

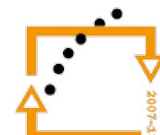


E-MAGAZÍN

STAVEBNÍ PARTNER



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Mendelova
univerzita
v Brně

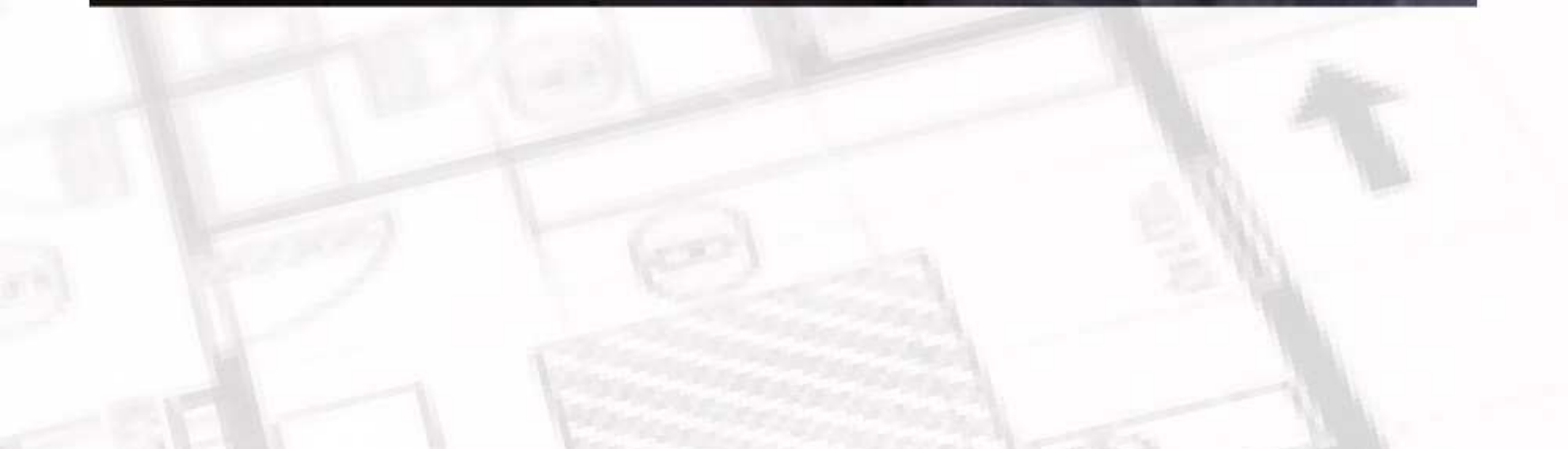


INFORMACE O PROJEKTU PARTNERSTVÍ

Hlavním cílem projektu „Partnerství v oblasti stavebnictví a architektury“, jehož hlavním realizátorem je Moravskoslezský dřevařský klastr (MSDK) je podpora spolupráce a vytvoření silného partnerství v oblasti stavebnictví a architektury mezi vysokými školami (VŠB-TUO – Fakulta stavební, Mendelova univerzita v Brně – Lesnická a dřevařská fakulta) a Moravskoslezským dřevařským klastrem. Účelem partnerství bude výměna informací, poznatků a prohlubování spolupráce v oblasti stavebnictví a architektury prostřednictvím kulatých stolů, interaktivních seminářů – panelových diskuzí, workshopů a konferencí. Těžištěm projektu bude vytvoření dobře fungující sítě odborných praxí, které budou realizovány přímo na stavbách. Studenti a akademičtí pracovníci budou úzce spolupracovat s firmami na procesu výstavby objektů a získají poznatky přímo z praxe. Budou si tak sami prakticky vyzkoušet projektování stavby, získání stavebních povolení, přípravu stavby a její realizaci, zajištění technického zařízení budov a architektury interiéru apod. Odborných praxí se budou účastnit skupiny složené z odborných asistentů, studentů doktorského a magisterského studia 4. a 5. ročníků vždy pod dohledem zkušených pracovníků firem (členů MSDK) zapojených do partnerství. Prostřednictvím praxí tak dojde k přenosu poznatků z praxe do výuky. Transfer informací z výzkumu v oblasti stavebnictví do praxe bude realizován prostřednictvím kulatých stolů, neformálních diskuzí, vytvořeného odborného e-časopisu, seminářů, workshopů a konferencí s mezinárodní účastí. Celkovým výstupem projektu bude navázání dlouhodobé spolupráce mezi VŠ institucemi a firmami sdruženými v MSDK v oblasti stavebnictví a architektury prostřednictvím realizování jednotlivých projektových aktivit.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



NOK
NÁRODNÍ DŘEVAŘSKÝ KLASTR



Mendelova
univerzita
v Brně



INFORMACE O FAKULTĚ STAVEBNÍ VŠB-TUO

Fakulta stavební je druhou nejmladší fakultou VŠB-TU Ostrava, navazuje však na 166 let starou tradici výuky stavebních disciplín na VŠB. Její vznik 1. 1. 1997 si doslovně vynutil stavební průmysl severní Moravy a Slezska, který každoročně potřebuje cca 200 stavebních inženýrů různých oborů a zaměření. Fakulta poskytuje univerzální stavební vzdělání, rozšířené o problematiku specifickou pro Moravsko-slezský region (stavby na poddolovaném území, zahlazování důsledků báňské a průmyslové činnosti, výrobu a zpracování stavebních hmot, dopravní, podzemní a geotechnické stavby aj.). Uplatnění absolventů je všestranné - jako inženýrů stavebních firem, projektantů, pracovníků stavebních úřadů a inženýrských organizací aj. Mnozí absolventi se po přiměřené praxi a získání autorizace uplatní i v soukromém podnikání.



Studijní programy a studijní obory



Vydavatel
VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební (FAST)
Ludvíka Podéště 1875/17
708 33 Ostrava-Poruba
telefon: 597 321 318
fax: 597 321 356
e-mail: fast@vsb.cz
www.vsb.cz

Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně vzešla z lesnického odboru, který byl na naší univerzitě zřízen již v roce 1919. Současný moderní vzdělávací proces je zaměřen na přípravu odborníků, kteří následně kvalifikovaně působí v různých sférách lidské činnosti, zejména v těch, které přímo či nepřímo souvisejí s krajinou, lesem, dřevem a interiérem.

Fakulta nabízí kromě lesnických a krajinářských studijních programů také programy a obory nábytkářské a dřevařské. Od roku 2008 je na fakultě otevřen nový studijní program Stavby na bázi dřeva bakalářského a navazujícího magisterského stupně studia. Absolventi získají teoretické a praktické znalosti v oblasti navrhování dřevostaveb ve vazbě na funkční parametry materiálů a na základní požadované vlastnosti jednotlivých konstrukcí, funkční spolehlivost a životnost těchto staveb a v neposlední řadě znalosti a dovednosti v oboru zpracování technické dokumentace pro výrobu a realizaci dřevostaveb. Absolventi mohou najít uplatnění zejména ve výrobních a realizačních firmách ve funkcích specialistů na dřevěné konstrukce a v oblasti využití dřeva a materiálů na jeho bázi pro stavební účely. Další uplatnění je možné v projekčních a konstrukčních kancelářích nebo v odborném školství.



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Studijní programy a studijní obory



Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Zemědělská 3

613 00 Brno

telefon: 545 131 111

fax: 545 212 293

e-mail: info.ldf@mendelu.cz

www.mendelu.cz

Jitka ČECHOVÁ¹

TECHNICKÉ PRŮZKUMY DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ POMOCÍ SMYSLOVÝCH METOD A JEJICH ZÁZNAM

Abstrakt

Mezi nejčastější a srozumitelné formy sdělování výsledků stavebně-technického průzkumu staveb ze dřeva i dřevěných konstrukcí a prvků bezesporu patří barevný záznam poškození zakreslený do původních stavebních nebo konstrukčních výkresů. Touto metodou lze zobrazit nejen jednoznačnou prostorovou identifikaci a rozsah poškození, ale i typ, stupeň, příčiny poruch a nezbytné sanační zásahy. Bohužel častá absence původních výkresů nutí autory průzkumů k podrobnému zaměření budovy a následnému vyhotovení dokumentace stávajícího stavu.

Príspevek je založen na teoretických i praktických poznatkách získaných při realizacích průzkumů na vybraných objektech a konstrukcích.

Klíčová slova

průzkum, smyslové metody, dřevěné konstrukce, poškození, roubený objekt, kulturní památka.

1 ÚVOD

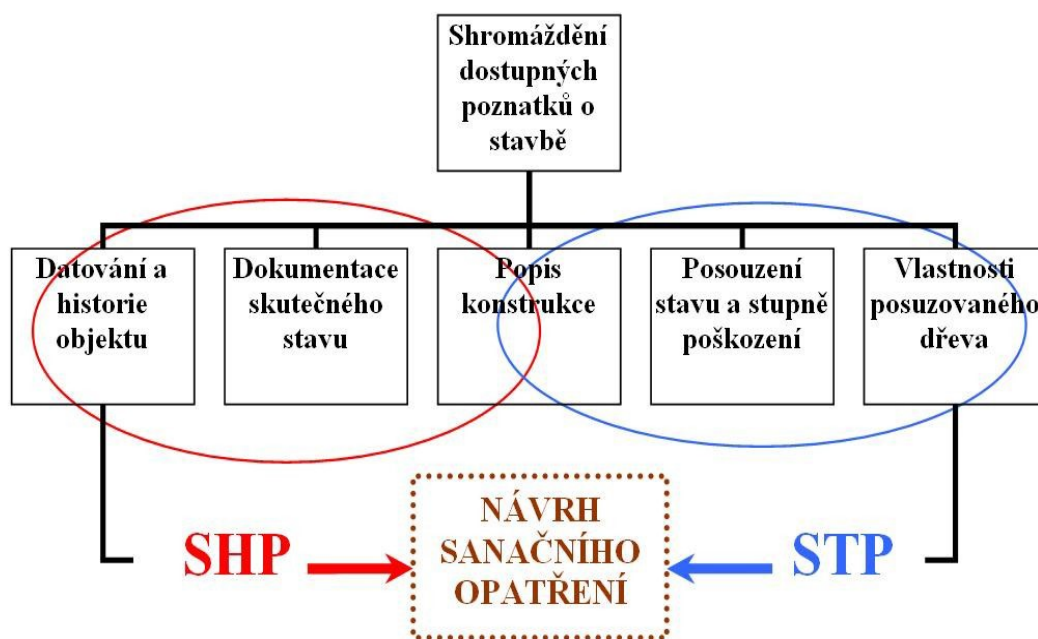
Záměrem stavebně-technického zkoumání (STP) historických dřevěných objektů a konstrukcí je poskytnout souhrn nezbytných informací i poznatků o posuzované stavbě pro účely její zachrany, opravy, přestavby, rekonstrukce, obnovy apod. Jedná se především o určení i následné detailní poznání konstrukční substance stavby a rovněž o stanovení aktuálního technického stavu nejen jednotlivých prvků a konstrukcí, ale i budovy jako celku, včetně vazeb na okolí.

Většinou tento průzkum navazuje na stavebně-historický (SHP), optimálně by oba průzkumy měly probíhat souběžně, aby se tak zaručila prospěšná spolupráce stavebního historika a stavebního inženýra [12]. Nedílnou součástí výsledné zprávy STP je kromě textu také výkresová část s grafickým vyznačením výsledků průzkumu, podrobná fotodokumentace, eventuálně protokoly z odborných analýz a návrh sanačních opatření. Vzájemná úzká vazba SHP a STP, a to od analýzy objektu až po návrh sanace poruch, je zachycena na obr. 1.

Postup základního stavebně-technického průzkumu (STP) lze obecně shrnout do několika následujících kroků: Nejprve je nutné získat podklady a dostupné údaje o stavbě či konstrukci, případně zajistit kresebnou dokumentaci stávajícího stavu. Prvotním krokem v terénu je zajisté základní zhodnocení poškození objektu s identifikací příčin vzniku poškození, poté následuje podrobný průzkum pomocí vizuálních, přístrojových, případně laboratorních metod. Vlastní vyhodnocení zjištěných poznatků během zkoumání se týká zejména lokalizace míst poruch a stanovení rozsahu poškození, identifikace druhu a určení stupně poškození (lze provést barevný záznam do půdorysů, řezů pohledů dle naléhavosti zásahu, případně lze tímto způsobem zaznamenat i jiná měření, například vlhkosti apod.).

¹ Ing. Jitka Čechová, Ústav základního zpracování dřeva, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 162, e-mail: cech@mendelu.cz.

Nedílnou součástí průzkumu je návrh nutných výměn i oprav prvků v konstrukcích nebo stanovení optimálních sanačních opatření vzhledem k historické hodnotě stavby při maximální snaze zachovat co největší podíl původních dřevěných prvků.



Obr. 1: Metodické schéma propojení stavebně-historického průzkumu (SHP) a stavebně-technického průzkumu (STP), [15].

2 STAVEBNĚ-TECHNICKÝ PRŮZKUM PROVEDENÝ SMYSLOVÝMI METODAMI

Při provádění stavebně-technického průzkumu lze považovat smyslové metody za nejčastější postup, kterým zjišťujeme přibližnou kvalitu zkoumaného dřeva. Tento vizuální průzkum (metoda podrobné povrchové rekognoskace) tvoří základ činností umožňujících poznání a vyhodnocení skutečného stavu stavebních konstrukcí.

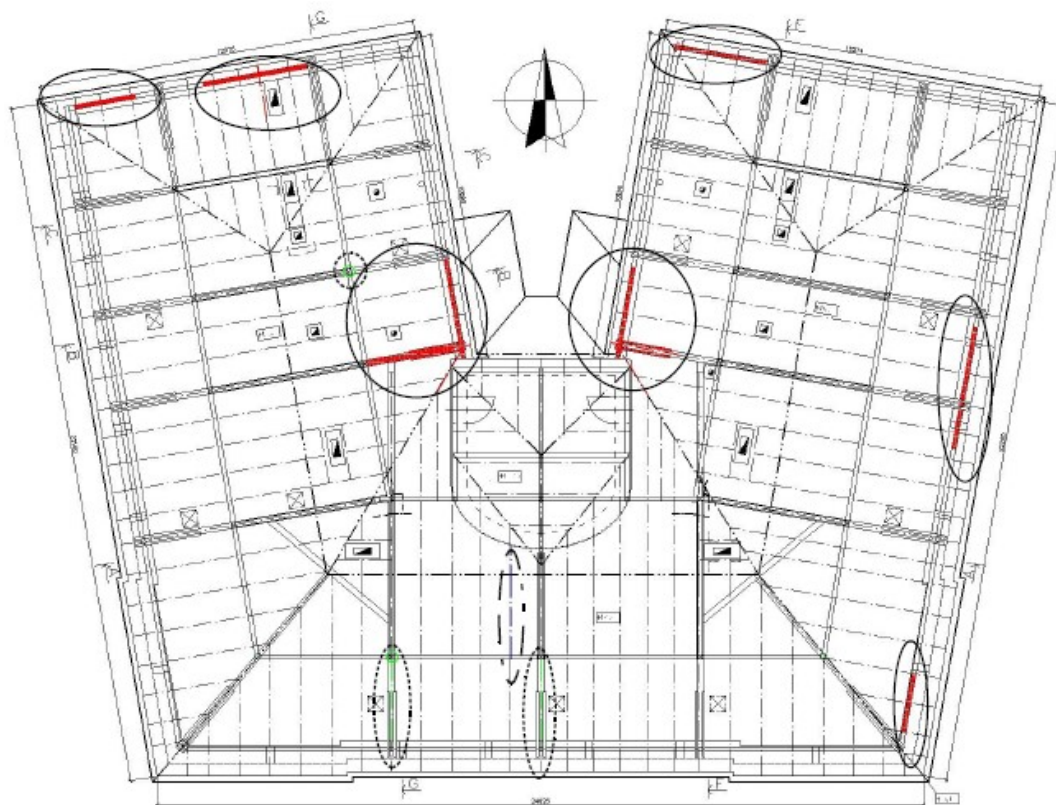
Pomocí jednoduchých pomůcek (lupa, zrcátko, metr, vodováha, dláto, nůž, tesařské kladivo aj.) je možné zjistit relativně rychle dostatečné informace o závažných vadách i o povrchovém poškození dřeva. Jedná se zejména o trhliny, povrchové vady, vlhkost, poruchy tesařských spojení, deformace prvků a konstrukcí, ale i o stopy po biotických škůdcích (dřevokazný hmyz nebo dřevokazné houby) apod.

Při průzkumech prováděných pomocí smyslových metod se nejvíce uplatňuje zrak a hmat. Neméně důležitým smyslem se stává i sluch a čich (např. přímá akustická odezva materiálu, detekce zvýšené vlhkosti nebo specifických druhů biotického poškození).

Odborný pracovník provádějící tento průzkum musí zvládnout kvalitně vyhodnotit konstrukci, přitom se řídit svými zkušenostmi a citem, jde tedy o subjektivní hodnocení. Výsledkem mohou být pak výkresy konstrukcí znázorňující pomocí různých barev identifikaci, lokalizaci nebo zjištěný rozsah poškození od běžného opotřebení až po havarijní poruchu včetně nezbytných sanačních zásahů [16].

Praktická ukázka takové dokumentace je na obr. 2, jedná se o výtah z výkresové části práce [15], kde je zobrazen krov městského domu zvaného Salve patřícího do areálu Augustiniánského opatství sv. Tomáše na Starém Brně.

Objekt o půdorysném tvaru mírně rozevřeného písmene „U“ pravděpodobně pochází z roku 1900. Zastřešení domu je složené z krovů vaznicové soustavy (plná vazba – dvojitá věšadla, vzpěry jsou s krokviemi spojeny zdvojenými fošnovými kleštinami). Na konstrukci krovu bylo použito smrkové dřevo řezané, poměrně subtilních průřezů. Při stavebně-technickém průzkumu bylo pomocí smyslových metod postupně odhaleno sedm míst se závažným poškozením [15].



Obr. 2: Vyznačení poškozených míst do půdorysu objektu – dům Salve, Brno-Mendlovo náměstí.

Legenda: červeně – vážné poškození, modře – mechanické poškození a zeleně – prvky u kterých je navrženo osekání poškozených částí. Výtah z dokumentace [15].

Nejvíce poškozená místa se nacházela v obou úžlabích, kde byla zjištěna hnědá hniloba. Především byly poškozeny všechny prvky uzlu u pozednice pod úžlabím (pozednice, krokv plné vazby, úžlabní krokv a kleštiny) v levé i pravé části jak je patrné z obr. 2. Rovněž se vážné poškození týkalo i vazného trámu (přibližně v délce 3 metry) zabudovaným do nadezdívky pod uzlem a pozednic na severní stranách obou křídel domu Salve (hnědá hniloba a částečně rovněž tesařík krovový), v půdoryse (obrázku 2) označeno červenou barvou.

V současné době je již krovová konstrukce domu opravena, závěrečná fáze etapy opravy krovové konstrukce včetně výměny krytiny je zachycena na obr. 3.



Obr. 3: Situace Mendlovo náměstí v Brně: Závěrečná fáze opravy zastřešení domu Salve (fotoarchiv Čechová)

V následujících částech příspěvku budou uvedeny ukázky vybraných provedených stavebně-technických průzkumů dřevěných staveb a konstrukcí s důrazem na grafické znázornění poškození jednotlivých prvků. Účelem tedy nemá být detailní popis jednotlivých staveb, ale jen jejich základní popis s identifikací představovaných objektů či konstrukcí, který lze chápat jako doplněk uváděné problematiky zobrazování a zaznamenávání výsledků stavebně-technického zkoumání pomocí smyslových metod (např. lokalizace, rozsah, typ, stupeň a příčiny poruch, sanační zásahy, měření vlhkosti aj.).

Uvedené průzkumy byly většinou provedeny v rámci zpracování závěrečných prací studentů pod vedením Jitky Čechové, postupy, popisy a komplexní výsledky jsou uvedeny v jednotlivých publikacích (literatura na konci článku).

Ukázky jsou členěny do třech kategorií – stavby roubené a hrázděné, krovové konstrukce historických budov a poslední část je věnována technickým objektům.

3 ROUBENÉ A HRÁZDĚNÉ KONSTRUKCE STAVEB

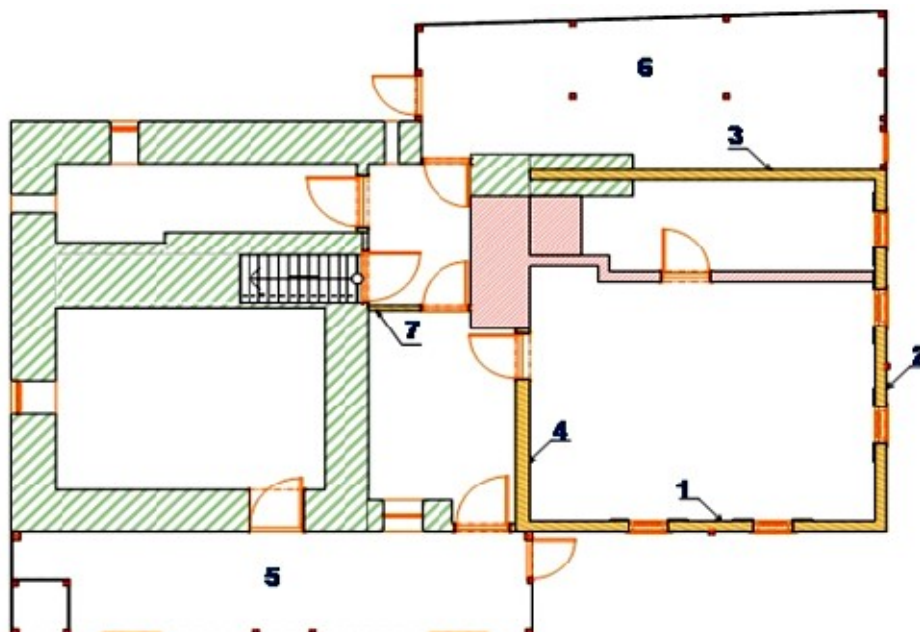
Nejčastější příčinou napadení dřevěných prvků a konstrukcí biologickými dřevokaznými škůdci (dřevokazný hmyz, dřevokazné houby, plísňe a hniloba) je nadměrná vlhkost. U starších staveb, zejména roubených nebo hrázděných, to většinou způsobuje absence vodorovné hydroizolace nebo její nekvalitní provedení, případně nefunkčnost jako následek stárnutí materiálu. Rovněž je nutné se zamyslet nad provedením konstrukčních detailů u podezdívky, například zda nezatéká srážková voda do vodorovné spáry mezi podezdívkou a spodním dřevěným prahem objektu.

3.1 Pěčín – Průzkum a dokumentování roubených stěn rekreačního objektu

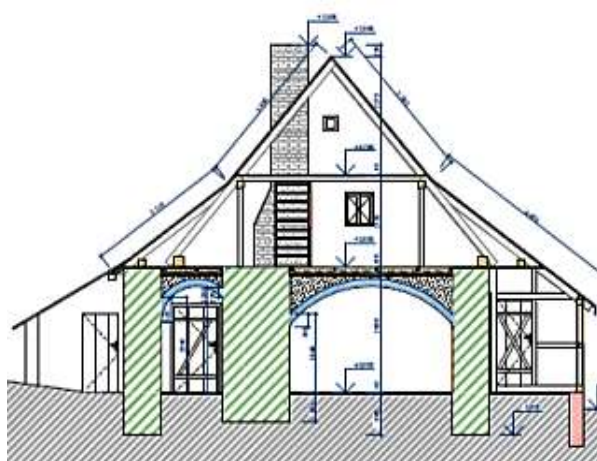
Poloroubené původní rekreační stavení se nachází v mírně svažitém terénu v obci Pěčín v Orlických horách. V současné době se chalupa vzhledem ke svému technickému stavu nevyužívá k obytným účelům, ale jen k příležitostným rekreačním pobytům majitelů.

Jedná se o samostatně stojící stavbu s polovalbovou střechou a dvěma dřevěnými přístavky na západní a východní straně, které byly postaveny v pozdějším období. Vstup do objektu je přes přístavek do síně, která dělí stavení přibližně na polovinu na jižní roubenou a severní zděnou část (obr.

4) a současně umožňuje průchod do dvorní části. Tato středová chodba je propojena s dřevěným schodištěm vedoucím do podstřešního prostoru.



Obr. 4: Zděná (vlevo, zelené šrafování) a dřevěná (vpravo, žluté šrafování) část objektu, výtah z práce [1]. Legenda místností: 1 až 4 – roubené stěny, 5 – západní přístavek s hlavním vstupem, 6 – východní přístavek (sklad), 7 – příčka



Obr. 5: Vlevo příčný řez objektem v místě chléva se schematickým zachycením krovové konstrukce, výtah z práce [1]. Vpravo stav objektu z roku 1912 (fotoarchiv majitele objektu).

Legenda: zeleně označeno zdivo z lomového kamene, modře klenbové zastropení, červeně podezdívka z cihel

Ve zděné hospodářské části přízemí domu (obr. 4) byl situován chlév se vstupem ze západního přístřešku. Ve východní části je umístěna komora, se vstupem ze síně. V roubené části, která se původně užívala k celoročnímu bydlení (do roku 1986), je umístěna světnice, která je dveřmi propojena s menší podélnou světničkou.

Stavení za celou dobu své existence nikdy neprošlo žádnou významnou přestavbou nebo rekonstrukcí. Roubené stěny jsou uloženy na kamenné podezdívce a částečně omítnuty vápennou omítkou. V jižní roubené stěně jsou tři a v západní dvě okna. Povrch střechy je pokryt lepenkou (obr. 6), původní krytina – dřevěné šindele.



Obr. 6: Pohled na jihozápadní část domu (fotoarchiv Čechová)

Pro zjištění stavu dřevěných konstrukcí domu byl pomocí smyslových metod proveden předběžný průzkum v roce 2016. Předmětem průzkumu a následného dokumentování rekreačního objektu byly zejména jižní a západní roubené stěny.

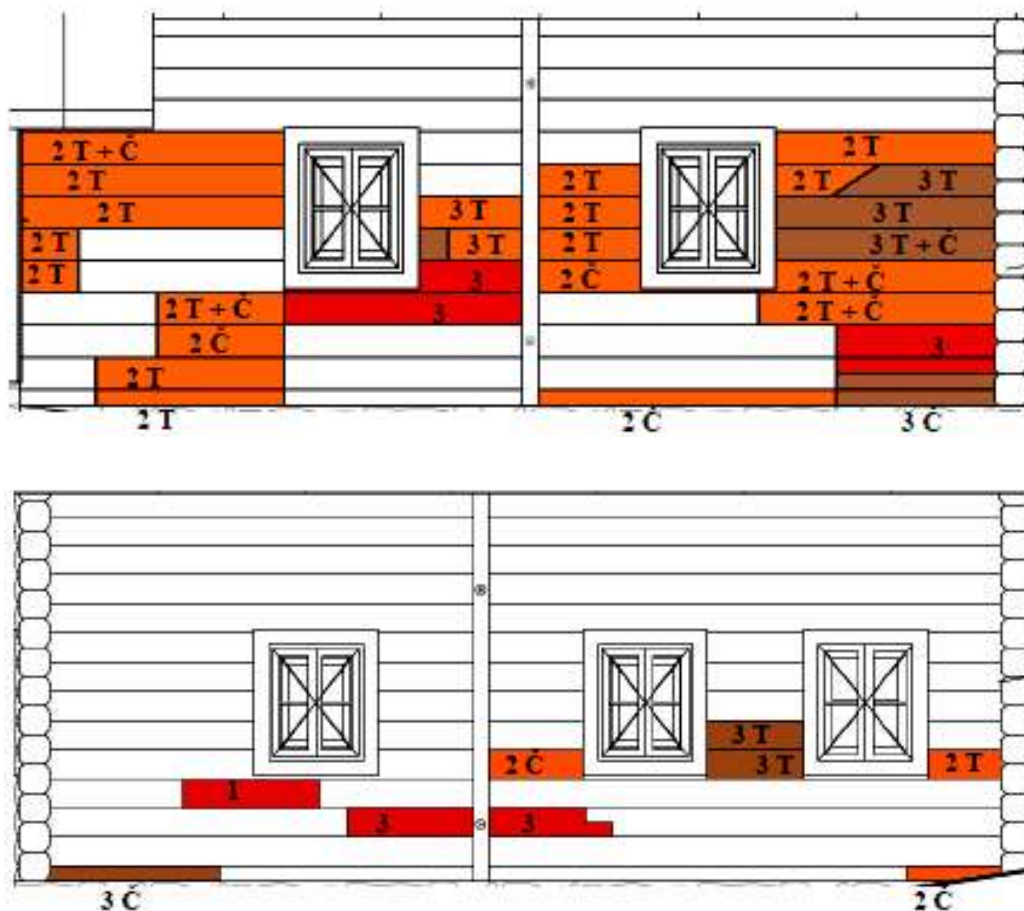
Výsledky byly zaznamenány do pohledových schémat obou stěn s označením druhu a rozsahu napadení, jak je patrné z obr. 8, pro názornost jsou doplněny fotodokumentací, ukázka na obr. 7. Podrobné výsledky s návrhem obnovy rekreačního objektu v Pěčíně jsou uvedeny v [1].



Obr. 7: Pohled na jižní roubenou stěnu a detail poškození okna (fotoarchiv Čechová)

Celkový stav objektu je přiměřený svému stáří, vznik se odhaduje na rok 1804 (kronika města, mapové podklady). Největší problémem se jeví napadení zejména tesaříkem a červotočem, v některých místech je dřevokazný hmyz ještě aktivní [1].

Trámy, které se nachází pod a mezi okenními otvory jsou ztrouchnivělé a napadeny hnilobou, jak je patrné z obr. 6 až 8, totéž se týká některých spodních dřevěných prahů u podezdívek.



Obr. 8: Rozsah napadení západní a jižní stěny škůdci, výtah z [1].

Legenda:

Barva červená – hniloba, hnědá – hniloba + hmyz, oranžová – hmyz.

Stupně poškození: 1 – malé napadení, 2 – střední napadení, 3 – značné poškození,

Č – červotoč, T – tesařík

3.2 Hrázděná konstrukce loděnice v Brně

Loděnice se nachází v areálu veslařského střediska Masarykovy univerzity na ulici Veslařské v oblasti Žabovřeských luk, které jsou součástí Svrateckého přírodního koridoru. Ke zjištění stavu dřevěné konstrukce hrázděných obvodových stěn v rámci průzkumu byly aplikovány smyslové metody. Dále byla měřena vlhkost, která se pohybovala se v rozmezí 12 až 29 %. Dendrochronologickým datováním bylo prokázáno, že budova loděnice byla patrně postavena kolem roku 1870 [7].

Posouzení zdravotního stavu dřevěných částí objektu loděnice včetně dveří, vrat a okenních výplní jako integrované části konstrukčního systému bylo provedeno v letech 2009 až 2012, jedná se o průzkumy [2, 3]. Poškození jsou převážně lokálního charakteru, z dřevěných fasádních prvků je přibližně 80 % v dobrém stavu. Napadené prvky je nutno vyměnit, jedná se většinou o sloupky a prahy, které jsou ve styku s podezdívkou.

Výstupy výsledných prezentací poškození jednotlivých prvků byly systematicky členěny podle navržené barevné škály a zaznamenány do příslušných fasádních pohledů. Ukázka na (obr. 9),

součástí výsledků je dále popis a tabulky prvků s uvedenými rozsahy a druhy poruch. Barevná stupnice od modré po červenou značí tři stupně poškození dřevěných prvků hrázdění podle naléhavosti zásahu (modrá barva – malá, fialová – střední a červená – vysoká naléhavost zásahu), zeleně jsou označeny zdravé fasádní prvky.



Obr. 9: Grafické zaznamenání výsledku průzkumu dřevěných fasádních prvků západní strany unikátní hrázděné stavby veslařského klubu v Brně – Jundrově, kresleno v měřítku výtah z dokumentace [7].

Spolu s podrobnou výkresovou dokumentací stavby tvoří tato barevná zobrazení komplexní pojetí průzkumu s množstvím individuálních detailů, které byly nepochybně využity jako podklad při zařazení stavby mezi nemovité kulturní památky v roce 2015 a rovněž mohou být výborným vodítkem pro budoucí obnovu loděnice.

4 KROVOVÉ KONSTRUKCE HISTORICKÝCH OBJEKTŮ

Pokud budeme zkoumat konstrukce zastřešení historických staveb, téměř výhradně se setkáme s dřevěnými krovky. Obecně lze tvrdit, že každý historický krov je svým způsobem originál, umožňuje zastřešení poměrně velkých rozpětí, různých tvarů a sklonů střešních rovin. I když vychází z běžně používaných architektonických typů příslušného období, bývá většinou přizpůsoben podle funkčních požadavků konkrétní stavby.

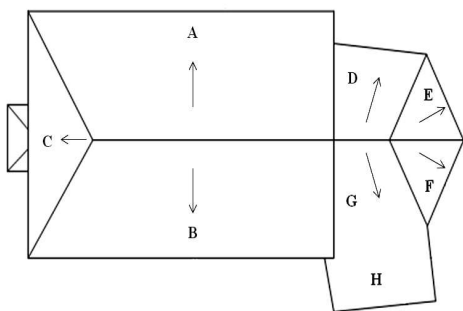
Škoda jen, že některé nevhodné či řemeslně neodborné zásahy do konstrukcí během existence budovy mnohdy snižují její historickou hodnotu.

4.1 Kostel Nanebevzetí Panny Marie ve Zhoři

Dominantou obce Zhoře u Pacova je kostel Nanebevzetí Panny Marie. Tato poměrně mohutná stavba je jednodílná se čtyřmi segmentovými okny z obou stran.

Zastřešení objektu lze rozdělit na 2 části, a to na střechu kryjící loď (sedlová střecha s valbou se západní strany) a na střechu nad presbyteriem (sedlová střecha s valbou na východní straně kopírující půdorys obvodového zdiva).

Z jižní strany je střešní rovina prodloužena tak, že překrývá sakristii. Hřebeny obou střech jsou v jedné ose, mají však rozdílnou výškovou úroveň (obr. 10).



Obr. 10: Vlevo - půdorysné schéma střešních rovin kostela ve Zhoří [6], vpravo jihovýchodní pohled (fotoarchiv Čechová). Legenda střešních rovin objektu:

A, B - střešní roviny lodi, sklon střechy lodi je 56° , C – valba o sklonu 56° .

D, E, F, G - střešní roviny nad presbyteriem, sklon střechy presbyteria je 49°

H – prodloužení střešní roviny G nad sakristií

Průzkum byl zaměřen na krovové konstrukce kostela (obr. 11). Jednotlivé dřevěné prvky jsou pro přehlednost označeny dle druhu písmeny (např. K – krokve, HA – hambalky, VA-M – mezilehlá vaznice, VT – vazné trámy, PO – pozednice aj.) a následně pořadovým číslem podle umístění v konstrukci.



Obr. 11: Vlevo pohled do dostavěné části krovu kostela s valbou, vpravo původní část krovové konstrukce lodi kostela (fotoarchiv Čechová)

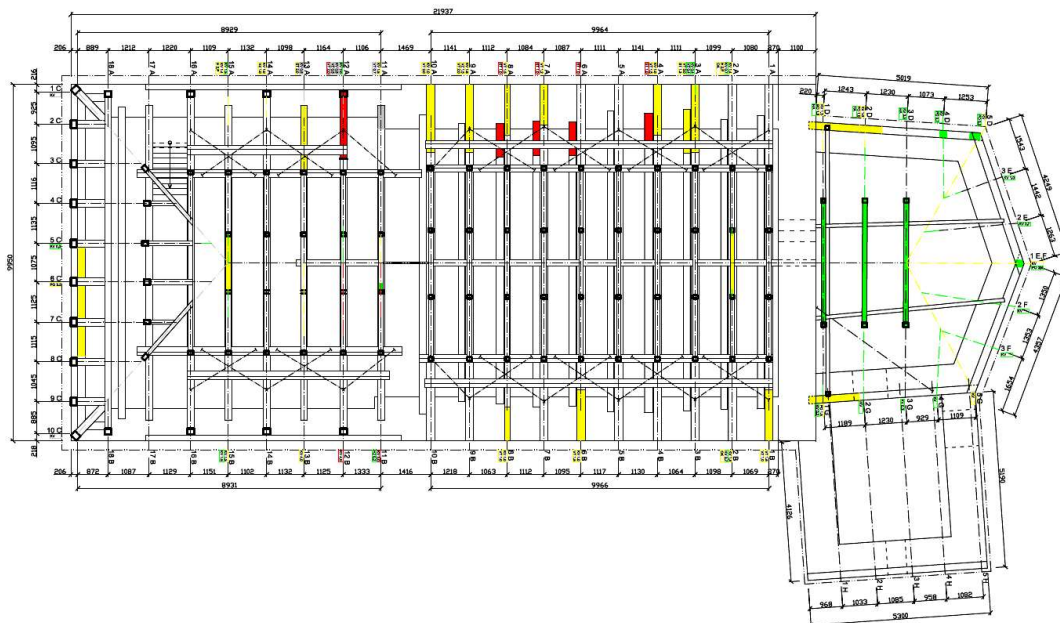
V půdoryse krovových konstrukcí je barevně zaznamenáno poškození dřevěných konstrukcí podle třídy naléhavosti 1 až 3, rozsah napadení je patný z výkresu (obr. 12 – kresleno v měřítku) a tabulkového záznamu s popisem (Tab. 1). Tento způsob značení byl převzat z publikace [9], přičemž byl částečně upraven podle konkrétních požadavků řešeného objektu – viz následující popis.

Pokud byly prvky označeny šedě, jednalo se o místa špatně přístupná k vizuálnímu posouzení, přičemž lze očekávat poškození hnilobou nebo hmyzem. Tato místa je zapotřebí zpřístupnit a rozsah napadení stanovit nejpozději při realizaci sanace.

Malá naléhavost zásahu byla označena zeleně tehdy, pokud byl výskyt hniloby v počátečním stádiu (zejména se jedná o barevné změny). Rovněž napadení hmyzem je v malém rozsahu, při téměř nezměněné pevnosti prvku. Postačuje chemická sanace.

Žlutou barvou byly označeny prvky se střední naléhavostí zásahu. Hniloba, nebo hmyz mění pevnost prvku. V krátké době jsou tedy potřebné realizace oprav konstrukční sanací, i když konstrukce není bezprostředně ohrožena destrukcí.

Jiná je ovšem situace u prvků označených červeně, tedy s vysokou naléhavostí zásahu. Jednalo se o prvky značně narušené hnilobou nebo hmyzem. Je nutná konstrukční sanace. V nejbližší době by mělo dojít alespoň k provizornímu zesílení, protože konstrukce je ohrožena částečným nebo úplným zřícením [6].



Obr. 12: Půdorys krovových konstrukcí kostela Nanebevzetí Panny Marie ve Žhoří, výťah z dokumentace [6] s označením poškození dle naléhavosti zásahu.

Tab. 1: Ukázka tabulkového záznamu, výťah z tabulek [6].

Označení prvku	Šířka [mm]	Výška [mm]	Délka celkem [mm]	Délka poškození [mm]	Poškození		Typ poškození	Způsob sanace
					[%]	[m ³]		
PO 1 D	220	210	4865	1500	31%	0,07	HHT	B
PO 2 D				1000	21%	0,05	HHT	B
PO 5 D				300	6%	0,01	MP	B
PO 1 G	220			1500	32%	0,07	HHT	B
PO 6 C	230			3200	34%	0,15	HHT	B
Celkem PO			18915	7500	40%	0,35		
OK 2 A	130	145	6180	6180	100%	0,12	HHT	A
OK 2 B	130	145	6240	6240	100%	0,12	HHT	A
Celkem OK			12420	12420	100%	0,23		
Celkem k vymanipulování				95 m	28 %	2,9 m³		

Vysvětlivky poškození: HHT - Houba hnědého tlení, MP - Mechanické poškození

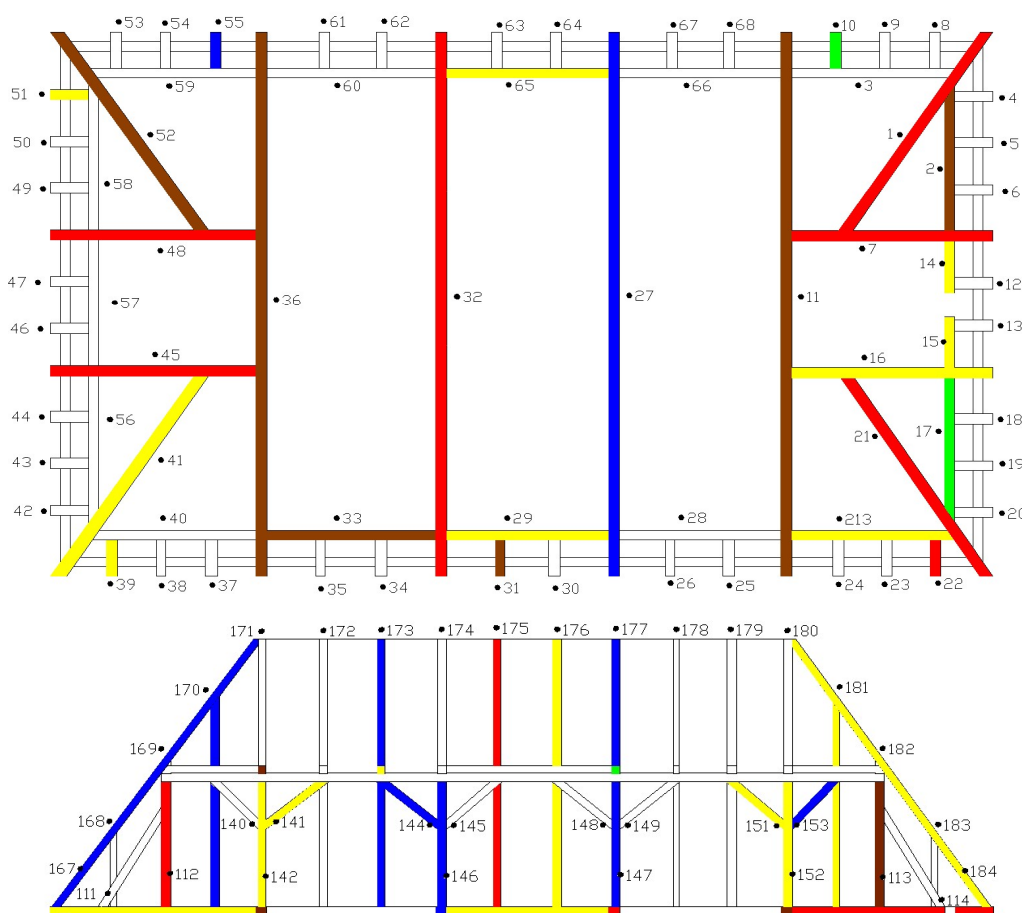
4.2 Fara kostela sv. Jakuba Staršího v Čučicích

V dnešní době patří budova farního úřadu pod Salesiánské středisko mládeže v Brně-Žabovřeskách a využívá se převážně k volnočasovým aktivitám mládeže od 6 do 26 let věku. Na

základě provedené dendrochronologické analýzy v práci [8] lze konstatovat, že dokumentovaná krovová konstrukce fary byla postavena krátce po datu 1756.

Při kreslení skutečného stavu krovu, bylo každému prvku v konstrukci přiděleno pořadové číslo. V tomto případě bylo poškození rozděleno do 5 tříd (obr. 13) a jednotlivým třídám přiděleno barevné označení (od zelené po červenou).

Následně do pohledů byly defekty jednotlivých prvků v měřítku podle rozsahu vybarveny barvou odpovídající stupni poškození a přiloženy popisné tabulky. Bohužel napadení krovové konstrukce je poměrně rozsáhlé a některé prvky jsou poškozené natolik, že téměř není patrný jejich původní tvar.



Obr. 13: Půdorys krovu a východní strana zastřešení fary v Čučicích s barevným značením napadení, každý dřevěný prvek krovové konstrukce má své číslo. Čerpáno z [8].

Legenda:

- Zelená – stupeň napadení číslo 1 - několik výletových otvorů, zpozorováno do 10 ks
- Modrá – stupeň napadení číslo 2 - skupinka výletových otvorů lokální
- Žlutá - stupeň napadení číslo 3 - prvek napaden dřevokazným hmyzem
- Hnědá - stupeň napadení číslo 4 - rozsáhlejší napadení dřevokazným hmyzem
- Červená - stupeň napadení číslo 5 - rozsáhlé (extrémní) napadení, patrné na první pohled.

4.3 Západní křídlo dominikánského kláštera ve Znojmě

Klášter, který patří mezi významné nemovité památky, byl postaven na okraji historického jádra města Znojma, na rozhraní dnešní ulice Dolní České a Kovářské. Zde byla před zahájením

vlastního průřezu nejprve sestavena specifikace stupňů poškození dřevěných prvků krovu a k nim přiřazena barevná škála charakterizující jednotlivé stupně poškození pod číslem 1 až 7 (obr. 14). Zdokumentování nejzávažněji poškozených míst bylo vzhledem k velkému množství prvků rozděleno do stavebních skupin a vyhodnoceno pro každý díl samostatně (1. podlaží, 2. podlaží, přístupové schodiště a mezipodlažní schodiště). Jednotlivé stavební díly jsou patrné na obr. 15.

Ukázka možného tabulkového zdokumentování například poškození vazných trámů a pozednic dominikánského kláštera s lokalizací poškození, popisem a fotodokumentací pro defekt označený číslem 1 a 2 je v tabulce 2.

Tab. 2: Ukázka tabulkového řešení poškození, číslo lokalizace 1 a 2, výtah z [14].

LOKALIZACE POŠKOZENÍ

Poškození vazných trámů a pozednic (výtah z výkresové části Veselý 2010)

CÍSLO LOKALIZACE: 1

Popis: poškození zasahuje jen bělovou část vazného trámu

Druh poškození: napadení dřevokazným hmyzem (tesařík, červotoč)

Prvek: vazný trám

Aktivita: nebyla zjištěna

Příčina: nebyla zjištěna

Fotodokumentace

Poškození vazného trámu (fotoarchiv Veselý)

CÍSLO LOKALIZACE: 2

Popis: prvky se nachází pod střešním poklopem

Druh poškození: tlení

Prvek: pozednice, spodní pětiboká vaznice

Aktivita: nebyla zjištěna

Příčina: zatékání dešťové vody v místě střešního poklopu

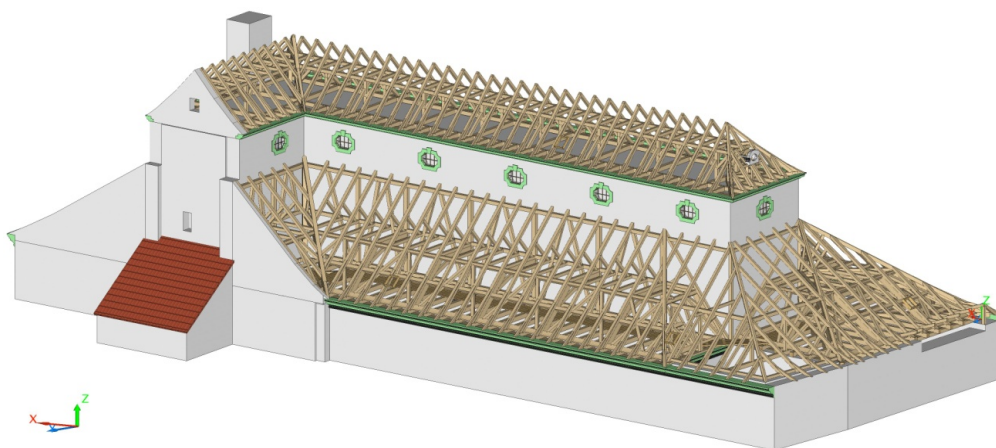
Fotodokumentace

Poškození pozednic a vaznic (fotoarchiv Veselý)

Barva	C.	Identifikace	Charakteristika poškození
	1	Chybějící prvek	Prvek byl odstraněn při stavebních úpravách či opravách krovu provedených v minulosti. Je vhodné volné místo doplnit prvkem novým.
	2	Nelze posoudit	Prvek nelze posoudit pro nepřístupnost, případně z jiného důvodu. Po zpřístupnění nutno zvážit jeho zdravotní stav.
	3	Bez poškození	Nejsou zjevné známky napadení ani mechanického poškození.
	4	Slabé poškození	Prvek má známky napadení bez známek života škůdců (staré výletové otvory, částečné narušení povrchové vrstvy dřeva – především bělové). Deformace, změny a jiná mechanická poškození jsou u prvku a konstrukčních spojů nezřetelná. Prvek lze v konstrukci zachovat.
	5	Střední poškození	Prvek je částečně napaden hmyzem nebo houbami. Jsou patrné výletové otvory. Může se objevit deformace nebo porušení konstrukčního spoje. Konstrukce není bezprostředně ohrožena. Prvek je vhodné vyztužit nebo jeho část vyměnit.
	6	Vysoké poškození	Prvek je značně poškozen hmyzem nebo houbami. Místy se rozpadá a je nutná jeho podstatná oprava případně výměna.
	7	Totální destrukce	Prvek se rozpadá v důsledku působení dřevokazného hmyzu nebo hub a nelze jej v konstrukci zachovat.

Obr. 14: Specifikace stupňů poškození dřevěných prvků, sestaveno [14].

Krovová pultová konstrukce hambalkové soustavy s ležatou stolicí v 1. podlaží obepíná zdivo pavilónové chodby kláštera (tvar písmene „L“), která se nachází ve středu dispozice. Druhé podlaží tvoří krov hambalkové soustavy se stojatou stolicí zastřešující zdivo středové chodby (Obr. 15).

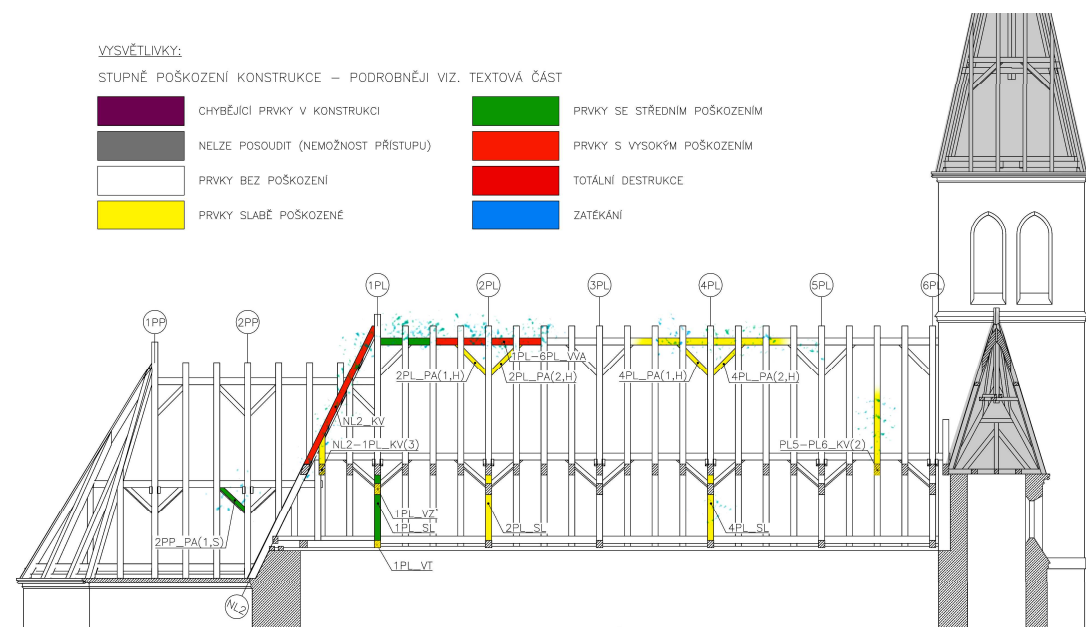


Obr. 15: Axonometrický severovýchodní pohled na krovové konstrukce. Stavební skupiny objektu: 1. podlaží, 2. podlaží, přístupové schodiště a mezipodlažní schodiště (v tomto pohledu nejsou schodiště zobrazena). Výtah z dokumentace [14].

4.4 Kostel sv. Jana Křtitele v Damníkově

V dnešní době zaujímají své pevné místo vedle klasické výkresové dokumentace i 3D zobrazení. Asi nejpřehlednějším způsobem značení poškození je zakreslení do prostorových pohledů. Potom i u poměrně složitých konstrukcí není většinou potřeba vyhotovit tolik půdorysných nebo svislých řezů.

Na následujících obrázcích je zobrazen rozdíl v dokumentování poruch v klasickém řezu konstrukcí krovu (obr. 16) a ve 3D zobrazení (obr. 17), legenda stupně poškození je pro oba obrázky společná a je uvedena na (obr. 16). Prostorová zobrazení mohou sloužit i pro zaznamenání například nevhodných zásahů do konstrukce, měření vlhkosti či míst odběru vzorků pro další zpracování apod.



Obr. 16: Podélný řez krovovou konstrukcí zastřešení lodi s vyznačením poškození, výťah z výkresové části [13].



Obr. 17: Zobrazení poškození krovové konstrukce ve 3D modelu [13].

5 TECHNICKÉ OBJEKTY

Mezi technické památky zařazujeme celou řadu historických technických objektů a industriálních staveb, rovněž pak technologie a techniky, stroje a strojky i další předměty. Škoda jen, že na našem území těch skutečně funkčních a v nezměněné podobě zachovalých technických památek, které ještě slouží původnímu účelu je již málo. Některé jsou již mnohokrát přestavované, dostavované, opravované, přestěhované do jiného prostředí a mnohdy mizí a nenávratně zanikají.

Mimo klasické technické památky můžeme jmenovat například pilnice, mlýny, zvony a zvonice, sýpky, seníky, stodoly, pekárny, rozhledny, kašny mosty aj. Vzhledem k jejich velkému množství byl do této části příspěvku zařazen jenom výtah z průzkumu dřevěných konstrukcí větrného mlýna v Partutovicích a průzkum zvonové stolice věže kostela sv. Bartoloměje ve Vrahovicích.

5.1 Větrný mlýn

K typickým prvkům naší krajiny v minulosti bezesporu patřily větrné mlýny. Jedním z nich je dodnes plně funkční technická památka, tzv. Maršálkův mlýn v Partutovicích (název podle krajánka Benedikta Maršálka, který mlýn v roce 1894 koupil a později opravil).

Celodřevěný mlýn o celkové výšce 10,8 m má dvě patra, průměr větrného kola je 14,6 m. Objekt je čtvercového půdorysu, vnější plášť stěn tvoří desky (čelní stěnu pokrývá šindel). Součástí zadní strany je zastřešená šalanda s pavláčkou a přístupovými schůdky. Sedlová střecha výšky 3 m je pokrytá šindelem a na čelní straně je zkosená polovalbou (obr. 18). Podrobný popis a rozbor mlecího zařízení v [10].

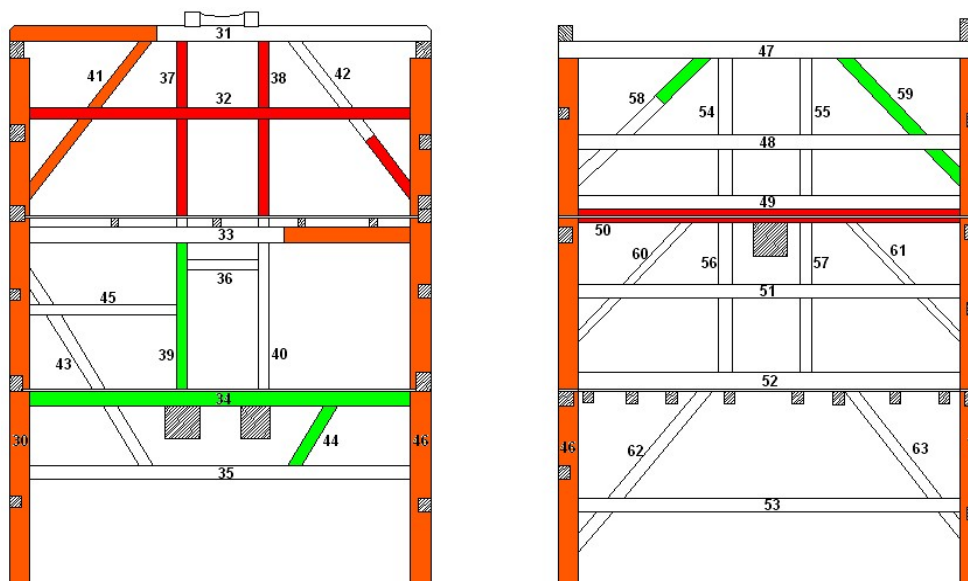


Obr. 18: Větrný mlýn v Partutovicích: vlevo pohled na severní stranu s větrným kolem, vpravo pohled na jižní stranu mlýna se šalandou a přístupovým schodištěm (fotoarchiv Prokop, Čechová)

V letech 2008 až 2011 byl v rámci zpracování [10, 11] prováděn průzkum pomocí smyslových metod, jehož součástí bylo určení nejen druhu a rozsahu poškození, ale rovněž sledování postupu defektů v průběhu tří let. Hodnocena byla nosná nepohyblivá i pohyblivá konstrukce mlýna. Průzkum byl prováděn na každém prvku konstrukce mlýna zvlášť, po celé délce prvku a na všech viditelných plochách v závislosti na dostupnosti v konstrukci (hodnocení pomocí smyslových metod).

Stupeň napadení jednotlivých dřevěných prvků dle závažnosti byl barevně zaznamenán do pohledových schémat stěn i do základové konstrukce. Prvky, které byly bez poškození, nebo se jedná jen o slabé poškození, nejsou v nákresech barevně rozlišeny a zastupují je tedy nevybarvené části.

Zelenou barvou je zaznačeno střední napadení prvku v konstrukci. Silně napadené části, které si nicméně stále zachovávají mechanickou pevnost, představuje barva oranžová. Velmi silně napadené prvky jsou vybarveny červeně. Ukázka z dokumentace výsledků průzkumu jižní a západní stěny klece mlýna je uvedena na obr. 19.



Obr. 19: Záznam výsledků průzkumu konstrukce klece – barevné označení podle závažnosti napadení (prvky napadené dřevokazným hmyzem, houbami nebylo prokázáno). Vlevo konstrukce jižní a vpravo západní stěny mlýna, výtah z [10].

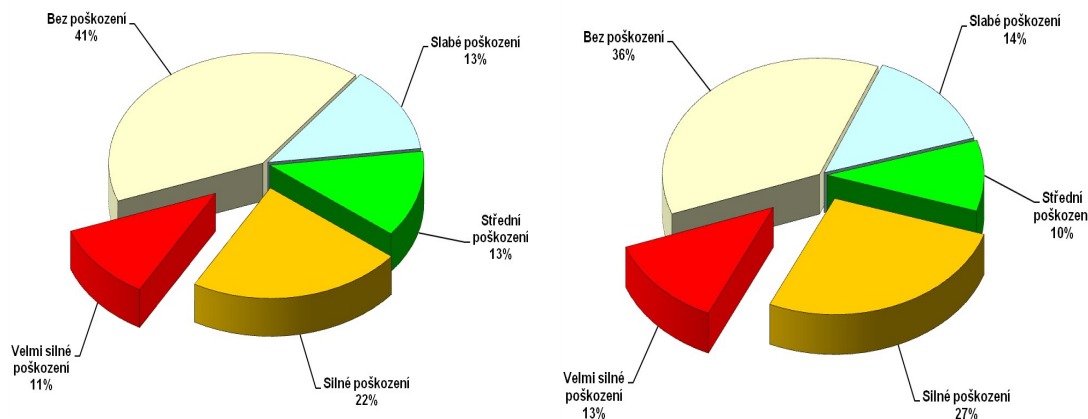
Stupeň poškození dřevokazným hmyzem byl definován prostřednictvím počtu výletových otvorů obsažených v daném prvku dle tab. 3.

Tab. 3: Odhad stupně poškození dřeva [10]

Stupeň poškození	Počet výletových otvorů	
	Tesařík krovový (3-5 x 5-10 mm)	Cervotoč (1-2 mm)
Bez poškození	0	0
Slabý	1 – 5	1 – 15
Střední	6 – 15	16 – 30
Silný	16 – 30	31 – 45
Velmi silný	více než 30	více než 45

Výsledky lze pro názornost vyznačit do grafů procentuálního zastoupení jednotlivých prvků z hlediska jejich napadení. Barevnou škálu zvolenou do pohledových schémat je vhodné zachovat i pro grafové provedení (obr. 20).

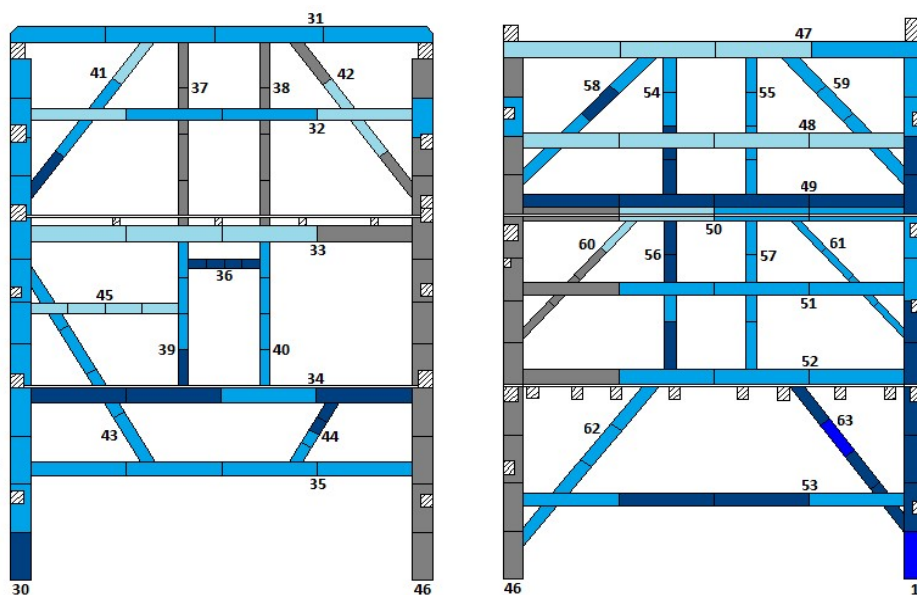
Protože u základové konstrukce nelze vysledovat přesný postup poškození během sledovaného období (vizuální hodnocení vzhledem k rozsahu a četnosti defektů to neumožňuje) bylo srovnání provedeno na otočné konstrukci mlýna, pro statistické výpočty bylo počítáno se 71 dřevěnými prvky. Zde je již patrný postup napadení ve všech barevných kategoriích (obr. 20).



Obr. 20: Grafy postupu rozsahu napadení pohyblivé konstrukce během let 2008 až 2011. Vlevo první průzkum v 2008 – hodnoty naměřeny v průběhu zpracování [10]. Vpravo průzkum provedený v roce 2010 – hodnoty naměřeny v rámci zpracování [11].

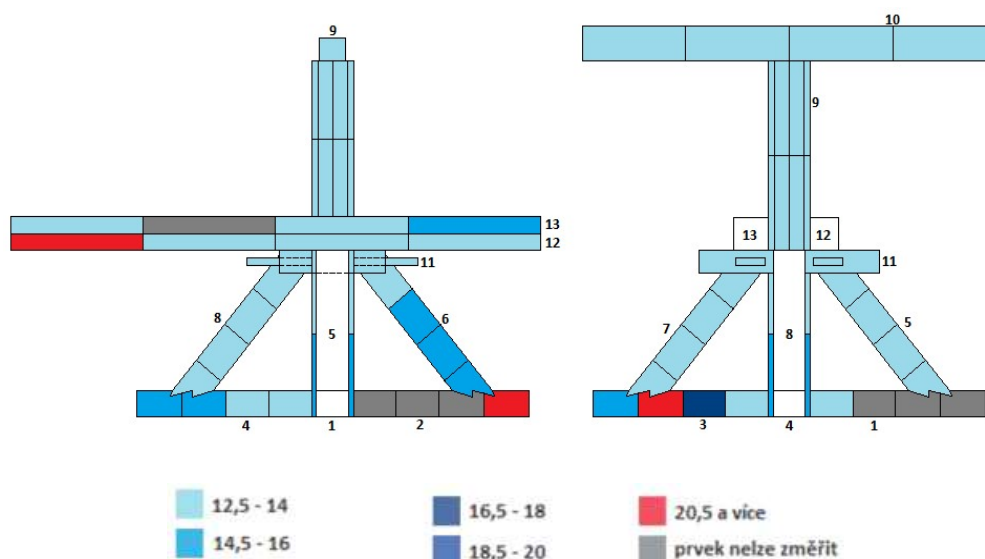
Pokud bychom porovnávali jednotlivé stěny, lze konstatovat, že nejzávažnější napadení vykazuje čelní (severní) strana mlýna – tedy stěna, která nese značnou část zatížení z hmotnosti hřídele a perutí. Co se týká závažnosti defektů, následuje strana jižní. U obou bočních stěn (východní a západní) nebyl za tři roky sledování zjištěn žádný zásadní postup napadení a celkově tyto stěny vykazují největší počet trámů bez napadení. Důvodem je zřejmě již provedená dřívější výměna některých poškozených prvků (v konstrukci se již objevují trámy řezané).

Rovněž byla měřena vlhkost obsažená v nosných prvcích mlýna (obr. 21, 22), a to z interiéru budovy. Měření probíhalo ve čtyřech bodech měřeného prvku, konkrétně v horní a spodní části a v oblasti mezi polovinou a jeho horní nebo spodní částí, ukázka výsledků měření základové konstrukce je na obr. 22.



Obr. 21: Ukázka grafického zaznamenání výsledků průzkumu – barevné označení podle vlhkosti. Vlevo jižní a vpravo západní stěna mlýna [11].

Značení je rozděleno do šesti kategorií, kde jsou čtyři kategorie značeny modrou barvou různých odstínů. Nejslabší odstín vyjadřuje nejnižší vlhkost, naopak sytý odstín značí velmi zvýšenou vlhkost. Červenou barvou jsou značeny části s vlhkostí nad 20%. Šedá barva značí části, které nebylo možno změřit (oblity, suky, praskliny, kovové části, části zakryté šalandou). Hodnoty, které byly v konstrukci naměřeny, platí pouze pro den měření a danou situaci. Měření bylo prováděno za polojasného počasí při teplotě 11°C.



Číslo prvku	Druh prvku	Oblast měření vlhkosti [%]			
		měření vlevo (nahorě)	měření střed		měření vpravo (dole)
		1/4 prvku	2/4 prvku	3/4 prvku	4/4 prvku
1	Podešva – JV	13	kulatý prvek	kulatý prvek	kulatý prvek
2	Podešva – SV	kulatý prvek	kulatý prvek	kulatý prvek	22
3	Podešva – SZ	15	22	17	12
4	Podešva – JZ	15	15	14	13
5	Apoštol – JV	12	13	13	12
6	Apoštol – SV	14	15	15	16
7	Apoštol – SZ	12	12	12	13
8	Apoštol – JZ	12	12	12	13
9	Otec	14	14	14	15
10	Matka	12	12	12	12
11	Sedlo	14	14	14	14
12	Štrajchholce – V	25	13	12	12
13	Štrajchholce – Z	13	kulatý prvek	14	15

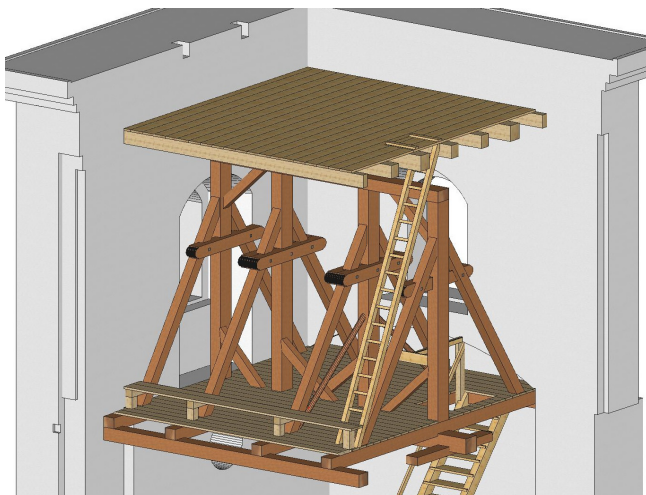
Obr. 22: Základová konstrukce mlýna – grafický záznam měření vlhkosti s barevným označením dle legendy s tabulkou hodnot, výtah z [11].

Mlýn se jevil v době průzkumů v relativně dobré zdravotní kondici. Zásadní ovšem bude urychlené snížení vlhkosti v základové konstrukci (spodní část vedlejšího sloupu na severní stěně). Tím se sníží, případně vyloučí možnost napadení prvků dřevokaznými houbami, které by měly zásadní vliv na životnost celého objektu.

Maršálkův mlýn patří mezi ty unikátní objekty, které měly štěstí. Díky obětavosti nadšených lidí a mnohdy velkým finančním prostředkům mohl být větrák v Partutovicích zachován i pro budoucí generace [4].

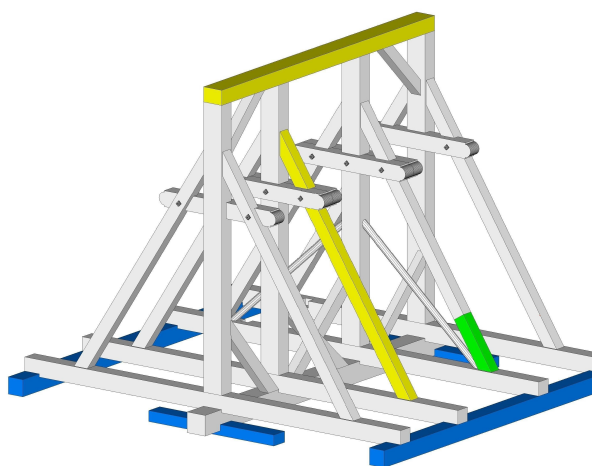
5.2 Zvonová stolice věže kostela sv. Bartoloměje ve Vrahovicích

Dubová zvonová stolice věže kostela ve Vrahovicích, která se nachází se ve výškové úrovni +17,930 metru je vzpěradlového typu s osou kyvu kolmou na podélnou osu lodi kostela. Má tři zvonová pole, která byla v době provádění průzkumu obsazena. Půdorysné rozměry stolice: šířka 4900 mm, délka 5300 mm a výška 4650 mm (obr. 23).



Obr. 23: Konstrukce zvonové stolice – zvonové patro věže kostela ve výšce 17,93 m formou prostorového modelu [5], vlevo jeden ze zvonů kostela ve Vrahovicích - zvon z roku 1586 od mistra Georga Ieghpergera, hmotnost cca 1450 kg (fotoarchiv Čechová).

Na obr. 24 je uvedena možnost značení rozsahu poškození s prostorovým zobrazení defektů, podrobně v práci [5] včetně technického popisu a fotodokumentace jednotlivých poškození v rámci tabulkového zpracování poškození prvků dřevěných konstrukcí.



Obr. 24: Konstrukce zvonové stolice s lokalizací poškození v prostorovém modelu [5], vpravo fotodokumentace horního příčného trámu (prohnutí nahoru, uvolnění ze spojů vlivem namáhání konstrukce – pravidelný kyv zvonů, v 3D označeno žlutě). Poškozeny jsou dvě šikmé vzpěry, příčný trám a část podlahových prken (v obrázku vlevo není zaznamenáno).

Stupně poškození: modře značené prvky jsou ty, které v době průzkumu nešly posoudit z hlediska nepřístupnosti, bez barevného označení jsou zdravé prvky - tedy bez poškození, zeleně je značeno nízké a žlutě střední poškození. Červená barva pro vysoké poškození se na zvonové stolici nevyskytuje.

6 ZÁVĚR

U jednodušších a nekomplikovaných konstrukcí a u staveb bez památkové ochrany jsou smyslové metody většinou dostatečné. Jedná se většinou o mladší nebo méně hodnotné konstrukce. Poškozené prvky se mohou nahrazovat v celém rozsahu, není třeba se zabývat historickou hodnotou objektu.

Ovšem u památkově chráněných staveb je vhodné smyslové metody kombinovat s vhodnou přístrojovou diagnostikou, která bohužel výrazně ovlivňuje cenu průzkumu. Pokud používáme primitivních pomůcek (např. ostré kladivo), většinou dochází k porušení povrchu zkoumaných dřevěných prvků, otvory po úderech kladiva pak mohou usnadnit přístup dřevokazného hmyzu.

Neméně závažnou otázkou, kterou si musíme položit u těchto konstrukcí, je autenticita a vypovídající hodnota povrchu trámů. Mohou se poničit nebo i úplně zaniknout důležité informace jako tesařské montážní značky, stopy nástrojů nebo nápisy, údaje i data týkající se výstavby nebo případně pozdějších oprav.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl realizován za finančního přispění Evropské unie v rámci projektu Partnerství v oblasti stavebnictví a architektury, č. projektu: CZ.1.07/2.4.00/17.0064.

LITERATURA

- [1] CULKOVÁ, T. *Rekonstrukce nevyužívaného rekreačního objektu v Orlických horách*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU Brno, 2016. 106 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [2] ČECHOVÁ, J., HUNKOVÁ, V. *Předběžný stavebně technický průzkum loděnice MU v Brně*. 2009
- [3] ČECHOVÁ, J., HUNKOVÁ, V. *Kontrolní průzkum loděnice MU v Brně*. 2012
- [4] ČECHOVÁ, J., STÖHROVÁ, P. *Dřevěné konstrukce: technické a kulturní dědictví v edukativní praxi*. Vyd. 1. Brno: Ve spolupráci s Lesnickou a dřevařskou fakultou Mendelovy univerzity vydalo Technické muzeum v Brně, 2013. Acta Musei technici Brunensis. ISBN 978-80-87896-02-0.
- [5] HOLBA, L. *Krovové konstrukce kostela sv. Bartoloměje ve Vrahovicích*. Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno, 2013. 112 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [6] HRONEK, M. *Krovové konstrukce kostela ve Zhoři u Pacova*. Diplomová práce. Brno: MZLU Brno, 2009. 95 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [7] KAFKA, V. *Loděnice MU v Brně – Hrázdný objekt veslařského střediska*. Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno, 2010. 86 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [8] KAFKA, V. *Krovová konstrukce fary kostela sv. Jakuba Staršího v Čučicích, Brno – venkov*. Bakalářská práce. Brno: MZLU Brno, 2008. 104 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [9] KOŽELOUH, B. *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 – Step 2*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2004. ISBN 80-86769-13-5

- [10] PROKOP, O. *Větrný mlýn německého typu v katastru obce Partutovice – Maršálkův mlýn*. Bakalářská práce. Brno: MZLU Brno, 2009. 71 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [11] PROKOP, O. *Dřevěné prvky a konstrukce větrného mlýna v obci Partutovice*. Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno, 2011. 83 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [12] RAZIM, V., MACEK, P. *Zkoumání historických staveb*. 1. vyd. Praha: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech v Praze, 2011. ISBN 978-80-86516-41-7.
- [13] SYKA, V. *Kostel sv. Jana Křtitele v Damníkově. Krovové konstrukce*. Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno, 2011. 96 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [14] VESELÝ, P. *Krovové konstrukce západního křídla dominikánského kláštera ve Znojmě*. Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno, 2010. 99 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [15] WONDŘÁČEK, L. *Krovové konstrukce obytného domu v areálu kláštera sv. Tomáše v Brně – Mendlovo náměstí č. 2*. Diplomová práce. Brno: MZLU Brno, 2009. 95 s. Vedoucí práce: ČECHOVÁ, J.
- [16] WONDŘÁČEK, L., BLÁHA, J., ČECHOVÁ, J. *Stavebně technický průzkum krovové konstrukce pomocí smyslových metod*. In: *Stavební ročenka 2008*. Praha: JAGA, 2008. s. 44-46. ISBN 80-8076-051-9.
- [17] Fotoarchivy: ČECHOVÁ J., PROKOP, O., František Dvořáček (majitel roubenky v Pěčíně). Kronika a archivní materiály města Pěčín.

TECHNICAL SURVEYS OF WOODEN STRUCTURES USING SENSITIVE METHODS AND THEIR RECORDS

Keywords

survey, sensory methods, wooden structures, damage, timbered object, cultural monument.

Summary

The most common and comprehensible forms of presenting the results of the construction and technical survey of buildings from wood and wooden structures and elements undoubtedly include a colored record of damage marked in the original building or construction plans. Using this method, you can see not only the unambiguous spatial identification and extent of the damage, but also the type, degree, cause of the malfunctions and the necessary sanitation interventions. Unfortunately, the frequent absence of the original plans makes authors of the survey for a detailed mensuration of the building and subsequent preparation of documentation of the current state.

The contribution is based on the theoretical and practical knowledge gained during the realization of surveys of selected buildings and structures.

Pavla MOCO VÁ²

KONTROLA CHYB PŘI REALIZACI DŘEVOSTAVBY Z POHLEDU TECHNICKÉHO DOZORU STAVEBNÍKA

Abstrakt

Článek pojednává o chybách při realizaci dřevostavby a to s uvedením příkladu na rodinném domě na jižní Moravě. Při sestavování článku autorka vycházela ze své vlastní praxe, při které některé chyby, jako projektantka a technický dozor stavebníka, měla možnost řešit přímo na stavbě. Cílem příspěvku je poukázat na to, jaké vady mohou vznikat, co je to vada z hlediska Nového občanského zákoníku, jaké činnosti má technický dozor stavebníka na starosti a v neposlední řadě jak může technický dozor stavebníka ovlivnit kvalitu stavebního díla.

Klíčová slova

technický dozor stavebníka, dřevostavba, Nový občanský zákoník, zhotovitel, závažné chyby, havarijní chyby, oprava chyb.

1 ÚVOD

Kontrola na stavbě v průběhu realizace jakéhokoliv stavebního díla je nedílnou součástí stavby a musí být prováděna v určitých intervalech. Tyto kontroly by měly zamezit chybám, nebo omezit vznik chyb při realizaci. I když to stavební zákon přímo nevyžaduje, tak technický dozor stavebníka (TDS) by se měl účastnit kontrolních prohlídek stavby. Intervaly prohlídek se mohou lišit v zásadě z několika důvodů a to např.:

- z důvodu výskytu neočekávaných okolností na stavbě, kdy samotný stavbyvedoucí si vyžádá konzultaci s projektantem nebo TDS (většinou u rekonstrukci objektů),
- dále namátková neohlášená kontrola na stavbě mimo standardní kontrolní den (při podezření zda stavba probíhá v pořádku i mimo ohlášené kontroly),
- dále pak při předem daném kontrolním dnu a to za účasti všech účastníků výstavby.

Vada díla je dle Nového občanského zákoníku definována §2607, 2615, 2630, 2099. Dílem se vždy rozumí zhotovení údržba, oprava nebo úprava stavby nebo její části. Dílo má vadu, neodpovídá-li smlouvě. Věc je vadná, nemá-li vlastnosti, jako je jakost a provedení dle smlouvy nebo vzorku a předlohy. Za vadu se považují také vady v dokladech nutných pro užívání věcí. [3]

Bylo-li dílo provedeno vadně, pak se může podílet společně a nerozdílně zhotovitel s dalšími účastníky výstavby, případně sám:

- Poddodavatel zhotovitele – neprokáže-li, že vadu způsobilo rozhodnutí zhotovitele, nebo toho, kdo vykonává dozor nad stavbou, podílí se na odstranění vad
- Projektant – neprokáže-li, že vadu stavby nezpůsobila vada v projektové dokumentaci, podílí se na odstranění vad
- Stavební dozor – neprokáže-li že vadu nezpůsobilo selhání dozoru, podílí se na odstranění vad

² Ing. Pavla Mocová, Ústav základního zpracování dřeva, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 013, e-mail: pavla.mocova@mendelu.cz.

- Zhotovitel se může oprostít od vady stavby jen v případě, prokáže-li se, že vada je vadou v dokumentaci a to dodané osobu, kterou si zvolil objednatel, nebo selhání dozoru nad stavbou vykonávané osobu, kterou si zvolil objednatel. [3]

Nejčastěji se TDS setkává s chybami, které zapříčiní člověk a to ať už se jedná o chybu na straně projektanta, tak na straně zhotovitele resp. pracovníků na stavbě.

2 ZÁSADY PRÁCE TDS NA STAVBĚ

Technický dozor stavebníka je stavebník, dle § 152 odst. 4 stavebního zákona, povinen zajistit u všech staveb financovaných z veřejného rozpočtu. Technický dozor stavebníka (dále TDS) by měl být podřízen pouze stavebníkovi. Důležitá je jeho nezávislost a to zejména na dodavatelích stavebních, technologických částí stavby a ideálně také na projektantovi. Obecně lze říci, že TDS je jakýmsi mezi článkem a to mezi stavebníkem a ostatními účastníky výstavby (zhotovitelé, dodavatelé, projektant = autorský dozor). TDS je obvykle člověk, který má dostatečné zkušenosti z praxe i teorie, měl by být schopen kontrolovat na stavbě jak technické části, technologické, tak také ekonomické aspekty stavby. Měl by umět rozpoznat kvalitu provedené práce a v případě pochybení ze strany zhotovitele by měl bezodkladně hájit zájmy stavebníka. Je nutné si uvědomit, že zhotovitel je firma, která chce vždy být v zisku, proto se někdy může stát, že v rámci tlaku na ziskovost zakázky může zhotovitel polevit v kvalitě odvedených prací, nebo v kvalitě použitých stavebních materiálů. Od toho by tu měl být TDS, který kvalitu výše zmíněného stavebního díla „pohlídá“. [2]

Technický dozor by měl vykonávat zejména následující činnosti:

- seznámit se s projektovou dokumentací, s rozpočty, smlouvami, s obsahem stavebního povolení vč. všech dílčích rozhodnutí ať už dotčených orgánů, nebo správců sítí,
- před zahájením stavby by měl předat staveniště zhotoviteli stavby a provést o tomto předání zápis, po dokončení provést převzetí staveniště zpět od zhotovitele,
- po dobu realizace kontrolovat harmonogram výstavby, soulad s odsouhlasenou projektovou dokumentací, s rozpočtem stavby a kontrolovat fakturace za odvedené části stavby, kontrolovat stavební deník, jeho náležitosti dle zákona,
- vést kontrolní dny během realizace na stavbě, provádět zápisy do stavebního deníku,
- kontrolovat zakrývané části stavby, kontrola souladu stavby s odsouhlasenou projektovou dokumentací,
- evidovat všechny změny oproti původní dokumentaci,
- spolupracovat s projektantem = autorským dozorem a se zhotovitelem stavby a koordinátorem BOZP,
- kompletovat veškeré doklady od stavby, prohlášení o shodě, veškeré laboratorní měření, nebo výsledky kontrolních prohlídek před kolaudací stavby,
- vyhotovování fotodokumentace všech částí stavby,
- v případě vážných pochybení na stavbě neprodleně informovat stavebníka,
- kontrolovat odstraňování vad a nedodělků zjištěných při přebírání částí stavby a to vč. kontroly data, do kterých měly být tyto nedostatky odstraněny,
- svolávání kontrolních dnů, svolávání dílčích předkolaudačních jednání, účast na kolaudačním řízení,
- spolupráce s investorem v případě reklamací skrytých vad po dokončení a kolaudaci stavby.

Dle výše uvedeného je sice TDS nutný jen v případě veřejných staveb, avšak mnozí stavebníci již služeb takového člověka využívají i při soukromých stavbách, protože jim TDS hlídá jak čas, tak peníze. [1]

2.1 Závažné až havarijní chyby na stavbě

Za závažné chyby na stavbě považujeme hlavně takové chyby, které je možné při jejich objevení ještě napravit např. když na stavbě zjistíme, že jsou nedokonale provedeny hydroizolace základové desky/podkladního betonu je možné provést nápravu, nebo nechat stavební firmu ještě provést na vlastní náklady opravu a to buď částečnou, nebo úplnou.

Za havarijní chyby považujeme takové chyby, které mohou ohrozit stav budovy anebo dokonce ohrozit zdraví a životy osob užívajících stavbu. Za takové považujeme hlavně statické prohřešky, kdy např. dojde k nedokonalému spojení střešní konstrukce s pozedním zdívkem, nebo dokonce dojde k narušení statiky několika nosných prvků na stavbě. Tyto poruchy mohou být až fatální a mohou zapříčinit zhroucení části, nebo celé konstrukce.

Při stavební praxi se člověk setká s několika stavebními firmami a vždy je to o lidském faktoru a zkušenosti stavebních dělníků, mistrů a stavbyvedoucích. Níže je uveden příklad havarijní chyby, která byla našťáště objevena ještě před zakrytím konstrukce při namátkové kontrole TDS.

2.2 Rodinný dům na jihu Moravy

Stavba byla prováděna stavební firmou, která veškeré profese najímala v průběhu stavby, tedy neměla vlastní zaměstnance. V tomto případě šlo tedy o tesaře, na ně nezávislí izolatéri, instalatéri, stavební dělníci apod. Stavbu vedl jeden člověk, který neměl zkušenosti s dřevostavbami. Nosnou konstrukci jako takovou prováděli tesaři, avšak další navazující práce prováděli dělníci z řad zedníků, instalatérů apod., kteří neměli sebemenší předchozí zkušenost s instalacemi v dřevěném domě a zřejmě neměli také zkušenosti s čtením stavebních výkresů. V projektové dokumentaci byla vedení inženýrských sítí řešena předstěnou s roznášecí rámovou konstrukcí tak, aby nedošlo právě k narušení nosných sloupů stěny panelu. Instalatéri, kteří prováděli rozvody vody a kanalizace však zřejmě neviděli projektovou dokumentaci stavební části, nebo se v ní neorientovali. Na obrázku č. 1 níže tedy můžeme vidět, jakým způsobem byl proveden rozvod vody a kanalizace v novostavbě domu. Instalatéri bez rozmyslu poškodili sloupky nosné stěny, která podpírala stropní konstrukci domu. Celkově došlo k oslabení průřezu 140/40mm a 140/40mm x 2 a to na délce stěny 3m. Celkem bylo oslabeno 5ks sloupků. Při obhlédnutí situace z druhé strany stěny však bylo zjištěno, že sloupky nejsou vyřezány jen ze strany kuchyně, ale také ze strany koupelny (viz obr. 2). V tomto případě tedy došlo k tomu, že z nosných sloupů průřezu 140/40mm a dvojice 140/40mm zbyl v některých místech jen průřez 20/60mm. Dále můžeme na obrázku vidět 2 typy tepelné izolace. Tato chyba vznikla tím, že instalatér, který zapustil trubky do nosné konstrukce, je zapustil také do tepelné izolace, vzniklý prostor se snažil „ucpat“ tepelnou izolací avšak původně byla navržena tuhá minerální deska, pro potřeby doplnění tedy instalatér zvolil tepelnou izolaci, která byla určena do střešní konstrukce.

Ať už se jednalo o havarijní nebo jen závažnou chybu je jasné, že v případě nezjištění tohoto pochybení by mohlo vzniknout hned několik poruch. Jako nejzávažnější by mohlo dojít k statickému porušení vnitřní nosné stěny, jejímu postupnému zhroucení v místech nosných sloupků a tím poklesu stropní konstrukce, případně celé její zhroucení. Stropní konstrukce, resp. nosné stropní trámy byly uloženy z obou stran právě na této vnitřní nosné stěně. Pokud by nakonec konstrukce nějakým způsobem přenesla a zvládla zatížení, i přes to by zde zřejmě časem došlo v místech zářezů k napadení dřevokaznými škůdci. Dále z hlediska vedení instalací lze na obr. 2 vidět, že výřez v nosném sloupku nebyl dostatečný natolik, aby instalatéri mohli trubku zcela obalit termoizolační trubicí. Podobně nevyřešili ani správné obalení kolen a ventilů.

Veškeré výše uvedené chyby byly zjištěny při namátkovém kontrolním dnu. Jedná se jen o zlomek chyb, tato je však považována za velmi hrubou chybu ohrožující stabilitu budovy.



Obr. 1: Oslabení průřezu sloupku nosné stěny ze strany kuchyně



Obr. 2: Oslabení průřezu sloupku nosné stěny ze strany koupelny

Řešení opravy nebylo složité, ale bylo časově náročné a bylo také náročné z hlediska financí. Instalace byly prováděny již v uzavřené stavbě, to znamená i s provedenými stropy, krovem, střešní krytinou a venkovním opláštěním. Bylo tedy nutné kompletně odstranit vedení vody a kanalizace vč. izolace trubek a tepelné izolace mezi sloupky. Dále bylo nutné provést provizorní podepření věncových prvků, které podíraly stropní nosníky a to na celé délce stěny. Po podepření a zajištění konstrukce byly oslabené sloupky nosné konstrukce odstraněny/vyřezány vč. rozpěr, dále bylo provedeno osazení nových sloupků s umístěním dle dílenské dokumentace s novým provedením rozpěr. Po obnovení nosných sloupků stěny bylo odstraněno provizorní podepření stropní konstrukce. Mezi nosné sloupky byla provedena nová tepelná izolace a nové rozvody kanalizace a vody byly provedeny v místě budoucí předstěny dle původní správné projektové dokumentace. Po provedení opravy byly provedeny další dílčí vrstvy konstrukce.

3 ZÁVĚR

Došlo ke zdržení stavby a to z důvodu opravy chyby a to o 5 pracovních dní. Dále z hlediska finančního se jednalo o vícenáklady, které v rámci opravy financovala instalatérská firma resp. hlavní zhotovitel stavby. Celkově byla tato dílčí oprava vyčíslena na 45.000,- Kč bez DPH. V případě, že by nedošlo ke kontrole před zaklopením stěn a tato závada by nebyla odhalena, mohla by tato chyba mít až fatální následky.

O pochybení instalatérské firmy byl proveden zápis do stavebního deníku a informace o vadě předána oficiálně stavebníkovi. Po dohodě se stavbyvedoucím hlavního zhotovitele byla instalatérská firma odvolána ze stavby a byla najmutá jiná instalatérská firma, která dokončila instalatérské práce a zároveň překontrolovala již provedené instalace. Tímto krokem byla stavba zdržena o dalších 14 dní, tím se posunul termín dokončení stavby a hlavní zhotovitel byl nucen dle smlouvy o dílo zaplatit smluvená procenta z prodlení dokončení stavby. Dle informací od hlavního zhotovitele tuto částku požadoval po instalatérské firmě. Za předchozí provedené práce nově najatí instalatéři nepřevzali zodpovědnost a veškerá zodpovědnost byla přenesena na hlavního zhotovitele stavby. Při předání stavby instalatérům byl proveden zápis s přesným určením, kde začínají práce nové firmy a kde byly přerušeny práce původní instalatérské firmy.

Celkově lze tedy shrnout nutnost kontroly stavby nezávislým odborníkem a to jak z hlediska kontroly projektové dokumentace, provádění dle dokumentace, ale také z hlediska kontroly kvality prováděných prací. Technický dozor stavebníka by měl hájit zájmy stavebníka. Kontroly by měly být prováděny nejen dle předem určeného harmonogramu, ale také v průběhu výstavby namátkově.

LITERATURA

- [1] VAVERKA, Jiří. *Dřevostavby pro bydlení*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2205-4.
- [2] Stavební zákon 183/2006 Sb. *Zákony.centrum.cz* [online]. [cit. 2017-08-24]. Dostupné z: <http://zakony.centrum.cz/stavebni-zakon/cast-5-hlava-1-paragraf-161?full=1>.
- [3] Nový občanský zákoník: Zákon č. 89/2012 Sb. *Zákony pro lidi. cz* [online]. [cit. 2017-08-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89>

INSPECTION OF MISTAKES IN REALIZATION OF WOODEN BUILDINGS FROM THE PERSPECTIVE OF THE TECHNICAL SUPERVISION OF THE BUILDER

Keywords

technical supervision of the builder, wooden construction, New Civil Code, contractor, serious mistakes, emergency errors, error correction.

Summary

Overall, it is possible to summarize the necessity of building control by an independent expert. Control should oversee project compliance, control budget, and quality of work done. You should also check the quality of materials used and their incorporation into the structure. The technical supervision of the builder is a valid member of the construction procedure. In this case, faults due to the weakening of the load-bearing elements of the building, is an important function of the technical supervision of the building. Finally, the article is that the technical supervision of the builder must only defend the interests of the builder and rigorously control the quality of the work. Supervision should be an integral part of the construction of even smaller buildings.

Miroslav VACULA³, Martin KLVAČ⁴, Tomáš MELICHAR⁵

**VYŠŠÍ ODOLNOST NÁTĚRU FASÁDNÍCH CEMENTOTŘÍSKOVÝCH DESEK
VŮČI UV ZÁŘENÍ**

Abstrakt

Nejčastěji používanou povrchovou úpravou cementotřískových desek je nátěr. Použité nátěrové hmoty pro tento účel musí ale vzhledem k použití desek (exteriér - fasádní obklady) splnit několik požadavků. Z hlediska estetického nejvyšší nároky jsou kladeny na stálost provedeného barevného nátěru.

Klíčová slova

cementotřísková deska, povrchová úprava, stálobarevnost

1 ÚVOD

Charakter a složení nátěrové hmoty je volen dle požadovaných vlastností povlaku. Požadavky plynou jednak z materiálu, na který je povlak nanášen, z povahy prostředí, z jeho požadovaných funkcí a vlastností. Jako základní požadavky lze uvést odolnost proti povětrnostním vlivům, UV záření, estetické požadavky nebo odolnost proti chemikáliím. Další požadavky, které se týkají především samotného nátěru, souvisí s ekologičností procesu, složitosti aplikace, reologickými vlastnostmi a také finanční dostupností. [1][2]

Zvolené nátěrové hmoty a jejich skladba má zásadní vliv na funkčnost celé povrchové úpravy, která je následně vystavena působení nepříznivých vlivů. Výrobce cementotřískových desek CETRIS společnost CIDEM Hranice, a.s. se setkal v případě dodatečných nátěrů desek CETRIS při realizaci opláštění s následnou degradací povrchové úpravy (viz obr. 1), přičemž nejčastěji se jedná o ztrátu stálobarevnosti – změnu odstínu nátěru, který prováděla montážní firma.

I z tohoto důvodu se tuzemský producent ve spolupráci s Ústavem technologie stavebních hmot při Fakultě stavební, Vysokého učení technického v Brně se zaměřil na posouzení životnosti nově navržených povrchových úprav.

³ Ing. Miroslav Vacula, CIDEM Hranice, a.s., Nová 223, 753 01 Hranice, tel.: (+420) 581 676 393, e-mail: vacula@cetris.cz

⁴ Ing. Martin Klvač, CIDEM Hranice, a.s., Nová 223, 753 01 Hranice, tel.: (+420) 581 676 298, e-mail: klvac@cetris.cz

⁵ Ing. Tomáš Melichar, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební tel.: (+420) 541 147 467, e-mail: melichar.t@fce.vutbr.cz



Obr. 1: Degradace barevného odstínu – na opláštění z překládaných cementotřískových desek přetíraných na stavbě je dobře patrná totální degradace barevného odstínu v porovnání s částí opláštění, která byla dlouhodobě chráněna před slunečním svitem

2 DEGRADACE A ZMĚNY BAREVNÉHO ODSTÍNU VLIVEM UV ZÁŘENÍ A POVĚTRNOSTNÍCH VLVŮ

Vzhled a stálobarevnost nátěru jsou jedny z hlavních kritérií při volbě typu povrchové úpravy. Barvu nátěrové hmoty určují především pigmenty a ovlivňují jejich krycí schopnost. Pigmenty jsou látky anorganického, organického nebo smíšeného původu, které jsou nerozpustné v pojivech a rozpouštědlech. Další požadované vlastnosti jsou barevná stálost v závislosti na působení chemických látek, povětrnostních vlivů či slunečních paprsků. Anorganické pigmenty mají oproti organickým pigmentům větší odolnost proti chemikáliím a povětrnostním vlivům. Nevýhody anorganických pigmentů jsou však menší barvicí síla, menší čistota odstínů a vyšší hustota. [3]

Organické pigmenty, vyrobené na bázi ropy dosahují jasných a výrazných barev, ale jejich degradace vlivem vlhkosti a UV záření probíhá rychleji než u anorganických pigmentů. [4]

Jedním z výzkumů zabývajících se pigmenty se zabývá Ramdé a kol. [5]. Předmětem uvedeného výzkumu bylo testování optimálního množství organického žlutého pigmentu v nátěru na bázi styren-akrylátu. Vzorky byly vystaveny ultrafialovému a infračervenému záření, vlhkosti a působení chloridů, kdy byla pozornost zaměřena i na působení nepříznivých vlivů v dlouhodobém

časovém horizontu. Z výsledků uvedených v [5] byl zřetelný negativní vliv vlhkosti a teploty na světlostalost, dále také výrazná náchylnost žlutého nátěru na působení ultrafialového záření, kdy se postupně začala vytrácet podstata žluté barvy. Při působení infračerveného záření, došlo k fotochemické degradaci styren-akrylové matrice. Nejlepší hodnoty ochrany podkladu, změny barvy a lesku nátěru byly vyhodnoceny při množství žlutého pigmentu 0,2; 0,5 a 1 % z celkové hmotnosti.

Na stálobarevnost povrchové úpravy má vliv i podklad a jeho úprava. Cementotřísková deska je vyráběna slisováním směsi portlandského cementu, dřevěných třísek, vody a hydratačních přísad. Podíl pojiva – cementu dosahuje při hmotnostním rozložení 70%. V porovnání s betonovými výrobky je tak obsah cementu u cementotřískových desek až téměř dvojnásobný. Vysoký podíl cementu způsobuje vysoké pH samotné cementotřískové desky, které dosahuje hodnot 12,5-13. Jedná se tedy o silně alkalický povrch, proto zvolené pigmenty v nátěrových hmotách musí vykazovat vysokou stabilitu na podklady s vysokou alkalitou.

3 ZKOUŠENÍ STÁLOBAREVNOSTI

V rámci vývoje a zkoušení povrchových úprav byly vybrány vodou ředitelné nátěrové systémy, určené pro nátěr cementových podkladů, vyrobené společností BTA industry. Nejprve byla pozornost zaměřena na 2 vrstvé nátěrové systémy (základní vrchní nátěr), u kterých se dále jednotlivé varianty lišily především v množství nátěrové hmoty, ve zkoušení různých kombinací akrylátových s epoxidových typů. Testován byl také optimální způsob nanášení jak základní, tak finální vrstvy. Postupně byla pozornost převedena na 3 vrstvé povrchové úpravy se zavedením minimálně jedné epoxidové vrstvy do každé skladby. Hrany vzorků byly ošetřeny vždy všemi třemi resp. čtyřmi nátěry.

Vrchní – top nátěr je proveden ve dvou variantách:

- vodou ředitelná vrchní nátěrová hmota,
- vodou ředitelný probarvený lasurovací lak.

Vzorky s označením PI3/1 a TC3/3 reprezentují stávající produkci fasádních cementotřískových desek CETRIS Lasur, popř. Finish.

Pro testy byla zhotovena zkušební tělesa (cementotřískové desky s povrchovou úpravou) o velikosti 70x300 mm, v tloušťce 10 mm. Pro dokonalou ochranu podkladního materiálu je kvalitní nanesení nátěru nezbytné. Je třeba dosáhnout stejnoměrného nanesení nátěrové hmoty po celé ploše materiálu. Při nedodržení této zásady dochází ke zrychlené degradaci oslabeného místa a průniku nežádoucích látek do materiálu. Z tohoto důvodu byly vzorky opatřeny nátěrovými hmotami na strojní lince pro provádění povrchových úprav cementotřískových desek. Nátěr byl v podobě mlhovité disperze nanášen rozprašováním ze stříkací automatické pistole na povrch materiálu a vytvořil tak souvislý film. Výhodou velkého rozptylu nátěru je pokrytí nejen rovné části vrchní strany natírané plochy, ale i bočních stran výrobku. Jako další výhody lze uvést stejnoměrné natírání, rychlost a rychlé zasychání nátěru.

Použitá byla technologie Airmix – s přídavným vzduchem. Nanesená nátěrové hmoty byly následně vysušeny průjezdem v sušícím zařízení (tunelu – foukán vzduch o teplotě 40 – 65°C). Vytvrzení povrchové úpravy je zajištěno v chladícím zařízení. Tabulka níže uvádí podrobnou specifikaci jednotlivých povrchových úprav (viz tab. 1).

Tab. 1: Složení a množství nánosu jednotlivých vrstev nátěrů

Označení typu povrchové úpravy	Ochranný nátěr rubové strany	1. vrstva (základní) nátěr lícové strany	2. vrstva (základní) nátěr lícové strany	3. vrstva (finální) nátěr lícové strany
3-1	BTAi základní nátěrová hmota, 110-150 g/m ²	BTAi základní nátěrová hmota nástřik, 90-140 g/m ²	není	BTAi vrchní lasurovací lak 160-210 g/m ²
3-2	BTAi základní nátěrová hmota, 130-190 g/m ²	BTAi EP2 dvousložkový epoxidový nátěr, nástřik, 100-140 g/m ²	není	BTAi vrchní lasurovací lak 160-210 g/m ²
3-3	BTAi základní nátěrová hmota, 110-150 g/m ²	BTAi základní nátěrová hmota nástřik, 90-140 g/m ²	není	BTAi vrchní nátěrová hmota, nástřik, 160-210 g/m ²
3-4	BTAi základní nátěrová hmota, 130-190 g/m ²	BTAi EP2 dvousložkový epoxidový nátěr, nástřik, 100-140 g/m ²	není	BTAi vrchní nátěrová hmota, nástřik, 160-210 g/m ²
4-5	BTAi základní nátěrová hmota nástřik, 130-190 g/m ²	BTAi základní nátěrová hmota nástřik, 90-140 g/m ²	BTAi EP2 dvousložkový epoxidový nátěr, nástřik, 130-190 g/m ²	BTAi vrchní nátěrová hmota, nástřik, 160-210 g/m ²

4 HODNOCENÍ STÁLOBAREVNOSTI

Jednotlivé nátěrové systémy byly vystavovány působení UV záření, kondenzace vody za zvýšené teploty. Pro zkoušení povrchových úprav byla použita výbojka UVA-340. Zkušební vzorky se cyklicky vystavily vždy po 4 hodinách za sucha UV záření při teplotě černého panelu (60 ±3) °C a poté po 4 hodinách kondenzaci vody bez záření při teplotě černého panelu (40 ±3) °C. Jeden cyklus se tedy skládal z osmi hodinové expozice. V případě všech povrchových úprav byly vždy po 400 hodinách stanoveny změny barvy a lesku. Doba expozice byla zvyšována dle míry degradace nátěru.



Obr. 2: Umístění zkušebních vzorků v QUV komoře

Zkouška byla provedena dle ČSN EN ISO 105 – J03. Měření bylo provedeno reflexním spektrofotometrem KONICA MINOLTA CM-600d. Barevný odstín určíme dle komparačního parametru, který stanovíme z naměřených hodnot L, a, b v souladu s technickými normami. Výsledkem je porovnání vzorků uložených v expozici s referenčními vzorky. [6], [7]



Obr. 3: Spektrofotometr KONICA MINOLTA CM-600d

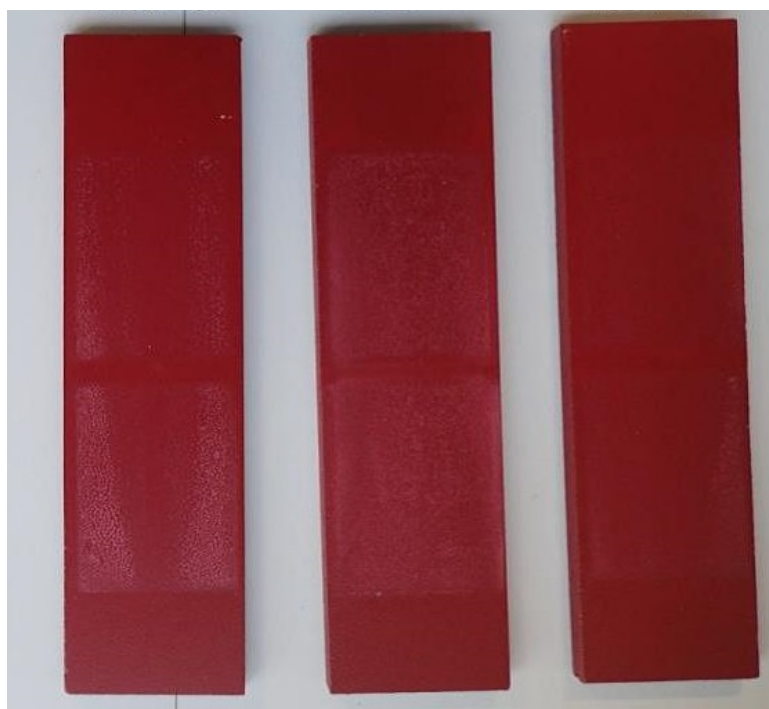
Stanovení bylo provedeno pomocí reflexního spektrofotometru. Výsledky měření, které zahrnují změnu lesku a barevného odstínu jsou uvedeny v níže uvedených tabulkách (viz tab. 2 a 3).

Tab. 2: Vyhodnocení ztráty lesku

Označení vzorku	3-1	3-2	3-3	3-4	4-5
Počáteční stav	26,85	17,26	18,9	12,58	18,59
400 hodin	23,86	18,53	22,77	13,53	18,4
800 hodin	23,37	17,19	22,52	12,32	15,88
1 200 hodin	19,04	13,36	21,03	12,21	14,83
1 600 hodin	17,65	12,32	20,01	12,84	17,69
2 000 hodin	14,72	11,57	19,08	11,69	16,83

Tab. 3: Vyhodnocení změny barevného odstínu (rozdíl odstínu ΔE_{CMC}) :

Označení vzorku	3-1	3-2	3-3	3-4	4-5
400 hodin	0,26	0,23	0,32	0,18	0,10
800 hodin	0,39	0,36	0,21	0,25	0,15
1 200 hodin	0,69	0,44	0,65	0,45	0,22
1 600 hodin	0,91	0,74	0,81	0,64	0,30
2 000 hodin	1,18	0,91	1,02	0,88	0,62



Obr. 4: Zleva 3-3, 3-4 a 4-5 po 2 000 hodinách působení UV záření

5 ZÁVĚR

Z dosažených výsledků je dobře patrné postupné stárnutí povrchové úpravy při působení UV záření v kombinaci s kondenzací vody a zvýšenou teplotou. V případě obou typů povrchového ošetření, tj. s lasurovacím vrchním lakem (3-1 a 3-2) i v případě vrchního barevného plně krycího nátěru (3-3, 3-4, 4-5) hodnoty lesku klesají. Varianta 3-3 až 4-5 se ovšem při porovnání výchozích a konečných hodnot lesku vyznačuje mnohem menší degradací v tomto ohledu.

Provedené zkoušky potvrdily výrazný vliv podkladní – základní barvy na stálobarevnost vrchního nátěru. Použitím základní barvy na bázi dvousložkové nátěrové hmoty na bázi epoxidové pryskyřice dochází k snížení odchylky změny odstínu. Nejlepšího výsledku je dosaženo u vzorku s třívrstvou skladbou nátěrů na lícové straně.

Při zkoušce byla zvolena expozice vzorků v QUV komoře o délce 2 000 hodin, což přibližně odpovídá 4 letem vystavení běžným povětrnostním vlivům. Změny odstínu byly velmi mírné a průběhem pozvolné, odpovídající přirozenému stárnutí a to i přesto, že byly záměrně vybrány odstíny, které lze z hlediska složení pigmentů shledat jako náchylnější a někteří výrobci nátěrových hmot je z tohoto důvodu prakticky nenabízí. Závěrem lze konstatovat, že vyvinuté povrchové úpravy značně prodlouží životnost z estetického hlediska při působení UV záření.

PODĚKOVÁNÍ

Tento výsledek byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Technologické agentury České republiky v rámci projektu č. TH01020282 s názvem „Nové strukturované povrchové úpravy pro cementotřískové desky s extrémní odolností a vysokou životností.“

LITERATURA

- [1] KUKLÍK, V., KUDLÁČEK, J. *Žárové zinkování*. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Asociace českých a slovenských zinkoven, 2014, 199 s. ISBN 978-80- 905298-2-3
- [2] TULKA, J. *Povrchové úpravy materiálů*. 1. vyd. Brno: VUT, 2005. 136 s. ISBN 80-214-3062-1
- [3] POVRCHOVÉ ÚPRAVY KOVU. *Povrchové úpravy kovu | Ploty Bohumín* [online]. [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <http://www.plotybohumin.cz/povrchove-upravy/>
- [4] MOHYLA, M. *Technologie povrchových úprav kovů*. 3.vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006. 150s. ISBN 80-248-1217-7
- [5] RAMDÉ, T. ECCO, L. G., ROSSI, S. Visual appearance durability as function of natural and accelerated ageing of electrophoretic styrene-acrylic coatings: Influence of yellow pigment concentration, *Progress in Organic Coatings*, Volume 103, February 2017, Pages 23-32.
- [6] ČSN EN ISO 105-J03 *Textilie - Zkoušky stálobarevnosti - Část J03: Výpočet barevných diferencí*. ČNI, 2010
- [7] ČSN EN ISO 11664-4. *Kolorimetrie – Část 4: Kolorimetrický prostor. CIE 1976 L*a*b**, ČNI, 2011

HIGHER RESISTANCE AGAINST UV RADIATION OF THE COATING OF CEMENT-BONDED PARTICLE BOARDS USED AS FACADE BOARDS.

Keywords

cement bonded particleboard, color fastness, surface finish

Summary

The most frequent surface treatment of cement-bonded particle boards is a coat of paint. The coating material used must satisfy several requirements that result from the field of application, which is exterior facade cladding. With regard to the aesthetic point of view, the stability of the coating that is applied is of the highest importance.

Pavla_KOTÁSKOVÁ⁶

DŘEVOSTAVBY SE SLAMĚNÝMI IZOLACEMI

Abstrakt

Príspevek je zaměřen na využití slámy jako tepelně-izolačního materiálu dřevostaveb. Jsou představeny varianty řešení skladeb zejména obvodových stěn s využitím slaměných balíků a slaměných panelů. Jsou zmíněny vlastnosti slaměných balíků a panelů, přednosti i nevýhody použití tohoto ekologického produktu, šetrnému k životnímu prostředí na stavbách. Vzhledem k tomu, že způsob výstavby takových staveb je specifický, v článku je popsán způsob výstavby.

Klíčová slova

stavby ze slámy, tepelné izolace, slaměné balíky, Ekopanely

1 ÚVOD

Významnou vlastností přírodních materiálů je jejich obnovitelnost, příznivý vliv na životní prostředí i na zdraví člověka. Mnoho lidí trpí alergiemi nebo jinými zdravotními např. dýchacími problémy souvisejícími s prostředím, ve kterém lidé pobývají. Pokud jsou pobytové prostory z materiálů přírodních, může to mít pozitivní vliv pro lidský organismus. Zejména proto, že tyto materiály dobře regulují vlhkost vzduchu v místnosti a vytváří příjemnější vlhkostní mikroklima.

Přírodní materiál, jako je sláma, je vhodný jako tepelná a zvuková izolace zejména dřevostaveb. Použití slámy v moderních stavbách je možné na základě znalostí fyzikálně-mechanických vlastností a neocenitelné jsou zejména zkušenosti s výstavbou z tohoto materiálu, vzhledem k tomu, že má tento materiál určitá svá specifika.

Použití přírodních materiálů nám dává jistotu zdravého vnitřního prostředí. Nemusíme se obávat uvolňování škodlivých látek nebo zdravotní závadnosti stavebních materiálů.

2 HISTORIE SLAMĚNÝCH IZOLACÍ

Jak uvádí Márton [8], známé slaměné stavby byly do roku 1936 stavěny s nosnou konstrukcí pouze z balíků slámy bez dřevěných konstrukcí. Střecha spočívala přímo na stěně z balíků slámy. Balíky se skládaly podobně jako velké tvárnice.

Největší rozšíření se této technice dostalo v letech 1915 až 1930. Z této doby pochází podle literatury asi 70 staveb, z nichž 13 ještě existovalo v roce 1993. [9].

V roce 1936 byl dokončen dvoupodlažní dům v Alabamě, kde byla poprvé použita nosná dřevěná konstrukce s izolační výplní slámou. V 50. letech minulého století se přestává již stavět ze slaměných balíků. Důvodem toho je zřejmě velkovýroba a snadnější dostupnost klasických stavebních materiálů. [8].

Kolem roku 1990 nastává v USA velký informační boom, pořádají se kurzy a zakládá se první organizace sdružující profesionální stavitele SBICA (Straw Bale Construction Association). Byla vydána první povolení pro stavby s dřevěnou konstrukcí. [8].

⁶ Ing. Pavla Kotásková, Ph.D., Ústav inženýrských staveb, tvorby a ochrany krajiny, LDF MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: (+420) 545 134 010, e-mail: pavlakot@mendelu.cz

Ve Francii vznikaly první slaměné domy v okolí Bretagni, kde se v roce 1998 konala první evropská mezinárodní konference věnovaná stavění ze slámy. Ve stejném roce se následně konalo sympozium o stavění ze slámy v Holandsku a byla udělena první stavební povolení na domy z balíků slámy. V roce 1998 realizovala Barbara Jones v Irsku jeden z prvních dvoupodlažních domů se samonosnými stěnami. Architekt Ruedi Kunz vedl v roce 1999 ve Švýcarsku povolenou stavbu slaměného domu s dřevěnou sloupkovou konstrukcí. V Norsku stálo na konci 20. století již více než 25 domů. V Bělorusku vzniklo sídliště ze slaměných domů určené pro lidi, kteří museli opustit Černobyl. Toto sídliště obdrželo v roce 2000 světové ocenění „World Sustainable Energy Awards“. Ve Vysokých Tatrách na Slovensku bylo projektováno společností Windrose Co 100 slaměných domů. V rámci projektu OSN vzniklo v Mongolsku od roku 1997 více než 100 budov z balíků slámy. [9].

Během konce 20. století a začátku 21. století dochází, díky různým ekologickým hnutím, k rozšíření slaměného stavitelství i do ostatních zemí po Evropě a ve světě. Mezi oblastmi, kde se dnes staví nejvíce, patří jih USA, Mexiko a Čína. V těchto zemích vznikají sociální projekty, jež využívají především nízké ceny balíků a možnost svépomocné stavby. [8]

U nás je dlouholetá zkušenost se slámou jako výbornou tepelnou izolací, kdy se zejména na vesnicích skladovala sláma pro dobytek na půdách domů, kde přezimu sloužila jako tepelná izolace. Bylo dobře známo, že stropem uniká velké množství tepla, proto se nechávala určitá vrstva slámy po celé ploše až do začátku léta.

3 SLÁMA JAKO STAVEBNÍ MATERIÁL

Použití slámy ve stavebnictví je pro její dobré tepelně izolační vlastnosti. Existuje několik způsobů použití. Jednak ve formě slaměných balíků, ve formě ukládání slámy do dutiny nebo použití slaměných panelů.

3.1 Balíky slámy

Pro výrobu slaměných balíků se používají suché stonky vymláceného obilí, nejčastěji z pšenice. Lisované balíky slámy mají více formátů, u nás nejčastěji rozměry 350x400x600 mm. Lisovací hustota balíků vhodných pro stavební účely je od 80 do 120 kg /m³. [9]

Středně velké balíky mají rozměry 500 x 800 x 700 mm až 2400 mm. Velké balíky slámy pak dosahují rozměrů okolo 700 x 1200 x 1000 mm až 3000 mm. Střední a velké balíky slámy se převážně používají pro stavění nosných stěnových konstrukcí. Kvůli jejich vysoké hmotnosti je možné s nimi manipulovat pouze za pomoci zdvižných zařízení, jako jsou zdvihací kleště. Tyto balíky jsou zpravidla lisovány na hustotu 180 až 200 kg/m³. [9]

V České republice legislativa nedovoluje používat slaměné balíky jako samostatně nosnou stěnovou konstrukci, což je důvod, proč se rozměry středních a velkých balíků slámy u nás nepoužívají.

3.1.1 Tepelně izolační vlastnosti balíků slámy

Pro tepelně-technické posuzování konstrukcí z balíků slámy se u nás používají hodnoty dle německého závazného předpisu (Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für Baustrohballen). Ten od roku 2006 dovoluje provádět tepelně-technické výpočty s hodnotami součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,080 \text{ W/mK}$ ve směru rovnoběžném se stěbly a $\lambda = 0,052 \text{ W/mK}$ ve směru kolmo na stěbla slámy. [8]

3.1.2 Akustické vlastnosti

Stěny z oboustranně omítnutých balíků vykazují vyšší vzduchovou neprůzvučnost než stejně těžké konstrukce z jiných materiálů. Ze zkušeností je zřejmé, že omítnuté stěny ze slaměných balíků dobře zvukově izolují. Vzduchová neprůzvučnost stěn tl. 400 mm dosahuje nejnižších hodnot 50 dB. [5]

3.1.3 Vlhkost slaměných balíků

Sláma je materiál hygroskopický, tudíž v něm dochází při styku s vlhkostí k absorpci. Voda je ve slámě v určitém procentu obsažena i při nízké relativní vlhkosti. Tato voda je však vodou vázanou, tedy je vázaná v mikroskopickém měřítku v malých pórech. Růst hub může začít, pokud je sláma vystavena relativní vlhkosti vyšší než 80 % po několik měsíců za sebou. K rozkladu slámy pak může docházet při dlouhodobějším vystavení slámy nad 90 % relativní vlhkosti a zároveň teplotě 15 °C. Německé stavební standardy udávají 80 % relativní vlhkost jako horní hranici bezpečných podmínek. [3]

Je třeba dbát na konstrukční ochranu podobně jako u dřevěných konstrukcí. K tomu náleží i ochrana před odstříkující vodou. Doporučuje se umisťovat tyto materiály minimálně 150 mm, lépe 300 mm, nad přilehlým terénem.

3.1.4 Ochrana slámy před hlodavci a škůdci

Sláma je tvořena z větší části celulózou, kterou hlodavci nejsou schopni strávit, proto vyhledávají balíky slámy spíše z důvodu budování obydlí. To se ovšem týká všech izolačních materiálů a sláma, oproti polystyrenu nebo minerální vatě, které drží tvar hlodavci vybudovaných chodbiček, vlivem stlačení a stálého tlaku uvnitř balíku slámy, zatahuje vybudované chodbičky, což hlodavcům značně ztěžuje pohyb. Při výběru balíku na stavbu je vhodné vybírat balíky s co možná nejnižším obsahem sena mezi stébly slámy a zrna na jejich stéblech. Ty oproti slámě hlodavcům mohou sloužit jako zdroj potravy. Po omítnutí stěny, například hliněnou omítkou, však již tento problém odpadá, protože omítnutá stěna sama o sobě hlodavce odrazuje. Omítnutí stěn zabrání i případnému hnízdění malých ptáků, divokých včel nebo vos. [8]

3.1.5 Požární odolnost slámy

Hořlavost je často argumentem proti stavění ze slámy. Podobně jako u dřevěných konstrukcí není nutné se požáru obávat. Jednotlivá stébla hoří dobře, ale lisovaná sláma špatně hoří pro nedostatečné množství kyslíku. Dobře slisovaná sláma ohořívá po povrchu, kde se vytváří uhlíkatá vrstva, oheň se tak lehce nedostane do hmoty.

Testy prováděné ve Vídni v rámci projektu „Dům budoucnosti – Haus der Zukunft“, které zkoumaly chování pšeničných slaměných balíků vystavených plamenu, zjistily, že u balíků slámy nehrozí výrazně větší riziko požáru oproti tradičním stavebním materiálům. U balíků slámy s objemovou hmotností $\rho = 90 \text{ kg/m}^3$ byla zjištěna třída reakce na oheň E, hořlavost B2, což znamená normálně hořlavé. Po zabudování do stěn byla zjištěna požární odolnost 30 až 90 minut, v závislosti na použití povrchové úpravy na slaměných balících. Omítnutá stěna s 20 mm hliněné omítky zevnitř a s 20 mm vápenné omítky z exteriéru, má podle rakouské normy požární odolnost F 90. Neomítnuté stěny dosahují požární odolnosti 30 minut. [5]

3.2 Panely ze slámy

Slámový panel je ekologická difúzně otevřená stavební deska. Je lisovaná za vysoké teploty a tlaku z obilné slámy bez použití pojiv, polepená recyklovanou lepenkou. Ekopanel je 100% přírodní, plně recyklovatelný, pevný a difúzně otevřený stavební materiál vhodný pro trvalé zabudování do staveb. Panely se vyrábí v tl. 40 nebo 60 mm. Šířka panelu je 800 nebo 1200 mm, délky 1200 mm až 3200 mm. Panely dosahují objemové hmotnosti 379 kg/m^3 . [1]

3.2.1 Mechanické vlastnosti panelů

Předností Ekopanelu je jeho vysoká mechanická odolnost, zvláště pak ve srovnání se sádrokartonem. Proto je ideální pro realizaci samonosných příček ale i obvodových stěn. U sádrokartonu i OSB desek je nutné nejdříve vytvořit kostru příčky. Díky hustému jádru lze do Ekopanelu kotvit a zavěšovat různé předměty – například skříňky v kuchyni, radiátory, horizontální zařízení na rozvod instalací, zábradlí, držadla a podobně.

Pro srovnání:

- sádrovláknitá deska tloušťky 12,5 mm unese až 50 kg,

- sádrokarton podle typu pouhých 23 -27 kg,
- Ekopanel unese na vrutu 5 x 100mm břemeno až 75kg. [1]

3.2.2 Tepelně-izolační vlastnosti, akumulace tepla

Zhuštěné lisované slaměné jádro dává Ekopanelu nejen nadprůměrné tepelně-izolační vlastnosti, ale také schopnost akumulace tepla. Součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,099 \text{ W/mK}$. Stavby z Ekopanelů se lépe vyrovnávají s rychlými změnami teplot a šetří tak náklady na jejich vytápění. Teplotní amplituda u Ekopanelů má zpoždění 11,8 hodin, tj. teplo proniká do prostoru objektu s tímto zpožděním. V létě se tedy dřevostavba v noci ochladí a chlad si udrží až do večera. V zimě naopak si dřevostavba přes den naakumuluje teplo při vytápění, a toto teplo se udrží až do rána, bez potřeby topit nejen v noci, ale i ve večerních hodinách. Racionální je proto aplikace Ekopanelů při vytváření obytných podkroví, protože v podkrovních prostorech bývají často problémy s tepelnou stabilitou v letním období. [1]

Ekopanely svými izolačními schopnostmi pomáhají celoplošně překrývat tepelné mosty v objektu způsobené dřevěnou nosnou konstrukcí, kotvením anebo nesouvislou vrstvou tepelné izolace.

Díky vláknitému charakteru slámy mají materiály z ní vyrobené nízkou tepelnou vodivost a jsou propustné pro vodní páru. Koeficient difúzního odporu: $\mu = 9,7$. Příznivou vlastností Ekopanelu je, že při zvýšené vlhkosti vzduchu absorbuje přebytečnou vlhkost do vnitřní pórovité struktury slaměných vláken a při jejím opětovném snížení ji naopak pozvolna uvolňuje do okolního prostředí. Tento mechanismus příznivě ovlivňuje vlhkostní mikroklima v interiéru, hlavně v zimním období. [1]

3.2.3 Zvukově-izolační vlastnosti

Materiály na bázi slámy mají obecně dobré zvukově-izolační vlastnosti. Jedná se zejména o akustickou pohltivost, která má za následek vysokou vzduchovou neprůzvučnost. Tyto vlastnosti závisí především na struktuře a objemové hmotnosti konkrétního typu použitého materiálu. Například neprůzvučnost jednoduché příčky z Ekopanelů bez povrchových úprav je 33 dB. Ekopanely svými zvukově-izolačními vlastnostmi pomáhají naplnit ty nejvyšší požadavky na bydlení bez rušivého hluku pronikajícího z okolí. [2]

3.2.4 Požární odolnost

Protože je Ekopanel ze slámy slisován, jeho jádro obsahuje jen minimální množství vzduchu, který podmiňuje hoření. Při požáru nejprve ohoří papír, tj. obal Ekopanelu, a poté je hoření zastaveno slaměným jádrem. Tento samozhášivý efekt je jednou z jeho výrazných výhod. Ekopanel neobsahuje chemické látky, jejichž výpary by byly hořlavé a podporovaly tak jeho hoření. Ve Výzkumném a vývojovém ústavu dřevařském Ekopanel zařadili podle reakce na oheň do kategorie E. [1]

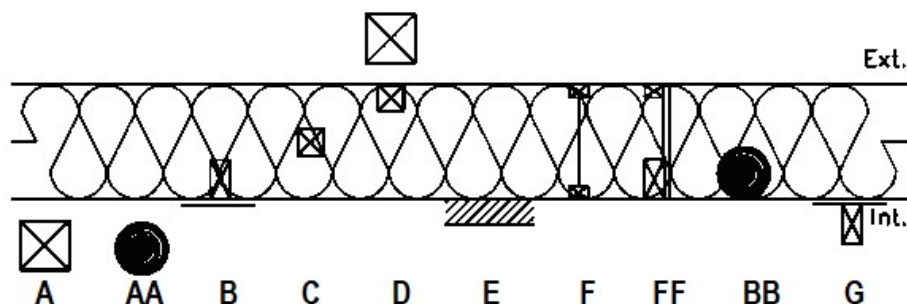
4 KONSTRUKCE NOSNÝCH STĚN

Nejvhodnější pro tyto stavby je skeletový systém, kdy veškerou statickou funkci včetně zavětrování plní dřevěná nosná konstrukce a balíky slámy u tohoto nosného systému slouží pouze jako výplňový a tepelně izolační materiál.

Při použití výplně balíky slámy je vhodné zvolit takový modul, který by odpovídal délce použitých slámových balíků, aby nebylo nutné velikosti balíků upravovat na požadovaný rozměr.

Pokud vznikne (vychází) mezera mezi balíky do 20 cm, je vhodné ji posunutím balíků rozdělit na několik mezer menších, které lze vyplnit volnou slámou. Pokud vznikne mezera širší než 200 mm, vyplatí se zkrátit slaměný balík tak, aby do mezery zapadl. [10]

Na obrázku 1 je znázorněno, jakou má tento systém variabilitu, co se týče průřezové charakteristiky nosného prvku a jeho umístění ve stěně.



Obr. 1: Umístění nosného dřevěného prvku ve stěně [6]

Legenda [6]:

A; AA

Poloha sloupků před stěnou ze strany interiéru umožňuje volný průběh stěny z balíků, s tím je spojena vysoká rychlost pokládky, snížení pravděpodobnosti výskytu spár absence tepelných mostů tvořených konstrukcí. Nevýhodou je nutnost vyšší šíře základů, a málo možností, jak uchytit dřevěné obložení. Proto jsou balíky obvykle oboustranně omítány.

B; BB

Velmi často aplikovaný způsob, vychází z konstrukčního systému rámových dřevostaveb (two by four). Rastr se obvykle navrhuje tak, aby vzdálenost mezi jednotlivými sloupky byla cca o 30 mm menší, než je délka balíku. Ten se pak do mezery vtláčí, ideálně za pomoci dvou tenkých plechů. [3] Vytvořená kostra se zavětruje z vnitřní strany diagonálním latěním nebo OSB deskami, které plní i funkci parobrzdy.

C

Pozice sloupku uprostřed balíku je vhodná, pokud známe předem velikost balíků, protože vyřezávání může být velmi náročné. Nevýhodou je nutnost aplikace finálního povrchu přímo na balíky. [8]

D

Pozice sloupků ve stěně fasády se z důvodu lokalizace v kondenzační zóně balíku v naší oblasti nevyužívá [8]. Sloupky předsazené před slaměnou stěnu jsou možným řešením, problematické však je napojení na vodorovné konstrukce v rámci eliminace tepelných mostů [9].

E

Průběžná konstrukce z masivních panelů má řadu výhod. Balíky je možné velmi rychle klást na její vnější obvod, masivní panely obvykle umožňují vedení rozvodů v prefabrikovaných dutinách, slouží jako parobrzdná a zároveň pohledová vrstva. Lze dobře využít masivní panely např. lepené Novatop, nebo šroubované DEKPANEL. Výhodou tohoto systému je také celková prefabrikace nosné konstrukce s následnou rychlou montáží na staveništi.

F; FF

Řešení realizované buď prefabrikovaným I profilem (např. STEICO) nebo dřevěnou latí připevněnou plošným prvkem (např. OSB deskou) k vnitřnímu sloupku. Stejně jako u způsobu C, i zde je nutné předem znát rozměry slaměných balíků. Toto řešení umožňuje jak připevnění plošného materiálu z vnitřní strany, tak izolačních desek či roštu s provětrávanou fasádou a dřevěným obkladem z vnější strany.

G

Tento způsob umožňuje ponechání viditelného dřevěného prvku v interiéru nebo jeho zaklopení další tepelně izolační skladbou pro dosažení vyššího tepelně izolačního standartu DEKPANEL [8].

Dělení slámových balíků

Pokud se na stavbě balíky slámy pokládají provázaně, pak na koncích stěn nebo také u dveří a oken, jsou často zapotřebí pouze jejich části. K dělení balíků a sešněrování částí balíků novým vázacím motouzem se zpravidla používají protahovací trny. Jako protahovací trn může sloužit například kus konstrukční oceli o průměru 6 mm, u kterého se jedna strana ohne, čímž vznikne úchop. Druhý konec se pomocí kladiva a kotoučové brusky rozklepe na plochu a zbrousí do špičky. V rozklepané ploše špičky se vyvrtá otvor, který slouží pro protažení nitě vázacího motouzu. Následně se balík propíchne vzniklým protahovacím trnem, svislým směrem těsně vedle původního vázacího motouzu. Po přestřížení motouzu se protahovací trn vytáhne a konce motouzu se spolu pevně sváží. Následně se může původní vázací motouz přestříhnout a slámový balík se rozdělí na dvě části. [9]

Kotvení balíků ve stěně

Balíky, které nejsou vkládány přímo mezi dva nosné prvky o stejné šíři jako je balík (viz řešení F; FF z obr. 1, je nutné ve stěně stabilizovat. Cílem stabilizace je zajistit, aby balíky ze stěny nikterak nevybočovaly a působily jako jednolitá stěna. Zanedbání dostatečného stabilizování může způsobit vznik vypouklín a dutin, jejichž oprava bývá časově náročná. [8]

Konkrétních systémů stabilizace bylo za období slaměného stavitelství vynalezeno poměrně hodně. Často užívanou metodu představuje propojování balíků dřevěnými štěpy zaraženými do jejich středu, čímž je navzájem vertikálně propojeno několik balíků. Tyto štěpy je pak možné buď přímo přivázat polypropylenovými provázky či popruhy k nosné konstrukci, nebo z vnější strany balíků připevnit latě a teprve ji přivazovat k nosné konstrukci. Důležité je, že nemusí být přímo každý balík kotven k nosnému systému, postačuje, když je propojen s jinými balíky, které jsou spjaty s nosným systémem. U stěn s nosnou dřevěnou konstrukcí, o kterou se může slaměný balík opřít, postačuje kotvení pouze za použití venkovních latí umístěných v každé řadě balíků. [6]

Jestliže je stěna ze slámových balíků uspořádána vně sloupkové konstrukce, pak by se balíky měly se stojinami svázat.

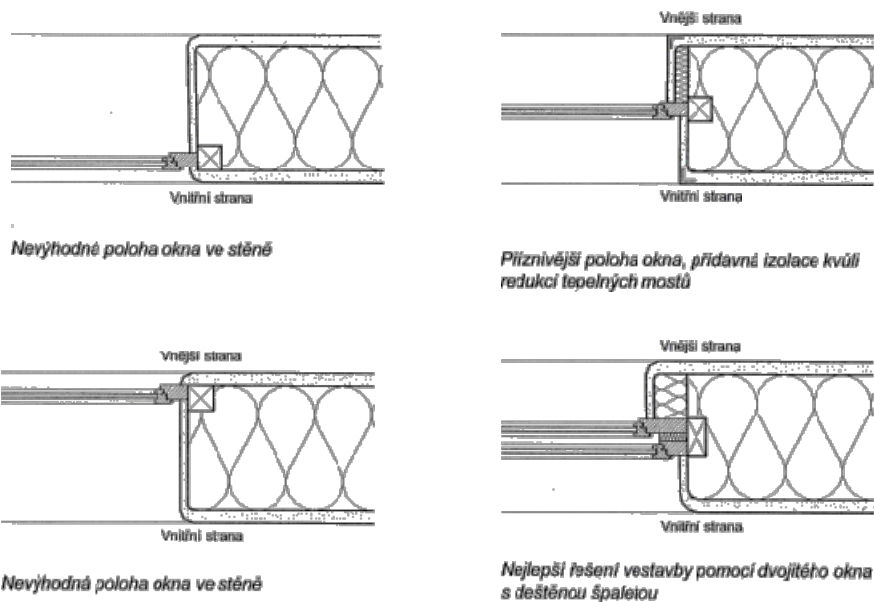
Sedání balíků

S velkým sedáním je třeba počítat v případě stěn z nosných balíků, kdy je stěna zatížena střechou. Balík je pružný prvek, u něhož vlivem zatížení dochází ke stlačení. Sedání balíků závisí na jejich hustotě, případném zatížení, ale i způsobu kotvení balíků. Pokud je kotvení pevné, pak k sedání téměř nedochází. Nepůsobí-li na balíky žádné svislé zatížení, stěna nezmění svůj tvar. [8]

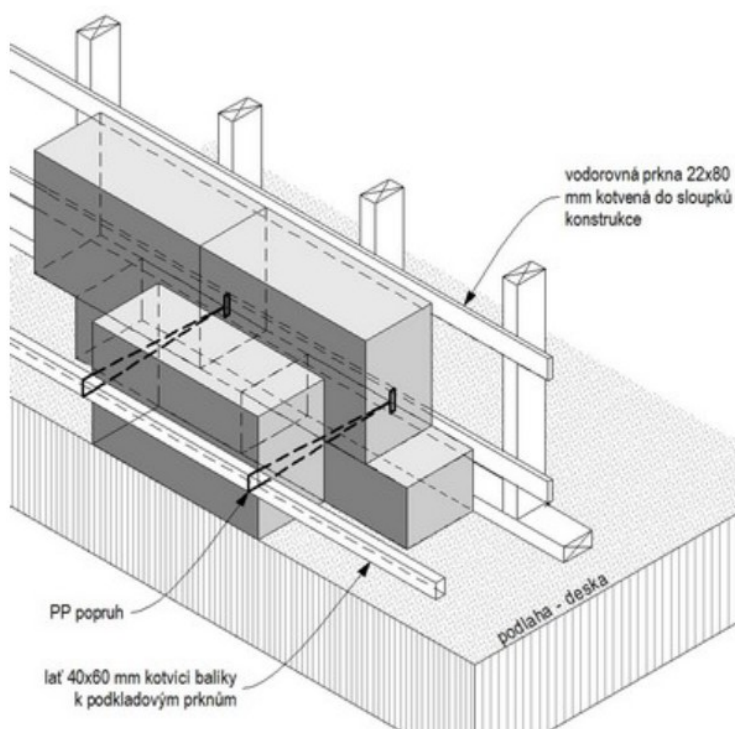
Dveře a okna

Vzhledem k velké šířce stěny (420 – 450 mm) je žádoucí umístit okna zhruba do středu šíře ostění tak, aby vnitřní a vnější parapet měl stejnou šíři. To je vyřešeno osazením okna do rámu - „kastlíku“ z OSB desek, tak aby rám překrýval 400 mm tlustou vrstvu izolace z balíků slámy. Tímto řešením částečně omezíme tepelné mosty, vznikající, je-li okno zabudováno v úrovni rámové konstrukce, a současně se vyhneme negativu, které nese příliš hluboké zabudování vedoucí ke špatné cirkulaci vzduchu v okenním výklenku a z toho plynoucí kondenzace vodních par. Z vnější strany je potřeba ostění dodatečně zateplit přídatnou tepelnou izolací viz obr. 2. [6]

Venkovní podokenní parapety se doporučují s přesahem přes úroveň vnější omítky alespoň 60 mm, aby voda, která stéká po parapetu, nescapávala na omítku pod oknem. Dále je třeba zajistit, aby voda nezatékala do boku do omítky (boky plechového parapetu by měly být dostatečně ohnuty směrem nahoru. [10]



Obr. 2: Umístění rámu okna [9]



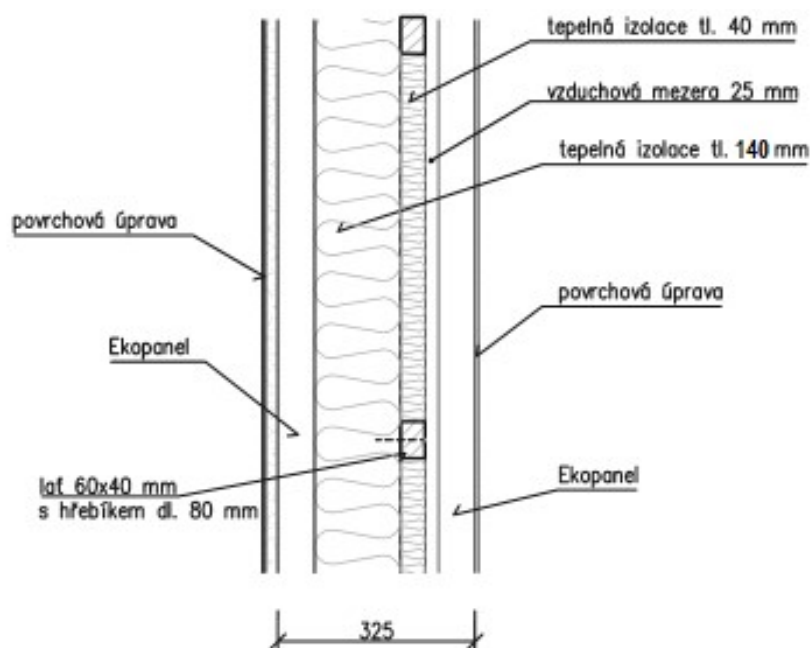
Obr. 3 Kotvení balíků ke stěně vodorovným latěním s PP provázky - pasivní dům s dvojitou slaměnou izolací v Třebosicích [7]

Převazba balíků

Dvojité balíkování na obrázku 3 s ukázkou kotvení k prknům. Spáry jsou překládány ve vodorovném směru o $1/4$ délky balíku, ve svislém směru o $1/2$ výšky balíku. Protože je délka balíků vždy mírně odchylná, je nutné začínat izolování od rohů, kde vyžadujeme nejpevnější vazbu, směrem dovnitř stěny k otvorům oken a dveří. Překrývání spár je třeba řídit pro každou vrstvu balíků individuálně, pokud se spáry blíží více než na $1/8$ délky balíku, je třeba zvolit balík jiné délky nebo délku balíku upravit. V praxi lze však téměř vždy balíkovat bez zdržování se krácením.

Stěny z panelů

Obvodová konstrukce stěn z panelů je nejčastěji navrhována jako sendvičová konstrukce stěn rámového konstrukčního systému. Panely tvoří výztužné opláštění této dřevěné rámové konstrukce. Nejjednodušší skladba stěny viz obr. 4. Standardní stěna z panelů se skládá z první vnější vrstvy Ekopanelů, z interiéru vložené tepelné izolace v požadované tloušťce, druhé celistvé izolační vrstvy Ekopanelů, instalační mezery a třetí vrstvy Ekopanelů. Takto vytvořený sendvič při tloušťce izolace min. 140 mm splňuje požadavky nízkoenergetického domu a je difúzně otevřený.



Obr. 4: Řez obvodovou stěnou s Ekopanely [2]

5 POVRCHOVÁ ÚPRAVA

4.1 Stěny z balíků slámy

Pro stavby izolované balíky slámy se doporučuje hliněná omítka, která je značně flexibilní, může být přímo aplikována na balíky. Vápenná omítka se nahazuje nejlépe na pletivo, které se připevňuje na dřevěnou konstrukci nebo přichycuje prošíváním polypropylenového provázku, který se provléká jehlou z jedné strany stěny na druhou. Hliněná omítka je výhodná zejména tam, kde je v místě staveniště zdroj vhodné hlíny, takže odpadnou náklady na dopravu. Ideální situace je ta, kdy

zpracujeme hlínu, kterou jsme vykopali při hloubení základů. V takovém případě ještě ušetříme za odvoz nepotřebné hlíny.

Tradiční hliněné omítky často obsahovaly určitý podíl obilných plev nebo nakrátko nařezanou slámu. Tento rostlinný vláknitý podíl zvyšoval pružnost a houževnatost výsledné směsi. Spolu s pískem (pro ostření směsi), který snižoval smršťování a praskání omítky při vysychání, tyto přísady způsobovaly to, že výsledné směsi měly výrazně lepší vlastnosti než samotná hlína.

Přechod mezi dřevěnou konstrukcí a balíkem je třeba překrýt rabicovým pletivem nebo perlinkou.

Hliněné omítky se v našich klimatických podmínkách hodí spíše pro vnitřní použití, ale pokud budou stěny chráněny dostatečnými přesahy střech, je možné je použít i na exteriérové straně [10].

Je-li požadován hladký povrch stěn, lze aplikovat běžnou omítku na obklad z difúzně otevřených dřevovláknitých desek. Pro obložení těžkého pláště je třeba vytvořit nosný laťový rošt, uchycený na nosnou konstrukci stěny pomocí kotev.

4.2 Stěny z panelů

Panely se povrchově upravují jako běžné SDK desky, tj. malbami, nátěry, tapetováním, nástřiky, stěrkovými omítkami nebo obklady.

Na hotové vnitřní plochy z Ekopanelů se celoplošně aplikuje penetrační můstek – nátěr Sokrat rozmíchaný v poměru 1:3 s vodou. Po zaschnutí nátěru se pomocí samolepící bandážovací pásky přetáhnou všechny spoje Ekopanelů a poté se opět celoplošně provede druhý nátěr penetrací Sokrat rozmíchaný v poměru 1:5 s vodou. Na plochy opatřené penetračním nátěrem se upevní rákosová rohož. Na rohož se poté nahodí hliněná omítka, která se po zaschnutí opatří malbou interiérovou na hliněné omítky. [2]

Podobně se může aplikovat štuková omítka kde je místo rákosové rohože použita celoplošně ztužující tkanina (perlinka). Na Ekopanely je po penetraci možné aplikovat i tenkovrstvé hliněné nebo sádrové omítky. [2]

Do koupelen se doporučuje osadit na Ekopanely voděodolné konstrukční desky, které se obloží. Např. konstrukční desku Wedi, kterou tvoří jádro z extrudovaného polystyrénu (XPS) světle modré barvy. XPS je díky uzavřené struktuře buněk zcela nenasákavý a díky této vlastnosti je každá konstrukční deska Wedi 100% vodotěsná. Tato konstrukční deska je dále na obou stranách opatřena speciálním cementovým povrchem, který je navíc armovaný sítkou ze skelného vlákna pro větší pevnost a stabilitu. Cementový povrch tvoří současně kontaktní vrstvu pro lepidlo a z tohoto důvodu představuje deska ideální nosný podklad pro keramické obklady a dlažby. [11]

6 ZÁVĚR

Sláma je obnovitelnou surovinou, kterou lze využít zejména jako tepelnou izolaci stěn i stropů dřevostaveb. Díky vláknitému charakteru slámy jsou stěny domů propustné pro vodní páru. Lze je bez problémů použít v difúzně otevřených konstrukcích. Při zvýšené vlhkosti vzduchu absorbuje sláma vlhkost do vnitřní pórovité struktury slaměných vláken a při jejím snížení ji naopak pozvolna uvolňuje do okolního prostředí. Tento mechanismus příznivě ovlivňuje vlhkostní mikroklima v interiéru, zejména v zimním období, kdy se vytápěním snižuje vlhkost vzduchu uvnitř objektu. Při správném návrhu i realizaci není nutné se obávat snížené životnosti stavby.

LITERATURA

- [4] *Ekopanely - pevný stavební materiál pro stavbu domu* | Ekopanely. Ekopanely - stavební systém od příčky po celý dům [online]. EKOPANELY SERVIS s.r.o. [cit. 15. 6. 2017]. Dostupné z: <https://www.Ekopanely.cz/sluzby-a-produkty/Ekopanely/>
- [5] *Ekopanely - stavební systém od příčky po celý dům* [online]. [cit. 12. 6. 2017]. Dostupné z: https://www.Ekopanely.cz/wp-content/uploads/02_Ekopanely-brozura.pdf

- [6] GRMELA, D., URBÁŠOVÁ H. *Ekologické obytné soubory: Katalog slaměných domů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, 2012. 46 s. ISBN 978-80-214-4418-8.
- [7] HUDEC, M., JOHANISOVÁ, B., MANSBART, T. *Pasivní domy z přírodních materiálů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 175 s. ISBN 978-80-247-4243-4.
- [8] CHYBÍK, J. *Přírodní stavební materiály*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 268 s. ISBN 978 80-247-2532-1.
- [9] KOUKAL, P. *Dřevostavba rodinného domu s izolací ze slámy*. Diplomová práce. MENDELU Brno, 2015. 64.
- [10] MÁRTON, J. *Dvojitá izolační vrstva slaměných balíků na pasivním domě v Jablonci nad Nisou* [online]. 2010 [cit. 2015-04-17]. Dostupné z: <https://naturesystems.cz/dvojita-izolacnivrstva-slamenych-baliku-na-pasivnim-dome-v-jablonci-nad-nisou>
- [11] MÁRTON, J. *Stavby ze slaměných balíků: slaměné izolace v nízkoenergetických a pasivních domech, návrh staveb šetrných k životnímu prostředí, hliněné omítky, ozeleněné střechy*. 1. vyd. Liberec: J. Márton, 2010. 204 s. ISBN 978-80-254-6610-0.
- [12] MINKE, G., MAHLKE F. *Stavby ze slámy: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. vyd. Ostrava: HEL, 2009. 143 s. ISBN: 978-80-86167-31-2.
- [13] PFEIFEROVÁ, M., ŠIMEK, F., SRDEČNÝ, K. *Slaměný dům: jak pořídit z balíků slámy standardní dům*. 1. české vyd. České Budějovice: Rosa, 2001, 77 s. ISBN 80-238-6834-9.
- [14] *Voděodolné konstrukční desky | Konstrukční desky*. Konstrukční desky wedi | Konstrukční desky [online]. Konstrukční desky CZ [cit. 23. 8. 2017]. Dostupné z: <http://www.konstrukcnidesky.cz/board.php>

WOODEN HOUSES WITH STRAW INSULATION

Keywords

the construction of straw, thermal insulation, straw bales, ecopanel

Summary

The paper focuses on the use of straw as a heat-insulating material of timber constructions. It presents variants of the solution of structures especially of the peripheral walls using straw bales and straw panels. Article mentions the characteristics of straw bales, the advantages and disadvantages of using this ecological product, which are environmentally friendly. Building system of these buildings is such specific. For this reason, the paper describes how to build these constructions.

Vratislav BLAHA⁷

STATISTIKA VÝSTAVBY RODINNÝCH DOMŮ A DŘEVOSTAVEB V ČESKÉ REPUBLICE

Abstrakt

Tento příspěvek je věnován stručnému popisu vývoje výstavby dřevostaveb na území České republiky v předchozích letech. Český statistický úřad zavedl i přesnější statistické sledování nosných konstrukcí staveb, jehož výsledky jsou v příspěvku uvedeny.

Klíčová slova

Dřevostavby, montované domy, ADMD

1 ÚVOD

Z posledních statistik vyplývá, že se české stavebnictví jako celek v roce 2016 meziročně pokleslo a to o 7,6 %. Potěšující je ale zejména to, že výstavba rodinných domů zaznamenala meziroční růst kolem 4,5 % (měřeno podle indexu počtu dokončených rodinných domů 2016/2015).

2 DŘEVOSTAVBY NA ČESKÉM TRHU

Podle dostupných údajů bylo v roce 2000 v České republice dokončeno pouze 133 ks rodinných domů na bázi dřeva a v roce 2016 jich bylo již 2 013 ks. To znamená, že podíl dřevostaveb z celkového počtu dokončených rodinných domů u nás dosahuje již více než čtrnácti procent a neustále meziročně kontinuálně roste.

Tab. 1: Vývoj trhu dřevostaveb v České republice (počet dokončených domů a podíl dřevostaveb na trhu rodinných domů) Zdroj: ČSÚ, ADMD

Rok	Rodinné domy dokončené v ČR celkem (v ks)	Dřevostavby dokončené v ČR (v ks)	Podíl dřevostaveb na trhu rodinných domů v ČR (v %)
1999	8 251	92	1,12
2002	11 499	159	1,38
2005	13 231	384	2,90
2008	19 211	1 008	5,25
2014	13 510	1 281	9,48
2015	13 412	1 791	13,35
2016	14 010	2 013	14,37

⁷ Ing. Vratislav Blaha, CSc., Předseda ADMD – Asociace dodavatelů montovaných domů, Bauerova 491/10, 603 00 Brno, tel.: (+420) 602 702 743, e-mail: blaha@admd.cz, web: www.admd.cz

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že celkový počet dokončených rodinných domů v České republice se po několika letech stagnace (v roce 2014 a 2015) v roce 2016 opět vrátil k mírnému růstu a to o 4,5%.

Statistiky dokončených domů podle druhu nosné konstrukce, které zpracovává ČSÚ, byly až do roku 2014 poměrně nepřesné, protože stavební úřady evidovaly při kolaudaci staveb pro statistické účely do formuláře Stav 7-99 pouze čtyři možnosti nosných konstrukcí a to:

- a) zděnou (cihly tvárnice),
- b) montovanou (panely),
- c) dřevěnou,
- d) ostatní.

Od počátku roku 2015 bylo Českým statistickým úřadem na základě žádosti ADMD zavedeno nové a přesnější statistické sledování nosných konstrukcí staveb, kde všechny stavby s dřevěnou nosnou konstrukcí se dále ještě sledují do podskupin podle typu konstrukce nebo způsobu montáže a to:

Tab. 2: Dokončené rodinné domy – dřevostavby – podle typu nosné konstrukce Zdroj: ČSÚ

Typ nosné konstrukce	Rok 2015 (v ks)	Rok 2016 (v ks)	Index 2016/2015 (v %)	Rozdíl 2016-2015 (v ks)
Sruby a roubenky	222	233	104,95	11
Lehký rámový skelet (panelová montáž)	623	963	154,57	340
Lehký rámový skelet (staveništní montáž)	537	671	124,95	134
Těžký skelet	52	31	59,62	-21
Panely z masivního dřeva	92	79	85,87	-13
Neurčeno	92	1	1,09	-91
Ostatní	173	35	20,23	-138
Dřevostavby celkem	1 791	2 013	112,40	222

Ve vývoji počtu realizovaných dřevostaveb na našem trhu byl rekordní rok 2016, kdy bylo dokončeno a zkolaudováno celkem 2 013 ks domů s dřevěnou nosnou konstrukcí, což bylo oproti roku 2015 o 222 ks domů, resp. o 12% více. Je potěšitelné, že tempo růstu dřevostaveb bylo v roce 2016 téměř 3x rychlejší než u domů realizovaných jinými technologiemi.

Jsem přesvědčen, že k tomuto výrazně pozitivnímu růstu přispěly tyto faktory:

- a) Zlepšující se politická a ekonomická situace v ČR, kdy u zájemců o výstavbu nového domu, kteří v minulých několika letech byli v nejistotě a odkládali zahájení výstavby na pozdější dobu, jejich rozhodnutí dozrálo a rozhodli se stavět.
- b) Výhodné podmínky financování, kdy většina bank nabízí úrokové sazby u hypotečních úvěrů pod 2,0% p.a.

- c) Rostoucí počet spokojených lidí, kteří již ve své nové dřevostavbě bydlí a předávají své pozitivní zkušenosti dál.
- d) Rostoucí poptávka, která znamená zvyšující se počet firem, které dřevostavby staví.
- e) Příznivé ceny domů, které jsou srovnatelné a mnohdy i nižší než u zděných domů.
- f) Pozitivní vnímání výhod dřevostaveb oproti zděným domům (lepší kvalita, tepelně izolační vlastnosti, rychlost výstavby apod.).
- g) Rozsáhlé aktivity Asociace dodavatelů montovaných domů na podporu dřevostaveb, kdy certifikované firmy sdružené do ADMD nabízí investorům nejenom výbornou kvalitu, ale i jistotu a spokojenost s bydlením.

3 ZÁVĚR

Věřím, že trend růstu postavených dřevostaveb a jejich podílu na trhu rodinných domů v ČR bude pokračovat a během několika let se u nás podíl dřevostaveb v oblasti rodinných domů zvýší na úroveň Německa nebo Švýcarska tj. kolem 17 – 20% podílu na trhu rodinných domů.

Do budoucna se dá v České republice očekávat kvantitativní a kvalitativní rozvoj výstavby nejenom rodinných domů, ale také objektů ze dřeva (vícepodlažní bytové domy, administrativní budovy, penziony, hotely, stavby občanské vybavenosti např. mateřské školky apod.)

Předpokladem pro kvantitativní růst počtu objektů, u nichž bude nosná konstrukce na bázi dřeva, je mimo jiné změna legislativy v České republice, zejména některých omezujících norem a předpisů (např. požární normy), které v ČR zatím handicapují výstavbu vícepodlažních domů ze dřeva.

VĚDECKÁ RADA



Doc. Dr. Ing. Pavel Král

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Tel.: 545 134 160

Označení kanceláře: BA06N3006 (T3.06)

kral@mendelu.cz



Doc. Dr. Ing. Zdeňka Haviřová

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Tel.: 545 134 086

Označení kanceláře: BA06N1013 (T1.13)

havirova@mendelu.cz



Doc. Ing. Josef Chladil, CSc.

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Tel.: 545 134 516

Označení kanceláře: BA06N4005 (T4.05)

chladil@mendelu.cz

REDAKČNÍ RADA

Mendelova
univerzita
v Brně



VĚDECKÁ RADA



prof. Ing. Darja Kubečková, Ph.D.
Děkanka,
VŠB -TU Ostrava
Fakulta Stavební
Katedra pozemního stavitelství (225)
Tel.: 597 321 306
darja.kubeckova@vsb.cz



doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.
Akademický pracovník
VŠB -TU Ostrava
Fakulta Stavební
Katedra konstrukcí (221)
Tel.: 597 321 302
antonin.lokaj@vsb.cz



doc. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.
Akademický pracovník
VŠB -TU Ostrava
Fakulta Stavební
Katedra stavební mechaniky (228)
Tel.: 597 321 321
jiri.brozovsky@vsb.cz

REDAKČNÍ RADA





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**

Hlavní editor

Ing. Simona Konvičková

Vydavatel

VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST)

Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava-Poruba, Telefon: 597 321 318, Fax: 597 321 356

e-mail: fast@vsb.cz, www.vsb.cz

