

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva



Diplomová práce

Ověřování kvality rámových dřevostaveb v praxi

Bc. Helena Frýzková

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pouze za odborného vedení vedoucího Ing. Martina Svitáka.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne 30.4.2012

.....

podpis

Ráda bych poděkovala panu Ing. Martinu Svitákovi za jeho trpělivost a spolupráci na diplomové práci. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Janu Pencovi za důležité připomínky, které mi byly v průběhu zpracování velkým přínosem. Mé poděkování patří také Ing. Václavu Motejzíkovi za konzultace v oblasti poskytnutých materiálů firmy Haas Fertigbau Chanovice s.r.o. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům za jejich finanční a duševní podporu.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra zpracování dřeva

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Fryzková Helena

Dřevařské inženýrství

Název práce

Ověřování kvality rámových dřevostaveb v praxi.

Anglický název

Quality verification of wooden frame buildings in practice.

Cíle práce

Cílem této práce je prověření kritických bodů v konstrukčním systému rámových dřevostaveb firmy Haas Fertigbau z hlediska některých fyzikálních vlastností. Dalším cílem je porovnání naměřených hodnot s Dokumentem národní kvality vydaném Výzkumným a vývojovým ústavem dřevařským v Praze a zjištění, zda jsou splněny podmínky kvality daných staveb. V případě nesplnění, bude proveden návrh opatření pro nápravu.

Metodika

- 1) Úvod
- 2) Metodika
- 3) Cíl práce
- 4) Informace o společnosti Haas Fertigbau Chanovice s.r.o.
- 5) Popis měřených domů
- 6) Prověřování vzduchotěsnosti
- 7) Prověřování tepelných mostů pomocí termovizní techniky
- 8) Výrobní kontrola a montáž
- 9) Vyhodnocení výsledků
- 10) Závěr

Harmonogram zpracování

Datum zadání práce: květen 2011

Datum odevzdání práce: duben 2012

Rozsah textové části

55 - 60 stran

Klíčová slova

dřevěný dům, rámová konstrukce, termovizní technika, průvzdušnost,

Doporučené zdroje informací

Veverka, J. a kol., 2006: Stavební tepelná technika a energetika budov. 1. vydání, Brno: Nakladatelství VUTIUM, 648 s., ISBN 80-214-2910-0

Veverka, J., Havířová, Z., Jindrák, M. a kol., 2008: Dřevostavby pro bydlení. 1. vydání, Praha: Grada Publishing, a.s., 380 s., ISBN 978-80-247-2205-4

Kuklík, P., 2005: Dřevěné konstrukce. 1. vydání, Praha: Nakladatelství CVUT, 188 s., ISBN 80-01-03310-4

2007: Dokument národní kvality ADMD. Praha, 37 s.

Kottjě, J., 2008: Jak se staví dřevěný dům, 1. vyd., Praha: Grada Publishing, a.s., 128 s., ISBN 978-80-247-2531-4

Vedoucí práce

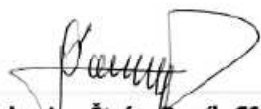
Sviták Martin, Ing.

Konzultant práce

Ing. Jan Penc

Termín odevzdání

duben 2012



doc. Ing. Štefan Barčík, CSc.
Vedoucí katedry



prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Děkan fakulty

Ověřování kvality rámových dřevostaveb v
praxi

Quality verification of wooden frame
buildings in practice.

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá prověřováním kvality konstrukčního systému rámových dřevostaveb firmy Haas Fertigbau, z hlediska průvzdušnosti a tepelných vlastností. Vybrány jsou dva domy zcela rozdílných vlastností a konstrukce.

Diplomová práce je postavena na dvou zkouškách, probíhajících za pomoci termokamery Testo 875-2 a zařízení Blowtest 3000. Cílem této práce je porovnání naměřených hodnot s platnou normou a Dokumentem národní kvality Asociace dodavatelů montovaných staveb. Výsledkem je zjištění, zda jsou splněny podmínky kvality daných staveb, v případě jejich nesplnění, bude proveden návrh opatření pro nápravu.

Vlastní práce je rozdělena do několika kapitol. V úvodních kapitolách jsou uvedeny potřebné informace a vlastnosti měřených domů. Dále je zpracován postup a výsledky měření. Výsledkem celé práce je návrh opatření pro nápravu vzniklých chyb.

Klíčová slova: dřevěný dům, rámová konstrukce, termovizní technika, průvzdušnost

Abstract:

This thesis deals with examining the quality of Haas Fertigbau wooden frame construction system, in terms of air permeability and thermal properties. Two houses selected for measurement, have completely different properties and structures.

The thesis is based on results of two tests using thermal camera Testo 875-2 and Blowtest 3000 equipment. The aim of this study is to compare measured values with the applicable standards and documents of the Association of National Quality supplier of prefabricated buildings. The aim is to determine whether the conditions of quality of the buildings are met, and in case they are not, propose proper remedial measures.

The work is divided into several chapters. The introductory chapters present the essential information and measuring properties for examined houses. In next chapters there is a description of measurement procedures as well as the results, which affect the quality of the buildings. At the end of the theses remedial measures are proposed.

Keywords: wooden buildings, frame construction, thermal technology, air permeability

Obsah

1	Úvod	1
2	Metodika	3
3	Cíl práce	4
4	Informace o společnosti Haas Fertigbau Chanovice s.r.o.	5
4.1	Historie a současnost firmy	5
4.2	Charakteristika dané konstrukce.....	6
4.2.1	Difuzně uzavřený systém stavby	7
4.2.2	Difuzně otevřený systém stavby.....	13
5	Popis měřených domů	15
5.1	Charakteristika stavby	15
5.2	Studie	20
5.3	Vytápění	22
5.4	Tepelné ztráty	24
6	Výrobní kontrola a montáž	27
6.1	Certifikace	27
6.2	Materiál.....	31
7	Prověřování vzduchotěsnosti	35
7.1	Metody posuzování průvzdušnosti	35
7.1.1	Metoda B (test pláště budovy).....	36
7.1.2	Metoda A (test používané budovy)	36
7.2	Popis zařízení.....	36
7.3	Postup měření	39
7.4	Výsledky s fotodokumentací	45
7.4.1	Měření vzduchotěsnosti domu Harmony 4.....	46
7.4.2	Měření vzduchotěsnosti domu Elegance	50
8	Prověřování tepelných mostů pomocí termovizní techniky	55
8.1	Popis zařízení.....	56
8.2	Postup měření	59
8.3	Výsledky konkrétních detailů.....	62
8.3.1	Termografické měření domu Harmony 4	64
8.3.2	Termografické měření domu Elegance.....	70
9	Vyhodnocení výsledků	77
9.1	Porovnání výsledků s normou a DNK ADMD	77

9.2	Návrh opatření	78
10	Závěr	81
	Použité zdroje	82
	Seznam obrázků	83
	Seznam tabulek	85
	Seznam grafů	85
	Seznam příloh	85

1 Úvod

V poslední době je především v Evropě věnována mimořádná pozornost problematice trvale udržitelného rozvoje. V rámci řešení tohoto problému zaujímá dřevo jako obnovitelná surovina významné postavení.

Zvýšení využití dřeva v Evropě je v současné době spojováno především se stavebnictvím. Kdybychom dřevo posuzovaly jako stavební materiál z hlediska komplexnosti mechanických, tepelně-technických, estetických vlastností a dopadu na životní prostředí, zřejmě bychom nenašli mezi ostatními stavebními materiály konkurenci. Přestože je dřevo rovnocenným materiálem všech ostatních stavebních materiálů, stále se najdou předsudky bránící k jeho širšímu využití. [1]

Dřevěné stavby jsou staré téměř jako lidstvo samo a provázejí nás po celá staletí. V druhé polovině 20. století se u nás vývoj dřevostaveb téměř zastavil a to z důvodu upřednostňování klasických zděných staveb. Tento trend byl zapříčiněn více aspekty, např. nezohledňováním energetické náročnosti a ekologie výstavby. S možnostmi širšího využití dřeva ve stavebnictví u nás souvisí především představa většiny lidí o dřevostavbách jako o provizorních stavbách sloužících pouze k rekreačním účelům, ale nevhodných k trvalému bydlení. Dalším aspektem, který je možné zmínit, je neznalost běžného obyvatelstva základních konstrukčních principů a dovedností v oblasti stavby těchto domů. Naproti tomu stojí klasický zděný dům, který si celá řada lidí dokáže postavit svépomocí.

V České republice je dřevo jako stavební materiál po letech určité stagnace znovu objevováno především pro jeho příznivé mechanicko-fyzikální vlastnosti a nízkou energetickou náročnost při zpracování. To platí i pro dřevostavby, které si v současné době zase dobývají místo na trhu a pro své specifické vlastnosti se stávají stále oblíbenějšími. Tomuto zjištění napovídá také fakt, že přibývá firem specializujících se na tento systém výstavby. Důležitým faktorem, který ovlivňuje oblibu dřevostaveb, je především jejich rychlost výstavby s okamžitou možností nastěhování, také vyloučení mokrých procesů při nízké náročnosti na dopravu a manipulaci, ve srovnání s dílci z jiných materiálů. Dále je to energetická úspora a zvětšení užitného prostoru stavby.

Dřevo i hmoty na jeho bázi mají vhodné vlastnosti pro uplatnění v prefabrikovaných dílcích. I přes negativní vlivy, jako je například hygroskopicita a hořlavost, mají ve správných podmínkách fyzickou životnost delší než je morální zastarání. (př. stoleté

krovy). Dnešní dřevostavba není chápána jako stavba čistě dřevěná, ale stavba, kde je dřevo použito jako hlavní konstrukční prvek v kombinaci s dalšími materiály.

Přes rozsáhlou publicitu a postupně se rozvíjející znalosti vykazuje ale řada dřevostaveb závady, kterými je nutné se zabývat. Proto, aby mohly dřevostavby konkurovat zděným stavbám a v mnohých vlastnostech je dokonce předčít, je nezbytné předejít těmto závadám ovlivňující kvalitu stavby.

2 Metodika

Teoretický základ této práce vychází především ze studia odborné literatury a částečně z vlastních praktických zkušeností. Práce je tvořena třemi hlavními částmi.

První část je podložena především interními podklady firmy Haas Fertigbau Chanovice s.r.o. Dochází zde k představení společnosti, jeho systému výstavby a složení konstrukce panelu. V této části je také proveden souhrn informací a údajů týkající se obou vybraných domů. Pro již realizované domy byla poskytnuta výrobně montážní dokumentace zpracovaná firmou Haas Fertigbau, stejně tak jako dokumentace potřebná pro stavební řízení.

Další část popisuje kontrolu kvality, průběh zkoušek, jejich zásady a použitá zařízení. Pro zkoušku průvzdušnosti budovy bylo použito zařízení Blowtest 3000. Termovizní měření bylo provedeno za pomoci termokamery Testo 875-2. V této části jsou pro větší přehlednost také uvedeny výsledky zkoušek, které jsou zpracovány samotnými zařízeními nebo příslušnými softwary, které jsou jejich součástí. Obrazová část je slovně okomentována.

Ve třetí části je zpracováno vyhodnocení výsledků zkoušek. To je provedeno na základě porovnání naměřených hodnot s platnou normou a Dokumentem národní kvality Asociace dodavatelů montovaných staveb. Je zde také navrženo doporučení pro nápravu vzniklých chyb a tedy i zvýšení kvality staveb.

3 Cíl práce

Prvním z cílů této diplomové práce je prověření kvality na základě zvolených kritických bodů v konstrukčním systému firmy Haas Fertigbau, a to pomocí zkoušky průvzdušnosti a termovizního měření.

Další cíl této práce se zabývá porovnáním naměřených hodnot s platnou normou a Dokumentem národní kvality Asociace dodavatelů montovaných staveb.

Hlavním cílem práce je návrh opatření pro nápravu a předcházení vznikajících defektů, a to v případě, že naměřené výsledky nebudou vyhovovat stanoveným kritériím zmíněných dokumentů.

4 Informace o společnosti Haas Fertigbau Chanovice s.r.o.

4.1 Historie a současnost firmy

Firma Haas Fertigbau nacházející se v pošumavských Chanovicích se řadí svou historií k jedné z nejstarších firem tohoto regionu. Její vznik se datuje do první poloviny minulého století, a to do roku 1918, kdy byl panem Janem Pavlovským v Chanovicích založen Strojní závod tesařský. Firmu později převzali synové František a Stanislav a vedli výrobu až do zestátnění. V počátcích se zabývala přípravou a montáží krovů, výrobou kolen pro lomy, ale také výrobou vrtaného dřevěného vodovodního potrubí. Pozdějším zajímavým dílem byla dosud stojící hlavní tribuna fotbalového stadionu plzeňské Viktorie v Luční ulici nebo tribuna pražské Slávie původně stojící na Letné, později přenesené do Edenu. V letech 1956 - 1990 se Chanovická tesárna stala součástí podniku Pozemní stavby n.p. Plzeň. V roce 1992 ve velké kuponové privatizaci firmu zprivatizoval Ing. Stanislav Pavlovský, potomek zakladatelů. Ten se také v roce 1994 spojil se strategicky významným partnerem Xaverem Haasem a tím začal psát novodobé dějiny své firmy. Firemní skupina Haas se sídlem v bavorském Falkenbergu patří se svými v současné době více než 30 podniky působících v 8 evropských zemích k předním stavebním společnostem. Firemní skupina Haas se zabývá výstavbou rodinných domů, staveb bytové a občanské vybavenosti, průmyslových hal, objektů pro sport, střešních konstrukcí, dřevěných lepených desek, latí a plovoucích podlah. Dalším doplňujícím výrobním článkem skupiny Haas Group je společnost Hoco Bauelemente se sídlem v Děčíně. Firma Hoco Bauelemente se specializuje na výrobu plastových a dřevěných oken, vchodových dveří, okenních roletových systémů a deskových stavebních dílců.

Nepříliš šťastným obdobím firmy Haas Fertigbau se stal rok 2001, kdy došlo ve výrobním závodě k rozsáhlému požáru, který zničil mimo budov – skladů, výrobních hal a panelů pro domy také velkou část výrobků připravených na export. Některé výrobky z důvodů zachování obchodních vztahů bylo nutné zajistit nákupem ze zahraničí. Škody v důsledku požáru byly odhadnuty na 650 mil. Kč. I přes zmíněné těžkosti došlo k rozhodnutí o obnově technologií a navíc o výstavbě nových hal. V náhradních provozech, nebylo možné obnovit 100% produkci, čímž došlo ke ztrátě objemu výroby a navýšení nákladů. Zcela zastavena byla výroba jednovrstvých a vícevrstvých desek. Veškeré nesnáze způsobené vlivem požáru byly překonány a v závěru roku byly dokončeny hrubé stavby všech nově realizovaných objektů. Koncem roku 2002 byly

z větší části dokončeny práce na celkové obnově společnosti. Společnost měla nyní možnost znovu zásobovat trh výrobky zhotovenými za použití nejmodernějších technologií.

Pro zvýšení konkurenceschopnosti bylo rozhodnuto o vybudování nových výrobních hal pro výrobu lepeného dřeva BSH a konstrukčního dřeva KVH. Důvodem bylo jednak velké množství zakázek, které již nebyla mateřská společnost schopna kapacitně pokrýt, a jednak zájem nabízet tyto produkty na českém trhu. Výroba BSH byla zahájena v roce 2006 a o dva roky později byla zahájena výroba KVH. Pro využití velkého množství odpadu byla ve stejném roce zahájena také výroba dřevěných pelet.

V roce 2007 došlo k zásadní změně vlastníků firmy. Xaver Haas odkoupil obchodní podíl Ing. Pavlovského a stal se jediným majitelem firmy Haas Fertigbau.

V roce 2010 byla z logistických důvodů firma rozdělena na dvě společnosti: **Haas Fertigbau Chanovice s.r.o.** - společnost, která se zabývá produkcí a výstavbou všech výše uvedených staveb a střešních konstrukcí a **Holzindustrie Chanovice s.r.o.** - společnost, která se zabývá produkcí všech výše zmíněných stavebních materiálů, prvků na bázi dřeva a pilařskou výrobou.

Firma Haas Fertigbau momentálně zaměstnává 107 zaměstnanců a firma Holzindustrie Chanovice zaměstnává 525 zaměstnanců. Tato čísla se každoročně navyšují společně s rozšiřováním výrobního závodu a zaváděním nových technologií. [2]

4.2 Charakteristika dané konstrukce

Konstrukční systém domů Haas Fertigbau je tvořen velkoplošnými celostěnovými panely. Jedná se o nejvyšší stupeň prefabrikace, kdy jsou jednotlivé díly stavby předem vyrobeny ve výrobní hale závodu. K montáži dílů (stěn, stropu, střešní konstrukce) dochází až na místě stavby. Stěny jsou spojovány speciálními kotvicími šrouby, které zajišťují danou polohu a stabilitu. Horní stavba je se základovou deskou spojena ocelovými kotvami s odpovídajícími kotvicími prvky.

Konstrukce obvodových stěn je tvořena masivním rámem vyrobeným ze smrkového konstrukčního KVH (Konstruktionsvollholz) profilu vysušeného na $15 \pm 3\%$ vlhkost. Napojování dlouhých vodorovných prvků rámu je prováděno za pomoci desek s prolisovanými trny. Aby bylo zamezeno pronikání vlhkosti ze spodní části stavby, jsou prahy obvodové stěny v místě kontaktu se základovou deskou opatřeny ochranným bitumenovým nátěrem.

Rám je spojen s velkoplošným materiálom pomocou mechanických spojovacích prostriedkov (hřeby, spony, vruty). Svislé časti rámu jsou od sebe vzdáleny 625 mm. Do vzniklého meziprostoru je vkládán izolační materiál, který zde má především tepelně izolační funkci. Osová vzdálenost stojek odpovídá rozměrům velkoplošného materiálu, tak aby došlo k maximálnímu využití formátu desky a nedocházelo ke zbytečným ztrátám a prořezům materiálu.

Firma Haas Fertigbau se specializuje především na difuzně uzavřený systém stavby, se kterým má dlouholeté zkušenosti. Pro spokojenost zákazníka byl na trh uveden také difuzně otevřený systém, který je další alternativou rodinných domů Haas Fertigbau. Difuzně uzavřené a otevřené stavby jsou dva systémy, kdy každý odlišným způsobem řeší problém, jak bude prostupovat vlhkost obvodovou konstrukcí. [2]

Vzduch vždy obsahuje určité množství vodní páry. Tlak této vodní páry roste v závislosti na zvyšující se teplotě a při ochlazení dochází ke kondenzaci. Z toho vyplývá, že dílčí tlak vodní páry je v interiéru, zvláště v zimním období, několikanásobně vyšší, než v exteriéru. Stěnou tedy prochází molekuly vodních par vždy směrem do exteriéru. Množství a rychlost procházejících molekul je závislé na difuzním odporu jednotlivých vrstev konstrukce. Skladba stěny by měla být navržena tak, aby „těsnější“ materiály byly uloženy blíže k interiéru a směrem do exteriéru jejich difuzní odpor klesal. Pokud stěna obsahuje vrstvu s vysokou hodnotou difuzního odporu (parozábranu), dochází k zastavení molekul vody a dalšímu postupu do konstrukce. [5]

4.2.1 Difuzně uzavřený systém stavby

Snahou tohoto systému je omezit nebo úplně zamezit difuzi vodní páry do té míry, aby voda v konstrukci nekondenzovala. Nosná konstrukce dřevostavby je od jejího vnitřku oddělena parotěsnou fólií. Tato fólie, aby byla dokonale funkční, nesmí být nikde porušena a za použití kvalitních spojovacích prostředků pečlivě zajištěna. Od vnějšího prostředí je vnitřní stavební konstrukce oddělena neprodyšnou izolací, což by mělo zajistit, že dřevo zůstane prakticky v suchu. [3]

V případě difuzně uzavřeného systému stavby Haas Fertigbau je rám opláštěn dřevotřískovou deskou třídy E1 tloušťky 13 mm. Na vnitřní části panelu je použita DTD s označením vlhkostní třídy P 4 a pro vnější část je použita DTD s vlhkostní třídou P 5. Desky jsou k rámu uchyceny pomocí sponek rozmístěných od sebe ve vzdálenosti 12 cm.

Interiér stěny je zakryt sádrokartonovou deskou tloušťky 12,5 mm, která zde plní funkci zajišťující a dekorativní.

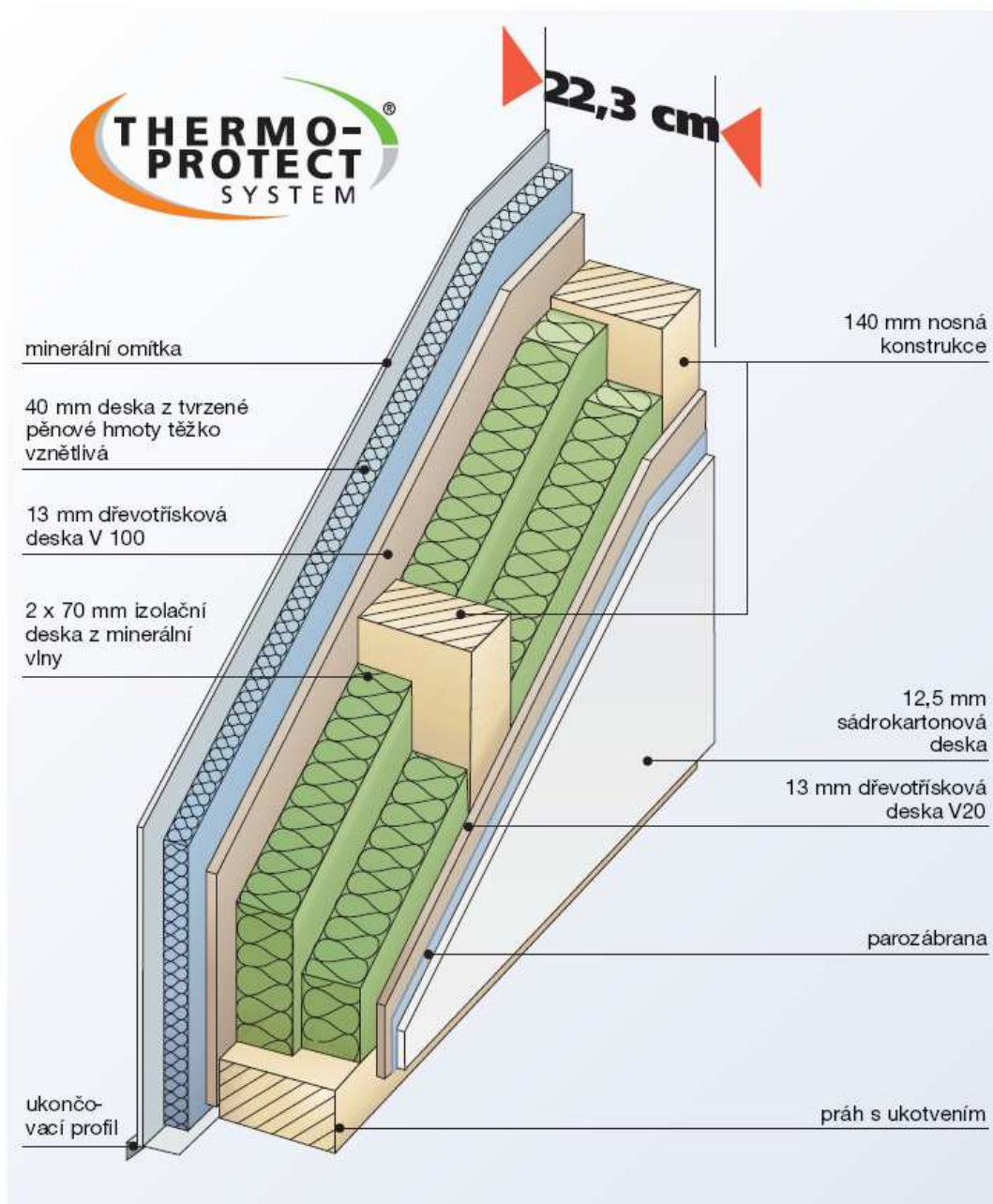
V prostoru mezi vnitřním pláštěním, tedy mezi DTD a sádrokartonovou deskou, je umístěna parozábrana z polyetylenové folie. Ta zde omezuje průchodu vlhkosti do konstrukce a nedovoluje vznik kondenzace vodních par. Proniknutí vlhkosti by mělo negativní vliv na konstrukci a životnost stavby. Dalším důležitým úkolem parozábrany je zajištění neprůvzdušnosti obvodového pláště, takže má velký význam i v oblasti tepelné ochrany domu. Montáž parozábrany by měla být prováděna precizně, aby mezi jejím napojením nevznikaly netěsnosti, případně nedošlo k jejímu protržení.

Na vnější straně panelu je umístěn kontaktní zateplovací systém, který je používán v tloušťkách 40 nebo 100 mm v závislosti na celkové šířce panelu nebo výsledném koeficientu prostupu tepla U (W/m^2K). Jedná se o izolační, deskový polystyren EPS F (fasádní). Tato deska slouží jako podklad pro ručně nanášenou vyztuženou třívrstvou organickou omítku o tloušťce 4 mm. [2]

První stěna vyvinuta v 90. letech 20. století firmou Haas Fertigbau nese název THERMO - PROTECT CLASIC s celkovou tloušťkou 22,4 cm a koeficientem prostupu tepla $U = 0,20 W/m^2K$. Tloušťka nosného rámu je v tomto případě 140 mm a jeho vnitřní prostor je vyplněn minerální izolací o tloušťce 2 x 70 mm. Tloušťka fasádního polystyrenu tohoto panelu má 40 mm. Plášt'ovací materiály (DTD, sádrokarton) mají ve všech typech difuzně uzavřeného systému firmy Haas Fertigbau shodné tloušťky i umístění. Tato stěna v této době překonala platné předpisy tepelné ochrany budov. [2]

THERMO-PROTECT CLASSIC

U=0,20 W/m²K



Obr. 1 Složení stěny THERMO – PROTECT CLASIC [2]

S rostoucími nároky na úsporu energií firma přichází s dalším systémem obvodové konstrukce pojmenovaným THERMO – PROTECT OPTIMUM a THERMO PROTECT PREMIUM. Novým složením obvodových stěn jsou splněny požadavky pro stavby energeticky velmi úsporné a stavby pasivní.

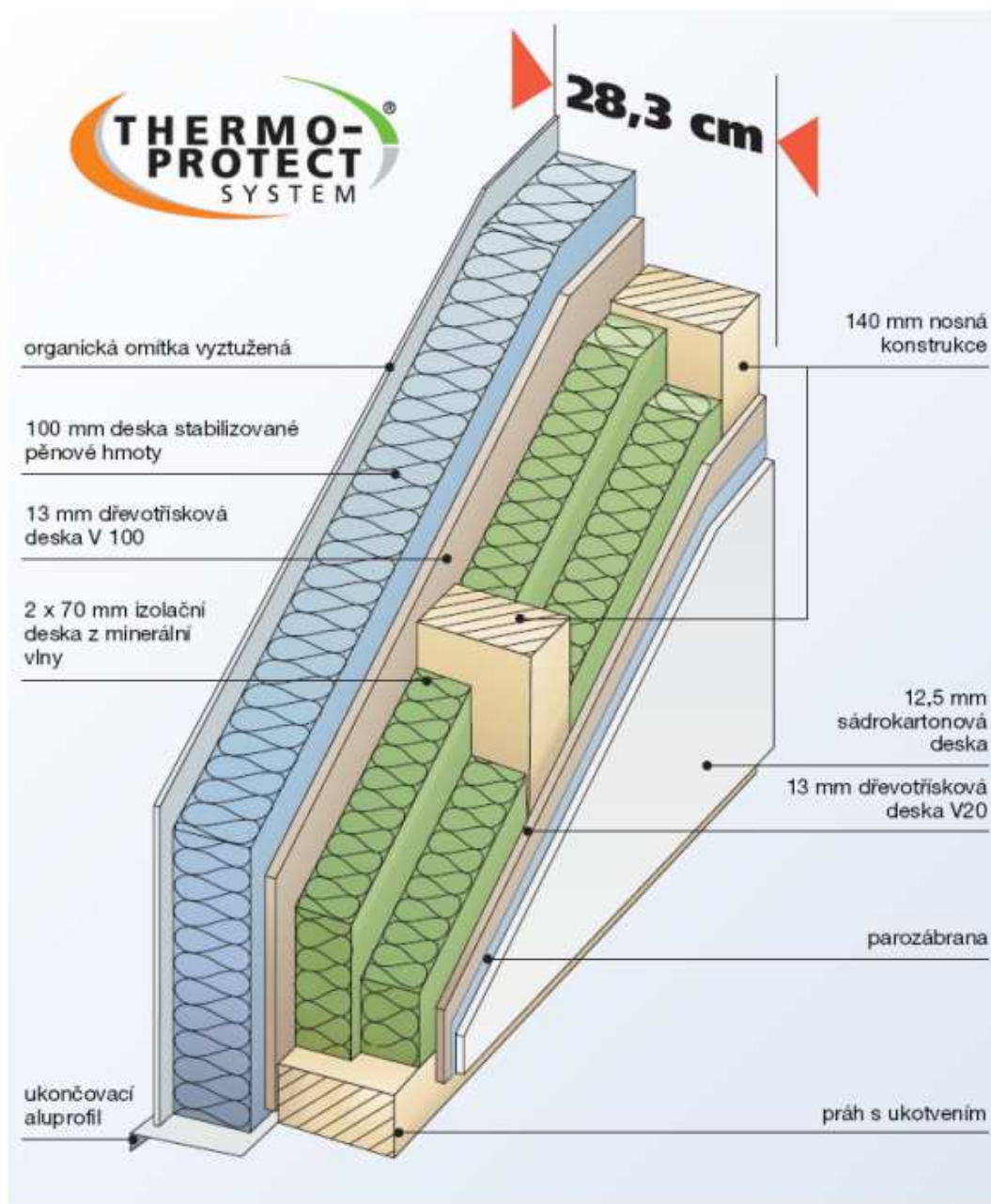
Na systém obvodové stěny THERMO – PROTECT OPTIMUM o celkové tloušťce 28,3 cm je použit nosný rám tloušťky 140 mm, který je opětovně vyplněn minerální izolací tloušťky 2 x 70 mm. Opláštění rámu je taktéž provedeno pomocí DTD a sádkartonu. Tloušťka vnějšího zateplovacího systému z EPS F činí 100 mm. Zvětšením tloušťky panelu a izolačních materiálů bylo docíleno snížení koeficientu prostupu tepla na $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. [2]

U konstrukčního systému THERMO – PROTECT PREMIUM je použit rám o tloušťce 200 mm, ten je vyplněn minerální izolací tloušťky 2 x 100 mm. Na vnější část je aplikováno kontaktní polystyrenové zateplení o tloušťce 100 mm. V tomto složení materiálu dosahuje koeficient prostupu tepla hodnoty $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$. Takto navržený konstrukční systém v kombinaci správně zvolené architektury spolu s jeho účelným umístěním, orientací na pozemku a v neposlední řadě použitím odpovídajících technologií je maximálně vhodný pro pasivní domy.

Tato zesílená skladba obvodové stěny nabízí díky své zvýšené pevnosti a stabilitě možnost vytvářet staticky a architektonicky nekonvenční řešení stavby, spolu se zachováním všech zásad pro nízkoenergetické domy. Složením stěny a zohledněním ostatních obvodových konstrukcí se řadí do kategorie firem splňujících vysoké požadavky kladené na nízkoenergetické stavby. [2]

THERMO-PROTECT OPTIMUM

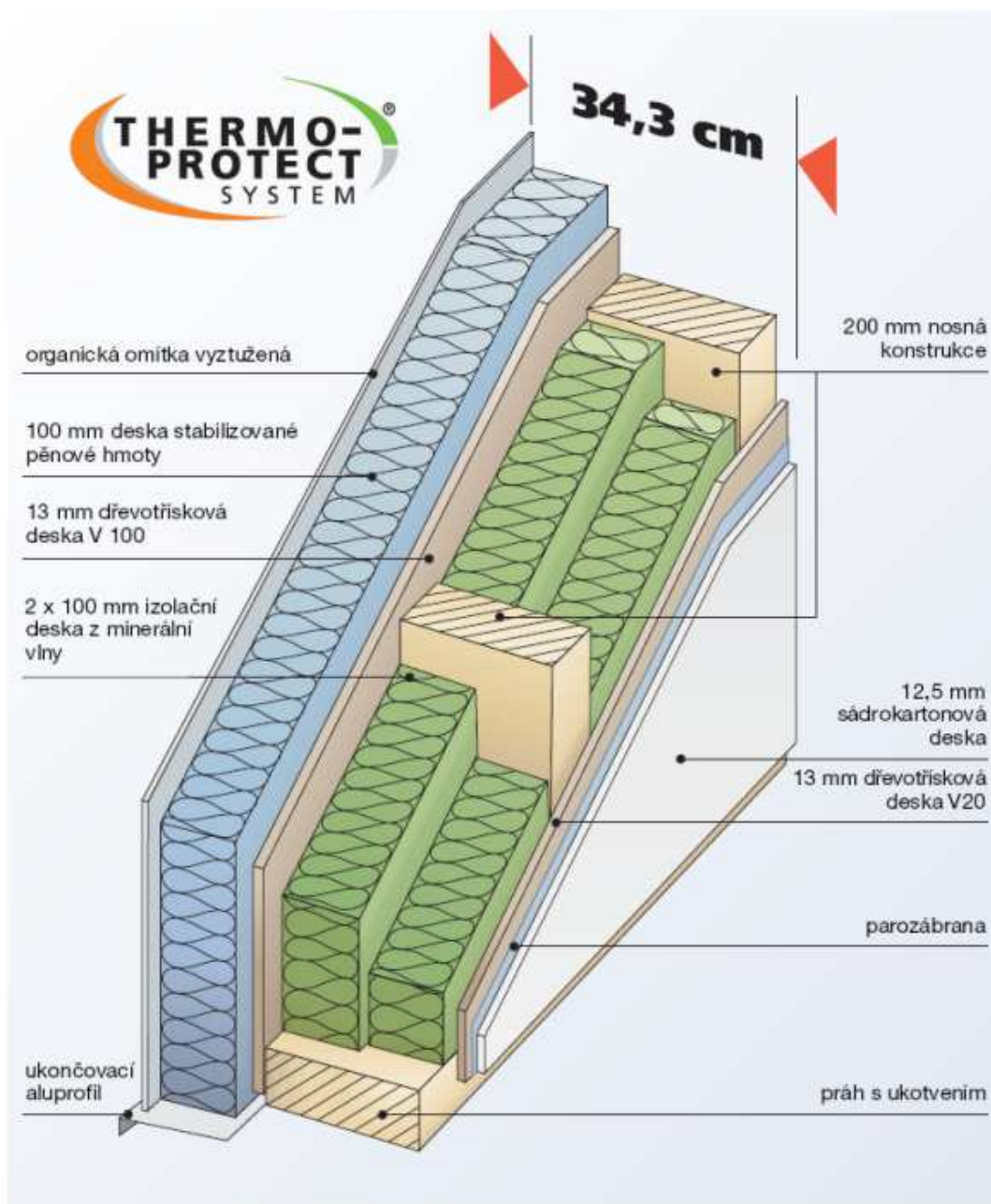
U=0,17 W/m²K



Obr. 2 Složení stěny THERMO – PROTECT OPTIMUM [2]

THERMO-PROTECT PREMIUM

U=0,14 W/m²K



Obr. 3 Složení stěny THERMO – PROTECT PREMIUM [2]

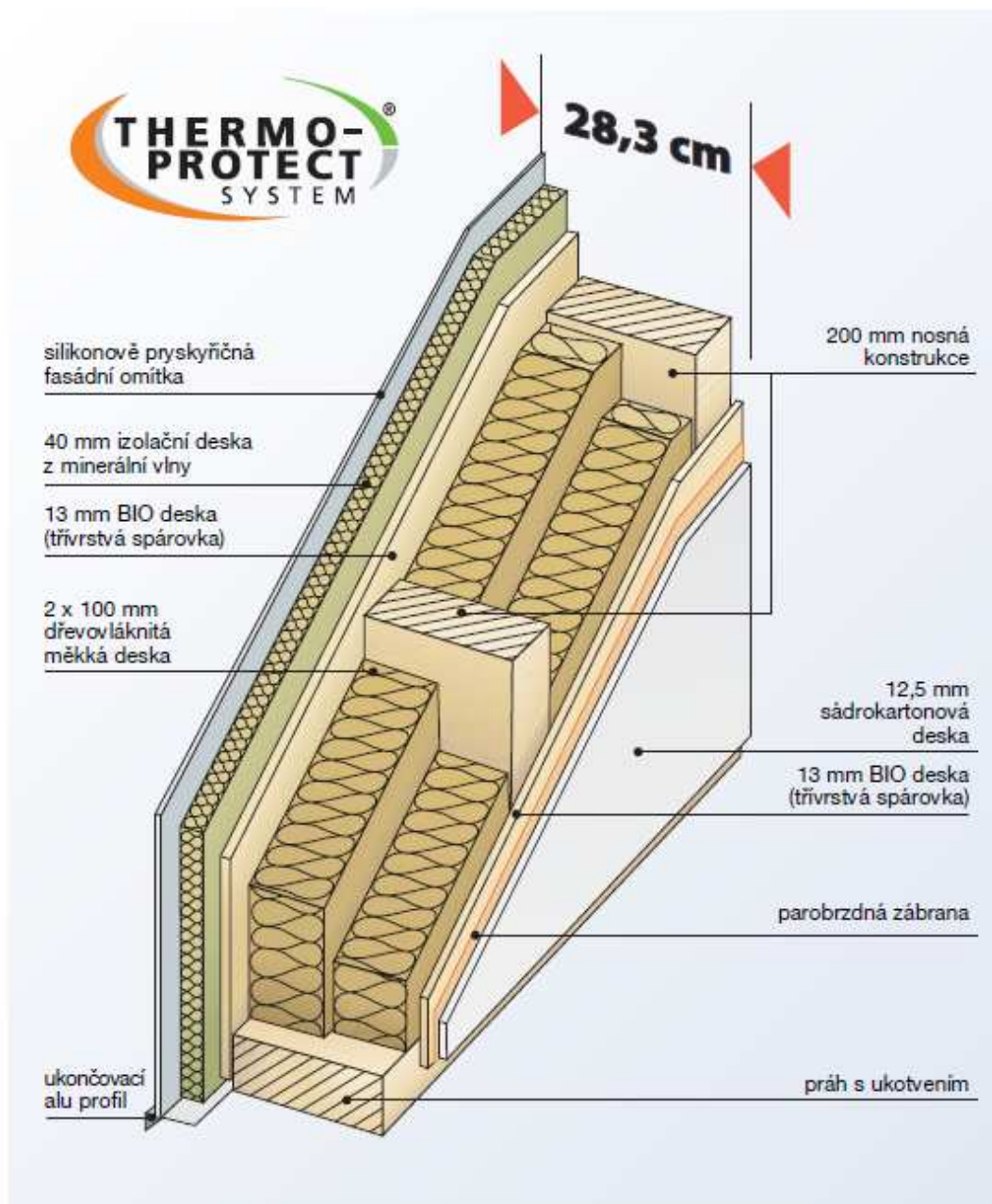
4.2.2 Difuzně otevřený systém stavby

U difuzně otevřeného systému stavby vodní pára přirozeně prochází konstrukcí domu a dostává se skrz všechny vrstvy ven až do exteriéru. U této možnosti stavebního řešení přichází na řadu místo parozábrany parobrzdá. Ta nám povoluje molekulární propouštění vody skrz stěnu ven z budovy. U difuzně otevřené dřevostavby se část vlhkosti dostane k vnitřní nosné konstrukci, proto je důležité zajistit její odpařování směrem ven do exteriéru. Toho je dosaženo propustností vnějších vrstev stěn a tepelné izolace. V tomto případě není možné použití neprodyšného polystyrénu jako izolačního materiálu, řešením je difuzně otevřenou dřevostavbu izolovat dřevovláknitými deskami nebo prodyšnou minerální vatou. [3]

V roce 2011 byla firmou představena nová difuzně otevřená skladba stěny s názvem THERMO – PROTECT BIO AKTIV o tloušťce 28,3 cm a koeficientu prostupu tepla $U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ta je stejně jako u předchozích provedení tvořena nosným rámem o tloušťce 200 mm. Výplň zde tvoří dřevovláknitá deska měkká o tloušťce 2 x 100 mm. Opláštění je provedeno biodeskou tloušťky 13 mm. Interiérová strana je opatřena stejně jako u předchozího typu sádkartonovou deskou tloušťky 12,5 mm. Mezi dvojitým vnitřním pláštěním se nachází parobrzdá vyrobená ze speciálního papíru s provázkovou výztuží, která zajišťuje kontrolovaný průchod vlhkosti směrem do exteriéru. Vnější stranu panelu chrání izolační deska z tvrzené minerální vlny o tloušťce 40 mm, která je podkladem třívrstvé minerální omítky tloušťky 4 mm. [2]

THERMO-PROTECT BIO AKTIV

U=0,18 W/m²K



Obr. 4 Složení stěny THERMO – PROTECT BIO AKTIV [2]

5 Popis měřených domů

Pro měření a kontrolu rámových dřevostaveb firmy Haas Fertigbau, byly vybrány záměrně dva domy specifických konstrukcí. Jedná se o individuální stavbu bungalovu ELEGANCE a patrového domu z limitované edice s označením HARMONY 4, který díky svému řešení nachází u zákazníků velkou oblibu a již po několikáté se stal nejprodávanějším domem této firmy. Každý z těchto domů má svou charakteristickou střešní konstrukci, složení vnější stěny, energetickou náročnost a zřejmě i vývojovou diferenciaci kvality.

5.1 Charakteristika stavby

Místem stavby domu **Harmony 4** jsou jihomoravské Holasice nacházející se nedaleko Brna. Investor zde oproti standardnímu řešení požadoval zvětšení celkových rozměrů domu, zvýšení zateplení v střešní části konstrukce, v některých místnostech doplnění stavebních otvorů a v neposlední řadě instalaci solárního zařízení a rekuperace.

Vnější rozměry domu jsou 11,34 x 11,24 m, zastavěná plocha činí 111,71 m². Celková užitná plocha domu je 173,11 m², z toho přízemí zaujímá 91,16 m² a podkroví 81,95 m². Celková výška domu je 8,125 m a sklon sedlové střechy má 38°.

Součástí domu **Harmony 4** je 6 obytných místností + kuchyňský kout, dvě koupelny, skladový prostor a garáž. Předpokládaný počet lidí pro obývání domu se pohybuje okolo 3 – 6 osob.

Ze čtyř možností obvodové skladby firmy Haas Fertigbau, si investor zvolil skladbu s označením THERMO – PROTECT OPTIMUM s celkovou tloušťkou 28,3 cm a součinitelem prostupu tepla $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podlaha 1. nadzemního podlaží se skládá z izolačních vrstev stabilizovaného podlahového polystyrenu EPS 100 Z, které jsou na sebe vrstveny v tloušťkách 60, 50 a 40 mm. Dále následuje PE – folie, která tvoří separační vrstvu mezi izolací a cementovým potěrem tl. 58 – 38 mm s ohledem na umístění podlahového vytápění.

Strop 1. nadzemního podlaží tvoří stropní panel, vyrobený z masivní dřevěné konstrukce o tl. 200 mm, který je vyplněný minerální izolací. Stropní panel zakrývá izolační vrstva polystyrenu (EPS 100 Z) o tl. 60, 50, 40 mm. Střední částí polystyrenové izolace tl. 50 mm prochází teplovzdušný kanál rekuperace. Izolační vrstvy jsou od 50 mm cementového potěru odděleny PE folií, která zabraňuje průchodu vlhkosti do konstrukce.

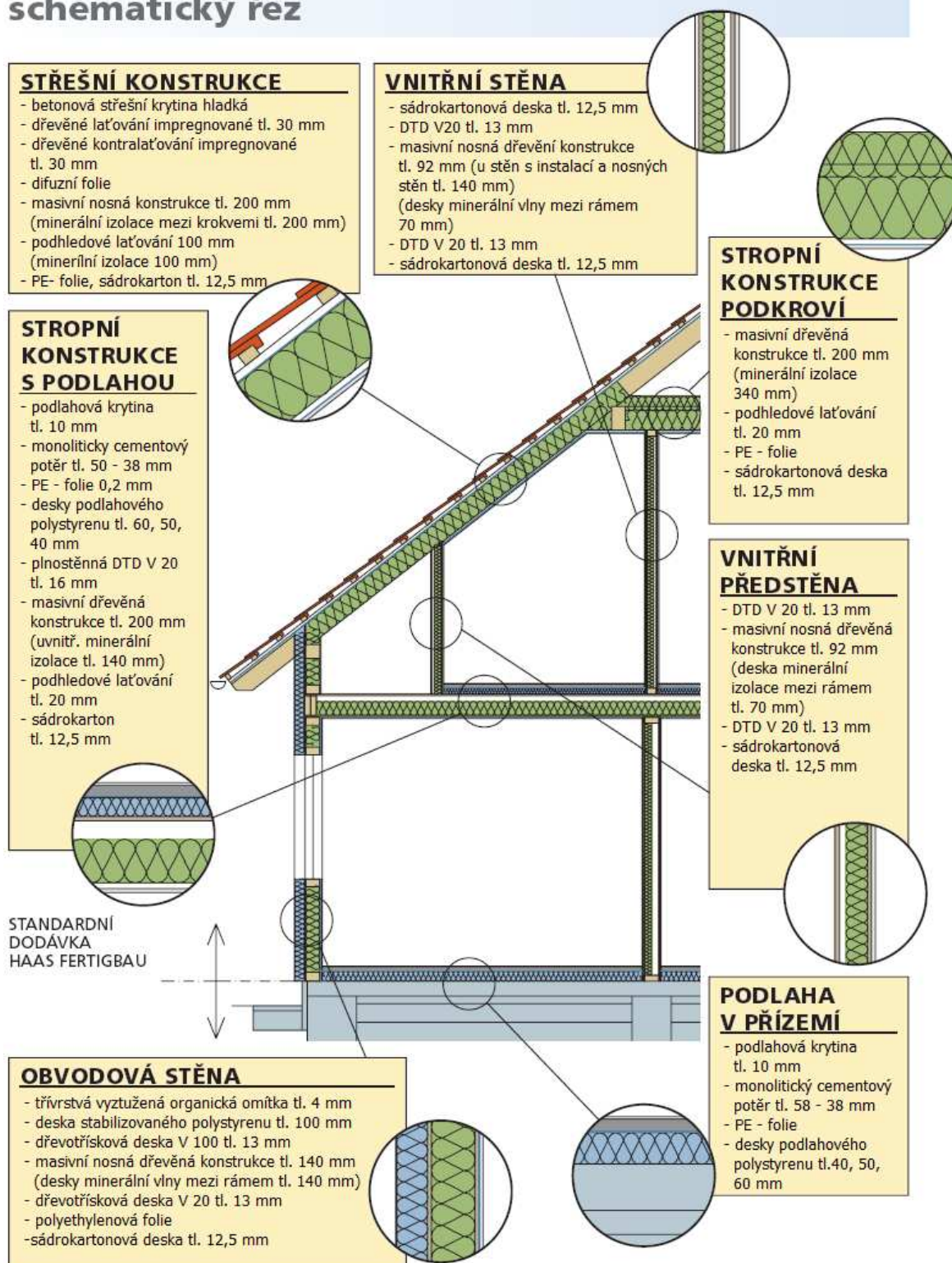
Pro plochy podlahového vytápění je nad střední izolační vrstvou polystyrenu umístěna systémová deska s topnými trubkami o tl. 52 mm, v tomto případě je souvislá vrstva cementového potěru pouze 38 mm.

Pro zateplení střešní konstrukce byly použity desky minerální vlny o zesílené tl. 300 mm, vytvářející tepelně a zvukově izolační jádro. U stropní části 2. nadzemního podlaží je použito zvýšené zateplení v celkové tloušťce izolace 340 mm.

Všechna okna a balkónové (terasové) dveře jsou značky HOCO s plastovými rámy HX 80 (sedmikomorový profil). Tato okna jsou zasklena tepelně izolačním trojsklem $U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ s teplým distančním rámečkem. [2]

DŮM S DOKONČENÝM PODKROVÍM

schématický řez



Obr. 5 Schématický řez domem Harmony 4 [2]

Dům **Elegance** je postaven v západočeských Chanovicích, které jsou sídlem a výrobním závodem firmy Haas Fertigbau. Dům byl realizován již v roce 2007 a byl postaven ve stupni dokončení hrubé stavby s rozvody vody, topení a elektroinstalací. V roce 2010, po několikaleté pauze od zahájení stavby, byly dodělávány veškeré vnitřní práce a byla zde možnost okamžitého nastěhování.

Vnější rozměry domu mají 12,8 x 11,9 m. Zastavěná plocha tohoto domu je 120,62 m² a celková část užitné plochy zaujímá 102 m². Výška domu dosahuje 5,2 m. Střecha je tvořena vazníkovou konstrukcí se sklonem 29°.

Dům tvoří 4 obytné místnosti + kuchyň, koupelna, sklad a technická místnost. Předpokládaný počet lidí pro obývání domu se pohybuje okolo 3 - 4 osob.

Pro dům Elegance je použita nejnižší tloušťka stěny THERMO – PROTECT CLASIC s koeficientem prostupu tepla $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Zásadním kladeným požadavkem na tento dům, byla minimální cenová nákladnost. Z toho důvodu jsou zde použity základní materiály a nejnižší stupeň zateplení. Energetická náročnost domu tedy nespadá do kategorie nízkoenergetického zatřídění.

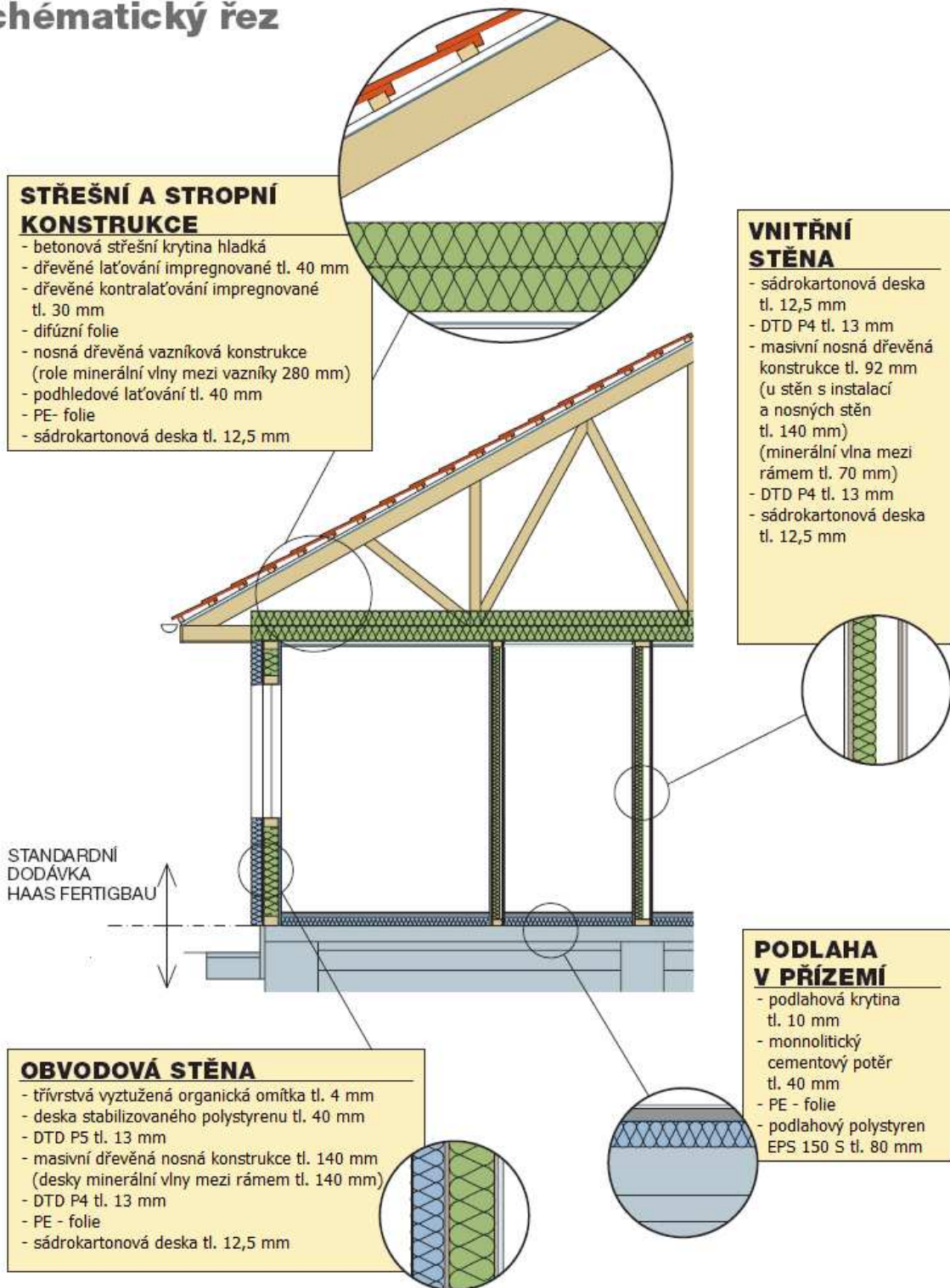
Podlaha 1. nadzemního podlaží se skládá z desek podlahového polystyrenu EPS 200 S Stabil tl. 80 mm. Separační vrstvu tvoří PE – folie, na kterou je umístěn monolitický cementový potěr tl. 40 mm.

Pro zateplení stropní konstrukce 1. NP je použita minerální izolace o tloušťce 280 mm vytvářející tepelně a zvukově izolační jádro.

V tomto domě jsou použita okna a balkónové (terasové) dveře značky HOCO s plastovými rámy H 160 (šestikomorový profil). Okna jsou zasklena tepelně izolačním dvojsklem s koeficientem prostupu tepla $U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ a tepelným distančním rámečkem. [2]

DŮM TYPU BUNGALOV

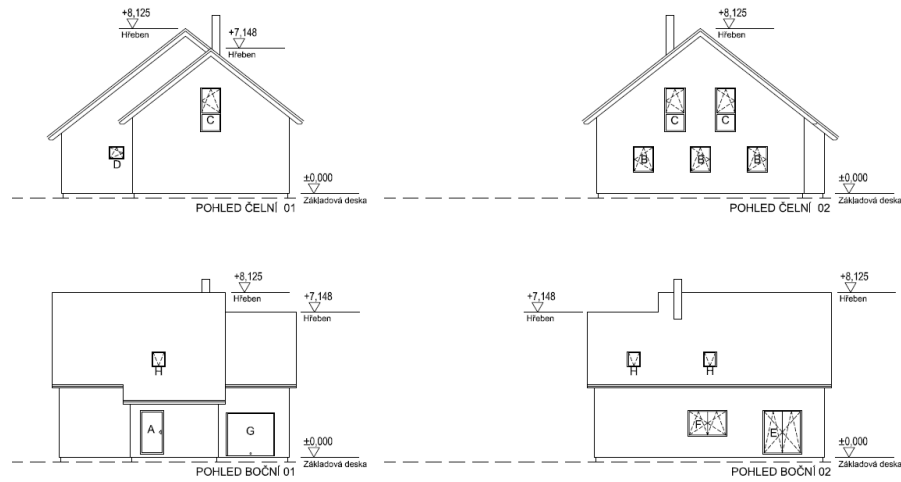
schématický řez



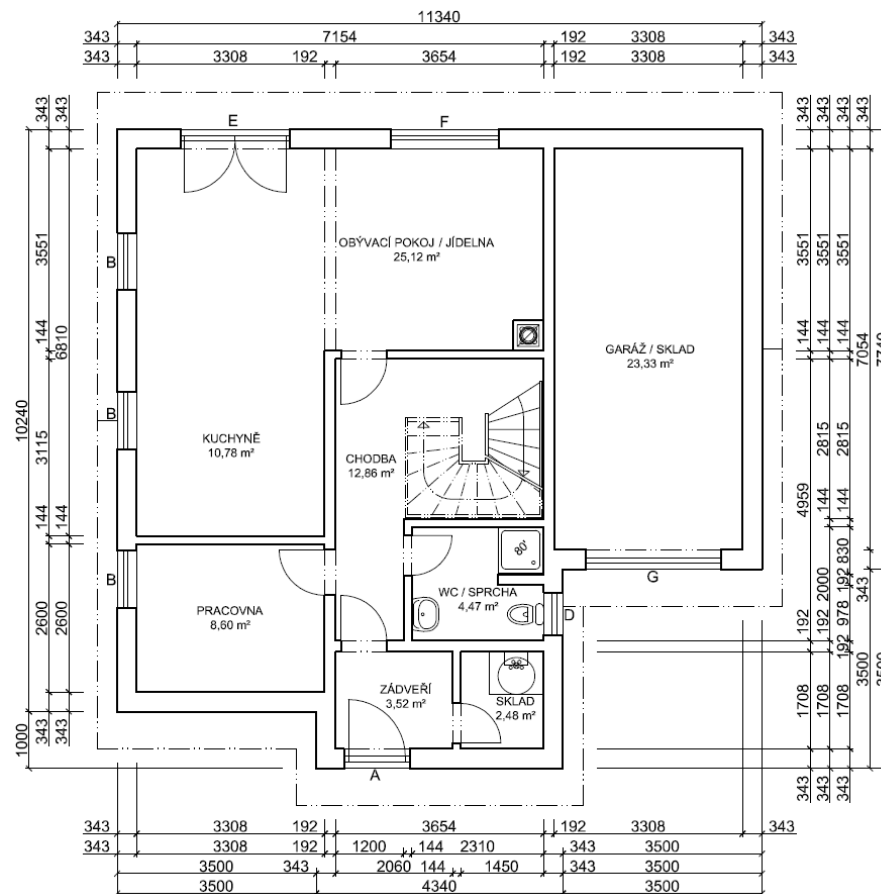
Obr. 6 Schematický řez přízemního domu Elegance [2]

5.2 Studie

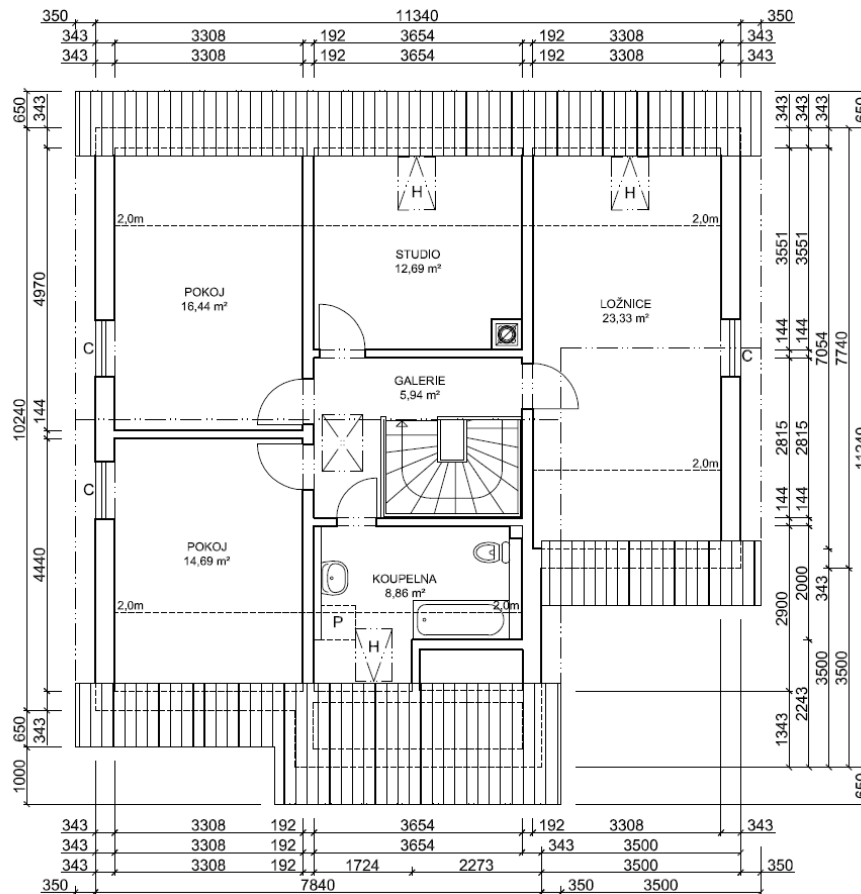
Dům Harmony 4



Obr. 7 Pohledy domu Harmony 4 [2]

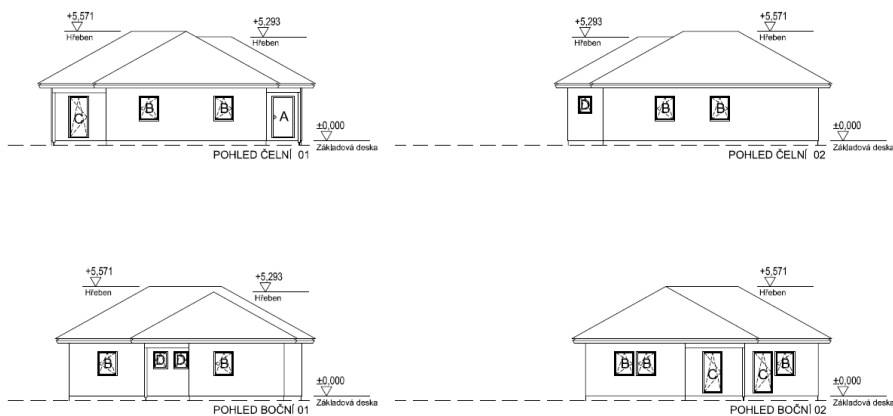


Obr. 8 Půdorys domu Harmony 4 [2]

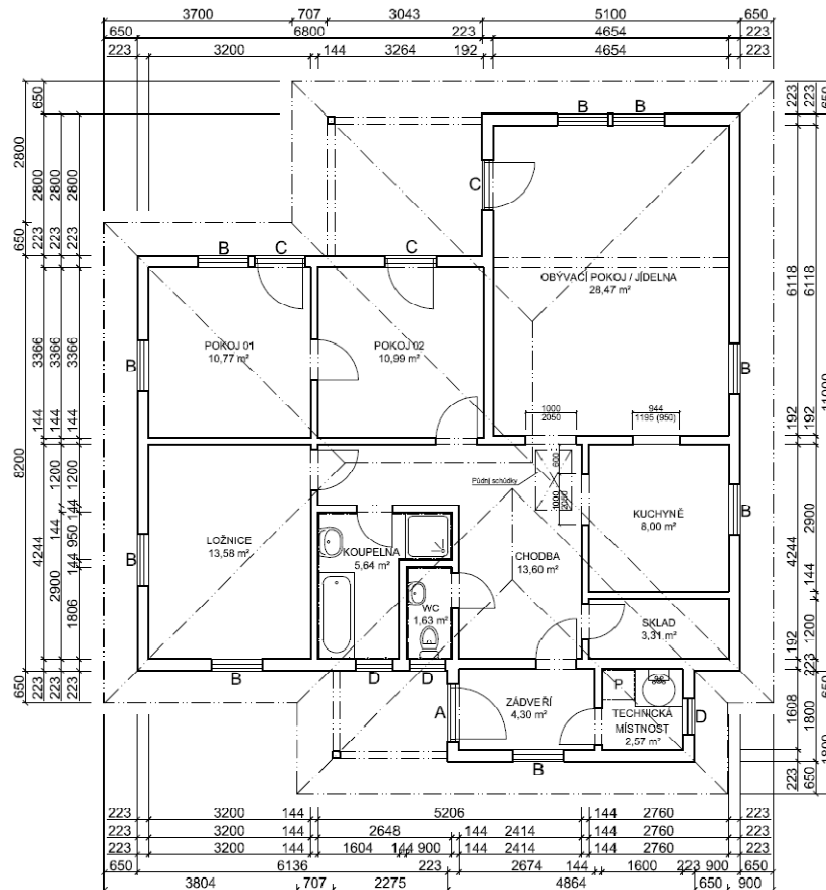


Obr. 9 Podkrovi domu harmony 4 [2]

Dům Elegance



Obr. 10 Pohledy domu Elegance [2]



Obr. 11 Půdorys domu Elegance [2]

5.3 Vytápění

Přízemí a obytné podkroví domu **Harmony 4** je vytápěno pomocí teplovodního rozvodu s umístěnými otopnými deskovými tělesy a koupelnovými žebříky. Jako zdroj tepla je navržen integrovaný zásobník tepla IZT – I TSE 615 umístěný v technické místnosti. Objem nádrže je 615 litrů. Vytápěny jsou všechny místnosti kromě garáže.

Všechna otopná tělesa jsou opatřena termohlavicí pro úsporný provoz. Teplovodní část je jištěna pojišťovacím ventilem na 3 Bar. Ovládání topné soustavy probíhá pomocí prostorového termostatu.

V prostoru obou koupelen je instalováno podlahové topení systému Rehau. Ovládání podlahového topení je pouze manuální pomocí pootočení či uzavření termohlavicí.

Na integrovaný zásobník tepla jsou napojena peletková kamna s teplovodním výměníkem. Napojení je provedeno pomocí plastového potrubí s oběhovým čerpadlem. Dále je napojen solární fototermitický systém pro ohřev teplé užitkové vody.

Větrání domu **Harmony 4** je zajištěno pomocí rekuperace tepla. Množství čerstvého vzduchu přiváděného do interiéru domu je ovlivněno tvorbou škodlivin (vodní páry, CO₂, oděry apod.) a odpovídá množství odváděného vzduchu při větrání kuchyně a koupelny. Veškeré funkce větrání zajišťuje kompaktní větrací jednotka spolu s digitálním regulátorem od firmy Atrea.

Řízení větrání domu je komplexní systém, který je složen ze dvou základních větví:

I – interiérový znečištěný odpadní vzduch

E – exteriérový čistý přiváděný vzduch

Větrání domu je navrženo jako rovnotlaké. Odsávání odpadního znečištěného vzduchu z interiéru domu probíhá v místech s tvorbou škodlivin a dále v zádveří, šatně a komoře.

- Odsávání vzduchu celkem: - 270 m³/h
- Přívod vzduchu celkem: + 270 m³/h

Takto navržený systém zajišťuje rovnoměrné provětrání dotčených místností. Účinnost rekuperace navrhované jednotky je při výše zmiňovaném množství přisávaného a odsávaného vzduchu cca. 75%. Tepelné ztráty způsobené větráním, vyplývající z účinnosti rekuperace, jsou kryty klasickým vytápěním.

Navržená větrací jednotka je umístěna na stěně technické místnosti. Jednotlivé režimy větrání jsou ovládány na digitálním regulátoru osazeném v místnosti [2]

Bungalov s katalogovým označením **Elegance** je vytápěn teplovodním plynovým nástěnným kotlem Vaillant turboPlus VU – 122 – 5 umístěný v technické místnosti. Rozsah nastavení tepelného kotle je 6,3 – 12 kW. Odvod spalin je řešen svisle nad střechu domu. Cirkulaci topné vody zde zajišťuje teplovodní čerpadlo umístěné v kotlovém agregátu. Kotel je regulován pomocí bezdrátového prostorového termostatu s digitálním programem. Od vnitřního prostoru místnosti je hermeticky oddělen uzavřenou spalovací komorou.

Jako otopná tělesa jsou navrženy ocelové deskové radiátory s kompaktním ventilem. Pro nastavení teploty v místnosti jsou na ventilové vložky namontovány termostatické hlavice s 6 stupni regulace. V koupelně je pro vytápění použito žebříkové těleso s možností kombinovaného vytápění.

Ohřev teplé užitkové vody je zajištěn kotlem ve spojení s nepřímotopným zásobníkem. Ohřev v zásobníku užitkové vody má přednost před vytápěním a je řízen elektronickou, která plynule reguluje hořák podle odběru vody. Obsah zásobníku má 120 litrů. [2]

5.4 Tepelné ztráty

Tepelná ztráta je okamžitá hodnota tepelné energie (přesněji tepelný tok), která z domu uniká stavebními prvky a konstrukcemi (střechou, stropem, stěnou, okny a dveřmi, podlahou, nevytápěnými prostory) nebo větráním. Podíl těchto tepelných ztrát je závislý na tepelně technických vlastnostech použitých materiálů, kvalitě těsnosti stavby a těsnosti otvorových výplní.

Součinitel tepelné ztráty prostupem H_T se stanovuje pro všechny hraniční části prostorů, které sdílejí teplo. Pro jednotlivé části prověřovaných domů jsou měrné tepelné ztráty prostupem uvedeny v následujících tabulkách. Hodnocení měrné tepelné ztráty je závislé na součiniteli prostupu tepla daných částí konstrukce. Ten nám charakterizuje tepelně izolační schopnosti konstrukce a udává množství energie, která projde plochou 1 m² při teplotním rozdílu 1K. [4]

Tab. 1 Měrné ztráty konstrukce prostupem tepla domu Harmony 4

Ochlazovaná konstrukce	Plocha všech Konstrukcí A [m ²]	Součinitel Prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _T [W/k]
Obvodová stěna	132,6	0,17	22,55
Obvodová stěna – garáž	21,9	0,29	6,35
Strop garáže	27,3	0,16	4,37
Podlaha	81,7	0,25	20,43
Šikmá střecha	65,2	0,16	10,43
Strop vodorovný	59,4	0,16	9,5
Vstupní dveře	2,5	1,4	3,5
Okno	19,5	0,7	13,65
Výlez na půdu	0,7	1,6	1,12
Střešní okno	2	1,6	3,2
Celkem	413	6,49	95,05

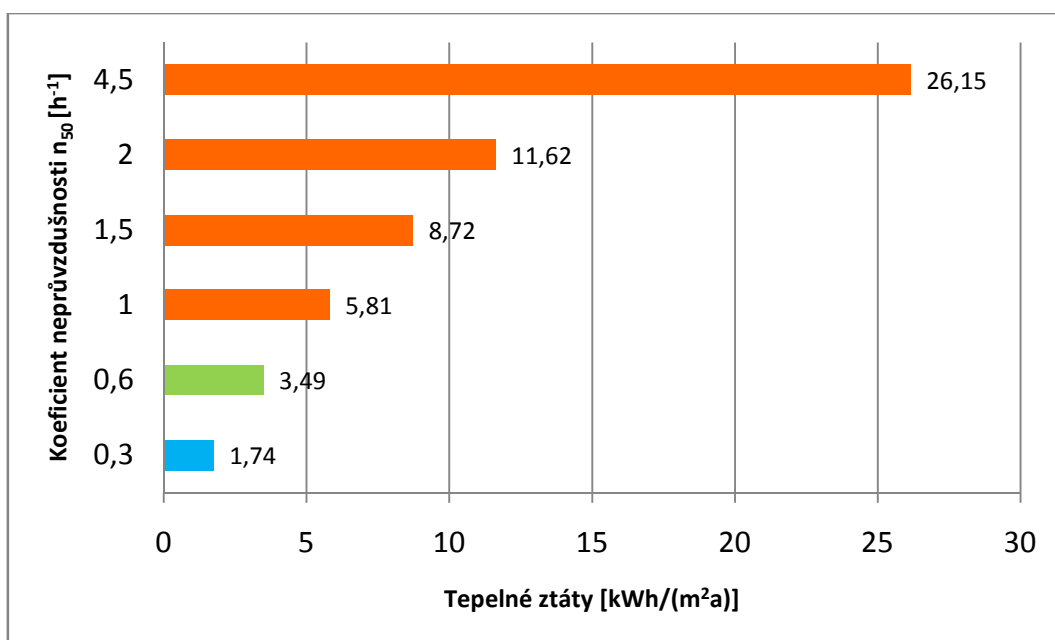
Tab. 2 Měrné ztráty konstrukce prostupem tepla domu Elegance

Ochlazovaná konstrukce	Plocha všech konstrukcí A [m ²]	Součinitel Prostupu tepla U [W/(m ² K)]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _T [W/K]
Obvodová stěna	120,6	0,2	24
Podlaha	102	0,4	40,8
Strop vodorovný	102	0,27	27,5
Vstupní dveře	2,5	1,4	3,5
Okno	17,7	1,2	21,24
Výlez na půdu	0,7	1,6	1,12
Celkem	345,5	5,07	118,16

Stanovené měrné tepelné ztráty prostupem posuzované budovy jsou podkladem pro výpočet stavebně energetického požadavku budovy. V těchto výpočtech je kromě energetických ztrát uvažováno s umístěním domu vůči světovým stranám, druhu vytápění, spotřebou energie pro přípravu teplé vody a dalších. Vystavovaným dokumentem je tzv.

Průkaz energetické náročnosti budovy, který je od roku 2009 součástí dokumentace stavebního řízení. Národní kalkulační nástroj (NKN) vytvořený pro účel zjišťování energetické náročnosti budov, bohužel neřeší vliv tepelných mostů či průvzdušnosti budovy. Navrhované tepelně - energetické vlastnosti se proto mohou lišit od reálných a v mezním případě může dojít k poddimenzování vzduchotechniky a otopné soustavy. Graf 1 znázorňuje vliv unikajícího vzduchu na tepelné ztráty způsobené netěsnostmi.

Rozdílnost konstrukce měřených domů je promítnuta i do třídy zařazení energetické náročnosti. Dům **Harmony 4** s větším zateplením a použitím přídavných technologií je klasifikován jako energeticky úsporný, s třídou zařazení B. Jeho roční spotřeba energie činí 85,9 kWh/m²rok, celková vypočtená roční spotřeba dodané energie je 50,04 GJ. Měrná spotřeba energie pro vytápění je 48,4 kWh/m²rok. Bungalov **Elegance** je hodnocen jako nevyhovující pro nízkoenergetické zařazení. S roční vypočtenou měrnou spotřebou energie 152,7 kWh/m²rok je dům Elegance zařazen do třídy energetické náročnosti D. Dodaná spotřeba energie za rok je 56,1 GJ. Spotřeba energie pro vytápění dosahuje hodnoty 118 kWh/m²rok. Velkou roli zde hraje poměr plochy střešní a podlahové konstrukce, která je zateplena v nejnižším možném stupni a dochází zde tak k vyšším tepelným ztrátám. Energetický průkaz obou budov je pro náhled umístěn v příloze 1 a 2. [2]



Graf 1 Vliv hodnoty unikajícího vzduchu na tepelné ztráty [5]

6 Výrobní kontrola a montáž

6.1 Certifikace

Přestože Systém rámových dřevostaveb firmy Haas Fertigbau na rozdíl od masivních konstrukcí u nás nemá zakořeněnou historickou tradici a svoje místo na trhu si teprve získává. Z pozice člověka je pochopitelné nedůvěřovat věcem novým a časem neprověřeným, což se konkrétně v našem případě potvrzuje. Pro většinu z nás je koupě takového domu životní investicí, takže není čemu se divit. Proto je důležité zajistit, aby použité materiály pro výrobu stěn, stropů a střešních plášťů splňovaly určité předpoklady a byly pro investora zárukou kvality.

Jednou z těchto záruk kvality výrobku do jisté míry zajišťuje samotný stát, který se stará o ochranu spotřebitele. Prvním předpokladem kvality jak domů Haas Fertigbau tak i ostatních výrobců je zákon č. 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků. Účelem tohoto zákona je zajistit, v souladu s právem Evropského společenství, aby výrobky uváděné na trh nebo do oběhu byly z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví spotřebitele nezávadné.

V současné době je základním nástrojem pro ověřování kvality tzv. zákonem předepsaná certifikace. V České republice se tato certifikace řídí zákonem č. 22/1997 Sb., o požadavcích na výrobky. Tento zákon podléhá nařízení vlády 163/2002 ve znění 312/2005 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, kam patří i konstrukce ze dřeva, srubové stavby a montované stavby na bázi dřeva. [6]

Základními požadavky vycházející z Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. přílohy 1. jsou:

Mechanická odolnost a stabilita

Stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby zatížení, o kterých se předpokládá, že na ni budou působit v průběhu stavění a užívání, neměla za následek:

- zřícení celé stavby nebo její části,
- větší stupeň nepřípustného přetvoření,
- poškození jiných částí stavby nebo vybavení následkem deformace nosné konstrukce
- poškození událostí v rozsahu neúměrném původní příčině

Požární bezpečnost

Stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby v případě požáru:

- byla po určitou dobu zachována nosnost a stabilita konstrukce,
- byl omezen vznik a šíření požáru a kouře ve stavebním objektu,
- bylo omezeno šíření požáru na sousední objekty
- mohly osoby a zvířata opustit stavbu nebo být zachráněny jiným způsobem
- byla brána v úvahu bezpečnost záchranných jednotek

Hygiena, ochrana zdraví a životního prostředí

Stavby musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby neohrožovala hygienu nebo zdraví jejích uživatelů nebo sousedů, především v důsledku:

- uvolňování toxických plynů,
- přítomnosti nebezpečných částic nebo plynů v ovzduší, emise nebezpečného záření
- emise nebezpečného záření
- znečištění nebo zamoření vody
- nedostatečného zneškodňování odpadních vod, kouře a tuhých nebo kapalných odpadů
- výskytu vlhkosti v částech stavby nebo na površích uvnitř stavby

Bezpečnost při užívání

Stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby při jejím užívání nebo provozu nevznikalo nepřijatelné nebezpečí úrazu, například uklouznutím, smykem, pádem, nárazem, popálením, zásahem elektrickým proudem a zraněním výbuchem.

Ochrana proti hluku

Stavba musí být navržena a postavena takovým způsobem, aby hluk vnímaný obyvateli nebo osobami poblíž stavby byl udržován na úrovni, která neohroží jejich zdraví a dovolí jim spát, odpočívat a pracovat v uspokojivých podmínkách.

Úspora energie a tepla

Stavba a její zařízení pro vytápění, chlazení a větrání musí být navrženy a postaveny takovým způsobem, aby spotřeba energie při provozu byla nízká s ohledem na klimatické podmínky místa a požadavky uživatelů. [6]

Vlastní certifikace probíhá tak, že výrobce definuje konstrukci svého výrobku a prostřednictvím autorizované osoby dochází k ověřování výše zmíněných vlastností výrobku. Dále je prověřován systém řízení výroby, který zaručuje schopnost kontinuální výroby panelů o určité kvalitě a se stejnými vlastnostmi. Autorizovaná osoba provádí nejméně jedenkrát za 12 měsíců dohled nad řádným fungováním výroby, odebírá vzorky, provádí jejich zkoušky a posuzuje, zda vlastnosti výrobků odpovídají stavebnímu technickému osvědčení. [24]

Výsledkem této výrobkové certifikace je Stavební technické osvědčení (STO) v našem případě pro dřevěné rámové prefabrikované stavební sestavy systému Haas Fertigbau (Příloha 3), Protokol o výsledku certifikace výrobku (Příloha 4), Certifikát výrobku (Příloha 5), Certifikát systému řízení výroby a Protokol o výsledku posouzení systému řízení výroby.

Pro evropský trh se zákonná certifikace výrobku řídí nařízením vlády č. 190/2002 Sb., který je v souladu s právem Evropských společenství (směrnice Rady 89/106/EHS) stanovují technické požadavky na stavební výrobky, které mají být uváděny na trh s označením CE. Účelem směrnice je sjednocení základních požadavků pro volný obchod v rámci EU. Směrnice definuje základní požadavky technické specifikace, zásady prokazování shody stavebních výrobků a zásady umístování značky CE. Uvedené předpoklady shody mohou být naplněny splněním požadavků harmonizovaných evropských norem nebo jiným technickým řešením. Tím je v případě uvedení na trh v Evropské unii tzv. procedura evropského technického schválení.

Evropská technická schválení ETA (European technical Approval) jsou obecná pravidla vydávaná autorizovanými osobami, která jsou užívána především v případech nových technických řešení a případech, kdy není k dispozici harmonizovaná evropská norma. V rámci České republiky jsou schvalovacími osobami Technický a zkušební ústav stavební (TZÚS) Praha a Centrum stavebního inženýrství (CSI). Certifikáty ETA jsou založeny na zkoušení testování a analýze výrobků, jsou vydávány Evropskou organizací pro technická schvalování EOTA (European Organization for Technical Approvals). Organizace sdružuje všechny členské státy EU a zajišťuje jednotný postup při zkoušení a schvalování stavebních výrobků.

Pravidla vytvářená v rámci Evropské organizace pro technická schválení EOTA se nazývají Směrnice pro evropská technická schválení ETAG (European Technical Approval Guideline). Obsahují základní požadavky na výrobky, postupy zkoušek, metody

posuzování a hodnocení výsledků zkoušek, postupy inspekce a shody. Jestliže neexistuje vhodný ETAG, výrobce musí na vlastní náklady nechat zpracovat Dokument o společném postupu CUAP (Common Understanding Assesment Procedure) odsouhlasený v rámci vnitřních procesů EOTA. [3]

Dalším velmi důležitým měřítkem kvality je tzv. nepovinná certifikace. Jedná se o certifikaci dobrovolnou, která není nutná dle zákona České republiky, ale je velmi důležitá pro spotřebitele i pro výrobce. Firma Haas Fertigbau je proto členem Asociace dodavatelů montovaných domů (ADMD), kde podléhá této nepovinné certifikaci dle Dokumentu národní kvality (DNK).

Cílem Dokumentu národní kvality je zajištění technické kvalitativní úrovně montovaných staveb na bázi dřeva formou nepovinné certifikace, která má přísnější požadavky na výrobce než certifikace vyplývající z NV 163/2002Sb. Dokument národní kvality se zabývá systémem řízení výroby a montáže, zahrnuje vstupní certifikaci a pravidelný dohled po 6 měsících, jehož výsledkem je Protokol o dozoru nad certifikovaným výrobkem (Příloha 6).

Předpokladem je akceptování kvalitativních požadavků kladených na vstupní materiály a deklaraci základních vlastností konstrukcí. V průběhu celé stavby je kladen důraz na sledování kritických bodů, což jsou fáze výroby a montáže, ve kterých existuje reálný předpoklad porušení technologických pravidel a konstrukčních zásad ovlivňujících kvalitu montovaných dřevostaveb. Dokument označený jako Soupis kritických bodů je souvisejícím dokumentem, který předpokládá jasně definovaná pravidla a krajní meze, které nesmí být překročeny. Konkrétní informace ohledně zpracování jednotlivých materiálů jsou uvedeny v dalším souvisejícím dokumentu s označením Prováděcí pokyny.

Aby tento proces prokazování kvality členů ADMD byl plně transparentní, provádí ověřování a dodržování požadavků DNK ADMD nezávislý certifikační orgán, kterým je Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Praha, s.p. [7]

V praxi by měla probíhat také průběžná interní kontrola ze strany výrobce, která zahrnuje kvalitativní kontrolu konečné stěny a kontrolu stavby. Kontrola by měla být prováděna pro každou zakázku.

Výrobní kontrola kvality stěn posuzuje obvodovou stěnu z vnějšku, obvodovou stěnu z vnitřku, stropní panel a příčku z jednotlivých stran. Zjištěné nedostatky jsou zaznamenány do protokolu, případně doplněny o fotodokumentaci. Před expedicí je nutné zjištěné závady odstranit.

Kontrola na staveništi se zaměřuje na technologický postup montáže a předcházení nežádoucích vad a defektů.

Jednotlivými boby kontroly jsou: kontrola přesahu vrchní stavby, montáž panelů v přízemí, montáž průvlaků, montáž stropů, montáž schodů, montáž podkoroví, montáž vikýře (je-li montován), vazníky (pokud jsou montovány), montáž krovu, montáž komínu, klempířské práce, montáž střechy, stropní přechod, vnější fasáda, výplň montážních otvorů, zaklopení stropů, kontrola oken, dveří, schodů, instalací, kontrola stavby všeobecně. [2]

6.2 Materiál

Prověřováním materiálu se zabývá jak zákonná tak dobrovolná certifikace. Na základě ověřovacích postupů a zkoušek dochází k prokazování schody se základními požadavky na používané materiály. Splnění požadavků norem pro tyto stavební materiály dokladuje výrobce v dodavatelské dokumentaci. Při výrobní kontrole by mělo docházet k souladu materiálů reálně používaných a materiálů požadovaných.

Stavební řezivo

Dřevo jako stavební materiál musí splňovat normami předepsané požadavky na minimální pevnost, tuhost a další podstatná kritéria.

Tolerance rozměrů

Základním předpokladem, který ovlivňuje výslednou jakost budov a jejich jednotlivých částí během užívání, je přesnost geometrických parametrů (někdy je tato problematika zúženě popisována jako tolerance ve stavebnictví). Hodnoty přesnosti geometrických parametrů (rozměrů, tvarů, orientace), jejich odchylky a tolerance ovlivňují spotřebu materiálů a práce během zhotovení. Také mají vliv na potřebu a rozsah oprav a údržbu budov a tím i na jejich životnost. Pokud na stavbě budou u těchto vybraných geometrických parametrů skutečné odchylky nebo tolerance větší než předepsané, dojde k neplnění výsledné funkce.

Tolerance nosného prvku by měla být do 100 mm \pm 1 mm a nad 100 mm \pm 1,5 mm. Zkušební postup a deklarované odchylky jsou popisovány ČSN 73 0212-5.

Vlhkost

Jednou ze základních vlastností dřeva, je jeho vlhkost. Ta zásadně působí na životnost konstrukce a téměř na všechny důležité vlastnosti ovlivňující její kvalitu. Dovolená vlhkost dřeva pro stavební konstrukce je stanovena normou podle druhu a použití konstrukčních prvků.

Vlhkostní charakteristiky dřeva používaného pro stavební konstrukce jsou definovány ČSN EN 13183-2. Pro využití dřeva jako konstrukčního materiálu je stanovena vlhkost $15 \pm 3\%$. Difuzně uzavřený systém výroby pak dále zajišťuje, aby dřevo bylo chráněno před pronikáním a přijímáním nežádoucí vlhkosti z okolí.

Jakost

Dřevo je materiálem organického původu a vykazuje oproti jiným konstrukčním materiálům poměrně vysokou variabilitu vlastností. Na rozdíl od konstrukčních materiálů anorganického původu, jejichž jakost může být podle účelu použití ovlivněna výrobou, je u dřeva možné pouze tříděním nebo jiným jakostním ohodnocováním odhadovat jeho kvalitu a konečné použití.

Hodnocení dřeva na stavební konstrukce vychází z odhadu jeho skutečných mechanických vlastností. V praxi se používá výhradně třídění dřeva podle pevnosti.

Metody zjišťování jakosti dřeva lze rozdělit na:

- destruktivní (průkazné zkoušky),
- nedestruktivní (vizuální třídění, strojní třídění a jiné nedestruktivní metody).

směřuje Dle ČSN 73 2824-1 je nutno použít třídu jakost S 10 (C24). [8]

Tepelné izolace

Z hlediska zateplení stavby a s ním související energetické náročnosti jsou izolační materiály zásadními prvky konstrukce. Pro správnou funkci stěny musí být izolace navržena tak, aby splnila požadavky současně platné normy ČSN 730540-2007.

U těchto materiálů jsou posuzovány tepelné, mechanické, protipožární, akustické a ostatní důležité vlastnosti, jejichž kontrola se řídí normami s příslušnou problematikou. [9]

Parozábrana

Použitá polyethylenová folie plní v konstrukci jednu z nejdůležitějších funkcí a tou je, jak už sám název napovídá, zabránění průniku vlhkosti do vnitřních vrstev panelu. Její kvalita z části ovlivňuje životnost celé konstrukce panelu.

Předmětem prověřování jsou vlastnosti jako odolnost proti potrhání, trvanlivost, vodotěsnost, tahové vlastnosti a další důležité aspekty, které stanovuje ČSN EN 13984 (727613). [10]

Desky na bázi dřeva

Desky použité na stavební účely musí splňovat základní požadavky, kterými jsou, pevnost, odolnost proti vlhkosti, limity úniku škodlivých látek a již zmíněné rozměrové tolerance. Všechny tyto vlastnosti by mohli neblahým způsobem působit na funkci konstrukce, případně ohrozit zdraví spotřebitele.

Plošným plášťovacím materiálem jsou DTD desky, které jsou používány jako nosné části prefabrikovaného panelu a jsou zařazeny dle ČSN EN 13986.

V našem případě je DTD používána ve vlhkostní třídě P5 a P4. Konstrukční deska s označením P5 podléhá minimálnímu rozpínání a bobtnání. Je proto vhodná k použití ve vlhkém prostředí ke stavbám dřevěných konstrukcí a skeletů. Nosná DTD s označením P4 je umístěna na vnitřní straně konstrukce panelu a je určena do suchého prostředí. Požadavky na vlastnosti dřevotřískových desek stanovuje ČSN EN 312.

Označení desky E1 značí nízký obsah formaldehydu a splnění emisní normy. Kategorizací a splňováním emisních požadavků se zabývá ČSN EN 717-1. [8]

Sádrokartonové desky

Výběr vhodné sádrokartonové desky závisí na místě použití a sním souvisejícími riziky. Pro systém panelu Haas Fertigbau jsou používány tři typy sádrokartonových desek, které mají specifické vlastnosti podle místa zabudování. Jsou jimi klasické sádrokartonové desky bez speciální úpravy, desky s protipožární úpravou a impregnované desky vhodné do vlhkého prostředí.

Vlastnosti a požadavky na sádrokartonové desky, které jsou použity při stavebních konstrukcích, určuje ČSN EN 520 (723611). [11]

Spojovací prostředky

Spojovacími prostředky jsou jednotlivé prvky konstrukce, zasahující do nosné struktury (hřebíky, sponky, desky s prolisovanými trny, svorníky, vruty a další.). Vhodné zvolení spojovacího prostředku a jeho parametrů (např. únosnost, odolnost proti ohni, ochrana proti korozi atd.) zásadně ovlivní pevnost a stabilitu celé konstrukce.

V závislosti na charakteru spoje musí být splňovány odpovídající požadavky, které jsou specifikovány ČSN 731702 a ČSN EN 14545. [12,13]

7 Prověřování vzduchotěsnosti

7.1 Metody posuzování průvzdušnosti

Kvalita budov úzce souvisí s navrhovanou energetikou náročností, jak obálky budovy, tak i průchozích technologií. Při nechtěném proudění vzduchu skrz plášť budovy vzniká nebezpečí kondenzace vody a výrazné tepelné ztráty. Pokud není známo množství unikajícího vzduchu (tepla) netěsnostmi, dochází často k poddimenzování vzduchotechniky nebo také topné soustavy.

Je velmi málo parametrů budovy, které je možno ověřit v průběhu stavby a bezprostředně po jejím dokončení. Stanovení průvzdušnosti jako měřítka kvality obálky budovy ale měřit lze. S touto metodou pomocí měřících a detekčních nástrojů lze odhalit defekty, zviditelnit je pro dokumentaci a tudíž usnadnit jejich odstranění. Pro zařízení a metodu měření průvzdušnosti se v zahraničí nejčastěji užívá označení Blower Door, Blower - Door test, Blow - test, Air Permeability nebo také Luftdurchlässigkeit. U nás je zkouška vzduchotěsnosti známa též pod pojmem metoda tlakového spádu.

Úkolem této zkoušky je zjištění objemu vzduchu, který uniká netěsnostmi v plášti budovy při určitých tlakových rozdílech. Největší vliv na výsledek zkoušky má těsnost a správné prolepení parozábrany, která chrání konstrukci před výše zmíněnými úskalími a tím zvyšuje kvalitu a životnost dřevostavby.

Použití tlakové metody:

- a) měření průvzdušnosti stavby nebo její části pro schválení s navrhovaným požadavkem na vzduchotěsnost
- b) porovnání relativní průvzdušnosti několika stejných budov nebo částí budov
- c) určení míst průniku
- d) určení průniku, snížení a vylepšení výsledné hodnoty na základě vyplývajících defektů existujících v stavbě nebo její části

Metodický postup a technické parametry zařízení stanovuje ČSN EN 13 829. Tato norma rozlišuje dvě rozdílné metody měření závisící na účelu a vyžadující rozdílnou přípravu budovy. [14]

7.1.1 Metoda B (test pláště budovy)

Tato metoda je prováděna v rozestavěné, nedokončené fázi tak, aby bylo možné postupně vyhledávat a eliminovat jednotlivá místa úniku. Slouží k ověření těsnosti prosté obálky budovy za vyloučení technologických průchodů (kanalizace, vzduchotechnika, kouřovody aj.), které budou v dokončené stavbě uzavřeny svým vlastním způsobem. Provádí se tedy v době, kdy je obálka budovy dokončena, a pokud možno je přístup k hlavní vzduchotěsnicí vrstvě, kterou lze v průběhu testu opravit. Pro účely tohoto testu je nutné budovu připravit. Speciálními těsnícími prostředky (zátky, balónkové uzávěry, dočasné lepicí pásy, folie) uzavřít otvory TZB a vyloučit tak jejich případnou netěsnost z důvodu nedokončenosti. Několikanásobným vyvoláním tlakového rozdílu srovnatelného s testem dohledat a dotěsnit zjevné defekty a nedodělky. Tato část je časově nejnáročnější a v závislosti na kvalitě stavby může trvat několik hodin. [14]

7.1.2 Metoda A (test používané budovy)

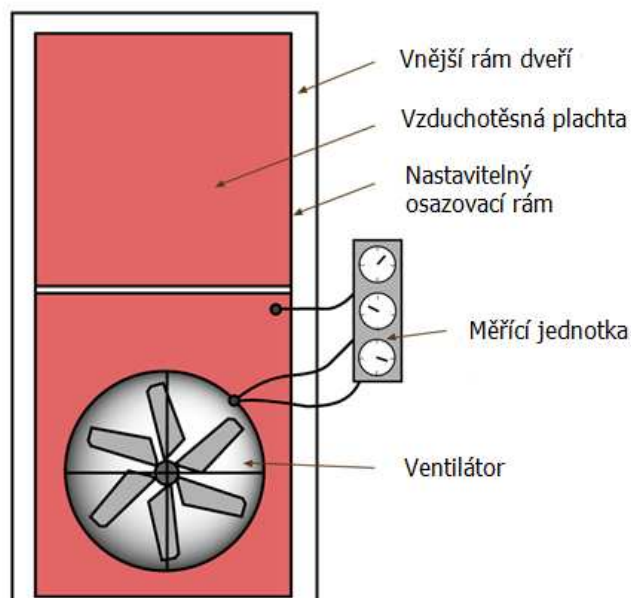
Je oproti metodě B měřením certifikačním, kdy v dokončené a provozované budově se provede měření průvzdušnosti za uzavření technologických zařízení jejich vlastními prostředky (zalití vodních uzávěrů, uzavření komínových tahů, uzavření klapek vzduchotechniky apod.). Z tohoto důvodu musí instalovaná zařízení takové vlastní uzavření umožňovat a to nezávisle na dodávané energii. Tento test je ve své podstatě jednodušší a kratší, neboť již nelze na dokončené stavbě provádět zásahy k zlepšení vzduchotěsnosti budovy. V obou případech se ale používá stejné zařízení, stejný měřicí postup a stejná detekční technika. [14]

7.2 Popis zařízení

Přenosné zařízení pro měření vzduchotěsnosti budov označované též jako Blowerdoor, Blowtest svoji popularitu získalo zejména díky téměř univerzálnímu použitelnosti. Umožňuje totiž jednoduché osazení ventilátoru do otvoru pro dveře (okna) různých rozměrů (odtud také jeho název: blower – ventilátor, door – dveře).

Zařízení se vyrábí v různých variantách, ale vždy se skládá z těchto základních dílů: osazovacího rámu se vzduchotěsnou plachtou, části zajišťující pohyb vzduchu, měřicího přístroje (počítačové jednotky), zařízení k měření tlaku, systému měření rychlosti proudění

vzduchu, zařízení k měření teploty a příslušenství sloužící k přípravě stavby a diagnostice únikových míst.



Obr. 12 Základní části zařízení Blowtest [19]

Každý měřicí systém používaný při této metodě by měl být podle specifikací výrobce nebo standardizovaným způsobem pravidelně kalibrován.

V našem případě bylo měření prováděno mobilním zařízením Blowtest 3000, jehož základními částmi jsou:

Osazovací rám

Osazovací rám je umístěn v otvoru obvodové stěny měřené budovy (okno, dveře). Rám je teleskopický, takže se snadno přizpůsobí rozměrům běžných oken a dveří. Je vyroben z lehkých slitin, což umožňuje snadnou manipulaci a je odolný vůči poškození. Pro vzduchotěsné osazení je rám po obvodu opatřen pružným těsněním.

Vzduchotěsná plachta s otvorem pro ventilátor

Vzduchotěsná plachta je vyrobena z textilie potažené plastem. Plachta se pomocí osazovacího rámu napne do vhodného otvoru obvodové stěny. V plachtě je pro osazení ventilátoru kruhový otvor, který je řešen tak, aby zajišťoval dostatečnou těsnost. Dále je zde také otvor pro vyústění plastové hadičky pro měření venkovního tlaku.

Vybavení zajišťující pohyb vzduchu

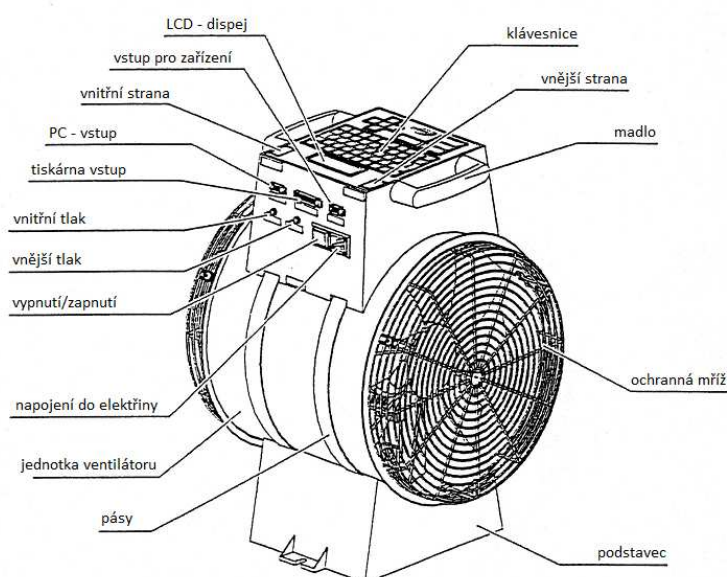
Tímto prvkem je ventilátor s proměnnými otáčkami, který je schopen vyvolat stanovený rozsah kladného a záporného tlakového rozdílu přes plášť budovy nebo její části. Při měření podtlakem vysává ventilátor vzduch z budovy, při měření přetlakem naopak transportuje vzduch dovnitř budovy. Ventilátor zajišťuje stálé proudění vzduchu při každém tlakovém rozdílu pro opakované získávání požadovaných hodnot rychlosti proudění vzduchu.

Zařízení k měření tlaku

Čidlo k měření tlaku je zařízení způsobilé k určování tlakových rozdílů s přesností ± 2 Pa v rozsahu 0 až 60 Pa. Ventilátor je již z výroby vybaven potřebným snímačem tlaku, který se hadičkou spojí s čidlem pro měření tlakového rozdílu. S vnějším prostředím je čidlo spojeno plastovou trubičkou procházející otvorem skrz vzduchotěsnou plachtu.

Počítačová jednotka

Měřicí přístroje mohou být buď analogové nebo digitální. V našem případě se jedná o elektronickou jednotku, která řídí průběh měření, průběžně zaznamenává a vyhodnocuje naměřené údaje a je pomocí pásů pevně spojena se zařízením pro pohyb vzduchu. Obr detailně popisuje jednotlivé části tohoto zařízení. [14]



Obr. 13 Popis zařízení Blowtest 3000 [15], osazení měřícího zařízení

Systém měření rychlosti proudění vzduchu

Zařízení měřící rychlost proudění vzduchu s $\pm 7\%$ z měřené hodnoty. or. Hodnota rychlosti proudění vzduchu je korigována podle hustoty vzduchu.

Zařízení k měření teploty

Zařízení měřící teplotu s přesností ± 1 K.

Příslušenství

Anemometr - zařízení k měření rychlosti vzduchu, sloužící k detekci netěsností nejčastěji při podtlaku budovy, anemometr by měl být schopen zaznamenat rychlosti v řádech desetin m/s .

Kouřové trubice - slouží k identifikaci netěsností při přetlaku a podtlaku budovy

Uzavírací balony - zajišťují utěsnění kruhových otvorů v konstrukci stavby (kanalizační potrubí, komíny, potrubí vzduchotechniky apod.)

Lepicí páska - utěsnění užších spár

7.3 Postup měření

Přesnost měření je kromě klimatických podmínek a přesnosti přístrojů velmi závislá na kvalitě práce technika, který zkoušku provádí. Z tohoto důvodu byl postup měření standardizován a v řadě zemí se stal součástí technických norem. Dodržení pracovních postupů předepsaných těmito normami zajišťuje vysokou věrohodnost a vzájemnou srovnatelnost naměřených výsledků. [14]

V České republice se tento postup řídí již zmíněnou normou ČSN EN 13 829, která detailně popisuje přípravu budovy před měřením, postup měření a způsob zpracování výsledků.

Postup měření (v našem případě pro metodu B) se skládá z těchto dílčích kroků: příprava budovy před měřením, kontrola klimatických podmínek; osazení měřícího zařízení; volba tlakových rozdílů; měření základního tlakového rozdílu před začátkem testu; měření závislosti objemového toku vzduchu na tlakovém rozdílu (vlastní test); zpracování výsledků. Pro každou budovu by měla být provedena dvě měření – při podtlaku a při přetlaku v budově. Postup obou měření je stejný.

Příprava budovy před měřením

Rozsah přípravy a volba metody závisí především na cíli měření. Naším cílem je pouze změřeni vzduchotěsnosti stavebních prvků a konstrukcí a odhalení případných netěsností. Za tímto účelem byla zvolena metoda B, která nám poskytne aktuální hodnotu celkové intenzity výměny vzduchu a přehled kritických míst uniku.

Ať se jedná o metodu A nebo B je počáteční opatření shodné a je potřeba před měřením:

- Vypnout všechny spotřebiče a zařízení s hořáky (plynové kotle, sporáky, krby, kamna apod.)
- Vypnout mechanické větrací systémy, lokální odtahy vzduchu apod.
- Otevřít všechny vnitřní dveře a spojit místnosti v budově tak, aby se při měření chovala jako jediná tlaková zóna (zajištění rovnovážného tlakového rozdílu v celé budově)

Pokud se má pro měření prokázat vzduchotěsné provedení obvodových konstrukcí, pak je pochopitelně nutné dobře utěsnit veškeré jiné netěsnosti, které nejsou součástí konstrukcí. Pro naši metodu B je nutné utěsnění všech záměrných otvorů v obvodových konstrukcích. Jedná se zejména o:

- Větrací klapky a mřížky pro přívod vzduchu
- Nasávací a výfukové potrubí vzduchotechniky, odtahy digestoří apod.
- Kanalizační potrubí
- Další netěsné prvky, které by mohly zkreslit výsledek

Mezi další netěsné prvky patří:

- Výlez do podkroví (poklop se stahovacími schůdky nebo otvor, kam má být tento prvek osazen, pokud se měří před jeho instalací)
- Roletové boxy, pokud oddělují vnitřní a vnější prostředí
- Výfukové potrubí centrálního vysavače
- A další

Pro dočasné utěsnění v rámci přípravy před měřením jsou postačující méně kvalitní výrobky. Tenčí spáry lze dostatečně dobře utěsnit papírovou malířskou lepicí páskou (není potřeba používat speciální pásy pro vzduchotěsné spojování). Větší otvory lze utěsnit libovolnou nepoškozenou plastovou folií. Tyto dočasné úpravy by měly být prováděny pečlivě a zejména dbát na přilnavost lepicích pásek k podkladu. Pro utěsnění kruhových otvorů (kanalizační potrubí, komíny, vzduchotechnické potrubí, apod.) se používají gumové uzavírací balony. Pokud jsou na kanalizačním potrubí osazeny zařizovací předměty, postačí zápachové uzávěry (sifony) zaplnit vodou. Zvláštní pozornost je třeba věnovat utěsnění nasávacího a výfukového potrubí vzduchotechniky. Utěsněny by měly být vstupní a výstupní otvory na fasádě, nikoli vstupní a výstupní otvory do větrací jednotky. [14]

Kontrola klimatických podmínek

Tlakové účinky větru a rozdílu teploty uvnitř a vně měřené budovy mohou být zdrojem významné chyby měření. Měřit by se tedy mělo pouze za vhodných klimatických podmínek (bezvětrí nebo jen slabý vítr a malý rozdíl teplot). Rychlost a sílu větru určujeme na základě pocitových a zrakových vjemů, jejichž základní charakteristiky nám udává Beaufortova stupnice větru.

Beaufortova stupnice síly větru

Stupeň Vítr m.s-1 rozpoznávací znak - projev

0 bezvětrí < 0,45 kouř stoupá kolmo vzhůru

1 vánek 0,45 – 1,34 kouř stoupá podle větru, ale větrná růžice se nepohybuje.

2 větřík 1,8 – 3,1 vítr je cítit na tváři, listy stromů šelestí, větrná růžice se začíná pohybovat

3 slabý vítr 3,6 – 5,4 listy a větvičky stromů jsou v trvalém pohybu, vítr pohybuje praporky, slabě čeří vodu

4 mírný vítr 5,8 - 8 vítr zvedá prach a kousky papíru, pohybuje slabšími větvičkami, napíná praporek

5 čerstvý vítr 8,5 – 10,7 listnaté keře se začínají hýbat, na stojaté vodě se tvoří menší vlny se zpěněnými hřebeny

6 silný vítr 11,2 – 13,9 vítr pohybuje silnějšími větvemi, sviští dráty elektrických rozvodů, použití deštníku je nesnadné

7 mírný víchř 14,3 – 17 vítr pohybuje celými stromy, chůze proti větru je obtížná

8 čerstvý víchr 17,4 – 20,6 vítr ulamuje větve, chůze proti větru není možná

Při překročení limitních hodnot síly větru (max.6m/s) a teplotního rozdílu pravděpodobně nebude dosaženo přesných výsledků. Pokud rozdíl vnitřních a venkovních teplot [K] vynásobený výškou objektu [m] je větší než 500 mK, je pravděpodobné, že výsledné hodnoty měření budou nepřipustně zkreslené. Splnění těchto podmínek by mělo být před měřením zkontrolováno. Zjištěnou sílu větru a rozdíl teplot je potřeba zaznamenat, aby později tyto údaje mohly být použity při vyhodnocení výsledků. [16]

Osazení měřícího zařízení

Při instalaci rámu a měřícího zařízení je potřeba věnovat pozornost těmto problémům.

- Volba otvoru, do kterého má být zařízení osazeno
- Zajištění volného proudění vzduchu před a za ventilátorem
- Vzduchotěsné spojení zařízení s obvodovou konstrukcí
- Ochrana tlakových čidel před nežádoucími vlivy

Teleskopický rám je možné přizpůsobit běžným stavebním otvorům – jak oknům, tak dveřím. V našem případě bylo zařízení osazeno do dveřního otvoru z důvodu snadnější manipulace se zařízením (není nutné zvedat zařízení nad výšku parapetu okna). Tím že osadíme zařízení do vstupních dveří, vyloučíme z obvodového pláště jeden z prvků vykazující vyšší netěsnosti. To vede zpravidla k příznivějším výsledkům měření, než při osazení do okenního otvoru. Otvor pro osazení měřícího zařízení je potřeba vybrat tak, aby nebyl narušen tok vzduchu skrz ventilátor. Zařízení musí být pochopitelně co nejtěsněji spojeno s obálkou budovy. V opačném případě by mohl být výsledek zkreslený (zhoršený) vlivem netěsností mezi budovou a měřícím zařízením, které nejsou důsledkem chybného provedení stavební konstrukce.

Čidla tlakového rozdílu je potřeba chránit pře nepříznivými vlivy. Zejména konec hadičky spojující čidlo s vnějším prostředím musí být umístěn mimo dosah proudění vyvolaného ventilátorem. Veškeré hadičky tlakových čidel by měly být vedeny ve vodorovné poloze, bez větších svislých úseků a chráněny před slunečním zářením.

Po osazení měřícího zařízení vloží obsluha do počítačové jednotky vstupní hodnoty měřeného domu s obsahem vzduchu dle rozměru domu v m³.

Volba tlakových rozdílů

Velikost tlakových rozdílů, na nichž má být měřen objemový tok vzduchu se volí tak, aby byl v nejvyšší možné míře vyloučen vliv klimatických podmínek na výsledek měření. Při větrném počasí je vhodné měřit při vyšších tlakových rozdílech. Každé měření by se mělo skládat minimálně z pěti měřených bodů. Pokud je možné několik bodů by mělo měřeno při tlakovém rozdílu vyšším než 50Pa.

Měření základního tlakového rozdílu

Jedná se o přirozený tlakový rozdíl, vyvolaný účinkem větru a rozdílu teplot nezávisle na činnosti měřicího zařízení. Tlakový rozdíl naměřený během testu je možná chápat jako součet základního tlakového rozdílu a tlakového rozdílu vyvolaného ventilátorem.

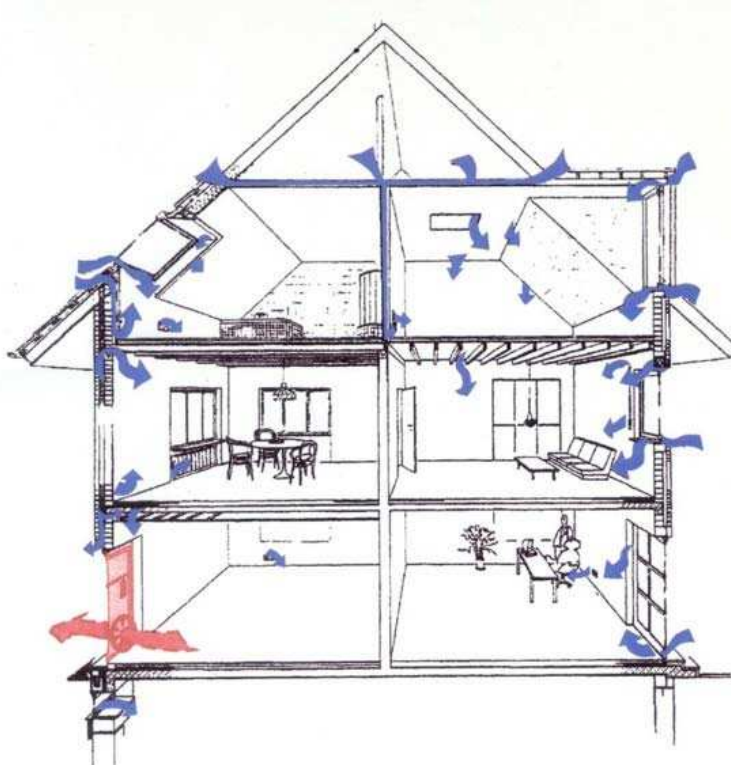
Základní tlakový rozdíl se může v průběhu testu měnit vlivem změny větru. Proto se měří těsně před začátkem a těsně po ukončení testu. Při obou těchto měřeních se zaznamená průměrná hodnota a ta se použije při vyhodnocení výsledků ke korekci naměřených hodnot tlakového rozdílu.

Měření základního tlakového rozdílu se provádí po osazení měřicího zařízení, při dočasně zakrytém otvoru pro ventilátor. Pro tento účel je ventilátor vybaven speciální maskovací clonou. U počítačově řízeného zařízení probíhá odečet základního tlakového rozdílu před a po měření zcela automaticky, včetně výpočtu průměrné hodnoty a oprav naměřených dat.

Měření závislosti objemového toku vzduchu na tlakovém rozdílu

Zásadní úlohou testu je změřit objemový průtok vzduchu proudícího netěsnostmi při různých úrovních tlakového rozdílu vyvolaného ventilátorem. Otáčky ventilátoru se před spuštěním nastavují tak, aby bylo postupně dosaženo zvolených tlakových rozdílů. Potřebné otáčky ventilátoru jsou automaticky nastavené počítačovou jednotkou. Nejprve dochází k spuštění ventilátoru a zjištění aktuálního stavu těsnosti. Ventilátor vytvoří podtlak 50 Pa a poté přetlak znovu na 50 Pa. Při podtlaku dochází k vyhledání únikových míst v koutech, spojích panelu, spárách a elektroinstalacích pouhým přiblížením ruky. Při přetlaku se k vyhledání používají kouřové trubice. Na obrázku 13 je názorně vidět osazení měřicího zařízení a vyvolání podtlaku v měřené budově.

Průběh závěrečného spouštění měření se minimálně jedenkrát opakuje z důvodu srovnání naměřených hodnot. První měření slouží k vyhledání a eliminaci únikových míst. Druhé měření je konečné. Výsledná hodnota je hodnota posledního měření. [14]



Obr. 14 Osazení měřícího zařízení a vyvolání podtlaku v měřené budově [20]

Výsledky a jejich zpracování

Výsledkem měření je sada hodnot objemového toku vzduchu změřených při různých úrovních tlakového rozdílu. Pokud je nutné, výsledky je potřeba opravit s ohledem na klimatické podmínky, působící během testu. Hodnoty tlakového rozdílu se opraví s ohledem na rozdíl tlaků uvnitř a venku budovy. Poté se hodnoty vynesou do grafu závislosti objemového toku vzduchu na tlakovém rozdílu. Určí se součinitel proudění c [$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{Pa}^n)$] a exponent proudění vzduchu n [-]. [14]

Vyhodnocení celkové průvzdušnosti obálky je stanoveno podle tab., dle ČSN 73 0540-2 a DNK ADMD. Normové tabulkové hodnoty na úrovni I se doporučují splnit vždy, hodnoty na úrovni II se doporučují splnit přednostně.

Tab. 3 Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu dle ČSN 73 0540-2 [9]

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h ⁻¹]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6	0,4

Tab. 4 Kriteria stanovená DNK ADMD pro celkovou intenzitu výměny vzduchu [7]

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$ [h ⁻¹]
Přirozené nebo kombinované	3
Nucené	1,5
Nucené se zpětným získáváním tepla	1
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6

7.4 Výsledky s fotodokumentací

Předmětem zkoušky bylo stanovení průvzdušnosti (vzduchové propustnosti) pláště budovy pro kontrolu splnění požadavků na vzduchotěsnost budov při tlakovém rozdílu 50 Pa (metodou B). Zkouška byla prováděna dle ČSN EN 13829.

Výsledek zkoušky se skládá z hodnot naměřených při podtlaku, přetlaku budovy zařízením Blowtest 3000 a pořízených snímků s lokálními únikovými místy.

7.4.1 Měření vzduchotěsnosti domu Harmony 4

Dům **Harmony 4** spadá do kategorie výměny vzduchu s nuceným větráním a zpětným získáváním tepla. Čistá plocha podlah má rozlohu 97 m², vnitřní objem je 441 m³ a plocha pláště budovy činí 330 m². Výška stavby dosahuje 8 m. Zkouška průdušnosti tohoto domu proběhla 15. prosince 2011 okolo deváté hodiny ranní.

Pro měření byla ze strany stavby provedena následující opatření, kterými jsou: utěsnění půdních dvířek, komínového tělesa, rekuperačního vedení, technická místnost a veškeré vývody kanalizačního potrubí. Před měření byl na základě Beaufortovy stupnice určen 2. stupeň intenzity větru. Venkovní naměřená teplota byla 6, 1 °C a vnitřní naměřená teplota dosahovala 15, 8 °C. Hodnota tlaku vzduchu byla 988 mbar. Klimatické podmínky měřené při přetlaku byly totožné s naměřenými podmínkami při podtlaku.

Zařízení bylo osazeno do otvoru pro vstupní dveře v 1. NP. Stavba byla v okamžiku měření ve fázi dokončené hrubé stavby. Detekce netěsností byla provedena při konstantním přetlaku pomocí kouřových trubic.

Podtlak

Rozdíly tlaku při nulovém průtoku

$\Delta p_{0,1}$	4,28 Pa	$\Delta p_{0,2}$	4,49 Pa
$\Delta p_{0,1}$	4,28 Pa	$\Delta p_{0,2}$	4,49 Pa
$\Delta p_{0,1-}$	0,00 Pa	$\Delta p_{0,2-}$	0,00 Pa

Hodnoty měření

Tlakový rozdíl [Pa]	55	48	42	34	28	20	0	0
Průtok vzduchu [m ³ /h]	449	405	368	335	304	272	0	0

- Koeficient průtoku vzduchu C 33,4 m³/(h.Paⁿ)
- Exponent průtoku vzduchu n 0, 62
- Koeficient unikajícího vzduchu C_L 33,7 m³/(h.Paⁿ)
- Průtok úniku vzduchu V₅₀ při 50 Pa 378 m³/h
- Průvzdušnost q₅₀ při 50 Pa 1, 15 m³/(h.m²)
- Specifická rychlost úniku W₅₀ při 50 Pa 3,90 m³/(h.m²)

- Interval spolehlivosti VB_{env} 23,3 – 47,7
- Interval spolehlivosti VB_n 0,52 – 0,71
- Interval spolehlivosti VB_L 23,5 – 48,2
- Rychlost výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa 0,86 h⁻¹

Přetlak

Rozdíly tlaku při nulovém průtoku

$\Delta p_{0,1}$	4,28 Pa	$\Delta p_{0,2}$	4,49 Pa
$\Delta p_{0,1}$	4,28 Pa	$\Delta p_{0,2}$	4,49 Pa
$\Delta p_{0,1-}$	0,00 Pa	$\Delta p_{0,2-}$	0,00 Pa

Hodnoty měření

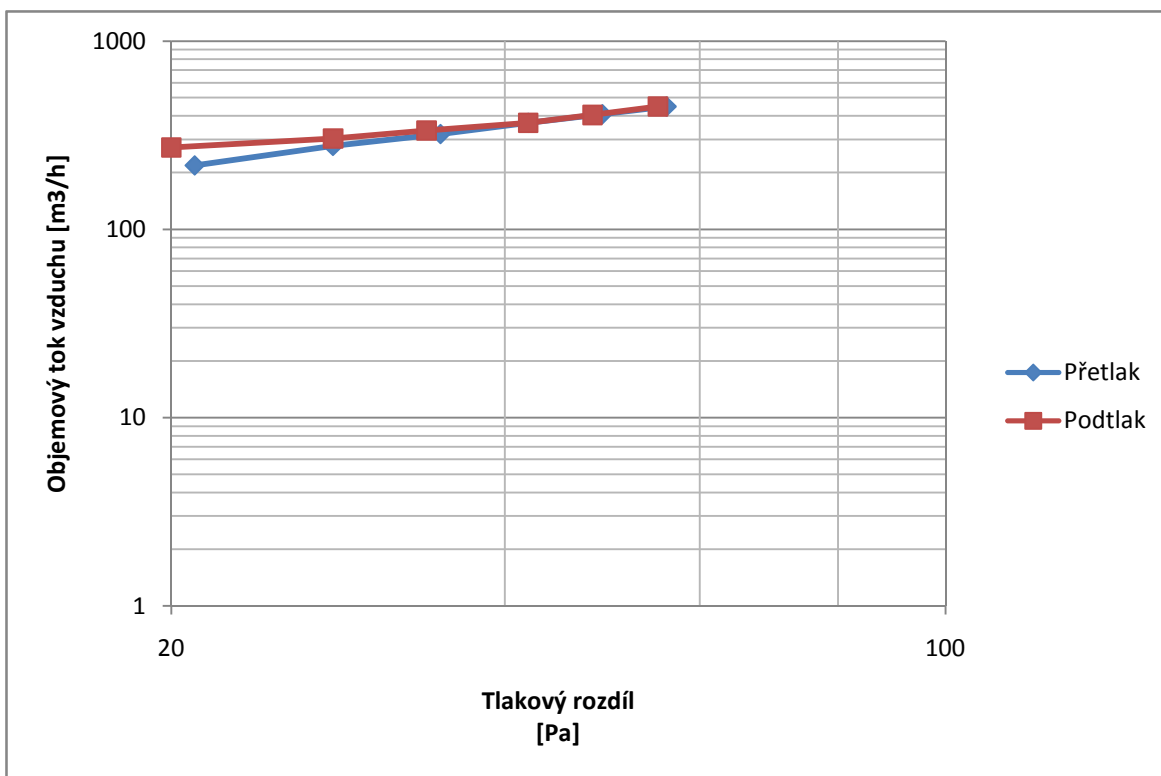
Tlakový rozdíl [Pa]	56	49	42	35	28	21	0	0
Průtok vzduchu [m ³ /h]	449	409	368	321	278	219	0	0

- Koeficient průtoku vzduchu C_{env} 23,4 m³/(h.Paⁿ)
- Exponent průtoku vzduchu n 0,74
- Koeficient unikajícího vzduchu C_L 23,7 m³/(h.Paⁿ)
- Průtok úniku vzduchu V_{50} při 50 Pa 423 m³/h
- Průvzdušnost q_{50} při 50 Pa 1,28 m³/(h.m²)
- Specifická rychlost úniku W_{50} při 50 Pa 4,36 m³/(h.m²)
- Interval spolehlivosti VB_{env} 19,6 – 27,9
- Interval spolehlivosti VB_n 0,69 – 0,79
- Interval spolehlivosti VB_L 19,8 – 28,3

- Rychlost výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa 0,96 h⁻¹

Průměrná hodnota rychlosti výměny vzduchu a průtoku unikajícího vzduchu

n_{50} při 50 Pa	0,91 h⁻¹
V_{50} při 50 Pa	400,5 m ³ /h



Graf 2 Průniku vzduchu domu Harmony 4, logaritmické měřítko

Na grafu je vidět, že výsledky měření při podtlaku a přetlaku se mohou lišit. Tento rozdíl je možné vysvětlit asymetrickým chováním netěsností. Nepatrná odchylka mezi podtlakem měření může být způsobena například v důsledku neslepené folie těsnící vrstvy, která může být při působení záporného a kladného rozdílu v jednom směru přitlačována k sobě a v druhém směru naopak oddalována, čímž vzniká prostor pro únik vzduchu.

Detekce netěsností v obálce

Defektem hlavní vzduchotěsnící vrstvy se rozumí porucha spojitosti v ploše této vrstvy. V souboru měření budovy byly zaznamenány příklady defektů vzduchotěsnící vrstvy, které jsou znázorněny na následujících obrázcích:



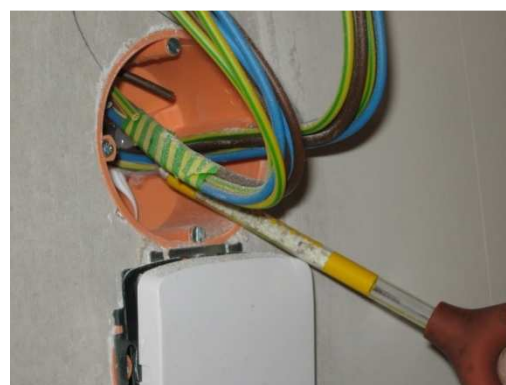
*Obr. 15 Rohový spoj obvodových stěn
a podlahy*



*Obr. 16 Prostup elektroinstalačních
kabelů*



*Obr. 18 Prostup rozvodů otopné
soustavy*



*Obr. 17 Osazení elektroinstalační
krabice*

Obrázek 14

Netěsnost vniklá ve styku obvodové konstrukce, což nám naznačuje směřování kouře do štěrbin v rohu místnosti. Kouř zde nesměřuje k podlaze, tudíž můžeme s nejvyšší pravděpodobností vyloučit špatné prolepení těsnící vrstvy se základovou deskou.

Netěsnost je zde nejspíš způsobena protrhnutím hlavní těsnící vrstvy nebo špatným delehnutím spoje obvodových stěn.

Obrázek 15

V místě prostupu elektroinstalačních kabelů je nutné narušení těsnící vrstvy. Vzniklý prostup by měl být přiměřeně velký a znovu co nejvíce utěsněný pomocí těsnící pásky, tak aby nedocházelo k pronikání vzduchu do konstrukce.

Obrázek 16

Příčina proudění vzduchu okolo vývodů otopné soustavy je s velkou pravděpodobností způsobena špatným napojením těsnicí vrstvy umístěné nad první vrstvou betonu základové desky.

Obrázek 17

Negativní důsledek na průvzdušnost, jako celku, má průchod elektroinstalačních krabic těsnicí vrstvou. Elektrorozvody v tomto konstrukčním systému procházejí uvnitř obvodových stěn, tudíž porušení parotěsné vrstvy je nezbytné. Průchod vzduchu tímto místem je možné eliminovat snížením množství těchto prostupů, použitím vzduchotěsných elektroinstalačních krabic nebo použitím vhodnějšího konstrukčního systému.

7.4.2 Měření vzduchotěsnosti domu Elegance

Čistá plocha podlah domu **Elegance** má rozlohu 102 m², vnitřní objem je 257 m³ a plocha pláště budovy činí 128 m². Výška stavby dosahuje 5,6 m. Výměna vzduchu zde probíhá přirozeným větráním.

Zkouška průvzdušnosti tohoto bungalovu byla prováděna 5. listopadu 2008 přibližně v 16:00. Před měřením byla utěsněna půdní dvířka, odtah pro digestoř, veškeré vývody kanalizačního potrubí, větrací mřížky a další netěsnosti, které by nepříznivě ovlivnily výsledek zkoušky.

Při měření podtlaku byl na základě Beaufortovy stupnice zjištěn 1. stupeň intenzity větru, tedy bezvětří. Venkovní naměřená teplota činila 17, 8 °C a vnitřní naměřená teplota dosahovala 15, 6 °C. Hodnota tlaku vzduchu byla 947 mbar. Klimatické podmínky měřené při přetlaku byly totožné s naměřenými podmínkami při podtlaku.

Zařízení bylo osazeno do okenního rámu umístěného v obývacím pokoji. Dům byl při měření ve fázi dokončené hrubé stavby. Zjišťování netěsností probíhalo za pomoci kouřových trubic při konstantním přetlaku.

Podtlak

Rozdíly tlaku při nulovém průtoku

$\Delta p_{0,1}$	-0,52 Pa	$\Delta p_{0,2}$	-0,23 Pa
$\Delta p_{0,1}$	0,53 Pa	$\Delta p_{0,2}$	0,33 Pa
$\Delta p_{0,1-}$	-0,79 Pa	$\Delta p_{0,2-}$	-0,62 Pa

Hodnoty měření

Tlakový rozdíl [Pa]	60	50	40	31	20	11	0	0
Průtok vzduchu [m ³ /h]	844	750	659	557	438	265	0	0

- Koefficient průtoku vzduchu C_{env}	62,8 m ³ /(h.Pa ⁿ)
- Exponent průtoku vzduchu n	0,64
- Koefficient unikajícího vzduchu C_L	61,7 m ³ /(h.Pa ⁿ)
- Průtok úniku vzduchu V_{50} při 50 Pa	752 m ³ /h
- Průvzdušnost q_{50} při 50 Pa	- m ³ /(h.m ²)
- Specifická rychlost úniku W_{50} při 50 Pa	7,93 m ³ /(h.m ²)
- Interval spolehlivosti VB_{env}	47,2 – 83,6
- Interval spolehlivosti VB_n	0,56 – 0,72
- Interval spolehlivosti VB_L	46,4 – 82,1
- Rychlost výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa	2,93 h ⁻¹

Přetlak

Rozdíly tlaku při nulovém průtoku

$\Delta p_{0,1}$	-0,52 Pa	$\Delta p_{0,2}$	-0,23 Pa
$\Delta p_{0,1}$	0,53 Pa	$\Delta p_{0,2}$	0,33 Pa
$\Delta p_{0,1-}$	-0,79 Pa	$\Delta p_{0,2-}$	-0,62 Pa

Hodnoty měření

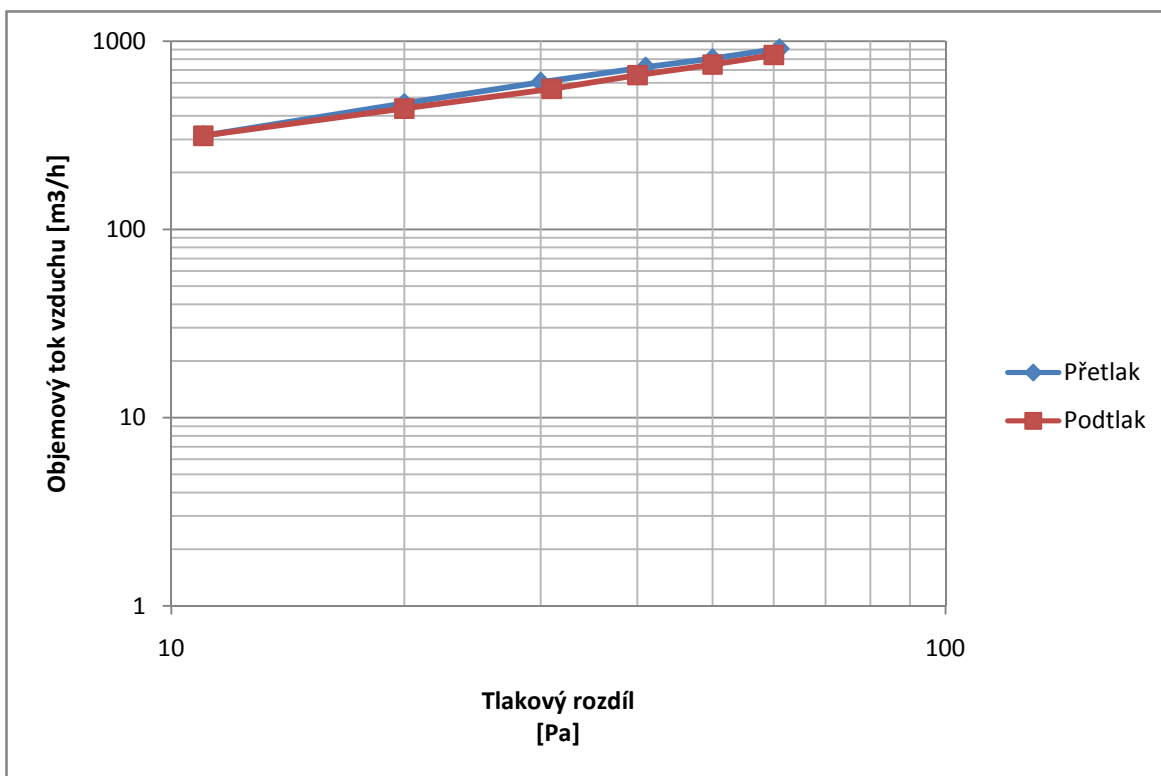
Tlakový rozdíl [Pa]	61	50	41	30	20	11	0	0
Průtok vzduchu [m ³ /h]	912	808	726	604	468	314	0	0

- Koeficient průtoku vzduchu C_{env} 73,6 m³/(h.Paⁿ)
- Exponent průtoku vzduchu n 0,62
- Koeficient unikajícího vzduchu C_L 73,7 m³/(h.Paⁿ)
- Průtok úniku vzduchu V_{50} při 50 Pa 817 m³/h
- Průvzdušnost q_{50} při 50 Pa - m³/(h.m²)
- Specifická rychlost úniku W_{50} při 50 Pa 7,93 m³/(h.m²)
- Interval spolehlivosti VB_{env} 67,0 – 80,8
- Interval spolehlivosti VB_n 0,59 – 0,64
- Interval spolehlivosti VB_L 67,1 – 80,9

- Rychlost výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa 3,18 h⁻¹

Průměrná hodnota rychlosti výměny vzduchu a průtoku unikajícího vzduchu

$$\frac{n_{50} \text{ při } 50 \text{ Pa}}{V_{50} \text{ při } 50 \text{ Pa}} = \frac{3,1 \text{ h}^{-1}}{784,5 \text{ m}^3/\text{h}}$$



Graf 3 Průniku vzduchu domu Elegance, logaritmické měřítko

Graf nám ve střední části znázorňuje jen minimální rozdíly výsledků při měření podtlaku a přetlaku. Tato odchylka může být například způsobena nepříliš dobrou těsností oken. Důsledkem je, že při přetlaku okna přilnou k rámu a při podtlaku se naopak odtáhnou. Tuto závadu lze korigovat seřízením oken.

Detekce netěsností v obálce



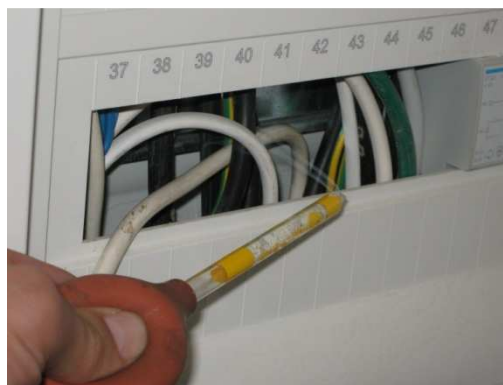
Obr. 19 Rohový spoj obvodových stěn
a stropu



Obr. 20 Okenní kování



*Obr. 21 Rohový spoj obvodových stěn
a podlahy*



Obr. 22 Prostup elektrorozvaděčem

Obrázek 18

K úniku vzduchu dochází v místě napojení stropní konstrukce a obvodových stěn. Netěsnost je zřejmě způsobena nedokonalým spojením těsnící vrstvy.

Obrázek 19

V tomto případě se jedná o netěsnost okna v místě jeho kování. K proudění vzduchu dochází vlivem montáže okenního závěsu přes těsnící vrstvu dolehávkou křídla k rámu.

Obrázek 20

Na obrázku můžeme vidět únik vzduchu mezi napojením stěn obvodového pláště. Tento únik může být způsoben chybným prolepením na sebe navazujících vzduchotěsnících vrstev nebo také protržením této části.

Obrázek 21

Tento obrázek nám naznačuje únik vzduchu skrz elektrorozvaděč domu. Jedná se zde o nutný prostup hlavní vzduchotěsnící vrstvou. Vzduch zde s největší pravděpodobností uniká vlivem neutěsnění v úrovni základové desky. Netěsnost může být také způsobena nevypěněním elektroinstalační chráničky a jejím nezakrytím zeminou u venkovního vedení.

8 Prověřování tepelných mostů pomocí termovizní techniky

Každý objekt s teplotou vyšší než absolutní nula ($0 \text{ Kelvinu} = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$) vydává infračervené záření. Toto záření není pro lidské oko viditelné. Na základě souvislosti mezi teplotou tělesa a intenzitou jím vyzařovaným infračerveným záření je možné teplotu dopočítat.

Záření vstupující do termokamery se skládá z několika částí - vyzářené, odražené a přenesené složky infračerveného záření, které vychází z objektů v zorném poli termokamery.

Emisivita (ϵ)

Emisivita je měřítkem ochoty materiálu pohlcovat a tedy i vyzařovat infračervené záření, závisí na charakteru povrchu materiálu a u některých materiálů, také na teplotě měřeného tělesa. Maximální emisivita je rovna 1 (viz. černé těleso)

Povrch každého materiálu má svou specifickou emisivitu, která je měřítkem, kolik materiál vydává infračerveného záření a to odrazem nebo vyzařováním (ze samotného objektu).

Reflexe (ρ)

Reflexe je konstanta, specifická pro každý materiál, která udává schopnost tělesa odrážet záření. Reflexe závisí stejně tak jako emisivita na charakteru povrchu materiálu a u některých materiálů, také na teplotě měřeného tělesa. Zpravidla odráží hladký, lesklý povrch záření mnohem lépe než hrubý a matný povrch stejného materiálu.

Přenos - transmise (τ)

Stupeň přenosu (τ) je měřítkem schopnosti materiálu propouštět infračervené záření. Přenos závisí na druhu a tloušťce materiálu. Většina materiálů není pro dlouhovlnné infračervené záření průchozí. [17]

Termografie (měření teploty pomocí termokamery) je pasivní bezdotyková měřicí metoda, kterou je možno bezkontaktním způsobem hodnotit kvalitu provedení stavebních prací a tepelných vad stavební konstrukce. Termografie nám stanovuje a znázorňuje rozložení povrchové teploty pomocí měření hustoty infračerveného záření z povrchu včetně vyhodnocení přibližných mechanismů způsobujících nepravidelnosti v tepelných obrazech.

Termogram zobrazuje tepelný obraz dokumentovaný fotografií s rozložením zdánlivých teplot na povrchu. Díky těmto termosnímům je možné detailně odhalit zejména nevyrovnanost tepelně-izolačních vlastností konstrukce, výrazné teplotní

anomálie v místech tepelných mostů konstrukcí i tepelných vazbách mezi konstrukcemi, které vznikají především v důsledku nesprávného provedení styků ploch. Tímto způsobem je možné měřit pouze teplotu povrchu, nelze měřit vnitřní teplotu ani teplotu objektů v pozadí. [17]

Typickými oblastmi použití je:

- Kontrola budov (vytápění, ventilace a klimatizace, energetické vyhodnocování)
- Preventivní údržba (kontrola mechanických a elektrických systémů)
- Kontrola výroby (zajištění jakosti): proces monitorování výroby.

Termografická zkouška stavebních částí zahrnuje:

- stanovení rozložení povrchových teplot v části obvodového pláště z rozložení zdánlivé sálavé teploty pomocí snímacího zařízení infračerveného záření
- zjištění, zda je toto rozložení povrchové teploty „netypické“ (abnormální), tj. je-li způsobeno např. poruchami izolace, obsahem vlhkosti nebo pronikáním vzduchu
- posouzení typu a rozsahu poruch

Kvalitativní metodu, postup a základní části zařízení stanovuje ČSN EN 13 187. Tato norma stanovuje dva způsoby termografie:

- Zkouška IR kamerou, která je určena zejména ke kontrole celkového chování nových budov nebo výsledku po rekonstrukci.
- Zjednodušená zkouška IR kamerou, která je vhodná při provádění auditů, např. na místě rekonstrukce nebo při výrobní kontrole nebo jiné běžné kontrole. [18]

8.1 Popis zařízení

Každé snímací zařízení infračerveného záření musí obsahovat:

- a) Snímač infračerveného záření pracující při vlnových délkách od 2 do 12 μm , který snímá zdánlivou sálavou teplotu.

- b) Zařízení, které zviditelňuje a zobrazuje formou obrazu sálavou teplotu zkoušeného povrchu
- c) Prostředky k zajištění ustálení teploty na zkoušeném povrchu.

Termovizní kamera Testo 875 - 2 umožňuje pracovat na stálém místě v laboratoři či v provozu. Její předností je především možnost mobilního využití v terénu. Proto je vybavena akumulátorem, který je umístěn v rukojeti termokamery.

Termokamera je vybavena standardním objektivem $32^\circ \times 23^\circ$ s geometrickým rozlišením 3,3 mrad a výměnným širokoúhlým teleobjektivem $9^\circ \times 7^\circ$ (1 mrad), který umožňuje přizpůsobení se různě vzdáleným předmětům. Pomocí integrovaného digitálního fotoaparátu je možné paralelně s termickým snímkem ukládat reálný snímek měřeného místa. Standardní měřicí funkcí je rozeznávání a označování horkého a studeného bodu, který nám zobrazí kritické teplotní stavy. Při zadání okolních podmínek má kamera funkci přehledného zobrazení povrchové vlhkosti, pro detekci míst ohrožených tvorbou plísní.

Zadní strana termokamery je tvořena LCD displejem 3,5“ s rozlišením 320 x 240 pixelů, s možností chránění sluneční clonou. Krom automatického zaostřování je možné i zaostřování manuální, které je ovládáno širokým kroužkem na objektivu kamery. Spoušť v horní části rukojeti slouží pro zastavení obrazu a uložení na paměťovou kartu. Zajištění objektivu zabezpečuje úzký kroužek na přední části termokamery. Akumulátor umístěný uvnitř rukojeti je uvolňován nebo nasazován ve spodní části rukojeti, přičemž pro vyjmutí je zapotřebí použít uvolňovací tlačítko. Na bočních stranách termovizní kamery se nacházejí dva terminály. Levý terminál obsahuje slot paměťové karty, rozhraní USB, zásuvku pro připojení síťového zdroje, zálohovací baterii, sloužící pro uchování jejího nastavení i při dlouhodobém uskladnění bez akumulátoru. V pravém terminálu se nachází zdířka s krytkou pro zasunutí rádiového modulu. Detailní umístění všech prvků na termokameře znázorňuje obrázek 22.

U zařízení by měla být prováděna pravidelná kalibrace, kterou provádí akreditovaná laboratoř. Interval kalibrace závisí na způsobu použití a požadavcích na měření. [17]



Obr. 23 Popis snímacího zařízení Testo 875 [21,22]

- 1 Objektiv digitálního fotoaparátu pro ukládání reálných snímků.
- 2 Objektiv infračerveného snímače pro ukládání termických snímků.
- 3 Otočný kroužek manuálního ostření.
- 4 Kroužek pro zajištění objektivu.
- 5 Tlačítko pro ukládání snímků.
- 6 Levý terminál rozhraní: slot paměťové karty, konektor pro připojení náhlavní soupravy, rozhraní USB, zásuvka pro připojení síťového zdroje, slot zálohovací baterie.
- 7 Kontrolka pro připojení připojen síťový zdroj.
- 8 Displej.
- 9 Tlačítka pro zapnutí/vypnutí a ovládání menu.
- 10 Tlačítko pro uvolnění baterie.
- 11 Metrický závit pro upevnění adaptéru pro stativ.
- 12 Pravý terminál rozhraní.

V našem případě je součástí termokamery zařízení na měření vlhkosti a teploty vzduchu s označením Testo 610.

8.2 Postup měření

Základní principy měření a vyhodnocování termografů popisuje ČSN EN 13 187 (73 0560) pro vyhodnocení lze částečně použít ČSN 73 0540.

Podmínky pro měření obvodového pláště budovy termokamerou

Pro přesné měření tepelných úniků je důležité dodržet základní podmínky. Na přesnost termovizního měření má vliv nejen samotný měřený objekt, ale i jeho okolí. Při termovizním měření dochází k vzájemnému přenosu a ovlivňování zářivých toků mezi kamerou a měřeným objektem, ale prakticky vždy je třeba brát v úvahu i vliv záření okolního prostředí, které se odráží od měřeného objektu.

Teplotní rozdíl mezi vnitřní a vnější stranou obvodového pláště musí být dostatečně velký, aby umožnil zjistit tepelné nepravidelnosti. Měření se provádí v topné sezóně, zpravidla od listopadu do dubna (nutná podmínka pro zjištění míst, ve kterých uniká tepelná energie z interiéru do exteriéru). Rozdíl teplot interiéru a exteriéru by měl být alespoň 8 °C. Ve skandinávských zemích je používán poměr pro minimální rozdíl teplot $3/U$ [°C], kde U je předpokládaný součinitel prostupu tepla měřené konstrukce. Pro snadné vyhodnocení je ideální provádět termografickou zkoušku při konstantní teplotě a tlakovém rozdílu mezi vnitřní a vnější stranou obvodové stěny. Zkoušku nelze provádět, pokud je vnější nebo vnitřní teplota vzduchu značně proměnlivá nebo je stavba vystavena přímému slunečnímu záření, případně se znatelně mění vítr. Měření nelze provádět za deště či za hustého sněžení (voda, led a sníh mají vysokou emisivitu). Přesnost měření je negativně ovlivňována přítomností vodní páry a mlhy. Pro měření je také optimální oblačné počasí, kdy mraky odstíní chladné záření nebe.

Pokud je při zkoušce potřebné zjišťování pronikání vzduchu konstrukcí, vytvoří se mezi vnějším a vnitřním prostředím rozdíl tlaků, nebo musí být zkouška provedena ve vhodnou dobu, kdy takový rozdíl existuje. Pro hlavní účel zkoušky zjištění pronikání vzduchu musí být min. rozdíl tlaků 5 Pa a zkouška musí být prováděna vždy ze strany, kde je tlak nižší. Vlivy způsobené tepelnými zdroji budovy, které by mohli ovlivnit vyhodnocení zkoušky, je vhodné před začátkem zkoušky odpojit. Nábytek, obrazy atd. se musí odstranit, aby zkoušené plochy byly volné, protože stejně jako tepelné zdroje ovlivňují výsledek zkoušky. Potřebné změny musí být provedeny s předstihem, aby nedošlo ke krátkodobému ovlivnění výsledků.

Bezprostředně před začátkem zkoušky musí být zjištěna teplota vnitřního a vnějšího prostředí s přesností $\pm 1^\circ\text{C}$. Pokud má být stanoven rozdíl tlaků mezi vnějším a vnitřním prostředím, je doporučeno měřit s přesností $\pm 2^\circ\text{C}$

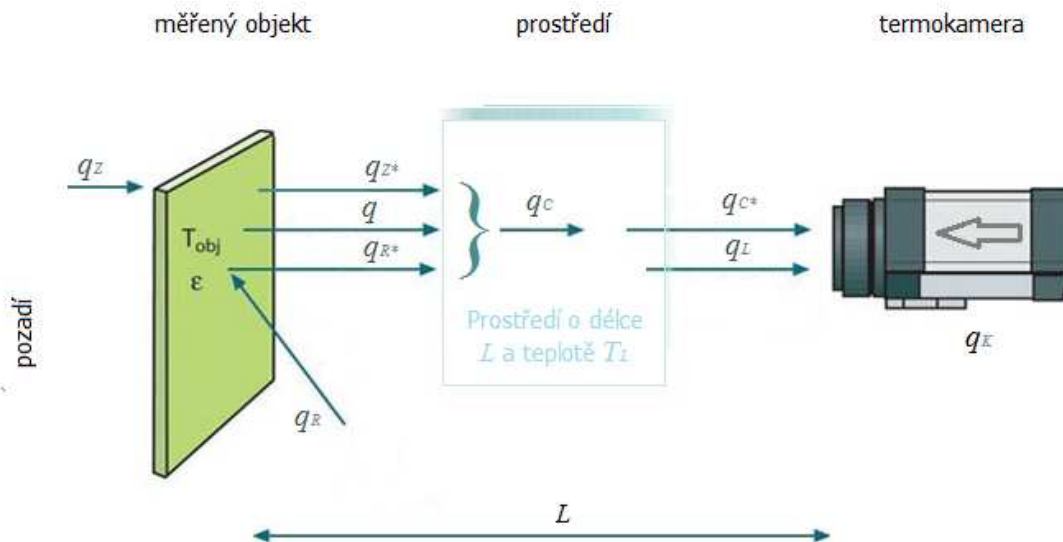
Aby bylo možné rozhodnout, zda odchylka sálání není způsobena odrazem od jiného povrchu, je vhodné povrch zkoumat z různých míst, protože obraz se může se změnou polohy měnit.

Kameru s objektivy je třeba vždy chránit před agresivním prostředím (včetně dotyků prstů), extrémními teplotami, znečištěním, prachem, nárazy, nepřízní počasí apod. Při vlastních

Předpis s požadavky na povrchové teploty stanovené měřením neexistuje (nestacionární podmínky při měření) na základě toho je termografie především srovnávací metodou. [18]

Pro konkrétní požadavky zkoušky musí být vzaty v úvahu následující faktory:

- Specifikace a možnosti termografického vybavení
- Vlastnosti obvodového pláště budovy (typy a polohy vytápěcích zařízení, nosných konstrukčních prvků a izolačních vrstev)
- Sálavé vlastnosti povrchů
- Klimatické podmínky
- Dostupnost pro snadné provedení
- Vliv okolního prostředí
- Jiné důležité vlivy



Obr. 24 Uspořádání objektů při termovizním měření [23]

ε - emisivita materiálu [-]

T - teplota[K]

L - vzdálenost mezi termokamerou a měřeným objektem[m]

q - hustota tepelného toku záření měřeného objektu[W m-2]

q_R - hustota tepelného toku záření okolí [W m-2]

q_z - hustota tepelného toku záření z pozadí [W m-2]

q_L - hustota tepelného toku záření z prostředí [W m-2]

q_K - hustota tepelného toku detektoru kamery [W m-2]

q_C - výsledná hustota tepelných toků všech objektů před kamerou [W m-2]

Do kamery a programu je zadávána:

- emisivita materiálu (0 až 1) - poměr energie vyzařované objektem při jeho dané teplotě k energii vyzařované ideálním tělesem (černým tělesem) při stejné teplotě
- „odražená“ teplota - teplota pozadí (okolí), s rostoucí emisivitou se snižuje vliv „odražené“ teploty
- relativní vlhkost a teplota vzduchu, která má závislost na propustnosti atmosféry

Vyhodnocování termogramů

Předpokládané rozvržení teplot pro kontrolované části musí být stanoveno s použitím výkresové dokumentace nebo jiných dokumentů vztahujících se k obvodovému plášti a k vytápěcím a větracím zařízením. K tomuto účelu mohou být použity výpočty, zkušenosti, laboratorní zkoušky, nebo referenční termogramy obvodových plášťů bez poruch.

Rozložení teplot se vyhodnocuje podle termogramů, pokud se tato rozložení liší od předpokládaného, je nutné to uvést. V případě, že nepravidelnosti nemohou být vysvětleny navržením konstrukce obvodového pláště nebo účinky zdrojů tepla, pak tyto nepravidelnosti jsou považovány za poruchy.

Nepravidelnosti v tepelné izolaci, vzduchotěsnosti a konstrukci budovy poskytují různé typy obrazců povrchových teplot. Určité typy poruch mají na tepelných obrazech specifické vzorové tvary. Při vyhodnocení termogramů by měly být brány v úvahu následující často se vyskytující obrazce:

- a) stejnoměrnost zdánlivé sálavé teploty odpovídající průřezům povrchů podobných konstrukcí bez tepelných mostů
- b) pravidelnost a výskyt chladnějších a teplejších oblastí, např. u sloupů nebo v rozích
- c) umístění obrysových čar a charakteristických tvarů chladnějších nebo teplejších částí
- d) měřený rozdíl mezi „normální“ teplotou povrchu a teplotou vybraných chladnějších a teplejších míst

Výsledky zkoušky je možné zkontrolovat rozmontováním části pláště, o níž se předpokládá, že je porušená a vizuálně prozkoumat. Dalšími doplňkovým šetřením je měření tepelného toku a tlaková zkouška. [18]

8.3 Výsledky konkrétních detailů

Vyhodnocení termogramu se skládá z pořízeného snímku termokamerou, reálného snímku a konstrukčního detailu zkoumaného místa.

Z výrazných teplotních rozdílů, nacházejících se na povrchu měřené části lze usuzovat, že se jedná o výskyt tepelného mostu. Tepelný most je ta část obvodové konstrukce, kde je tepelný odpor zásadně změněn, a to:

- Materiálem s odlišnou tepelnou vodivostí, který proniká plně nebo částečně obalovou konstrukcí.
- Změnou tloušťek vrstev stavební konstrukce
- Rozdílem mezi vnitřními a vnějšími plochami stavební konstrukce, např. výztužnými žebry.

Tepelný most můžeme klasifikovat z hlediska vyhodnocení nestejnorodosti konstrukce jako:

- **lineární** – se shodnými řezy v jednom směru
- **bodový** – bez shodných řezů v libovolném řezu

Dle požadavků normy ČSN 730540-3 by obecně teplota pro stěnovou konstrukci neměla klesnout pod 13,56 °C, u otvorové výplně pod 10,19 °C. Pokud dojde k poklesu teploty konstrukce pod hodnotu rosného bodu, může docházet ke kondenzaci vodních par. To vede k vlhnutí a zanášení těchto míst prachem, dále pak ke vniku plísní, nebezpečných pro lidské zdraví. [4]

Zkouška je detailněji zaměřena na vnitřní kontrolu kritických míst s potencionálním rizikem zmíněných problémů. V každém termosnímku jsou zvoleny tři body, u kterých je zhodnoceno splnění podmínek kvality z hlediska rizika kondenzace vodní páry.

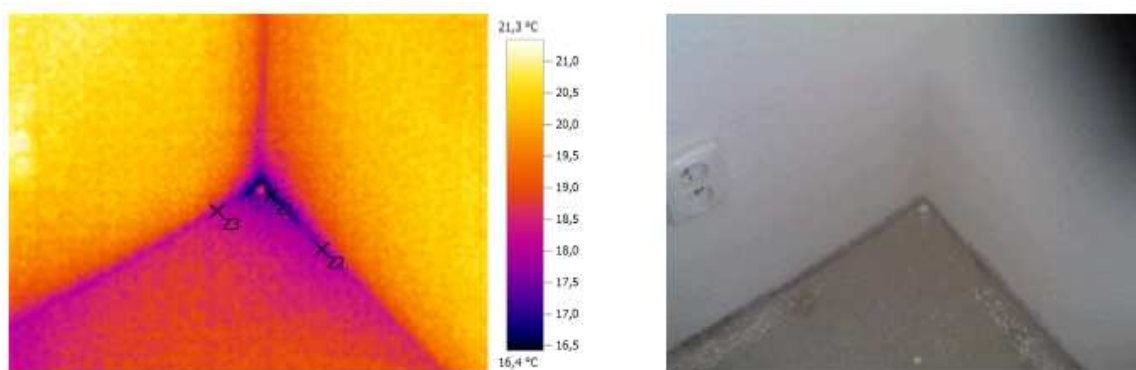
Výsledky měření jsou zpracovány v programu IRSoft, který je součástí vybavení termokamery Testo 875 -2. Pro měřené detaily byly zadány požadované vstupní podmínky, jakými jsou: stupeň emisivity, odražená teplota [°C,], atmosférická teplota [°C], relativní vlhkost vzduchu [%]. Měření termokamerou jsou provedena s max. odchylkou 1,5%, což pro vnitřní prostory činí max. ± 2 °C.

8.3.1 Termografické měření domu Harmony 4

Měření domu **Harmony 4** bylo prováděno 15.12.2011 okolo deváté hodiny ráno v lokalitě Holasice nacházející se v Jihomoravském kraji.

Prověřovanými detaily jsou:

- Rohové spojení obvodových stěn s podlahou v přízemí
- Detail osazení okna
- Uložení stropu mezi přízemím a podkrovím
- Detail spojení štítové stěny, pozednicové stěny a šikminy
- Půdní výklop (půdní schůdky)



Parametry obrázku:

Stupeň emisivity: 0,94
Odraž. teplota [°C]: 20,0

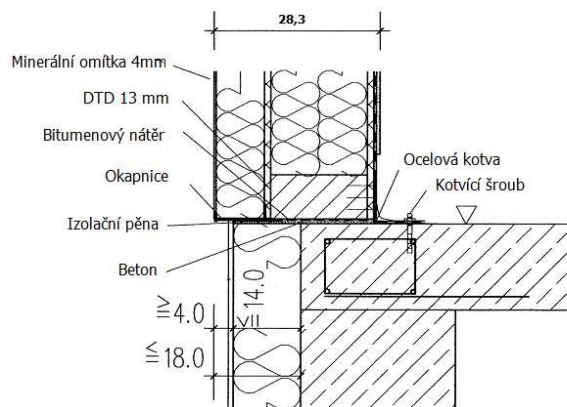
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	16,7	0,94	20,0	splňuje
Bod měření 2	17,5	0,94	20,0	splňuje
Bod měření 3	17,8	0,94	20,0	splňuje

Poznámky:

místnost : obývací pokoj
stavební část: detail podlahy a napojení obvodové stěny
venkovní naměřená teplota: 6,1°C
vnitřní naměřená teplota: 21°C
naměřená vlhkost: 48%
rosný bod: 9,6°C

Obr. 25 Rohové spojení obvodových stěn s podlahou v přízemí domu s naměřenými hodnotami

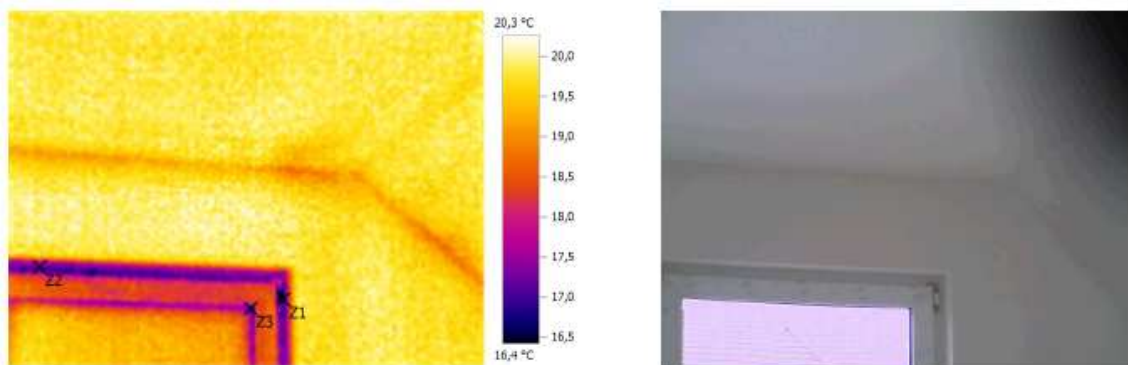


Obr. 26 Detail napojení obvodové stěny a podlahy [2]

Teplota všech třech bodů se pohybuje okolo 17°C , hodnota rosného bodu je zde vypočtena na $9,6^{\circ}\text{C}$, tudíž nevzniká možnost kondenzace vodní páry.

V rohu místnosti často dochází z geometrického hlediska k tomu, že vnější plocha odvádějící teplo je několikanásobně větší, než plocha vnitřní, která teplo přijímá. Na základě toho dochází v těchto částech ke zvýšenému tepelnému toku vzhledem k ostatnímu částem pláště

budovy. V těchto případech mluvíme o geometricky podmíněných tepelných mostech. Tyto tepelné mosty jsou běžné a lze je jen velmi těžko ovlivnit. Takovému nahodilému tepelnému mostu, které se v konstrukci pravidelně opakují, je nutno zohlednit při výpočtu koeficientu prostupu tepla konstrukcí.



Parametry obrázku:
Stupeň emisivity: 0,94
Odraž. teplota [°C]: 20,0

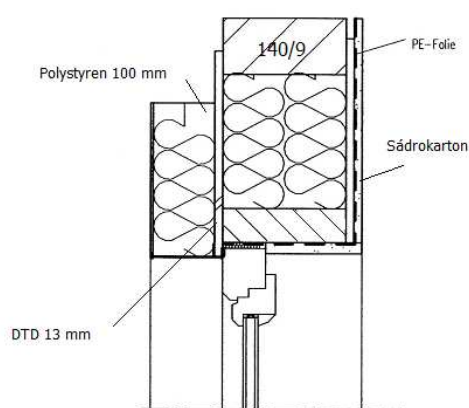
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	16,7	0,95	20,0	splňuje
Bod měření 2	17,3	0,95	20,0	splňuje
Bod měření 3	16,9	0,95	20,0	splňuje

Poznámky:

místnost : podkrovní pokoj
 stavební část: detail horní část okna
 venkovní naměřená teplota: 6,1°C
 vnitřní naměřená teplota: 22°C
 naměřená vlhkost: 48%
 rosný bod: 10,5°C

Obr. 27 Detail osazení okna s naměřenými hodnotami



Obr. 28 Konstrukční detail osazení okna

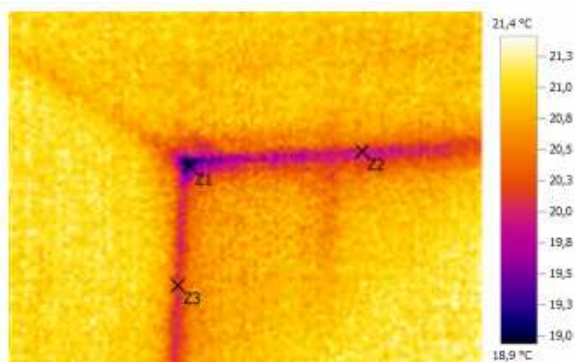
[2]

použit i jako referenční termogram.

Rozdíl teplot mezi rámem okna a nejteplejším místem se pohybuje okolo 4°C. Žádný z určených bodů neklesá pod hodnotu rosného bodu, tudíž zde nedojde ke vniku kondenzátu.

Tento tepelný most je standardním jevem, který je způsoben vyšším součinitelem prostupu tepla rámem okna a nelze ho ovlivnit kvalitou provedení stavebních prací.

Tepelný most v místě napojení stropní části a štitové stěny je zcela běžným jevem a je možné ho



Parametry obrázku:

Stupeň emisivity: 0,95
 Odraž. teplota [°C]: 20,0

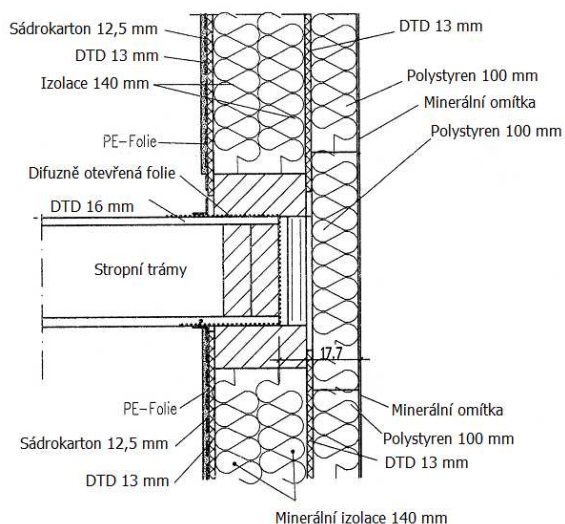
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	19,2	0,95	20,0	splňuje
Bod měření 2	19,9	0,95	20,0	splňuje
Bod měření 3	20,1	0,95	20,0	splňuje

Poznámky:

místnost : obývací pokoj - přízemí
 stavební část: detail napojení stropu a obvodové stěny
 venkovní naměřená teplota: 6,1°C
 vnitřní naměřená teplota: 21°C
 naměřená vlhkost: 48%
 rosný bod: 9,6°C

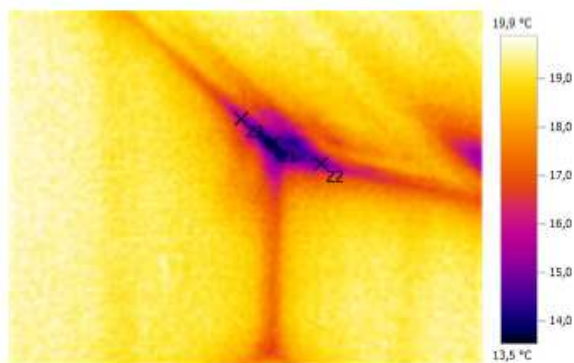
Obr. 29 Uložení stropu mezi přízemím a podkrovím s naměřenými hodnotami



Obr. 30 Konstruktivní detail uložení stropu [2]

Termogram tohoto detailu je pořízený při testu průvzdušnosti budovy, kdy byl vyvolán podtlak 50 Pa. Ve snímku tedy můžeme zaznamenat proudění vzduchu skrz úniková místa, která jsou s největší pravděpodobností zapříčiněna špatným spojením parozábrany.

Rozdíl teplot mezi minimální a maximální teplotou činí pouze 2,5°C. Na povrchu při naměřených podmínkách není vznik kondenzace reálný.



Parametry obrázku:

Stupeň emisivity: 0,94

Odraž. teplota [°C]: 20,0

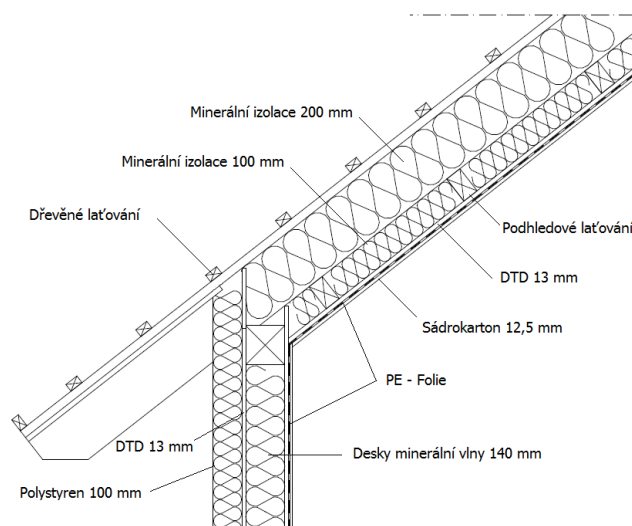
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	13,9	0,94	20,0	splňuje
Bod měření 2	15,0	0,94	20,0	splňuje
Bod měření 3	15,3	0,94	20,0	splňuje

Poznámky:

místnost : podkrovní pokoj
 stavební část: detail šikminy a pozednicové stěny
 venkovní naměřená teplota: 6,1°C
 vnitřní naměřená teplota: 22°C
 naměřená vlhkost: 48%
 rosný bod: 10,5°C

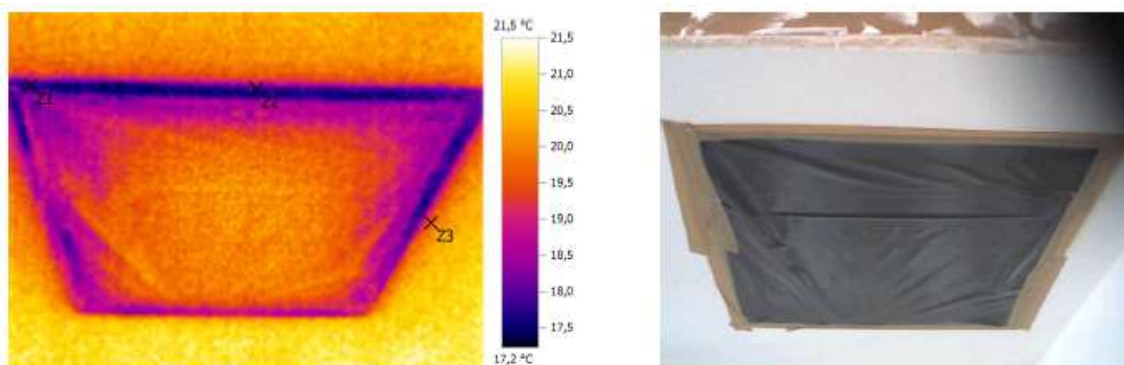
Obr. 31 Detail spojení štítové stěny, pozednicové stěny a šikminy s naměřenými hodnotami



Obr. 32 Konstrukční detail spojení pozednicové stěny a šikminy [2]

Na tomto termogramu můžeme zaznamenat přibližně 6°C rozdíl mezi maximální a minimální teplotou daného povrchu. Nejteplejší bod zde dosahuje hodnoty 19,9°C a nejchladnější pouze 13,9, což je těsně nad hranicí doporučené teploty 13,56°C. Přesto při konkrétních podmínkách, které byly v místnosti naměřeny, ani v jednom z kritických bodů není splněna podmínka pro vznik kondenzace vodní páry.

Bodový tepelný most je zde zaznamenán při probíhající zkoušce průvzdušnosti a při vyvolaném záporném tlaku 50Pa. V rohu místnosti je zřetelné nerovnoměrné rozhraní obrazce, které je způsobeno pronikáním vzduchu. Pronikání vzduchu je časté právě ve spárách a spojích za doprovodu velkých teplotních odchylek.



Parametry obrázku:
Stupeň emisivity: 0,77
Odraž. teplota [°C]: 20,0

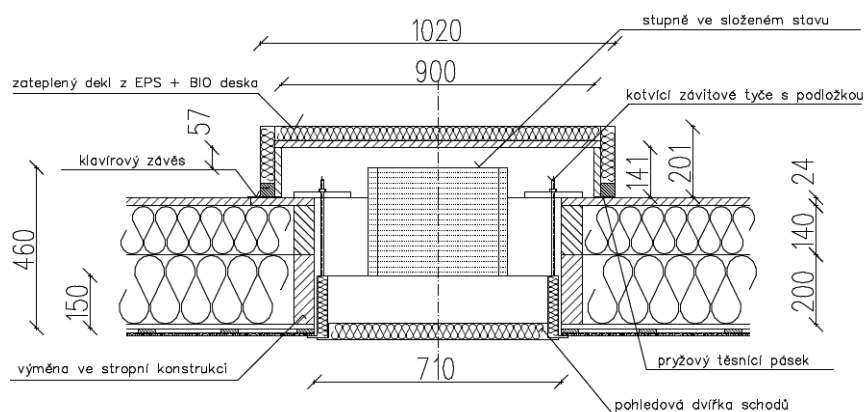
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	18,1	0,94	20,0	splňuje
Bod měření 2	18,2	0,94	20,0	splňuje
Bod měření 3	19,8	0,94	20,0	splňuje

Poznámky:

místnost : chodba
 stavební část: půdní výklop
 venkovní naměřená teplota: 6,1°C
 vnitřní naměřená teplota: 20,4°C
 naměřená vlhkost: 48%
 rosný bod: 9,1°C

Obr. 33 Půdní výklop (půdní schůdky) s naměřenými hodnotami



Obr. 34 Konstrukční detail půdního výklopu patrového domu [2]

Termogram detailu půdních schodů je částečně zkreslen překrytím igelitové folie, která musela být použita při zkoušce průvzdušnosti budovy. Přesto zde ale může pozorovat ohrazení záklopu chladnějším tepelným tokem, který je způsoben odlišnou tepelnou vodivostí rámečku.

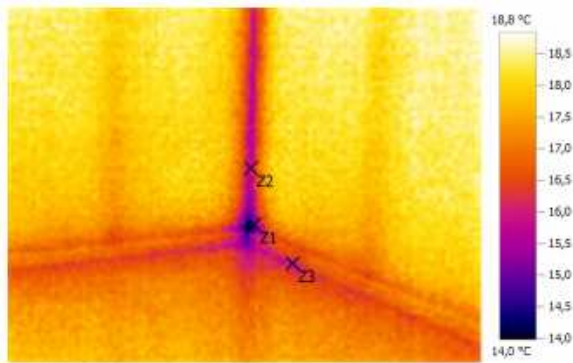
Rozdíl maximální a minimální teploty je zde jen minimální a ani jeden ze zvolených bodů neklesá pod hranici rosného bodu. Nehrozí zde proto riziko kondenzace vodní páry.

8.3.2 Termografické měření domu Elegance

Měření bungalovu **Elegance** nacházejícího se v Chanovicích bylo prováděno 29.1.2012 okolo sedmé hodiny večer.

Prověřovanými detaily jsou:

- Rohové spojení obvodových stěn s podlahou v přízemí
- Detail osazení okna
- Rohové spojení obvodových stěn a stropu pod příhradovými vazníky
- Půdní výklop (půdní schůdky)



Parametry obrázku:

Stupeň emisivity: 0,94
 Odraž. teplota [°C]: 20,0

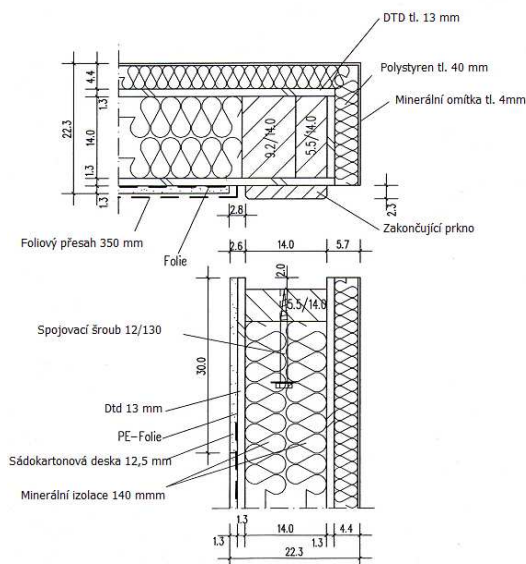
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	15,0	0,95	20,0	splňuje
Bod měření 2	15,7	0,95	20,0	splňuje
Bod měření 3	15,9	0,95	20,0	splňuje

Poznámky:

místnost : obývací pokoj
 stavební část: detail napojení podlahy a obvodové stěny
 venkovní naměřená teplota: -12,8°C
 vnitřní naměřená teplota: 21,5°C
 naměřená vlhkost: 51 %
 rosný bod: 10,9°C

Obr. 35 Rohové spojení obvodových stěn s naměřenými hodnotami



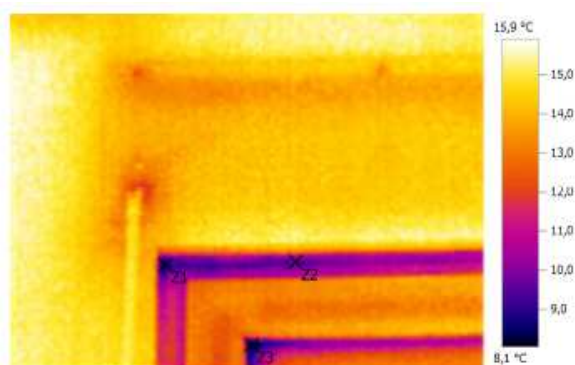
Obr. 36 Konstrukční detail napojení obvodových stěn [2]

Body zvolené v kritickém místě lineárního tepelného mostu mají přibližně stejnou teplotu. Ani jeden z těchto zvolených bodů neklesá pod vypočtenou hodnotu rosného bodu.

Bod Z3 prochází mimo oblast tepelného mostu a jeho teplota se výrazně neliší od bodů umístěných v kritické oblasti.

Rohem místnosti prochází lineární tepelný most, který je částečně ovlivněn geometrií detailu. Zvýšený prostup tepla může být z větší míry způsoben netěsností rohového spoje.

Na termogramu můžeme také vidět pravidelně se opakující tepelné mosty, které jsou dány konstrukcí panelu. Tyto systémové tepelné mosty jsou způsobené chladnější teplotou sloupků, které jsou znatelné po obou stranách detailu napojení obvodových stěn.



Parametry obrázku:

Stupeň emisivity: 0,94
Odraž. teplota [°C]: 20,0

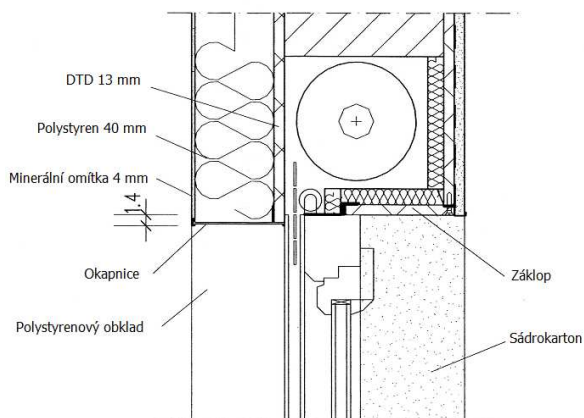
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	8,7	0,95	20,0	nesplňuje
Bod měření 2	9,7	0,95	20,0	nesplňuje
Bod měření 3	8,1	0,95	20,0	nesplňuje

Poznámky:

místnost : obývací pokoj
 stavební část: detail okna s kastlíkem na roletu
 venkovní naměřená teplota: -12,8°C
 vnitřní naměřená teplota: 21,5°C
 naměřená vlhkost: 51 %
 rosný bod: 10,9°C

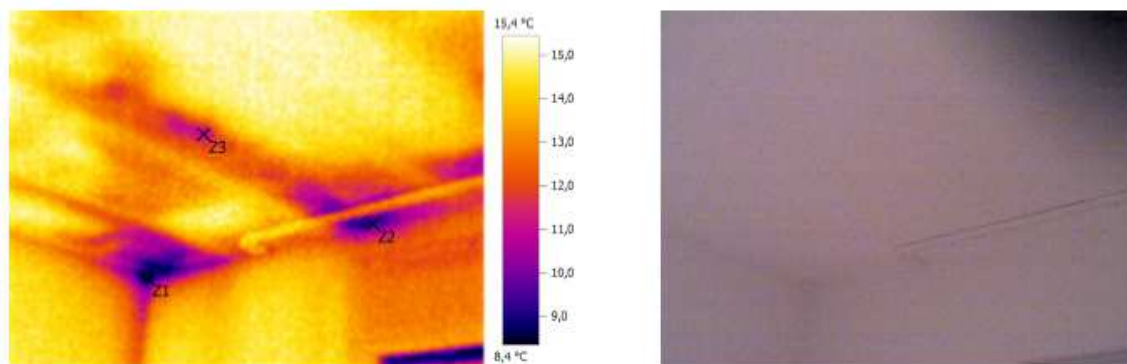
Obr. 37 Detail osazení okna s roletou s naměřenými hodnotami



Obr. 38 Konstrukční detail zabudování roletového kastlíku [2]

Osazení okna s umístěním nadokenního kastlíku zde má zásadní vliv na výskyt tepelného mostu nacházejícího se v nadpraží okna. Tepelný most je zde způsobem zúžením obvodové stěny a spojením materiálů s rozdílnou tepelnou vodivostí. Teplota bodů Z1 a Z2 je zde těsně pod hranicí rosného bodu, může tedy docházet ke vzniku vlhkosti.

Stejně tak nevyhovuje bod Z3 umístěný v oblasti tepelného mostu vyskytující se v rohu zasklívací lišty. V tomto místě může být tepelný most způsoben distančním rámečkem zasklívací jednotky, který výrazně zvyšuje hustotu tepelného toku. Tento nežádoucí jev je možné ovlivnit použitím distančního rámečků s nižší tepelnou vodivostí.



Parametry obrázku:

Stupeň emisivity: 0,94
 Odraž. teplota [°C]: 20,0

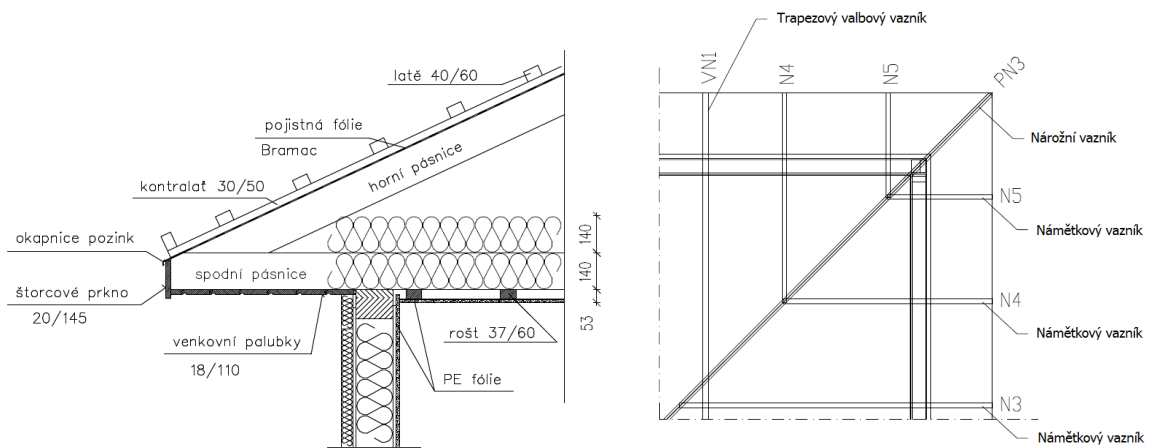
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	8,5	0,94	20,0	nesplňuje
Bod měření 2	9,2	0,94	20,0	nesplňuje
Bod měření 3	10,8	0,94	20,0	nesplňuje

Poznámky:

místnost : obývací pokoj
 stavební část: detail obvodové stěny se stropem
 venkovní naměřená teplota: -12,8°C
 vnitřní naměřená teplota: 21,5°C
 naměřená vlhkost: 51 %
 rosný bod: 10,9°C

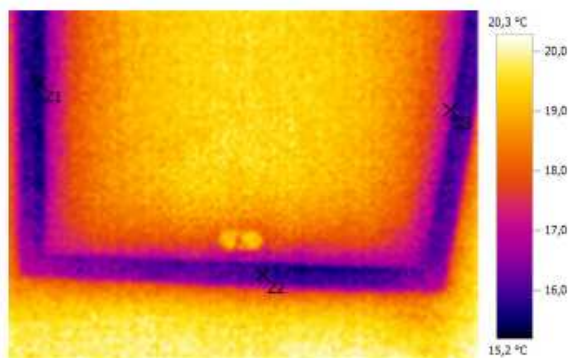
Obr. 39 Rohové spojení obvodových stěn a stropu pod příhradovými vazníky s naměřenými hodnotami



Obr. 40 Konstrukční detaily vazníkové soustavy [2]

Snímek zaznamenává geometrii stropní konstrukce s bodovými tepelnými mosty s nejkritičtějším místem, v rohu stropní části, označeným Z1. Teploty ve všech třech místech klesají pod kritickou hodnotu rosného bodu, je zde vysoká pravděpodobnost výskytu plísní.

Tepelný most bodů Z1, Z2 a Z3 je způsoben nedostatečným zaizolováním stropní konstrukce. V místě Z1 je velmi obtížné provedení izolace, protože zde dochází k rohovému spojení vazníkové konstrukce.



Parametry obrázku:

Stupeň emisivity: 0,77
 Odraž. teplota [°C]: 20,0

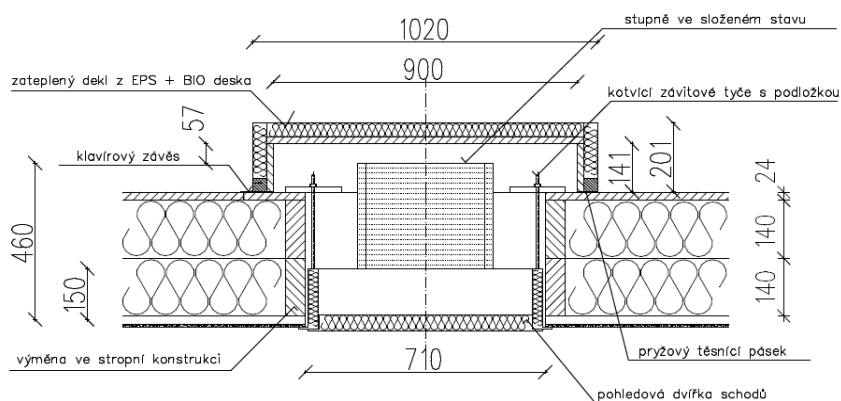
Značení obrázku:

Měřený objekt	Teplota [°C]	Emisivita	Odraž. tepl. [°C]	Poznámky
Bod měření 1	15,7	0,77	20,0	vyhovuje
Bod měření 2	16,1	0,77	20,0	vyhovuje
Bod měření 3	16,7	0,77	20,0	vyhovuje

Poznámky:

místnost : chodba
 stavební část: půdní výklop
 venkovní naměřená teplota: -12,8°C
 vnitřní naměřená teplota: 19°C
 naměřená vlhkost: 51%
 rosný bod: 9,5°C

Obr. 41 Půdní výklop (půdní schůdky) s naměřenými hodnotami



Obr. 42 Konstrukční detail půdního výklopu bungalovu [2]

Stejně tak jako u domu Harmony 4 je rámeček výklopu ovlivněn jinou tepelnou vodivostí. Termogram nám znázorňuje přesné vymezení části tohoto materiálu a jeho teplotu, která je ve všech třech zvolených bodech téměř stejná.

Rozdíl maximální a minimální teploty je zde přibližně 5°C a ani jeden ze tří bobů neklesá pod hranici rosného bodu.

9 Vyhodnocení výsledků

Oba dva domy splňují kritéria zákonné certifikace. Jeden z těchto domů konkrétně dům **Elegance** postavený v roce 2007 nesplňuje požadavky kladené dobrovolnou certifikací. Důležité je zde zmínit, že v roce kdy byla zkouška prováděna, nebyla firma Haas Fertigbau členem Asociace dodavatelů montovaných staveb, tudíž pro ni tato kritéria neplatila. V současné době podléhá firma Haas Fertigbau jak zákonné tak i dobrovolné certifikaci v rámci České republiky a certifikaci potřebné pro vývoz do EU. Vzhledem k tomu, že se jedná o firmu s německým majitelem a vyráběné domy jsou prodávány i německému a rakouskému spotřebiteli, je prováděna také kontrola pro německou certifikaci (GDF – Německá asociace pro udělování značky jakosti montovaných domů; BDF – Certifikát zajišťující dohled nad technologickými a konstrukčními postupy stavby; QDF – Certifikát vystavovaný na základě kontroly ve výrobě i na stavbě) a rakouskou certifikaci (RAL – Certifikát vystavovaný za celkovou kvalitu jakosti montované stavby a její výstavby).

9.1 Porovnání výsledků s normou a DNK ADMD

Pokud porovnáme hodnotu rychlosti výměny vzduchu u domu **Harmony 4** při 50 Pa $n_{50} = 0,96 \text{ h}^{-1}$ s maximálně přípustnou hodnotou $n_{50,N} = 1 \text{ h}^{-1}$ zjistíme, že podmínka kvality z hlediska průvzdušnosti a provedení stavebních konstrukcí, pro dům s nucenou výměnou vzduchu a zpětným získáváním tepla, je splněna. U dobrovolné certifikace (DNK ADMD) je kritérium totožné s normovou hodnotou, tudíž i zde je podmínka splněna.

Zkouška za pomoci termokamery u domu Harmony 4 vykazovala běžná zjištění až na nedokonale aplikovanou tepelnou izolaci u detailu šikminy a pozednicové stěny v podkrovním pokoji.

U měření domu **Elegance** byla zjištěna hodnota intenzity výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa = $3,1 \text{ h}^{-1}$. V případě domu s přirozenou výměnou vzduchu by měla být splněna na základě normy hodnota $n_{50,N} = 4,5 \text{ h}^{-1}$. Budova splňuje doporučenou hodnotu celkové průvzdušnosti pláště budovy. Kvalitu budovy je tedy možné ve své kategorii z hlediska průvzdušnosti považovat za vyhovující v normou stanovené úrovni I, pro normou stanovenou úroveň II už podmínka není splněna. Jestliže dnes porovnáme naměřenou

hodnotu s DNK ADMD můžeme odhalit, že toto kritérium na průvzdušnost stavby splněno také není. Požadovaná hodnota stanovena tímto dokumentem $n_{50DNK}=3,0 \text{ h}^{-1}$.

Dům Elegance při kontrole termovizním zařízením vykazoval větší množství problematických míst než dům Harmony 4. Dva ze čtyř měřených detailů nesplňovaly kritérium pro zamezení kondenzace vodní páry. Hlavními problémy zde byla nedokonale aplikovaná minerální izolace ve stropní části těžko přístupného místa vazníkové soustavy. Dále pak nevyhovující materiál distančního rámečku a detail roletového kaslíku.

Z výsledků měření byla zjištěna přímá úměra mezi hodnotou intenzity výměny vzduchu n_{50} a četností únikových míst. Budova s vyšší hodnotou n_{50} vykazovala i vyšší počet únikových míst. Snížením počtu netěsností je tedy možné snížit hodnotu výměny vzduchu. Také u domu s vyšší hodnotou n_{50} byl pomocí termokamery zjištěn vyšší počet závažnějších nedostatků.

9.2 Návrh opatření

Výsledky, provedené termografické zkoušky i zkoušky průvzdušnosti budovy, jsou jasným důkazem, že je důležité, zabývat se otázkou kvality neustále a z dlouhodobého hlediska. Námi zjištěné závady se mohou postupem času projevovat a mít zásadní vliv na kvalitu bydlení a životnost stavby. Pro zajištění maximálního komfortu bydlení je důležité vzniklé defekty co nejvíce eliminovat.

Proto bych zde uvedla několik doporučení, která by měla napomoci k řešení problémů kvality rámových staveb vznikajících v praxi. Vzhledem ke zjištěným nedostatkům je důležité dbát zvýšené pozornosti v ohledu projekční přípravy a výstavby domu. Základním předpokladem správně provedené realizace domu je:

- Pečlivost návrhu a realizace
- Kontrola provedení
- Seznámení s problematikou všech zúčastněných osob

Pečlivost návrhu a realizace

Pouhým precizním provedením realizace stavby zpravidla není možné zajištění dostatečné kvality. Velká část závad je způsobena podceněním důležitosti stavebních detailů. Provedení pečlivého projektového návrhu bez důsledného provedení nebude nikdy

splňovat možnou úroveň kvality. Správné provedení není jen problémem řemeslné práce ale i účinného řízení procesu výstavby.

Návrh projektanta by měl být takový, aby už samotný tvar budovy eliminoval výskyt složitých detailů s komplikovanými spoji. Vhodné jednoduché řešení přispívá k snížení rizika defektů.

Z naměřených výsledků je patrné, že je nutné dbát na správné zajištění spojitosti hlavní těsnicí vrstvy ve stycích obvodové konstrukce a hlavních stavebních detailech (styk obvodových stěn – rohy, kouty, styk obvodové stěny se základovou deskou, styk obvodové stěny a střechy) Ve všech těchto částech je důležité dokonalé spojení s dostatečným přesahem hlavní těsnicí vrstvy za pomoci parotěsné lepicí pásky. Pokud opomeneme prostupy touto vrstvou, měla by se parotěsná vrstva chovat jako jeden celek.

Při návrhu konstrukce by mělo být také uvažováno o umístění vzduchotěsnicí vrstvy, tak aby bylo ve velké míře vyloučeno její poškození. Pokud je narušení této vrstvy nezbytné, mělo by být provedeno opatření k co největší obnově její funkce. Pro tento účel je vhodné například u elektroinstalací použití vzduchotěsnicích krabic a řádného olepení všech prostupů pro vývody. Dalším řešením je omezení těchto prostupů. Tato varianta nám sice sníží množství kritických míst, ale pro samotného zákazníka může být značně omezujícím aspektem. Vhodným řešením může být vytvoření předstěny, která slouží pro vedení elektroinstalací, rozvodů vody a topení. Vzduchotěsnicí vrstva je v takovém případě umístěna až za těmito instalačními prvky a nedochází tak k prostupům a porušení parozábrany.

Při výrobě a manipulaci bychom se měly vyvarovat jakémukoliv poškození hlavní těsnicí vrstvy.

Životnost konstrukce je také z velké části závislá na kvalitě a vhodnosti použitých materiálů. Proto by všechny materiály měly být vybírány s důsledností a správnými parametry. Jako příklad použití nevhodného materiálu můžeme uvést tepelný most u přízemního objektu v úrovni stropu. Místo kde dochází k velkému shluku vazníků, je velmi těžko přístupné a není možné ho dokonale zateplit klasickou minerální izolací. Snadnějším řešením by zde bylo použití foukané izolace, která se do takto stísněných míst daleko lépe aplikuje.

Kontrola provedení

Důležitým předpokladem jsou kontroly, na základě kterých jsou vydávány certifikáty. Ty mají jistě velkou váhu v řešení této problematiky a deklarují nám určitý

stupeň bezpečnosti a kvality stavby. Zásadním prvkem tohoto opatření, na který bych chtěla upozornit je četnost a pravidelnost provádění kontrol, která nám zajistí, že bude docházet jen minimálně k případným nedostatkům.

U firmy s vysokou roční produkcí domů, jako je Haas Fertigbau, je možné, že i přes veškeré kontroly, dojde k přehlédnutí zdánlivě malého defektu. Tento relativně malý defekt může ale výrazně zhoršit kvalitu stavby. Soustavná kontrola by se tedy měla zabývat všemi body, ve kterých je předvídatelná možnost výskytu defektu.

Seznámení s problematikou všech zúčastněných osob

Všichni členové podílející se jakýmkoliv způsobem na realizaci stavby, by měli být seznámeni s problematikou kvality, jejím dodržováním a možnými důsledky. Každý člen realizačního týmu přispívá na výsledku stavby, ať už se jedná o projekční tým, účastníky stavby nebo stavebníky.

Nechtěla bych zde také opomenout samotného uživatele stavby. Přestože není členem podílejícím se na realizaci stavby, je důležitým prvkem ovlivňujícím její životnost. Proto i on by měl být řádně poučen o užívání a údržbě svého domu.

10 Závěr

V úvodu diplomové práce je provedeno shrnutí všech dostupných informací, týkajících se měřených domů. Před vlastními výsledky prováděných zkoušek, byla uvedena charakteristika zařízení, postupu měření a způsobu kontroly kvality. Při samotném ověřování kvality staveb byla zvýšená pozornost věnována vybraným kritickým bodům, ve kterých došlo k určitým pochybením. Hlavním cílem se zabývá závěrečná část práce, respektive kapitola č. 8. V této části je provedeno srovnání výsledků a navrženo opatření, které by mělo napomoci k řešení vznikajících závad.

Tato práce poukazuje na to, že je důležité zaměřením se na kritické body konstrukce a pečlivé provedení detailů, jak ve výrobě, tak i při montáži. Tento zvýšený zájem (hlavně pečlivost na stavbě) se pozitivně projeví v kvalitě stavby a její životnosti. Díky nízkým ztrátám je možné snížit náklady na vytápění, takže kvalita provedení má i přímou souvislost s ekonomickými aspekty. Je možné konstatovat, že pro navrhování energeticky úsporných domů, nestačí použití kvalitních materiálů s nízkým koeficientem prostupu tepla, ale že každá ze složek výrobního procesu má svou důležitou funkci ve výsledné kvalitě.

Práce je důkazem, že kvalitu dřevostavby lze díky dostupným technologiím či službám velmi jednoduše ověřit zkouškou průvzdušnosti (tzv. Blowdoor testem) a termovizním měření (termokamerou), kde se jednoznačně projeví sebemenší pochybení či nepřesnosti. V obou případech se jedná hlavně o prověření kvality práce na stavbě.

Velmi významným faktorem, který tuto skutečnost ovlivňuje, je preference nasazení vlastních montážníků odborně proškolených a odzkoušených realizační firmou, spíše než montážníků najatých, což ve většině případů přináší nedůslednost při řešení důležitých detailů.

Cílem této práce nemělo být zdůraznění vynikajících vlastností dřevostaveb, či odbornou práci jednoho z největších dodavatelů těchto staveb na tuzemském trhu, ale naopak najít a zaměřit se na případné nedostatky a ty řešit.

Jsem přesvědčena, že otevřené diskuze nad problematikou tohoto typu jedině přispějí ke zvýšení kvality našich dřevostaveb a následnému růstu zájmu o tyto stavby. Nejen firma Haas Fertigbau, ale každá z firem specializujících se na tento druh výstavby, má jistě co zdokonalovat.

Úplným závěrem bych chtěla říci, že tato práce pro mě byla velkým přínosem z hlediska rozšíření odborných znalostí, které budu moci v budoucnu dále využívat.

Použité zdroje

Literatura

- [1] **Havířová, Z.** *Dům ze dřeva. 1. vydání.* Brno: ERA, 2005. 99 s. ISBN 80-7366-008-3.
- [2] **Interní materiály Haas Fertigbau Chanovice s.r.o.**
- [3] **Veverka, J., Havířová, Z. a Jindrák, M. a kol.** *Dřevostavby pro bydlení.* 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2008, 380 s. ISBN 978-80-247-2205-04.
- [4] **Veverka, J. a kolektiv.** *Stavební tepelná technika a energetika budov.* 1. vydání. Brno: Vutium, 2006. 639 s. ISBN 80-214-2910-0.
- [5] **Cihlář, J. a Hazucha, J.** *Neprůvzdušnost, zkoušky kvality.* Brno: Centrum pasivních domů, 2007. 6 s.
- [6] **Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění NV č. 312/2005 Sb., příloha č. 1.** Praha: VÚPS, 2005. 24 s.
- [7] **Kolektiv autorů VVUD Praha.** *Dokument národní kvality asociace dodavatelů montovaných staveb.* Praha, 2007. 37 s.
- [8] **Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.** *Protokol o výsledku certifikace výrobku.* Plzeň, 2011. 9 s.
- [9] **ČSN 73 0540-2.** *Tepelná ochrana budov - požadavky.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2011. 56 s.
- [10] **ČSN 13984.** *Hydroizolační pásy a folie.* Praha: Český normalizační institut, 2005. 28 s.
- [11] **ČSN EN 520.** *Sádkartonové desky-Definice, požadavky a zkušební metody .* Praha: Český normalizační institut, 2010. 52 s.
- [12] **Kuklík, P.** *Dřevěné konstrukce, 1. vydání.* Praha: Nakladatelství ČVUT, 2005. 188 s. ISBN 80-01-03310-4.
- [13] **ČSN 14545.** *Dřevěné konstrukce-Spojovací prostředky.* Praha: Český normalizační institut, 2009. 32 s.
- [14] **Novák, J.** *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov. 1. vydání.* Praha: Grada Publishing, 2008. 204 s. IBSN 978-80-247-1953-5.
- [15] **Das Autorenteam LTM GmbH.** *Das Handbuch Blowtest 3000.* Ulm, 2009. 35 s.
- [16] **ČSN EN 13829.** *Tepelné chování budov - Stanovení průvzdušnosti budov - Tlaková metoda.* Praha: Český normalizační institut, 2001. 12 s.

- [17] **PAVELEK, M. a JANOTKOVÁ, E.** *Teorie a praxe termovizních měření*. Brno: TESTO, 2008. 49 s.
- [18] **ČSN EN 13187.** *Tepelné chování budov - Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov - Infračervená metoda*. Praha: Český normalizační institut, 1999. 20 s.

Internetové zdroje

- [19] < <http://www.house-energy.com/Audit/Blower-Test.htm> > Cit. 11.1.2012
- [20] < <http://www.finnhaus.cz/vzduchotesne-staveni-blower-door-test.php> > Cit.15.3.2012
- [21] < <http://meratest.sk/1567-2095-thickbox/testo-875-2-termokamera.jpg> > Cit. 7.4.2012
- [22] < http://www.termokamera.com/fotky15619/fotos/_vyr_6testo-875_p_in_the_001786.jpg > Cit. 7.4.2010
- [23] < <http://www.usporteenergii.cz/download.php?fid=489> > Cit. 7.4.2012
- [24] < <http://www.drevoportal.cz/clanky/clanky-redakce-drevoportalu/drevostavby-a-certifikace> > Cit. 27.4.2012

Seznam obrázků

<i>Obr. 1 Složení stěny THERMO – PROTECT CLASIC</i>	9
<i>Obr. 2 Složení stěny THERMO – PROTECT OPTIMUM</i>	11
<i>Obr. 3 Složení stěny THERMO – PROTECT PREMIUM</i>	12
<i>Obr. 4 Složení stěny THERMO – PROTECT BIO AKTIV</i>	14
<i>Obr. 5 Schematický řez domem Harmony 4</i>	17
<i>Obr. 6 Schematický řez přízemního domu Elegance</i>	19
<i>Obr. 7 Pohledy domu Harmony 4</i>	20
<i>Obr. 8 Půdorys domu Harmony 4</i>	20
<i>Obr. 9 Podkroví domu harmony 4</i>	21
<i>Obr. 10 Pohledy domu Elegance</i>	21
<i>Obr. 11 Půdorys domu Elegance</i>	22
<i>Obr. 12 Základní části zařízení Blowtest</i>	37

<i>Obr. 13 Popis zařízení Blowtest 3000, osazení měřicího zařízení</i>	38
<i>Obr. 14 Osazení měřicího zařízení a vyvolání podtlaku v měřené budově</i>	44
<i>Obr. 15 Rohový spoj obvodových stěn a podlahy</i>	49
<i>Obr. 16 Prostup elektroinstalačních kabelů</i>	49
<i>Obr. 17 Osazení elektroinstalační krabice</i>	49
<i>Obr. 18 Prostup rozvodů otopné soustavy</i>	49
<i>Obr. 19 Rohový spoj obvodových stěn a stropu</i>	53
<i>Obr. 20 Okenní kování</i>	53
<i>Obr. 21 Rohový spoj obvodových stěn a podlahy</i>	54
<i>Obr. 22 Prostup elektrorozvaděčem</i>	54
<i>Obr. 23 Popis snímacího zařízení Testo 875</i>	58
<i>Obr. 24 Uspořádání objektů při termovizním měření</i>	61
<i>Obr. 25 Rohové spojení obvodových stěn s podlahou v přízemí domu s naměřenými hodnotami</i>	64
<i>Obr. 26 Detail napojení obvodové stěny a podlahy</i>	65
<i>Obr. 27 Detail osazení okna s naměřenými hodnotami</i>	66
<i>Obr. 28 Konstrukční detail osazení okna</i>	66
<i>Obr. 29 Uložení stropu mezi přízemím a podkrovím s naměřenými hodnotami</i>	67
<i>Obr. 30 Konstrukční detail uložení stropu</i>	67
<i>Obr. 31 Detail spojení štitové stěny, pozednicové stěny a šikminy s naměřenými hodnotami</i>	68
<i>Obr. 32 Konstrukční detail spojení pozednicové stěny a šikminy</i>	68
<i>Obr. 33 Půdní výklop (půdní schůdky) s naměřenými hodnotami</i>	69
<i>Obr. 34 Konstrukční detail půdního výklopu patrového domu</i>	69
<i>Obr. 35 Rohové spojení obvodových stěn s naměřenými hodnotami</i>	71
<i>Obr. 36 Konstrukční detail napojení obvodových stěn</i>	71
<i>Obr. 37 Detail osazení okna s roletou s naměřenými hodnotami</i>	72
<i>Obr. 38 Konstrukční detail zabudování roletového kastlíku</i>	72
<i>Obr. 39 Rohové spojení obvodových stěn a stropu pod příhradovými vazníky s naměřenými hodnotami</i>	73
<i>Obr. 40 Konstrukční detaily vazníkové soustavy</i>	74
<i>Obr. 41 Půdní výklop (půdní schůdky) s naměřenými hodnotami</i>	75
<i>Obr. 42 Konstrukční detail půdního výklopu bungalovu</i>	75

Seznam tabulek

<i>Tab. 1 Měrné ztráty konstrukce prostupem tepla domu Harmony 4</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 2 Měrné ztráty konstrukce prostupem tepla domu Elegance</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 3 Doporučené hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu dle ČSN 73 0540-2</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 4 Kriteria stanovená DNK ADMD pro celkovou intenzitu výměny vzduchu</i>	<i>45</i>








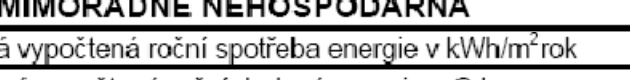
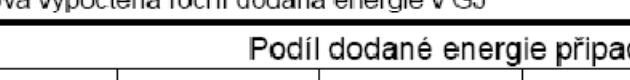
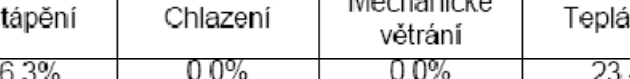
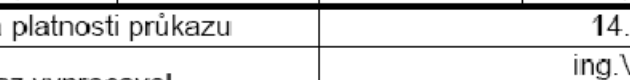
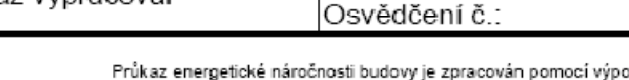

Seznam grafů

<i>Graf 1 Vliv hodnoty unikajícího vzduchu na tepelné ztráty.....</i>	<i>26</i>
<i>Graf 2 Průniku vzduchu domu Harmony 4, logaritmické měřítko</i>	<i>48</i>
<i>Graf 3 Průniku vzduchu domu Elegance, logaritmické měřítko</i>	<i>53</i>

Seznam příloh

- 1) Průkaz energetické náročnosti budovy domu Harmony 4
- 2) Průkaz energetické náročnosti budovy domu Elegance
- 3) Stavební technické osvědčení
- 4) Protokol o výsledku certifikace výrobku
- 5) Certifikát výrobku
- 6) Protokol o dozoru nad certifikovaným výrobkem

Příloha 1 - Průkaz energetické náročnosti budovy domu Harmony 4

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
Rodinný dům k bydlení			Hodnocení budovy		
66461 Holasice, par.č. 611/180			stávající stav	po realizaci doporučení	
Celková podlahová plocha:			162	m ²	
VELMI ÚSPORNÁ 0  A 50  B 51  C 97  D 142  E 143  F 191  G 192  H 240  I 241  J 286  K >286  L MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ			kWh/m ²	třída EN	kWh/m ² třída EN
			85,9	 B	
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			85,90		-
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			50,04		-
Podíl dodané energie připadající na:					
Vytápění	Chlazení	Mechanické větrání	Teplá voda	Osvětlení a další spotřeba el.	Celkem
56,3%	0,0%	0,0%	23,4%	20,3%	100%
Doba platnosti průkazu		14. březen 2021			
Průkaz vypracoval		ing. Vladimír Štefek			
		Osvědčení č.:		576	

Průkaz energetické náročnosti budovy je zpracován pomocí výpočetního nástroje NKN verze 2.08
 Průkaz ENB splňuje požadavky §6a zákona č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č. 148/2007 Sb.

Příloha 2 - Průkaz energetické náročnosti budovy domu Elegance

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
Rodinný dům k bydlení			Hodnocení budovy		
Chanovice			stávající stav	po realizaci doporučení	
Celková podlahová plocha:			102 m ²		
<p>VELMI ÚSPORNÁ</p> <p>MIMOŘÁDNĚ NEHOSPODÁRNÁ</p>			kWh/m ²	třída EN	kWh/m ² třída EN
			152,7	D	
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			152,7	-	
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			56,1	-	
Podíl dodané energie připadající na:					
Vytápění	Chlazení	Mechanické větrání	Teplá voda	Osvětlení a el. spotřebiče	Celkem
77,3%	0,0%	0,0%	16,3%	6,4%	100%
Doba platnosti průkazu	Není uvedena				
Průkaz vypracoval	Není uvedeno jméno zpracovatele EP				
	Osvědčení č.:				Není

Průkaz energetické náročnosti budovy je zpracován pomocí výpočetního nástroje NKN verze 2.008
 Průkaz ENB splňuje požadavky §6a zákona č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č. 149/2007 Sb.

Příloha 3 - Stavební technické osvědčení



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.

Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Certifikační orgán, Inspekční orgán
Accredited Test Laboratory, Authorised Body, Notified Body, Certification Body, Inspection Body
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9, Czech Republic

Autorizovaná osoba 204 podle rozhodnutí ÚNMZ č. 29/2006

Pobočka 0300 – Plzeň

vydává

podle ustanovení zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění, a § 2 a 3 nařízení vlády č. 163/2002 Sbírky zákonů České republiky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

STAVEBNÍ TECHNICKÉ OSVĚDČENÍ

č. 030 – 045316

na výrobek:

Dřevěné rámové prefabrikované stavební sestavy

typ / varianta: systém HAAS

žadatel:

Haas Fertigbau Chanovice, s.r.o.

IČ: 624 96 867
Adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
Výrobce: **Haas Fertigbau Chanovice, s.r.o.**
IČ: 624 96 867
Adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
Výrobna: **Haas Fertigbau Chanovice, s.r.o.**
Adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
Zakázka: Z030110303


Autorizovaná osoba 204 tímto stavebním technickým osvědčením osvědčuje údaje o technických vlastnostech výrobku, jejich úrovni a postupech jejich zjišťování ve vztahu k základním požadavkům uvedeným v příloze č. 1 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., ve znění NV č. 312/2005 Sb.

Osvědčení je technickou specifikací určenou k posouzení shody uvedeného výrobku.

Počet stran stavebního technického osvědčení včetně strany titulní: 7

Platnost osvědčení do: **20. října 2014**

Zpracovatel tohoto stavebního technického osvědčení:


Ing. Martin Schmieder
vedoucí posuzovatel

Osoba odpovědná za správnost tohoto stavebního technického osvědčení:

Plzeň, 2011-10-20




Ing. Alexander Trinner
zástupce vedoucího autorizované osoby 204

Razítko autorizované osoby 204

Upozornění: Bez písemného souhlasu vedoucího autorizované osoby 204 se toto stavební technické osvědčení nesmí reprodukovat jinak než celé.

Příloha 4 - Protokol o výsledku certifikace výrobku



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.

Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Certifikační orgán, Inspekční orgán
Accredited Test Laboratory, Authorised Body, Notified Body, Certification Body, Inspection Body
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9, Czech Republic

Autorizovaná osoba 204 podle rozhodnutí ÚNMZ č. 29/2006

Pobočka 0300 – Plzeň

PROTOKOL

o výsledku certifikace výrobku

podle § 5 nařízení vlády č. 163/2002 Sbírky zákonů České republiky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

č. 030 – 045319

název výrobku:

Dřevěné rámové prefabrikované stavební sestavy

typ / varianta: systém HAAS

žadatel:

Haas Fertigbau Chanovice, s.r.o.

IČ: 624 96 867
Adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
Výrobce: Haas Fertigbau Chanovice, s.r.o.
IČ: 624 96 867
Adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
Výrobna: Haas Fertigbau Chanovice, s.r.o.
Adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
Zakázka: Z030110303

Počet stran protokolu včetně strany titulní: 9 Počet stran příloh: 4

Plzeň, 2011-10-28



Recita autorizované osoby 204


Ing. Martin Schmieder
vedoucí posuzovatel

Upozornění: Bez písemného souhlasu zástupce vedoucího autorizované osoby se tento protokol nesmí reprodukovat jinak, než celý.

Technický a zkušební ústav stavební Praha, s. p., Pobočka 0300 - Plzeň, Zahradní 15, 326 00 Plzeň, Česká republika
tel: 377 243 331, fax: 377 430 345, Fax: +420 377 430 347, Internet: +420 377 244 158, e-mail: trinner@tzus.cz, www.tzus.cz
Bankovní spojení (Bank): KB Praha 1 Czech Republic, ú.č.: 1501-931/0100 IČ: 000 15679 DIČ/VAT: CZ00015679



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague
Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Certifikační orgán, Inspekční orgán
Accredited Test Laboratory, Authorised Body, Notified Body, Certification Body, Inspection Body
Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9, Czech Republic

Autorizovaná osoba 204
Rozhodnutí ÚNMZ č. 29/2006 ze dne 30.8.2006
Pobočka 0300 – Plzeň

CERTIFIKÁT VÝROBKU

č. 204/C5a/2011/030-045320

V souladu s ustanovením § 5 odst. 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb., autorizovaná osoba potvrzuje, že u stavebního výrobku

Dřevěné rámové prefabrikované stavební sestavy typ / varianta: systém HAAS

výrobce:

Haas Fertigbau Chanovice s.r.o.

IČ: 624 96 867
adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
výrobna: Haas Fertigbau Chanovice s.r.o.
IČ: 624 96 867
adresa: Chanovice 102, 341 01 Horažďovice
zakázka: Z030110303

přezkoumala podklady předložené výrobcem, provedla počáteční zkoušku typu výrobku na vzorku a posoudila systém řízení výroby a zjistila, že

- uvedený výrobek splňuje požadavky související se základními požadavky výše uvedeného nařízení vlády stanovené stavebním technickým osvědčením:

STO č. 030-045316 ze dne 2011-10-20 vydané TZÚS Praha, s.p. – pobočka Plzeň s platností do 2014-10-20

- systém řízení výroby odpovídá příslušné technické dokumentaci a zabezpečuje, aby výrobky uváděné na trh splňovaly požadavky stanovené shora uvedeným stavebním technickým osvědčením a odpovídaly technické dokumentaci podle § 4 odst. 3 výše uvedeného nařízení vlády.

Nedílnou součástí tohoto certifikátu je protokol o výsledku certifikace č. 030-045319 ze dne 2011-10-28, který obsahuje závěry zjišťování, ověřování a výsledky zkoušek, základní popis a popř. zobrazení certifikovaného výrobku nezbytné pro jeho identifikaci.

Tento certifikát zůstává v platnosti po dobu, po kterou se požadavky stanovené ve stavebním technickém osvědčení, na které byl uveden odkaz, nebo výrobní podmínky v místě výroby či systém řízení výroby výrazně nezmění.

Autorizovaná osoba provádí nejméně jedenkrát za 12 měsíců dohled nad řádným fungováním systému řízení výroby v místě výroby, odebírá vzorky výrobků v místě výroby, provádí jejich zkoušky a posuzuje, zda vlastnosti výrobku odpovídají stavebnímu technickému osvědčení podle ustanovení § 5 odst. 4 výše uvedeného nařízení vlády. Pokud autorizovaná osoba zjistí nedostatky, je oprávněna zrušit nebo změnit tento certifikát.

Osoba odpovědná za správnost tohoto certifikátu:

Plzeň 2011-10-28



Ing. Alexander Trinner
zástupce vedoucího autorizované osoby 204

Razítko autorizované osoby 204

Příloha 6 - Protokol o dozoru nad certifikovaným výrobkem



CERTIFIKAČNÍ ORGÁN č. 3075

PROTOKOL O DOZORU NAD CERTIFIKOVANÝM VÝROBKEM DCV-1850/11-2

Žadatel:

HAAS Fertigbau s.r.o.
Chanovice 102
341 01 Horažďovice
IČ: 45 34 97 11

Výrobek:

MONTOVANÉ DOMY NA BÁZI DŘEVA

Datum: 2011-12-21
Počet stran: 2
Z toho příloh: 0
Počet výtisků: 2 výtisk č. 1 : žadatel; výtisk č. 2 : archiv CO
Výtisk číslo: 1

Platnost protokolu:

Tento protokol ztrácí svou platnost, pokud by podmínky vzniklé změnami neodpovídaly těm, při kterých byl vydán.

Tento protokol se vztahuje pouze na certifikovaný výrobek.

Protokol se nesmí rozmnožovat jinak než celý. Pro případné užití jeho části je nutný písemný souhlas certifikačního orgánu, který ho vydal.

Originální výtisky jsou opatřeny reliéfním razítkem.



Ing. Jitka Beránková, Ph.D.
vedoucí Certifikačního orgánu č. 3075

Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Praha, s. p.
Certifikační orgán pro výrobky č. 3075
Na Florenci 7-9, 111 71 Praha 1

email: co@vvud.cz
web: www.vvud.cz

telefon: 221 773 718
221 773 730
fax: 224 222 844

1. NORMA, NORMATIVNÍ DOKUMENT:

DNK - Dokument národní kvality montovaných domů, určený k ověřování kvality členské základny Asociace dodavatelů montovaných domů (ADMD).

2. SEZNAM PODKLADŮ POUŽITÝCH PŘI DOHLEDU:

Posouzení bylo provedeno v dotazníku SQ výrobce ze dne 13. 12. 2011 v součinnosti s firemním dokumentem Soupis kritických bodů sledovaných Dokumentem Národní Kvality

3. DATUM, VÝSLEDKY A POSOUZENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK:

-

4. DATUM, VÝSLEDKY AUDITU A POSOUZENÍ SYSTÉMU JAKOSTI:

Prověrka systému jakosti byla provedena dne 13. 12. 2011 ve výrobním závodě v Chanovicích Ing. Janem Pencem, DiS.

Systém jakosti zabezpečuje, aby od výrobce nebyly expedovány neshodné výrobky.

5. VÝSLEDKY KONTROLY STÍŽNOSTÍ VŮČI DODAVATELI:

-

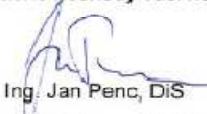
6. VÝSLEDKY KONTROLY SPRÁVNÉHO POUŽÍVÁNÍ CERTIFIKÁTU:

Certifikát je správně používán.

7. ZÁVĚR:

Při kontrolním dozoru nebyly shledány žádné neshody vůči normativnímu dokumentu.


Posouzení výrobku provedl(a):



Ing. Jan Penc, DiS
technický expert CO

8. ROZHODNUTÍ:

Na základě posouzení výrobku rozhodují ponechat žadateli certifikát.



Ing. Petr Ptáček, Ph.D.

technický expert CO