

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb

bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Autor práce: Kateřina Hrabáková

PRAHA 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kateřina Hrabáková

Technologická zařízení staveb

Název práce

Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb

Název anglicky

Thermal properties of timber constructions

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je provést zhodnocení tepelně technických vlastností dřevostaveb. Zaměřit se především na posouzení předpokládané spotřeby energie a dodržení potřebných provozních a hygienických parametrů pohody prostředí ve srovnání odlišných konstrukcí.

Metodika

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah a měření provést rozbor možností využití různých druhů materiálů pro konstrukci budov, uvést princip výpočtu tepelné bilance pro zimní a letní období a způsoby zlepšení tepelně technických vlastností budov.

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu

Klíčová slova

Konstrukce; stavební materiály; energie; tepelná izolace; pohoda prostředí;

Doporučené zdroje informací

Brož, V.: Dřevěné konstrukce v zemědělské výstavbě. SZN, Praha, 1979, 247 s.
Časopisy: Vytápění, větrání, instalace.
Čermák, J. et al: Výstavba lehkých stájí pro skot. SZN, Praha, 1978, 256 s.
Dahlsveen, T.-Petráš, D.-Hirš, J.: Energetický audit budov. Bratislava, 2003, 295 s.
Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s
Dolby, C.M. et al: Rural constructions in timber. SUAS, Lund, 1988, 467 s.
Hujňák, J.: Stáje s použitím dřevěných lepených konstrukcí. IVVMZe ČR, Praha, 1993, 50 s.
Kic, P.-Brož, V.: Zařízení pro větrání a klimatizaci stájí. IVV Mze ČR, 2000, 71 s.
Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.
Počinková, M.-Čuprová, D.-Rubinová, O.: Úsporný dům. Computer press, Brno 2012. 184 s.
Székyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.
Treuová, L.-Počinková, M.: Vytápění. Computer press, Brno 2011. 151 s.

Předběžný termín obhajoby

2015/05 (květen)

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Elektronicky schváleno dne 10. 1. 2014

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2014

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 23. 03. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb“ vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Pavla Kice, DrSc. a použila jen pramenů citovaných v příložené bibliografii na konci této práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 1.3.2015

Kateřina Hrabáková

Poděkování

Mé upřímné poděkování patří prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za odborné vedení bakalářské práce, obětavou pomoc, cenné připomínky a rady které mi v průběhu psaní poskytl.

Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi umožnili vykonat praktické měření na jejich stavbách a ochotu pomoci při zpracování práce.

V neposlední řadě patří mé poděkování celé rodině, přátelům a všem za morální pomoc a podporu při psaní bakalářské práce i při celém studiu.

Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb

Abstrakt

Bakalářská práce formou literární rešerše na téma *Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb* je shrnuta do několika kapitol, které rozebírají dřevěný materiál všeobecně pro dané typy konstrukcí i z hlediska fyzikálních, mechanických a tepelných vlastností. Další část se zabývá tepelnou bilancí a porovnáním energetické spotřeby konstrukcí formou praktického měření v obou objektech. Pro porovnání byly vybrány dvě úplně odlišné stavby, na jedné straně dřevostavba a jako protiklad zděná stavba, která má výrazné problémy s vlhkostí v konstrukcích. Výsledky měření jsou pro účely zpracování rozděleny dle typu stavby, na kterých bylo měření prováděno. Závěrečně kapitoly obsahují ekonomické zhodnocení a doporučení pro obě stavby.

Klíčová slova

Dřevostavba, konstrukce, tepelná bilance, tepelně technické vlastnosti

Thermal properties of timber construction

Abstract

The Bachelor thesis is written as a review on the topic *Thermal properties of timber construction* and is summarized in few chapters, which analyse wood for exact types of constructions in general from the point of view of physical, mechanical and thermal properties. Another part occupy with heat overall results and comparing the energy consumption construction using practical measurment in both (of these) objects. Two completely different constructions have been chosen for comparison, wooden structure as the first object and as the opposite brick building, which has problems with moisture in structure. Results of measuring are divided for purpose of processing according to the type of construction that measurment has been carry out on. The final chapters include an economic evaluation and recommendations for both of these structures.

Key words:

Timber construction, construction, heat overall results, thermal and technical properties

Obsah

1	Úvod	1
2	Používané konstrukce dřevostaveb.....	2
2.1	Sendvičové konstrukce	2
2.2	Roubené konstrukce.....	3
2.3	Prefabrikované panelové konstrukce	4
2.4	Systémové konstrukce z hranolů s tepelnou izolací	5
3	Vlastnosti stavebních materiálů dřevostaveb	6
3.1	Fyzikální vlastnosti dřeva	6
3.2	Mechanické vlastnosti dřeva.....	7
3.3	Tepelné vlastnosti dřeva	8
4	Tepelná bilance budovy.....	9
4.1	Výpočet prostupu tepla	11
5	Porovnání energetické spotřeby odlišných konstrukcí	15
5.1	Dřevostavba	16
5.1.1	Vnitřní prostředí objektu	17
5.1.2	Vlhkost konstrukcí objektu.....	19
5.2	Zděná stavba	20
5.2.1	Vnitřní prostředí objektu	20
5.2.2	Vlhkost konstrukcí objektu.....	22
6	Ekonomické zhodnocení.....	23
7	Závěr a doporučení pro praxi.....	26
	Použitá literatura.....	27
	Seznamy, obrázků, tabulek a grafů.....	30
	Seznam příloh.....	31

1 Úvod

Dřevo je využíváno již od nepaměti i přesto se používá dodnes, je pro nás vysoce hodnotnou surovinou, která má využití ve všech odvětvích výroby a hlavně ve stavebnictví. Dřevo patří mezi obnovitelný zdroj materiálu, a proto je on sám i jeho zpracování šetrné k životnímu prostředí. V dnešní době, kdy je velice důležité šetřit s energiemi vynaloženými na vytápění, obnovu materiálů i samotný provoz stavby má dřevo vysoký potenciál využití pro výstavbu pasivních či nízkoenergetických staveb.

Dřevo je pevný materiál čistě přírodního původu z rostlin, které se souhrnným názvem označují jako dřeviny nebo stromy, má velmi různorodou a členitou strukturu viz *Obr.1*. Dřevo patří mezi nejvýznamnější stavební materiál jako obnovitelný zdroj ať už materiálu, energie nebo všeobecně jako biomasa. V různých částech planety Země se nacházejí nejrůznější typy dřevin, které jsou charakterizovány různými vlastnosti. Vzhledem k tomu, že jde o čistě přírodní materiál, nemá vždy přesně stejné vlastnosti jako například jiné syntetické materiály.

Základní rozdělení dřevin v evropských podmínkách je na stromy jehličnaté a listnaté. Charakteristickým znakem u tohoto rozdělení je že u jehličnatých stromů se jedná o měkké dřevo a naopak u listnatých stromů jde o dřevo tvrdé. Každé dřevo má jiné vlastnosti a proto se hodí pro jiné použití. Mezi nejznámější jehličnaté stromy patří smrk, modřín, jedle a borovice. U listnatých stromů to jsou dub, buk, bříza, javor a jasan.

Obr. 1: Struktura dřeva [1]



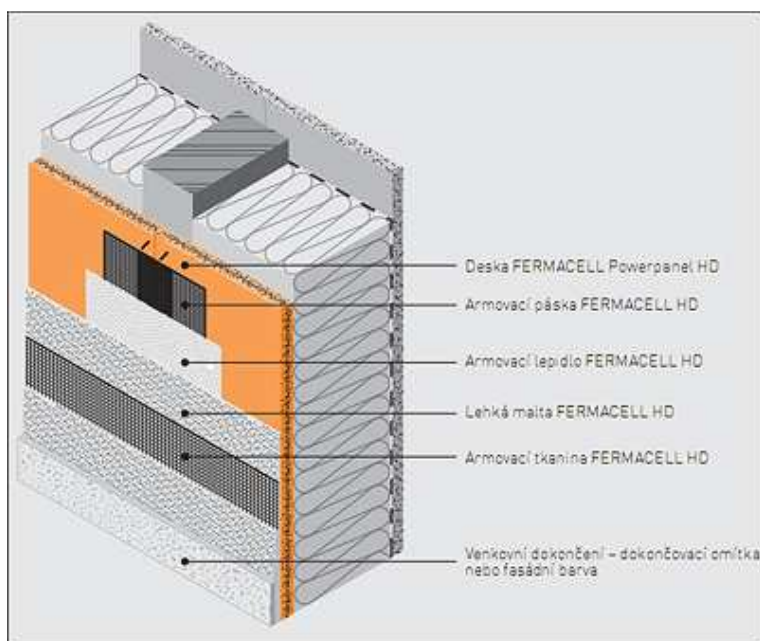
2 Používané konstrukce dřevostaveb

V této kapitole jsou shrnuty jednotlivé používané konstrukce dřevostaveb. Nejčastější rozdělení je na sendvičové, roubené, prefabrikované a systémové konstrukce z hranolů s tepelnou izolací. Použití dané konstrukce závisí na klimatických podmínkách lokality, územní plánu obce, na vlastnostech dané konstrukce či její skladby a v neposlední řadě také na požadavcích stavebníka, který rozhoduje, jakou stavbu zvolí.

2.1 Sendvičové konstrukce

Sendvičové konstrukce pro výstavbu dřevostaveb jsou charakteristické svou nosnou konstrukcí. Nosná část je tvořena dřevěným pláštěm, který tvoří nosnou část z dřevoštěpkových desek nebo překližky. Uvnitř konstrukce je výplň z tepelné izolace, například minerální vlna nebo polystyren. Stavba je montovaná z jednotlivých panelů v různých velikostech a tvarech. Spoje se provádí sešroubováním, sbíjením nebo perodrážkou. Jednotlivé sendvičové konstrukce mohou být vyráběny v továrně nebo přímo zhotovovány na místě. Konstrukce zhotovovaná přímo na místě se provádí tak, že se nejdříve postaví nosná konstrukce, poté se opláští z venkovní strany objektu, vyplní izolací; poté je možné instalovat nějaké instalace např. elektřinu, vodovod aj.; a poté se opláští vnitřní strana objektu. Tím vznikne celá sendvičová konstrukce. V některých případech je možné použít také různé ochranné nátěry nebo paropropustnou – difusně otevřenou folii. Tyto konstrukce mohou být dokonce z venku ještě omítnuty a tím tvořit dojem zděné stavby s vlastnostmi dřevostavby.

Obr. 2: Sendvičová konstrukce Fermacell [2]



2.2 Roubené konstrukce

Roubené konstrukce mají dlouhodobou historii, jsou typické pro české venkovské stavby. Jedná se o typickou stavbu lidové architektury. Tato konstrukce se uplatnila nejvíce v oblastech s dostatkem jehličnatých lesů, do Česka přišla z Německa a severských zemí.

Roubené stavby se dělí dle typu opracování dřeva na konstrukce z opracovaných kulatin nebo hranolů. Jako výplně mezi jednotlivými kulatinami nebo hranoly se dříve používal jíl, mech nebo ovčí rouno, dnes se spíše využívají pryžové vložky, flexi pěna, konopná vata nebo filc. Jak již bylo řečeno, jako materiál se využívají hlavně jehličnaté stromy, nejčastěji smrk, jedle a borovice. Používají se také listnaté stromy a to především dub.

Obr. 3: Roubená konstrukce z opracovaných kulatin – srub Doksy u Kladna



Konstrukce roubené stavby se skládá z opracovaných nebo částečně opracovaných dřevěných trámů vodorovně skládaných na sebe, spáry jsou vyplněny izolanty kvůli těsnosti. Novější stavby jsou tepelně izolovány zevnitř tepelnou izolací a vnitřním dřevěným obložením aby nebyl narušen původní venkovní vzhled roubené stavby. Typickým znakem jsou opracované zhlaví trámů, které přesahují půdorys stavby, tyto přesahy zajišťují provázání jednotlivých vrstev a tím i stabilitu celé konstrukce. Další způsob přeplátování rohů je tzv. na „rybinu“ viz. *Obr.4* je o opracování zhlaví trámů do lichoběžníkového tvaru a tím také dochází ke stabilitě a provázání rohu stavby.

Obr. 4: Roubená konstrukce z opracovaných hranolů – tzv. „rybina“ [3]



2.3 Prefabrikované panelové konstrukce

Prefabrikované panelové konstrukce pro výstavbu dřevostaveb se používají v nejrůznějších provedeních. Mezi ně patří například panely z masivního dřeva (Stora Enso) nebo z dřevovláknitých desek s tepelnou izolací (EUROPANEL® viz Obr.5). Stavba z panelů se provádí na již připravenou základovou desku s podkladními dřevěnými prahy, které jsou ukotveny k základové desce. Až na podkladní prahy se teprve ukotvují panely, které se mezi sebou mohou spojit perodrážkou, vruty, kolíky, na sraz s lepidlem nebo se částečně překrývají po celé délce.

„Pro stavby z Europanelu není nutné vybudovat klasickou betonovou základovou desku. Lehkost panelů umožňuje zakládat domy i alternativně. Již samotný stavební systém zahrnuje i speciální panely určené právě na sestavení základové desky. A právě taková základová deska může být usazena na zemní vruty nebo na zemní pasy a patky. Tyto technologie jsou časově nenáročné a nevyžadují výraznější úpravy terénu. Založení stavby těmito alternativními způsoby otevírá možnost budovat i základy domu v zimních měsících. Panely EUROPANEL® se vyrábí v různých tloušťkách od 65 mm do 270 mm, v šířkách od 300 mm do 1500 mm, v délkách od 2500 mm do 3000 mm.“ [4]

Obr. 5: Prefabrikované panely EUROPANEL® [5]



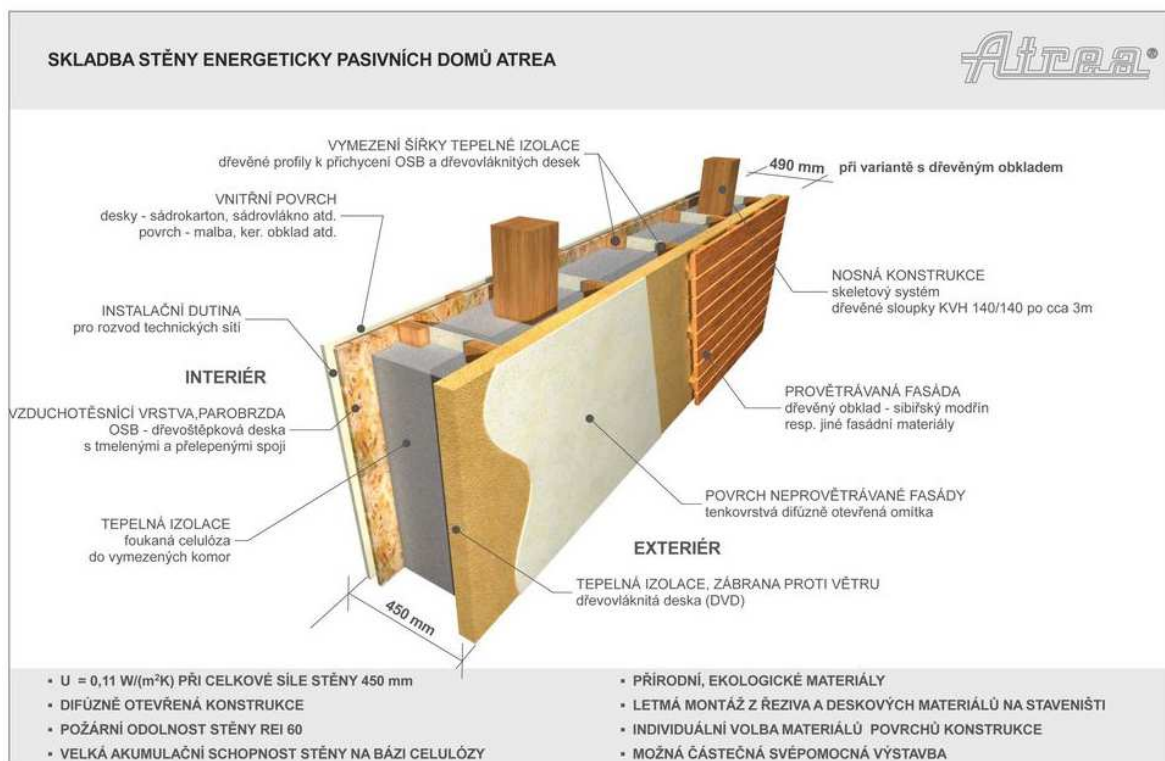
Další možný typ prefabrikovaných panelů je z masivního dřeva tzv. CLT panely např. od firmy Stora Enso. *„CLT je stavební výrobek z masivního dřeva, zhotovený z nejméně tří vrstev křížem lepených jednovrstvých lamelových desek. Panely skládající se z pěti vrstev a více mohou obsahovat střední (příčné) vrstvy, v nichž nejsou lamely bočně slepeny. Panely CLT se vyrábějí v rozměrech do 2,95 × 16,00 m a dodávají se v různých tloušťkách v závislosti na statických požadavcích. Materiál je lepen ekologickým lepidlem.“ [6]*

2.4 Systémové konstrukce z hranolů s tepelnou izolací

Systémová konstrukce je také sendvičová neboli vícevrstvá konstrukce, ale zde je nosná část tvořena dřevěnými hranoly. Nosnou konstrukci tvoří dřevěné hranoly nebo sloupky s osovou vzdáleností od 0,5m do 3m. Další část konstrukce tvoří dřevěné profily, které vymezují prostor pro izolaci a opláštění. Tloušťky konstrukcí závisí na tloušťce použité izolace, šířce instalační dutiny i na velikosti použitých sloupků. Tloušťka může být od 200mm do 600mm. Celá konstrukce má několik vrstev nosnou část s vnitřní výplní tepelnou izolací, poté vnitřní vrstvy s instalační dutinou, parozábranou a vnitřní omítkou dále pak vnější vrstvy, tvořeny tepelnou izolací a provětrávanou fasádou. Pro lepší srozumitelnost a pochopitelnost je celá konstrukce zobrazena na *Obr.6*.

Jako vnitřní tepelná izolace může být použita minerální vata, foukaný polystyren nebo celulóza či konopná vlna. Tento typ konstrukcí má výborné tepelně technické vlastnosti.

Obr. 6: Systémová konstrukce z hranolů s tepelnou izolací [7]



3 Vlastnosti stavebních materiálů dřevostaveb

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, dřevo je čistě přírodní materiál, který nemá vždy přesně stejné vlastnosti jako například jiné syntetické materiály. Proto se jeho vlastnosti rozdělují do několika skupin, ale jedná se spíše o charakteristické vlastnosti. Dřevo má například jinou pevnost v podélném směru a jinou v příčném směru. Dále jsou zde rozebrány objemové změny v závislosti na vlhkosti dřeva. Jsou zde popsány základní fyzikální, mechanické a tepelné vlastnosti dřeva.

3.1 Fyzikální vlastnosti dřeva

- Hygroskopicitá

Hygroskopicitá neboli vlhkost, je schopnost dřeva pohlcovat a udržovat vlhkost. Vlhkost lze také vysvětlit jako procentuelní podíl obsažené vody z celkové hustoty dřevěného materiálu. V závislosti na množství pohlcené vody dochází ke změně rozměrů materiálu a objemové hmotnosti. Pokud je dřevěný materiál dobře navlhavý, nebo nijak neošetřený může mít jinou objemovou hmotnost než vysušené dřevěné materiály. Z tohoto důvodu byla v praktickém měření zjišťována vzdušná vlhkost objektu i povrchová vlhkost materiálu konstrukcí, která velice ovlivňuje celkové prostředí objektu a kvalitu ovzduší v objektu.

- Anizotropie

Dřevo je přírodní vláknitý materiál a proto má různé vlastnosti v různých směrech. *„Anizotropie probíhá ve struktuře dřeva a promítá se do odlišných pevnostních, vlhkostních a jiných vlastnostech dřeva ve třech hlavních směrech – rovnoběžně s vlákny, kolmo na vlákna a v radiálním směru k letokruhům. Ve stavební praxi se u konstrukčních prvků rozlišuje především směr podél vláken a napříč vláken“* [8]

- Nehomogenita

Neboli také různorodost dřevěného materiálu. Z důvodu, že se jedná o čistě přírodní materiál, který má v různých místech různé vlastnosti. Proto může mít také různé vady dřeva například suky, trhliny, vady tvaru kmene, nepravidelnost struktury nebo plísně. Nehomogenita jde také zmírnit způsobem zpracování materiálu například výrobou aglomerovaných materiálů, kdy se dřevo nejdříve rozdruží na drobné části, které se následně spojují podle požadavků na výrobek.

3.2 Mechanické vlastnosti dřeva

Mechanické vlastnosti dřeva jsou stanovovány zkouškami, které mají svá pravidla. Výsledné hodnoty jsou vždy jakýmsi zprůměrováním hodnot dané skupiny vzorků z důvodu, že jde o přírodní materiál. Proto jsou zde vlastnosti popsány obecně průměrnou hodnotou.

- Pevnost

Pevnost dřeva je rozlišena podle druhu namáhání. Rozlišujeme pevnosti v tahu, tlaku, ohybu, smyku a vzpěru. Pevnost dřevěných materiálů je určována v závislosti na anizotropii to znamená, že vlastnosti jsou rozlišovány v podélném nebo příčném směru. Všechny typy pevností mají v závislosti na anizotropii jiné hodnoty viz *Obr.4*. Další směry můžeme rozdělit na radiální a tangenciální. Pevnost v tahu ve směru vláken je deformace prodlužováním dřeva až do úplného roztržení vláken. Pevnost v příčném směru je mnohem větší než v kolmém směru. Průměrná hodnota se udává ± 40 MPa.



Obr. 7: Působení sil na dřevo [9]

- Objemová hmotnost

Objemová hmotnost dřeva je různorodá, záleží na druhu dřeviny a také na vlhkosti. Průměrná hodnota se udává 650 kg/m^3 . Hodnota u stejného druhu dřeviny může být také různá hned po pokácení a jiná po přirozeném seschnutí na vzduchu.

- Pružnost

„Pružnost dřeva zjednodušeně vyjadřuje výši napětí, které je zapotřebí, abychom dřevo například ohnuli. Modul pružnosti dřeva v ohybu je nejčastěji používaným údajem při dimenzování stropů, krokví a jiných vodorovných nosníků. Často nám totiž dřevěný nosník bez problému přenesení sílu, aniž by došlo k jeho porušení, přestože průhyb nosníku je větší než stanovují předepsané limity.“ [10]

3.3 Tepelné vlastnosti dřeva

- Měrné teplo

Tepelná vlastnost měrné teplo je schopnost dřeva pohlcovat teplo. Lze ho vyjádřit jako množství potřebného tepla na ohřátí 1 kg dřeva o 1 °C. Tato vlastnost velmi záleží na druhu dřeviny a na vlhkosti dřeva. Dřevo je schopno do sebe teplo akumulovat a vydávat jej po dobu několika hodin. Měrné teplo je závislé na teplotě dřeva i na jeho vlhkosti.

- Tepelná vodivost

Tepelná vodivost je schopnost dřeva vést teplo, které se přenáší vnitřním pohybem molekul. Přenos tepla má vysoký význam při navrhování konstrukcí ze dřeva a na celkových tepelně izolačních vlastnostech celého objektu. Lze ji vyjádřit koeficientem tepelné vodivosti, který určuje schopnost materiálu vyrovnávat teplotní rozdíly. Dřevo má výbornou vlastnost, že potřebuje dlouhou dobu pro změnu své teploty v celém objemu, je ideální pro obvodové konstrukce dřevostaveb a proto se také využívá.

- Teplotní délková roztažnost dřeva

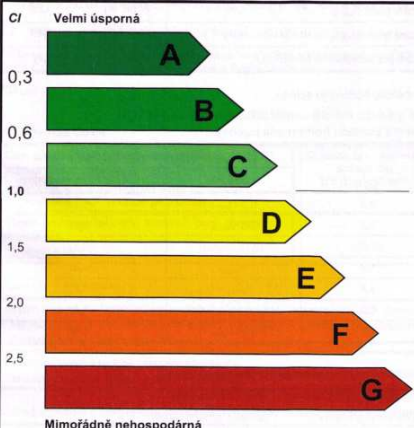
Zvyšování teploty dřeva způsobuje zvětšení jeho rozměru a tím i jeho objemu. Teplotní roztažnost se vyjadřuje koeficientem teplotní roztažnosti tudíž změnu délky při jeho ohřátí o 1 K. Tato roztažnost je opět závislá na anizotropii dřeva a podle toho jsou určovány poměry v jednotlivých směrech. Tyto změny délky se při stavbě objektu nesmí zanedbávat a musí se s nimi počítat.

4 Tepelná bilance budovy

V poslední době, kdy se všeobecně plýtvá s energiemi, je nutné dbát na obnovu a na snižování spotřeby energie a nákladů na výrobu nových energií. Proto je nutné se zabývat i například energetickou náročností budov. Nevyhovujícími konstrukcemi uniká příliš tepla a tím vzrůstají náklady i potřeba čím dál větších energií. Je více než žádoucí využívat tepelné zisky z přirozeně obnovitelných zdrojů, vnitřních tepelných zdrojů, nebo i slunečního záření. Pojem „energetická náročnost budov“ nebo také „tepelná ochrana budov“ je zpracován i v několika desítkách norem a zákonů zabývajících se spotřebou energie, tepelnou ochranou budov, tepelnými mosty atd.

Při výpočtech tepelné bilance potažmo energetické náročnosti budovy se vychází z hodnocení celého objektu, především obálky budovy. Tuto budovu komplexně vystihuje tzv. „Energetický štítek obálky budovy (Obr.8)“, který slouží ke zhodnocení jak je budova energeticky náročná. Udává, kolik stavba spotřebuje energie na vytápění, ohřev teplé užitkové vody, osvětlení, větrání a chlazení. Energetický štítek budovy neboli také průkaz energetické náročnosti budovy lze klasifikovat do několika energetických tříd. Dle zákona 406/2000 Sb. je povinný pro všechny stavby, kromě uvedených výjimek, tato povinnost platí pro nové stavby, rekonstruované stavby anebo i pro nemovitosti určené pro prodej či pronájem.

Obr. 8: Energetický štítek obálky budovy [11]

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY		Hodnocení obálky budovy	
Typ budovy, místní označení Adresa budovy		stávající	
Celková podlahová plocha $A_c =$ m ²		doporučení	
Cl Velmi úsporná 		C_{lx}	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve W/(m ² ·K) $U_{em} = H_T / A$		X	Y
Klasifikační ukazatele C_l a jim odpovídající hodnoty U_{em} pro $A/V =$ m ² /m ³			
C_l	0,30 0,60 (0,75) 1,00 1,50 2,00 2,50		
U_{em}			
Platnost štítku do	Datum		
Štítek vypracoval	Jméno a příjmení		
	Klasifikace		

Třídy energetické náročnosti budovy:

- A – Mimořádně úsporná
- B – Úsporná
- C – Vyhovující
- D – Nevyhovující
- E – Nehospodárná
- F – Velmi nehospodárná
- G – Mimořádně nehospodárná

Výpočty tepelné bilance se využívají při optimalizaci energetické náročnosti budov a tepelné ochrany budov. Tepelně technické požadavky zohledňují jednak šíření tepla, vlhkosti a vzduchu konstrukcemi, místnostmi a budovami, jednak i energetickou náročnost budov. V případě tepelné bilance budovy jde o poměr mezi příjmem a výdejem tepelné energie.

Tepelná bilance budovy obsahuje:

- ztráty prostupem tepla a větráním mezi vnitřním a vnějším prostředím
- ztráty prostupem tepla a větráním a tepelné zisky ze sousedních zón
- užitečné vnitřní tepelné zisky
- využití vnější (např. solární) zisky

Celý výpočet pro zimní a letní tepelnou bilanci budovy je obsažen v normě ČSN 73 0540, která má čtyři části, ale z důvodu svého velkého rozsahu zde není uveden celý. Na ukázkou je zde ukázán alespoň výpočet součinitele prostupu tepla a tepelného odporu konstrukce. Celý výpočet je převzat z ČSN 730540-4.

- **Součinitel prostupu tepla dle ČSN 730540-4**

Tato vlastnost hodnotí vliv celé konstrukce a k ní přilehlých vzduchových vrstev na šíření tepla prostupem. Je odvozena z tepelného odporu konstrukce R . Vzájemný vztah součinitele prostupu tepla U , ve $W/(m^2.K)$, a tepelného odporu konstrukce R , v $m^2.K/W$, popř. odporu při prostupu tepla R_T , v $m^2.K/W$, je dán vztahy:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T}$$

$$R = \frac{1}{U} - (R_{si} + R_{se}) = R_T - (R_{si} + R_{se})$$

kde R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, v $m^2.K/W$, platný pro hodnocení prostupu tepla

R_{se} odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce, v $m^2.K/W$ (popř. R_{se}^* v letním období, pro který je součinitel prostupu tepla v letním období U^*).

Pro konstrukci, ve které lze uvažovat jednorozměrné šíření tepla, se součinitel prostupu tepla U , ve $W/(m^2.K)$, stanoví z tepelného odporu konstrukce R , v $m^2.K/W$, ze vztahu:

$$R = \sum R_j$$

kde R_j je tepelný odpor j -té vrstvy konstrukce, v $m^2.K/W$, stanovený pro hmotné vrstvy konstrukce ze vztahu:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$$

kde d_j je tloušťka j -té vrstvy konstrukce, v m;
 λ_j návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu j -té vrstvy konstrukce, ve $W/(m.K)$, stanovený v souladu s ČSN 73 0540-3

Součinitel tepelné vodivosti materiálu λ lze dohledat v technických listech daného stavebního materiálu, nebo v ČSN 73 0540-3, popř. lze zjistit měřením v laboratorních podmínkách.

4.1 Výpočet prostupu tepla

Pro účely této kapitoly byl použit volně šiřitelný program „**Teplo 2014 EDU**“, autorem tohoto programu je doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda z ČVUT Praha, Fakulta stavební, Katedra konstrukcí pozemních staveb. V této části kapitoly je pouze názorně zobrazena skladba konstrukce, která byla použita při výpočtu součinitele prostupu tepla konstrukcí. Dále je pak zobrazena výstupní spočítaná hodnota. Celý výstup z programu při výpočtu součinitele prostupu tepla je kvůli svému rozsahu přiložen v příloze této práce. Výpočty jsou pouze orientační, ve skutečnosti se mohou lišit.

Pro oba výpočty byly zvoleny standardní okrajové podmínky pro exteriér a interiér.

Okrajové podmínky pro exteriér – Praha:

Teplota $T_e = -13,0$ °C

Vlhkost $F_{ie} = 84,0$ %

Okrajové podmínky pro interiér:

Teplota $T_{ai} = 20,6$ °C

Vlhkost $F_{ii} = 50,0$ %

Hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2:2011:

- Požadovaná hodnota $U_{N,20} = 0,30$ $W/(m^2.K)$
- Doporučená hodnota $U_{rec,20} = 0,25$ $W/(m^2.K)$
- Doporučená hodnota pro pasivní budovy $U_{pas,20} = 0,18$ až $0,12$ $W/(m^2.K)$

- **Výpočet součinitele prostupu tepla – Dřevostavba**

U dřevostavby byla spočítána skladba konstrukce obvodové stěny (*Obr.9*) pouze pro stávající stav. Stavba dle majitelů ani dle praktického měření nevykazuje žádné špatné podmínky, proto nebyla nová konstrukce navrhována.

Obr. 9: Skladba konstrukce – Dřevostavba

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dřevo měkké (t	0,0200	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000
2	Vláknité konop	0,1000	0,0400	1500,0	100,0	6,0	0.0000
3	Dřevo měkké (t	0,3000	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Obr. 10: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Dřevostavba

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.278 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.225 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Celý výpočet je uveden v příloze č.1. Dle výsledků výpočtů v konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry, ale na konci modelového roku je zóna suchá. Ve skutečnosti – dle majitelů i výsledků měření – k žádné kondenzaci na vnitřní ani vnější straně obvodové stěny nedochází. Pro budoucnost je určitě dobré toto sledovat a případné problémy řešit dodatečnou hydroizolací, nebo zesílení tepelné izolace, vždy je ale nutné tento problém řešit s odborníky. Z *Obr.10* jsou patrné výsledky výpočtu a je zřejmé že hodnota $U=0.225 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ je vyhovující pro doporučenou hodnotu $U_{N,20}=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ dle ČSN 73 0540-2:2011.

- **Výpočet součinitele prostupu tepla – Zděná stavba**

U zděné stavby byl vypočítán součinitel prostupu tepla pro stávající konstrukci obvodové stěny, tato konstrukce je nevyhovující z hlediska tepelné bilance budovy, proto byla navržena nová skladba konstrukce.

Stávající skladba konstrukce (*Obr.11*):

Obr. 11: Skladba konstrukce – Zděná stavba, stávající stav

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Štuková stěrka	0,0100	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Zdivo CP 1	0,4500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
4	Omítka vápenoc	0,0300	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Obr. 12: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Zděná stavba, stávající stav

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.633 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.245 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 1.26 / 1.29 / 1.34 / 1.44 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Celý výpočet je uveden v příloze č.2. V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry. Ve skutečnosti tomu tak být nemusí. Při praktickém měření bylo zjištěno, že ve spodních částech obvodových stěn je vysoká hodnota vlhkosti v konstrukci, k tomu zřejmě dochází kvůli nedostatečné (anebo žádné) spodní hydroizolaci celého objektu. Z *Obr.12* jsou patrné výsledky výpočtu a je zřejmé že hodnota $U=1,245 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ je nevyhovující i pro požadovanou hodnotu $U_{N,20}= 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ dle ČSN 73 0540-2:2011. Z tohoto důvodu je navržena nová skladba obvodové stěny včetně zateplení.

Nová skladba konstrukce je navržena jako provětrávaný zateplovací systém se zabudovanou vzduchovou mezerou s tepelnou izolací z minerální vlny Rockwool.

Nově navržená skladba konstrukce obvodové stěny (*Obr.13*):

Obr. 13: Skladba konstrukce – Zděná stavba, navržený stav

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Štuková stěrka	0,0100	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Zdivo CP 1	0,4500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
4	Uzavřená vzduc	0,0500	0,2940	1010,0	1,2	0,2	0.0000
5	Rockwool Airro	0,2000	0,0390	840,0	70,0	3,5	0.0000
6	Ytong omítka v	0,0200	0,1900	1000,0	800,0	35,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Obr. 14: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Zděná stavba, navržený stav

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.007 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.162 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Celý výpočet je uveden v příloze č.3. V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry, ve skutečnosti tomu tak být nemusí. Z *Obr.14* jsou patrné výsledky výpočtu a je zřejmé že hodnota $U=0,162 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ je vyhovující hodnotu pro pasivní budovy $U_{\text{pas},20}= 0,18$ až $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ dle ČSN 73 0540-2:2011. Takto navržená skladba obvodové stěny je lepší z hlediska tepelné bilance budovy.

5 Porovnání energetické spotřeby odlišných konstrukcí

Pro porovnání energetické spotřeby objektu bylo potřeba provést praktické měření na dvou stavbách. Byly zvoleny dvě úplně odlišné konstrukce na jedné straně dřevostavba a na druhé klasická zděná stavba. Stavby jsou od sebe vzdáleny cca 8 km vzdušnou čarou. Oba objekty se nachází cca 25 km od Prahy v okrese Kladno ve Středočeském kraji. Během měření bylo zjišťováno vnitřní prostředí objektu i vlhkost konstrukcí.

- **Vnitřní prostředí objektu**

Při praktickém měření byl použit přístroj značky Comet typ Data Logger ZTH65. Přístroj snímal vnitřní prostředí každých 15 minut a zaznamenával je do své paměti. Tento typ přístroje měří vnitřní teplotu, relativní vlhkost a rosný bod vzduchu. Přístroj měří v teplotním rozsahu -30 až 80 °C s přesností $\pm 0,4$ °C a účinný dosah relativní vlhkosti je 5-95 % s přesností $\pm 2,5$ %. Pro měření v rámci této práce byly použity dva přístroje, jeden byl umístěn ve zděné stavbě a druhý v dřevostavbě proto, aby mohly být jednotlivé hodnoty porovnány.

Obr.15: Přístroj Data Logger značky Comet



- **Vlhkost konstrukcí**

Při praktickém měření byl použit přístroj značky Ahlborn typ Almemo 2690-8 zobrazen na *Obr.16* s několika přídatnými čidly. Pro zjišťování vlhkostí konstrukcí byly použity tři typy čidel. První vlhkostní odporová sonda FH A636-MF, která měří vlhkost přímo v dřevěné konstrukci s účinným rozsahem 7-30 % s přesností 0,1 %. Dále kapacitní snímač FH A696-MF (dřevo a beton), které měří vlhkost na povrchu materiálu s účinným rozsahem 0-50 % s přesností 0,1 %.

A poslední snímač FH A646-2 včetně čidla teploty NTC typu N, které snímá hodnoty vzduchu v operačním rozsahu -30 až +100 °C s přesností $\pm 0,1$ K. Kapacitní snímač FH A646-2 snímá i vlhkost vzduchu v operačním rozmezí 5-98% s přesností $\pm 2\%$. K přístroji je možné připojit několik různých typů měřidel, snímačů a čidel, které se dají běžně koupit u výrobce.

Obr.16: Přístroj Almemo značky Ahlborn



5.1 Dřevostavba

Dřevostavba se nachází v blízkosti města Kladna v obci Doksy u Kladna, jedná se o dvoupodlažní podsklepenou roubenou dřevostavbu viz *Obr. 17*. Ve sklepě se nachází technické zázemí celé stavby, technická místnost a sklad. V prvním nadzemním podlaží se nachází zádveří, kuchyň, obývací pokoj, pracovna, koupelna a schodišťová hala. Ve druhém nadzemním podlaží se nacházejí ložnice, koupelna, kuchyňka a chodba. Po konstrukční stránce se jedná o stavbu srubovou z opracované kulatiny s vnitřní tepelnou izolací. Ve veškerých spárách a mezerách v dřevěných kulatinách je konopná vlna kvůli tepelné izolaci. Obvodové zdi jsou ještě dodatečně tepelně izolovány zevnitř objektu 100mm konopnou vatou s dřevěným obložením. Stavba je zastřešena sedlovou střechou se štíty orientovanými na sever a jih. Přízemí objektu je vytápěno pomocí podlahového topení, v patře pomocí radiátorů s cirkulací teplé vody. Celý systém vytápění je napojen na tepelné čerpadlo (vzduch/voda).

Obr.17: Dřevostavba–Doksy u Kladna



Stavba byla zhotovena v roce 2010 ve výrobním závodě v Ukrajině, poté rozložena a převezena do České republiky, zde znovu složena jako tzv. „stavebnice“. Stavba musela z důvodu sesychání a „sedání“ dřeva být nechána dva roky bez jakýchkoliv stavebních zásahů. Stavba není hermeticky uzavřená a během celého roku má výborné mikroklima, nevyskytují se zde žádné plísně, mokrá navlhavá místa aj. jako například u zděné stavby, která byla použita jako protiklad.

5.1.1 Vnitřní prostředí objektu

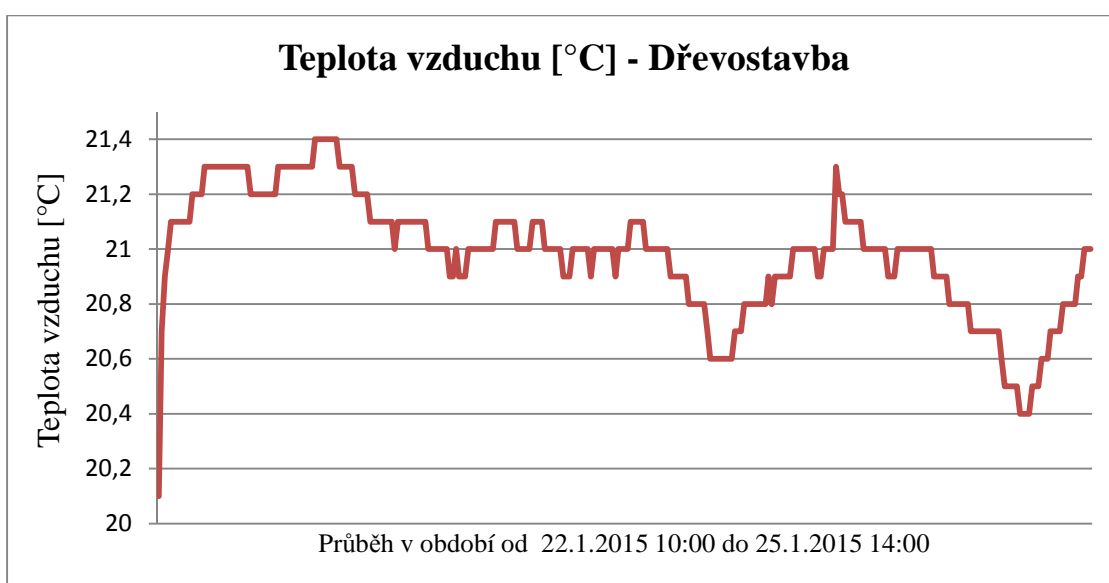
Pro měření vnitřního prostředí dřevostavby byl použit přístroj Comet Data Logger. Vnitřní prostředí objektu bylo měřeno v období od 22.1.2015 10:00 hod do 25.1.2015 14:00 hod, tudíž celkem 76,0 hodin v kuse, přístroj snímal měřené hodnoty prostředí každých 15minut. Přístroj zaznamenával teplotu vzduchu, vlhkost a rosný bod vzduchu. Z *Tab.1* jsou patrné průměrné hodnoty z naměřených údajů, jejich minima, maxima, průměrné odchylky a medián, všechny naměřené hodnoty jsou kvůli svému rozsahu umístěny v příloze č.4.

Tab.1: Shrnutí naměřených hodnot – Dřevostavba

	Teplota °C	Vlhkost %	Rosný bod °C
Průměrná hodnota	21,0	46,4	9,0
Minimální hodnota	20,1	41,4	7,2
Maximální hodnota	21,4	52,0	11,0
Průměrná odchylka	0,164	1,782	0,662
Medián	21,0	45,6	8,8

Naměřené údaje byly zpracovány do grafů pro znázornění jejich průběhů. Z grafů teplot, vlhkostí a rosného bodu je patrné, že hodnoty v závislosti na sobě různě kolísají v celém průběhu období. Podle teploty a vlhkosti vzduchu se odvíjí následný rosný bod. Všechny grafy jsou v příloze této práce. Z *Grafu 1* je patrný průběh teploty vzduchu v závislosti na čase v daném období, teplota vzduchu kolísá v důsledku větrání, pohybu osob, či vyrovnávání venkovních teplot. Rozsah kolísání teploty vzduchu je od 20 °C do 21,4 °C, průměrná hodnota teploty vzduchu je 21,0 °C. Na *Grafu 2* je patrný průběh vlhkosti vzduchu v rozsahu od 41 % do 52 %, průměrnou hodnotou je 46,4 %.

Graf 1: Průběh teploty vzduchu za dané období – dřevostavba



Graf 2: Průběh vlhkosti vzduchu za dané období – dřevostavba



5.1.2 Vlhkost konstrukcí objektu

Pro měření vlhkosti konstrukcí dřevostavby byl použit přístroj Ahlborn typ Almemo 2690-8 s několika přípojnými snímači. Vlhkost konstrukcí objektu byla měřena dvakrát za celé období a to poprvé 22.1.2015 v 10:00 a po druhé 25.1.2015 ve 14:00. Pomocí snímačů a čidel byla měřena vlhkost v obou podlažích a v různých výškových úrovních ve všech místnostech objektu. Veškeré naměřené údaje jsou zpracovány a rozděleny podle typu snímače, čidla či sondy.

Vlhkostní odporovou sondou FH A636-MF, byla měřena vlhkost přímo v dřevěné konstrukci, pomocí dvou bodců, které se zapíchnou do dřeva. Všechny naměřené údaje jsou v příloze č.5 na konci této práce. Z Tab. 2 jsou patrné průměrné, minimální a maximální naměřené hodnoty.

Tab. 2: Naměřené hodnoty sondou FH A636-MF - Dřevostavba

FH A636-MF	Průměr	Minimum	Maximum	Jednotka
00	10,03	6,80	12,90	%
10	397,91	276,00	500,00	e

Kapacitní snímač FH A696-MF (dřevo a beton) měří vlhkost na povrchu materiálu. Vlhkost na povrchu materiálu byla měřena v různých místech v objektu, i v různých výškových úrovních, naměřené hodnoty jsou shrnuty do Tab. 3. Všechny naměřené hodnoty jsou kvůli svému rozsahu umístěny v příloze č.6.

Tab. 3: Naměřené hodnoty sondou FH A696-MF - Dřevostavba

FH A696-MF	Průměr	Minimum	Maximum	Jednotka
1.NP	11,14	8,50	14,40	H%
2.NP	12,77	10,60	14,80	H%

Vlhkost objektu byla měřena i v ovzduší snímačem FH A646-2 včetně čidla teploty NTC typu N, které snímá hodnoty vzduchu, kapacitní snímač FH A646-2 snímá i vlhkost vzduchu. Naměřené hodnoty jsou shrnuty v Tab. 4, veškeré naměřené údaje jsou kvůli svému rozsahu v příloze č.7.

Tab. 4: Naměřené hodnoty snímačem FH A646-2 - Dřevostavba

FH A646-2	Ozn.	Jednotka	Průměr	Minimum	Maximum
Teplota vzduchu	00	°C	20,67	6,48	22,78
Relativní vlhkost vzduchu	10	%	46,20	40,20	73,10
Rosný bod	20	°C	8,38	1,90	9,90
Měrná vlhkost	30	g/kg	6,84	4,30	7,50

5.2 Zděná stavba

Zděná stavba se nachází ve městě Kladno, nachází se v blízkosti centra. Jedná se o dvou podlažní částečně podsklepený rodinný dům z roku 1925. Stavba je konstrukčně řešena jako zděná stavba z plných keramických cihel, tloušťka obvodového zdiva je 45cm, vnitřní příčky jsou po rekonstrukci pórobetonové a sádkartonové. Obydleno je pouze přízemí domu, podkroví je zatím využíváno jako půda. Objekt není zateplený, tudíž je velmi nevyhovující z hlediska tepelně technických vlastností stavby.

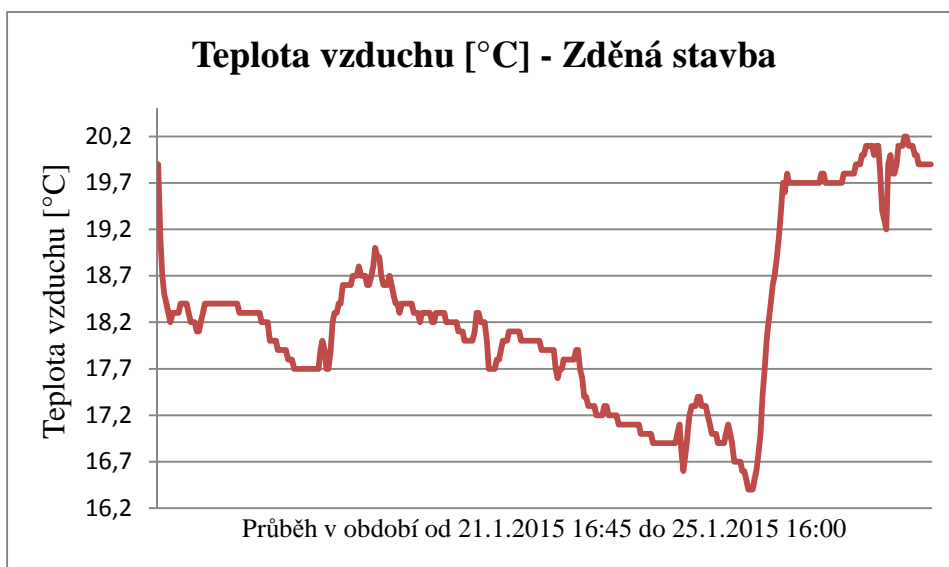
5.2.1 Vnitřní prostředí objektu

Pro měření vnitřního prostředí zděné stavby byl použit přístroj Comet Data Logger. Vnitřní prostředí objektu bylo měřeno v období od 21.1.2015 16:45 hod do 25.1.2015 16:00 hod, tudíž celkem 95,25 hodin v kuse, přístroj snímal měřené hodnoty prostředí každých 15 minut. Přístroj zaznamenával teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu a rosný bod. Z Tab. 5 jsou patrné průměrné hodnoty z naměřených údajů, jejich minima, maxima, průměrné odchylky a medián, všechny naměřené hodnoty jsou kvůli svému rozsahu umístěny v příloze č. 8 na konci této práce.

Tab. 5: Shrnutí naměřených hodnot – zděná stavba

	Teplota °C	Vlhkost %	Rosný bod °C
Průměrná hodnota	18,2	68,8	12,3
Minimální hodnota	16,4	53,9	9,1
Maximální hodnota	20,2	78,6	13,9
Průměrná odchylka	0,750	5,104	0,819
Medián	18,2	69,95	12,5

Graf 3: Průběh teploty vzduchu za dané období – zděná stavba



Naměřené údaje byly zpracovány do grafů pro znázornění jejich průběhů. Z grafů teplot, vlhkostí a rosného bodu je patrné, že hodnoty v závislosti na sobě různě kolísají v celém průběhu období. Podle teploty a vlhkosti vzduchu se odvíjí následný rosný bod. Všechny grafy jsou v příloze této práce. Z *Grafu 3* je patrný průběh teploty vzduchu v závislosti na čase v daném období, teplota vzduchu kolísá v důsledku větrání, pohybu osob, či vyrovnávání venkovních teplot. Rozsah kolísání teploty vzduchu je od 16,2 °C do 20,2 °C, průměrná hodnota teploty vzduchu je 18,2 °C. Na *Grafu 4* je patrný průběh vlhkosti vzduchu v rozsahu od 54 % do 78 %, průměrnou hodnotou je 68,8 %.

Graf 4: Průběh vlhkosti vzduchu za dané období – Zděná stavba



5.2.2 Vlhkost konstrukcí objektu

Pro měření vlhkosti konstrukcí zděné stavby byl použit přístroj Ahlborn typ Almemo 2690-8 s několika přípojnými snímači. Vlhkost konstrukcí objektu byla měřena dvakrát za celé období a to poprvé 21.1.2015 v 17:00 a po druhé 24.1.2015 ve 18:10. Pomocí snímačů a čidel byla měřena vlhkost v celém podlaží a v různých výškových úrovních ve všech místnostech objektu. Veškeré naměřené údaje jsou zpracovány a rozděleny podle typu snímače, čidla či sondy. Všechny naměřené hodnoty jsou kvůli svému rozsahu umístěny v příloze č.9 a č.10 na konci této práce.

Kapacitní snímač FH A696-MF (dřevo a beton) měří vlhkost na povrchu materiálu. Vlhkost na povrchu materiálu byla měřena v různých místech v objektu, i v různých výškových úrovních, naměřené hodnoty jsou shrnuty do *Tab. 6*. Všechny naměřené hodnoty jsou kvůli svému rozsahu umístěny v příloze č.9.

Tab. 6: Shrnutí naměřených hodnot – Zděná stavba

FH A696-MF	Hodnota	Jednotka
Průměr	23,80	B%
Minimum	4,80	B%
Maximum	93,70	B%

Vlhkost objektu byla měřena i v ovzduší snímačem FH A646-2 včetně čidla teploty NTC typu N, které snímá hodnoty vzduchu, kapacitní snímač FH A646-2 snímá i vlhkost vzduchu. Naměřené hodnoty jsou shrnuty v *Tab. 7*, veškeré naměřené údaje jsou kvůli svému rozsahu v příloze č.10.

Tab. 7: Shrnutí naměřených hodnot – Zděná stavba

FH A646-2	Ozn.	Jednotka	Průměr	Minimum	Maximum
Teplota vzduchu	00	°C	21,66	21,03	22,25
Relativní vlhkost vzduchu	10	%	51,58	49,70	55,40
Rosný bod	20	°C	11,14	10,90	11,60
Měrná vlhkost	30	g/kg	8,20	8,00	8,50

6 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení obou objektů nelze provést úplně stejným způsobem, jelikož zděná stavba je již stávající a náklady na výstavbu nejsou známy, proto jsou zde vyčísleny následné doporučené sanace, které je nezbytné provést. Celý objekt zděné stavby je potřeba odvlhčit, provést nové hydroizolace a následně zateplit. Pro provedení nových hydroizolací byl navržen systém podřezání zdiva s odizolováním plastovými pásy, přesto že je tento systém dost nákladný, je to vhodný způsob jak udělat dodatečné hydroizolace a tím celé zdivo ochránit před spodní vodou. U objektu dřevostavby nebyl navržený žádný způsob sanace, z důvodu že se jedná o novostavbu, která nevykazuje žádné problémy.

• Dřevostavba

Vytápění objektu dřevostavby je zajišťováno pomocí tepelného čerpadla vzduch/voda o výkonu 11 kW a pomocným zdrojem je elektrokotel o výkonu 3 kW. Vytápění objektu je řešeno jako jednookruhové pomocí podlahového vytápění doplněné koupelnovými žebříky a otopnými tělesy s cirkulací vody. Dle projektu vytápění dodaného ke stavbě jsou spočítány základní parametry pro vytápění:

Tepelný výkon	6,3 kW
Spotřeba energie pro vytápění	10 400 kWh
Spotřeba energie pro ohřev TUV*	2 000 kWh / 2 osoby

*TUV – teplá užitková voda

Požizovací vstupní náklady:

- Náklady na stavbu	3 900 000 Kč
- Tepelné čerpadlo vzduch/voda	153 000 Kč
- Celkem (bez parcely)	4 053 000 Kč

Průměrné náklady na provoz:

- Náklady na vytápění TUV	9 500 Kč / rok
- Elektrická energie	28 000 Kč / rok
- Roční náklady celkem	37 500 Kč / rok
- Měsíční náklady celkem	3 125 Kč / měsíc

- **Zděná stavba**

Nejdříve je nutné provést odvlhčení celé stavby od spodní vody. Pro odvlhčení zděné stavby je navržena elektro-fyzikální metoda elektroosmóza. Principem této metody je uměle vytvářené elektromagnetické pole pomocí katod a anod instalovaných přímo do zdi, které zabraňují vztlínání vody v konstrukcích. „*Stávající vlhkost ve zdivu, ke které se vážou i soli, je tak zpětně zatlačována do podloží a vně z konstrukcí objektu. Tato nedestruktivní metoda postupného vysoušení a odvlhčení různého druhu zdiva je vhodná především pro rodinné a bytové domy, administrativní či památkové objekty, tedy všude tam, kde je zaručena vodivost materiálů, provázanost konstrukcí a dostatečný zemní odpor*“ [13]

Pro tuto metodu byl zvolen přístroj DryPol® od firmy ELEKTROFYZIKA s.r.o., tento přístroj je dodáván v balíčku služeb který zahrnuje:

- 1x digitální, procesorem řízený přístroj DryPol® systém + příslušenství
- 1x odborné měření vlhkosti před montáží
- 1x instalace systému / montáž vč. přívodu el. energie k instalaci
- 1x doprava, režijní položky, instalační materiál

DryPol® může mít dosah 30 nebo 50 metrů, dle typu dosahu se odvíjí cena přístroje. Pro zděnou stavbu bude stačit přístroj s dosahem 30m.

Základní cena přístroje s dosahem 30m	31 830 Kč bez DPH
Základní cena přístroje s dosahem 50m	37 500 Kč bez DPH

Náklady na zateplení zděné stavby jsou stanoveny pouze orientačně z důvodu, že stavba může ještě projít rekonstrukcí a nástavbou celého objektu a tím i k navýšení plochy obálky budovy. Cena zateplení z důvodu velkého rozsahu kalkulace nezahrnuje náklady na bednění, fasádní omítky, tmely apod, je zde pouze uvedena cena na minerální izolaci Rockwool Airrock tl.200mm.

Plocha obálky budovy:

Severní strana: 13m x 5m	65,0 m ²
Jižní strana: 13m x 8m	104,0 m ²
Východní strana: 8,5m x 8m	68,0 m ²
Západní strana: 8,5m x 5m	42,5 m ²
Celkem plocha obálky	279, 5 m ²
Cena tepelné izolace Rockwool Airrock	321,0 Kč / m ²
Cena celkem za zateplení	89 720 Kč

Cenová kalkulace na dodatečné provedení hydroizolace byla provedena na webovém portále www.vitplus.cz, která má na tuto sanaci přímo internetový ceník viz *Obr.18*, kam se zadají hodnoty a vše nacení. Cena podřezání zdiva s odizolováním se pohybuje různě např. odizolování 1 m zdiva o tl. 30 cm je proveditelné za necelých 590,- Kč bez DPH. Záleží na přístupu ke konstrukci, délce a tloušťce zdiva. Veškeré ceny jsou pouze orientační a mohou se v průběhu rekonstrukce výrazně lišit.

Obr. 18: Náklady na dodatečné provedení hydroizolace – Zděná stavba

1. Nejprve si **vyberte metodu sanace vlhkosti zdiva**:

PODŘEZÁNÍ ZDIVA S ODIZOLOVÁNÍM PLAST.PÁSY

2. Pak vložte délku a tloušťku zdi a klikněte na tlačítko "Spočítat":

Délka zdiva [cm]	5000	(např. 500)
Tloušťka zdiva [cm]	45	(např. 45)
Plocha:	22.50	[m ²]
Základní cena	43875.00	[Kč]
DPH 15%:	6581.25	[Kč]
Celková cena s DPH 15% (zaokr.):	50457	[Kč]

Spočítat [Přidat další zed'](#)

U staveb pro bydlení je nyní DPH 15%, u staveb jiných je DPH 21%.
(Je třeba mít v prohlížeči povolené skriptování.)

Celková cena (včetně DPH 15%): 50 457,- Kč

Zdroj: <http://www.vitplus.cz/cenik.html> [12]

Náklady na odvlhčení celkem:	38 514 Kč vč. DPH
Náklady na podřezání zdiva celkem :	50 457 Kč vč. DPH
Náklady na zateplení obálky budovy:	89 720 Kč vč. DPH
Celkové náklady na sanace objektu:	178 691 Kč vč. DPH

Poznámka: DPH pro rok 2015 je zákonem stanovený na 21%. Snížená sazba 15%.

7 Závěr a doporučení pro praxi

Práce na téma *Tepelně technické vlastnosti dřevostaveb* je sepsána tak, aby ji pokud možno pochopil i člověk, který se v tomto oboru nevyzná. Celá práce je rozdělena do čtyř stěžejních kapitol, které rozebírají dřevěný materiál všeobecně pro dané typy konstrukcí i z hlediska fyzikálních, mechanických a tepelných vlastností. Další část práce se zabývá tepelnou bilancí a porovnání energetické spotřeby konstrukcí formou praktického měření v objektech. Pro porovnání byly vybrány dvě úplně odlišné stavby, na jedné straně dřevostavba a jako protiklad zděná stavba, která má výrazné problémy s vlhkostí v konstrukcích. Právě z důvodu těchto problémů u zděné stavby vznikl nápad s vykonáním praktického měření.

Během praktického měření nebyly u dřevostavby zjištěny žádné špatné podmínky naopak stavba má výborné mikroklima a vnitřní ovzduší, není totiž hermeticky uzavřená a může proto „dýchat“, netvoří se zde plísně a vlhká místa. Stavba nemá žádné problémy s vlhkostí v konstrukcích, ale v rámci okolních pozemků je špatně orientovaná z hlediska spádu jednotlivých parcel, v místě hrozí vysoká hladina spodních vod a do budoucna by to mohlo mít nepříznivé účinky na dřevostavbu. Proto je důležité to sledovat a případně řešit s odborníky.

Při měření u zděné stavby bylo zjištěno, že má velmi nevyhovující mikroklima, má vysokou vlhkost v konstrukcích i ve vzduchu. Pro zlepšení kvality ovzduší a mikroklima objektu je doporučeno odvlhčení a vysušení stavby, dodatečně udělat nebo opravit hydroizolace obvodových stěn. Po provedení těchto úprav je potřebné udělat dodatečné zateplení obálky budovy, v tomto případě by se mělo jednat o provětrávaný zateplovací systém s minerální izolací. Dále je potřeba zateplit konstrukci střechy, aby se snížily tepelné ztráty objektu skrz konstrukce.

Použitá literatura

[1] *Obr. 1: Struktura dřeva*

PUBLIC DOMAIN PICTURES [online]. [cit. 2015-3-18] Dostupné z:

<http://www.publicdomainpictures.net/pictures/30000/nahled/tree-stump-texture.jpg>

[2] *Obr. 2: Sendvičová konstrukce Fermacell*

FERMACELL [online]. [cit. 2015-3-18] Dostupné z:

<http://www.fermacell.cz/cz/img/obvodova-stena-drevostavby-3.jpg>

[3] *Obr. 4: Roubená konstrukce z opracovaných hranolů – tzv. „rybina“*

ČESKÉ ROUBENKY [online]. [cit. 2015-3-19] Dostupné z:

<http://www.ceskeroubenky.cz/wp-content/uploads/2013/12/1-640x300.jpg>

[4] EUROPANEL. TZB-info [online]. 12.6.2012 [cit. 2015-3-18] Dostupné z:

<http://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/8693-video-ukazka-postupu-vystavby-drevostavby-ze-sendvicovych-panelu-europanel>

[5] *Obr. 5: Prefabrikované panely EUROPANEL®*

EUROPANEL. TZB-info [online]. 12.6.2012 [cit. 2015-3-18] Dostupné z:

<http://stavba.tzb-info.cz/docu/clanky/0086/008693o3.jpg>

[6] STORA ENSO. CLT [online]. [cit. 2015-3-29] Dostupné z:

<http://www.clt.info/cz/produkt/clt-das-massivholz/herstellung/>

[7] *Obr. 6: Systémová konstrukce z hranolů s tepelnou izolací*

ATREA. Domy Atrea [online]. [cit. 2015-3-18] Dostupné z:

<http://www.domyatrea.cz/cz/konstrukce>.

[8] PROFIPORTAL. [online]. 1.2.2012 [cit. 2015-3-29] Dostupné z:

http://profiportal.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=389&Itemid=139

[9] *Obr. 7: Působení sil na dřevo*

VŠB. Homel.vsb [online]. [cit. 2015-3-11] Dostupné z:

http://homel.vsb.cz/~khe0007/opory/obrazy/drevo_smery.jpg

[10] NOVÁK Petr. Dřevostavitel [online]. 3.5.2013 [cit. 2015-3-19] Dostupné z:

<http://www.drevostavitel.cz/clanek/mechanicke-vlastnosti-dreva-domacich-drevin>

[11] *Obr. 8: Energetický štítek obálky budovy*

RD PLAN [online]. [cit. 2015-3-29] Dostupné z:

<http://www.rdplan.cz/foto/Image//stitek.jpg>

[12] VIT+ s.r.o. [online]. [cit. 2015-3-20] Dostupné z: <http://www.vitplus.cz/cenik.html>

[13] KOLÁŘ Josef. PRINS. TZB-info. [online]. 6.11.2012 [cit. 2015-4-3] Dostupné z:

<http://www.tzb-info.cz/111197-elektroosmoza-jak-to-vlastne-funguje-a-kolik-to-stoji>

Použitá literatura:

-NOVOTNÝ, Marek, Jiří ŠÁLA, Zbyněk SVOBODA. Tepelné izolace a stavební tepelná technika. Vyd. 1. Praha: ARCH, 1994, 132 s. ISBN 80-901-6080-8.

-VAVERKA, Jiří. Dřevostavby pro bydlení. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 376s.

ISBN 978-80-247-2205-4.

-KOLB, Josef. 2008. Dřevostavby - Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. Praha: Grada Publishing a.s., 2008. ISBN 978-80-247-2275-7.

-HUMM, Othmar. 1999. Nízkoenergetické domy. Praha : Grada Publishing s.r.o., 1999.

ISBN 80-7169-657-9.

-TYWONIAK, J., Nízkoenergetické domy: Principy a příklady. 1.vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2005, 193 s. ISBN 80-247-1101-X.

-HUDCOVÁ, L. a kol., Energetická náročnost budov, Praha, EkoWATT, 2009, 48 s. ISBN: 978-80-87333-03-7

Použité normy:

ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Funkční požadavky

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody

ČSN EN 410 (70 1018) Sklo ve stavebnictví – Stanovení světelných a slunečních charakteristik zasklení

ČSN EN 15217 Energetická náročnost budov – metody pro vyjádření energetické náročnosti a pro energetickou certifikaci budov

ČSN EN ISO 13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění

ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení

ČSN EN 15603 Energetická náročnost budov – Celková potřeba energie a definice energetických hodnocení

Seznamy, obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků:

- Obr. 1: Struktura dřeva
- Obr. 2: Sendvičová konstrukce Fermacell
- Obr. 3: Roubená konstrukce z opracovaných kulatin – srub Doksy u Kladna
- Obr. 4: Roubená konstrukce z opracovaných hranolů – tzv. „rybina“
- Obr. 5: Prefabrikované panely EUROPANEL®
- Obr. 6: Systémová konstrukce z hranolů s tepelnou izolací
- Obr. 7: Působení sil na dřevo
- Obr. 8: Energetický štítek obálky budovy
- Obr. 9: Skladba konstrukce – Dřevostavba
- Obr. 10: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Dřevostavba
- Obr. 11: Skladba konstrukce – Zděná stavba, stávající stav
- Obr. 12: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Zděná stavba, stávající stav
- Obr. 13: Skladba konstrukce – Zděná stavba, navržený stav
- Obr. 14: Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Zděná stavba, navržený stav
- Obr.15: Přístroj Data Logger značky Comet
- Obr.16: Přístroj Almemo značky Ahlborn
- Obr.17: Dřevostavba – Doksy u Kladna
- Obr. 18: Náklady na dodatečné provedení hydroizolace – Zděná stavba

Seznam tabulek:

- Tab.1: Shrnutí naměřených hodnot – Dřevostavba
- Tab. 2: Naměřené hodnoty sondou FH A636-MF - Dřevostavba
- Tab. 3: Naměřené hodnoty sondou FH A696-MF - Dřevostavba
- Tab. 4: Naměřené hodnoty snímačem FH A646-2 - Dřevostavba
- Tab. 5: Shrnutí naměřených hodnot – Zděná stavba
- Tab. 6: Shrnutí naměřených hodnot – Zděná stavba

Seznam grafů:

- Graf 1: Průběh teploty vzduchu za dané období – Dřevostavba
- Graf 2: Průběh vlhkosti vzduchu za dané období – Dřevostavba
- Graf 3: Průběh teploty vzduchu za dané období – Zděná stavba
- Graf 4: Průběh vlhkosti vzduchu za dané období – Zděná stavba

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výpočet Teplo 2014 – Dřevostavba

Příloha č. 2 – Výpočet Teplo 2014 – Zděná stavba, stávající stav

Příloha č. 3 – Výpočet Teplo 2014 – Zděná stavba, navržený stav

Příloha č. 4 – Vnitřní prostředí, naměřené hodnoty – Dřevostavba

Příloha č. 5 – Vlhkost konstrukcí, FH A636-MF – Dřevostavba

Příloha č. 6 – Vlhkost konstrukcí, FH A696-MF – Dřevostavba

Příloha č. 7 – Vlhkost konstrukcí, FH A6462-2 – Dřevostavba

Příloha č. 8 – Vnitřní prostředí, naměřené hodnoty – Zděná stavba

Příloha č. 9 – Vlhkost konstrukcí, FH A696-MF – Zděná stavba

Příloha č. 10 – Vlhkost konstrukcí, FH A6462-2 – Zděná stavba

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplota 2014 EDU

Název úlohy : **Obvodová stěna**
Zpracovatel : Kateřina Hrabáková
Zakázka : dřevostavba
Datum : 26.3.2015

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dřevo měkké (t	0,0200	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000
2	Vláknité konop	0,1000	0,0400	1500,0	100,0	6,0	0.0000
3	Dřevo měkké (t	0,3000	0,1800	2510,0	400,0	157,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	---
2	Vláknité konopné desky 2	---
3	Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 4.278 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.225 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.7E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1069.3
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 19.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.76 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.945**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.3	0.945	59.6
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.4	0.945	61.6
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.6	0.945	62.4
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.9	0.945	63.4
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.2	0.945	66.7
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.3	0.945	69.8
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.945	71.5
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.945	71.0
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.2	0.945	67.2
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.9	0.945	63.6
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.6	0.945	62.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.4	0.945	62.0

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	19.6	18.8	-0.1	-12.7
p [Pa]:	1334	1262	1248	166
p,sat [Pa]:	2282	2166	605	203

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.1200		0.2762	3.736E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: **0.1704 kg/(m².rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok M_{ev,a}: **0.5604 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá	[m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m ² s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m ²]
11	0.1200		0.1200	9.40E-0009	0.0244

12	0.1200	0.1200	1.69E-0008	0.0695
1	0.1200	0.1351	1.76E-0008	0.1168
2	0.1200	0.1200	1.71E-0008	0.1580
3	0.1200	0.1200	9.13E-0009	0.1825
4	0.1200	0.1200	-2.27E-0009	0.1766
5	0.1200	0.1200	-1.43E-0008	0.1383
6	0.1200	0.1200	-2.23E-0008	0.0806
7	0.1200	0.1200	-2.65E-0008	0.0095
8	---	---	-2.52E-0008	0.0000
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$:	0.1825 kg/m²
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je minimálně:	0.1825 kg/m²

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Obvodová zeď**
Zpracovatel : Kateřina Hrabáková
Zakázka : Zděná stavba Kladno - stávající stav
Datum : 26.3.2015

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Štuková stěrka	0,0100	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Zdivo CP 1	0,4500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
4	Omítka vápenoc	0,0300	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Štuková stěrka 3803 - omítka se štukovou strukturou	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Zdivo CP 1	---
4	Omítka vápenocementová	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 0.633 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.245 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 1.26 / 1.29 / 1.34 / 1.44 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.6E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 74.3
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 11.50 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.729

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} [C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	14.4	0.729	81.6
2	15.3	0.753	11.9	0.594	14.8	0.729	82.7
3	15.7	0.721	12.3	0.526	15.8	0.729	79.3
4	16.2	0.659	12.7	0.391	17.1	0.729	75.5
5	17.2	0.576	13.8	0.135	18.5	0.729	74.1
6	18.2	0.479	14.6	-----	19.3	0.729	74.3
7	18.6	0.365	15.1	-----	19.8	0.729	74.6
8	18.5	0.409	15.0	-----	19.6	0.729	74.5
9	17.4	0.564	13.9	0.087	18.6	0.729	74.2
10	16.3	0.648	12.8	0.367	17.3	0.729	75.1
11	15.7	0.723	12.3	0.529	15.8	0.729	79.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	14.9	0.729	82.8

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	15.2	14.3	13.5	-10.1	-11.3
p [Pa]:	1334	1287	1198	300	166
p,sat [Pa]:	1722	1630	1543	258	230

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.3299	0.4523	2.126E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: 0.0211 kg/(m².rok)
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: 2.4213 kg/(m².rok)
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2014 EDU

Název úlohy : **Obvodová zeď**
Zpracovatel : Kateřina Hrabáková
Zakázka : Zděná stavba - navržený stav
Datum : 26.3.2015

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Štuková stěrka	0,0100	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
3	Zdivo CP 1	0,4500	0,8000	900,0	1700,0	8,5	0.0000
4	Uzavřená vzduch	0,0500	0,2940	1010,0	1,2	0,2	0.0000
5	Rockwool Airro	0,2000	0,0390	840,0	70,0	3,5	0.0000
6	Ytong omítka v	0,0200	0,1900	1000,0	800,0	35,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Štuková stěrka 3803 - omítka se štukovou strukturou	---
2	Omítka vápenocementová	---
3	Zdivo CP 1	---
4	Uzavřená vzduch. dutina tl. 50 mm	---
5	Rockwool Airrock HD	---
6	Ytong omítka vnější	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost)

a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.007 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.162 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 3.1E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2818.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 20.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.27 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : **0.960**

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.7	0.960	58.3
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.7	0.960	60.4
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.9	0.960	61.4
4	16.2	0.659	12.7	0.391	20.1	0.960	62.6
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.3	0.960	66.2
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.960	69.5
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.960	71.3
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.5	0.960	70.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.3	0.960	66.8
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.1	0.960	62.9
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.9	0.960	61.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.8	0.960	60.8

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.9	19.8	19.7	16.6	15.7	-12.2	-12.8
p [Pa]:	1334	1294	1218	451	449	307	166
p,sat [Pa]:	2321	2306	2290	1890	1781	213	202

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
	levá	pravá	
1	0.7300	0.7300	3.050E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: **0.0611 kg/(m².rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok M_{ev,a}: **2.7581 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014 EDU

Příloha č. 4

Vnitřní prostředí, naměřené hodnoty - Dřevostavba

Přístroj: Comet Data Logger

Výrobní číslo: 00070083

Označení: 2

Datum měření	Čas měření	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Ros.bod [°C]
22.1.2015	10:00:00	20,10	49,30	9,20
22.1.2015	10:15:00	20,70	47,60	9,10
22.1.2015	10:30:00	20,90	47,10	9,20
22.1.2015	10:45:00	21,00	46,60	9,10
22.1.2015	11:00:00	21,10	46,30	9,10
22.1.2015	11:15:00	21,10	46,10	9,10
22.1.2015	11:30:00	21,10	46,00	9,00
22.1.2015	11:45:00	21,10	45,90	9,00
22.1.2015	12:00:00	21,10	45,80	9,00
22.1.2015	12:15:00	21,10	45,90	9,00
22.1.2015	12:30:00	21,10	46,50	9,20
22.1.2015	12:45:00	21,20	46,80	9,40
22.1.2015	13:00:00	21,20	47,00	9,40
22.1.2015	13:15:00	21,20	46,90	9,40
22.1.2015	13:30:00	21,20	46,90	9,40
22.1.2015	13:45:00	21,30	46,70	9,40
22.1.2015	14:00:00	21,30	46,60	9,40
22.1.2015	14:15:00	21,30	46,60	9,40
22.1.2015	14:30:00	21,30	46,70	9,40
22.1.2015	14:45:00	21,30	48,00	9,80
22.1.2015	15:00:00	21,30	48,80	10,10
22.1.2015	15:15:00	21,30	49,30	10,20
22.1.2015	15:30:00	21,30	49,60	10,30
22.1.2015	15:45:00	21,30	49,80	10,40
22.1.2015	16:00:00	21,30	50,00	10,40
22.1.2015	16:15:00	21,30	50,20	10,50
22.1.2015	16:30:00	21,30	50,70	10,60
22.1.2015	16:45:00	21,30	50,80	10,60
22.1.2015	17:00:00	21,30	51,10	10,80
22.1.2015	17:15:00	21,30	51,20	10,80
22.1.2015	17:30:00	21,20	51,10	10,70
22.1.2015	17:45:00	21,20	50,80	10,60
22.1.2015	18:00:00	21,20	50,80	10,60
22.1.2015	18:15:00	21,20	50,50	10,50
22.1.2015	18:30:00	21,20	50,60	10,60
22.1.2015	18:45:00	21,20	50,60	10,50

22.1.2015	19:00:00	21,20	50,10	10,40
22.1.2015	19:15:00	21,20	49,20	10,10
22.1.2015	19:30:00	21,20	49,10	10,10
22.1.2015	19:45:00	21,30	51,60	10,90
22.1.2015	20:00:00	21,30	51,20	10,80
22.1.2015	20:15:00	21,30	50,30	10,50
22.1.2015	20:30:00	21,30	49,50	10,30
22.1.2015	20:45:00	21,30	51,50	10,90
22.1.2015	21:00:00	21,30	52,00	11,00
22.1.2015	21:15:00	21,30	51,70	10,90
22.1.2015	21:30:00	21,30	51,20	10,80
22.1.2015	21:45:00	21,30	50,70	10,60
22.1.2015	22:00:00	21,30	50,50	10,60
22.1.2015	22:15:00	21,30	50,00	10,40
22.1.2015	22:30:00	21,30	49,80	10,40
22.1.2015	22:45:00	21,40	49,60	10,40
22.1.2015	23:00:00	21,40	47,30	9,70
22.1.2015	23:15:00	21,40	49,20	10,20
22.1.2015	23:30:00	21,40	48,90	10,20
22.1.2015	23:45:00	21,40	48,70	10,10
23.1.2015	0:00:00	21,40	48,30	10,00
23.1.2015	0:15:00	21,40	47,90	9,90
23.1.2015	0:30:00	21,40	47,80	9,80
23.1.2015	0:45:00	21,30	47,30	9,70
23.1.2015	1:00:00	21,30	47,10	9,60
23.1.2015	1:15:00	21,30	46,70	9,40
23.1.2015	1:30:00	21,30	46,50	9,30
23.1.2015	1:45:00	21,30	46,40	9,30
23.1.2015	2:00:00	21,20	46,30	9,20
23.1.2015	2:15:00	21,20	46,00	9,10
23.1.2015	2:30:00	21,20	45,60	9,00
23.1.2015	2:45:00	21,20	44,70	8,70
23.1.2015	3:00:00	21,20	45,40	8,90
23.1.2015	3:15:00	21,10	45,40	8,90
23.1.2015	3:30:00	21,10	45,40	8,80
23.1.2015	3:45:00	21,10	45,40	8,80
23.1.2015	4:00:00	21,10	45,20	8,80
23.1.2015	4:15:00	21,10	45,20	8,80
23.1.2015	4:30:00	21,10	45,10	8,70
23.1.2015	4:45:00	21,10	45,40	8,80
23.1.2015	5:00:00	21,10	45,50	8,80
23.1.2015	5:15:00	21,00	45,50	8,80
23.1.2015	5:30:00	21,10	45,90	8,90
23.1.2015	5:45:00	21,10	46,00	9,00
23.1.2015	6:00:00	21,10	46,30	9,10

23.1.2015	6:15:00	21,10	46,10	9,10
23.1.2015	6:30:00	21,10	46,00	9,00
23.1.2015	6:45:00	21,10	45,60	8,90
23.1.2015	7:00:00	21,10	45,80	8,90
23.1.2015	7:15:00	21,10	45,20	8,80
23.1.2015	7:30:00	21,10	45,20	8,70
23.1.2015	7:45:00	21,10	45,20	8,70
23.1.2015	8:00:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	8:15:00	21,00	45,40	8,80
23.1.2015	8:30:00	21,00	45,60	8,80
23.1.2015	8:45:00	21,00	45,80	8,90
23.1.2015	9:00:00	21,00	45,60	8,80
23.1.2015	9:15:00	21,00	45,50	8,70
23.1.2015	9:30:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	9:45:00	20,90	45,30	8,60
23.1.2015	10:00:00	20,90	45,50	8,70
23.1.2015	10:15:00	21,00	45,50	8,70
23.1.2015	10:30:00	20,90	45,60	8,70
23.1.2015	10:45:00	20,90	45,60	8,70
23.1.2015	11:00:00	20,90	45,60	8,70
23.1.2015	11:15:00	21,00	45,40	8,70
23.1.2015	11:30:00	21,00	45,40	8,70
23.1.2015	11:45:00	21,00	45,50	8,80
23.1.2015	12:00:00	21,00	46,00	9,00
23.1.2015	12:15:00	21,00	45,90	8,90
23.1.2015	12:30:00	21,00	46,00	8,90
23.1.2015	12:45:00	21,00	46,00	9,00
23.1.2015	13:00:00	21,00	46,30	9,00
23.1.2015	13:15:00	21,00	46,40	9,10
23.1.2015	13:30:00	21,10	46,30	9,10
23.1.2015	13:45:00	21,10	46,20	9,00
23.1.2015	14:00:00	21,10	46,20	9,00
23.1.2015	14:15:00	21,10	46,10	9,00
23.1.2015	14:30:00	21,10	46,00	9,00
23.1.2015	14:45:00	21,10	45,80	8,90
23.1.2015	15:00:00	21,10	45,60	8,90
23.1.2015	15:15:00	21,00	45,50	8,80
23.1.2015	15:30:00	21,00	45,40	8,80
23.1.2015	15:45:00	21,00	45,40	8,70
23.1.2015	16:00:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	16:15:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	16:30:00	21,10	45,30	8,80
23.1.2015	16:45:00	21,10	45,20	8,70
23.1.2015	17:00:00	21,10	45,20	8,70
23.1.2015	17:15:00	21,10	45,20	8,70

23.1.2015	17:30:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	17:45:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	18:00:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	18:15:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	18:30:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	18:45:00	21,00	45,30	8,70
23.1.2015	19:00:00	20,90	45,20	8,60
23.1.2015	19:15:00	20,90	45,20	8,60
23.1.2015	19:30:00	20,90	45,80	8,80
23.1.2015	19:45:00	21,00	48,80	9,80
23.1.2015	20:00:00	21,00	48,50	9,70
23.1.2015	20:15:00	21,00	47,70	9,50
23.1.2015	20:30:00	21,00	47,30	9,40
23.1.2015	20:45:00	21,00	46,50	9,10
23.1.2015	21:00:00	21,00	46,50	9,10
23.1.2015	21:15:00	20,90	45,60	8,70
23.1.2015	21:30:00	21,00	48,30	9,60
23.1.2015	21:45:00	21,00	46,80	9,20
23.1.2015	22:00:00	21,00	46,60	9,10
23.1.2015	22:15:00	21,00	46,10	8,90
23.1.2015	22:30:00	21,00	45,90	8,90
23.1.2015	22:45:00	21,00	45,50	8,70
23.1.2015	23:00:00	21,00	45,60	8,80
23.1.2015	23:15:00	20,90	45,00	8,60
23.1.2015	23:30:00	21,00	45,10	8,60
23.1.2015	23:45:00	21,00	44,00	8,30
24.1.2015	0:00:00	21,00	44,40	8,40
24.1.2015	0:15:00	21,00	47,20	9,30
24.1.2015	0:30:00	21,10	46,00	9,00
24.1.2015	0:45:00	21,10	45,60	8,90
24.1.2015	1:00:00	21,10	45,60	8,80
24.1.2015	1:15:00	21,10	45,30	8,70
24.1.2015	1:30:00	21,10	45,00	8,70
24.1.2015	1:45:00	21,00	44,90	8,60
24.1.2015	2:00:00	21,00	44,70	8,50
24.1.2015	2:15:00	21,00	44,60	8,50
24.1.2015	2:30:00	21,00	44,50	8,50
24.1.2015	2:45:00	21,00	44,40	8,40
24.1.2015	3:00:00	21,00	44,30	8,30
24.1.2015	3:15:00	21,00	44,40	8,30
24.1.2015	3:30:00	21,00	44,30	8,30
24.1.2015	3:45:00	20,90	44,30	8,30
24.1.2015	4:00:00	20,90	44,20	8,30
24.1.2015	4:15:00	20,90	44,20	8,30
24.1.2015	4:30:00	20,90	44,00	8,20

24.1.2015	4:45:00	20,90	44,00	8,20
24.1.2015	5:00:00	20,90	43,80	8,10
24.1.2015	5:15:00	20,80	43,80	8,10
24.1.2015	5:30:00	20,80	43,40	7,90
24.1.2015	5:45:00	20,80	43,40	7,90
24.1.2015	6:00:00	20,80	43,50	7,90
24.1.2015	6:15:00	20,80	43,30	7,80
24.1.2015	6:30:00	20,80	41,40	7,20
24.1.2015	6:45:00	20,70	42,30	7,40
24.1.2015	7:00:00	20,60	42,70	7,50
24.1.2015	7:15:00	20,60	43,00	7,50
24.1.2015	7:30:00	20,60	43,10	7,60
24.1.2015	7:45:00	20,60	43,30	7,70
24.1.2015	8:00:00	20,60	43,90	7,90
24.1.2015	8:15:00	20,60	43,70	7,80
24.1.2015	8:30:00	20,60	43,70	7,80
24.1.2015	8:45:00	20,60	44,50	8,10
24.1.2015	9:00:00	20,70	44,80	8,20
24.1.2015	9:15:00	20,70	44,70	8,20
24.1.2015	9:30:00	20,70	44,70	8,20
24.1.2015	9:45:00	20,80	45,30	8,50
24.1.2015	10:00:00	20,80	45,80	8,60
24.1.2015	10:15:00	20,80	45,30	8,50
24.1.2015	10:30:00	20,80	45,40	8,50
24.1.2015	10:45:00	20,80	45,20	8,50
24.1.2015	11:00:00	20,80	45,10	8,50
24.1.2015	11:15:00	20,80	44,90	8,40
24.1.2015	11:30:00	20,80	45,00	8,50
24.1.2015	11:45:00	20,90	45,00	8,50
24.1.2015	12:00:00	20,80	45,20	8,50
24.1.2015	12:15:00	20,90	45,50	8,60
24.1.2015	12:30:00	20,90	45,70	8,70
24.1.2015	12:45:00	20,90	45,70	8,70
24.1.2015	13:00:00	20,90	45,70	8,70
24.1.2015	13:15:00	20,90	45,70	8,80
24.1.2015	13:30:00	20,90	45,50	8,70
24.1.2015	13:45:00	21,00	45,50	8,70
24.1.2015	14:00:00	21,00	45,40	8,70
24.1.2015	14:15:00	21,00	45,30	8,70
24.1.2015	14:30:00	21,00	45,30	8,70
24.1.2015	14:45:00	21,00	45,40	8,70
24.1.2015	15:00:00	21,00	45,50	8,70
24.1.2015	15:15:00	21,00	45,50	8,70
24.1.2015	15:30:00	21,00	48,60	9,70
24.1.2015	15:45:00	20,90	50,10	10,10

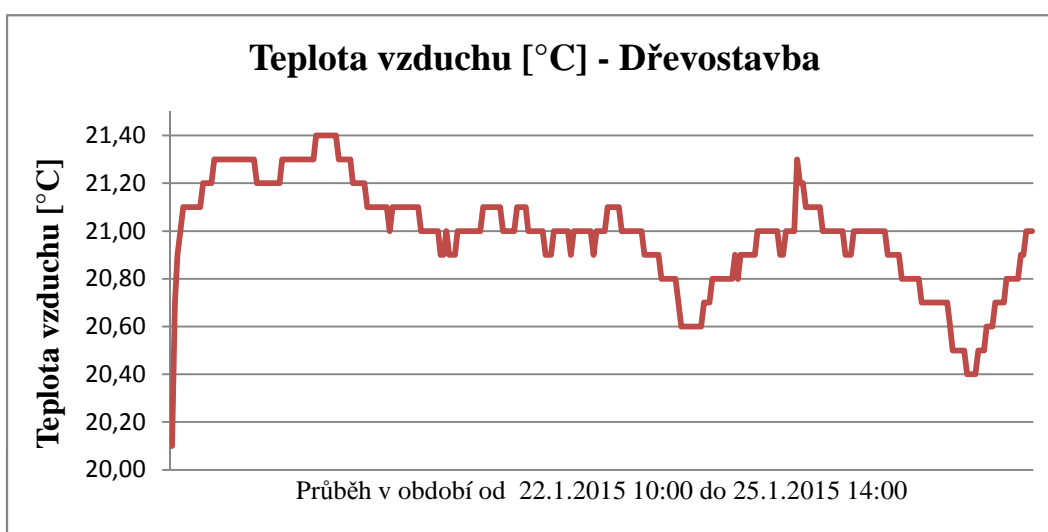
24.1.2015	16:00:00	20,90	50,60	10,20
24.1.2015	16:15:00	21,00	51,30	10,50
24.1.2015	16:30:00	21,00	51,20	10,50
24.1.2015	16:45:00	21,00	51,70	10,60
24.1.2015	17:00:00	21,00	51,40	10,60
24.1.2015	17:15:00	21,30	49,20	10,20
24.1.2015	17:30:00	21,20	49,60	10,30
24.1.2015	17:45:00	21,20	49,80	10,30
24.1.2015	18:00:00	21,10	49,50	10,10
24.1.2015	18:15:00	21,10	49,70	10,10
24.1.2015	18:30:00	21,10	49,70	10,10
24.1.2015	18:45:00	21,10	49,70	10,10
24.1.2015	19:00:00	21,10	49,50	10,10
24.1.2015	19:15:00	21,10	49,40	10,10
24.1.2015	19:30:00	21,00	49,30	10,00
24.1.2015	19:45:00	21,00	49,30	10,00
24.1.2015	20:00:00	21,00	49,10	9,90
24.1.2015	20:15:00	21,00	49,20	9,90
24.1.2015	20:30:00	21,00	48,50	9,70
24.1.2015	20:45:00	21,00	48,40	9,70
24.1.2015	21:00:00	21,00	48,70	9,70
24.1.2015	21:15:00	21,00	48,20	9,60
24.1.2015	21:30:00	20,90	47,70	9,40
24.1.2015	21:45:00	20,90	50,40	10,20
24.1.2015	22:00:00	20,90	50,70	10,30
24.1.2015	22:15:00	21,00	50,90	10,40
24.1.2015	22:30:00	21,00	49,10	9,90
24.1.2015	22:45:00	21,00	49,00	9,90
24.1.2015	23:00:00	21,00	48,60	9,80
24.1.2015	23:15:00	21,00	48,30	9,70
24.1.2015	23:30:00	21,00	48,00	9,50
24.1.2015	23:45:00	21,00	46,40	9,00
25.1.2015	0:00:00	21,00	47,70	9,40
25.1.2015	0:15:00	21,00	47,60	9,40
25.1.2015	0:30:00	21,00	47,10	9,20
25.1.2015	0:45:00	21,00	46,80	9,10
25.1.2015	1:00:00	21,00	46,30	9,00
25.1.2015	1:15:00	20,90	46,00	8,90
25.1.2015	1:30:00	20,90	45,60	8,70
25.1.2015	1:45:00	20,90	45,40	8,60
25.1.2015	2:00:00	20,90	45,40	8,60
25.1.2015	2:15:00	20,90	45,20	8,60
25.1.2015	2:30:00	20,80	45,10	8,50
25.1.2015	2:45:00	20,80	44,80	8,40
25.1.2015	3:00:00	20,80	44,70	8,40

25.1.2015	3:15:00	20,80	44,50	8,30
25.1.2015	3:30:00	20,80	44,30	8,20
25.1.2015	3:45:00	20,80	44,20	8,10
25.1.2015	4:00:00	20,80	44,20	8,10
25.1.2015	4:15:00	20,70	44,10	8,00
25.1.2015	4:30:00	20,70	44,10	8,00
25.1.2015	4:45:00	20,70	44,00	8,00
25.1.2015	5:00:00	20,70	44,10	8,00
25.1.2015	5:15:00	20,70	44,30	8,10
25.1.2015	5:30:00	20,70	44,30	8,10
25.1.2015	5:45:00	20,70	44,60	8,20
25.1.2015	6:00:00	20,70	47,60	9,20
25.1.2015	6:15:00	20,70	42,60	7,50
25.1.2015	6:30:00	20,70	44,40	8,10
25.1.2015	6:45:00	20,60	44,60	8,10
25.1.2015	7:00:00	20,50	44,50	8,00
25.1.2015	7:15:00	20,50	44,40	8,00
25.1.2015	7:30:00	20,50	44,50	8,00
25.1.2015	7:45:00	20,50	44,60	8,00
25.1.2015	8:00:00	20,50	44,60	8,00
25.1.2015	8:15:00	20,40	44,50	7,90
25.1.2015	8:30:00	20,40	44,40	7,90
25.1.2015	8:45:00	20,40	44,60	7,90
25.1.2015	9:00:00	20,40	44,90	8,10
25.1.2015	9:15:00	20,50	44,90	8,10
25.1.2015	9:30:00	20,50	44,80	8,10
25.1.2015	9:45:00	20,50	44,90	8,10
25.1.2015	10:00:00	20,60	44,80	8,20
25.1.2015	10:15:00	20,60	44,80	8,20
25.1.2015	10:30:00	20,60	44,80	8,20
25.1.2015	10:45:00	20,70	44,60	8,20
25.1.2015	11:00:00	20,70	44,60	8,20
25.1.2015	11:15:00	20,70	44,60	8,20
25.1.2015	11:30:00	20,70	44,60	8,20
25.1.2015	11:45:00	20,80	44,50	8,30
25.1.2015	12:00:00	20,80	44,40	8,20
25.1.2015	12:15:00	20,80	44,50	8,20
25.1.2015	12:30:00	20,80	44,40	8,30
25.1.2015	12:45:00	20,80	44,30	8,20
25.1.2015	13:00:00	20,90	44,50	8,30
25.1.2015	13:15:00	20,90	44,50	8,40
25.1.2015	13:30:00	21,00	44,70	8,50
25.1.2015	13:45:00	21,00	45,40	8,70
25.1.2015	14:00:00	21,00	46,00	8,90

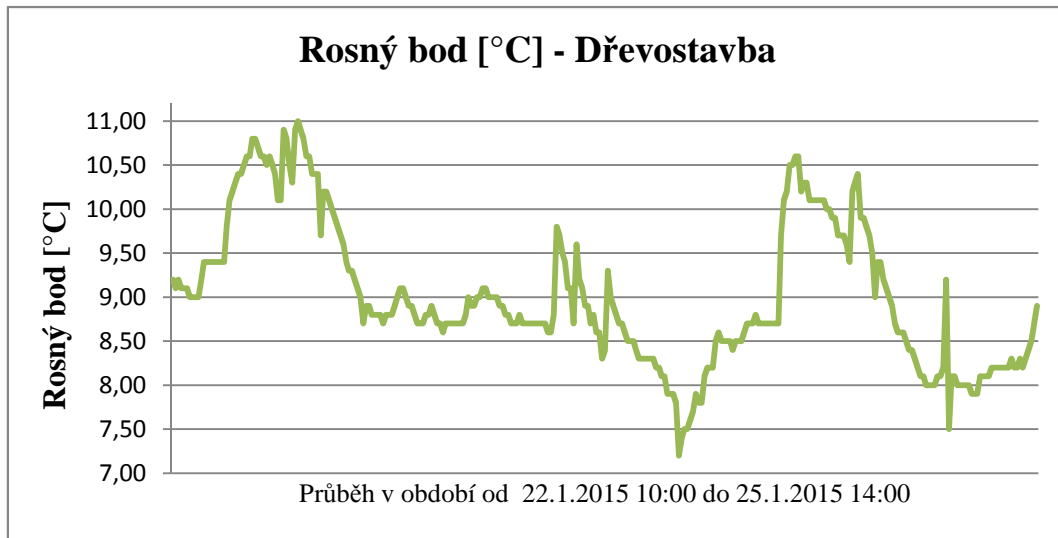
Výsledky měření

	Teplota °C	Vlhkost %	Rosný bod °C
Průměrná hodnota	20,98	46,41	9,02
Minimální hodnota	20,10	41,40	7,20
Maximální hodnota	21,40	52,00	11,00
Průměrná odchylka	0,164	1,782	0,662
Medián (nejčastější hodnota)	21,00	45,60	8,80

Grafy průběhů naměřených hodnot - Dřevostavba



Grafy průběhů naměřených hodnot - Dřevostavba



Příloha č.5

Vlhkost konstrukcí, FH A636-MF – Dřevostavba

Přístroj: Ahlborn Almemo

Typy čidel: FH A636-MF

Datum měření: 22.1.2015

Čas měření: 9:11:00

1.NP

Hala			
00	6,8	%	
10	276,94	e	
Obývací			
00	7,7	%	
10	313,6	e	
Kuchyň			
00	6,8	%	
10	276,91	e	
Pracovna			
00	6,8	%	
10	276,86	e	
Podesta			
00	6,9	%	
10	276,84	e	

2.NP

Hala			
00	6,8	%	
10	276,87	e	
Pokoj			
00	9,6	%	
10	402	e	
Kuchyň			
00	9,6	%	
10	276,87	e	
Pokoj			
00	6,8	%	
10	276,94	e	
Koupelna			
00	9,6	%	
10	398,01	e	

Venku

00	13,3	%	
10	500	e	
00	17,3	%	
10	499,8	e	
00	10,3	%	
10	441	e	

Datum měření: 25.1.2015

Čas měření: 14:17

1.NP

Hala	1.místo	2.místo	3.místo	Jednotka
00	12,7	10,5		%
10	500	495,43		e

Obývací				
00	10,8	12,4	10,2	%
10	394,62	500	495,87	e
Kuchyň				
00	6,8	10,5		%
10	276,62	458,6		e
Pracovna				
00	12,3	11,1	7,9	%
10	500	496,8	301	e
Koupelna				
0	10,1	11,9	9,7	%
10	492,62	500	414,87	e

2.NP

Hala	1.místo	2.místo	3.místo	Jednotka
00	12,4	6,8	11,6	%
10	500	276,9	500	e
Pokoj				
00	10,8	12,4		%
10	446	500		e
Kuchyň				
00	6,8	7,7	11,9	%
10	276,93	317,68	500	e
Ložnice				
00	9,4	7,6	12,9	%
10	397	276	500	e
Koupelna				
00	8,1	9,7	12,6	%
10	378	476	500	e

Výsledky měření

FH A636-MF	Průměr	Minimum	Maximum	Jednotka
00	10,03	6,80	12,90	%
10	397,91	276,00	500,00	e

Příloha č.6

Vlhkost konstrukcí, FH A696-MF – Dřevostavba

Přístroj: Ahlborn Almemo

Datum měření: 22.1.2015

Čas měření: 9:11:00

Patro	Místnost	Hodnota	Jednotka
1.NP	Hala	10,4	H%
1.NP	Kuchyň	10,9	H%
1.NP	Kuchyň	8,9	H%
1.NP	Obývací	11,4	H%
1.NP	Obývací	9,8	H%
1.NP	Koupelna	12,7	H%
1.NP	Koupelna	11,7	H%
	Podesta	12,3	H%
2.NP	Kuchyň	12,8	H%
2.NP	Koupelna	10,8	H%
2.NP	Koupelna	11,9	H%
2.NP	Hala	11,7	H%
2.NP	Ložnice	12,9	H%
Venku	vstup	18,7	H%
Venku	obývací	14,8	H%
Venku	kuchyn	16,8	H%
Venku	kuchyn	17,9	H%
Venku	Pracovna	15,6	H%

Datum měření: 25.1.2015

Čas měření: 14:17:00

2.NP		14,70	H%
2.NP		10,60	H%
2.NP		11,60	H%
2.NP		14,50	H%
2.NP		13,30	H%
2.NP		12,10	H%
2.NP		13,40	H%
2.NP		12,20	H%
2.NP		13,00	H%
2.NP		13,10	H%
2.NP		10,60	H%
2.NP		13,90	H%
2.NP		12,49	H%
2.NP		14,60	H%

2.NP		13,20	H%
2.NP		13,99	H%
2.NP		11,70	H%
2.NP		13,00	H%
2.NP		14,80	H%
1.NP	Koupelna	10,90	H%
1.NP		11,70	H%
1.NP		14,40	H%
1.NP		9,70	H%
1.NP		9,20	H%
1.NP	Pracovna	12,30	H%
1.NP		12,10	H%
1.NP		10,60	H%
1.NP		11,40	H%
1.NP		13,70	H%
1.NP	Hala	11,70	H%
1.NP		11,80	H%
1.NP		10,40	H%
1.NP		9,80	H%
1.NP		11,70	H%
1.NP		10,60	H%
1.NP	Schodiště	9,80	H%
1.NP		10,90	H%
1.NP		11,90	H%
1.NP		13,70	H%
1.NP		9,20	H%
1.NP	Kuchyň	10,80	H%
1.NP		9,70	H%
1.NP		8,50	H%
1.NP		11,70	H%
1.NP		13,30	H%
1.NP		12,60	H%
1.NP	Obývací	9,70	H%
1.NP		11,20	H%
1.NP		10,60	H%
1.NP		8,50	H%
1.NP		13,20	H%

Výsledky měření

FH A696-MF	Průměr	Minimum	Maximum	Jednotka
1.NP	11,14	8,50	14,40	H%
2.NP	12,77	10,60	14,80	H%

Příloha č.7

Vlhkost konstrukcí, FH A6462-2 – Dřevostavba

Přístroj: Ahlborn Almemo

Datum měření: 22.1.2015

Čas měření: 9:11:00

Hala 1.NP

00	22,56	°C
10	42,70	%
20	9,20	°C
30	7,10	gk

Kuchyň 2.NP

00	22,39	°C
10	42,90	%
20	9,10	°C
30	7,20	gk

Hala 2.NP

00	22,42	°C
10	41,00	%
20	8,60	°C
30	6,80	gk

Venku

00	6,48	°C
10	73,10	%
20	1,90	°C
30	4,30	gk

Datum měření: 25.1.2015
Čas měření: 14:00:00

Pokoj 2.NP

00	22,68	°C
10	43,40	%
20	9,40	°C
30	7,20	gk

Kuchyňka 2.NP

0	21,85	°C
10	46,20	%
20	9,70	°C
30	7,40	gk

Koupelna 2.NP

00	22,43	°C
10	44,50	%
20	9,90	°C
30	7,50	gk

Koupelna 1.NP

00	22,48	°C
10	40,20	%
20	8,50	°C
30	6,90	gk

Kuchyň 1.NP

00	22,78	°C
10	41,80	%
20	9,10	°C
30	7,20	gk

Výsledky měření

FH A646-2	Ozn.	Jednotka	Průměr	Minimum	Maximum
Teplota vzduchu	00	°C	20,67	6,48	22,78
Relativní vlhk. vzduchu	10	%	46,20	40,20	73,10
Rosný bod	20	°C	8,38	1,90	9,90
Měrná vlhkost	30	g/kg	6,84	4,30	7,50

Příloha č. 8

Vnitřní prostředí, naměřené hodnoty - Zděná stavba

Přístroj: Comet Data Logger

Výrobní číslo: 00070082

Označení: 1

Datum měření	Čas měření	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Ros.bod [°C]
21.1.2015	16:45:00	19,90	60,70	12,10
21.1.2015	17:00:00	19,10	62,40	11,70
21.1.2015	17:15:00	18,70	63,40	11,60
21.1.2015	17:30:00	18,50	64,10	11,60
21.1.2015	17:45:00	18,40	65,20	11,70
21.1.2015	18:00:00	18,30	65,50	11,70
21.1.2015	18:15:00	18,20	66,20	11,80
21.1.2015	18:30:00	18,30	65,20	11,60
21.1.2015	18:45:00	18,30	65,00	11,60
21.1.2015	19:00:00	18,30	64,80	11,60
21.1.2015	19:15:00	18,30	64,90	11,60
21.1.2015	19:30:00	18,40	65,30	11,70
21.1.2015	19:45:00	18,40	65,60	11,80
21.1.2015	20:00:00	18,40	66,70	12,10
21.1.2015	20:15:00	18,40	66,70	12,10
21.1.2015	20:30:00	18,30	67,60	12,20
21.1.2015	20:45:00	18,20	67,90	12,20
21.1.2015	21:00:00	18,20	68,40	12,20
21.1.2015	21:15:00	18,20	68,60	12,30
21.1.2015	21:30:00	18,10	69,20	12,40
21.1.2015	21:45:00	18,10	69,30	12,30
21.1.2015	22:00:00	18,20	73,30	13,30
21.1.2015	22:15:00	18,30	73,50	13,50
21.1.2015	22:30:00	18,40	73,60	13,60
21.1.2015	22:45:00	18,40	73,50	13,60
21.1.2015	23:00:00	18,40	73,80	13,70
21.1.2015	23:15:00	18,40	73,60	13,60
21.1.2015	23:30:00	18,40	73,40	13,50
21.1.2015	23:45:00	18,40	73,30	13,50
22.1.2015	0:00:00	18,40	73,10	13,50
22.1.2015	0:15:00	18,40	73,80	13,60
22.1.2015	0:30:00	18,40	72,60	13,40
22.1.2015	0:45:00	18,40	72,70	13,40
22.1.2015	1:00:00	18,40	72,60	13,40
22.1.2015	1:15:00	18,40	72,40	13,30
22.1.2015	1:30:00	18,40	72,50	13,30

22.1.2015	1:45:00	18,40	72,90	13,40
22.1.2015	2:00:00	18,40	72,20	13,30
22.1.2015	2:15:00	18,40	71,60	13,20
22.1.2015	2:30:00	18,40	71,60	13,10
22.1.2015	2:45:00	18,30	71,50	13,10
22.1.2015	3:00:00	18,30	72,20	13,20
22.1.2015	3:15:00	18,30	71,50	13,10
22.1.2015	3:30:00	18,30	71,70	13,10
22.1.2015	3:45:00	18,30	71,60	13,10
22.1.2015	4:00:00	18,30	72,00	13,20
22.1.2015	4:15:00	18,30	71,50	13,10
22.1.2015	4:30:00	18,30	71,40	13,00
22.1.2015	4:45:00	18,30	71,20	13,00
22.1.2015	5:00:00	18,30	71,20	13,00
22.1.2015	5:15:00	18,30	71,30	13,00
22.1.2015	5:30:00	18,20	71,50	13,00
22.1.2015	5:45:00	18,20	71,90	13,00
22.1.2015	6:00:00	18,20	72,10	13,00
22.1.2015	6:15:00	18,20	71,20	12,80
22.1.2015	6:30:00	18,00	69,50	12,40
22.1.2015	6:45:00	18,00	67,30	11,90
22.1.2015	7:00:00	18,00	66,60	11,70
22.1.2015	7:15:00	18,00	66,00	11,60
22.1.2015	7:30:00	17,90	65,30	11,30
22.1.2015	7:45:00	17,90	64,10	11,00
22.1.2015	8:00:00	17,90	63,60	10,90
22.1.2015	8:15:00	17,90	63,20	10,70
22.1.2015	8:30:00	17,90	62,70	10,60
22.1.2015	8:45:00	17,80	62,40	10,50
22.1.2015	9:00:00	17,80	61,90	10,40
22.1.2015	9:15:00	17,80	61,90	10,30
22.1.2015	9:30:00	17,70	61,50	10,20
22.1.2015	9:45:00	17,70	61,00	10,10
22.1.2015	10:00:00	17,70	60,50	10,00
22.1.2015	10:15:00	17,70	60,70	10,00
22.1.2015	10:30:00	17,70	60,50	10,00
22.1.2015	10:45:00	17,70	60,20	9,90
22.1.2015	11:00:00	17,70	60,10	9,80
22.1.2015	11:15:00	17,70	59,90	9,80
22.1.2015	11:30:00	17,70	59,80	9,80
22.1.2015	11:45:00	17,70	59,50	9,70
22.1.2015	12:00:00	17,70	59,50	9,70
22.1.2015	12:15:00	17,70	59,70	9,80
22.1.2015	12:30:00	17,70	60,80	10,00
22.1.2015	12:45:00	17,90	61,80	10,40

22.1.2015	13:00:00	18,00	62,30	10,70
22.1.2015	13:15:00	17,90	63,60	10,80
22.1.2015	13:30:00	17,70	64,30	10,90
22.1.2015	13:45:00	17,70	64,60	11,00
22.1.2015	14:00:00	17,90	64,30	11,10
22.1.2015	14:15:00	18,20	64,50	11,30
22.1.2015	14:30:00	18,30	67,20	12,10
22.1.2015	14:45:00	18,30	68,20	12,30
22.1.2015	15:00:00	18,40	69,10	12,60
22.1.2015	15:15:00	18,40	69,10	12,70
22.1.2015	15:30:00	18,60	68,80	12,70
22.1.2015	15:45:00	18,60	67,70	12,50
22.1.2015	16:00:00	18,60	67,00	12,40
22.1.2015	16:15:00	18,60	67,10	12,40
22.1.2015	16:30:00	18,60	68,30	12,70
22.1.2015	16:45:00	18,70	70,10	13,10
22.1.2015	17:00:00	18,70	69,50	13,00
22.1.2015	17:15:00	18,70	68,50	12,80
22.1.2015	17:30:00	18,80	68,00	12,70
22.1.2015	17:45:00	18,70	67,50	12,60
22.1.2015	18:00:00	18,70	67,30	12,50
22.1.2015	18:15:00	18,70	68,30	12,70
22.1.2015	18:30:00	18,60	68,60	12,70
22.1.2015	18:45:00	18,60	72,00	13,50
22.1.2015	19:00:00	18,70	71,00	13,40
22.1.2015	19:15:00	18,80	71,30	13,50
22.1.2015	19:30:00	19,00	70,50	13,50
22.1.2015	19:45:00	18,90	69,90	13,30
22.1.2015	20:00:00	18,90	70,80	13,40
22.1.2015	20:15:00	18,70	71,00	13,30
22.1.2015	20:30:00	18,60	71,00	13,30
22.1.2015	20:45:00	18,60	71,10	13,30
22.1.2015	21:00:00	18,60	72,00	13,50
22.1.2015	21:15:00	18,70	72,30	13,60
22.1.2015	21:30:00	18,60	72,30	13,50
22.1.2015	21:45:00	18,50	73,80	13,70
22.1.2015	22:00:00	18,40	74,20	13,70
22.1.2015	22:15:00	18,40	75,00	13,90
22.1.2015	22:30:00	18,30	74,30	13,70
22.1.2015	22:45:00	18,40	75,40	13,90
22.1.2015	23:00:00	18,40	75,10	13,90
22.1.2015	23:15:00	18,40	75,00	13,90
22.1.2015	23:30:00	18,40	74,80	13,90
22.1.2015	23:45:00	18,40	75,00	13,90
23.1.2015	0:00:00	18,40	74,80	13,80

23.1.2015	0:15:00	18,30	74,90	13,80
23.1.2015	0:30:00	18,30	74,80	13,80
23.1.2015	0:45:00	18,30	74,00	13,50
23.1.2015	1:00:00	18,20	74,20	13,50
23.1.2015	1:15:00	18,30	75,10	13,80
23.1.2015	1:30:00	18,30	75,60	13,90
23.1.2015	1:45:00	18,30	75,20	13,80
23.1.2015	2:00:00	18,30	75,20	13,80
23.1.2015	2:15:00	18,30	75,20	13,80
23.1.2015	2:30:00	18,20	75,50	13,80
23.1.2015	2:45:00	18,20	75,60	13,80
23.1.2015	3:00:00	18,30	75,60	13,90
23.1.2015	3:15:00	18,30	75,10	13,80
23.1.2015	3:30:00	18,30	75,20	13,80
23.1.2015	3:45:00	18,30	75,80	13,90
23.1.2015	4:00:00	18,30	75,20	13,80
23.1.2015	4:15:00	18,20	74,90	13,70
23.1.2015	4:30:00	18,20	76,10	13,90
23.1.2015	4:45:00	18,20	74,50	13,60
23.1.2015	5:00:00	18,20	74,50	13,60
23.1.2015	5:15:00	18,20	74,30	13,50
23.1.2015	5:30:00	18,20	74,10	13,50
23.1.2015	5:45:00	18,10	73,90	13,30
23.1.2015	6:00:00	18,10	73,90	13,30
23.1.2015	6:15:00	18,10	73,80	13,30
23.1.2015	6:30:00	18,00	73,70	13,30
23.1.2015	6:45:00	18,00	73,70	13,20
23.1.2015	7:00:00	18,00	73,80	13,30
23.1.2015	7:15:00	18,00	73,70	13,20
23.1.2015	7:30:00	18,00	74,60	13,40
23.1.2015	7:45:00	18,10	71,40	12,80
23.1.2015	8:00:00	18,30	69,40	12,60
23.1.2015	8:15:00	18,30	67,60	12,20
23.1.2015	8:30:00	18,20	66,70	11,80
23.1.2015	8:45:00	18,20	64,80	11,40
23.1.2015	9:00:00	18,20	63,90	11,20
23.1.2015	9:15:00	18,00	61,90	10,60
23.1.2015	9:30:00	17,70	60,70	10,00
23.1.2015	9:45:00	17,70	62,00	10,30
23.1.2015	10:00:00	17,70	64,00	10,80
23.1.2015	10:15:00	17,70	65,70	11,20
23.1.2015	10:30:00	17,80	65,90	11,30
23.1.2015	10:45:00	17,80	66,70	11,50
23.1.2015	11:00:00	17,90	68,30	12,00
23.1.2015	11:15:00	18,00	69,40	12,30

23.1.2015	11:30:00	18,00	69,50	12,40
23.1.2015	11:45:00	18,00	69,60	12,40
23.1.2015	12:00:00	18,10	69,80	12,40
23.1.2015	12:15:00	18,10	70,10	12,50
23.1.2015	12:30:00	18,10	70,90	12,80
23.1.2015	12:45:00	18,10	69,20	12,30
23.1.2015	13:00:00	18,10	68,20	12,10
23.1.2015	13:15:00	18,10	68,40	12,10
23.1.2015	13:30:00	18,00	68,30	12,10
23.1.2015	13:45:00	18,00	67,80	12,00
23.1.2015	14:00:00	18,00	68,70	12,10
23.1.2015	14:15:00	18,00	68,90	12,20
23.1.2015	14:30:00	18,00	69,70	12,40
23.1.2015	14:45:00	18,00	71,50	12,70
23.1.2015	15:00:00	18,00	70,30	12,50
23.1.2015	15:15:00	18,00	70,30	12,50
23.1.2015	15:30:00	18,00	70,20	12,50
23.1.2015	15:45:00	18,00	70,20	12,50
23.1.2015	16:00:00	17,90	69,60	12,30
23.1.2015	16:15:00	17,90	69,20	12,20
23.1.2015	16:30:00	17,90	69,30	12,20
23.1.2015	16:45:00	17,90	69,80	12,30
23.1.2015	17:00:00	17,90	72,20	12,80
23.1.2015	17:15:00	17,90	72,20	12,80
23.1.2015	17:30:00	17,90	71,80	12,70
23.1.2015	17:45:00	17,70	71,50	12,50
23.1.2015	18:00:00	17,60	73,20	12,80
23.1.2015	18:15:00	17,70	72,60	12,70
23.1.2015	18:30:00	17,70	72,40	12,70
23.1.2015	18:45:00	17,80	72,10	12,70
23.1.2015	19:00:00	17,80	71,70	12,60
23.1.2015	19:15:00	17,80	71,50	12,60
23.1.2015	19:30:00	17,80	71,30	12,50
23.1.2015	19:45:00	17,80	70,50	12,30
23.1.2015	20:00:00	17,80	71,20	12,50
23.1.2015	20:15:00	17,90	71,30	12,60
23.1.2015	20:30:00	17,90	73,20	13,00
23.1.2015	20:45:00	17,70	73,10	12,80
23.1.2015	21:00:00	17,60	73,80	12,80
23.1.2015	21:15:00	17,40	74,40	12,80
23.1.2015	21:30:00	17,40	74,10	12,70
23.1.2015	21:45:00	17,30	74,10	12,60
23.1.2015	22:00:00	17,30	75,10	12,80
23.1.2015	22:15:00	17,30	75,60	12,90
23.1.2015	22:30:00	17,30	75,30	12,80

23.1.2015	22:45:00	17,20	75,50	12,90
23.1.2015	23:00:00	17,20	75,70	12,90
23.1.2015	23:15:00	17,20	75,80	12,90
23.1.2015	23:30:00	17,20	76,40	13,00
23.1.2015	23:45:00	17,30	76,20	13,00
24.1.2015	0:00:00	17,30	76,10	13,00
24.1.2015	0:15:00	17,20	76,10	13,00
24.1.2015	0:30:00	17,20	76,80	13,10
24.1.2015	0:45:00	17,20	76,80	13,10
24.1.2015	1:00:00	17,20	76,60	13,10
24.1.2015	1:15:00	17,20	76,50	13,00
24.1.2015	1:30:00	17,10	76,60	13,00
24.1.2015	1:45:00	17,10	76,70	13,00
24.1.2015	2:00:00	17,10	77,00	13,10
24.1.2015	2:15:00	17,10	77,00	13,10
24.1.2015	2:30:00	17,10	77,30	13,10
24.1.2015	2:45:00	17,10	77,30	13,10
24.1.2015	3:00:00	17,10	77,40	13,10
24.1.2015	3:15:00	17,10	77,20	13,10
24.1.2015	3:30:00	17,10	76,80	13,00
24.1.2015	3:45:00	17,10	77,20	13,10
24.1.2015	4:00:00	17,10	76,60	12,90
24.1.2015	4:15:00	17,00	77,00	13,00
24.1.2015	4:30:00	17,00	77,10	13,00
24.1.2015	4:45:00	17,00	77,40	13,00
24.1.2015	5:00:00	17,00	77,80	13,10
24.1.2015	5:15:00	17,00	78,00	13,10
24.1.2015	5:30:00	17,00	78,10	13,10
24.1.2015	5:45:00	16,90	78,20	13,10
24.1.2015	6:00:00	16,90	77,80	13,00
24.1.2015	6:15:00	16,90	78,10	13,10
24.1.2015	6:30:00	16,90	78,20	13,10
24.1.2015	6:45:00	16,90	78,60	13,10
24.1.2015	7:00:00	16,90	78,60	13,10
24.1.2015	7:15:00	16,90	78,60	13,10
24.1.2015	7:30:00	16,90	78,60	13,10
24.1.2015	7:45:00	16,90	77,90	13,00
24.1.2015	8:00:00	16,90	76,60	12,80
24.1.2015	8:15:00	16,90	77,10	12,80
24.1.2015	8:30:00	16,90	73,90	12,20
24.1.2015	8:45:00	17,00	70,50	11,60
24.1.2015	9:00:00	17,10	71,60	11,90
24.1.2015	9:15:00	16,80	60,70	9,10
24.1.2015	9:30:00	16,60	63,20	9,60
24.1.2015	9:45:00	16,80	68,70	11,00

24.1.2015	10:00:00	17,00	68,70	11,20
24.1.2015	10:15:00	17,20	69,80	11,60
24.1.2015	10:30:00	17,30	69,90	11,80
24.1.2015	10:45:00	17,30	69,50	11,70
24.1.2015	11:00:00	17,30	69,10	11,60
24.1.2015	11:15:00	17,40	69,70	11,80
24.1.2015	11:30:00	17,40	70,00	11,90
24.1.2015	11:45:00	17,30	69,80	11,80
24.1.2015	12:00:00	17,30	69,30	11,60
24.1.2015	12:15:00	17,30	68,10	11,40
24.1.2015	12:30:00	17,20	70,90	11,90
24.1.2015	12:45:00	17,10	72,10	12,00
24.1.2015	13:00:00	17,00	73,30	12,20
24.1.2015	13:15:00	17,00	73,80	12,30
24.1.2015	13:30:00	17,00	74,20	12,30
24.1.2015	13:45:00	16,90	74,60	12,40
24.1.2015	14:00:00	16,90	74,70	12,40
24.1.2015	14:15:00	16,90	74,40	12,30
24.1.2015	14:30:00	16,90	74,20	12,20
24.1.2015	14:45:00	17,00	73,20	12,20
24.1.2015	15:00:00	17,10	73,20	12,20
24.1.2015	15:15:00	17,00	72,60	12,00
24.1.2015	15:30:00	16,90	72,40	11,90
24.1.2015	15:45:00	16,70	72,40	11,70
24.1.2015	16:00:00	16,70	72,50	11,70
24.1.2015	16:15:00	16,70	72,50	11,70
24.1.2015	16:30:00	16,70	72,40	11,70
24.1.2015	16:45:00	16,60	72,40	11,60
24.1.2015	17:00:00	16,60	72,30	11,60
24.1.2015	17:15:00	16,50	72,40	11,50
24.1.2015	17:30:00	16,40	72,40	11,50
24.1.2015	17:45:00	16,40	72,50	11,50
24.1.2015	18:00:00	16,40	72,50	11,50
24.1.2015	18:15:00	16,50	72,40	11,50
24.1.2015	18:30:00	16,60	72,00	11,50
24.1.2015	18:45:00	16,80	71,80	11,70
24.1.2015	19:00:00	17,00	71,60	11,90
24.1.2015	19:15:00	17,40	71,10	12,10
24.1.2015	19:30:00	17,70	70,50	12,20
24.1.2015	19:45:00	18,00	70,10	12,40
24.1.2015	20:00:00	18,20	70,40	12,70
24.1.2015	20:15:00	18,40	69,90	12,80
24.1.2015	20:30:00	18,60	69,20	12,80
24.1.2015	20:45:00	18,70	68,40	12,80
24.1.2015	21:00:00	18,90	68,00	12,90

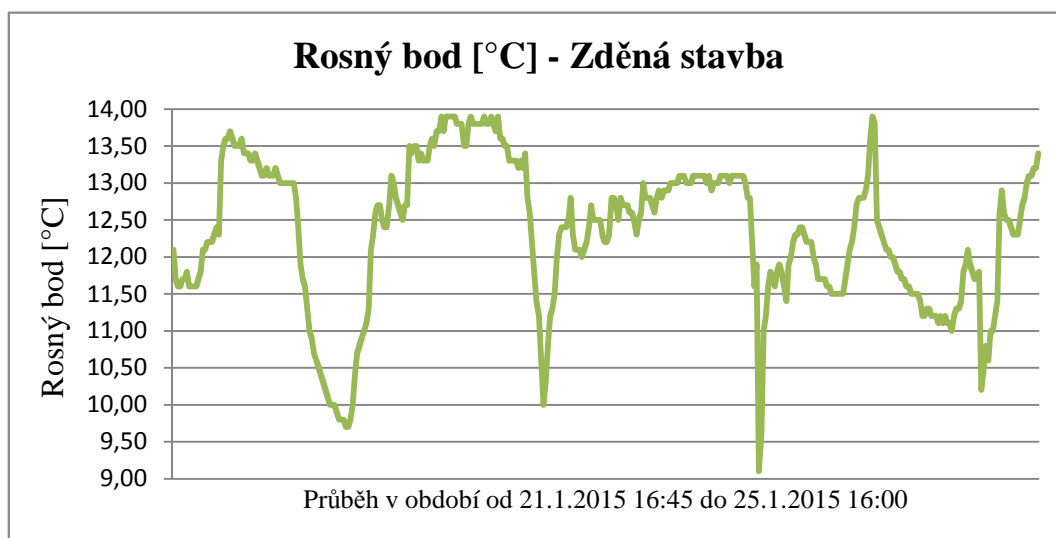
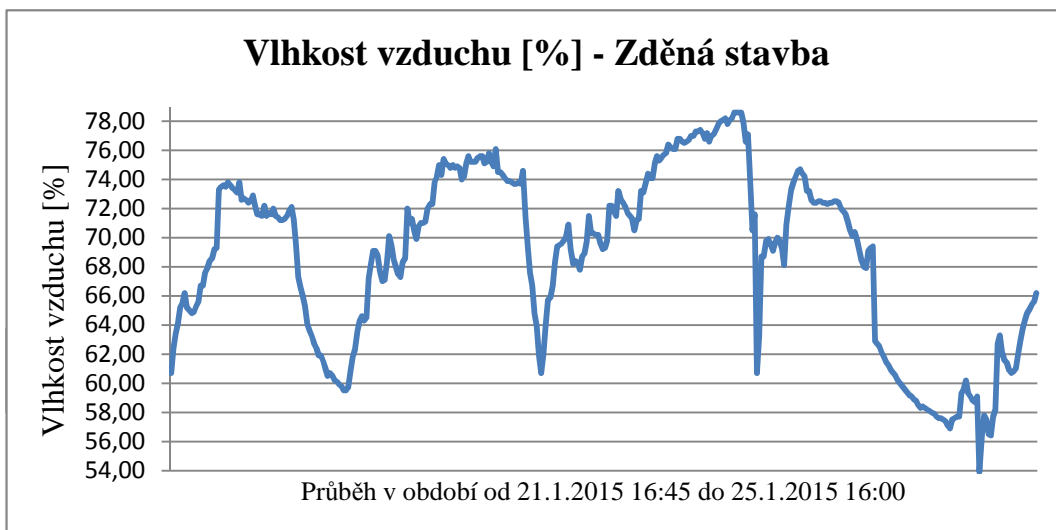
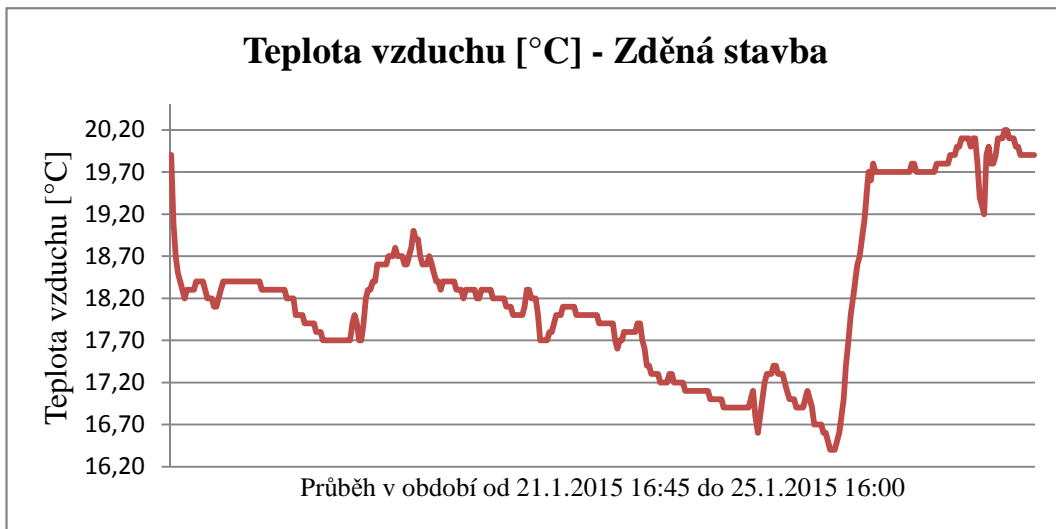
24.1.2015	21:15:00	19,10	67,90	13,10
24.1.2015	21:30:00	19,40	69,10	13,60
24.1.2015	21:45:00	19,70	69,30	13,90
24.1.2015	22:00:00	19,60	69,40	13,80
24.1.2015	22:15:00	19,80	62,90	12,50
24.1.2015	22:30:00	19,70	62,70	12,40
24.1.2015	22:45:00	19,70	62,50	12,30
24.1.2015	23:00:00	19,70	62,10	12,20
24.1.2015	23:15:00	19,70	61,80	12,10
24.1.2015	23:30:00	19,70	61,40	12,10
24.1.2015	23:45:00	19,70	61,20	12,00
25.1.2015	0:00:00	19,70	60,90	12,00
25.1.2015	0:15:00	19,70	60,70	11,90
25.1.2015	0:30:00	19,70	60,50	11,80
25.1.2015	0:45:00	19,70	60,20	11,80
25.1.2015	1:00:00	19,70	60,00	11,70
25.1.2015	1:15:00	19,70	59,80	11,70
25.1.2015	1:30:00	19,70	59,60	11,60
25.1.2015	1:45:00	19,70	59,40	11,60
25.1.2015	2:00:00	19,70	59,20	11,50
25.1.2015	2:15:00	19,70	59,10	11,50
25.1.2015	2:30:00	19,80	58,90	11,50
25.1.2015	2:45:00	19,80	58,80	11,50
25.1.2015	3:00:00	19,70	58,50	11,40
25.1.2015	3:15:00	19,70	58,30	11,20
25.1.2015	3:30:00	19,70	58,40	11,20
25.1.2015	3:45:00	19,70	58,30	11,30
25.1.2015	4:00:00	19,70	58,20	11,30
25.1.2015	4:15:00	19,70	58,10	11,20
25.1.2015	4:30:00	19,70	58,00	11,20
25.1.2015	4:45:00	19,70	57,90	11,20
25.1.2015	5:00:00	19,70	57,70	11,10
25.1.2015	5:15:00	19,80	57,60	11,20
25.1.2015	5:30:00	19,80	57,60	11,10
25.1.2015	5:45:00	19,80	57,50	11,20
25.1.2015	6:00:00	19,80	57,40	11,10
25.1.2015	6:15:00	19,80	57,10	11,10
25.1.2015	6:30:00	19,80	56,90	11,00
25.1.2015	6:45:00	19,90	57,50	11,20
25.1.2015	7:00:00	19,90	57,60	11,30
25.1.2015	7:15:00	19,90	57,70	11,30
25.1.2015	7:30:00	20,00	57,70	11,40
25.1.2015	7:45:00	20,00	59,30	11,80
25.1.2015	8:00:00	20,10	59,60	11,90
25.1.2015	8:15:00	20,10	60,20	12,10

25.1.2015	8:30:00	20,10	59,30	11,90
25.1.2015	8:45:00	20,10	59,10	11,80
25.1.2015	9:00:00	20,00	58,80	11,70
25.1.2015	9:15:00	20,10	58,70	11,70
25.1.2015	9:30:00	20,10	59,10	11,80
25.1.2015	9:45:00	19,80	53,90	10,20
25.1.2015	10:00:00	19,40	56,40	10,50
25.1.2015	10:15:00	19,30	57,80	10,80
25.1.2015	10:30:00	19,20	57,50	10,60
25.1.2015	10:45:00	19,90	56,50	11,00
25.1.2015	11:00:00	20,00	56,40	11,00
25.1.2015	11:15:00	19,80	57,70	11,20
25.1.2015	11:30:00	19,80	58,20	11,40
25.1.2015	11:45:00	19,90	62,70	12,60
25.1.2015	12:00:00	20,10	63,30	12,90
25.1.2015	12:15:00	20,10	62,10	12,60
25.1.2015	12:30:00	20,10	61,60	12,50
25.1.2015	12:45:00	20,20	61,40	12,50
25.1.2015	13:00:00	20,20	60,90	12,40
25.1.2015	13:15:00	20,10	60,70	12,30
25.1.2015	13:30:00	20,10	60,80	12,30
25.1.2015	13:45:00	20,10	61,00	12,30
25.1.2015	14:00:00	20,00	62,00	12,50
25.1.2015	14:15:00	20,00	62,90	12,70
25.1.2015	14:30:00	19,90	63,70	12,80
25.1.2015	14:45:00	19,90	64,30	13,00
25.1.2015	15:00:00	19,90	64,80	13,10
25.1.2015	15:15:00	19,90	65,10	13,10
25.1.2015	15:30:00	19,90	65,40	13,20
25.1.2015	15:45:00	19,90	65,60	13,20
25.1.2015	16:00:00	19,90	66,20	13,40

Výsledky měření

	Teplota °C	Vlhkost %	Rosný bod °C
Průměrná hodnota	18,24	68,76	12,34
Minimální hodnota	16,40	53,90	9,10
Maximální hodnota	20,20	78,60	13,90
Průměrná odchylka	0,750	5,104	0,819
Medián (nejčastější hodnota)	18,20	69,95	12,50

Grafy průběhů naměřených hodnot - Zděná stavba



Příloha č.9

Vlhkost konstrukcí, FH A696-MF – Zděná stavba

Přístroj: Ahlborn Almemo

Typy čidel: FH A696-MF

Datum měření: 24.1.2015

Čas měření: 18:10:00

Kapacitní snímač -

FH A696-MF - BETON

31,00	B%
38,10	B%
27,50	B%
32,80	B%
16,40	B%
15,60	B%
22,90	B%
31,90	B%
19,50	B%
6,40	B%
40,30	B%
93,70	B%
58,00	B%
36,90	B%
13,90	B%
24,00	B%
12,80	B%
6,30	B%
9,90	B%
6,60	B%
11,20	B%
7,10	B%
6,20	B%
33,70	B%
55,10	B%
25,80	B%
20,20	B%
28,90	B%
9,20	B%
8,10	B%
6,80	B%
4,80	B%

Výsledky měření

	Hodnota	Jednotka
Průměr	23,80	B%
Minimum	4,80	B%
Maximum	93,70	B%

Příloha č.10

Vlhkost konstrukcí, FH A6462-2 – Zděná stavba

Přístroj: Ahlborn Almemo

Typy čidel: FH A646-2

Datum měření: 24.1.2015

Čas měření: 18:10:00

Jídelna

00	22,25	°C
10	49,9	%
20	11,2	°C
30	8,2	gk

Chodba

00	21,94	°C
10	49,7	%
20	10,9	°C
30	8	gk

Kuchyň

00	21,65	°C
10	50,8	%
20	10,9	°C
30	8,1	gk

Obývací

00	21,41	°C
10	52,1	%
20	11,1	°C
30	8,2	gk

Ložnice

00	21,03	°C
10	55,4	%
20	11,6	°C
30	8,5	gk

Výsledky měření

FH A646-2	Ozn.	Jednotka	Průměr	Minimum	Maximum
Teplota vzduchu	00	°C	21,66	21,03	22,25
Relativní vlhk. vzduchu	10	%	51,58	49,70	55,40
Rosný bod	20	°C	11,14	10,90	11,60
Měrná vlhkost	30	g/kg	8,20	8,00	8,50