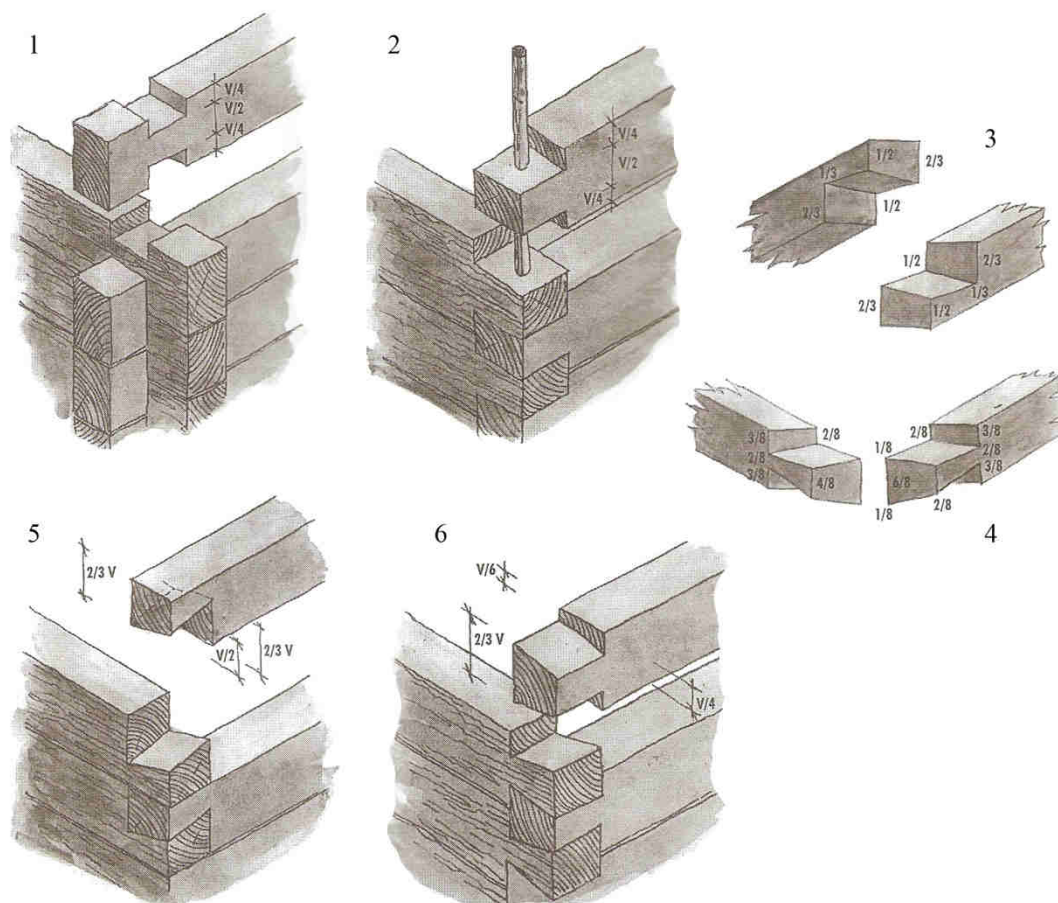
Nejjednodušším spojem pro vázání stavebních prvků – kulatin – méně náročných staveb je pouhý přesah v nároží. Vyčnívající zhlaví nebyla často ani pravidelně ukončena a nesla stopy prvotní těžby. Jejich vzájemná fixace byla zajištěna v nároží zaraženými kolíky z tvrdší dřeviny.

K plnohodnotnému roubení ovšem nepatří následné úpravy přídatnými prvky, a proto je nutné tvarování konců tak, aby se zabránilo vysunutí prvků pod následným tlakem. Přesah zhlaví je zachován i v tomto řešení, ovšem v místě vazby prvků jsou provedena částečná vyžlabení shora i zdola, do kterých následně dosednou stejně upravené okolní stavební prvky – tzv. plné přeplátování. Možností je vyžlabení až do $\frac{1}{4}$ tloušťky průřezu, a tedy odstranění mezery mezi dvěma vertikálně sousedními trámy. Tento způsob se dochoval v dlouho přetrvávající tradici pouze na několika místech Šumavy a jihovýchodní Moravy (Hájek, 2001).

V případě vazby rohů bez zhlaví byly dle Hájka (2001) ve středech spojů vyvrtány otvory a jimi prostrčeny tyče nebo do nich zasazeny kolíky z tvrdého dřeva o průměru cca 2,5 cm, které

tvorily jakýsi zámeček (Obrázek 3; 2). Je to ovšem zase doplnění tesařského spoje přidavným prvkem.

U mladších konstrukčních řešení se z důvodu soudržnosti celku ponechávaly přesahy zhlaví zejména na horních a někdy i na prahovém věnci stěn.



1 částečné přeplátování se zhlavím; 2 částečné přeplátování ztužené tyčevinou; 3 jednostranný Tyrolský řez; 4 oboustranný Tyrolský řez; 5 přeplátování na rybinu – jednostranné; 6 přeplátování na rybinu – oboustranné

Obrázek 3: příklady nárožních vazeb (Hájek, 2001)

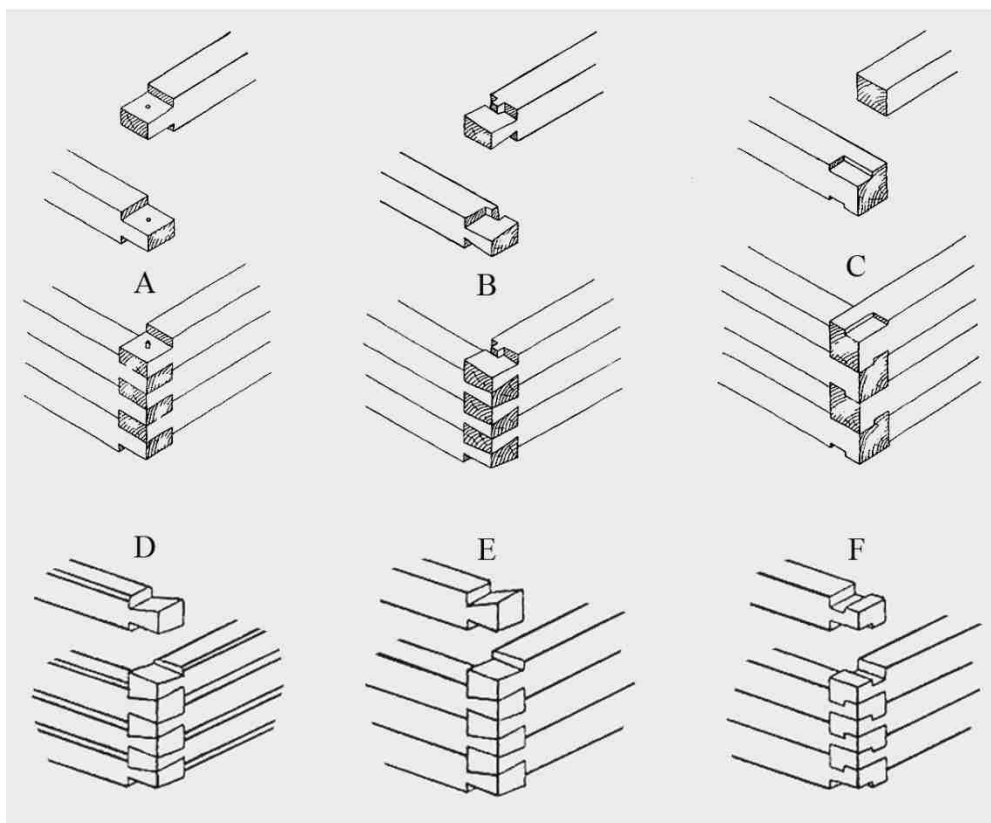
Nejznámější a dlouhodobě užívanou vazbou je rybina (rybinové rohové přeplátování – Pešta, 2013), kdy má konec každého trámu při bočním pohledu tvar rybího ocasu a z čela profil lichoběžníku, který získáme protiběžně šikmým seříznutím nebo ztesáním dosedajících ploch, zajišťující proti vysunutí prvku z vazby (Obrázek 3.6). Tento typ spoje máme dle Bukovského (2008) doložen z první poloviny 14. století. Vzhledem k různým tloušťkám použitých trámů patří již mezi složité a vyžaduje patřičnou tesařskou zručnost. V této souvislosti měl celou řadu regionálních variant, založených zejména na poměrech odtesaných částí z koncového průřezu – např. Tyrolský řez na Obrázek 3.3 a 3.4 (Hájek, 2001).

Dalším vývojovým stupněm pro náročnější stavby nejpozději od druhé poloviny 18. století je vazba na zámek, která nahrazuje zešíkmení částí rybinového spoje soustavou kolmo zalamovaných vodorovných a svislých plošek (Obrázek 4.F), vzájemně do sebe zapadajících (Houdek, 2013). Výskyt tohoto spoje zaznamenáme nejprve zejména v severozápadní oblasti bývalých Sudet a později dochází k jeho rozšíření. Občas býval použit v kombinaci s rybinou pro svázání příčných stěn s podélnými prahovými trámy.

V 19. století se objevuje poslední varianta rohové vazby – zapažení čela trámu s čepem do drážky (5×5 cm – Hájek, 2001) na rohovém sloupku, kdy se s renesancí roubených staveb zejména v horských oblastech objevuje až truhlářsky přesné opracování trámů, dokonce s případně vloženými pery. Technologie je na našem území v malé míře známá již ze středověku, kdy je nálezy doložena i z městského středověkého prostředí – využívalo se převážně u fošnového roubení, a sloupek býval často s věncovým trámem zajištěn železnou kramlí.

Častěji ovšem bývá napojení roubení na sloupek v ukončení stěny u výplňového otvoru nebo v místě napojení na zděnou část konstrukce objektu. Tento způsob je ve styku se zděnou konstrukcí jediným historicky používaným řešením, a pokud zasahují trámy do vyzdění, jedná se s velkou pravděpodobností o druhotnou stavební úpravu. Sloupek bývá ve stejné tloušťce jako do něho čepované trámy a bývá vložen mezi vrchní věncový a prahový trám, výjimečně přímo na podezdívku. Sloupky s oboustrannými drážkami bývají hojně využívány u interiérových stěn. Distance mezi vodorovnými rámy u čepování do sloupku se zajišťovala vkládanými špalíčky (Pešta, 2013). Bylo třeba také počítat s větším sesycháním vodorovných prvků stěny oproti svislému prvku, a proto byla ponechávána větší vůle v okolí horního čepu sloupku – dříve vyplňovaná slámou (Hájek, 2001).

Vnitřní dělicí stěny a příčky bývají napojeny na obvodové stěny několika způsoby. Nejčastějším je čepování trámů příčky obvykle do obdélných otvorů v prostoru mezi dvěma trámy obvodové stěny. Tento způsob se v Alpských zemích vyvinul ke zdobným tvarům otvorů a čepů a několik importovaných příkladů máme i na našem území. Další variantou je použití pouhého dlabu pro zapuštění kratšího čepu, díky čemuž není příčka v exteriéru viditelná. Dalšími řešeními je kónické rybinové seříznutí ven se rozšiřující nebo spojení přeplátováním s pravouhlými zámky, které zajišťují větší tuhost konstrukce (Pešta, 2013). Výjimkou není ani přesah zhlaví, jak doplňuje Hájek (2001).



A – dvojitý plát zajištěný kolíkem; B – rybinový spoj se zámkem; C – kamповý hák na spáru nebo s vkládaným trámem; D – Tyrolský spoj na spáru; E – rybinový spoj na těsno; F – rybinový spoj se zámkem

Obrázek 4: Nárožní spoje roubením (Maršálek, 2015)

3.3.5 Spáry

Jak uvádí Houdek (2013) širší mezery mezi jednotlivými kmeny se nejprve vycpaly mechem, na který se nanese hliněná mazanina (lepenice – hlína, písek a řezaná sláma cca 5–10 cm), která se následně zejména z interiérové strany bílila nebo jinak natírala vápenným nátěrem (nejčastěji šmolková, okr nebo růžová). Pešta (2013) dále jako výplňový materiál ještě uvádí slámu, plevy, koudel, pazdeří nebo pro vysoké mezery dokonce tenkou kulatinu. Pro udržení vymazávky ve spárách, které v případě úzkých rozestupů mohly být bez výplně, se do bočních oblin trámů zatloukaly štípané kolíčky (klínky). Výjimkou Šluknovska, Beskyd a Valašska se místo vymazávky užívaly pro uzavření spáry dřevěné trojboké lišty, přichytávané k trámům drobnými klínky, které často zcela zakryly existenci spár (Pešta, 2013).

Podobně jako u vodorovných spár mezi trámy se můžeme setkat s pečlivými mechovými vycpávkami (vločkami) i přímo ve vnitřních plochách nárožních tesařských spojů nebo v čepování svislých trámů (Bukovský, 2008).

3.3.6 Spojující prvky

Spojujícím prvkem zvyšujícím stabilitu hrázděné stěny při zatížení střechou nebo stropem, jak již bylo zmíněno také u Laško-těšínské kuriozity, byly svislé čepy (Houdek, 2013) nebo dle Pešty (2013) hřeby a kolíky – kónické zašpičatělé hranolky převážně čtvercového průřezu zaražené do převrtných kruhových otvorů. Čtvercový prvek v kruhovém otvoru zajišťuje velkou tuhost spoje i po seschnutí prvků, a je jediným historickým řešením, nehledě na jednoduché kovové spojovací prvky, používané převážně až od 19. století. Jak uvádí Hájek (2001), jednalo se u kolíků nejčastěji o dřevo dubu nebo modřínu a prvek průměru 3 cm a délky zhruba 20 cm se zapouštěl asi o polovinu jeho délky v přibližně metrových vzdálenostech mezi sousední trámy. Tam se také vkládaly špalíčky do dlabaných nebo vrtaných otvorů. V případě severovýchodních Čech to byly masivní krátké latě vkládané ve spárách po asi 2,5 metrech kolmo mezi trámy do předpřipravených drážek, které mohly při pohledu z exteriéru připomínat navázání příčky do obvodové stěny. Tato ztužení se umísťovala především poblíž výplňových otvorů náročných na stabilitu (Houdek, 2013).

V případě absence svislých zpevňujících sloupků v okolí oken se zapaženými čely vodorovných trámů, se na stejném místě používalo dodatečné zpevnění stěny osazením kleštín – páru trámkových příložek o rozměrech přibližně 10×12 cm z každé strany konstrukce, které byly vzájemně staženy k sobě skrz stěnu pomocí šroubů nebo svorníků (Hájek, 2001). Jedná se o řešení typické zejména pro severovýchodní Čechy (Bukovský, 2008). Převážně se používaly výše zmíněné dřevěné spojovací prvky s výjimkou kramlí, skob, třmenů, táhel i svorníků s nezaměnitelnou maticí čtvercového průřezu, se kterými se ovšem vzhledem k ceně materiálu náležitě šetřilo (Pešta, 2013).

3.3.7 Podstávka

Patrové roubené domy, známé převážně ze severních Čech, mívaly patro často vynášené tzv. podstávkou. Jedná se o rámovou konstrukci složenou ze svislých sloupků, šikmých pásků nebo arkádových často vyřezávaných profilovaných oblouků a překladového trámu – tzv. ližiny, která obvykle obepíná celé patro a jako stolice vynáší jeho roubenou nebo hrázděnou konstrukci místo přízemní stěny (Hájek, 2001). Na svislé sloupky, založené na soklových kamenech v podobě kvádrů s pravouhlou jamkou, byla ližina načepována nebo naplátována a tuhost celé konstrukce zajišťovaly právě čepované nebo plátované šikmé pásky případně doplněné ještě vodorovnými mezitrámovými rozpěrami (Pešta, 2013). Tyto konstrukce měly svůj jasný tvarový a estetický vývoj, nejvýznamnější především na přelomu 18. a 19. století, který je v těchto oblastech sledovatelný zhruba od 1. poloviny 18. století (Bukovský, 2008).

Velmi podobnou konstrukcí jsou přístěnné sloupové podpěrné vazby, kdy sloupy s pásky a vaznicí vynášejí zhlaví stropnic (Hájek, 2001).

Obdobou městských podloubí, založenou na stejné konstrukci jako podstávka, jsou podsíně v Polabí, na Jičínsku a ve městech severních Čech (Pešta, 2013).

3.3.8 Štítů

Pohledově nejvýznamnější částí lidového domu je pomyslná koruna štítu, jejíž zpracování určovalo sociální zařazení obyvatel a současně neslo znaky typické pro daný region. V případě roubených staveb hovoříme o prkenném skládaném štítu, tzv. lomenici.

Historicky běžný rozměr prken byl okolo 30–40 cm a byla skládána buď na sraz krytý lištou, nebo na překlad, kdy horní prkno překrývá několik centimetrů to spodní. Na čelní vazbu krovu, často doplněnou o další ztužující prvky, bývala pomocí kovaných hřebů z vnější strany přibíjena prkna. Nejčastějším řešením je jednoduché svislé bednění bez dalších zdobných prvků. Zajímavostí je, že s funkčnějším vodorovným bedněním známým např. ze Skandinávie se u nás nesetkáme. Štítový vrchol mohl být sražen stříškou valbičky nebo kryt předstupujícím kabřincem.

Každá oblast má typickou skladbu lomenice, která byla i pro stavitele – tesaře – prezentací jeho umu. Můžeme se setkat s šikmým vertikálním skládáním se středovým švem i více švy, diagonálním křížovým švem, dělením do několika horizontálních etáží s profilovanými římsami a balustrádami a mnoha dalšími. Ovšem můžeme se setkat i s dalšími variantami štítů v podobě na rákosovou rohož omítaných prkenných bednění nebo laťování vyplétaného provazci a povříslý následně omítanými – mazaninou a později vápennou omítkou (Kokořínsko). V severních Čechách se na roubenkách objevují také hrázděné štítů (Pešta, 2013).

3.3.9 Krovů a střechů

Krov je jednou z nejdůležitějších konstrukcí domu a právě roubené stavbě může dodat dostatečnou tuhost a stabilitu. Až do konce 19. století se používaly ručně tesané poměrně subtilní trámy, které byly spojené rybinovým plátováním, později na čep a jištěné dřevěnými hřeby hranolového profilu zatloukanými v předvrtaných otvorech.

Na Českém venkově byly až do poloviny 19. století používány hambalkové krovů, kdy vodorovný trám – tzv. hambalek spojuje dvě protilehlé krokve do pevného trojúhelníku. Konce krokví pak byly začepovány do vazných trámů (často majících i funkci stropnic) nebo do prahové vaznice, přes kterou mohly být také osedlány. S narůstáním rozpětí v období baroka a klasicismu bylo nutné hambalkový systém doplňovat dalšími podpůrnými prvky – ležatými

stolicemi se šikmými sloupky nebo zejména v první polovině 19. století stojatými stolicemi se svislými sloupky, u kterých tuhost zajišťovaly šikmé pásky, a vodorovnou trámovou vaznicí. Složitější variantou Šluknovska jsou vysoké podhřebenové středové stolice s vysokými sloupky a zavětrováním v podélném směru tzv. ondřejskými kříži.

V závěru 19. století se můžeme setkat s již na venkově zdomácnělým rankovým krovem – se šikmou stolicí bez hambalků, a následně krov vaznicový, kdy jsou základem soustavy a oporou pro krokve podélné vodorovné trámy. Tyto tzv. vaznice jsou podepřené šikmými nebo svislými sloupky a již zvenku je poznáme díky přesahujícím koncům krokví, často ozdobně seříznutým. Právě u roubených staveb bývá takovýto krov vyzdvižen na nízké obedněné polopatru (Pešta, 2013).

Střešní krytina je zásadním prvkem fyzikální ochrany dřevěných konstrukcí roubených staveb proti povětrnosti. Výběr střešní krytiny souvisel s oblastí a později i s finanční úrovní stavebníka, a proto se na jedné střeše můžeme setkat hned s několika typy krytiny a často i v několika vrstvách. Původní krytiny dělíme na měkké přírodní – slaměné došky a štípaný dřevěný šindel, a tvrdé – štípanou břidlici a keramické tašky. Ty byly později doplněny novějšími materiály – eternitovými šablonami, betonovými taškami, falcovaným plechem a asfaltovou lepenkou (Pešta, 2013).

Podkroví venkovských domů se až na výjimky severního horského pohraničí nevyužívala na nic jiného, než jako skladovací prostory případně seník. Proto nebylo nutno řešit problematiku tepelných a pojistných hydroizolací. Provětrání i osvětlení podkrovních prostor úzce souvisí s problematikou střech a bývá řešeno drobnými nástavbami nebo vikýři. V minulosti byly vikýře se sedlovým, výjimečně pultovým zastřešením využívány pro podávání sena – obvykle v blízkosti vstupu do síně nebo chléva. Konstrukce byla rámová čepovaná v kontextu krovu se spádovaným prkenným bedněním a dveřmi. Další, již prosklenou variantou, byla v západních Čechách tzv. volská okna ve vikýřích s oblým čelem nebo tzv. štiková okna (Šluknovsko a České Švýcarsko), která byla podobná chmelovým vikýřkům v oblastech severních Čech – podlouhlým střešním štěrbinám děleným dřevěnými sloupky (Pešta, 2013).

Klempířské prvky jako doplněk střechy se objevuje až v závěru 19. století. Prostup komínového tělesa střešní rovinou byl řešen dotažením krytiny až těsně k němu a překrytím spáry shora omítkou nebo vyzděnou římsičkou komína. U přesahů štítových stěn se okraj krytiny olemoval často zdobenou vyřezávanou latí nebo úzkým prknem přibitým k čelům střešních latí. Podokapní žlaby a svody často nebývaly osazeny, případně jejich tradiční dřevěné provedení na hácích z vidlicových větví přesahovalo daleko před průčelí domů bez svodů (Pešta, 2013).

3.3.10 Stropy a pavlače

Nejjednodušším řešením dřevěného stropu je tzv. poval – nejprve ve formě klenby (též často roubené) v souvislosti dýmných jizeb, později ve formě stropu z mohutných kuláčů identických s materiálem pro roubení stěn. Na vesnicích až do 18. století byly prvky povalu podepírány pouze jedním příčným trámem často jen s okosením ve zhlaví, který byl později s rozrůstáním světnic násoben. Dispoziční zvětšování světnic významných domů přineslo další podpůrný prvek pod trámy, a to masivní průvlak podepřený výjimečně sloupem – tzv. mnichem. Tento typ stropu byl shora zakrýván hliněnou mazaninou, která měla jak tepelně izolační, tak protipožární funkci.

Novějším vývojovým stupněm byly stropy záklopové z prken či fošen kladených přes trámy – nejprve na sraz s překrýváním spáry lištou, následně překládané. Druhý typ byl ve vyvinutějším severočeském pohraničí vylepšen vytvořením bočních drážek ve stropních trámech, do kterých se zasouvaly záklopové desky, což umožňovalo skrýt minimálně polovinu výšky profilu trámu nad záklop. Krom běžného okosu deskových prvků i trámu docházelo i ke zdobným profilacím nebo např. k půdorysně šikmému kladení desek.

Klasicismus přináší záklopové stropy s omítáním, neseným na rákosové rohoži, přibité na spodní líc stropních trámů nebo zcela nezávislého systému nenosných trámů – tzv. rákosáků. Rákos mohl být též nahrazen i latěmi proplétanými slámou. Tento způsob zakrývání dřevěného stropu měl své estetické, ale především protipožární důvody.

Prvkem stropu mohly být také tenké tyče (tzv. poválky) nebo půlené kuláče, omotané kroucenými slaměnými provazci namáčenými v hliněné kaši. Plochu stropu mohl zdobit fabion nebo jednoduchý ornament na omítce, která mohla pokrývat i stropní trámy (Pešta, 2013).

Přístup do více místností v prvním patře býval řešen pavlačí – obvykle uzavřenou nebo polouzavřenou komunikací. Tu v podélném případě vynášely přetažené stropnice nebo krakorce s fošnovým záklopem, zatímco ve štítovém provedení byl nosným prvkem podélný průvlak na krakorcích podvalů, aby byla zachována stejná úroveň podlah. Pavlač je krytá přesahem střechy, který je podpírán profilovanými sloupky z pavlače, které jsou často spojovány vyřezávanou arkádou. Bednění, sloupky zábradlí i nosné prvky pavlače bývají častěji zdobené vyřezáváním nebo malbami (Hájek, 2001). Jedná se o další prvek vedle štítu domu, sloužící k prezentaci úrovně jeho majitelů.

Pavlače jsou typické pro oblasti patrových roubených (a hrázděných) domů převážně severní poloviny Čech a v provedení neobvyklých štítových pavlačí u pošumavských domů.

Pozůstatkem pavlačí jsou krátké balkónky nad vstupem na Kokořínsku nebo tzv. Bühnchen – zapuštěné pavlače ve Středohoří (Pešta, 2013).

3.3.11 Základy

Roubené stavby a konstrukce bývaly většinou zakládány na nehlubokých základech z hrubé kamenné rovnaniny spojované hliněnou nebo hubenou vápennou maltou. Můžeme se setkat též se založením přímo na terénu nebo jen na podložení z plochých kamenů. Důvodem těchto řešení je celková pružnost roubených celodřevěných konstrukcí i hliněných vymazávek. Pro horské oblasti je typické založení na bytelnějších širokých základových stěnách, kdy vysoká kamenná podezdívka z rovnaniny spojované již zmiňovanou maltou vyrovnávala svažitost terénu a tvořila vnitřní uzavřený prostor využívaný často jako sklípek. Ani v tomto případě ovšem základy nebyly často do velké hloubky pod terén.

Výjimkou je Šluknovsko s vyspělou stavební kulturou, kde je precizní základ z tesaných kamenných kvádrů v několika vrstvách s vyspárouvanou horní vrstvou s kvádrovými patkami pod sloupy podstávky. Podobný typ pískovcových tesaných kvádrových základů známe i z Českolipska, Kokořínska a dalších pískovcových oblastí (Pešta, 2013).

3.3.12 Podezdívka

Původní podezdívky bývaly ze skládaného nespárouvaného kamene nebo kamenných kvádrů. Častou slabinou je právě styk prahového trámu a podezdívky, která často není vyspádovaná a umožňuje tak vtékání vody pod trám (Hájek, 2001).

3.3.13 Podlahy

Nejstaršími a nejpoužívanějšími historickými podlahami až do konce 18. století byla dusaná hlína, na jejímž povrchu se výjimečně prováděla ještě stěrka z hliněné kaše smíchané s kravským trusem. Později se ve světnicích objevují dřevěné fošnové (deskové v šíři až do 40 cm) podlahy přibíjené k polštářům, které byly uloženy v násypu nebo přímo na terén. V okolí ohniště a ve vstupu se používala dlažba z cihel nebo cihelných dlaždic (topinek), která mohla také tvořit lem po obvodu světnice, umožňující odvětrání podél prahového trámu roubených stěn.

V ostatních místnostech postupně dusanou hlínu nahradila kamenná skládaná dlažba – tradičně z místního zdroje, v pískovém, hliněném nebo maltovém loži. Dále se používaly kamenné čtvercové desky, keramické cihly nebo dlažba. S koncem 19. století přicházejí dlaždice šamotové – často imitující mozaiku, a levnější cementové.

3.3.14 Okenní a dveřní otvory a výplně

Otvory a prostupy byly a jsou oslabujícím prvkem statiky stěn. První okna byla proto řezána jako otvory ve výšce maximálně polovin dvou přiléhajících trámů, které tak nebyly přerušeny. S potřebou vyšší výšky otvorů začaly být vkládány do stěny trámové boční zárubně s vertikální drážkou, do kterých byly prvky roubené stěny čepovány, a později celý tesařský rám zárubně z trámů a později jen z fošen (Pešta, 2013).

U starších dveřních obdélných otvorů se můžeme setkat u provedení s průběžným překladem s tesařským osedláním stojek, které tak byly vhodně zajištěny ve směru do otvoru vzniklou zarážkou. Otvor měl pak otesáním zaoblené rohy, což umožnilo zvýšení podchodné výšky. Stejným způsobem byl často řešen i prahový trám dveří. Tato řešení se zřejmě propsala do pozdějšího provedení tesaných gotických portálů (Bukovský, 2008).

Běžným problémem je sesedání vodorovných čepovaných stěnových trámů ve svislé drážce, a proto byly často podkládány v blízkosti stojky distančními hranolovými špalíčky. (Pešta, 2013)

Okenní výplně jsou snad nejvíce namáhanou částí stavby, která se ovšem pravidelně obměňovala. Až do konce 18. století bylo tabulové sklo těžko dostupné, a proto velice drahé, a nároky na osvětlení minimální, což vedlo k malým okenním otvorům. Okenní křídla byla zavěšena pro různá vývojová období typickými kovanými rohovými závěsy na čepech nebo jen osazena a zajištěna obrtlíky. Prosklení bylo jednoduché z drobných tabulek skládaných do olověných profilů do jakési plošné sítě. Doplňujícím prvkem byly naprosto běžné posuvné nebo otvíravé okenice a tudíž okna sloužila spíše pro větrání než osvětlení.

V 19. století došlo k významnému rozvoji sklářského průmyslu, který znamenal zvětšení a zlevnění tabulového skla a následné zdvojování oken otvíraných dle jejich umístění ven a dovnitř. Jednotlivé okenice s tenkými rámy (okolo 4,5 cm) byly dle rozměrů skleněných tabulí děleny subtilními příčlemi (do 2 cm) na více tabulek – klasicky čtyř, šesti a osmi-tabulová dvoukřídla okna. Dřevěné prvky byly ještě profilovány subtilní řezbou a v kombinaci s velmi lehkými a tenkými skly působily velmi jemně a vzdušně.

Další vývoj přinesl dělení větších okenních výplní vodorovným poutcem a nahrazování kování průmyslově vyráběnými válečkovými závěsy s různě tvarovanými konci. Stále byly používány trámkové zárubně, ovšem překrývané zdobně vyřezávanými lištami či okřídleními (šambránami). Postupně však trámkové nahradily fošny a následně s koncem 19. století celé pevné kastlíky špaletových oken s rozvorovým mechanismem skrytým pod klapačkou s typovým kováním zvaným oliva. Špaletová okna se oproti svým předchůdcům již otvírala v obou úrovních dovnitř.

Raritou českoněmeckého pohraničí – zejména Lužických hor jsou dvojitá kastlová okna hlubší než stěna, která vystupovala v exteriéru před líc průčelí krytá kvalitním truhlářským obkladem.

K posledním zásahům docházelo v průběhu druhé poloviny 20. století a znamenaly často estetickou újmu celé stavby, způsobenou naprosto omezenou nabídkou typových dřevěných oken (Pešta, 2013).

Dveřní výplně můžeme rozdělit podle funkce na vnější a vnitřní nebo podle konstrukce na trámkové, svlakové a rámové. Nejstarší konstrukcí je trámková, kdy do hlavních svislých trámků (veřejí) jsou začepovány nebo naplátovány dva až tři vodorovné trámky, případně ještě úhlopříčně ztužené přeplátovaným trámkem, a celý rám je z vnější strany pobyt širokými prkny. Veřej byla na koncích opracována do kruhovitého průřezu a osazena do dřevěných nebo kamenných ložisek, ve kterých se otáčela.

Základem svlakové konstrukce je deska z fošen, spojená na rubové straně příčnými (vodorovnými) trámkami – tzv. svlaky, které mohly být přibíjené nebo ve většině zasunuté do kónické drážky na rubu desky. Lícová strana byla často malovaná nebo vyřezávaná, ale výjimkou nebyl ani obklad profilovanými prkénky – tzv. švartnami, nebo vyřezávanými kazetami, které napodobovaly svým kladením konstrukci rámovou. Dveře pak vyžadovaly velmi kvalitní a pevné vnější kované závěsy a užívaly se spíše jako exteriérové. Vstupní dveře vzhledem k jejich reprezentační funkci bývaly ve většině případů dekorativně pojednávány a často i řezbářsky zdobeny.

Řemeslně nejnáročnějšími byly dveře rámové (též výplňové) s pevným fošnovým rámem rozděleným příčlemi na několik polí a s deskovými výplněmi (kazetami) osazenými v rámu buď do drážek, nebo polodrážek. Kazety upevněné lištami byly buď přímo zdobeny, nebo nesly vyřezávané ornamenty. Místo kazet mohla být jako výplň rámové konstrukce použita skleněná tabule. Používaným kování byly nejprve kované vnější závěsy, rychle nahrazené typovými závěsy. Vzhledem k lehkosti a subtilnosti konstrukce se tento typ používal spíše v interiéru.

V současnosti se setkáváme s podobným nešvarem z přelomu 20. a 21. století jako u okenních výplní, kdy jsou používány současné typové dveře (často i plastové) zcela bez souvislosti s roubenou stavbou. Je to ale pochopitelný důsledek obecného tlaku na zateplování celé vnější obálky domu (Pešta, 2013).

3.3.15 Omítky, obklady a povrchové úpravy

Logicky nejjednodušší povrchovou úpravou dřevěných obvodových částí domu bylo jejich ponechání bez nátěrů a úprav, se kterým zřejmě souvisí na Podbrdsku a Rokycansku vzácná tradice pravidelného každoročního drhnutí a mytí stěn. Postupem času následuje přirozená

přeměna z teple hnědého odstínu až k stříbřitě šedavým odstínům – dle dřeviny, jejího opracování a orientace stavby. Často lidově tradovaným způsobem konzervace dřeva je natírání hovězí krví smíchanou se solí, vápnem nebo dalšími přísadami nebo napouštění dřeva různými bylinnými odvary.

Spáry mezi stěnovými trámy bývaly ponechané v hliněné přírodní barevnosti nebo natírány vápennou směsí ve šmolkovém, růžovém nebo bílém tónu. Provedení omazávky stěn na dřevěné kuličky a její složení jsou stejné jako u širokých spár mezi stěnovými trámy (Pešta, 2013). S nástupem předpisů o protipožární ochraně koncem 18. století přichází nutnost ukryt dřevěnou konstrukci, a tak se stále častěji opatřovaly celé roubené stěny omazávkou – dávaly se tzv. „do kožichu“ nebo se natíraly vápenným mlékem a to často včetně vyčnívajících trámů a štítových stěn (viz kapitola štíty). V 19. století je tento trend již většinový (i v interiéru) – zřejmě souvisel také s konkurencí zděných a kamenných omítaných domů (Hájek, 2001), a proto má dle Pešty (2013) nejvýznamnější zastoupení právě v Polabí, na Jičínsku a ve východních Čechách. Barevné tónování vápenných nátěrů se podobně jako u spárování drželo bílé, šmolkově modré, růžové, okrové či šedé, což je významně jiný stav oproti dnešní situaci rekonstruovaných hnědo-bíle pruhovaných roubenek. V městském prostředí jsou roubené konstrukce v kožichu díky dendrochronologii a malovanému či sgrafitovému zdobení datovány do pozdní gotiky a renesance (Český Krumlov, Havlíčkův Brod) (Pešta, 2013).

Ohledně barevných nátěrů dřevěných částí domů (i dveří či okenic) můžeme hovořit o raritě, se kterou se setkáme především v Podkrkonoší, případně Jizerských a lužických horách – pestré červeno-zelené lomenice i roubení s bílými spoji nebo mezerami, vzácně pak s barevností modrou a černou. Výjimkou Českomoravské vysočiny jsou bílené lomenice s dekorativními rostlinnými malbami nebo nápisy.

V průběhu 20. století často docházelo k použití nevhodných novodobých nátěrů Luxolem, gumoasfaltem a dalšími. Dnes je s odstupem doporučováno u rekonstrukcí v případě potřeby použití konzervačních přípravků proti dřevním škůdcům a následná aplikace nátěrů na přírodní bázi – zejména lněné fermeže (Pešta, 2013).

Velmi častou povrchovou úpravou stěn i štítů je obklad, který má stejně jako omítka estetickou i ochrannou funkci. Původně pocházel z náročnějších horských a podhorských oblastí, ale později se rozšířil díky své narůstající dekorativní hodnotě. Nejjednodušším byl dřevěný obklad (viz kapitola štíty), který na Šluknovsku a Českolipsku později dosáhl až truhlářského charakteru provedení s kvádrováním, bosážemi nebo jinými dekory. Další podobnou variantou byl šindelový obklad přibíjený přímo na roubení nebo na podkladové bednění, známý především z Šumavy. Významně náročnějším byl od poloviny 19. století obklad ze štípané břidlice přibíjený k obkladovému bednění, který se pochopitelně v největší míře objevoval právě

v oblastech s břidlicovými ložisky. Tato varianta umožňovala všemožné až mozaikové vzory a obrazce. Od počátku 20. století břidlice nahradily eternitové šablony v takové míře, že leckde zcela zdomácněly a jsou ponechávány jako dnes už historický obklad (Pešta, 2013).

3.3.16 Vytápění

Prvním topeništěm v obytných místnostech byla otevřená ohniště v rohu dýmné jizby, kdy se veškerý kouř hromadil v objektu a odcházel pouze dýmnými otvory nad okny ven nebo nade dveřmi do síně. Později je ohniště doplněno jednoduchou hliněnou pecí, jejíž jádro bylo dle Pešty (2013) tvořeno kamennou nebo cihelnou klenbou s jediným otvorem pro přikládání i odvod kouře, a hrála v jizbě velký význam z hlediska akumulace tepla. Pozdější systém polodýmné jizby (objevuje se již ve 13. století, na Valašsku i ve 20. století) přichází s tzv. dymníkem, což je dřevěná konstrukce kónického tvaru, omazaná hlínou a zavěšená pod stropními trámy. Díky přirozenému tahu odváděla konstrukce část kouře do půdního prostoru, odkud odcházel malými střešními otvory. Později se dymník vyváděl až nad střechu, což vedlo brzy k náhradě dřevohlinitými komíny (hrázděná i roubená konstrukce s hliněnou omazávkou) a pozvolna i zděnými. Pro úplné odstranění kouře z jizby bylo nutné přesunout zdroj – oheň, což znamenalo otočení pece ústím do síně a před ně na podestu přenesení otevřeného ohniště. Toto obrácení ve většině nejpozději závěrem 17. století znamená vznik nejprve jen nezastropěného varného koutu, později vymezeného klenutým pasem a následně obezděného a zaklenutého prostoru černé kuchyně – tak přeměnu jizby na světnici. (Hájek, 2001).

Ve vnitřním rohu světnice se nacházelo tzv. topeniště, které nejprve tvořila chlebová pec, později s kachlovými kamny, obsluhovanými také z černé kuchyně. Dle Hájka (2001) kamna krom přípravy jídla umožňovala výhřev další místnosti za stěnou přiléhající k peci, tzv. vejminku. Až od poloviny 19. století byla kamna nahrazena kachlovým sporákem s litinovými pláty a troubou, který už byl obsluhován přímo ze světnice. Sporák dle Hájka (2011) přinesl změnu komínového tělesa, která znamenala nástup užších, uzavřených a až k zemi svedených komínů s možností vytápění několika místností.

Mezi kamny a vstupními dveřmi ze síně někdy nalezneme ve zděné stěně krbovou niku, která sloužila pro umístění zdroje osvětlení s otevřeným plamenem a která se dle Hájka (2001) někdy vyskytovala ještě ve 20. století.

Problematika vytápění je v dnešní době velmi řešené téma. Historicky se vytápěla pouze světnice, případně s ještě jednou obytnou místností výše zmiňovanými prostředky. Dnešní doba ale požaduje tepelný komfort i v ostatních původně chladných místnostech, pro které má už jiné využití, a tak dochází k všemožným kombinacím původního systému kamen (pece) s kotli, tepelnými čerpadly, kolektory atd. (Pešta, 2013).

3.3.17 Tepelná izolace

Skladování sena v podkrovních prostorech nad světnicí mělo zcela jistě příznivý vliv na unikání tepla stropní konstrukcí a jednalo se tak o první způsob dodatečné izolace, jak ji chápeme a známe v dnešní době. Stejně tak i hliněná vrstva mazaniny na povalovém stropě nebo pozdější omítání roubených stěn z exteriéru zamezovalo průvzdušnosti. Pozdějším standardem bylo i omítání interiéru na rákosové rohože s jistými tepelně izolačními vlastnostmi nebo dřevěné obklady roubených stěn – kladených stejným způsobem jako ve štítech, které zvětšovaly tloušťku dřevěné stěny, a tak navyšovaly její izolační schopnosti.

Jedná se ovšem z hlediska dnešních norem o nedostačující hodnoty schopnosti tepelně izolovat pro běžné bydlení. Z obecného hlediska (nehledě na výjimku objektů s památkovou ochranou) tedy dochází ke střetu ochrany životního prostředí – snižování energetické náročnosti objektu, a zachování estetických a památkových hodnot domu a jeho architektury. Dnešní neprodyšné systémy tepelných izolací a oken jsou pro roubené novostavby i rekonstrukce většinou nepoužitelné a je nutno volit dnes již běžné alternativy známé pro dřevostavby komplexně se způsobem provozu a vytápění. Současným trendem zateplení dřevěných roubených konstrukcí je zejména použití přírodních tepelných izolací a tzv. difúzně otevřených konstrukcí. V případě rekonstrukcí historických staveb to jsou zejména mezikrokevní zateplení krovu, odizolování podlah, převážně vnitřní zateplení obvodových stěn (exteriérové jen v případě použití obkladu) a výměna výplní otvorů (Pešta, 2013).

3.4 Rešerše poznatků o současných roubených stavbách

Následující podkapitola shrnuje poznatky autorů pšších o současné situaci roubenek. V porovnání s předchozím souhrnem poznatků o historii roubenek jsou informace o současném stavu nepříliš rozsáhlé. Práce tyto informace shrnuje a v části Výzkum a výsledky je následně rozšiřuje o poznatky získané zkoumáním a měřením.

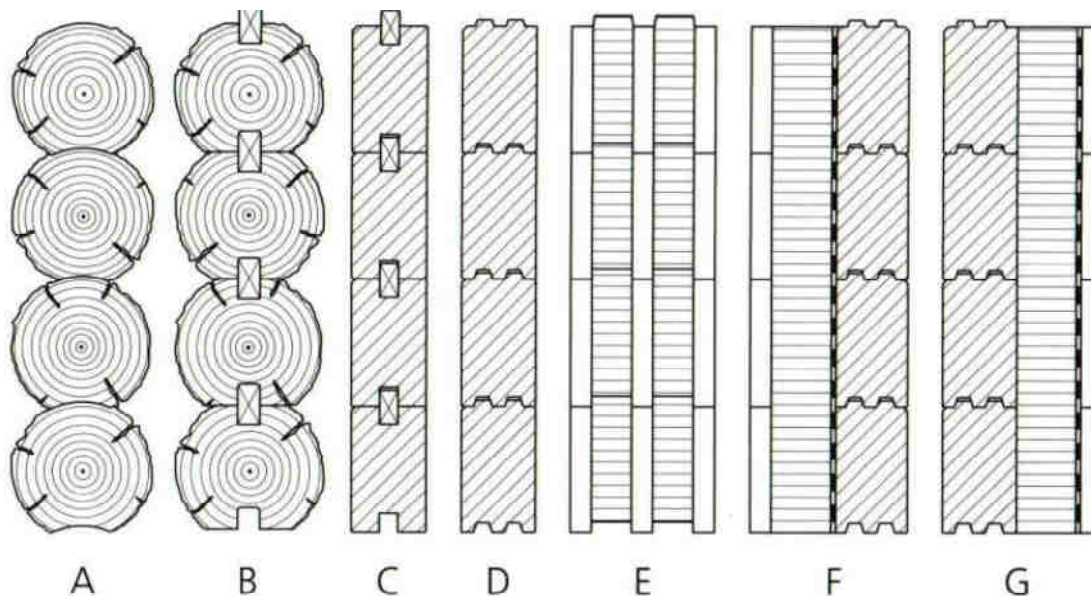
3.4.1 Současné využití roubených staveb

Jistá část historických roubených lidových staveb je památkově chráněna, tedy patří mezi státem chráněné nemovité kulturní památky a je zapsána od 60. let 20. století v tzv. Ústředním seznamu kulturních památek. Jejich větší část je vzhledem „chalupářské“ éře druhé poloviny minulého století využívána k rekreačním účelům a jen minimum k trvalému bydlení. Postupem času se projevila nedostatečnost tohoto řešení a za účelem ochrany také okolí těchto staveb vznikla plošná chráněná území s nejvýznamnějším výskytem těchto staveb (Pešta, 2013). Právě v architektonickém kontextu těchto míst je zájem o výstavbu nových staveb v podobném duchu. Vzniká tak nebezpečí narušení architektonických hodnot novou roubenou, často zajímavou a z hlediska obecně udržitelného rozvoje prospěšnou výstavbou, ale je třeba při její výstavbě vycházet ze znaků regionu a historické architektury a nevytvářet kontrastní novotvary ani na druhou stranu detailní kopie (Bukovský, 2008). Potěšitelný vývoj roubených staveb byl zaznamenán v horských regionech především zásluhou architektů, kteří se snaží pracovat s velkým citem a navrhovat s novým porozuměním pro konstrukční princip roubených staveb. „Pochopení nosné a obkladové funkce jako architektonického potenciálu posouvá srubové stavby do nové dimenze. Rohy a hrany, výstupky a stupně, trámy a nosníky přitom zůstávají viditelné. Architektura a konstrukce jsou v souladu“ (Kolb, 2011).

3.4.2 Současná používaná konstrukční řešení

Se současným vývojem stavebnictví se požadavky na tepelnou ochranu budov mění a rostou, stejně jako požadavky na obvodové stěny srubových či roubených staveb, u kterých většinou samostatná stěna z trámů předepsané požadavky nesplňovala. Tato situace je důvodem, proč se přibližně v 80. letech minulého století ve světě objevují první roubené stavby, u nichž je obvodová stěna vytvořena jako vícevrstvá, s vloženou tepelnou izolací uvnitř. Do plošných konstrukčních prvků smontované elementy tvoří jádro stěny, která je tvořena obdobně jako u zděných nebo betonových konstrukcí. Typy srubových a roubených staveb s jednoduchou nebo vícevrstvou stěnou se realizují v podstatě dodnes, s výrobními technologiemi a materiály odpovídajícími dnešním poznatkům (Vaverka, 2008).

Hlavní odlišnosti novodobých systémů roubených (i srubových) staveb v porovnání s tradičními systémy jsou: strojní opracování trámů a následná možnost složitějších tvarů profilů trámů, skládání trámů z více vzájemně lepených přířezů a použití tmelů a vložek mezi trámy (Veselý, 2013).



Obrázek 5: Historický vývoj roubené stěny (Kolb, 2011)

3.4.3 Současné použití tepelných izolací

V současné době se mezi přírodní izolace řadí například ovčí vlna, lněné, slaměné a konopné izolace a další. Pro roubené stavby jsou vhodné především proto, že jsou zdraví neškodné a ve většině případů umí absorbovat určité množství vlhkosti, čímž ale neztrácí na svých izolačních schopnostech (u ovčí vlny je to například vlhkost ve výši až 30 % její hmotnosti). Vlhkost se v roubené stěně vzhledem k neustálým rozdílům mezi venkovními a vnitřními podmínkami neustále mění. Výbornou izolací, kterou známe z historického použití těsnění spár, je například i obyčejný mech (rašeliník), který se například v Norsku používá i u dnešních srubových novostaveb a podle srovnávacích výzkumů kvality různých tepelných izolací je několik druhů mechů na předních místech žebříčku.

Minerální či skelná vata jsou dnes obecně nejvyužívanějšími tepelnými izolacemi a mnoho výrobců ji používá i pro izolování právě roubených staveb. Materiál technicky funguje spolehlivě, ovšem významnou nevýhodou neprodyšně uzavřené instalace v roubenkách jsou drobné částičky, které se z minerálních či skelných vln uvolňují a značně dráždí plíce, což způsobuje dušnost.

Polyuretanová pěna, jejíž masivní využívání v blízké minulosti již významně pokleslo, je brána jako krajně nevhodná, neboť po vytvrnutí již nemění svůj objem, a tak nikdy nevyplní celý prostor kolem „živého“ dřeva, který potřebujeme zaizolovat a může tudíž snadno profouknout a promrznat. Navíc po čase má tendenci se drobit.

Ostatní tepelné izolace s vysokým faktorem difúzního odporu (polystyren, ...) jsou pro běžné difúzně otevřené skladby roubených stěn přímo nevhodné (Roubenky a sruby, b.r.).

3.5 Požadavky na roubené stavby a konstrukce v současnosti

V dnešní době je v případě stavebních konstrukcí nutné dodržování celé řady předpisů a norem, které kladou vysoké požadavky na odolnost dřeva. V případě roubených dřevostaveb to jsou například odolnost dřeva vůči biotickým činitelům, proti mechanickému přetížení, chemické korozi, proti požáru a další (Pacák, 2014).

3.5.1 Požárně technické vlastnosti roubených stěn

Dnes normy přesně stanovují požadavky na požární odolnost obvodových konstrukcí a doposud toho mnoho o požárně technických vlastnostech dřeva roubené stěny průkazně nevíme, protože výzkum je v této oblasti stále nedostatečný a zaměřuje se spíše na lehké konstrukce (Houdek, 2013). Protipožární odolnost je definována směrnici ČSN EN 13501-2, zejména pak kritériem K60, které klade požadavek na opláštění vnitřní a vnější konstrukce, které musí v případě požáru zabránit vznícení dřevěné nosné konstrukce po dobu minimálně 60 min (Odolnost dřeva na věky věků, 2015) Výrobci roubenek jsou tak nuceni do experimentálních výzkumů svých stavebních systémů v oprávněných zkušebních laboratořích, které jim umožní případně svůj systém certifikovat. Je tu ovšem nutné připomenout, že informace získané měřením není možné zobecňovat v kontextu různých materiálových skladeb spár a tvarových profilů průřezu dřevěných trámů (Houdek, 2013). Jako příklad výsledku zkoušky můžeme uvést dle Pacáka (2014) zkoušku ve VVÚD v Praze, který ověřil 66minutovou odolnost 30cm roubené stěny. Jak dále uvádí, čím je dřevo masivnější, tím pomaleji hoří, a proto často v případě požáru roubené stavby shoří jen slabší dřevěné prvky a zařízení interiéru.

3.5.2 Tepelně technické vlastnosti

Tepelně technickými požadavky na budovy se zabývá norma ČSN 730540-2, která v sobě zahrnuje: šíření tepla konstrukcí, šíření vlhkosti konstrukcí, šíření vzduchu konstrukcí a budovou a tepelnou stabilitu místností (ČSN 73 0540-2, 2011).

Vzhledem k tomu, že se u nás i ve světě v současnosti obrací stále větší pozornost k nízkoenergetické náročnosti staveb, která vytváří tlak na její snižování, zaměříme se spíše na

tuto podkapitolu. Zaizolovávání a snaha o vzduchotěsnost konstrukcí obecně vyžadují nutnost klimatizace, která pak reguluje teplotu a především vlhkost v interiéru. Tento princip je v případě roubené dřevěné konstrukce naprosto zbytečný, protože dřevo funguje odlišně a interiérovou vlhkost si reguluje samo pomocí svých hygroskopických vlastností. Celá problematika tepelně technických vlastností roubenek i srubů je dle Houdka (2013) celkem složitá a aktuálně ne příliš propracovaná.

Základním kritériem je tepelný odpor, který je vlastně jedinou veličinou, ke které se do nedávna obracela pozornost. Podobně důležitým kritériem je těsnost konstrukcí, která může způsobit větší procento úniků než prostup roubenou stěnou tepelným vedením, ovšem nesmíme zapomenout na přirozenou (požadovanou) výměnu vzduchu (Houdek, 2013).

Tepelná akumulace dřeva je v porovnání s lehkými konstrukcemi významně vyšší, ale v porovnání například s cihlou je daleko menší. Současně příliš velká tepelná kapacita materiálu bez dostatečné tepelné izolace při energetické bilanci je v důsledku spíše na škodu, což vede k hledání správného poměru mezi tepelnou izolací a akumulační schopností. Za tento materiál je považováno dřevo, které má zřejmě ten správný poměr a současně je nejkvalitnějším izolantem vyskytujícím se volně v přírodě. Mezi dřevinami používanými k výrobě roubených stěn jsou poměrně velké rozdíly v tepelném odporu na jednotku tloušťky stěny, který se v zásadě snižuje se zvyšující se hustotou dřeva, a i mezi jehličnatými dřevinami to může být rozdíl zhruba o 20 % (modřín – smrk). Dřevo má pro zajímavost více než čtyřikrát nižší tepelnou vodivost než pálená cihla a téměř desetkrát nižší oproti prostému betonu. Roubené stěny vyrobené z ne zcela pravidelných trámů mají drobné rozdíly v průměru způsobené nepravidelností tohoto „živého“ materiálu. Proto by bylo třeba vycházet s těmito vlastnostmi také při stanovování jejich tepelného odporu. Příkladem může být kanadský průzkum v ústavu National Research Council, který na základě stanovení tepelných charakteristik konstrukcí odvodil tzv. koeficient průřezu roubené stěny, jehož hodnota je 0,98 (Houdek, 2013). V případě klasických roubených dřevostaveb se tloušťka roubené stěny pohybovala v minulosti v rozmezí 140–160mm, což je pro dnešní nároky na stavby dle směrodatné normy ČSN 73 0540-2 (2011) nepoužitelné. Ta stanovuje základní tepelně technické charakteristiky pro obvodové konstrukce vytápěných budov a to konkrétně součinitelem prostupu tepla U (dříve veličina tepelný odpor), který je stanoven hodnotou požadovanou a doporučenou. Požadovaná hodnota je v případě obvodového pláště dřevostavby $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ a doporučená $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ČSN 73 0540-2, 2011).

Ohledně vzduchové infiltrace (průvzdušnosti) je nutné mít na paměti, že roubené konstrukce mají značné množství spojů a spár mezi konstrukčními prvky, kterým je třeba vhodnou konstrukcí, kvalitním provedením a volbou vhodných těsnících materiálů v maximální možné míře předcházet. Těmito kroky se dá předejít dle některých dostupných studií až 50% celkových

tepelných úniků. V posledních letech se za tímto účelem začaly i v této oblasti stavebnictví používat těsnící tzv. komprimační pásy. Nejproblematictějšími místy stěny vzhledem k jejímu sesedání a sesychání jsou rohové spoje, spoj mezi základovou konstrukcí a prahovým věncem, návaznost instalací oken, dveří a návaznost stěn se střešním souvrstvím.

Pro zajímavost dle studií amerického dřevařského institutu Log Homes Council může schopnost akumulovat teplo zvýšit efektivitu tepelně technických vlastností masivních srubových plášťů v závislosti na teplotním klimatu až o 47 % v teplejších oblastech v porovnání s obvodovými konstrukcemi s nízkou schopností tepelné akumulace (v extrémních klimatických podmínkách je jen okolo 2,5 %).

Je tedy možné konstatovat, že hodnota tepelného odporu roubené stěny má svůj reálný limit daný tloušťkou použitého trámu, ale díky tepelně akumulacím schopnostem je její výpočtem stanovená hodnota významně nižší oproti reálné potvrzené měřením (Houdek, 2013).

4 Metodika

Následující kapitola obsahuje popis a zdůvodnění metodických postupů, které byly při výzkumu situace současných roubenek použity.

Za prvé se jedná o rozhovor s majiteli současně stojících (nové či historické) a pro trvalé bydlení využívaných staveb, u kterých jsou zjišťovány informace o jejich pravidelném provozu z hlediska vytápění, oprav apod. Tyto informace bylo nutné získat, neboť měly vliv na pozdější měření.

Za druhé kapitola popisuje způsob měření termokamerou a blower door testem těchto staveb s cílem získat hodnoty, které přinesou informace, které rozšíří poznatky získané během rozhovorů.

Za třetí byl proveden průzkum aktuálního českého trhu s roubenými stavbami a byly získány údaje ohledně konstrukčních řešení od několika spolupracujících stavebních firem. Informace o nově stavěných roubenkách bylo možno nejlépe zjistit důslednou analýzou současné výroby. Některá získaná data byla následně v rámci vyhodnocení porovnána s normami na požadavky trvalého bydlení.

4.1 Získávání informací o zkoumaných stavbách

4.1.1 Výběr staveb

Za účelem získání dostatečných informací o zkoumaných stavbách byla zvolena metoda polostrukturovaného rozhovoru se vzorkem devíti z celkově deseti navštívených respondentů, u kterých bylo podmínkou trvalé obývání roubené stavby a jejich vstřícná spolupráce. Současně při ideálních podmínkách – časná hodina návštěvy, vhodné teploty, nízká slunečnost a možnost zapůjčení termodiagnostického zařízení, bylo u pěti případů provedeno snímkování termokamerou. Výběr obyvatel a jejich historických i současných roubených domů pro bydlení byl nelehký především kvůli požadavku na trvalé obývání stavby, což vyloučilo většinu staveb používaných k rekreačním účelům. Kontakty byly mimo jiné sehnány ve spolupráci s firmami zabývajícími se novostavbami a historickými rekonstrukcemi roubenek, na doporučení zástupců NPÚ (Mgr. Jany Berkové), VVÚD (Ing. Jitky Beránkové, Ph.D.) a FLD, ČZU (Ing. Kamila Trgaly, Ph.D.).

4.1.2 Metodika polostrukturovaného rozhovoru

Pro kvalitativní výzkum je předem stanoveno téma a jsou určeny základní otázky, které je možné během výzkumu modifikovat a doplňovat (Hendl, 2005). V případě této práce je prováděn pomocí dotazování se majitele a zároveň obyvatele roubené obytné stavby formou polostrukturovaného rozhovoru.

Podklady pro výstup z kvalitativního rozhovoru jsou audio nebo videozáznam, fotografie a osobní komentář. Jsou získávány nasloucháním vyprávění a kladením otázek formou rozhovorů, dotazníků a testů, které se mohou vzájemně doplňovat. „Důležité je získání pravdivé odpovědi od respondenta. Rozhovor provádí pouze jedna jediná osoba. Je důležité, aby se jednalo o odborníka a aby na začátku rozhovoru padly psychické bariéry (bylo tedy nutné rozhovor začít tzv. rozehřívacími otázkami). Podstatný je i způsob kladení otázek, otázky by měly být jasné, citlivé, neutrální a otevřené. Správná otázka dává dotazovanému možnost použít vlastní slova, bez toho aby mu byla vnucována nějaká odpověď. Dotazovaný musí vyjádřit svůj vlastní názor a pocit. Zároveň může samostatně navrhnout vztahy a souvislosti. Nikdy nepředkládáme (na rozdíl od strukturovaného rozhovoru) předem určené formulace odpovědí.“ (Kvalitativní rozhovory – polostrukturované a nestrukturované, 2012)

Polostrukturovaný rozhovor je rozhovor částečně řízený pomocí návodu, který se nachází na pomezí mezi strukturovaným a nestrukturovaným rozhovorem. Je předem dán soubor témat a přidružených otázek, ale jejich rozsah, pořadí i formulace mohou být v průběhu rozhovoru pozměněny nebo doplněny a umožňují tak tazateli vést velmi flexibilní a volný rozhovor. Je

důležité si během rozhovoru hlídat tón hlasu, reakce na respondentovy odpovědi a být během kontaktu maximálně neutrální.

„Při použití metody polostrukturovaného kvalitativního rozhovoru, je nutné vytvořit návod k rozhovoru, vést rozhovor, zaznamenávat data a nakonec je vyhodnotit.“ (Kvalitativní rozhovory – polostrukturované a nestrukturované, 2012)

Rozhovor byl zaznamenáván na diktafon nebo jiné zařízení pro hlasový záznam, případně doplněn psanými poznámkami.

Vedení rozhovoru:

- úvod – představení tazatele, cílů studie, uvedení možnosti anonymity, žádost o povolení k nahrávání, zodpovězení případných otázek o povaze studie
- rozehrání – budování vztahu mezi tazatelem a respondentem
- hlavní rozhovor – využití předpřipravených bodů rozhovoru
- uklidnění – směřování hlavního rozhovoru do závěru, ideálně do neformální roviny
- uzavření – poděkování a rozloučení se

Následujícím krokem výzkumu je obvykle vytvoření transkriptu, kdy je nutné zvolit, zda půjde o doslovný přepis záznamu rozhovoru nebo vypsání jen jeho částí a uchování zbytku ve formě nahrávek a poznámek. Transkript je základem pro další analýzu (Kvalitativní rozhovory – polostrukturované a nestrukturované, 2012).

4.1.3 Podklady pro polostrukturovaný rozhovor

úvod

- představení tazatele
- představení majitele (jméno, bydliště a stavba)
- žádost o povolení nahrávat, využití výzkumu (nahrávky)
- seznámení s tématem diplomové práce a cílem rozhovoru

témata

- Jaký máte vztah ke dřevu?
- Zajímáte se o historii roubených staveb?
- Jak dlouho zde bydlíte a co vás sem přivedlo?
- Jaká je historie stavby a kdo ji stavěl?

- Proč jste si vybral/a roubenou dřevostavbu? Splnil tento výběr vaše očekávání, případně jaká? Volil/a byste dnes jinak?
- Jste spokojen/a s materiálem a typem konstrukce stavby?
- Vnímáte vnitřní pohodu prostředí, případně jak (estetika, pocity, teplo/chlad apod.)? Jakou máte zkušenost s neprůzvučností konstrukcí?
- Jak je objekt vytápěn? Má zateplení?
- Prováděl/a jste nějaké opravy, rekonstrukce nebo údržbu dřevěných konstrukcí?
- Kolika lidmi je objekt obýván a jaké jsou výdaje na jeho provoz?
- Je něco, čím vás z hlediska provozu roubenka překvapila? V čem jste se musel/a podřídit?
- Máte nějaké otázky?
- Poděkování
- provedení základní fotodokumentace objektu

Sebraná audiovizuální data a poznámky z rozhovoru budou podkladem pro vytvoření transkriptu ve formě vypsání podstatných částí odpovědí všech respondentů a jejich následné vyhodnocení.

4.2 Průzkum současných výrobců roubených staveb na území ČR

4.2.1 Výběr firem

Ke zmapování současné situace roubených staveb pro bydlení, a tedy provedení základního průzkumu firem, které se zabývají výstavbou roubených domů pro bydlení na území ČR, na základě jejich internetové inzerce, bylo nutné vyhledat všechny dostupné požadované informace ohledně konstrukčního řešení a provádění staveb, certifikací, početnosti výstavby a dalších podrobností staveb. Následně bylo provedeno oslovení firem prostřednictvím elektronické korespondence, případně telefonického rozhovoru za účelem doplnění některých informací.

4.2.2 Okruhy dotazů na konstrukční řešení

- rozměry průřezu trámů použitých ve skladbě stěn, dřevina, masiv / KVH, sušení (vlhkost), povrchová úprava, nátěry
- způsob vzájemného spojování vodorovných trámů ve skladbě roubené stěny (P+D, kolíky apod.)
- typ spojení u otvorů a v nároží – roubení (způsob opracování – ruční, strojové atd., rozměry – ideálně fotografie)
- výplň a případně rozměr průběžných mezer mezi vodorovnými trámy a skladba výplně / těsnění (typ)
- použití tepelné izolace obvodových stěn (sendvič) – typ a umístění (tl.), skladba
- podezdívka stěn (materiál)
- dodatečné utěsňování spojů a prasklin, sedání stěn vlivem sesychání - průměrná výška
- konstrukce vnitřních nosných stěn a příček (rámová, roubená, zděná apod.)
- omítání dřevěných stěn, obklady (skladba)
- konstrukce podlahy a stropu (skladba)
- skladba štítu v podkroví (tl.)
- konstrukce krovu (typ – vazníkový, vaznicový apod.), nepoužívanější krytina
- typ a umístění střešní tepelné izolace (nadkrokevní / podkrokevní, tl.)
- způsob založení stavby, hydroizolace, tepelná izolace (tl.)
- typy výplní otvorů – okna, dveře (materiál, zasklení, špaleta apod.)
- převládající typy vytápění (krbová kamna, podlahové vytápění, kamna na tuhá paliva, tepelný výměník apod.)
- možnost nízkoenergetického a pasivního standardu staveb
- absolvovaná měření certifikace konstrukce (požární odolnost, U apod.)
- průměrný počet vyrobených roubenek pro bydlení za rok

- odkaz při výrobě roubenek k dané historické tradici (dispozičně, konstrukčně apod.), příp. jaké
- průběh spolupráce s úřady při výstavbě

Získaná data budou zpracována do přehledné tabulky, následně vyhodnocena a shrnuta převládajícími řešení včetně případných zajímavostí.

4.3 Metody měření

Byly zvoleny následující dvě metody měření.

4.3.1 Termodiagnostika

Pro získávání relevantních hodnot u materiálu konstrukcí zkoumaných staveb byla použita termodiagnostika. Jedná se o nedestruktivní metodu, zabývající se stanovováním povrchových teplot na předmětech, konstrukcích, živočiších atd. V České republice jsou dány postupy pro pořízení termogramu (termovizní snímek) a jeho vyhodnocení převzatou normou ČSN EN 13187, která ovšem nestanovuje povrchové teploty stavebních konstrukcí uvedené v ČSN 73 0540-2 (Pešta, 2011).

Měření je založeno na intenzitě infračerveného záření (IR = „infra red“), které uvedené objekty vyzařují a které je měřeno snímači záření. Pro měření je využíváno pásmo IR, které se nachází mezi viditelným a mikrovlnným zářením 0,75–1000 μm . Záznam vyzařování je ovlivňován dalšími fyzikálními jevy, a proto je nutné sledovat i jejich parametry, a tím pak stanovit povrchové teploty konstrukcí (Pešta, 2011).

4.3.1.1 Parametry měření

Pro měření jsou ovlivňující tři zadávané faktory.

Emisivita

Součinitel emisivity úpravy povrchu materiálu je jeden z nejdůležitějších parametrů termografie. Závisí na mnoha faktorech. Mezi nejdůležitější patří vlnová délka zařízení, teplota tělesa, směr vyzařování, barva povrchové úpravy, struktura a stav povrchu a typ materiálu. Každé těleso s vyšší teplotou, než má okolí vyzařuje – emituje, do okolí tepelnou energii a díky tomu je snižována jeho teplota. Množství vyzařené energie je závislé na emisivitě, která je vyjádřena jako poměr intenzity vyzařování tělesa vůči tělesu absolutně černému se stejnou teplotou. Emisivita absolutně černého tělesa, které je opakem dokonale zrcadlitího, je stanovena $\varepsilon = 1$ [-] (Pešta, 2011). Emisivita materiálu dřeva pro naši situaci se pohybuje od 0,85 u hoblovaného po 0,92 u zšedlého (Šubrt, 2009), kdy bylo zvoleno na základě převládajících hodnot zahraničních zdrojů $\varepsilon = 0,90$ [-] (Emissivity Table, b.r.). U dřevěného obkladu byla použita shodná hodnota dle všech zdrojů $\varepsilon = 0,87$ [-] a ostatní materiály byly použity dle příručky (Šubrt, 2009).

Zdánlivá odražená teplota

Jedná se o doslovný překlad anglického pojmu, který je občas používán také jako teplota pozadí T_{odr} . Jde o teplotu objektů, které se mohou v měřené konstrukci „zrcadlit“. Množství odražené

energie závisí na emisivitě, takže s jejím snížením dojde při měření ke zvýšení vlivu odražené teploty na stanovení výsledné povrchové teploty.

Pro stanovení hodnoty T_{odr} použijeme přímou metodu, při níž se nastaví na termografické kameře emisivita 1,0. Následně se z předpokládaného místa snímání objektu odhadne úhel dopadu a odrazu IR záření od okolních objektů (oblohy) a změří se průměrná T_{odr} .

Atmosféra

Molekuly vody vyskytující se v atmosféře při mlze, dešti nebo sněžení mohou způsobovat částečnou až úplnou neprostupnost pro IR záření, a proto je nutné počítat s těmito vlivy při výběru vhodných podmínek pro měření (Pešta, 2011).

4.3.1.2 Měřicí zařízení

Za nejúčinnější plošný termografický systém je považována termografická kamera, která také při měření byla použita. Na stanovení povrchových teplot konstrukcí objektu bylo využito zapůjčené zařízení testo 875-2i od českého výrobce Testo, s.r.o., s přesností měření $\pm 2^\circ\text{C}$. Pro měření byl použit standardní objektiv $32\times 23^\circ$. Příslušenství zařízení tvoří radiová vlhkostní sonda, díky které je možno při jejím připojení ke kameře měřit okolní teplotu a vlhkost s měřicí rychlostí 0,5 s.

Měření probíhalo ve spolupráci s vedoucím práce Ing. Kamilem Trgalou, Ph.D., který pro tento účel zařídil zapůjčení kamery z domovské Katedry dřevěných výrobků a konstrukcí na FLD, ČZU.

4.3.1.3 Metoda termografického měření

Ve stavebnictví jsou používány dvě metodiky pro měření, přičemž pro naše účely je použita srovnávací termografie, která porovnává povrchové teploty – vizuálně dle barvy nebo přibližné hodnoty na jednom nebo více termogramech konstrukce za stejných podmínek. Při stanovování kvantitativní termografie nás s jistou mírou nejistoty zajímají povrchové teploty, závislé na použitém termografickém systému a přesnosti určení termografických parametrů. Může nastat situace, kdy při zohlednění všech vlivů a nejistot měření vyjde povrchová teplota výrazně nižší než požadovaná dle ČSN 73 0540-2, a v tom případě je daná konstrukce považovaná za vadnou. Tento způsob termodiagnostiky je pouze podpůrným prostředkem a rozhodující hodnoty by stanovilo výpočtové posouzení (Pešta, 2011). Pro naše účely má jen informativní účel.

4.3.1.4 Měření

Pro správnou diagnostiku povrchových teplot konstrukcí je třeba dostatečný rozdíl teplot mezi exteriérem a interiérem konstrukce, kdy teplotního rozdílu by mělo být dosaženo postupně a měl by být udržován dostatečně dlouho před měřením v závislosti především na měrné tepelné kapacitě konstrukce.

Dalším předpokladem je minimalizace nežádoucího IR ozáření, jehož největším zdrojem je slunce, které již po několika sekundách ovlivní teplotu povrchu konstrukce. Z tohoto důvodu je vhodné provádět termografii už před východem slunce. Nejvhodnější situace pro měření je rovnoměrně zatažená obloha, při které použijeme pro stanovení T_{odr} přímou metodu. V případě jasné oblohy, která je velmi studená ($< -40\text{ °C}$), musíme provést stanovení T_{odr} přímou metodou, ovšem s přímým zaměřením kamery na oblohu a změřením její teploty.

Mezi důležité kroky před měřením patří také aklimatizace kamery v příslušném prostředí z hlediska teploty a vlhkosti. Přímo pro měření je pak důležité srovnané nastavení snímačů a správné zaostření kamery. V průběhu měření zaznamenáváme teplotu a vlhkost prostředí (Pešta, 2011).

Pro měření byla z nabídky barevné škály zvolena paleta iron (železo), která byla dle subjektivnosti vnímání barev lidským okem vybrána pro manuální zaostřování objektivu jako nejpřesnější.

4.3.1.5 Zpracování

Výsledkem měření jsou termogramy, které budou dále zpracovány pomocí počítačového softwaru IRSoft, ze kterého bude výstupem protokol o měření. Ten pak poslouží k celému zhodnocení snímkování objektu.

4.3.2 Blower door test

Jako další metoda k získání poznatků o vlastnostech zkoumaného materiálu byl zvolen blower door test, který patří mezi nedestruktivní diagnostické metody používané k měření průvzdušnosti obálky budovy či jejích částí pomocí tlakového spádu. Jedná se o nejrozšířenější metodu měření vzduchotěsnosti budov (Pešta, 2011). Postup měření je v řadě zemí standardizován a v České republice je dán převzatou normou ČSN EN 13829, která je ovšem pouze v anglickém znění.

Měření se nejčastěji používá pro zjištění kvality vzduchotěsnosti systému stavby v průběhu výstavby budovy, za účelem možných oprav v případě nalezení nedostatků, nebo pak po úplném dokončení budovy k prokázání úrovně vzduchotěsnosti (Novák, 2008). V tomto případě se jedná o zjištění orientační hodnoty průvzdušnosti u zcela dokončené nové roubené dřevostavby.

Měření probíhalo ve spolupráci s VVÚD v Praze, s proškoleným pracovníkem Ing. Janem Davidem, který pro tento účel poskytl zařízení.

Test využívá uměle vytvořený tlakový rozdíl mezi prostředím interiéru budovy a exteriéru pomocí externího ventilátoru (Pešta, 2011). Metoda spočívá v opakovaném měření objemového toku vzduchu procházejícího skrz obvodovou obálku budovy při známém tlakovém rozdílu, který je vyvolán ventilátorem s plynule regulovatelnými otáčkami. Ten se osadí nejčastěji do okenního nebo dveřního otvoru v obvodovém plášti budovy – v tomto případě hlavní vstupní dveře. Pro každou měřenou hodnotu měřeného tlaku se měří objemový tok vzduchu procházející ventilátorem a předpokládá se, že netěsnostmi v obálce budovy protéká stejné množství vzduchu (Novák, 2008).

Se zvyšujícím se tlakovým rozdílem stoupá i průtok vzduchu netěsnostmi ve vnější obálce budovy, což je vyjádřeno tzv. empirickou rovnicí proudění [4.1] (Pešta, 2011).

$$\dot{V} = C \cdot \Delta p^n \quad [4.1]$$

kde:

\dot{V}	objemový tok vzduchu [m ³ /h]
C	součinitel proudění [m ³ /(h.Pa ⁿ)]
n	exponent proudění [-]
Δp	rozdíl tlaků vzduchu [Pa]

Výsledkem měření je soubor hodnot objemového toku vzduchu měřených při různých tlakových rozdílech, které se poté zanesou do grafu a vhodnou regresivní metodou se určí parametry

rovnice proudění (C – součinitel proudění a n – exponent proudění). Po dosazení do rovnice proudění se určí objemový tok vzduchu skrz obálku budovy \dot{V}_{50} a následně pomocí vzorce [4.2] dostaneme hodnotu n_{50} (nejčastěji pro tlakové rozdíly 50 Pa).

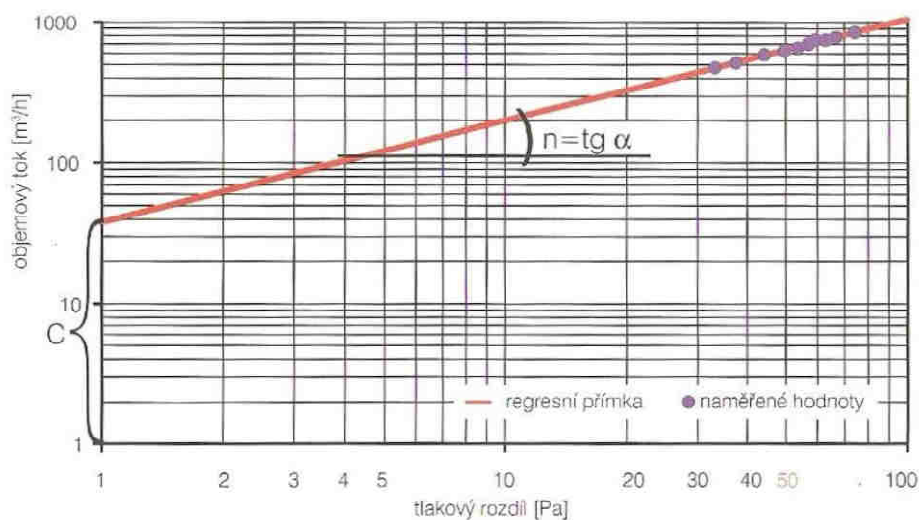
$$n_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{V} \quad [4.2]$$

kde:

- \dot{V} objemový tok vzduchu [m^3/h]
- \dot{V}_{50} objemový tok vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa [m^3/h]
- n_{50} intenzita výměny vzduchu [h^{-1}]

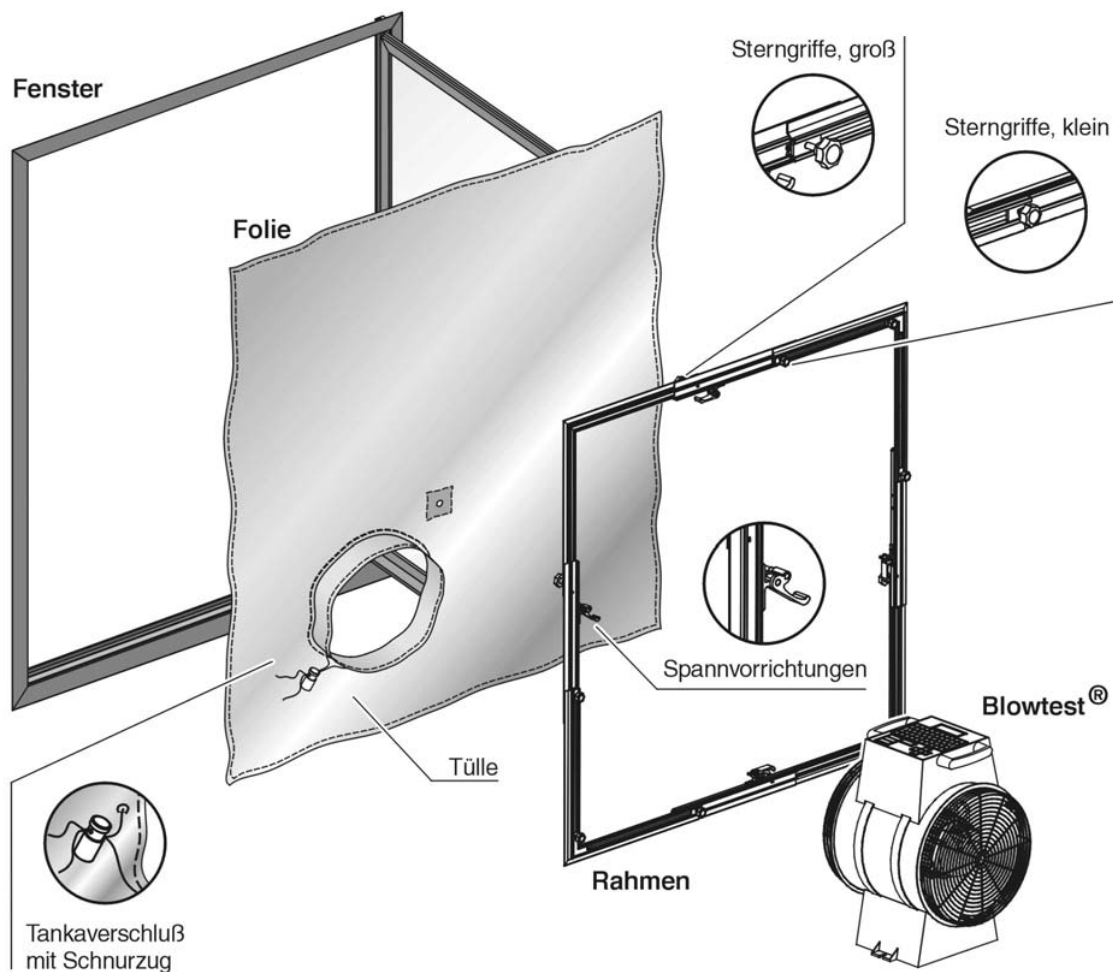
Hodnota intenzity výměny vzduchu umožňuje vzájemné porovnání vzduchotěsností budov, protože vztahuje průtok vzduchu netěsnostmi obálky budovy při referenčním tlakovém rozdílu na jednotku objemu budovy (Novák, 2008).

Graf 1: Závislost objemového toku vzduchu netěsnostmi v obálce budovy na tlakovém rozdílu (Pešta, 2011)



4.3.2.1 Měřicí zařízení

Na měření průvzdušnosti objektu bylo použito zapůjčené zařízení blowtest® 3000 od německého výrobce LTM GmbH, které ve spolupráci se softwarem Blowtest2 provádí výpočty automaticky. Výše uvedený výpočtový postup slouží pouze pro orientaci ve výsledcích.



Obrázek 6: Přehled montáže systému zařízení (LTM GmbH, 2006)

Ventilátor

Existuje více typů zařízení používaných pro blower door test, ať už jednoduchých s jedním ventilátorem nebo sestav s více ventilátory pro rozsáhlé objekty. Zařízení použité při psaní této práce bylo přenosné zařízení s maximálním výkonem 2500 m³/h s pouze jedním ventilátorem (LTM GmbH, 2006). Výběr otvoru pro osazení měřicího zařízení by měl být takový, aby nebyl narušen tok vzduchu skrz ventilátor, tedy během měření by se v blízkosti ventilátoru neměli pohybovat lidé, protože by mohli způsobit zkreslení výsledků měření (Novák, 2008).

Teleskopický rám a vzduchotěsná plachta

Předpokladem pro přesné měření je správné osazení ventilátoru do stavebního otvoru, k čemuž je použit teleskopický rám se vzduchotěsnou plachtou, která je pečlivě vypnuta pomocí osazovacího rámu do vhodného otvoru v obvodové stěně budovy. Pro vzduchotěsné osazení otvoru plachtou je rám po obvodu opatřen pružným těsněním.

Následně se do připraveného otvoru v plachtě osadí ventilátor. Otvor je řešen tak, aby spojení plachty s ventilátorem bylo co nejtěsnější (Novák, 2008)

Přístroje pro měření tlaků a objemových toků

Tlakové rozdíly jsou měřeny mikromanometry s rozsahem 0 až 100 Pa a přesností ± 1 Pa. Norma ČSN EN 13829 požaduje přesnost ± 2 Pa v rozsahu 0 až 60 Pa.

Objemový tok se stanovuje nepřímo nejčastěji způsobem použití clon s kalibrovanými otvory, u kterých je znám vztah mezi objemovým tokem vzduchu otvorem a rozdílem tlaku před a za clonou. Algoritmus přepočtu bývá nastaven v mikromanometru, který následně ukazuje současně tlakový rozdíl i objemový tok vzduchu.

Pro měření tlakových rozdílů jsou používána čidla, která je třeba chránit před nepříznivými vlivy. Zejména exteriérové čidlo by mělo být mimo dosah proudění vyvolaného ventilátorem a zároveň by nemělo být vystaveno venkovním povětrnostním vlivům (např. přiklopením ne zcela těsnou nádobou). Hadičky tlakových čidel by měly být vedeny v maximální možné míře vodorovně a neměly by být vystaveny velkým teplotním změnám a slunečnímu záření. (Pešta, 2011; Novák, 2008).

4.3.2.2 Postup zkoušky

Obecný postup měření byl pro praktické použití v evropských zemích standardizován dle normy EN 13829, která stanovuje požadavky na měřicí zařízení, popisuje pracovní postup, určuje metody zpracování naměřených hodnot a definuje části protokolu o měření. Dodržování normových postupů zajišťuje vzájemnou srovnatelnost naměřených výsledků, ovšem kvůli řadě drobných nejasností normou nedefinovaných mohou být některé výsledky mírně zavádějící.

Stanovení objemu a ploch

Před samotným měřením je třeba vypočítat vnitřní objem V [m^3], plochu obálky budovy A_E [m^2] a podlahovou plochu měřeného prostoru A_F [m^2]. K tomuto účelu je možné použít projektovou dokumentaci nebo je třeba rozměry změřit na místě.

Vnitřní objem V udává objem vzduchu měřeného prostoru a vypočítá se jako součin čisté podlahové plochy a střední hodnoty čisté výšky stropu (ČSN EN 13829, 2001). K objemu se nepřičítají prostory vzniklé odsazením výplní otvorů do konstrukce a současně se neodečítá objem zařizovacích předmětů (Pešta, 2011).

Plocha pláště A_E je celková plocha všech podlah, zdí a stropů, které ohraničují objem testovaného předmětu. Počítá se dle normy z rozměrů vnitřního prostoru, přičemž se neodečítají plochy spojení vnitřních zdí, podlah a stropů s vnějšími zdmi, podlahami a stropy. Podlahová plocha A_F se počítá jako čistá plocha, tedy bez vnitřních stěn a příček (Pešta, 2011).

Klimatické podmínky

Naměřené hodnoty mohou být značně ovlivněny tlakovými účinky působení větru na obalové konstrukce měřeného prostoru a rozdílem teplot uvnitř a vně budovy. Norma proto uvádí podmínky, při kterých by se měření nemělo provádět. Rychlost větru by neměla překračovat 6 m/s, tedy by neměl být překročen třetí stupeň Beaufortovy stupnice, kterou ilustruje Tabulka 1. Kontrola větru byla prováděna vizuálně pomocí popisu stupnice.

Vzhledem k tomu, že se jedná o rodinné domy s výškou do deseti metrů, není třeba řešit další požadavky převážně z oblasti vlivu změn tlaku (Pešta, 2011).

Tabulka 1: Beaufortova stupnice síly větru (Pešta, 2011)

Stupeň	Vítr	Charakteristika	Rychlost v [m/s]
0	bezvětří	kouř stoupá kolmo	0,0 - 0,2
1	vánek	směr větru jde poznat podle pohybu kouře	0,3 - 1,5
2	větřík	šelestění listů, vítr je cítit ve tváři	1,6 - 3,3
3	slabý vítr	listy a větvičky jsou v pohybu, vítr napíná prapory	3,4 - 5,4
4	mírný vítr	zdvihá se prach	5,5 - 7,9
5	čerstvý vítr	ohýbají se keře	8,0 - 10,7
6	silný vítr	ohýbá větší větve	10,8 - 13,8
7	prudký vítr	ohýbá stromy, chůze proti větru je obtížná	13,9 - 17,1
8	bouřlivý vítr	láme větve, vzpřímená chůze proti větru není možná	17,2 - 20,7
9	vichřice	strhává tašky, láme slabší stromy	20,8 - 24,4
10	silná vichřice	vyvrací stromy, ničí domy	24,5 - 28,4
11	mohutná vichřice	působí rozsáhlé škody	28,5 - 32,6
12	orkán	ničivé účinky	> 32,7

Příprava objektu

Budovu je třeba před měřením připravit takovým způsobem, aby byla zařízení a budova zajištěna před možným rizikem poškození a aby při tlakovém rozdílu proudil vzduch pouze netěsnostmi, které jsou předmětem měření. Podle přípravy objektu před měřením rozlišuje norma dvě metody měření. U obou metod je třeba pootvírat všechny vnitřní dveře a otvory v měřeném prostoru, aby se budova chovala jako jediná tlaková zóna, a vypnout všechna spalovací zařízení (kamna, krby, sporáky apod.) a mechanické větrací systémy (Novák, 2008).

Účelu našeho měření se týká metoda A, při které se budova ponechá v provozním stavu typickém pro dané období při činnosti vytápění či chlazení a provedou se pouze základní

vzduchotěsná opatření (Novák, 2008). Z tohoto důvodu byly přelepeny také dva otvory odvětrávacího zařízení ve skládce v přízemí a na WC v patře. Uzavřou se okna, dveře, větrací klapky v obvodových konstrukcích a jsou-li v budově zařízení s otevřeným topeništěm (např. krby), je ideální je předem vyčistit, aby při měření podtlakem nedošlo ke znečištění interiéru popelem. Naměřené výsledky mohou sloužit například jako vstupní data pro energetické výpočty, kdy je třeba počítat s celkovou výměnou vzduchu všemi netěsnostmi (Novák, 2008).

Detekce netěsností

Součástí každého měření by mělo být dohledání jednotlivých dílčích netěsností v obálce budovy (Novák, 2008). K detekci na předpokládaných místech nejvyšší průvzdušnosti byl použit termální anemometr AirflowTM TA35 od anglické firmy Airflow Developments Limited, u kterého je únik vzduchu měřen s přesností $\pm 0,01$ m/sec. Měření bylo prováděno při nastavení konstantního podtlaku.

4.3.2.3 Zpracování

Získaná data budou zpracována pomocí počítačového softwaru Blowtest2, ze kterého bude výstupem protokol o měření, který pak poslouží k celému zhodnocení průvzdušnosti objektu ve srovnání s normovými hodnotami.

5 Výsledky a diskuze

Následující část předkládá a shrnuje výsledky zkoumání roubenek aktuálně stojících a roubenek v současné době vyráběných firmami za použití metod popsanych v kapitole 4 Metodika.

5.1 Průzkum několika zástupců roubených staveb

Objekty byly vybrány z dostupných možností na základě zastoupení co nejvíce tvarových a konstrukčních variant. V následující části jsou popsány stavby a jejich obyvatelé, kteří byli osloveni pro účely průzkumu výhod a nevýhod současného bydlení v roubených a poloroubených stavbách pro bydlení na našem území.

A/ Roubený třípodlažní dům jako historická rekonstrukce polabského statku.

Krňovice 33 (skanzen), Třebechovice pod Orebem

Ing. Václav Záruba



Obrázek 7: Roubený třípodlažní dům jako historická rekonstrukce, Krňovice

Volná kopie stavby dvoupatrového pavlačového polabského statku z Piletic u Hradce Králové, která byla postavena v roce 2003 s použitím původních historických technologií a konstrukčních řešení a nachází se v areálu skanzenu. Objekt je z většiny roubený, s rámovou konstrukcí střešních štítů a vyzdáním obvodových stěn přízemní kotelny a slouží jako ukázka současných roubených staveb realizovaných Dřevozpracujícím družstvem Bělečko. Dispozičně je statek navržen dle potřeb správy skanzenu, tedy z velké části jako byt správce skanzenu (dvě bytové jednotky v prvním a druhém patře) a v přízemí jako kancelář se zázemím pro pracovníky skanzenu.

Objekt je založen na železobetonových pasech a pískovcové kamenné podezdívce s následným betonovým souvrstvím podlahy s hydroizolací a bez tepelné izolace. Stěny objektu jsou vystavěny z roubené dřevěné konstrukce o tloušťce 20 cm z hraněných smrkových trámů horší

jakosti, spojovaných po délce pravděpodobně tvrdými dřevěnými kolíky a v nároží na rybinu (příloha 4). Spáry jsou vyplněny PU pěnou a pohledově překryty dřevěnou lištou. Vnitřní přízemní roubené stěny jsou spojeny s obvodovými stěnami přeplátováním. Stěny kotelny jsou vyzděny z následně omítnutých pórobetonových tvárnic v tloušťce 30 cm. Konstrukce stěn a návaznosti na stropní trámy nejsou nijak zatepleny. Použité okenní výplně jsou jednoduché dřevěné s rámovou zárubní, do které je vkládána vnitřní jednodílná zimní výplň (příloha 4), a venkovní šambránou. Střešní okna jsou řešena podélnými vikýři s řadou okének a šikmými náběhy (tzv. „štika“). Dveřní exteriérové výplně jsou svlakové s ozdobným prkenným obkladem osazené v rámových zárubních. Konstrukce krovu je vaznicová s mezikrokevní izolací 100 cm a izolací stropu podkroví v tloušťce kleštin 140 cm z minerálního vlákna. Zateplení rámové konstrukce střešních štítů v oblasti obytného podkroví je provedeno stejným materiálem jako mezi krokve. Střešní krytinou jsou dřevěné šindele. Po cele jižní straně objektu prochází venkovní pavlač. Základní výkresy stavební dokumentace objektu viz příloha 4.

Objekt je vytápěn kotlem na dřevoplyn prostřednictvím centrální otopné soustavy radiátorů.

Jedná se o třípodlažní objekt z roubené konstrukce, kdy vlivem deformace a drobného sesychání dřeva dochází k sesedání. Zajímavým řešením majitele respektive firmy bylo vyheverování konstrukce po několika letech sesedání a doplnění rybinových nárožních spojů v přízemní části objektu dřevěnými deskovými vložkami, které tak vyrovnaly pokles konstrukce vzhledem k vyzdívané západní části objektu (příloha 4).

Stavení je udržováno pravidelným obnovováním nátěrů a vzhledem k historicky ověřenému tvarosloví a konstrukční ochraně dřeva neklade po 13 letech známky chátrání nebo závad konstrukcí.

B/ Roubená dvoupodlažní moderní novostavba

Olešnice u Trhových Svinů 265

Ing. Tomáš Nemrava



Obrázek 8: Roubená dvoupodlažní moderní novostavba, Olešnice

Novostavba se nachází na okraji obce, kde byla postavena zhruba před třemi lety, a je z většiny roubená s vnitřními nosnými stěnami včetně schodiště ze železobetonu. Objekt slouží jako ukázka současných roubených moderních staveb realizovaných firmou Cedar home, s.r.o. Dispozičně je objekt pojatý moderně, ovšem v historickém kontextu. V přízemí se nachází technické a sociální zázemí a hlavní obytná místnost s kuchyňským koutem a otevřeným schodištěm do podkrovního prostoru s chodbou, která spojuje ložnici s pavlačí (balkónem) s dalšími pokoji a sociálním zařízením.

Dům je založen na základových pasech s následným betonovým souvrstvím podlahy s hydroizolací a 18 cm tepelné izolace. Stěny objektu jsou z roubené dřevěné konstrukce o tloušťce 24 cm ze smrkových BSH profilů s frézovaným dvojím perem a drážkou na jejich okrajích, spojovaných v nárožích na přeplátování s přesahem zhlaví asi 15 cm (příloha 5). Spáry jsou vyplněny v drážkách a nárožních spojích paměťovými pásky a spáry v okolí okenních a dveřních výplní a v kontaktu stěn se souvrstvím izolace krovu jsou přelepeny airstop páskami. Vnitřní roubené příčky jsou vzájemně spojeny přeplátováním s přesahem zhlaví (příloha 5) nebo v rohových spojích na speciální rybinu (příloha 5) a s obvodovými stěnami čepováním. Nosné vnitřní stěny a schodiště jsou z pohledového železobetonu. Konstrukce stěn objektu není zateplena, ale v souvrství nad krokvelemi vaznicového krovu se nachází 24 cm PIR izolace. Ve skladbě podlahy je krom kročejové izolace 2 cm použito 6 cm betonové mazaniny pro podlahové vytápění. Okenní výplně (včetně francouzských) a posuvné exteriérové dveře jsou ze současného lepeného dřevěného profilu se zasklením izolačním trojsklem. Materiálem vystupujících dřevěných rámových konstrukcí oken v oblasti střechy a zábradlí pavlače jsou probarvené obkladové cementovláknité desky. Střešní krytinou jsou titanzinkové šablony. Základní výkresy stavební dokumentace objektu v Příloze 3.

Dům je vytápěn tepelným čerpadlem se zemním kolektorem v kombinaci s elektrokotlem, kdy je ohřátá voda použita pro centrální podlahové vytápění a ohřev vody. Jako alternativa je instalován do systému teplovodní výměník, který je zabudován v hmotě centrální pece v přízemí vedle schodiště (příloha 5).

Konstrukční řešení stavby bylo architektem velmi dobře promyšleno. Dřevo – pocitově velmi příjemný materiál, který rychle akumuluje teplo je zde použit v kombinaci se železobetonem – chladnějším materiálem, který má ovšem dobré akumulacně udržovací schopnosti a teplo v sobě ukládá. Systém vytápění popsaný výše je jistě nákladný vzhledem k počáteční investici, ale následně klade nízké nároky na údržbu a energie a umožní tak návratnost výdaje.

Plochy dřevěné konstrukce obvodového pláště jsou zachovalé, ale zhlaví použitých trámů vykazují známky stárnutí vlivem povětrnosti. K trhlinám dochází také v lepených spojích KVH profilů (příloha 5), a nabízí se tak otázka na kvalitu provedení těchto výrobků. Konstrukce roubených stěn není na tradiční podezdívce alespoň 30 cm, ale po obvodu stěn v úrovni terénu je instalován dřevěný rošt chodníčku pravděpodobně na souvrství štěrku. Vzhledem k viditelně více namáhanému prahovému věnci vidím toto řešení do budoucna jako problematické. Novostavba oslovuje moderním tvaroslovím a současnými hmotami interiérů vzhledem k současnému udržení historického kontextu roubenky i obce.

C/ Poloroubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím na základě rekonstrukce původního historického objektu

Černá 14, Dráčov u Lomnice nad Popelkou

Matěj Bárta



Obrázek 9: Poloroubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím na základě rekonstrukce původního historického objektu, Černá

Novostavba se nachází v roztroušené zástavbě osady, kde byla postavena zhruba před osmi lety. Konstrukce je z většiny zděná z betonových tvárnic, s rámovou konstrukcí střešních štítů a z menší části roubená. Dispozičně je objekt pojat jako rekonstrukce historického stavení dle stavu v roce 1984 s roubenou světnicí a přes vstupní síň protilehlým vejmínkem a zděnými konstrukcemi bývalého chléva, komory, dřevníku nad původním sklepem za světnicí, zápražím s toaletou a bývalým prasečím chlívkem.

Dům je založen na původní podezdívce z exteriéru omítaných pískovcových kvádrů s přízdívkou z betonových příčekvek. Podlaha na terénu je z většiny z betonového souvrství s hydroizolací přetaženou přes podezdívku, 10 cm tepelné izolace a rozvodem podlahového vytápění. Světnice má ze dvou třetin dřevěnou modřínovou podlahu na trámkách s izolací, stejně jako vejmínek v celé své ploše. Dřevěné stěny objektu jsou z roubené konstrukce o tloušťce 20 cm z hraněných smrkových trámů, spojovaných po délce tvrdými dřevěnými kolíky a v nárožích na rybinu. Spáry jsou vyplněny tuhou minerální vatou, která je následně překryta perlínkou a bílým flexibilním fasádním lepidlem. Strop je zateplen 10 cm kročejové minerální izolace v souvrství podkrovní podlahy. Vaznicový krov je nad celým objektem zateplen 20 cm minerální izolace a nese glazovanou keramickou krytinu. Okenní výplně (kopie původních) jsou dvojité dřevěné, špaletové s šambránami (příloha 6). Dveřní dřevěné interiérové výplně jsou také provedeny jako kopie původních rámových (výplňové), osazené v hlubokých vykládaných ostěních. Vstupní dveře jsou také rámové, ale v archaičtější rámové zárubni.

Objekt je vytápěn automatickým kotlem na hnědé uhlí s teplovodním výměníkem, kdy je ohřátá voda použita pro centrální vytápění prostřednictvím radiátorů a podlahového topení a pro ohřev teplé vody.

Stavení je velmi dobře udržované a konstrukční řešení nenesou známky narušení.

D/ Poloroubený historický jednopodlažní dům s obytným podkrovím

Nová Ves nad Popelkou 163

František Mezera



Obrázek 10: Poloroubený historický jednopodlažní dům s obytným podkrovím, Nová Ves

Stavení se nachází v roztroušené vesnické zástavbě a je orientačně datováno kolem roku 1850. Objekt je z jedné poloviny roubený a z druhé zděný. Půdorysně má stavení původní rozvržení trojdílné dispozice s vejmkem, přiléhajícím k zadní stěně světnice, a dodatečně zobytněným podkrovím (nad hospodářskou částí domu – nezpřístupněno), obsluhovaným po schodišti z centrální síně. Původní velická světnice byla během minulého století z funkčních důvodů rozdělena na dvě místnosti – obytnou kuchyň a obývací pokoj. Stejně tak byla do síně vestavěna komfortnější koupelna.

Objekt je založen na podezdívce z pískovcových tesaných kvádrů s podlahou z na terén kladených polštářů zaklopených prkny bez tepelné izolace (světnice a vejminku) nebo dodatečně litého betonu na udusanou zem. Obvodové stěny obou přízemních obytných částí jsou z roubené dřevěné konstrukce o tloušťce zhruba 16 cm ze zřejmě polohraných smrkových trámů, spojovaných po délce tvrdými dřevěnými kolíky a v nárožích pravděpodobně na rybinu – čela trámů jsou kryta fošnovým obkladem. Poslední dva věnce roubení jsou tradičně vázány přeplátováním s odstupňovaným zdobným přesahem zhlaví. Spáry stěn jsou historicky udržované z řezankové nebo slaměné vymazávky, nabílené vápenným nátěrem. Konstrukce stěn ani stropy mezi podlažími nejsou nijak zatepleny, ale ze strany interiéru je roubení zaklopeno deskami na bázi dřeva, které jsou následně omítnuty. Stejně je zaklopen i hambalkový strop, a tak zůstaly z původní dřevěné konstrukce ve světnici a vejminku viditelné pouze stropní trámy. Ty jsou z jižní exteriérové strany dodatečně vynášeny přístěnnou sloupovou podpěrnou vazbou. Podlaha půdního prostoru nad síní, bývalou světnicí a vejmkem je pokryta 20 cm tepelné minerální izolace. Původní okenní výplně v přízemí jsou dvojitě dřevěné, špaletové s vystupujícím lemem – tzv. okřídílím a v podkroví jednoduché dřevěné. Stropnice vynášejí vaznici, na které spočívají osedlané přesahující krokve (zajištěné dubovým kolíkem – příloha 7)

konstrukčně náročnějšího původního vysokého vaznicového krovu se stojatými stolicemi. Ve štítech vidíme bohatě skládanou tradiční etážovou lomenici se střídavě šikmým bedněním s vyřezávanými lištami (Obrázek 10). Střecha je sedlová s polovalbou, krytá dnes již historickými eternitovými šablonami.

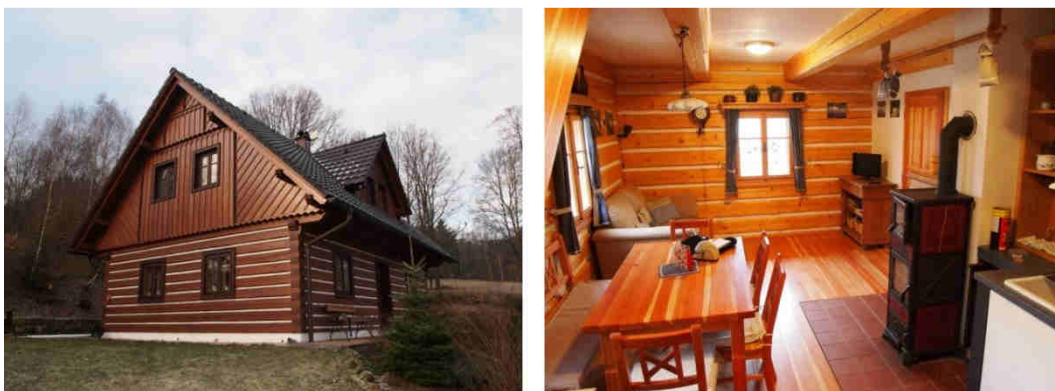
V objektu jsou zachována původní kachlová kamna (Obrázek 10), ovšem objekt je již vytápěn kotlem na tuhá paliva, který ohřívá vodu do centrální otopné soustavy radiátorů.

Stavení je přes svůj věk ve velmi dobrém stavu. Roubení a vymazávka stěn jsou pečlivě udržované a konstrukční řešení nenesou známky aktuálního narušení. Přes zachování historických konstrukcí domu si již předchozí majitelé, z důvodu pohledově špatného stavu vnitřního roubení, přetvořili interiér k podobě zděné omítané stavby, takže na původ světnice odkazují už jen stropnice, malá okna a kachlová kamna.

E/ Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím

Pelešany 124, Turnov

Radek Šimůnek



Obrázek 11: Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím, Pelešany

Novostavba se nachází na okraji malé obce, kde byla postavena zhruba před dvěma lety, a je z většiny roubená s rámovou konstrukcí střešních štítů. Dispozičně je objekt pojat moderně s dvěma malými bytovými jednotkami 2+kk a sociálním zázemím v přízemí.

Dům je založen na základových pasech a podezdívce ze železobetonu s následným betonovým souvrstvím podlahy s hydroizolací a 15 cm tepelné izolace. Stěny objektu jsou roubené z hraněných smrkových trámů o tloušťce 22 cm se zdobně sraženými hranami (příloha 8), spojovaných po délce zřejmě tvrdými dřevěnými kolíky a v nárožích na rybinu (příloha 8). Spáry jsou vyplněny tuhou minerální vatou, která je následně překryta lepidlem s perlínkou a bílým nátěrem. Konstrukce stěn ani stropy mezi podlažními nejsou nijak zatepleny. Stropnice vynášejí vaznici, na které jsou osedlány krokve. Všechny tyto konstrukční prvky vaznicového krovu a stropu mají zdobená zhlaví. Krov je v tloušťce krokví a pod nimi zateplen běžnou tloušťkou minerální izolace, stejně jako rámová konstrukce střešních štítů, zdobená místní trutnovskou lomenicí, bedněnou uprostřed a nahoře svisle a po stranách vstříčně (příloha 8). Sedlová střecha s vikýřem je pokrytá betonovou krytinou. Okenní výplně jsou dvojitě dřevěné, špaletové s šambránou v přízemí a jednoduché dřevěné se špaletou a šambránou v podkroví. V obou případech s vnějším izolačním dvojsklem. Dveřní výplně jsou rámové v dřevěné zárubni.

Objekt je vytápěn elektrickým podlahovým vytápěním a kamny s krbovou vložkou v každé z přízemních obytných místností, propojených s podkrovími otevřenými schodišti.

Objekt je zřejmě dobře udržovaný a především nový, proto konstrukce nenesou známky narušení. Konstrukčně se odkazuje na místní historickou roubenou zástavbu.

F/ Poloroubený historický (podstávkový) dvoupodlažní dům

Horní Podluží 158

Evžen Šmidt a Kateřina Bláhová



Obrázek 12: Poloroubený historický (podstávkový) dvoupodlažní dům, Horní podluží

Stavení se nachází v roztroušené vesnické zástavbě a je orientačně datováno na přelom 19. a 20. století. Objekt je z většiny zděný s rámovou konstrukcí střešních štítů a roubenou konstrukcí přízemní světnice s podstávkou. Půdorysně má stavení rozvržení původní místní dispozice chudého domu.

Objekt je založen na podezdívce z pískovcových tesaných kvádrů s podlahou z polštářů kladených na terén, zaklopených prkny bez tepelné izolace (světnice) nebo z dodatečně litého betonu na udusanou zem. Stěny objektu jsou ve většině vyzděny z kamene, jen dvě stěny světnice jsou z roubené původní konstrukce o tloušťce 16 cm z hraněných jedlových trámů (Obrázek 12) spojovaných po délce zřejmě tvrdými dřevěnými kolíky a v nárožích na rybinu krytou sloupky podstávky. Roubení je kladeno téměř bez viditelných spár a bylo z interiéru v blízké minulosti překryto sěrkovou omítkou. Z exteriéru byl proveden tradiční horizontální obklad roubení včetně podstávkové konstrukce, spojovaný na pero a drážku, který byl zřejmě v období 90. let proveden z palubových prken na obklad roubení v ještě jedné vrstvě. Konstrukce stěn ani stropy mezi podlažími nejsou nijak zatepleny s výjimkou podlahy půdního prostoru, která je v tloušťce kleštin vaznicového krovu vyplněna 10 cm původní tepelné izolace z pazdeří. Zateplení podkroví mezi krokviemi a částmi rámu střešních štítů bylo v minulosti provedeno tepelnou izolací v malé vrstvě. Střecha je sedlová s jedním sedlovým vikýřem a je pobitá dnes již historickou eternitovou krytinou, stejně jako prkenný štít (typické pro oblast). Původní okenní výplně byly s výjimkou WC a vedlejšího schodiště v minulosti vyměněny za plastová okna ze současného profilu s dvojitým zasklením. Dveřní výplně přízemí objektu s výjimkou plastových vstupních dveří jsou původní rámové v pískovcových zárubních.

Dům je vytápěn starými kamny na uhlí v roubené světnici a kamny s krbovou vložkou v patře.

Objekt před dvěma lety zakoupili současní majitelé, kteří se s nastěhováním pustili do velmi pozvolné rekonstrukce.

Dřevěná konstrukce stěny, do které jsem mohl v rámci průzkumu nahlédnout, je aktuálně ve velmi špatném stavu. Odkrytí interiérového sádkartonového obkladu roubených stěn a polystyrenové „vnitřní špalety“ kolem oken odhalilo ztrouchnivělé prahové a velmi pofiderní instalaci oken pomocí polyuretanové pěny. Stav prahových trámů souvisí se zamezením cirkulace vzduchu v patě stěny jejím interiérovým i exteriérovým překrytím v minulosti a s absencí hydroizolace na pískovcové podezdívce, která je vlhká i vzhledem k vysoké úrovni podzemní vody a jejímu vzlínání. Odstranění vnitřního souvrství nátěrů a omítek odkrylo nevzhledné elektrické rozvody v roubené stěně (příloha 19) a drobné opravy. Z exteriéru pak byly provedeny lokální sondy pro průzkum konstrukce podstávky a roubení ukrytého pod obkladem (příloha 9). Konstrukce podstávkových sloupů byla v minulosti akutně napadena hned několika biotickými škůdci a následně byly bez ošetření neodborně provedeny výměny jejich částí (příloha 9). Podstávka tak minimálně ze své poloviny není schopna plnit svůj nosný účel a váha druhého podlaží i střechy spočívá na roubené přízemní stěně.

Průzkum ovšem odhalil i detaily historických konstrukcí a jejich ochranných opatření. Na pískovcové podezdívce s vyspárováním povrchu jsou dobře patrné odtokové žlábkové zvedky vedle zvýšených patek pro podstávku. V nároží roubené konstrukce byl pro účely podstávky použit trám v řezu ve tvaru L, který současně vedle nosné funkce slouží k zakrytí, a tedy i ochraně zhlaví rybinových spojů stěny. Tyto trámové sloupky spočívaly na pískovcové podezdívce, ale z důvodu ochrany jejich čel proti vlhkosti byly zřejmě podkládány jednostranně zuhelnatělými tenkými dřevěnými „plátky“ (příloha 9). Instalace dřevěného obkladu, jak bylo již zmíněno výše, byla provedena v historii dvakrát, přičemž původní spodní vrstva na tenkém vertikálním laťování je natřena historicky původním růžovým odstínem. Vzhledem k laťování překrývajícím asfaltový hydroizolační pás z exteriéru paty stěny (příloha 9) se dá usuzovat, že obklad dřevěné konstrukce byl proveden po Druhé světové válce v 50. letech a měl estetický i ochranný záměr z důvodu narušených dřevěných konstrukcí. Druhá vrstva obkladu měla zřejmě již jen estetický záměr. Pevnost celé roubené stěny je zvýšena původním přišroubováním sloupků podstávky zhruba ve třetině výšky k jednomu z trámů roubení.

Stav dřevěných polštářů pod prkennou podlahou ve světnici je špatný z důvodu vysoké vlhkosti založení objektu a jejich velkého zapuštění do terénu, omezujícího přístup vzduchu.

Objekt byl za předchozích majitelů špatně udržován a bylo provedeno mnoho chybných neodborných úprav. Dřevěné konstrukce nesou významné známky narušení a budou vyžadovat opravy a nové konstrukční zásahy, aby bylo zamezeno dalším degradacím dřevěných konstrukčních částí stavení.

G/ Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím

Bělečko 101, Býšť

Martin Kopecký



Obrázek 13: Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím, Bělečko

Novostavba se nachází na okraji malé obce, kde byla postavena zhruba před dvěma lety, a je z většiny roubená s rámovou konstrukcí střešních štítů. Dispozičně je objekt pojat moderně s přízemní obytnou místností s kuchyňským koutem a otevřeným schodištěm do podkrovního prostoru s ochozem (chodbou), kterým jsou přístupné ložnice s balkónem a pokoje. Sociální zázemí je v obou patrech.

Dům je založen na základové desce s hydroizolací a 10 cm tepelné izolace. Stěny objektu jsou z roubené dřevěné konstrukce o tloušťce 20 cm z hraněných borových trámů se sraženými hranami, spojovaných po délce zřejmě tvrdými dřevěnými kolíky a v nárožích na rybinu (příloha 10). Vnitřní přízemní roubené stěny jsou spojeny s obvodovými stěnami přeplátováním (příloha 10). Spáry jsou vyplněny tuhou minerální vatou, která je následně překryta dřevěnými lištami. Netěsnosti tesařských spojů jsou vyplněny silikonem (příloha 10). Konstrukce stěn objektu není zateplena, ale ve štítu je 16 cm, a mezi a pod krokviemi v součtu 24 cm minerální izolace. V souvrství podlahy je v malé tloušťce použita kročejová izolace. Konstrukce krovu je vaznicová se sedlovou střechou s dvěma vikýři a krytinou z asfaltového šindele. Okenní výplně jsou jednoduché dřevěné se špaletou a šambránami s vnějším izolačním dvojsklem. Dveřní výplně jsou rámové s dřevěnou zárubní v tloušťce stěny.

Objekt je vytápěn krbovou vložkou s teplovodním výměníkem, kdy je ohřátá voda použita pro centrální vytápění a ohřev vody a jako záloha je instalován elektrokotel.

Objekt je zřejmě dobře udržovaný a především nový, proto konstrukce nenesou známky narušení. Architektonicky se příliš neodkazuje na oblastní historickou roubenou zástavbu a stavba nese již nové prvky.

H/ Poloroubené historické dvoupodlažní stavení

Záhrádky 194

Ing. Jan Kirschner



Obrázek 14: Poloroubené historické dvoupodlažní stavení, Záhrádky

Objekt se nachází v roztroušené historické centrální zástavbě obce a je orientačně datován do poloviny 19. století. V předválečném období byl za německých obyvatel využíván jako hospoda. Stavení je z většiny roubené s hrázděnou obvodovou konstrukcí poloviny prvního patra a zděnou konstrukcí přízemní světnice. Půdorysně má původní rozvržení trojdílné dispozice s obytným druhým nadzemním podlažím, přístupným z centrálního schodiště a z pavlače.

Objekt je založen na podezdívce z pískovcových tesaných kvádrů a novém štěrkovém podsypu pod provětrávaným podlahovým souvrstvím s 8–10 cm tepelné izolace. Stěny objektu s výjimkou světnice jsou vystavěny z původní roubené dřevěné konstrukce o tloušťce 16 cm z hraněných smrkových tesaných trámů, spojovaných po délce tvrdými dřevěnými kolíky a v nárožích na rybinu, kdy čela trámů jsou následně kryta prkenným obkladem. Ukončení roubení u výplní otvorů a zděných konstrukcí jsou řešena čepováním trámů do svislých sloupků. Napojení stěn vnitřních roubených do obvodových je řešeno klasickým přeplátováním, případně i na rybinu. Vnitřní přízemní roubené stěny jsou spojeny s obvodovým přeplátováním (příloha 11). Spáry jsou původní zřejmě z řezankové vymazávky, nabílené vápenným nátěrem. Konstrukce stěn ani překládané deskové stropy mezi podlažními nejsou nijak zatepleny. Podlaha půdního prostoru je pokryta 20 cm tepelné minerální izolace. Dveřní výplně jsou rámové v trámových zárubních. S výjimkou světnice s dvojitými špaletovými dřevěnými okenními výplněmi (příloha 11) jsou po celém objektu okna jednoduchá v dřevěné fošnové špaletové zárubni, do které je vkládána z interiéru jednodílná zimní výplň (příloha 11) která je prosklená nebo improvizovaně z igelitu. V zimním období jsou nevyužívané dveřní otvory nebo prostory okenních špalet z důvodu tepelné izolace zakryty nebo vyplněny molitanem. Konstrukce krovu

je původní vaznicová se sedlovou střechou zastřešenou starší pálenou krytinou. Po zadní části jihovýchodní stěny objektu prochází venkovní pavlač přístupná z patra síně (příloha 11).

Objekt je vytápěn novými kachlovými kamny s výměníkem (příloha 11), která ohřívají vodu do centrální otopné soustavy radiátorů.

Stavení je jeho současnými majiteli pravidelně udržováno a vypovídá o jejich zájmu o historické hodnoty objektu. Konstrakčními zajímavostmi jsou historické dvoj-okno v přízemí (příloha 11) se společnou příčkou fošnové zárubně a dodatečné řešení majitelem nedestruktivního doplnění druhých okenních výplní s pryžovými pásky, přikládaných z interiéru k jednoduchým oknům.

I/ Roubené historické dvoupodlažní stavení

Nosálov 9, Mšeno

Roman Střihavka



Obrázek 15: Roubené historické dvoupodlažní stavení, Nosálov

Statek se nachází v uliční historické zástavbě památkově chráněné obce s roubenými stavbami a první písemná zmínka o něm je z roku 1836. Objekt je z většiny roubený se zděnou konstrukcí chléva a síně a hrázděnou obvodovou konstrukcí až nad pozdější zděnou zadní hospodářskou částí domu. Půdorysně má stavení původní rozvržení trojdílné dispozice s obytným nadzemním podlažím přístupným z centrálního schodiště a z pavlače.

Objekt je založen na podezdívce z pískovcových tesaných kvádrů a novém šterkovém podsypu pod provětrávaným betonovým podlahovým souvrstvím s 10 cm tepelné izolace. Stěny objektu jsou vystavěny ve většině z původní roubené dřevěné konstrukce o tloušťce zhruba 18 cm z hraněných smrkových trámů, spojovaných po délce tvrdými dřevěnými kolíky a v nárožích na rybinu. Vnitřní roubené stěny jsou spojeny s obvodovým přeplátováním. Spáry jsou původní zřejmě z řezankové vymazávky, nabílené vápenným nátěrem. Konstrukce předsazené uliční stěny patra je vynášena tesařsky velmi zdobenou podstávkou (příloha 12). V případě zateplení dřevěných stěn je zevnitř na roubení instalován rošt z KVH profilů, mezi kterým je minerální vata a zaklopena OSB deskou s následným souvrstvím lepidla, perlinky a štuky. Nové překládané stropy mezi podlažními jsou zatepleny jen v malé vrstvě z důvodu zachování původních podchozích výšek. Všude jsou (budou) použity dvojité špaletové okenní výplně s vnější šambránou osazené do rámců, stejně jako rámové dvevní výplně. Konstrukce krovu je původní vaznicová s valbovou střechou krytou cementovláknitými šablonami (současná náhrada eternitu). Po části nádvoří strany objektu prochází venkovní pavlač přístupná z patra síně (příloha 12).

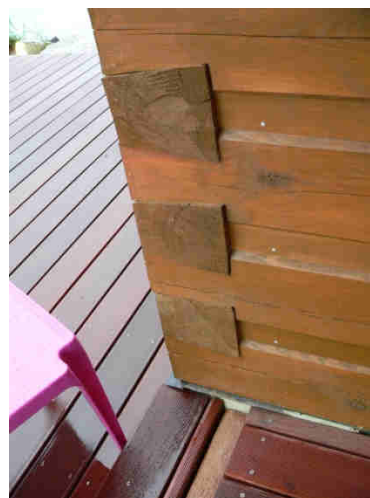
Téměř celé přízemí je vytápěno podlahově s výjimkou světnice, kde budou kamna s krbovou vložkou. V patře jsou instalovány radiátory napojené na kotel na tuhá paliva.

Stavení je památkově chráněno a právě je zde prováděna pečlivá rekonstrukce majitelem (ve spolupráci s památkáři), který vlastní firmu na výstavbu a rekonstrukce roubených staveb. Zajímavostí je snaha o co nejvěrnější zachování historického stavu objektu v porovnání se zateplením interiéru a maximálního přizpůsobení současnému pohodlnému bydlení s převládajícím povrchem hrubě omítaných stěn.

J/ Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím

Havlovice 362, Úpice

Zdeněk Nývlt



Obrázek 16: Roubená jednopodlažní novostavba s obytným podkrovím, Havlovice

Novostavba se nachází na úplném okraji malé obce, kde byla postavena zhruba před pěti lety, a je z větší části roubená s rámovou konstrukcí střešních štítů. Dispozičně je objekt pojat moderně s přízemní obytnou místností s kuchyňským koutem a schodištěm do podkrovního prostoru s chodbou, kterým jsou spojeny ložnice. Sociální zázemí je v obou patrech.

Dům je založen na základové desce s hydroizolací a 10 cm tepelné izolace. Stěny objektu jsou z roubené dřevěné konstrukce o tloušťce 20 cm z hraněných borových trámů, spojovaných v nárožích na rybinu. Vnitřní přízemní roubené stěny jsou spojeny s obvodovými stěnami přeplátováním. Spáry jsou vyplněny tuhou minerální vatou a následně je překryta dřevěnými lištami. Konstrukce stěn objektu není zateplena a ve štítu je 16 cm, a mezi a pod krokviemi v součtu 24 cm minerální izolace. V souvrství podlahy je v malé tloušťce použita stejná tepelná izolace. Konstrukce krovu je vaznicová se sedlovou střechou se čtyřmi pultovými lichoběžníkovými vikýři s šikmými bočními stěnami a krytinou z dřevěného šindele. Okenní výplně jsou dvojité dřevěné se špaletou a šambránami. Dveřní výplně jsou rámové s dřevěnou zárubní v tloušťce stěny.

Objekt je vytápěn tepelným čerpadlem se zemním kolektorem v kombinaci s elektrokotlem, kdy je ohřátá voda použita pro centrální podlahové vytápění a ohřev vody. Systém je doplněn středně těžkými kachlovými kamny.

Objekt je zřejmě dobře udržovaný a konstrukce nenesou známky narušení. Architektonicky se odkazuje na oblastní historickou roubenou zástavbu zejména tvaroslovím, materiály (dřevěný šindel) a konstrukcemi, i podobou řešení osvětlení podkroví v úrovni střech.

5.1.1 Rozhovor a transkript

Hodnocení uživatelské a provozní náročnosti roubené stavby pro bydlení metodou polostrukturovaného rozhovoru s vybraným vzorkem devíti uživatelů je uvedeno v příloze 17.

5.1.2 Výsledky

V rámci šetření bylo osloveno co největší spektrum majitelů roubených rodinných domů, od roubených moderních novostaveb z lepených hraněných profilů, přes novostavbu na základě historické rekonstrukce, po historická, památkově chráněná, poloroubená stavení z polohraněných masivních trámů. Z tohoto výběru 13 zástupců celkem devět zástupců z deseti vybraných projevilo zájem se rozhovoru zúčastnit v naplánovaném časovém období a současně splňovalo kritéria pro výběr stavby a její využití. Vzhledem k technické povaze otázek, a tedy i celého rozhovoru, se vždy role zástupce roubené stavby ujali muži, ovšem dvou rozhovorů se spoluúčastnila také jejich partnerka. Průzkum byl prováděn v období od ledna do poloviny dubna roku 2016.

Snahou průzkumu bylo získat hodnocení uživatelské a provozní náročnosti roubené stavby pro bydlení. Zaměřoval se také na vztah uživatele ke konstrukci a materiálu dřeva, celkové působení vnitřního prostředí objektu a řešení problematiky vytápění.

Všichni respondenti při rozehrávacích otázkách shodně vyjádřili svůj kladný vztah ke dřevu jako materiálu. Více než polovina ze zástupců uvedla, že je přímo práce se dřevem aktuálně živí nebo živila. Čtyři z nich pracují přímo v oblasti dřevostaveb, ale přesto dva z nich se nezajímají o historii roubených staveb, zatímco u obyvatel historických roubených staveb, kterých je ve výběru pět, projeví zájem všichni. Majitel poloroubeného historického objektu H přímo projevil zájem o výsledky tohoto průzkumu především s ohledem na provoz starších objektů. Naprostá většina oslovených je spokojena s materiálem dřeva i vlastnostmi jeho konstrukcí, jen ohledně jejich průzvučnosti všichni uvádějí její nedostatečnost, což v případě rodinného domu nevnímají jako významnou nevýhodu. Několika uživatelům bylo uvedeno, že se v prasklinách masivního roubení rád schovává hmyz a pavouci.

Z odpovědí na hlavní část otázek vyplývá, že v roubených stavbách bydlí vybraní uživatelé od necelých dvou let až po období celého života a nejzastoupenější rozmezí je od pěti do deseti let. Výběr místa byl většinou ovlivněn výhodností získání objektu (pozemku) a jeho vhodným umístěním. Volba stavby s roubenou konstrukcí byla v naprosté většině případů záměrná a cílená. U dvou historických objektů by ovšem majitelé při ideálních podmínkách volili vzhledem k stavu konstrukcí jinou roubenou stavbu. Zajímavým je i případ, kdy majitel z uživatelského pohledu vůbec neřešil materiál ani typy konstrukčních řešení objektu (zda je to poloroubenka či zděný dům), ale zabýval se pouze architektonickou hodnotou objektu a

okolního kontextu původní historické zástavby. Pro zajímavost se nijak neangažuje v oblasti výstavby roubených staveb a přímo nesouhlasí se současnou podobou roubených staveb, které považuje za dispoziční a proporční hybridy.

Jak již bylo zmíněno výše, zástupců žijících v historickém objektu je pět, přičemž jedna roubenka je novostavbou na základě historické rekonstrukce (objekt A). Historický původ těchto zástupců se pohybuje orientačně od roku 1836 po přelom 19. a 20. století. Kopie historického polabského statku je stejně jako ostatní roubené novostavby již z 21. století.

Významná část respondentů uvedla, že je roubenka z hlediska provozu ničím nepřekvapila a jsou spokojeni. Výjimkami bylo profukování konstrukcí (vysoká průvzdušnost) z důvodu zřejmě nekvalitního provedení spár a detailů roubení světnice před 16 lety v případě objektu C a náročnost původního vytápění při obydlování historického objektu H s kamny v každé místnosti. Při otázce na nutné přizpůsobování se obyvatelé často dlouho přemýšleli a pak ve většině uvedli nutnost obnovování nátěrů jednou za 2–5 let, nedokonalost historických dispozičních řešení. Spolumajitelka objektu, jehož interiér je zcela zaklopen a omítnut, uvedla, že vnímá v porovnání se zděným domem vyšší prašnost. To je ovšem v rozporu s většinou respondentů žijících v místnostech s odhaleným roubením, kteří uvádějí naopak nízké hodnoty prašnosti.

Dva objekty jsou aktuálně rekonstruovány, jeden z nich za běžného provozu. Standardní uváděnou drobnou údržbou je obnovování nátěrů dřevěných konstrukcí a údržba historického spárování. Významným zásahem, který už byl proveden nebo teprve bude, je výměna zdroje vytápění v kontextu s otopným systémem a úpravy vnitřních dispozic objektu. Jeden z uživatelů zmiňuje a chválí postupný vývoj kvalitnějších materiálů pro údržbu dřevěných roubených konstrukcí, často s možností složení na přírodní bázi.

Problematika vytápění v kontextu podlahové plochy obývané části objektu, počtu osob, zdroje vytápění a otopného systému a spotřeby je znázorněna ve výběru níže uvedené **Chyba! Chybný odkaz na záložku.** (podklad viz příloha 21).

Tabulka 2: Základní rozdělení budov podle potřeby tepla na vytápění dle ČSN

Kategorie	Potřeba tepla na vytápění
Starší budovy	často dvojnásobek hodnot pro obvyklé novostavby a více
Obvyklá novostavba (podle aktuálních závazných požadavků)	80 + 140 kWh/m ² .rok v závislosti na faktoru tvaru A/V
Nízkoenergetický dům	≤ 50 kWh/m ² .rok
Pasivní dům	≤ 15 kWh/m ² .rok
Nulový dům	≤ 5 kWh/m ² .rok

Na základě získaných údajů od obyvatel objektů byla zjednodušeně spočítána orientační spotřeba tepla za rok na podlahovou plochu jednotlivých staveb, která byla následně srovnána s normovými požadavky dle Tabulka 2. Téměř ve dvou třetinách případů (tedy krom historických staveb) splňují dřevěné stavby uvedené parametry spotřeby tepla na vytápění, kdy se spíše blíží k jejich dolní hranici požadavku. V jednom případě (objekt B) byla získána dokonce hraniční hodnota pro nízkoenergetický dům. Je tedy odůvodněné, že v případě hospodárnějšího nakládání při vytápění domu je možné dosáhnout u roubených dřevostaveb hodnot z kategorie nízkoenergetických domů.

Tabulka 3: Orientační spotřeba tepla a způsob vytápění objektů

objekt	Δt	S	zdroje vytápění	palivo	záložní zdroj vytápění	otopný systém	osob	spotřeba paliva [m ³ /rok]	teplo za rok [kWh/m ²]	srovnávací hodnota [kWh/m ²]
A	17–23	360	zplyňovací	dřevo	–	centrální – radiátory	9+3	27	87,50	80–140
B	22	152	tepelné čerpadlo se zem. kolektorem	elektřina	pec s výměníkem – nepoužíváno	podlahové teplovodní	4	< 25 000 Kč (vše) ×0,7	< 50,06 (výpočtově 42,19)	≤ 50
C	19–20	211	zplyňovací	uhlí (oř. 2)	–	centrální – radiátory, podlahové teplovodní	4	6,5	90,68	80–140
D	18–20	220	zplyňovací	dřevo, uhlí (oř. 2)	–	centrální – radiátory	3	4+40	553,37	> 140
E	–	–	kamna s krb. vložkou	dřevo + elektřina	podlahové elektrické	podlahové elektrické	–	–	–	–
F	10–20	110	kamna s krb. vložkou + kamna	dřevo, uhlí	–	–	2	10+5	203,15	> 140
G	19–23	170	krb. kamna s výměníkem + elektrokotel	dřevo + elektřina	–	centrální – radiátory	4	8+20 000 Kč (vše) ×0,7	86,51	80–140
H	18	120	kachlová kamna s výměníkem	dřevo, brikety	–	centrální – radiátory	5	12+5	377,61	> 140
I	–	–	zplyňovací	dřevo, uhlí (oř. 2)	kamna s krbovou vložkou	centrální – radiátory, podlahové teplovodní	–	–	–	–
J	19–22	170	tepelné čerpadlo se zem. kolektorem	elektřina + dřevo	středně těžká kachlová kamna	centrální – radiátory, podlahové teplovodní	4	4+18 000 Kč (vše) ×0,7	60,23	80–140

Zateplení objektu v modernějším slova smyslu – vrstvou tepelné izolace, je použito u všech objektů včetně těch historických. Všechny objekty mají zateplený krov (objekt A nekrokevním

systémem), většina má zateplenou (i dodatečně) podlahu v přízemí a v případě rámové konstrukce i štít. Ve většině případů jsou zachována tradiční dvojitá špaletová okna, případně u jednoduchých špaletových jsou doplněna zimním příložným křídlem. U Moderní dřevostavby (objekt B) jsou použita okna z lepeného profilu s izolačním trojsklem. Deskové obložení roubených stěn z interiéru je řešeno jen v případě dvou historických objektů, kdy byl stav roubení špatný, přičemž v jednom případě byl použit systém sendviče s vnitřní doplněnou vrstvou čedičové izolace v tloušťce dřevěného roštu. Exteriér roubení je u všech objektů ponechán pohledový.

Vnitřní pohoda prostředí je stanovena mnoha normovými požadavky, ale zde byla cílena na subjektivní vnímání obyvatele. Respondenti v naprosté většině popisovali kladné pocity a výhody jako: pocitově teplý a příjemný prostor interiéru, dobrá akustika, příjemně voní, přirozená nepravidelnost (zakřivenost) stěn a konstrukcí a překvapivě i dobrá schopnost akumulace, a tedy vyváženost teplot oproti exteriéru – v létě chladí a v zimě hřeje. Byla zmíněna i vyšší čistota vnitřního vzduchu v případě alergií na roztoče (prašnost) a příjemná vlhkost, kterou dřevo absorbuje nebo vydává. Celková různorodost názorů je jedině u skladby pohlednosti ploch vnitřních materiálů a jejich estetického vnímání. Část respondentů preferuje těžkou hmotu dřeva novostaveb všude kolem sebe, avšak většina volí kombinaci, a to buď historické roubení s bílými spárami, nebo omítané – tedy zděné či sádkartonové.

5.2 Termodiagnostika

Zkoumané objekty: A (Krňovice), E (Pelešany), F (Horní Podluží), H (Zahrádky).

Termodiagnostika čtyř z deseti roubených a poloroubených objektů vybraných k průzkumu měla za záměr ověření funkčnosti roubené stěny jako jednodlité hmoty s téměř stejnými tepelně propustnými vlastnostmi spár i trámů a průzkum tepelných mostů roubených částí domu. Bylo orientačně ověřeno, že teplotní rozdíly mezi spárami a roubením stěn jsou minimální. V některých případech byla odhalena i místa tepelných mostů. Metoda termografie je velmi náročná na podmínky měření – zejména na časnost měření a exteriérové teploty, a v případě zapůjčování měřicího zařízení tak byla téměř neproveditelná. Získané hodnoty jsou jen orientační a jsou zatíženy neideálními podmínkami měření a chybou nastavení zařízení.

Protokoly z jednotlivých měření s popsány termografy a hodnoceními jsou přiloženy v přílohách 17–20.

5.3 Blower door test

Zkoumaný objekt B (Olešnice u Trhových Svinů). Stavba je z většiny roubená s vnitřními nosnými stěnami včetně schodiště ze železobetonu. Obvodová konstrukce je zateplena v oblastech základů a krovu a netěsnosti konstrukce v místech osazení stavebních výplní a návazností stěny na souvrství krovu jsou přelepeny airstop páskou.

Měření probíhalo za vhodných podmínek a předcházela mu prohlídka objektu, ověření uzavřenosti obalové konstrukce a utěsnění dvou odvětrávacích zařízení pomocí papírové pásky. Měření a vyhodnocení blower door testu probíhalo ve spolupráci s Ing. Davidem z VVÚD s využitím pro účely výstupního protokolu softwaru Blowtest2, který automaticky spočítal a vytvořil závěrečný protokol, který je přiložen v příloze 2.

Výpočty pro účely měření:

V [m³]

$$1.NP \quad (4,5+9,9+4,5+2,5+4,8+7,5+7,2+44,6) \times 2,88 = 246,24 \doteq 247 \text{ m}^3$$

$$2.NP \quad ((14,2+8,4+2,1+14,2+14,0+22,7+7,2) \times 2,4) = 198,72 \doteq 199 \text{ m}^3$$

$$199 - ((13,6 \times 2) - (1,4+1,92+4,43)) = 179,55 \doteq 179 \text{ m}^3$$

$$V = 247+179 = 426 \text{ m}^3$$

A_E [m²]

$$\text{podlaha} \quad 7,1 \times 13,2 = 93,75 \doteq 95 \text{ m}^2$$

$$\text{stěny} \quad (2 \times (13,2+7,1)) \times 4,1 = 166,46 \doteq 167 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{štít} & ((7,1-1,4) \times 1,4) \times 2 = 15,96 \doteq 16 \text{ m}^2 \\ \text{strop} & (4,1 \times 13,2) + (4,2 \times 13,2) = 109,56 \doteq 110 \text{ m}^2 \\ A_E & = 95 + 167 + 16 + 110 = 388 \doteq 389 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$A_F [\text{m}^2]$$

$$A_F = 85,5 + 82,85 = 168,3 \doteq 168 \text{ m}^2$$

Tabulka 4: Porovnání hodnot koeficientu n_{50} v závislosti na rozdílném způsobu větrání dle ČSN 73 0540-2

Větrání v budově	$n_{50,N} [\text{h}^{-1}]$
Přirozené	4,5
Nucené	1,5
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0
Nucené se zpětným získáváním tepla v pasivních domech	0,6

Objemový tok (Leckagestrom) vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa vyšel $V_{50} = 1491,0 \text{ m}^3/\text{h}$ a intenzita výměny vzduchu (Luftwechselrate) $n_{50} = 3,5 \text{ h}^{-1}$. Vzhledem k tomu, že intenzita výměny vzduchu se vešla do požadavku $n_{50\text{max}} = 4,0 \text{ h}^{-1}$, tak objekt roubenky v Olešnici u Trhových Svinů tento normový požadavek dokázal splnit. Závěrem měření byla provedena pomocí anemometru orientační detekce netěsností nejproblematičtějších míst, tedy ostění oken a netěsností velkých prosklených posuvných dveří (příloha 1).

5.4 Zjištění současných používaných konstrukčních řešení na území ČR

V rámci šetření bylo vyhledáno 33 tuzemských firem zabývajících se výstavbou roubených rodinných domů (moderních i historických) na základě jejich webové inzerce. Následně formou rešerše z těchto zdrojů byly získány dostupné požadované informace a o zbylé (v případě asi poloviny o naprostou většinu) bylo u každého z výrobců konkrétně zažádáno prostřednictvím elektronické korespondence, v případě spolupráce případně i telefonickým rozhovorem na základě jejich uváděných kontaktních údajů. Třináct zástupců reagovalo na elektronickou zprávu a bylo ochotných údaje v maximální možné míře doplnit. Dohromady se tedy u dvaceti pěti firem podařilo získat alespoň některé informace. Pro účely shrnutí bylo ovšem použito jen 13 kompletních průzkumů a informace ohledně dalších dvanácti budou využity jen v případě významných údajů. Celkový souhrn získaných informací je uveden v rozsáhlé tabulce v Příloze 22 a jmenovitý seznam všech oslovených firem i s webovým odkazem je uveden níže.

Oslovené firmy, které spolupracovaly na doplnění neinzerovaných informací:

BPP, s.r.o. (Banská Bystrica)	http://www.drevodomybpp.sk/
KOMPLETNÍ STAVBY ROUBAL, s.r.o. (Černý Důl)	http://www.roubenkyroubal.cz/
CEDAR HOME, s.r.o. (Dobříkov – Vysoké Mýto)	http://www.cedar-home.cz/
ROUBENKY ROMAN STŘIHAVKA (Nosálov – Mšeno)	http://roubenky-strihavka.cz/
LÉON WOOD HOLZ-BLOCKHAUSE (Oldřichov v Hájích)	http://cz.leonwood.de/
SRUBY PACÁK, s.r.o. (Čeladná)	http://www.srubypacak.cz/
OK PYRUS, s.r.o. (Brno)	http://www.okpyrus.cz/
MORAVIA WOOD TRADING, s.r.o. (Šenov)	http://www.moraviawood.cz/
LESOSERVIS, s.r.o. (Uhlířské Janovice)	http://www.domyzedreva.eu/
GRIFFIN – roubenky na klíč (Mladkov)	http://www.drevostavby-rychle.cz/
DŘEVOTES MS s.r.o. (Hanušovice)	http://www.drevotes.cz/
HOBLINA – volné sdružení řemeslníků (České Budějovice)	http://www.roubenkyasruby.cz/
MONIVERT, s.r.o. (Těptín – Kamenice)	http://www.monivet.cz/

Oslovené firmy, které poskytly neúplné informace:

ROUBENKY ŠIMŮNEK (Turnov)	http://www.simunek-roubenky.cz/
BRAVADO, s.r.o. (Opočno)	http://www.bravado.cz/
HANIŠ SRUBOVÉ DOMY, s.r.o. (Hradec Králové)	http://www.srubovedomy.cz/
VAŠE ROUBENKA CZ, s.r.o. (Velké Karlovice – Miloňov)	http://www.vaseroubenka.cz/
ROUBENKY A SRUBY WALTER, s.r.o. (Mimoň)	http://www.sruby-roubenky.cz/
JANOVY ROUBENKY, s.r.o. (Šumperk)	http://www.janovyroubenky.cz/
ČESKÉ ROUBENKY, s.r.o. (Ostravice)	http://www.ceskeroubenky.cz/
T.M.T. SRUB s.r.o. (Pyšely)	http://www.srub.cz/
ROUBENKY JANDA (Mimoň)	http://www.roubenkyjanda.cz/

DŘEVOSTAVBY ŠTIKA, s.r.o. (Kaplice)	http://www.drevostavby-stika.cz/
DŘEVOZPRACUJÍCÍ DRUŽSTVO BĚLEČKO (Holice v Čechách)	http://www.krnovice.cz/
BARTOŠ DŘEVOSTAVBY, s.r.o. (Kosořín – Choceň)	http://www.bartos.cz/

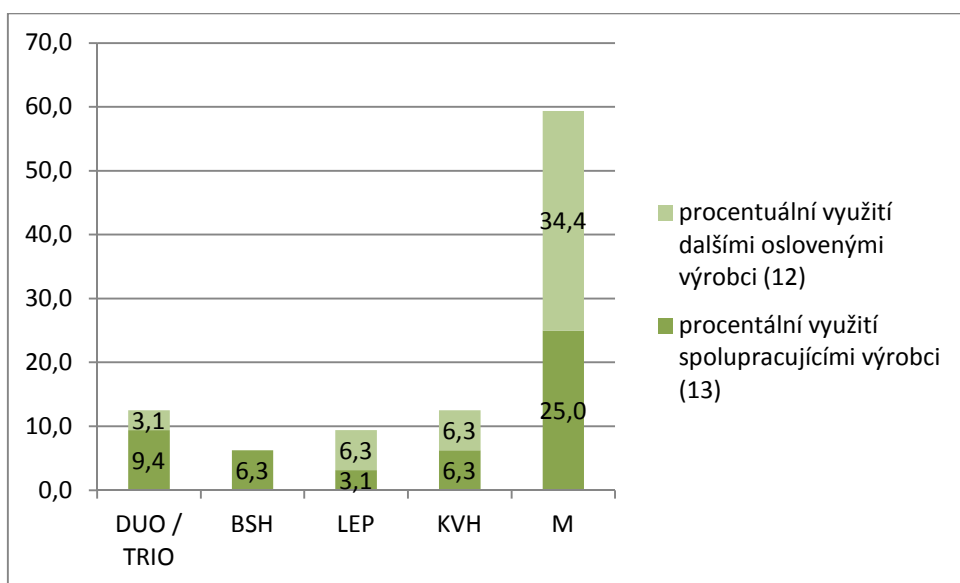
Oslovené firmy bez informací:

DREVODOM RAJEC, s.r.o. (Praha)	http://www.drevodomrajec.cz/
DŘEVOSTAVBY HARABIŠ, s.r.o. (Kopřivnice)	http://www.drevostavby-harabis.cz/
RYKOS, s.r.o. (Křižany)	http://rykos.cz/
TESAŘSTVÍ ŽAKO, s.r.o. (Jablonec n.N.)	http://www.zako-jn.cz/
DK DVOŘÁK, s.r.o. (Soběslav)	http://www.dkdvorak.eu/
TESMEN SPOLEČNOST, s.r.o. (Červený Kostelec)	http://www.tesmen.cz/
TESLICE CZ, s.r.o. (Vsetín)	http://www.teslice.cz/
PILA NOVOTNÝ (Jilemnice)	http://www.pilanovotny.cz/

Průzkum byl prováděn v období od prosince do poloviny dubna roku 2016. Jeho snahou bylo získat informace o současných konstrukčních řešeních, problematice výstavby a celkově trendech v oblasti roubených staveb pro bydlení.

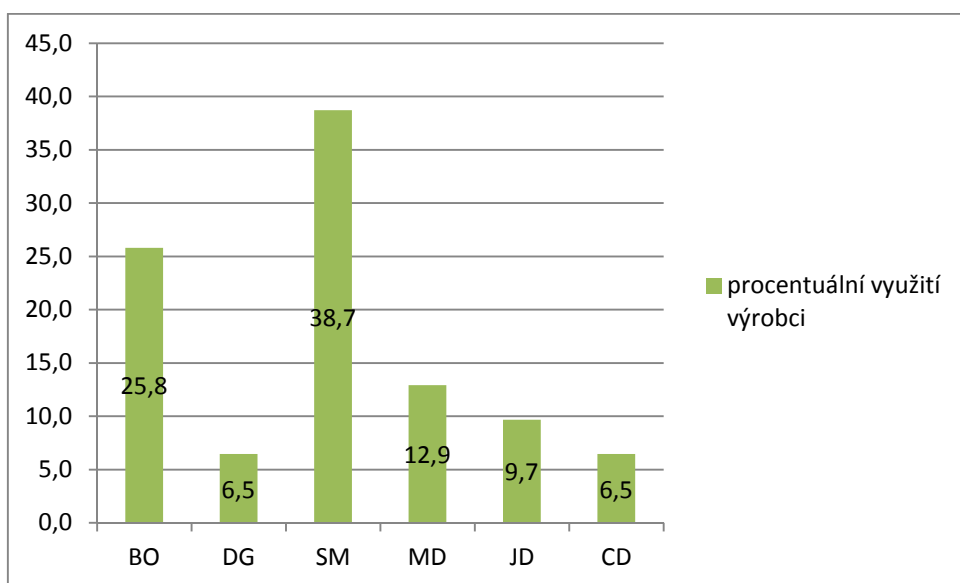
Hlavním materiálem roubené konstrukce je dřevo. Průzkum ukázal díky vývoji nových materiálů pro nosné účely z masivního dřeva mírný posun od dlouholeté historické tradice použití pouze hraněné kulatiny ze zimní těžby, což je snahou zodpovědnějších výrobců i dnes. Jak můžeme vidět v grafu 2, masivní hraněná kulatina je stále jednoznačně nejpoužívanějším materiálem (těžený v zimním období), ale významné zastoupení má její délkově nastavovaná varianta – KVH hranol a tloušťkově lepený DUO, TRIO, BSH nebo lepený hranol. Průmyslově vyráběné hranoly jsou montovány do konstrukcí při vlhkosti 12–15 %, zatímco u káceného předsušeného masivu je to kolem 20 % a u nesusušeného minimálně 30 % a více.

Graf 2: Materiály využívané na dřevěné roubení



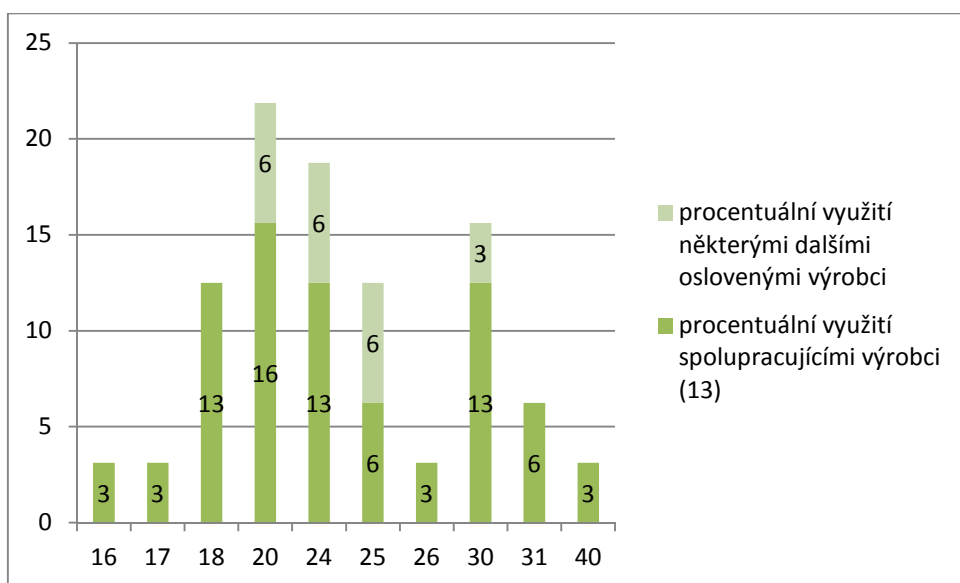
Jak už tomu naznačuje historický vývoj a převládající skladba těžby, dnes nejvyužívanějším (i vzhledem k použití při výrob lepených hranolů) je dřevo smrku, stejně jako historicky používané borovice, jedle, modřín (prahové věnce) a nově douglaska a především cedr (graf 3).

Graf 3: Dřeviny používané pro roubení

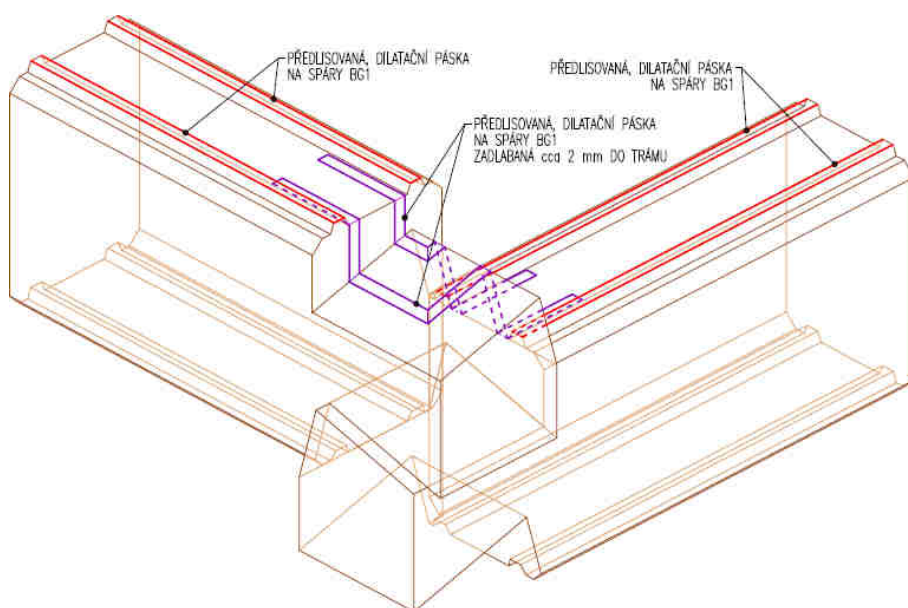


Nejpoužívanější tloušťkou hranolu klasické roubené stěny je 20, 24 a 30 cm v rozmezí 17–40 cm (graf 4). V případě použití skladby s tepelnou izolací – tzv. sendviče, na kterou se zaměřují oslovené firmy jen z 30 %, se používají často i výrazně užší profily kolem 10 cm, mezi které se vkládá tepelná izolace minerální nebo na přírodní bázi v průměrné tloušťce kolem 15 cm.

Graf 4: Nejpoužívanější tloušťky hranolů roubené stěny

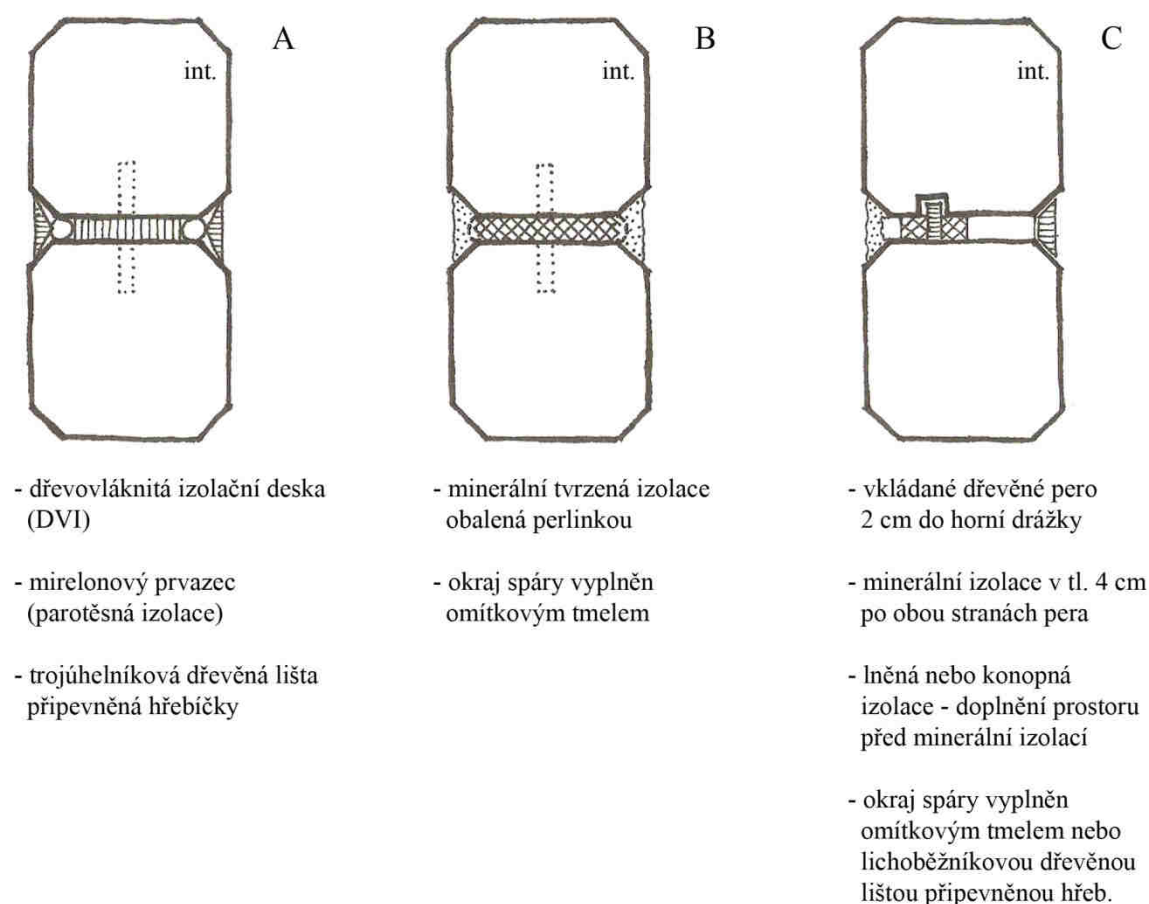


Opracování se provádí ve většině strojově na dřevoobráběcích linkách a umožňuje tak z historického hlediska novou úpravu průřezu trámů vyfrézováním per a drážek do horní a dolní plochy trámů, případně i tesařských spojů pro nároží. Tuto vývojovou metodu využívá asi 60 % oslovených výrobců a nese s sebou nové tvarosloví roubené stěny s téměř přehlédnutelnými průběžnými vodorovnými spárami, kde je snížení průvzdušnosti a tím i tepelného mostu omezeno větším množstvím per a drážek (až 4 na 25 cm) nebo častěji vkládáním komprimačních paměťových pásek do dvou per a drážek u okraje spáry. Tyto pásky někteří výrobci nechávají projít i v ručně vydlabaných drážkách (v některých případech se kříží) v tesařském spoji zhlaví trámu (Obrázek 17).



Obrázek 17: Vedení komprimačních pásek v současné profilaci roubení (Al-Hajjar, 2015)

Částí výrobců tohoto systému spár je mezera mezi pery vyplňována tepelnou izolací na přírodní bázi. Druhých 40 % výrobců se drží tradičního tvarosloví s viditelnou spárou mezi dřevěnými trámy o průměrné šířce 3 cm, která je ovšem řešena i vzhledem k požárním a tepelným požadavkům a náročnosti historického řešení na údržbu (i na výrobu) již s využitím nových materiálů. Tři typy jejího provedení jsou zobrazeny a popsány na Obrázek 18. Nejčastějším je řešení s vkládanou tepelnou izolací a postranními parotěsnými mirelonovými provazci (obrázek 17 A). Dalším tradičním způsobem je vložení minerální izolace při zachování pohledově omítaných spár (obrázek 17 B), kterého můžeme dosáhnout i v případě posledního řešení s protipožárním systémem vkládaného pera (obrázek 17 C).



Obrázek 18: Kresba tří typů skladeb spáry roubené stěny

Povrch spáry může být řešen fasádním tmelem, omítkou nebo dřevěnou lichoběžníkovou (trojúhelníkovou) lištou, díky které se může dosáhnout podobného vizuálního efektu dřevěné jednolitě plochy, ale ta má ovšem i své historické podložení. Ovšem častým řešením je bílý nátěr lišty anebo její jen dočasná funkce, kdy po několika letech a finálním sesednutí stavby je nahrazena omítaným povrchem. Výrobci z rostlého dřeva uvádějí sesedání stavby v rozmezí čtyř až šesti centimetrů na patro, kdy výškový rozdíl v případě poloroubenek řeší stavěcími šrouby mezi podezdívkou a prahovým věncem. Spojování trámů ve vodorovné spáře je řešeno

historickým způsobem kolíky z tvrdého dřeva (dub) v pravidelných vzdálenostech nebo méně používaným protloukáním dřevěných hranolů v celé výšce stěny patra otvory v trámech. Tato druhá varianta má současnou modifikaci s využitím závitových tyčí a došroubování celé stěny nebo nároží. Pravidelný rozestup trámů a tedy i šířka spáry se řeší vkládanými distančními špalíčky (podložkami). Ani v současnosti se neopustily tesařské spoje přeplátováním (někdy i s mírným přesahem zhlaví) nebo přeplátováním na rybinu doplňovanými často jen u historických rekonstrukcí vloženým zámkem. Tvar rybiny (tyrolského spoje) se v případě některých firem dále vyvíjel (Obrázek 19) a je výrobním tajemstvím firmy. Svázání vodorovných prvků u konstrukčních otvorů je řešeno nejčastěji vkládáním hranolu nebo lepeného T profilu (současně už ostěním okna) do v zhlaví trámů vyfrézované drážky nebo historicky čepováním do svislého trámku. Stejně jako výroba profilu trámu je i tesařský spoj zhlaví dnes nejčastěji vyráběn strojově.



Obrázek 19: Příklady vývoje rybinového nárožního spoje některých výrobců v současnosti (Lesoservis, s.r.o., Srub.CZ, Hoblina)

Nejčastější povrchovou úpravou je hoblování za účelem uzavření povrchu dřeva po broušení nebo řezání a následné sražení hran trámu, případně drásání povrchu. Povrch dřeva se nechává v případě cedru bez úpravy, jinak se nejčastěji používají přírodní olejové nátěry pro exteriér a vosky pro interiér. Syntetické nátěry jsou kromě jednoho výrobce dnes již nepoužívané a impregnace proti biotickým škůdcům je spíše výjimkou.

Ohledně obkladu a omítání dřevěných roubených stěn z interiéru a exteriéru, které by mělo svůj původ v tzv. roubení v kožichu, výrobci uvádějí, že o omítání není mezi klienty zájem a o obklad pouze ve formě sádkartonové předstěny v místnostech s mokrým provozem. Přízemní příčky a stěny jsou z velké většiny zděné nebo rámové, výjimečně roubené. V podkroví nebo dalších patrech je použita rámová konstrukce s tepelnou izolací obkládaná sádkartonem a omítaná nebo s dřevěným (palubkovým) obkladem. Stejná konstrukce je u více než dvou třetin

výrobci použita i u štítových stěn, kde je ale u poloviny z nich řešena jako difúzně uzavřená s provětrávanou mezerou pod prkenným obkladem, difúzní fólií, tepelnou izolací v rámu a parozábranou ve formě fólie nebo přelepených OSB desek. Druhou variantou je podobná skladba bez parozábrany, případně u třetiny vzorku firem klasická skladba roubení jako v přízemí (jen u nového systému na pero a drážku bez pohledových spár).

Založení stavby je oproti minulosti prováděno téměř výhradně na základových pasech ze ztraceného bednění nebo železobetonu, které zajistí stabilitu desky, která je pak osazena celou konstrukcí roubené nebo poloroubené stavby. Výjimkou ovšem nejsou ani původní historická řešení kamenných podezdívek.

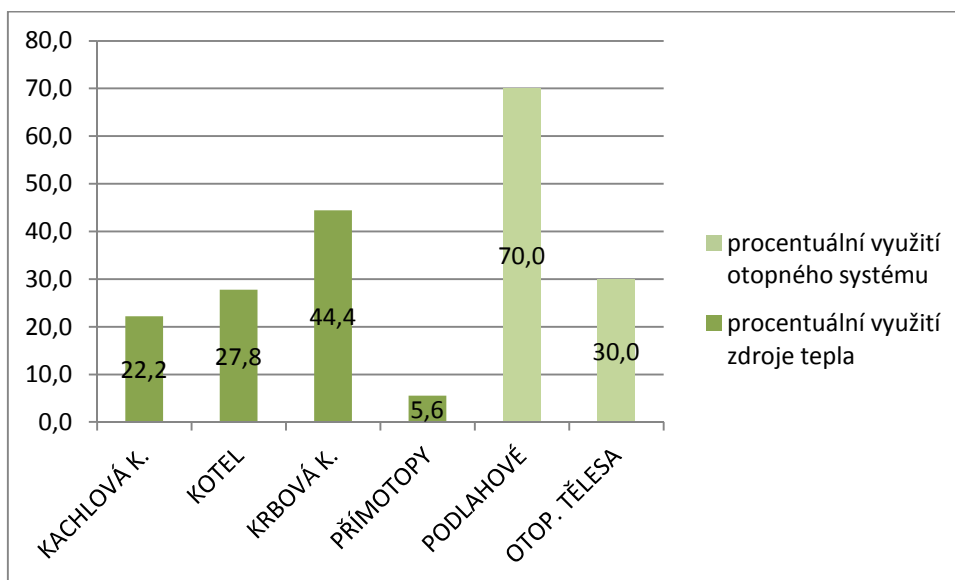
Krov je řešen různě dle rozměrů dispozice, ale převládajícím je vaznicový systém sedlové střechy s převážně těžkou keramickou nebo betonovou krytinou, která zatíží roubené stěny a zajistí minimalizování tvarových změn (kroucení) u dřevěných prvků. V menší míře bývá používán asfaltový šindel, břidlice, dřevěný šindel nebo dokonce vegetační souvrství střechy se zelení. Velký vliv na výběr střešní krytiny mají místní regulativy a památkáři v chráněných památkových zónách, kde se nejvíce historických roubených staveb vyskytuje. Naprostým standardem dnešní doby je v případě obytného podkroví zateplení krovu, což je způsob u tohoto typu staveb převládající. U výrobců moderních roubenek převládá využití nadkroevního systému zateplení, které umožní pohledovost konstrukčních prvků krovu, ale přináší problém s proporcí tloušťky střechy a jejího obkladu ve štítových stranách stavby. Výrobci odkazující se spíše na historický kontext výstavby roubenek upřednostňují spíše podkroevní systém izolace, který proporce stavby neovlivní. Nejpoužívanějšími tepelnými izolacemi jsou minerální vata spolu s přírodními izolacemi (konopná a lněné izolace, ovčí vlna, měkké dřevovláknité desky - DVI a slaměné ekodesky).

Konstrukční řešení stavebních výplní koncem 20. století prodělalo prudký vývoj za účelem zvýšení tepelného odporu stěn. Proto i v oblasti dřevostaveb současná dřevěná okna a dveře z lepených profilů s dvojsklem nebo trojsklem (26 %) převládají. V případě tohoto průzkumu roubených staveb je to více než z 63 % oproti původním dvojitým špaletovým a necelému jednomu procentu s plastovým nebo dřevohliníkovým profilem. Jednoduchá okna s lepeným profilem jsou dále dle historického vzoru osazována do ostění a doplněna o šambrány (obložky). Naopak někteří výrobci dvojitých oken doplňují vnější nebo vnitřní křídla o izolační dvojsklo, aby navýšili jejich schopnost izolace, která ovšem sama o sobě není špatná.

Jak je vidět na níže uvedeném grafu 5, způsoby vytápění v roubených stavbách jsou různorodé. V kombinaci se dřevem i na základě rozhovoru s uživateli je vhodná a příjemná sálavá forma vytápění, tedy kotle nebo krbová kamna, která jsou převážně na dřevo. Často jsou tyto zdroje osazeny tepelným výměníkem pro ohřev teplé vody pro vytápění a doplněna tzv. záložním

zdrojem. Ovšem ve většině případů hlavním zdrojem vytápění jsou automatické zplyňovací kotle, elektrické či plynové kotle nebo tepelná čerpadla, které jako hlavní zdroj krbová kamna či pec doplňují. U novostaveb je distribuce tepla zprostředkována z více než dvou třetin podlahovým vytápěním oproti otopným tělesům (radiátorům).

Graf 5: Nejčastěji využívané způsoby vytápění



Průměrný počet postavených roubenek na základě vzorku 13 firem je více než 7,5 za rok na jednoho výrobce v oblasti historických roubenek i roubených novostaveb. Celková snaha o přiblížení se tzv. nízkooenergetickému standardu otevřela cestu skladbě stěn s vnitřním zateplením, v níž je roubení doplněno z interiéru tepelnou izolací v dřevěném roštu a následně zaklopeno, nebo s tzv. sendvičem, kdy je mezi dvě tenčí roubené stěny vložena tepelná izolace. Ovšem zhruba polovina oslovených firem tuto cestu odmítá. Jak samy uvádějí – lidé v roubenkách bez sendvičových stěn bydlet chtějí nehlédě na výpočtové hodnoty norem. Tato situace se pak většinou musí řešit např. nepřesností ve stavební dokumentaci. Zbylá část výrobců řeší problém výstavbou historicky původních poloroubených staveb, kde výpočtové hodnoty pro roubenou část i pro zděnou s tepelnou izolací splní normové požadavky. Pro výrobce celoroubených staveb ovšem problém zůstává.

5.5 Tepelně technické požadavky na roubené stavby a konstrukce v současnosti

V případě celoroubené stavby tento rozpor mezi výpočtovými a normovými hodnotami a zájmem obyvatel o „čisté“ roubení řešili dva oslovení výrobci tak, že si skladbu své roubené stěny nechali změřit v Centru stavebního inženýrství ve Zlíně. Překvapivě byly naměřeny významně odlišné hodnoty, než kterých je možno dosáhnout pomocí výpočtů.

Jak uvádí jeden z výrobců Pacák, je v současnosti problém prokázat, že dřevo dobře izoluje, když má stanovené své izolační vlastnosti na základě výpočtových metod nebo prvorepublikových měření, ze kterých vycházejí současné normy. Pro jejich dodržení bychom museli při použití „čisté“ roubené stěny počítat s minimálně 45 cm tloušťky trámů. Tento fakt ovšem podporují aktuální hodnoty měření v Centru stavebního inženýrství ve Zlíně (Pacák, 2014).

Podobná měření dle průzkumu provádí a provádělo několik firem a k zajímavé hodnotě výsledku se v Centru stavebního inženýrství dopracovalo měření kanadské dřeviny červený cedr s tloušťkou roubené stěny 24,6 cm (skladba firmy Cedar Home, s.r.o.) s hodnotou výsledku $U = 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ při vlhkosti 15,5 % (Al-Hajjar, 2015). Další měření provádělo přímo Centrum stavebního inženýrství s 30 cm tloušťkou roubené stěny z masivní smrkové dřeviny s hodnotou výsledku $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ při vlhkosti 19,2 % (Al-Hajjar, 2015). Tato hodnota je již hraniční hodnotou danou státní normou, kterou by mohla splňovat.

Během průzkumu byly objeveny certifikáty, které jsou firmami obecně vystavovány mimo jiné za účelem reklamy (přílohy 13, 14), ovšem postrádají některé zajímavé hodnoty, které mohou být pro měření velmi ovlivňující – zejména materiál použitého dřeva (hustota) nebo vlhkost. Za tímto účelem byly poskytnuty k nahlédnutí protokoly ze zkoušek právě dvou firem. U firmy Griffin byla v případě masivního smrkového dřeva v tloušťce 30 cm a při vlhkosti 19,6 % naměřena hraniční hodnota $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ovšem firmě Pacák, s.r.o., byla v případě masivního jedlového dřeva v tloušťce 30 cm a při vlhkosti dvou vzorků 13,5 a 15,4 % naměřena hodnota $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$, která je významně pod hranicí požadavku $U_{\max} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Dřevo je živý materiál, který dle své hustoty a na základě aktuální vlhkosti mění své vlastnosti, mezi které patří právě součinitel tepelné vodivosti λ , a tedy i součinitel prostupu tepla U , který s ním přímo souvisí (viz příloha 16). Nejen v případě roubených konstrukcí se proto nabízí k zamyšlení neaktuálnost normových hodnot a výpočtových metod.

6 Závěr a doporučení

Práce na základě rešerše literárních zdrojů popsala vývoj jednotlivých konstrukčních řešení roubených staveb pro bydlení na našem území. Následně provedený internetový průzkum trhu v ČR s roubenými dřevostavbami měl za cíl doplnit rešerši o popis aktuálního stavu. Dle průzkumu bylo zaznamenáno nejméně 33 firem, které v této oblasti figurují dnes. Necelé jedno procento jsou firmy zahraniční, ovšem tuzemští výrobci se také věnují exportu (převážně do sousedních států). Sebrané informace od 13 firem posloužily ke zmapování používaných konstrukčních řešení výstavby a provozu roubených staveb pro bydlení ve srovnání s jejich historickým vývojem.

Při zkoumání aktuálního stavu vývoje roubenek byl dán důraz na vývoj konstrukčních prvků a průzkum zaznamenal u významné části konstrukčních řešení přímý historický vývojový odkaz. Není výjimkou například absolutní totožnost většinou výrobců používaných nárožních tesařských spojů přeplátováním na rybinu nebo převládající použití smrkového a borového dřeva, využívání prahových trámů z odolnějších dřevin (modřín) na podezdívkách, preferovaná vaznicová konstrukce krovu nebo převládající způsob zimní těžby kulatiny. Současná strojová prefabrikace ovšem ovlivnila i tuto oblast, a proto ruční opracování kulatiny a celkově materiálu dřeva je spíše výjimkou. Tento vývoj v důsledku přinesl v historii méně používanou konstrukci roubení bez širších spár. V tuto chvíli už kolem 60 % výrobců používá profily s vyfrezovanými pery a drážkami se vkládanou komprimační páskou. Historicky populárnější a méně náročné řešení s širší spárou prošlo především z tepelných a požárních důvodů materiálovou obměnou nejčastěji s minerální tepelnou izolací mirelonovým těsněním a souvrstvím omítky na perlince. Poslední variantou je s použitím nových trámů s pery a drážkami skládané souvrství stěny s vnitřní tepelnou izolací, parobrzdnou fólií a dřevěným (sádrokartonovým) záklopem nebo tzv. sendvič se vkládanou tepelnou izolací mezi dvěma tenkými roubenými stěnami. Tradice špaletových dvojítkých oken je v oblasti roubenek silná, a proto špaletu s šambránou najdeme i v kombinaci s jednoduchými okny z lepeného profilu s dvojsklem nebo překvapivě i trojsklem. Ovšem původní dvojítká okna jsou stále mnoha zákazníky požadována vzhledem k nesrovnatelné estetické hodnotě. Rozumným a v současném kontextu pochopitelným je většinový návrat k nátěrům dřevěných povrchů materiály na přírodní bázi nebo postupný přesun k používání přírodních tepelných izolací.

Významným zjištěním průzkumu firem byly hodnoty jejich certifikačních měření součinitele prostupu tepla dřevěnou roubenou konstrukcí z masivního dřeva v Centru stavebního inženýrství ve Zlíně. Dle průzkumu byly zatím naměřeny dvě hraniční hodnoty a jedna hodnota naprosto vyhovující současným normovým požadavkům ČSN 73 0540-2.

Na základě prováděného průzkumu třinácti firem je během každého roku postaveno orientačně 7,5 roubenek pro trvalé bydlení na jednoho výrobce ročně. Počty roubených staveb ani jejich každoroční přírůstek není možné aktuálně dohledat. Ovšem dle korespondence s Ing. Lenkou Trandovou z Asociace dodavatelů montovaných domů by koncem dubna letošního roku měly vyjít oficiální statistiky Českého statistického úřadu o stavu bytové výstavby v ČR za rok 2015, kde by mělo dojít konečně k procentuálnímu rozkladu pojmu „dřevostavba“ dle typů konstrukcí.

Oslovení obyvatelé z deseti objektů, které byly podrobeny průzkumu, jednotně uvedli, že jsou spokojeni s podmínkami žití v roubené dřevostavbě, pro které se ve většině případů i sami rozhodli. Při otázce na vnitřní pohodu prostředí byly jmenovány samé klady jako pocit tepla a klidu, dobrá akustika nebo čistota vnitřního vzduchu z pohledu alergika. Při provedení orientačního výpočtu spotřeby tepla objektů na základě informací od respondentů se v jednom případě novostavby dostala hodnota výpočtu na 50 kWh/m^2 , což je horní hranice nízkoenergetického standardu. Potvrzuje to pravdivost některými výrobci uváděných tvrzení o nízkých nákladech na vytápění roubených novostaveb.

Pro účely této práce byla provedena termodiagnostika čtyř z deseti roubených a poloroubených objektů, vybraných k průzkumu. Záměrem bylo ověření funkčnosti roubené stěny jako jednoduté hmoty s téměř stejnými tepelně propustnými vlastnostmi spár i trámů, což se u většiny objektů prokázalo. Zároveň bylo ověřeno, že metoda termografie je velmi náročná na podmínky měření – zejména na časnost měření a exteriérové teploty a v případě zapůjčování měřicího zařízení tak byla téměř neproveditelná.

V případě blower door testu byla pro měření za ideálních podmínek zpřístupněna roubená novostavba. Hodnota intenzity výměny vzduchu byla měřením stanovena $n_{50} = 3,5 \text{ h}^{-1}$, což potvrdilo hypotézu, že roubená novostavba může splňovat požadavky normy ČSN 73 0540-2.

Vzhledem k naměřeným (certifikovaným) hodnotám součinitele prostupu tepla roubenou dřevěnou stěnou, objeveným průzkumem této práce, které neodpovídají normovým výpočtovým hodnotám, se nabízí prostor pro podrobný průzkum problematiky tepelných vlastností dřeva ve stavebních obvodových konstrukcích s možností následného vlivu jeho výsledků na úpravu státní normy. Vzhledem ke konkrétním i orientačním tepelně technickým hodnotám získaným během diplomové práce si myslím, že roubená stavba je při kvalitním provedení schopna sloužit jako plnohodnotný dům pro účely trvalé bydlení.

7 Použitá literatura

AL-HAJJAR, Nizar. 2015. Roubená stěna z dřevěných smrkových trámů tl. 300 mm. In: *TZB info* [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/12481-roubena-stena-z-drevenych-smrkovych-tramu-tl-300-mm>

AL-HAJJAR, Nizar. 2015. *Roubená stěna z dřevěných trámů z červeného cedru* [online]. Praha [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/13485-roubena-stena-z-drevenych-tramu-z-cerveneho-cedru>

BROUČEK, Stanislav, Richard JERÁBEK a Dušan HOLÝ. 2007. *Lidová kultura. Národopisná encyklopedie Čech, Moravy a Slezska*. Vyd. 1. Praha: Etnologický ústav Akademie věd České republiky v Praze a Ústav evropské etnologie Filozofické fakulty Masarykovy univerzity v Brně v nakl. Mladá fronta. ISBN 9788020414502.

BUKOVSKÝ, Ladislav. 2008. *Dřevěné stavby v utváření krajiny*. 1. vydání. Brno: Expo Data. ISBN 9788072932092.

ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN EN 13829: *Tepelné chování budov - Stanovení průvzdušnosti budov - Tlaková metoda*. 2001. Praha: Český normalizační institut.

Emissivity Table. b.r.. . In: *Thermoworks* [online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: http://www.thermoworks.com/emissivity_table.html

HÁJEK, Václav. 2001. *Lidová stavení: opravy a úpravy*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 8024790548.

HENDL, Jan. 2005. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. 1. vyd. Praha: Portál. ISBN 8073670402.

HOUDEK, Dalibor a Otakar KOUDELKA. 2013. *Srubové domy z kulatin*. 5. vyd. Vážany nad Litavou: JoshuaCreative. ISBN 9788090441460.

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

Kvalitativní rozhovory – polostrukturované a nestrukturované. 2012. . *Wiki knihovna.cz* [online]. [cit. 2016-02-02]. Dostupné z: http://wiki.knihovna.cz/index.php?title=Kvalitativn%C3%AD_rozhovory_%E2%80%93_polostrukturovan%C3%A9_a_nestrukturovan%C3%A9#cite_note-Wildemuth-4

LANGER, Jiří. 2010. *Lidové stavby v Evropě*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024720722.

LTM GMBH. 2006. *Blowtest® 3000 Betriebsanleitung*. Ulm.

MARŠÁLEK, Milan. 2015. *Tesařství a truhlářství v podstávkovém domě: Kvalitní řemeslnická práce při obnově podstávkových domů*. Frýdlant: Frýdlantsko, z. s. a MAS Frýdlantsko, z. s.

- NOVÁK, Jiří. 2008. *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024719535.
- Odolnost dřeva na věky věků. 2015. . *Sruby & roubenky*. **2015**(3), 15-18.
- PACÁK, Pavel. 2014. Proč právě ze dřeva. *Sruby & roubenky*. **2014**(2), 20-23.
- PAPESCH, Radek a Vladimír PLAČEK. 2013. Dřevostavby s ohledem na jejich rozdělení a požadavky. *Střechy, fasády, izolace*. **20**(5-8), 32-33. ISSN 12120111.
- PEŠTA, Jan. 2013. *Rekonstrukce roubených staveb*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024732398.
- PEŠTA, Jan, David TESARŮ a Viktor ZWIENER. 2011. *Diagnostika staveb: hydroizolace, termografie, blower door test, akustika*. 1. vyd. Praha: DEKTRADE. ISBN 9788087215098.
- Roubenky a sruby. b.r.. . *Hoblina* [online]. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://www.roubenkyasruby.cz/>
- SVOBODOVÁ, Jana. 2015. Jak to vše začalo. *Sruby & roubenky*. **2015**(4), 46-49.
- SVOBODOVÁ, Jana. 2014. Roubení pamětníci středověku. *Sruby & roubenky*. **2014**(3), 40-43.
- ŠTEFKO, Jozef, Ladislav REINPRECHT a Petr KUKLÍK. 2006. *Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba*. 2. české vyd. Bratislava: Jaga. ISBN 8080760438.
- ŠUBRT, Roman. 2009. *Využití infrakamery a bezdotykových teploměrů ve stavebnictví – chyby a omyly*. České Budějovice. Dostupné také z: http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595e1fa66875530f33e8a/Efekt_infrakamera_final.pdf
- VAVERKA, Jiří. 2008. *Dřevostavby pro bydlení*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 9788024722054.
- VESELÝ, Vojtěch. 2013. Masivní dřevostavby a požadavky na ně kladené. In: *TZB-info* [online]. [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/10345-masivni-drevostavby-a-pozadavky-na-ne-kladene>