

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu
v Českém ráji**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jan Bárta

Vedoucí práce: Ing. Eva Machovčáková, Ph.D.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Bárta

Dřevěné konstrukce a stavby na bázi dřeva

Název práce

Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji

Název anglicky

Variant solution of the perimeter shell of a recreational building in Bohemian Paradise

Cíle práce

Cílem diplomové práce je vypracování realizační dokumentace roubené dřevostavby – rekreačního objektu. Součástí DP je návrh alternativních variant obvodových konstrukcí včetně vybraných detailů. Variantní řešení jednotlivých obvodových konstrukcí budou následně srovnány z hlediska tepelné fyziky, finanční a časové náročnosti. Součástí práce bude vypracování statického posudku konkrétního zvoleného konstrukčního prvku a třech detailů konstrukčních spojů. Dalším výstupem je výkresová dokumentace vybraného prvku jako výstup pro výrobu dřevostavby.

Metodika

Metodika zpracování:

- 1) Rešerše zvolené problematiky (cca 40 stran)
 - 2) Projektová dokumentace pro realizaci staveb
 - a) Technická zpráva
 - b) Výkresová část (M 1:100, M 1:50)
 - 3) Variantní řešení obvodového pláště
 - a) Popis zvolených variant
 - b) Vybrané detaily (M 1:20, M 1:10)
 - c) Finanční a časové porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů (položkový rozpočet, harmonogram)
 - d) Porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů z hlediska stavební tepelné techniky
 - 4) Statický posudek konkrétního zvoleného konstrukčního prvku a tří detailů konstrukčních spojů
 - 5) Výstup vybrané části dokumentace pro CNC stroj
-

Doporučený rozsah práce

cca 50 stran textu + výkresová část (rozsah dle stavebního zákona č. 186/2006 Sb. a vyhlášky o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb.)

Klíčová slova

Roubený objekt; projektová dokumentace; konstrukční detaily; obvodový plášť

Doporučené zdroje informací

DICKSON, Michael a Dave PARKER. Sustainable timber design. Abingdon: Routledge, 2015. ISBN 978-0415468084.

HAZUCHA, Juraj. Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy: doporučení pro návrh a stavbu. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4551-0.

HENS, H. Building physics, heat, air and moisture: Fundamentals and engineering methods with examples and exercises. 3. Berlin: Ernst, 2017. ISBN 9783433031971, 3433031975.

JELÍNEK, Lubomír. Tesařské konstrukce. 2., aktualiz. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2008. Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 978-80-87093-74-0.

KOLB, Josef. Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Přeložil Bohumil KOŽELOUH. Praha: Grada, 2011. ISBN isbn978-80-247-4071-3.

KOLLMANN, COTE. Principles of Wood Science an Technology: Solid Wood. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1968. ISBN 978-3-642-87928-9.

PEŠTA, Jan. Rekonstrukce roubených staveb. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-3239-8.

REINPRECHT, Ladislav. Ochrana dřeva: vysokoškolská učebnica. Vo Zvolene: Technická univerzita, 2008. ISBN 978-80-228-1863-6.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Eva Machovčáková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 11. 2. 2022

doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji vypracoval samostatně pod vedením Ing. Evy Machovčákové, Ph.D. a použil jsem jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Praze dne

Podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval vyučujícím za pomoc při zpracování této diplomové práce, zejména své vedoucí Ing. Evě Machovčákové, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Michalovi Bošanskému, Ph.D. a Ing. Lence Kubíncové, Ph.D.

Děkuji své rodině a přátelům za trpělivost a podporu při zpracování práce.

Abstrakt:

Obsahem této práce bylo zpracování projektu realizační dokumentace rekreačního objektu v Českém ráji. V rámci projektu byly zpracovány vybrané stavební výkresy, včetně zvolené stěny tvořené roubenou konstrukcí, jakož i průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva a vybrané situační výkresy. Součástí práce bylo posouzení vybraných variant obvodových plášťů. Byly zvoleny tři varianty obvodových plášťů, a to varianty S1 – BSH roubený profil o tloušťce 240 mm, SB – skladba DEKPANEL R 1.2.2 a SC – BSH roubení s vloženou izolací. Varianta S1 byla použita v návrhu objektu. Varianty byly porovnány z pohledu časové a finanční náročnosti a stavebně tepelné techniky. V rámci projektu byly staticky posouzeny tři stavebně konstrukční spoje a jeden konstrukční prvek. Dílčí částí práce byl výstup pro CNC. Porovnáním skladeb bylo potvrzeno, že skladby SB a SC splňují požadavky stavebně tepelné techniky, ale jsou složitější z pohledu výstavby. Varianta SB vyjde cenově draž, ve srovnání s S1 a SC. Navržený prvek a konstrukční spoje vyhověly statickému posouzení.

Klíčová slova: Roubený dům; projektová dokumentace; konstrukční detaily; obvodový plášť

Abstract:

The scope of this work was the elaboration of the project documentation of the recreational facility in the Bohemian Paradise. The project included selected construction drawings, including the selected wall consisting of a timbered structure, as well as an accompanying report, a summary technical report and selected situational drawings. The work included the assessment of selected variants of the envelope. Three variants of the envelope were selected, namely S1 - BSH timber profile with a thickness of 240 mm, SB - DEKPANEL R 1.2.2 composition and SC - BSH timber profile with inserted insulation. Variant S1 was used in the design of the building. The options were compared in terms of time and financial requirements and construction and thermal engineering. Three structural joints and one structural element were structurally assessed as part of the project. The output for the CNC was an integral part of the work. By comparing the compositions, it was confirmed that the SB and SC compositions meet the requirements of building thermal technology, but are more complex from a construction perspective. The SB variant comes out more expensive, compared to S1 and SC. The proposed element and structural connections passed the structural assessment.

Keywords: Timber log-house; project documentation; construction details; building envelope

Obsah

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 14 |
| 2 | Cíl práce | 15 |
| 3 | Literární rešerše..... | 16 |
| 3.1 | Historie roubených staveb..... | 16 |
| 3.1.1 | Historie roubených staveb a jejich odlišnosti | 16 |
| 3.1.2 | Používané typy rohové vazby | 17 |
| 3.1.3 | Štíty a ozdobné tesařské detaily | 21 |
| 3.1.3.1 | Štíty | 21 |
| 3.1.3.2 | Kabřince | 21 |
| 3.1.3.3 | Kočíčí procházka..... | 21 |
| 3.2 | Příklady lokální lidové architektury v oblasti Českého ráje | 22 |
| 3.2.1 | Dlaskův statek | 23 |
| 3.2.2 | Kamenářský dům | 24 |
| 3.2.3 | Kopicův statek..... | 25 |
| 3.2.4 | Boučkův statek..... | 26 |
| 3.2.5 | Sobotecko..... | 26 |
| 3.3 | Varianty obvodových stěn používané v minulosti | 27 |
| 3.3.1 | Historicky používané varianty | 27 |
| 3.3.2 | Dřeviny používané na roubené stavby v minulosti | 28 |
| 3.4 | Varianty obvodových stěn používané v současnosti..... | 29 |
| 3.4.1 | Současná situace s roubenými stavbami | 29 |
| 3.4.2 | Principy moderních obvodových stěn..... | 29 |
| 3.4.2.1 | Roubení z lepených BSH profilů | 30 |
| 3.4.2.2 | Roubení s vloženou izolací | 31 |
| 3.4.2.3 | DEKPANEL roubenka..... | 31 |
| 3.4.2.4 | Vnitřní nosné roubení s vnějším dřevěným obkladem..... | 33 |
| 3.4.2.5 | Oboustranný obklad na nosné rámové konstrukci | 34 |
| 3.4.2.6 | Masivní dřevěný panel s izolací a vnějším provětrávaným obkladem .. | 34 |
| 3.4.3 | Progresivní metody | 34 |
| 3.4.3.1 | BSH roubení s vyfrézovanými drážkami pro izolaci | 34 |
| 3.4.3.2 | Thermo-log..... | 35 |
| 3.5 | Specifické řešení detailů u roubených dřevostaveb | 36 |
| 3.5.1 | Sedání konstrukce | 36 |
| 3.5.2 | Praskání trámů..... | 36 |
| 3.5.3 | Základový trám | 37 |
| 3.5.4 | Vnitřní rozvody v roubence | 39 |
| 3.5.5 | Napojení dalších stěn na roubení | 40 |
| 3.5.6 | Spáry | 42 |
| 3.5.7 | Stropní trámy..... | 45 |
| 3.5.8 | Těsnost mezi trámy a u nárožního spoje | 46 |
| 3.5.9 | Ukončení obvodové stěny u stavebních otvorů | 48 |
| 3.5.10 | Konstrukce patra | 49 |
| 3.5.11 | Vhodné dřeviny vzhledem k jejich funkci a případy jejich použití | 50 |
| 3.5.12 | Povrchová úprava roubených stěn | 51 |
| 3.6 | Prevence působení abiotických a biotických činitelů u roubených staveb | 52 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.7 | Aktuální výzkumy v oblasti masivních dřevostaveb | 53 |
| 3.7.1 | Akustika roubených a srubových staveb | 53 |
| 3.7.2 | Minimalizace nedřevěných materiálů | 53 |
| 3.7.3 | Nulový dům s roubenou konstrukcí | 54 |
| 4 | Metodika | 55 |
| 4.1 | Projektová dokumentace pro realizaci staveb | 55 |
| 4.2 | Variantní řešení obvodového pláště | 55 |
| 4.2.1 | Popis zvolených variant | 55 |
| 4.2.2 | Vybrané detaily (M 1:10)..... | 55 |
| 4.2.3 | Finanční a časové porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů.56 | |
| 4.2.4 | Porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů z hlediska stavební tepelné techniky | 56 |
| 4.3 | Statický posudek konkrétního zvoleného konstrukčního prvku a tří detailů konstrukčních spojů..... | 56 |
| 4.3.1 | Stálá zatížení | 57 |
| 4.3.2 | Výpočet zatížení od sněhu | 57 |
| 4.3.3 | Výpočet zatížení od větru..... | 57 |
| 4.4 | Výstup vybrané části dokumentace pro CNC stroj | 57 |
| 5 | Projektová dokumentace pro realizaci staveb | 59 |
| 5.1 | A Průvodní zpráva (30)..... | 59 |
| A | Průvodní zpráva (30)..... | 59 |
| A.1 | Identifikační údaje (30) | 59 |
| A.2 | Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení (30) ... | 60 |
| A.3 | Seznam vstupních podkladů (30) | 62 |
| 5.2 | B Souhrnná technická zpráva | 63 |
| B.1 | Popis území stavby (30)..... | 63 |
| B.2 | Celkový popis stavby (30) | 68 |
| B.4 | Dopravní řešení (30) | 78 |
| B.5 | Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav (30)..... | 78 |
| B.6 | Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana (30) | 78 |
| B.7 | Ochrana obyvatelstva (30) | 80 |
| B.8 | Zásady organizace výstavby (30)..... | 80 |
| B.9 | Celkové vodohospodářské řešení (30) | 80 |
| 5.3 | C Situační výkresy (30)..... | 81 |
| 5.4 | D Dokumentace objektů..... | 82 |
| 6 | Variantní řešení obvodového pláště | 83 |
| 6.1 | Popis zvolených variant | 83 |
| 6.1.1 | Skladba S1 – BSH roubení 240 mm | 84 |
| 6.1.2 | Skladba SB – DEKPANEL R 1.2.2 | 85 |
| 6.1.3 | Skladba SC – Roubení s vloženou izolací..... | 86 |
| 6.2 | Vybrané detaily | 87 |
| 6.2.1 | Detaily provedení napojení obvodových stěn v rozích | 87 |
| 6.2.2 | Detaily prostupu stropních trámů obvodovou stěnou | 87 |
| 7 | Výsledky | 89 |
| 7.1 | Finanční a časové porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů.89 | |
| 7.1.1 | Finanční porovnání variant | 89 |
| 7.1.2 | Porovnání časové náročnosti..... | 90 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 7.2 | Porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů z hlediska stavební tepelné techniky | 93 |
| 7.2.1 | Požadavek na omezení tepelných ztrát budovy | 93 |
| 7.2.2 | Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu stavební konstrukce | 94 |
| 7.2.3 | Požadavky na vlhkostní bezpečnost..... | 94 |
| 7.3 | Statický posudek zvoleného konstrukčního prvku a tří detailů konstrukčních spojů | 95 |
| 7.3.1 | Stanovení zatížení na konstrukci krovu | 95 |
| 7.3.1.1 | Popis řešeného krovu | 95 |
| 7.3.1.2 | Statické schéma krovu..... | 95 |
| 7.3.1.3 | Stálá zatížení | 96 |
| 7.3.1.4 | Zatížení sněhem | 97 |
| 7.3.1.5 | Zatížení větrem..... | 98 |
| 7.3.2 | Statický posudek zvoleného konstrukčního prvku..... | 99 |
| 7.3.3 | Posudek tří stavebních detailů konstrukčních spojů | 103 |
| 7.3.3.1 | Posudek spoje krokev – kleština | 103 |
| 7.3.3.2 | Posudek spoje krokev – krokev..... | 106 |
| 7.3.3.3 | Spoj krokve a vaznice | 109 |
| 8 | Diskuse..... | 111 |
| 9 | Závěr | 112 |
| 10 | Použitá literatura | 113 |
| 11 | Seznam příloh..... | 118 |

Seznam obrázků

| | |
|---|-----|
| Obrázek 1 Rybinový nárožní spoj (archiv autora) | 18 |
| Obrázek 2 Zámkový spoj, lovecké chata nedaleko Pradědu (archiv autora) | 19 |
| Obrázek 3 Vybrané nárožní spoje [3] | 20 |
| Obrázek 4 Detail roubení s nárožní vazbou zámkového typu (Kamenářský dům, Turnov) (archiv autora) | 20 |
| Obrázek 5 Provedení štítů [3] | 21 |
| Obrázek 6 Dlaskův statek (archiv autora) | 23 |
| Obrázek 7 Roubený špýchar u Dlaskova statku (archiv autora) | 24 |
| Obrázek 8 Kamenářský dům v Turnově (archiv autora) | 25 |
| Obrázek 9 Kopicův statek (archiv autora) | 26 |
| Obrázek 10 DEKAPNEL R 1.2.2 [15] | 32 |
| Obrázek 11 BSH roubení s vyfrézovanými drážkami [11] | 35 |
| Obrázek 12 Thermo-log [16] | 36 |
| Obrázek 13 Provedení napojení obvodové stěny na základy u Kamenářského domu v Turnově (archiv autora) | 37 |
| Obrázek 14 Možnosti provedení napojení obvodové stěny na základy při rekonstrukci [19] | 38 |
| Obrázek 15 Předem vyfrézované otvory pro rozvody v BSH roubení [20] | 40 |
| Obrázek 16 Provedení spoje dvou na sebe kolmých roubených stěn [3] | 41 |
| Obrázek 17 Viditelná vazba vnitřní příčky u Kamenářského domu v Turnově (archiv autora) | 42 |
| Obrázek 18 Moderní varianta provedení spár [23] | 43 |
| Obrázek 19 Provedení spár a provedení sloupku (archiv autora) | 44 |
| Obrázek 20 Detail prostupu stropního trámu obvodovou stěnou (archiv autora) | 46 |
| Obrázek 21 Detail provedení rohového spoje s perem a drážkou proti „profouknutí“ [24] | 47 |
| Obrázek 22 Řešení netěsnosti rohového spoje PU páskami [12] | 47 |
| Obrázek 23 Sloupek dveří (archiv autora) | 48 |
| Obrázek 24 Sloupková konstrukce stěny štítu (archiv autora) | 50 |
| Obrázek 25 Zvolené varianty | 83 |
| Obrázek 26 Varianta S1 | 84 |
| Obrázek 27 Varianta SB | 85 |
| Obrázek 28 Varianta SC | 86 |
| Obrázek 29 Statické schéma použitého modelu | 96 |
| Obrázek 30 Statický model posuzovaného sloupu | 100 |
| Obrázek 31 Provedení spoje kleštiny – krokev | 103 |
| Obrázek 32 Provedení spoje krokev – krokev | 106 |
| Obrázek 33 Návrh rozmístění hřebíků | 109 |
| Obrázek 34 Osedlání krokve na vaznici | 110 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 Cenové porovnání třech variant [11] | 33 |
| Tabulka 2 Seznam výkresové dokumentace | 82 |
| Tabulka 3 Přehled skladeb variant obvodových stěn..... | 84 |
| Tabulka 4 Porovnání výsledných cen zvolených variant..... | 89 |
| Tabulka 5 Porovnání variant z hlediska časové náročnosti, výpis jednotlivých pracovních úkonů | 91 |
| Tabulka 6 Harmonogram výstavby pro jednotlivé varianty ve dnech | 92 |
| Tabulka 7 Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla zvolených variant | 94 |
| Tabulka 8 Výpočty stálých zatížení na konstrukci krovu | 97 |
| Tabulka 9 Přepočet plošných zatížení od větru..... | 99 |

Seznam zkratk

U – součinitel prostupu tepla [$W/m^2.K$]

S1 – Skladba obvodového pláště použitá v projektu – BSH roubení 240 mm

S1R – Skladba obvodového pláště použitá v projektu rozšířená – BSH roubení 410 mm

SB – Skladba obvodového pláště DEKPANEL R 1.2.2

SC – Skladba obvodového pláště Dvojité roubení s vloženou izolací

$U_{N,20}$ – Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro konstrukce vytápěných budov s návrhovou relativní vlhkostí vzduchu $\leq 60\%$ [$W/m^2.K$]

BSH – lepené lamelové dřevo

CNC – computer numeric control

S_d – ekvivalentní difúzní tloušťka

PU – polyuretan

SDK – sádrokarton

NP – nadzemní podlaží

ČSN – česká technická norma

EN – evropská norma

ZPF – zemědělský půdní fond

PE – polyetylen

PENB – průkaz energetické náročnosti budovy

ZTI – zdravotně technické instalace

XPS – extrudovaný polystyren

EPS – expandovaný polystyren

KVH – masivní konstrukční dřevo, nastavované zubovitým spojem

SM – smrk

OSB – orientované třískové desky

P+D – pero a drážka

MSÚ – mezní stavy únosnosti

1 Úvod

Roubené stavby mají v našich zemích dlouholetou historii a k naší architektuře neodmyslitelně patří. Mnoho lidí si je spojuje s klasickou krajinou českých zemí a také oprávněně, protože právě tento typ lidové architektury je pro ni v mnoha ohledech unikátní a některé prvky roubených staveb jinde, než u nás nenalezneme.

Navzdory všem moderním stavebním postupům a novodobým materiálům zůstávají roubenky součástí naší kultury a v současnosti dokonce zažívají nárůst v oblíbenosti. Možná pro svou jednoduchost, ale zejména pro vlastnosti dřeva, které se nyní dostávají do popředí. Dřevo je totiž materiál ekologický a stále ještě velmi dobře dostupný. Nabízí se tedy otázka, jestli budou v budoucnu roubené stavby nabízet jednu z alternativ udržitelného bydlení.

Tato práce se pokusí dát přehled jak historie roubených staveb a dříve používaných stavebních postupů, tak i moderní náhled na problematiku masivních dřevostaveb. Budou porovnány jednotlivé přístupy a konstrukční systémy, buďto přímo roubených staveb, nebo staveb, které se jimi inspiroují a snaží se z nich vycházet, či zachovat některé jejich vlastnosti. Součástí textu bude také popis běžných, často problematických detailů těchto staveb, jakož i jejich propojení s tradičním vzhledem roubenek. V neposlední řadě bude část práce věnována stavbám v regionu, kde se navrhovaný objekt nachází.

2 Cíl práce

Cílem práce je vypracování realizační dokumentace roubené dřevostavby – rekreačního objektu. Součástí DP je návrh alternativních variant obvodových konstrukcí včetně vybraných detailů. Variantní řešení budou následně srovnány z hlediska tepelné fyziky, finanční a časové náročnosti. Součástí práce bude vypracování statického posudku konkrétního zvoleného konstrukčního prvku a třech detailů konstrukčních spojů. Dalším výstupem je výkresová dokumentace vybraného prvku jako výstup pro výrobu dřevostavby.

3 Literární rešerše

Diplomová práce se zabývá návrhem roubené dřevostavby v oblasti Českého ráje. Obsahem literární rešerše bude jak historie této lidové architektury, tak běžně používané postupy stavby, popis stavebních detailů, ale i rekonstrukce, případně prevence a ochrana staveb z masivního dřeva. V současné době jsou roubené stavby velmi oblíbené, navzdory jejich nevyhovujícím parametrům z pohledu tepelné fyziky. Součástí textové části tedy bude i rozbor modernějších postupů stavby, a právě variant obvodových plášťů staveb s ohledem na používané materiály.

3.1 Historie roubených staveb

3.1.1 Historie roubených staveb a jejich odlišnosti

Terminologie roubených staveb se do jisté míry překrývá se srubovými stavbami. V obou případech se jedná o svázané trámy, které jsou na sebe pokládány buď po celé délce, nebo pouze v nárožních spojích. Ponechaným mezerám mezi trámy se někdy říká „skouly“. [1] Roubené stavby většinou nemají v rozích přesahy a pokud ano, tak jsou minimální. Jsou většinou hraněné ze všech 4 stran, až na výjimky. V minulosti byly trámy běžně hraněné jen ze dvou stran, ale existovalo i více variant, třeba šestiboké, nebo půlkulaté trámy. Trámy s přesahy přes rohový spoj, a často půlkulatého tvaru, se vyskytují spíše ve východní Evropě, v Rusku, nebo na Ukrajině. [2]

Historicky provází roubené konstrukce lidstvo už od pravěku a konstrukčně se rozvíjely hlavně po stránce rohových vazeb, nebo používaných způsobů opracování.

Dříve byly stavby mnohem běžnější i ve městech, ale zejména z důvodů nebezpečí požárů se začaly stavět více kamenné a později zděné stavby. Později se roubenky staly záležitostí hlavně venkova a horských oblastí, také díky dobré dostupnosti dřeva na stavby.

K největšímu rozvoji roubené architektury a ustálení regionálních zvyklostí vzhledu staveb došlo v 18. století, zejména k jeho konci. V této době došlo také k zásadnímu rozvoji tesařských detailů, vzhledu štítů a tvarosloví střeš, a tak

můžeme z této doby nalézt roubené stavby tak jak je známe dnes. Ze stejného období také pochází většina dochovaných staveb.

Další přelom přišel později se vznikem kombinovaných staveb. Stavby měly často roubenou část a část zděnou.

Ačkoliv se v Čechách zpříšňovaly protipožární zákony, tak roubené stavby vznikaly i nadále, povětšinou v horských oblastech, třeba ve formě loveckých chat. S postupem času se také změnila skladba dřevin na našem území a smrkové dřevo začalo být dominantním stavebním materiálem roubenek. [2]

Další odnoží roubených staveb jsou podstávkové domy. Podle historiků vznikly kontaktem gotiky se slovanskou kulturou. Jedná se o záležitost našeho pohraničí s Německem, typicky České Švýcarsko, nebo Lužické hory, ale právě i oblast Českolipska, nebo Českého ráje. Podstávkové domy se liší od roubených staveb funkcí roubení. Roubení totiž postrádá hlavní nosnou funkci, kterou za ní přebírají sloupky a trámy držící nadzemní podlaží. Takzvaná podstávka je předsunuta do exteriéru před roubení a tvořena sloupky, pásky a ližinami. Taková konstrukce byla zavedena, protože lépe odolává zatížení od nadzemních podlaží a střechy než roubení, které se mohlo rozjíždět. Německé roubenky mají trámy více oválného tvaru. [3]

3.1.2 Používané typy rohové vazby

Nejjednodušším typem vazby v nároží je přeplátování. Podstatně složitější, ale také výrazně pevnější je spoj rybinový. Rybinové přeplátování neboli rybina má svůj název podle tvaru rybího ocasu a je podstatně těžší na výrobu. Čela trámů mají lichoběžníkový tvar, který se směrem do stěny zužuje. Brání rozestoupení trámů v rohových spojkách a je dodnes nejběžnější a žádaný i u novostaveb pro svůj charakteristický vzhled.



Obrázek 1 Rybinový nárožní spoj (archiv autora)

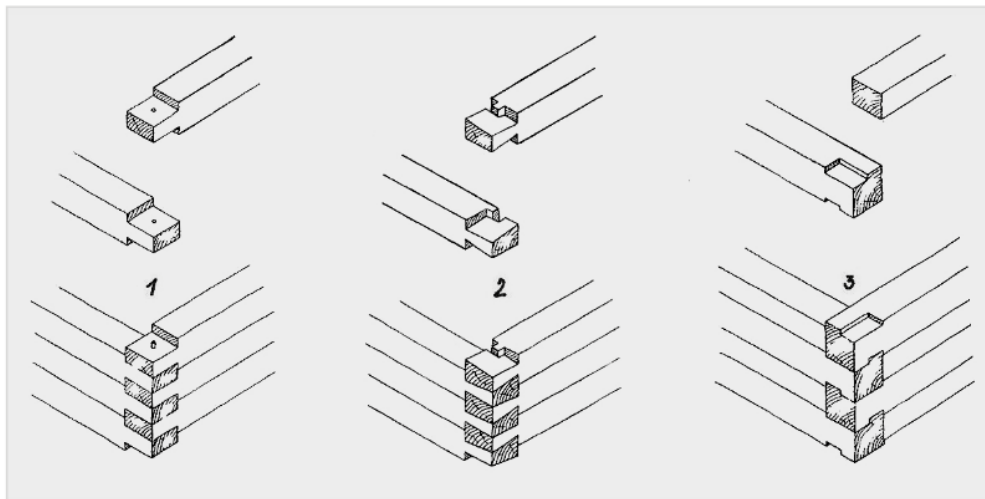
Zajímavostí je takzvaný zámkový spoj, který už není tak běžný. Nachází se třeba v oblasti Nového Boru, České Lípy, nebo v Českém ráji. Stejně jako rybinový spoj nemá úplně standardizované rozměry, jedná se o kombinaci dlabů, tesařských zámků, které do sebe zapadají a zajišťují prostorovou tuhost stavby. Vzhledem k oblasti jeho rozšíření se tomuto spoji někdy říká „sudetský zámek“ [2]



Obrázek 2 Zámkový spoj, lovecké chata nedaleko Pradědu (archiv autora)

Vývoj těchto spojů vedl k dalším typům, jako jsou různé spoje na pero a drážku. Ty jsou buďto napojeny v rohu se sloupem, nebo modernější trámy mají i po celé své délce tento typ spoje, čímž zajišťují velkou tuhost stavby a zároveň výrazně zlepšují utěsnění. [2]

Pro ilustraci následuje obrázek některých běžně používaných spojů. První obrázek je spoj na dvojité plát zajištěný kolíkem, druhý ukazuje rybinový spoj obohacený o drážku a západku, tímto lze získat těsnější rohový spoj a zamezit profukování větru (jeden z běžně problematických detailů roubenek) a poslední je zámkový spoj, nebo také někdy nazývaný karpový hák. [3]



Obrázek 3 Vybrané nárožní spoje [3]



Obrázek 4 Detail roubení s nárožní vazbou zámkového typu (Kamenářský dům, Turnov) (archiv autora)

Obrázek 4 byl vyfocen v Turnově na Kamenářském domě. Kamenářský dům a jeho nárožní vazba byly jednou z inspirací diplomového projektu. O samotném domě bude poskytnuto více informací v pozdějších kapitolách.

3.1.3 Štíty a ozdobné tesařské detaily

3.1.3.1 Štíty

Roubená architektura se pyšní mnoha způsoby zdobení štítů. Správně provedené bednění štítu zajišťuje dobré stékání vody ze štítu, a tedy zajišťuje jeho konstrukční ochranu. Většinou nalezneme ve štítech bednění jednoduše umístěné na laťových roštích, méně často se jedná o hrázděnou konstrukci. [3] Je velmi důležité, aby mohl být štít provětrávaný a nedocházelo k zadržování vlhkosti. Štíty jsou často určujícím znakem pro lokalitu, ve které se stavba nachází.



Obrázek 5 Provedení štítů [3]

Existuje více teorií, proč jsou štíty rozdělené do více částí a tvoří zdobné celky. Pravděpodobně se ovšem nejedná o čistě estetický záměr, ale také praktický. Jednak šlo na štíty použít kratší řezivo a také, když třeba část uhnula, protože jsou jednotlivé části namáhány různě, tak se nemusely měnit větší celky. Unikátní štíty s krásnými vzory se nachází v oblasti Lomnice nad Popelkou. [3]

3.1.3.2 Kabřince

Tento ozdobný prvek bývá použit jako zakončení hřebene nad štítem, jedná se o oválnou polovalbu vystupující nad štít domu.

3.1.3.3 Kočičí procházka

V některých lokalitách se můžeme setkat s dalším ozdobným detailem ve štítech. Kočičí procházkou se někdy nazývají malé galerie s vyřezanými sloupky, balustry.

3.2 Příklady lokální lidové architektury v oblasti Českého ráje

Chráněná krajinná oblast Český ráj je nejstarší velkoplošné chráněné území v České republice. Je známá zejména pro svá skalní města, velké množství hradů, zámků a drobných památek spojených s dlouholetým osídlením této krajiny. Někdy bývá zapomínáno na důležitost místní architektury, která doplňuje přírodní krásy lokality. Do dnešní doby se zachovalo mnoho, často i velmi starých, objektů využívajících roubenou architekturu, velké množství z nich je památkově chráněno. Stejně, jako i v dalších oblastech, zejména českého pohraničí, a tedy často v horských oblastech, nacházíme i zde typické prvky regionální lidové architektury.

Mezi nejvíce dostupné stavební materiály této oblasti patří kromě dřeva také pískovec, a právě jeho dostupnost zapříčinila časté užívání tohoto materiálu, zejména na základy staveb. V členité krajině Českého ráje plné drobných údolí a strží bylo často potřeba vyrovnat svah, případně využít blízkých skal, jako části obydlí, buďto v nich udělat samostatné místnosti, nebo třeba na nich konstrukci pouze založit. U většiny staveb tohoto regionu nalézáme dřevěnou část, světnici a zděnou zadní část, často právě z pískovce. [2]. Další využití pískovce bylo na ozdobné vchody, rámy oken, nebo třeba brány u větších statků. Asi nejvýrazněji se do staveb pískovec a přilehlé skály zapojovali v oblasti Českého ráje, na Kokořínsku a na Českolipsku.

Dalším velmi výrazným prvkem v této oblasti jsou zdobené lomenice, tedy trojúhelníkové, ale někdy i lichoběžníkové štíty domu. Zejména v oblasti nedaleké Lomnice nad Popelkou jim byla věnována velká pozornost. Štítům bude věnována samostatná kapitola.

Okolí Turnovska je ovšem významné pro své patrové roubené stavby, ne tak typické pro jiné lokality. Tyto stavby jsou charakteristické pro své specifické podstávkové konstrukce a dále pro časté velmi detailně zdobené lomenice, okna a pavlače. [2]Příkladem této architektury je například Dlaskův statek v Dolánkách u Turnova.

3.2.1 Dlaskův statek

Dlaskův statek je jednou z významných památek Turnovska a pro své atraktivní umístění je zejména v dnešní době velmi vyhledávaný. Mimo jiné funguje jako muzeum lidové architektury a také se v něm konají trhy, masopusty a další tradiční lokální akce.

Z pohledu architektury se jedná o patrovou roubenou stavbu z 18. století, přesněji z roku 1716, která hned na první pohled zaujme svou, pro Pojizeří typickou, skládanou lomenicí. [4] Vedle hlavní budovy se také nachází roubený špýchar neboli sýpka k uskladnění zrní. Velmi výrazná je také pavlač budovy. V rozích můžeme nalézt zámkovou vazbu roubení, typickou pro místní oblast, ale také třeba pro Českolipsko. [2] Dlaskův statek je národní kulturní památkou a je nádherným příkladem tohoto typu lidové architektury.



Obrázek 6 Dlaskův statek (archiv autora)



Obrázek 7 Roubený špýchar u Dlaskova statku (archiv autora)

3.2.2 Kamenářský dům

Ačkoliv se s roubenými stavbami setkáváme spíše na vesnicích, můžeme i v Turnově najít městský roubený dům. Jedná se ovšem o kopii domu z 19. století, který byl posledním městským roubeným domem ve městě a zanikl koncem minulého století. Velmi zajímavá je jeho mansardová barokní střecha. [5] Na rohovou vazbu stěn je zde opět použit zámkový spoj.



Obrázek 8 Kamenářský dům v Turnově (archiv autora)

3.2.3 Kopicův statek

Za další významnou roubenou stavby krajiny Českého ráje lze považovat Kopicův statek. Jedná se opět o patrovou budovu, s výraznou lomenicí, pavlačí a zdobenými okny. Zajímavostí místa je také využití pískovce, kdy majitel statku Vojtěch Kopic do místních skal vytesával umělecké reliéfy. Na budově můžeme nalézt další typický architektonický prvek, kabřinec, tedy polovalbové, často oválné, zakončení hřebene u štítu. (bohužel není viditelný na fotografii níže) [2]



Obrázek 9 Kopicův statek (archiv autora)

3.2.4 Boučkův statek

Nacházející se v turisticky velmi oblíbené lokalitě na Malé Skále i Boučkův statek je krásným příkladem roubeného patrového domu. Za zmínku určitě stojí vysoká lomenice, nebo empírově laděné orámování oken do světnice. Světnice se nazývá místnost orientovaná převážně na jih, nebo západ, většinou ve dřevěné části stavby, která byla hlavní obytnou částí domu. Naproti objektu se nachází roubený vejmínek. [6]

3.2.5 Sobotecko

V okolí Sobotky a okolí hradu Kost se nalézají mnoho dodnes dochovaných často celoroubených objektů, mnohdy také patrových. Jsou opět typické pro propracované lomenice, pavlače, kabřince a další prvky místní lidové architektury. Zajímavostí je používání renesančních tvarů na rámech oken a dveří. [2]

Asi nejznámější vesnicí na Sobotecku, kde najdeme roubenou lidovou architekturu je Vesec u Sobotky. Ve vesnici je vyhlášena památková zóna a najdeme v ní velké

množství roubených patrových domů. Další patrové domy můžeme najít třeba v nedaleké Samšíně, v Kacanovech, Modřišicích a dalších vesnicích Českého ráje a jeho okolí.

V současné době, tak jako i jinde v České republice se roubenkám i v Českém ráji dostává velké pozornosti. Mnoho je jich buďto rekonstruováno, mnohdy velmi citlivě, s ohledem na jejich historii, ale mnoho dalších se staví nových a jejich oblíbenost stále roste, stejně tak, jako například v Krkonoších, nebo Jizerských horách.

3.3 Varianty obvodových stěn používané v minulosti

3.3.1 Historicky používané varianty

V minulosti bylo dřevo v podstatě nejdostupnější materiál, zejména v Českém hornatém pohraničí, proto jej lidé přirozeně používali jako stavební materiál pro své domy. Jedním z hlavních principů staveb té doby, z dnešního pohledu velmi omezených z hlediska používaných stavebních materiálů, byla jednoduchost. Stavby tedy využívaly na obvodové stěny pouze dřevěné trámy a tyto trámy na sebe většinou dosedaly jen v nárožích, méně často poté v celé své délce. Mezery mezi trámy bývaly vyplněny hliněnou mazaninou s kombinací různých právě dostupných materiálů, jako mechu, slámy a dalších. U většiny vesnických roubených domů nalezneme část roubenou, světnici a část zděnou. Toto rozdělení dává smysl z více důvodů, vycházejících ze základních vlastností materiálů. Dřevo velmi dobře izoluje teplo, ale nemá významné akumulaci schopnosti, proto se v celodřevěné místnosti dá rychle vytopit na dostatečné teplo, kdežto ve zděné části domu, kde bývala umístěna kuchyně se teplo udrží déle, ale trvá déle, než se nahřeje. Dřevo má také nižší trvanlivost při působení vlhkosti, třeba ze zmiňované kuchyně, či koupelny, a proto je vhodné tyto místnosti umístit do zděných částí. Jak bylo již zmíněno, na zděné části byl v oblasti Českého ráje často využíván pískovec, jako velmi dostupný stavební materiál.

Varianty stěn se v minulosti tedy lišily spíše dřevinami a typem nárožních vazeb. Typy vazeb byly popsány v rámci historie roubených staveb. Následující kapitola popíše, jaké byly na stavbu používány druhy dřev a jak ovlivnila historie četnost jejich užívání.

3.3.2 Dřeviny používané na roubené stavby v minulosti

Historickými určujícími faktory pro výběr dřeviny na stavbu roubeného domu byly zejména dostupnost dřeva, jeho opracovatelnost a rovinnost kmene. Vzhledem k dřívější skladbě lesů, která se od té dnešní lišila asi nejvíce ve větším zastoupení jedle, byla tato dřevina pro stavbu využívána nejvíce. [7] Souvisí to také s její vhodnou geometrií. Kolář a kol. například zmiňují ve své práci několik základních druhů dřevin používaných na všechny dřevěné konstrukce mezi 15. a 19. stoletím. Těmito dřevinami byla jedle, smrk, borovice a dub. Jedle byla častěji používána na Moravě a ve Slezsku, kdežto smrk naopak v západních a středních Čechách. Dostupnost dubu v nížinných oblastech středních Čech ho předurčila k častějšímu užívání v těchto lokalitách. Následné vysazování smrkových monokultur vedlo k velkému nárůstu užívání této dřeviny zejména koncem 19. století. [8] V této době pozorujeme také opět zvýšený zájem o roubené dřevostavby, zejména v horských oblastech. [2] Zajímavé je, že během let zažívaly vždy roubenky období, kdy byly velmi oblíbené a období, kdy se na ně třeba i trochu pozapomnělo, ale navzdory tomu se tento typ architektury příliš nezměnil a zachoval si svůj osobitý ráz.

Pro srovnání, v sousedním Rakousku bylo zjištěno, že na většinu domů byl použit smrk, dále také jedle a modřín a období ze kterých máme dochované roubenky se shodují s tím u nás. Klockner dále uvádí modřín jako teoreticky nejvhodnější dřevinu mimo jiné z důvodu vyššího obsahu pryskyřice. Na druhou stranu modřín nemá běžně tak rovný kmen, jako smrk a jedle. [9] Poměrně v historii se stavby z masivních trámů v Rakousku stavěly v 80 % případů ze smrku 18 % bylo z modřínu a 12 % z jedle, což bylo ovlivněno opět zejména dostupností dřevin. Průměrná tloušťka stěn v této oblasti se pohybovala od 148 mm na úpatích hor po 178 ve vyšších lokalitách. Většina dřeva byla pokácena v zimním období. [10]

3.4 Varianty obvodových stěn používané v současnosti

3.4.1 Současná situace s roubenými stavbami

Roubené stavby se navzdory neustále se měnícím nárokům a technologiím zachovaly i do dnešních dob a při jejich výstavbách je ve většině případů dbáno na jejich architektonickou hodnotu. U nových staveb je třeba dodržet lokální architektonické zvyky dané oblasti.

Co se ale změnilo, jsou možnosti stavby roubenek, a to zejména z pohledu materiálů, používaných technologií a případně ochrany dřeva.

Se zvyšujícími se nároky na snížení negativních vlivů na životní prostředí, zejména snižování emisí CO² a obecně se snižováním energetické náročnosti staveb je třeba nahlížet i na roubené stavby novými způsoby. Martínek a Svobodová uvádějí, že masivní trám, tak aby splňoval hodnoty na prostup tepla, tedy $U_{N,20} = 0,30$ [W/m².K], tak by musel mít orientačně tloušťku 570 mm (orientačně proto, že ve výpočtu není zahrnut vliv spár mezi trámy). [11] Čistě roubená stavba o běžné šířce profilu stěny nemůže splňovat energetické standardy, a proto se firmy, které dřevostavby s roubenými stěnami staví snaží přicházet s vlastními metodami, jak tyto požadavky splnit. Následující kapitoly zmíní některé používané metody.

V další kapitole bude popsáno, jak dosáhnout lepších parametrů změnami obvodových pláštů.

3.4.2 Principy moderních obvodových stěn

Se stále se zvyšujícími požadavky na tepelnou úsporu a ekologické bydlení dochází ke vzniku nových typů konstrukčních systémů, které, ačkoliv navazují na tradici roubených a srubových domů, s nimi v mnoha případech mají jen velmi málo společného. V této kapitole bude poskytnut základní přehled možných variant, se kterými se dnes můžeme setkat.

Mezi základní metody, které odlišují moderní roubenky od klasických řadíme:

- Přidání izolace
- Používání BSH profilů

- Zúžení profilů, často s přidáním druhé vrstvy roubení a vložení izolace
- Vytvoření imitace roubení jako venkovního, či vnitřního obkladu
- Vytváření difuzně uzavřených obvodových plášťů

Za zmínku určitě stojí nevýhody pohledového roubení v interiéru. S roubením v interiéru nám vzniká hned několik problémů, od těch menších, například, že roubení hodně zachytává prach, po větší problémy, jako zejména s rozvody elektřiny. Pro mnoho lidí řeší kombinace vnitřní stěny jiného, než roubeného typu a vnějšího nosného roubení tyto problémy a estetický vzhled roubenky při pohledu z exteriéru je pro ně důležitější. Problematika rozvodů v roubenkách bude tématem jedné z pozdějších kapitol.

Ve své podstatě se moderními postupy snažíme plnit požadavky vzhledu, praktičnosti, variability a energetických úspor.

3.4.2.1 Roubení z lepených BSH profilů

Tato varianta je klasické roubené konstrukci nejbližší a nabízí mnoho výhod, nespĺňuje však požadavky na prostup tepla konstrukcí, protože se stále jedná o čisté dřevěný masivní profil, u něhož při běžných rozměrech nedosáhneme požadovaných vlastností. Tyto profily jsou vyráběny převážně na CNC obráběcích strojích s vysokou přesností z BSH, tedy lepeného lamelového dřeva. Lze u nich získat velmi snadno požadovaný tvar s vysokou přesností. Velkou výhodou je také možnost vytvoření pera a drážky, a tedy zajištění dostatečně pevného spojení jednotlivých trámů k sobě. Vzhledem k tomu, že se stále jedná o kontakt „dřevo na dřevo“ je třeba zajistit dostatečnou vzduchotěsnost spojů, čehož se dosahuje přiložením pěnových pásek mezi spoje. Jednou z hlavních výhod BSH je, že se jedná o vysušené řezivo. Jednotlivé lamely BSH profilů jsou před procesem slepení vysušeny na vlhkost 10-12 % a při zabudování do konstrukce by jejich vlhkost neměla překročit 15 %. Používá se zejména smrkové dřevo, mimo jiné proto, že je vhodné k lepení. Díky garantované nízké vlhkosti trámů je minimalizováno sedání stavby, tak jak je tomu běžné u roubených staveb stavěných většinou z mokrého dřeva. [12]

Mezi hlavní nevýhody BSH řadíme bezesporu jejich vyšší cenu a také pro mnoho lidí nevyhovující fakt, že zejména na čelech v rohových spojih lze vidět jednotlivé

lamely. Na druhou stranu BSH profily budou dlouhodobě mnohem méně praskat na čelech než trámy z jednoho kmene. I toto praskání je však u některých zákazníků žádoucím charakteristickým jevem u roubenek.

3.4.2.2 Roubení s vloženou izolací

Tato varianta funguje na principu vložení vrstvy izolace mezi dvě roubené stěny se zúženými profily. Na tyto konstrukce stejně tak jako na ty další se používají zejména BSH profily, mimo jiné proto, že mají lepší tvarovou stálost. Mezi vnitřním roubením a izolací bohužel nemůže být zajištěno provětrávání vnitřních ploch dřevěných prvků. Bohužel provětrávání prakticky nelze dosáhnout, nebo by to bylo příliš komplikované. Je zde tedy zvýšené riziko kondenzace vlhkosti na vnitřní straně roubení.

Mezi další nevýhody pak patří zúžení profilu a s ním i rohového spoje, který působí na pohled příliš subtilně.

Tato varianta byla dále modernizována firmou DEK, jejíž skladba bude zmíněna v následujících odstavcích.

3.4.2.3 DEKPANEL roubenka

Tento typ se příliš neliší od předchozího, až na použití DEKpanelu místo vnitřního roubení. DEKpanel má funkci nosnou a mezi jednotlivými vrstvami panelu má vloženou vzduchotěsnou fólii (DEK používá fólii o tloušťce 0,25 mm a ekvivalentní difúzní tloušťce $S_d \geq 4,45$ m). [12] Panel je vyroben ze třech (při očekávaném vyšším zatížení pěti) vrstev dřevěných prken kolmo vrstvených a spojených vruty. [13] Prkna mají tloušťku 27 mm a jsou ze sušeného jehličnatého řeziva. Panely jsou napojeny na základy pomocí ocelových úhelníků a jsou předem opatřeny vyfrézovanými drážkami pro rozvody například elektřiny po domě. [14] Důležité při použití DEKpanelu je napojení při zajištění vzduchotěsnosti, k tomu je panel vybaven těsnicí páskou po obvodu a v rozích se používá těsnicí pěnová páska o tloušťce 5 mm, u které musí být zajištěné správné stlačení pásky, stejně jako u vazeb trámů roubení, kde dnes bývá použita těsnicí PU páska. Stěny mohou být zevnitř buďto opatřeny předstěnou z SDK, nebo biodeskou, nebo mohou být pohledové od výroby. [13]

Varianta sendvičové konstrukce je velmi variabilní z hlediska množství izolace, ale také vnitřního provedení, či povrchové úpravy. Je také velmi dobře připravená na rozvody v rámci konstrukce.



Obrázek 10 DEKAPNEL R 1.2.2 [15]

Srovnání předchozích třech variant z hlediska ceny

Martínek a Svobodová ve svém článku uvádějí následující cenové porovnání zmiňovaných třech variant. Hodnoty jsou uvedena v tabulce č.1 a jsou pouze orientační a aktuální v době vydání článku (rok 2020), ze kterého pochází. [11]

| Položka | Tloušťka | Množství na m ² stěny | Jednotková cena | Cena za 1m ² plochy stěny* |
|---|----------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Roubenka masiv 280 mm | | | | |
| BSH Si | 280 mm | 0,28 m ³ | 14 500 Kč/m ² | 4 060 Kč |
| CNC opracování | - | 0,28 m ³ | 5 200 Kč/m ² | 1 456 Kč |
| Cena celkem | | | | 5 516 Kč |
| Roubení / vata / roubení – 120 / 140 / 120 | | | | |
| BSH Si | 120 mm | 0,12 | 14 500 Kč/m ² | 1 740 Kč |
| Isover fassil | 140 mm | - | - | 217 Kč |
| BSH Si | 120 mm | 0,12 | 14 500 Kč/m ² | 1 740 Kč |
| CNC opracování | - | 0,24 | 5 200 Kč/m ² | 1 248 Kč |
| Cena celkem | | | | 4 945 Kč |
| Dekpanelroubenka | | | | |
| Dekpanel s biodeskou | 108 mm | - | - | 2 674 Kč |
| Isover fassil | 140 mm | - | - | 217 Kč |
| BSH Si | 160 mm | 0,16 | 14 500 Kč/m ² | 2 320 Kč |
| CNC opracování | - | 0,16 | 5 200 Kč/m ² | 832 Kč |
| Cena celkem | | | | 6 043 Kč |
| * Ceny jsou orientační bez montáže, nátěrů, spojovacích prostředků atd. | | | | |

Tabulka 1 Cenové porovnání třech variant [11]

Samozřejmě že cena hraje téměř vždy jednu z hlavních rolí při zákaznickově rozhodování. Na druhou stranu žádná z variant roubených staveb, ani z masivních dřevěných trámů, není levnou varianta na poli trhu s dřevostavbami.

3.4.2.4 Vnitřní nosné roubení s vnějším dřevěným obkladem

Zde se jedná o jakýsi kompromis. Nosná stěna z roubení je sice zachována a z vnitřní strany je pohledová, ale na vnější straně roubení nenajdeme. Často se setkáme s imitací roubení a někdy i velmi zdařilou a jsou i firmy, které se na výrobu „falešného“ roubení specializují.

Někdy se bohužel zapomíná na typický rohový spoj, který nám roubenku už na první pohled určuje. Výhodou této varianty je bezesporu velká variabilita, a to jak v tloušťce izolace, tak možnostech obkladu. Paradoxní je, že spousta lidí, a bylo tomu tak i historicky, chce roubení spíše na vnější straně konstrukce. Vnitřní strany se často opracovávaly tak, aby tvořily rovnou stěnu a následně byly i omítány, kvůli větší světlosti v interiéru. Nevýhodou této konstrukce je komplikovanější rozvedení sítí v interiéru. Na tuto variantu navazuje další.

3.4.2.5 Oboustranný obklad na nosné rámové konstrukci

Tato možnost již postrádá podstatu stavění roubenek. Jedná se jednoduše o sloupkovou dřevostavbu, která je z interiéru i exteriéru opláštěná imitací roubení.

3.4.2.6 Masivní dřevěný panel s izolací a vnějším provětrávaným obkladem

Tento způsob stavby se liší od minulého nosnou konstrukcí, která je tvořena z masivních dřevěných panelů. Zde většinou najdeme uvnitř SDK, biondesku, či pohledový panel a z exteriéru může být imitace roubení.

3.4.3 Progresivní metody

Obsahem této další kapitoly bude popis dvou stavebně konstrukčních řešení obvodových plášťů, které vycházejí z tradiční roubené architektury.

3.4.3.1 BSH roubení s vyfrézovanými drážkami pro izolaci

Tato varianta není v současné době příliš obvyklá, ale zabývá se jí hned několik firem, u nás například DEK. Jedná se o BSH masivní profil s předem vyfrézovanými drážkami, do kterých je před zabudováním vkládána izolace.

Jako hlavní výhody lze zmínit velmi jednoduchou montáž, jako u běžných roubených stěn a splnění estetických požadavků díky masivnímu průřezu prvků roubení.

Nevýhody jsou zřejmé, a to vysoká cena, přílišná komplikovanost výroby a nemožnost dosáhnout nízkoenergetického a pasivního standardu. [11] Tato varianta pravděpodobně nebude v budoucnu příliš využívána vzhledem ke složitosti výroby a již nyní dostupným jiným možnostem obvodových plášťů.



Obrázek 11 BSH roubení s vyfrézovanými drážkami [11]

3.4.3.2 Thermo-log

Možná jedním z nejzajímavějších řešení, jak zlepšit výsledné charakteristiky roubených staveb z hlediska požadavků na prostup tepla konstrukcí se zabývá Litevská firma Dreamhouse UAB. Jejich inovativní řešení vychází z kombinace dřeva a vzduchu jako jediných použitých materiálů. [16]

Ve dřevěných profilech z BSH se nachází uvnitř předem vyfrézované drážky v pravidelném rastru, které tvoří vzduchové kapsy. Firma dokládá součinitel prostupu tepla na 220 mm šířky stěny $U=0,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, výsledkem přidání vzduchových kapes je o 29 % lepší U než u stejně širokého běžného profilu BSH. Zároveň se jedná o lehčí prvky a lze tedy ušetřit například při přepravě. [16] Zároveň lze očekávat nižší zatížení základových konstrukcí.

Je otázkou, jestli se nejedná o příliš komplikovanou výrobu a cena bude opět vyšší než u jiných variant.



Obrázek 12 Thermo-log [16]

3.5 Specifické řešení detailů u roubených dřevostaveb

3.5.1 Sedání konstrukce

Jedním z hlavních problémů běžných srubových a roubených staveb je sedání konstrukce. Běžně udávaná hodnota sedání stavby je 6 %, tedy 6 cm na metr výšky, to platí spíše pro sruby, u roubenek je sedání o něco méně výrazné, okolo 5 %. [17] Toto sedání je nutné vykompenzovat konstrukčními úpravami. Jedná se zejména o detaily oken, dveří, nebo komínu. U oken a dveří lze použít osazovací rámy. [18] Sedání vyžaduje technologickou přestávku, což je další faktor, se kterým narůstá cena dřevostavby. Je také třeba myslet na to, že krov sedá se stavbou zároveň a že je třeba zajistit volný prostup komínu stavbou.

Sedání staveb lze řešit i jinými způsoby, například firma Roubenky Roubal používá opačný princip, tedy přizvedávání stavby pomocí stavěcích šroubů uvnitř betonových kapes v základovém věnci. Tím pádem mohou stavbu „přizvedávat“ dle potřeby v průběhu sedání.

Běžně uváděná doba, po kterou stavba pracuje, se uvádí 5 let, ale ze své podstaty dřevo bude pracovat neustále, jen ne v takové míře, v jaké by mohla být zásadně ohrožena funkčnost stavby, či její vzhled.

3.5.2 Praskání trámů

Roubené stavby mají často problém s praskáním trámů následkem postupného vysoušení materiálu a s tím spojenými změnami rozměrů. Ve dřevě takto vzniká velmi silné pnutí, které vede často až k rozsáhlým prasklinám. Tento problém se běžně řeší naříznutím, případně naštípnutím, trámu na straně, jež není pohledová

do hloubky okolo 2 až 5 cm. [19] Díky tomu se zamezí vzniku prasklin, nebo se alespoň praskliny vytváří až od naříznutého místa. Praskliny jsou zejména problematické z důvodu vzduchotěsnosti konstrukce.

3.5.3 Základový trám

Jedná se o velmi citlivé místo stavby. Základový trám, někdy také práh, je umístěný většinou přímo na základové desce, například na asfaltových pásech [12], nebo na betonový sokl s vrstvou kaučukové izolace mezi betonem a dřevem. Díky svému umístění bývá často přímo vystaven vzlínající vlhkosti, nebo také zatékání. [20]

Základový trám by měl mírně přesahovat základy stavby, aby mohlo docházet k odkapávání vody mimo konstrukci. Dalším řešením bývá vyfrézování drážky do základového trámu, do které je následně uchycena okapnička. Okapničky můžeme nalézt i ve štítech některých objektů, tak aby se snížilo působení vlhkosti na těchto namáhaných částech stavby. Mohou být kovové, ale i poměrně často dřevěné.

Obecně je u dřevěných prvků konstrukcí žádoucí zajistit minimálně 300 mm vzdálenosti od země, kvůli vlhkosti.



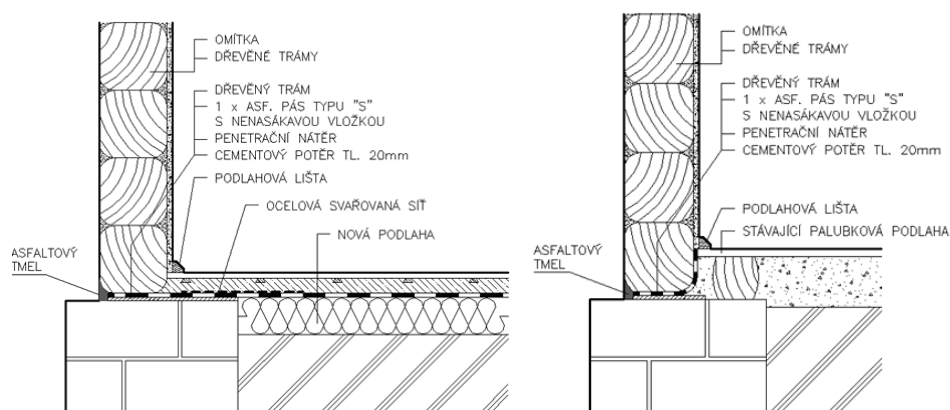
Obrázek 13 Provedení napojení obvodové stěny na základy u Kamenářského domu v Turnově (archiv autora)

Obrázek 13 ilustruje provedení kontaktu obvodové stěny se základy. Jelikož se jedná o poměrně nový objekt můžeme vidět použití hydroizolace, asfaltových pásů, ale také zachování mírného přesahu roubení, kvůli odkapávání vody při dešti.

Výměna základového trámu

Často poškozený základový trám si vyžaduje různé metody oprav. U podstávkových domů, kde roubení nemá hlavní nosnou funkci lze opravu řešit jednodušeji, protože na roubení nepůsobí taková zátěž, ale postupy jsou velmi podobné i u běžných roubenek. Nad základovým trámem se vyřízne drážka a následně je zdravé roubení nadzvednuto a shnilý trám vyměněn. Poté je roubení spuštěno do původní polohy (této opravě se na Českosudsku říká „podvádění“). Pokud je třeba vyměnit střední trám roubení je nutné ho vyříznout, mezeru roztáhnout a vložit nový. [3]

Následující obrázky zobrazují varianty napojení základového trámu na základy při rekonstrukci.



Obrázek 14 Možnosti provedení napojení obvodové stěny na základy při rekonstrukci [19]

Na obrázku vidíme dvě varianty. Vlevo je varianta, při které je při rekonstrukci zároveň měněna podlaha a vpravo je bez zásahu do stávající podlahy. [20] V obou případech je třeba nadzvednout konstrukci pomocí zvedáků, začistit základ pod trámem, zarovnat maltou a opatřit vhodnou hydroizolací. Pokud je měněný trám vcelku, tak se musí vyřešit jeho napojení v nároží, buďto vytvořením nového spoje, nebo vytvořením kopie spoje původního. U případných výměn často rozhoduje, zda se jedná o památkově chráněný objekt či nikoliv. Lze se bohužel poměrně často

setkat s necitlivě provedenými rekonstrukcemi roubených objektů, například výměnou nárožní vazby z původního rybinového spoje za prosté přeplátování.

3.5.4 Vnitřní rozvody v roubence

U masivních dřevostaveb je třeba se mnohem více zajímat o návrh rozvodů v rámci domu. Dodatečné zasahování do masivních trámů nepůsobí dobře a může výrazně narušit konstrukci.

Nabízí se více řešení. Nejsnazší je vést rozvody ve stropě případně v podlaze. Pokud jde o zapojení slaboproudu a silnoproudu tak máme možnost předem připravit prostor pro kabely. Do předem v projektu stanovených míst v trámech jsou vyvrtány otvory pro následný prostup kabelů, které jsou během výstavby opatřeny „husími krky“. Není ale úplně vhodné takto vést kabely skrz celé patro, naopak je lepší je vést z podlahy jen do určité výšky stěny. Vedení do vyššího podlaží lze řešit stoupačkami, nebo třeba ve zděné příčce. [21]Existuje také varianta vést kabely přímo po vnitřní straně roubení a nechat je přiznané, což se v minulosti dělávalo často, ale to nemusí působit příliš dobrým dojmem.

Samozřejmě je třeba počítat se sedáním stavby a ve vertikálním směru vždy rozvody zabezpečit a nechat jim dostatečnou rezervu.

Jakýkoliv dodatečný zásah do roubené stěny nedopadá dobře a cílem by tedy měl být velmi dobře promyšlený projekt, který se všemi „neduhy“ těchto staveb předem počítá.



Obrázek 15 Předem vyfrézované otvory pro rozvody v BSH roubení [20]

Na obrázku 15 můžeme dobře vidět, jak fungují rozvody v roubených BSH profilech. Zároveň lze vidět použití pěnových pásek mezi perem a drážkou. Řešení je velmi elegantní a nijak nenarušuje estetický ráz konstrukce.

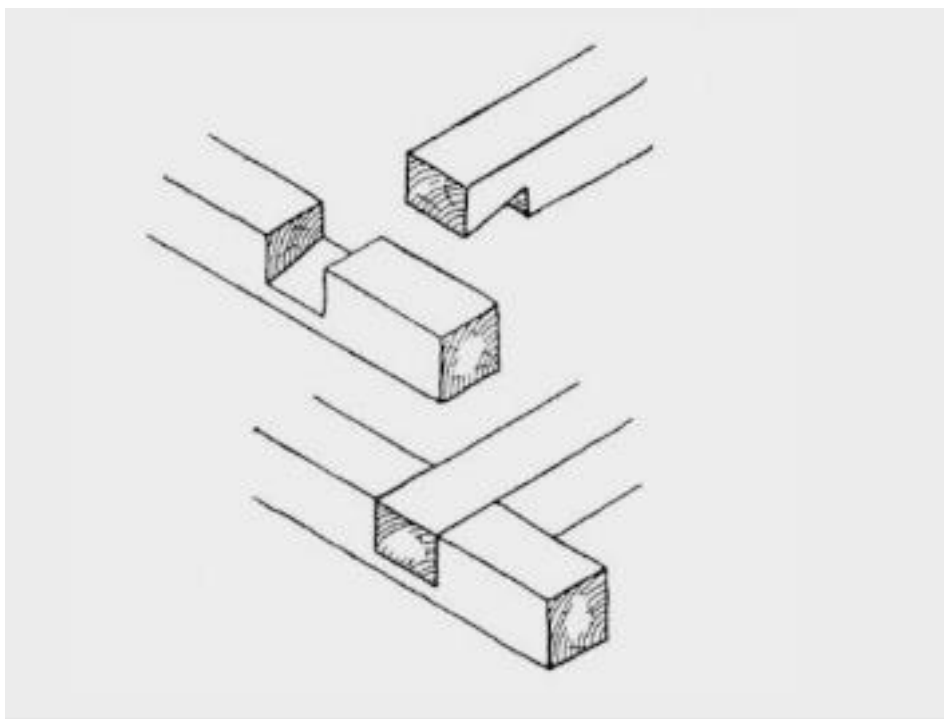
3.5.5 Napojení dalších stěn na roubení

Původně pouze roubené konstrukce se postupem času začaly kombinovat se zděnými. Toto přineslo mnoho výhod, protože zděné konstrukce mnohem lépe odolávají vlhkosti, mají výbornou nosnou funkci, ale také dobře akumulují teplo, na rozdíl od dřevěných. Ve zděných částech tedy bývají umístěné mokré provozy, černá kuchyně, nebo třeba kamna. Zároveň nám ale s použitím těchto zděných konstrukcí vzniká problém, jak na sebe tyto odlišné materiály navázat. Zásadní problém vzniká při sedání dřevěných prvků, když se jedná o stavbu z mokrého dřeva, tedy klasické roubenky.

Je tedy třeba zajistit pohyblivost spoje. Napojení se většinou provádí do předem vyfrézovaných drážek, do kterých je vnitřní zděná příčka zapuštěná. K roubené stěně lze také připojit SDK napojovací profil na který je poté příčka připojena, musí

být ovšem přichycen kluzně. Nerovnosti roubené stěny jsou poté zakryty krycími prkny. Lepší izolaci lze zajistit vloženou izolací mezi jednotlivé stěny. [22]

Samozřejmě existuje také varianta vnitřních roubených příček navázaných na obvodové stěny. Tato varianta ale přináší zase jiná úskalí, třeba u rozvodů v domě, nebo při montáži kuchyňské linky. V případě napojení vnitřní roubené příčky na obvodové stěny je zapotřebí zajistit, aby nedocházelo k vytlačování roubení do exteriéru. Toho lze docílit šikmým plátem zobrazeným na obrázku 16. [3]



Obrázek 16 Provedení spoje dvou na sebe kolmých roubených stěn [3]

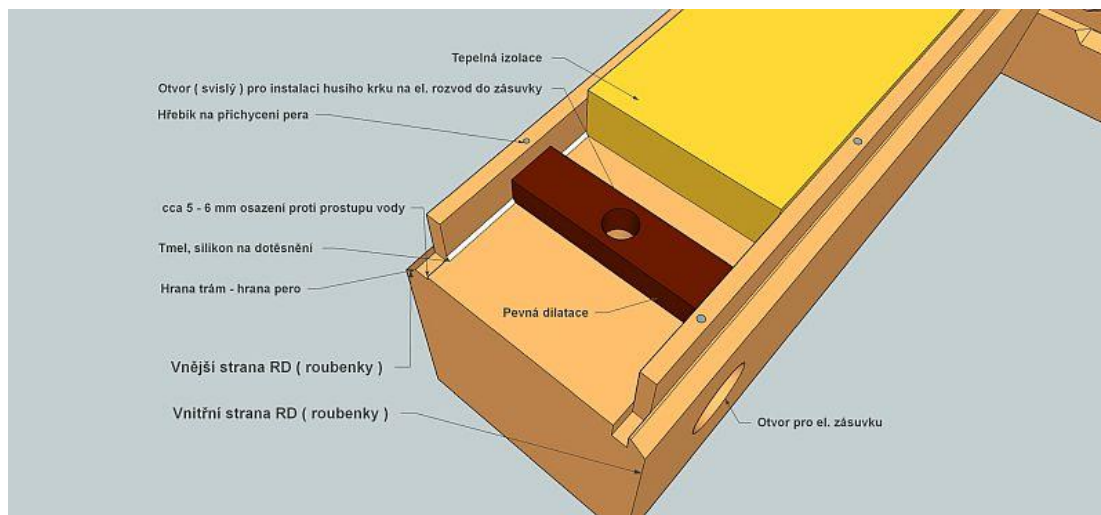


Obrázek 17 Viditelná vazba vnitřní příčky u Kamenářského domu v Turnově (archiv autora)

3.5.6 Spáry

Spáry mezi trámy mají kromě izolační funkce ještě původně funkci statickou. Díky sedání dřevěné konstrukce umožňovali zpevnění nárožní vazby a tím zvyšovaly pevnost a celistvost celé stavby. V dnešní době lze tyto spáry zachovat z estetických důvodů i u modernějších variant stěn, třeba z BSH trámů, někdy jsou také imitovány pouhým nátěrem a zkosením trámů.

Původně se na výplň používalo mnoho různých materiálů od mechu, po slámu či plev. [2] Dnes se běžně používá minerální izolace, která může být třeba zajištěna perlínkou a latěmi. Jednotlivé stavební firmy používají různé metody. Důležité je se vyvarovat použití materiálů, které zamezují pohybu vlhkosti.



Obrázek 18 Moderní varianta provedení spár [23]

Obrázek 18 zobrazuje provedení spáry, které je v dnešní době běžně využíváno. Minerální izolace je ze stran krytá pero, která jsou vložena mezi drážky předem vytvořené v roubení. Pero bývá běžně vyrobeno z palubek, například SM. Rozstup trámů zajišťují hranoly vložené mezi ně.



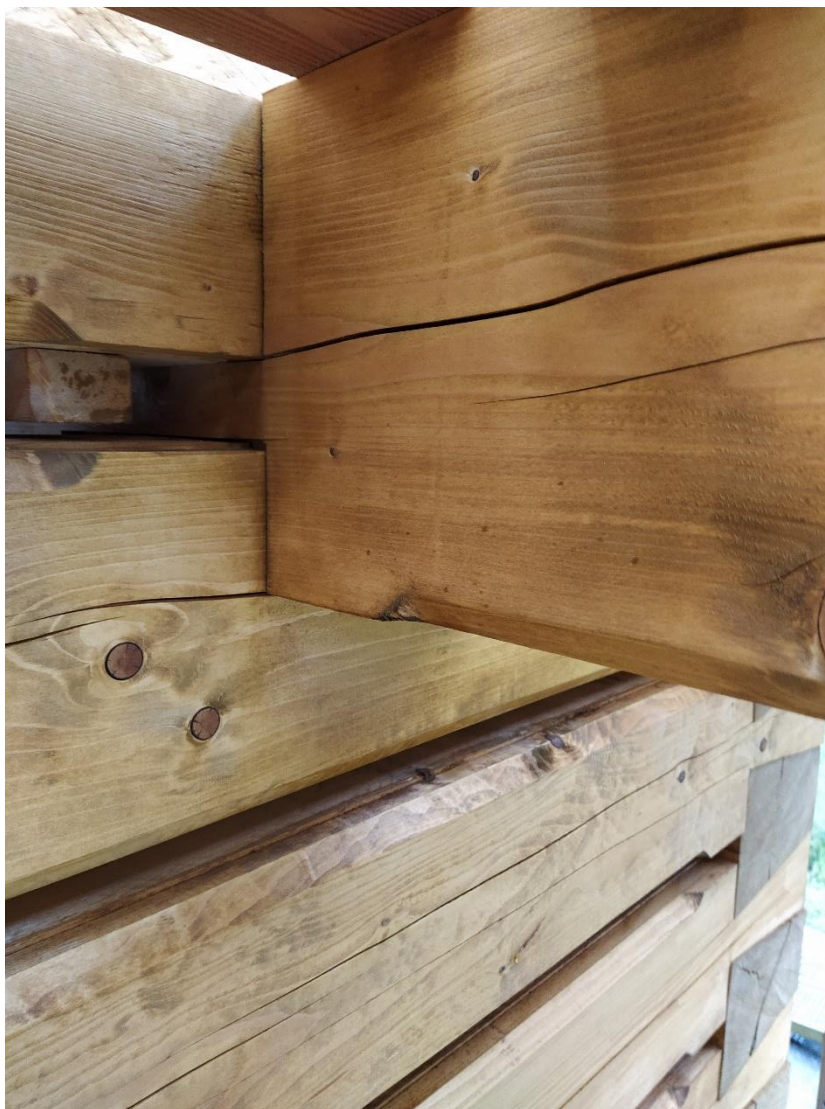
Obrázek 19 Provedení spár a provedení sloupku (archiv autora)

Na obrázku 19 můžeme vidět skutečné provedení u roubenky z rostlého dřeva. Jedná se o fázi stavby, kdy dochází k sedání konstrukce a můžeme dobře vidět připravené drážky pro pera, jakož i hranoly vložené mezi jednotlivé trámy. Dobře viditelné je také provedení sloupku u okenního otvoru. Zároveň můžeme již vidět poměrně rozsáhlé praskliny v trámec. Na obrázku je také dobře patrná důležitost opracování trámu tak, aby se dřev nacházela ve středu. To je velmi důležité také u rybinového spoje, kde by se dřev měla nacházet v průsečíku úhlopříček lichoběžníku.

3.5.7 Stropní trámy

Pokud chceme zajistit tradiční vzhled roubených staveb, měli bychom se zaměřit na vedení stropních trámů. Tyto trámy, často pohledové, nesou jak strop nad přízemím, tak i pozednici, do které se opírá, většinou pouze částečně, konstrukce krovu, vzhledem k velmi zásadnímu zatížení od střechy, které by mělo působit na nosnou obvodovou stěnu, se nad touto stěnou nachází obvykle další pozednice, někdy uložená na konstrukci rámu, který tvoří stěnu v podkroví. Stropní trámy tedy vystupují mimo obvodový plášť do exteriéru, čímž vytváří větší přesah střechy a také umožní rozšíření podkrovních prostor. Napojení stropních trámů do obvodové stěny se provádí většinou oboustranným přeplátováním. [18] Často velmi masivní trámy mají většinou detailně zdobená zhlaví a jsou jedním z hlavních prvků tvořících vzhled stavby. Měly by být dostatečně nosné. Některé trámy mohou být ve stěně přerušeny, protože se vevnitř nachází například schodišťový prostor. V takovém případě bývají upevněny do roubené stěny takzvaným slepým rybinovým spojem a vznikají falešné stropní trámy.

Bohužel zejména u moderních dřevostaveb, kde najdeme často kombinaci roubení a izolace, popřípadě i více dalších vrstev skladby obvodové stěny, nám tímto vzniká zásadní problém. Prostup stropního trámu takovou stěnou takřka nelze provést tak, aby byl dostatečně vzduchotěsný a vzniká nám v něm tepelný most. Proto se často u nových roubenek od použití těchto trámů ustupuje a pozednice se již nachází pouze přímo nad nosnou roubenou stěnou, pokud ona plní nosnou funkci a snižují se nám tímto přesahy.



Obrázek 20 Detail prostupu stropního trámu obvodovou stěnou (archiv autora)

3.5.8 Těsnost mezi trámy a u nárožního spoje

Zejména při sedání stavby a po delší době i působením atmosférických vlivů na nárožní vazby dochází často ke vzniku netěsností v těchto detailech. Tyto netěsnosti mohou doslova „profukovat“, a dokonce lze přes ně v některých případech vidět skrz stěnu. Jedná se samozřejmě o nežádoucí jev, a proto se dnes i v minulosti přistupovalo ke specifickým řešením.

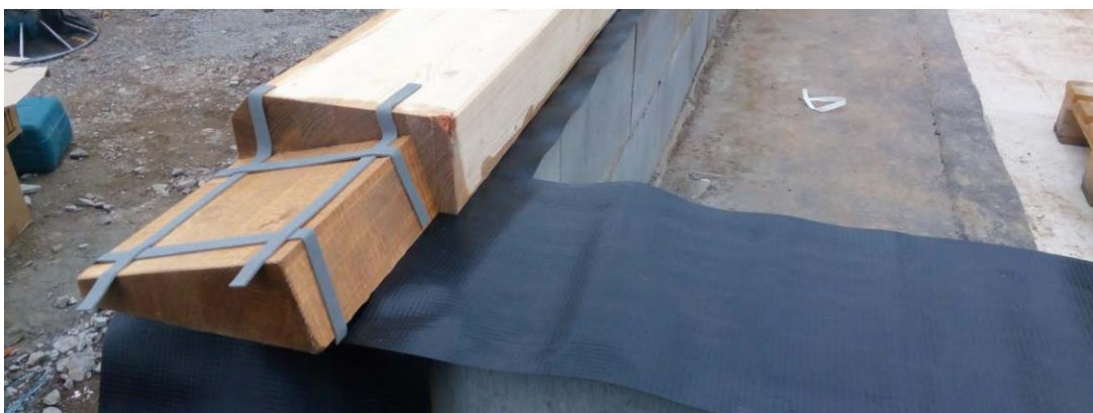
Příkladem řešení z minulosti je vytvoření speciálního rohového spoje. Může se jednat o klasické rybinové přeplátování, ale v místě rohu je rozšířené o pero a drážku díky které se rohové místo lépe utěsní. Samozřejmě běžnou praxí

v minulosti bylo také otvory ve stěnách ucpávat podobně jako spáry mezi trámy, popřípadě je i zazdívat.



Obrázek 21 Detail provedení rohového spoje s perem a drážkou proti „profouknutí“ [24]

V dnešní době se tento problém řeší podobně, a to buď přidáním minerální izolace nebo, a to většinou, se spoje dodatečně zatěsňují pěnovými páskami, např. Illbruck TP600. [12]



Obrázek 22 Řešení netěsnosti rohového spoje PU páskami [12]

3.5.9 Ukončení obvodové stěny u stavebních otvorů

Obvodové stěna roubené dřevostavby je svázaná nárožními spoji, ale v případě otvorů v rámci stěny je třeba pevnost konstrukce řešit jiným způsobem. Jedná se zejména o otvory pro okna a dveře. V případě těchto otvorů se používá zpevnění sloupkem, který je začepovaný do dlabu ve spodním a horním trámu, nad a pod oknem, či dveřmi a zároveň je začepován do svislých drážek na čelech trámů. Zejména u masivních trámů z mokrého dřeva, když dochází k sedání, je třeba sloupek provést s dostatečnou rezervou v čepu. Důležité je zajistit rozestupy mezi trámy, a proto se v tomto místě mezi ně vkládá špalíček. [2]



Obrázek 23 Sloupek dveří (archiv autora)

3.5.10 Konstrukce patra

Klasické roubené stavby měly nadzemní podlaží s různými typy konstrukce obvodových stěn. Jen velmi málo se můžeme setkat s roubením až do výšky hřebene. V německém pohraničí bylo častější použití hrázděné konstrukce, někdy v kombinaci s roubenou. V dnešní době je nejběžnější metodou výstavby obvodových stěn nadzemních podlaží roubenek klasická sloupková konstrukce. Je to zejména pro její jednoduchost a také nízkou hmotnost. Tato sloupková konstrukce může být často zevnitř opatřena SDK předstěnou, nebo třeba palubkovým obkladem. Přesahy trámů jsou často bedněny palubkami, takže stěny vystupující „pod střechou“ nemusí být pohledové. Naopak stěny ve štítech jsou většinou opatřeny roštem, nebo dvěma tak aby na ně mohl být vytvořen charakteristický obklad štítu, většinou ze smrkových prken.

Přímo napojení stěny v patře na spodní roubenou stěnu bývá provedeno pomocí sloupků, které jsou začepovány většinou do horního, posledního trámu roubení, který funguje jako stropní trám, tedy vystupuje do exteriéru a podpírá pozednice s konstrukcí krovu.



Obrázek 24 Sloupková konstrukce stěny štítu (archiv autora)

3.5.11 Vhodné dřeviny vzhledem k jejich funkci a případy jejich použití

Při výběru vhodných dřevin na stavbu roubených domů bude hrát vždy hlavní roli dostupnost materiálu, jeho opracovatelnost a vzhled. Dřevo také bylo káceno ideálně v zimě, protože neobsahovalo tolik mízy.

Jak bylo již zmíněno v kapitole 3.3.2 mezi historicky nejčastější dřeviny na roubené dřevostavby můžeme zařadit jedli, smrk, borovici a dub. Jedle a smrk jsou na stavby velmi výhodné z důvodu jejich snadné opracovatelnosti, pravidelné stavbě a tvaru kmene. Disponují také dobrými mechanickými vlastnostmi při zachování poměrně nízké hmotnosti.

Dub byl, a je i v současnosti stále používán na prvky namáhané působením vlhkosti, příkladem může být základový trám roubené stavby. Dříve byl dub také používán u velmi mechanicky namáhaných prvků. Další dřevina používaná na základový trám je modřín. Právě kontakt spodních trámů stavby se základy je jedním z nejvíce ohrožených částí stavby, proto je také jedním nejčastějších důvodů rekonstrukcí starších objektů.

V dnešní době můžeme u některých roubených dřevostaveb najít i více exotické dřeviny, například cedr libanonský, nebo severský smrk. Oblíbené jsou zejména kvůli vzhledu. Dalším stále oblíbenějším dřevem je dřevo douglasky tisolisté, která nabízí velmi dobré vlastnosti podobné modřínu a má sytě červenohnědé zbarvení. Právě modřínové dřevo je u dřevostaveb oblíbené díky dobrému odolávání povětrnostním podmínkám.

Je vhodné také myslet na postupné barevné změny dřeva a případné změny tvaru, nebo praskliny. Některé dřeviny jsou na tyto změny způsobené atmosférickou degradací více náchylné. Například u modřínu se často využívá jeho přirozeného zešednutí jako designového prvku. Toto zešednutí je způsobené mimo jiné rozkladem ligninu, který je velmi citlivý na sluneční záření a jeho následným vymýváním ze dřeva. [25]

3.5.12 Povrchová úprava roubených stěn

V minulosti, kdy nebylo zdaleka tolik možností povrchových úprav, se většinou roubené stěny většinou nijak povrchově neupravovaly, když pomineme samotné opracování dřeva. Díky tomu měly po čase šedý, nebo světle hnědý odstín a vynikaly na nich hlavně drsnosti dřeva, které vznikají dlouhodobým působením povětrnostních vlivů, jako zejména slunce, deště, prachu a větru. Zajímavostí může být omítání roubených stěn, to se provádělo jen v některých oblastech, třeba v Polabí a často jej nalezneme spíše na hospodářských stavbách, pokud se zachovalo. Při této povrchové úpravě vzniká jednolitý často bílý odstín konstrukce, kdežto například na Kokořínsku najdeme velmi často kontrastní barvy na domech, kde spáry jsou většinou bílé a dřevěné trámy hnědé. Omítání staveb pomocí silné vrstvy mazanice se také nazývalo „kožich“. [26] Provádělo se zejména z toho důvodu, že se nepoužívala tak velká okna a interiéry byly tedy poměrně tmavé.

V dnešní době je pro mnoho lidí žádoucí zachovat původní vzhled dřeva co nejdéle, přičemž jednotlivé dřeviny si své zbarvení zachovají déle a samozřejmě záleží zejména na typu nátěru a pravidelnosti jeho užívání. Běžně jsou na památkové objekty, ale i na nové stavby roubenek používány nátěry na bázi oleje. Tyto nátěry by měly obsahovat UV filtrační látky, aby lépe chránily zbarvení dřeva. [25] Důvodem proč se využívají tyto typy nátěrů je jednak snaha zachovat původní ráz historicky cenných objektů, ale také fakt, že tyto látky umožňují dřevu lépe pracovat s vlhkostí, „dýchat“.

3.6 Prevence působení abiotických a biotických činitelů u roubených staveb

Jak již vychází z nadpisu kapitoly, hlavní ochranou dřevěných konstrukcí staveb je vždy prevence. V minulosti nebylo zdaleka tolik možností chemické ochrany, nebo izolačních materiálů. Dřevěné konstrukce byly proto stavěny především s ohledem na konstrukční ochranu dřeva.

Reinprecht 2008 uvádí tyto konkrétní příklady ochrany dřevěných konstrukcí. [25]

Minimalizování čelních ploch z důvodu vyšší propustnosti dřeva v podélném směru. S tím souvisí omezení čelních ploch směřujících k nebi, tak aby se na nich nedržela dešťová voda, která by se velmi snadno vsakovala do dřeva, tomu můžeme zamezit třeba zkosením těchto ploch, nebo drobnou stříškou nad nimi. Zamezit vzniku trhlin, často vznikajících od dřene, proto je dobré třeba použít BSH lepené prvky. Samozřejmě zajistit správné vysušení dřeva. Jedním z hlavních požadavků je dodržet odstup dřevěných prvků od země minimálně 300 mm. [25] Toho lze docílit, a u roubenek se tohoto často využívá, posazením prvních trámů na zídku, nebo použitím patek, nebo nosných sloupků. Dalším příkladem je dostatečný přesah střechy a použití šterkového chodníčku u základů, který snižuje odstřík vody od země.

Jedním ze základních způsobů ochrany dřeva je také orientace budovy ke světovým stranám, obytné místnosti jsou vhodné situovat na jih a západ, tak aby měly dostatečný přísun přirozeného světla a tepla ze slunce. Na tyto strany umísťujeme vhodně také dřevěnou část v případě poloroubenek. U tohoto typu staveb nacházíme část stavby zděnou, obvykle menší polovinu půdorysu. Do této části

umíst'ujeme místnosti, kde nepotřebujeme tolik světla a které si tolik nerozumí se dřevem, kvůli vlhkosti. Mezi ně patří mimo jiné koupelna, nebo technická místnost.

3.7 Aktuální výzkumy v oblasti masivních dřevostaveb

V této poslední části budou zmíněny některé zajímavé výzkumy v této oblasti z nedávné doby.

3.7.1 Akustika roubených a srubových staveb

Jedním z nedostatků dřevěných masivních konstrukcí je nedostatečný útlum hluku způsobeného zejména nadměrnou dopravou. Čistě dřevěný profil jako takový není schopný dostatečně utlumit zvuk z exteriéru a je tedy třeba toho dosáhnout jiným způsobem. Butkus a Janusevicius ve své práci z roku 2011 zjistili, že 15 cm tlustá dřevěná stěna z masivu nesplňuje požadavky na útlum hluku. Dle jejich zjištění lze těchto požadavků dosáhnout přidáním buďto vrstvy izolace, například kamenné vlny o tloušťce minimálně 2 cm, z exteriéru, nebo třeba obkladem stěn SDK deskami v interiéru. [27] Tato řešení bohužel nejsou ideální z pohledu roubených staveb, protože nás připraví o estetickou funkci dřeva a mohou vést k problémům s vlhkostí.

3.7.2 Minimalizace nedřevěných materiálů

Snaha o zjednodušení staveb a používání ekologických materiálů vede k inovacím a některé jsou přímo inspirovány technologií výstavby masivní dřevěných staveb. Jak bylo již zmíněno běžné roubenky nevyhovují z hlediska požadavků tepelné techniky, a proto vznikají konstrukční systémy jako Thermo-log popsány v kapitole 3.4.3.2.

Bucklin a kol. zkoumali ve své práci skutečnou funkčnost těchto konstrukčních systémů a zjistili například snížení vodivosti tepla ve stěně až o 30 %. Také potvrzují významné snížení množství lepidel a spojovacích materiálů, díky využití čistě dřevěných spojů u srubových a roubených konstrukcí. Dále autoři také zmiňují odlišnou tepelnou vodivost v radiálním a tangenciálním směru jako faktor, který nebyl u této technologie dosud brán příliš v potaz. Zároveň udávají, že k získání

dobrých výsledků je stále zapotřebí poměrně široká stěna a také je potřeba velmi přesné obrábění na CNC strojích zejména k zajištění dostatečné vzduchotěsnosti obálky. [28]

3.7.3 Nulový dům s roubenou konstrukcí

Kosonen a Keskišaari ve svém článku z roku 2020 popisují, jak dosáhnout vysoce energeticky úsporného domu v náročných podmínkách ve Finsku. Podmínkou byla konstrukce domu z čistě masivního dřeva, bez přidané izolace. Výsledků dosáhli za pomoci obnovitelných zdrojů energie, zejména fotovoltaiky, a energeticky úsporných systémů. Stěna byla tvořena BSH trámy o tloušťce 275 mm. Průměrná teplota v oblasti byla 3,5 ° C. Dům v rámci testování splnil cíle projektu. [29]

4 Metodika

4.1 Projektová dokumentace pro realizaci staveb

V této části diplomové práce byla vypracována technická zpráva, přesněji část průvodní zpráva a část souhrnná technická zpráva. Rozsah zpráv se řídil vyhláškou číslo 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb. [30]

V rámci projektové dokumentace pro realizaci staveb byl zpracován výrobní výkres západní roubené stěny. Bude přiložen v příloze A – Výkresová dokumentace Výkres D.8.

Výkresová část byla vypracována v softwaru ARCHICAD 23.

4.2 Variantní řešení obvodového pláště

V další části práce jsou popsány a na základě zvolených kritérií porovnány tři vybrané varianty obvodového pláště moderních roubených staveb. Byly zvoleny varianty S1 – varianta je tvořena BSH roubenými trámy o profilu 240 x 240 mm, varianta SB – variantu tvoří nosné BSH roubení o tloušťce 160 mm a dále minerální izolace, DEKPANEL D 81 F a interiérový obklad ze SM palubek, poslední varianta SC je tvořena BSH roubením o tloušťce 100 mm v interiéru i v exteriéru, prostor mezi vrstvami vyplňuje opět minerální izolace.

4.2.1 Popis zvolených variant

Jednotlivé skladby byly popsány z hlediska skladby a vlastností jednotlivých vrstev. Dále byly popsány stavebně konstrukční postupy jednotlivých variant.

4.2.2 Vybrané detaily (M 1:10)

Z důvodu porovnání jednotlivých variant byla zvolená dvě místa problematických stavebních detailů. Těmito stavebními detaily jsou provedení rohového spoje a prostup stropních trámů obvodovým pláštěm. Výkresy detailů byly vytvořeny v softwaru ARCHICAD 23 a jsou obsaženy v příloze A – Výkresová dokumentace, výkresy D.10 a D.11. Pozornost byla věnována úskalím řešení vybraných detailů, která jsou typická pro zvolené konstrukční systémy.

4.2.3 Finanční a časové porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů

Následující část práce se věnuje zhodnocení finanční a časové náročnosti výstavby obvodových stěn jednotlivých variant. Rozpočet a časový harmonogram se zabývá výstavbou obvodových roubených nosných stěn v 1. NP. Důvodem je také použití rámové konstrukce ve 2. NP, která se běžně u tohoto typu staveb používá.

Položkový rozpočet byl vytvořen v softwaru KROS 4 2021/II.

Harmonogram byl vytvořen na základě zkušeností z praxe a konzultací s vybranými firmami a pro zobrazení harmonogramu byl použit program Microsoft EXCEL.

4.2.4 Porovnání jednotlivých variant obvodových plášťů z hlediska stavební tepelné techniky

V této části práce bylo provedeno posouzení a porovnání charakteristik jednotlivých variant z pohledu stavební tepelné techniky. Výpočty byly provedeny v softwaru Teplo 2017 a následně vyhodnoceny dle požadavků ČSN 730540-2. [31] Okrajové podmínky jsou stanoveny podle normy ČSN 73 0540-3. [32]

Výrobce DEKPANEL R 1.2.2 neuvádí přesně fólii použitou při výrobě panelů, pouze, že se jedná o fólii o ekvivalentní difuzní tloušťce $s_d=4,5$. [14] Proto byla při zadávání dat do softwaru Teplo 2017 použita fólie JUTADACH DTB 150 SPECIAL, která by dle výrobce měla splňovat toto kritérium.

4.3 Statický posudek konkrétního zvoleného konstrukčního prvku a tří detailů konstrukčních spojů

Další částí diplomové práce byl statický posudek vybraného konstrukčního prvku stavby a dále třech detailů konstrukčních spojů. Jako posuzovaný prvek byl zvolen nosný sloup ve 2. NP a posuzované spoje byly spoj kleštín s krokví, krokví ve hřebeni střechy a vaznice s krokví.

Posouzení bylo provedeno na MSÚ.

Bylo třeba vytvořit model krokevní vazby. Model na základě geometrie objektu z projektu byl vytvořen v softwaru DLUBAL RSTAB 8.25.

Kombinace a zatěžovací stavy byly generovány pomocí již zmíněného softwaru.

Charakteristické hodnoty pevnostních vlastností materiálů byly stanoveny dle ČSN EN 338. [33]

Sloup ve 2. NP byl posuzovaný na vzpěr a na tlak kolmo na vlákna. Posouzení bylo provedeno ručními výpočty v programu Microsoft EXCEL.

Posouzení charakteristických konstrukčních spojů bylo opět provedeno ručními výpočty v programu Microsoft EXCEL.

K vyhodnocení prvků a spojů byly vybrány nejméně příznivé podmínky za účelem získání vstupních hodnot zatížení.

Výpočty byly provedeny na základě postupů uváděných v ČSN EN 1995-1-1 (731701) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. [34]

4.3.1 Stálá zatížení

Vlastní tíha byla určena podle materiálů a rozměrů daných prvků konstrukce. Zatěžovací šířka byla 0,87 m. Bylo počítáno se zatížením střešního pláště a podhledů. Vlastní tíhu nosné konstrukce krovu vypočítá software DLUBAL RSTAB 8.25.

Výpočet vlastních zatížení byl proveden podle ČSN EN 1991-1-1. [35]

4.3.2 Výpočet zatížení od sněhu

Výpočet zatížení od sněhu byl proveden podle požadavků ČSN EN 1991-1-3. [36] Zatížení od sněhu se odvíjí zejména od lokality. Sněhová oblast byla zjištěna podle sněhové mapy. [37]

4.3.3 Výpočet zatížení od větru

Zatížení od větru bylo získáno pomocí softwaru FIN EC 2022 podle ČSN EN 1991-1-4. [38] Větrná oblast je II.

4.4 Výstup vybrané části dokumentace pro CNC stroj

Součástí diplomového projektu bylo také vypracování výstupu pro CNC vybraného konstrukčního prvku. Zvoleným prvkem byl roubený trám mezi okny v roubené stěně. Výkres byl zpracován pomocí softwaru ARCHICAD 23.

Jednou z moderních konstrukčních metod, které zásadním způsobem mění možnosti i roubených dřevostaveb, je možnost výroby dřevěných konstrukčních prvků na CNC obráběcích strojích. Při stavbě roubených dřevostaveb se dnes běžně používají BSH profily s velmi vysokou přesností opracování a se stanovenou vlhkostí vhodnou k zabudování prvků do konstrukce stavby.

Výrobní proces probíhá následovně. Po zadání příslušného projektu je ve vybraném softwaru (např. ARCHICAD 23) vytvořen výkres, kde je zadaná geometrie objektu a specifikované hladiny. Hladiny poté určují, jaký nástroj bude použit pro obrábění a dále například do jaké hloubky operaci nástroj provede. Při zadávání dat je třeba hlídat některé zásadní požadavky, jako jsou vhodná geometrie (velikost otvoru/velikost obráběcího nástroje), souslednost operací, a další.

V rámci tohoto projektu pro diplomovou práci byl vytvořen výkres trámu mezi dvěma okny roubené stěny. Výkres je součástí přílohy A – Výkresová dokumentace, výkres D.9. Dlaby pro okenní sloupky budou vytvořeny vertikální řetězovou pilou a pera a drážky včetně shození hrany spáry budou vytvořeny dvěma vertikálními frézami.

5 Projektová dokumentace pro realizaci staveb

5.1 A Průvodní zpráva [30]

A Průvodní zpráva [30]

A.1 Identifikační údaje [30]

A.1.1 Údaje o stavbě [30]

a) název stavby [30]

Roubená dřevostavba – rekreační objekt

b) místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků) [30]

Místo stavby: Mašov (Turnov)

Katastrální území: Mašov u Turnova (771686)

Parcelní čísla: 75/1, 76/1, 77

| Parcelní číslo | Druh pozemku |
|-----------------------|----------------------|
| 75/1 | trvalý travní porost |
| 76/1 | trvalý travní porost |
| 77 | trvalý travní porost |

c) předmět projektové dokumentace [30]

Záměrem projektu je stavba roubeného domu pro rodinnou rekreaci.

A.1.2 Údaje o žadateli [30]

Soukromý vlastník.

A.1.3 Údaje o zpracovateli dokumentace [30]

a) Vypracoval

Bc. Jan Bárta

Turnov, Mašovská 18

+420 773 005 888

b) Vedoucí diplomové práce

Ing. Eva Machovčáková, PhD.

c) Konzultant statické části práce

Ing. Michal Bošanský, PhD.

A.2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení [30]

Jedná se o jeden hlavní stavební objekt obdélníkového půdorysu s přístupovou terasou vedoucí k hlavnímu vchodu.

Údaje o území

a) rozsah řešeného území

Hranice parcel 75/1, 76/1, 77 katastrálního území Mašov u Turnova (771686).

b) údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod.)

Stavba nezasahuje do chráněných území, nedotýká se památných stromů, nezasahuje do pozemků určených k plnění funkcí lesa. Nenachází se v CHKO Český ráj. Stavba neleží v záplavovém území.

c) údaje o odtokových poměrech

Dešťová voda bude zasakována na pozemku stavby. Hydrologický průzkum potvrdil možnost zasakování. Stavba je odkanalizována do stávající sítě.

d) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, nebylo-li vydáno územní rozhodnutí nebo územní opatření, popřípadě nebyl-li vydán územní souhlas

Pro danou lokalitu je platný územní plán obce města Tunova. Pozemky jsou zahrnuty ve funkčních plochách venkovského bydlení.

e) údaje o souladu s územním rozhodnutím nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem, popřípadě s regulačním plánem v rozsahu, ve kterém nahrazuje územní rozhodnutí, a v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby údaje o jejím souladu s územně plánovací dokumentací

Stavba je v souladu s územním plánem města. Na předmětné pozemky není zpracována podrobnější územně plánovací dokumentace.

f) údaje o splnění obecných požadavků na využití území

Stavba splňuje požadavky, především s ohledem na odstupové vzdálenosti od hranic sousedních pozemků.

g) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů

Budou splněny všechny požadavky dotčených orgánů státní správy.

h) seznam výjimek a úlevových řešení

Jedná se o stavbu pro rodinnou rekreaci proto:

podle zákona č. 406/2000 Sb. nemusí splňovat požadavky na energetickou náročnost budovy:

- stavba pro rodinnou rekreaci [39]

i) seznam souvisejících a podmiňujících investic

Přípojka vodovodu, kanalizace, sjezd z místní komunikace.

A.3 Seznam vstupních podkladů [30]

Není.

5.2 B Souhrnná technická zpráva

B.1 Popis území stavby [30]

a) Charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území. [30]

Katastrálním územím stavby je Mašov u Turnova (771686). Pozemek je ve vlastnictví investora stavby a jedná se o parcely 75/1, 76/1 a 77. Sousedícími parcelami jsou 1414/1, 1313/1, 1261/1, 74/7 a 1256. Jedná se o v západní části mírně svažité pozemek, na kterém se nenachází vzrostlé stromy. Pozemek se nachází v zastavěném území obce. Minimální požadovaná výška stavby je 6 m, maximální 8 m.

b) údaje o souladu stavby s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování, včetně informace o vydané územně plánovací dokumentaci, [30]

Stavba se bude napojovat na stávající infrastrukturu a sítě.

Stavba je v souladu s územním plánem města Turnova.

a. Hlavní využití: [30]

- bydlení v rodinných domech venkovského typu

b. Přípustné využití: [30]

- stavby pro bydlení v rodinných domech
- stavby pro rodinnou rekreaci
- stavby bezprostředně související a podmiňující bydlení, a stavby a zařízení, které mohou být umístěny na pozemku rodinného domu
- stavby související s veřejnou infrastrukturou (např. vedení a stavby technické infrastruktury, místní komunikace pro stavby hlavního, přípustného a podmíněně

přípustného využití, chodníky apod.)

- užitkové zahrady s nezbytným hospodářským zázemím
- stavby pro civilní ochranu obyvatelstva
- veřejná prostranství
- plochy parkovacích stání pro osobní automobily, pouze v souvislosti s hlavním využitím

- samostatně stojící garáže a krytá parkovací stání pouze v souvislosti s hlavním

využitím v maximálním počtu odpovídajícímu počtu bytů

- založení prvků územního systému ekologické stability

Podmíněně přípustné využití:

- stavby a zařízení veřejného občanského vybavení pokud nesnižují kvalitu prostředí

a pohodu bydlení ve vymezené ploše

- služby a provozovny slučitelné s bydlením, které svým provozováním a technickým

zařízením nenaruší užívání pozemků, staveb a zařízení za hranicí pozemku a

nesnižují kvalitu prostředí souvisejícího území (zejména hygienickými limity a

dopravní zátěží)

- stavby pro chov drobného hospodářského zvířectva do kapacity 3 velkých dobytčích

jednotek pro nepodnikatelské využití

- liniové stavby veřejné technické infrastruktury, přímo nesouvisející s hlavním

využitím, pokud bude zachována funkce hlavního, přípustného a podmíněně

přípustného využití

c. Nepřípustné využití: [30]

- jakékoliv jiné využití, než je stanoveno v hlavním, přípustném nebo podmíněně přípustném využití území
- odstavování a parkování mobilních domů

c) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území. [30]

Není předmětem diplomové práce.

d) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů. [30]

Není předmětem diplomové práce.

e) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod. [30]

Průzkumy nejsou součástí projektu diplomové práce. Při zakládání stavby bude zajištěná nezámrazná hloubka základů a izolace proti radonu. Zemina splňuje požadavky na dostatečnou únosnost. Dále bude zkoumána možnost vsakování dešťových vod.

f) Ochrana území podle jiných právních předpisů [30]

Nevztahuje se na pozemek.

g) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod. [30]

Pozemek se nenachází na záplavovém ani poddolovaném území.

h) Vliv stavby na okolní pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území. [30]

Po dobu výstavby nedojde k negativním vlivům na životní prostředí. Vzhledem k charakteru stavby konstrukcí nebude docházet k významně negativním vlivům na okolní pozemky.

Veškeré materiály a konstrukce budou splňovat podmínky z hlediska hygieny, ochrany zdraví a životního prostředí.

Stavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Činnosti související s jejím provozem nebudou narušovat obecné zásady ochrany životního prostředí.

Dešťová voda bude zasakována na pozemku. Stavba nebude mít negativní vliv na odtokové poměry v lokalitě.

i) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin. [30]

Nejsou vyžadovány.

j) Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa. [30]

Nejsou součástí projektu. Pozemky jsou zaříděny do druhu pozemku – trvalý travní porost – bude zapotřebí provést vyjmutí ze ZPF.

k) Územně technické podmínky – zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě. [30]

Komunikace

Pozemek bude přímo napojen na současnou dopravní infrastrukturu stávajícím sjezdem a stání pro automobily bude zajištěno na pozemku na zpevněných plochách.

Technická infrastruktura

Navrhovaná stavba je připojena na inženýrské sítě, pomocí nových přípojek. Dům nebude vyžadovat přípojku plynu.

Voda

Přípojka vody bude napojena z veřejného vodovodního řádu v přilehlé komunikaci. Vodoměrná šachta bude osazena na pozemku investora, ve vzdálenosti do 20 m od řádu. Bude použita typová šachta z PE.

Elektrina

Napojení stavby na elektřinu bude provedeno z pojistkové skříně umístěné na hranici pozemku. Vedle skříně bude osazen elektroměrový rozvaděč, ze kterého bude veden přívodní kabel CYKY-J 4x16 + Cyky-J5x1,5 do hlavního domovního rozvaděče umístěného v technické místnosti. Kabel bude uložený ve výkopu v ochranné PE chrániče.

Odpadní voda

Odpadní vody budou svedeny gravitační kanalizací do revizní šachty na hranici pozemku investora. Ze šachty budou gravitačně vedeny novou kanalizační přípojkou do řádu v přilehlé komunikaci.

Řešení bezbariérového užívání navazujících veřejně přístupných ploch a komunikací [30]

Stavba nemusí být řešena jako bezbariérová. Jedná se o soukromý objekt určený k rekreaci.

l) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolávané související investice.

[30]

Nejsou řešeny.

m) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí.

[30]

Parcely 75/1, 76/1 a 77 katastrálního území Mašov u Turnova (771686).

n) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo. [30]

Ochranné pásmo není pro výstavbu vyžadováno. Požárně bezpečnostní odstupy jsou na pozemku stavebníka.

B.2 Celkový popis stavby [30]

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejím současném stavu, závěry stavebnětechnického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí. [30]

Objekt je novostavbou. Průzkumy nebyly provedeny.

b) Účel užívání stavby. [30]

Stavba je určena rodinné rekreaci.

c) Trvalá nebo dočasná stavba [30]

Jedná se o trvalou stavbu.

d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby. [30]

Jedná se o rekreační objekt nevyžadující bezbariérový přístup a PENB.

e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů. [30]

Není předmětem diplomové práce.

f) Ochrana stavby podle jiných právních předpisů. [30]

Není předmětem projektu.

g) Navrhované parametry stavby – zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod. [30]

| | |
|---|-----------------------|
| - Zastavěná plocha celkem | 91,6 m ² |
| - Obestavěný prostor hlavní stavby rodinného domu | 476,3 m ³ |
| - Užitná plocha hlavní stavby rodinného domu | 145,11 m ² |
| - Počet funkčních jednotek hlavní stavby rodinného domu | 1 byt. jed. |

h) Základní bilance stavby – potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod. [30]

Není řešeno.

i) Základní předpoklady výstavby – časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy. [30]

Stavba bude dokončena do dvou let a není členěna na etapy.

j) Orientační náklady stavby. [30]

Nejsou předmětem projektu. Součástí diplomové práce je porovnání rozpočtu variant obvodových stěn.

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení [30]

a) Urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení. [30]

Projekt novostavby vyhovuje požadavkům územního plánu. Bude zajištěná minimální i maximální výška objektu dle územního plánu a stavba bude respektovat stávající strukturu okolní zástavby.

Je zajištěn dostatečný odstup od okolních pozemků. Přístup do objektu je řešen ze severovýchodní strany pozemku, kde bude zároveň zajištěno odstavné stání pro dva osobní automobily.

b) Architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení [30]

Jedná se o dům klasického obdélníkového půdorysu se sedlovou střechou. Konstrukce spodního patra je roubená a nadzemní podlaží je řešeno jako rámová konstrukce s tradičním obložením štítu podle zvyklostí lokální architektury. Zároveň je zajištěna vhodná orientace ke světovým stranám, takže se obytné místnosti nacházejí na jihu a na západě objektu, tak aby byly zajištěny vysoké solární zisky. Sklon střechy je 40 ° a krytina je falcovaný plech, dekor antracit. Dřevěné prvky konstrukce jsou opatřeny nátěrem odstínu dub světlý.

Vstup do objektu je řešen přes terasu v severní části stavby, ze zádveří je vstup na hlavní chodbu, která vede do jednotlivých místností a je přímo otevřená do hlavní

obývací místnosti s kuchyní. Z této místnosti je po dřevěných schodech vstup do patra, kde se nacházejí další pokoje a šatna.

B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby [30]

Hlavní nosné konstrukce obvodového pláště jsou tvořeny BSH roubené hranoly opracovanými pomocí CNC stroje.

B.2.4 Bezbariérové užívání stavby [30]

Stavba nemusí být řešena jako bezbariérová.

B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby [30]

Stavba splňuje všechny nároky na bezpečnost při užívání.

B.2.6 Základní technický popis staveb [30]

a) Technické řešení [30]

Příprava území a výkopy

V rámci stavebních úprav bude sejmuta ornice a částečně vyrovnán terén hutněnou zeminou. Bude proveden výkop pro konstrukce základů. Nepočítá se dosažení hladiny spodní vody. Před začátkem prací budou vytyčeny podzemní sítě.

Základy

Objekt bude založen na základových pasech. Základové pasy budou z betonu C16/20 konstrukčně vyztuženy ocelí 10 505. Dále bude provedeno ztracené bednění, bednění bude provedeno na podkladním betonu C12/15. V základovou konstrukci bude umístěný zemnicí pásek FeZn a bude ponechán prostup pro ZTI.

Úroveň základové spáry se nachází v nezámrazné hloubce 950 mm. Okolo základů stavby bude proveden okapový chodník s kačírkiem.

Základová deska bude z betonu C16/20 tloušťky 150 mm umístěná na šterkové lože a vyztužená kari sítí (6-150-150). Hydroizolace základů od podlahy a nosných konstrukcí bude provedena pomocí asfaltových pásů GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL. Tepelná izolace základů bude provedena pomocí XPS tl. 150 mm. XPS bude opatřen soklovou omítkou.

Podlahové konstrukce

Podlaha v přízemí bude izolována EPS 150 mm, dále bude následovat BAUMIT separační fólie, betonový potěr CEMIX tl. 50 mm, tlumící podložka MIRELON a následně vinylová podlahová krytina (dekor po dohodě s investorem).

Podlaha ve 2. NP bude tvořena pohledovým dřevěným záklopem z fošen (tl. 40 mm) napojovaných na pero a drážku a kotvených do stropních trámů. Bude použita kročejová izolace STEPROCK HD 40 mm a následně 2x podlahové desky FERMACELL (tl. 10 mm) a opět vinylová podlahová krytina jako bude použita v 1. NP.

Svislé nosné konstrukce

Svislé nosné konstrukce 1. NP jsou řešeny jako roubené za použití BSH trámů o profilu 240 x 240 mm. (třída pevnost GL24h; Si) Základový trám bude kotven do podkladní konstrukce pomocí průvlakových kotev v max vzdálenosti 1 metr. Jednotlivé trámy jsou napojovány na pero a drážku a dostatečná vzduchotěsnost je zajištěna PU páskami ILLBRUCK TP600 přikládanými ve drážkách a v rozích v zámkových vazbách roubení. Veškeré dřevěné prvky roubení, jakož i stropních trámů, průvlaků a obložení štítu budou opatřeny třemi vrstvami REMMERS HK lazury v odstínu dub světlý. První nátěr bude proveden na všech plochách dřevěných prvků v zázemí firmy a slouží jako ochrana proti houbám, škůdcům, plísním a následné dva nátěry budou provedeny již na smontované konstrukci na pohledových plochách. V předem zvolených místech roubení budou vyfrézovány

prostupy pro vedení elektroinstalace. U stavebních otvorů budou umístěny KVH SM sloupky 80 x 80 mm, které budou začepovány do trámů a umístěny do drážek, dle projektové dokumentace. Ve středu objektu se nachází nosná zeď z cihel Porotherm AKU o celkové tloušťce 290 mm, která zároveň plní funkci nosnou pro stropní průvlaky. Zeď bude opatřena bílou omítkou. Pro provedení zdi platí zásady uvedené ve firemních manuálech. Zároveň slouží zeď jako tepelně akumuláční a je v ní umístěný prostup od krbových kamen do komínového tělesa.

Nosné stěny v nadzemním podlaží jsou řešeny jako sloupková konstrukce tvořena KVH SM sloupky o rozměrech 120 x 80 mm, sloupky pod. Rám je vyplněn minerální izolací ISOVER FASSIL. Z vnější strany je stěna opatřena pojistnou hydroizolací JUDACH 135 a roštem z latí KVH SM a charakteristickým obložním štítu, které bude provedeno podle požadavků investora. Z vnitřní strany budou tyto stěny zavětrovány pomocí OSB EGGER P+D 4 (tl.15 mm) s přelepenými spárami a následně SDK předstěnou. SDK desky budou opatřeny penetračním nátěrem. Zároveň bude SDK předstěna sloužit pro rozvod elektra. Konstrukce výdřevy štítu bude začepována do stropní trámu, který je součástí roubené stěny. Je třeba zajistit dostatečnou výdřevu plochy štítu ze SM KVH sloupků 80 x 120 mm.

Střecha

Střecha je vzhledem k charakteru skladby a lokality a vzhledem k územnímu plánu sedlová se sklonem 40 stupňů. Jedná se o klasickou vaznicovou soustavu tvořenou dvěma pozednicemi, které jsou začepovány do stropních trámů a dále připevněny pomocí ocelových svorníků (Ø12). Zatížení od krovu je přenášeno dále přes konstrukci předstěny ve 2. NP na nosné roubení v 1. NP. Dále je krov tvořen středovými vaznicemi, které jsou začepovány do nosných sloupků ve 2. NP, které jsou následně začepovány do stropních trámů. Kleštiny jsou napojovány na krokve pomocí ocelových svorníků (Ø12). Spoj krokví ve hřebeni je řešen jako hřebíkový s OSB příložkami. Výkresy krovu jsou součástí projektové dokumentace, v příloze A – Výkresová dokumentace. Většina prvků krovu je nepohledová máčená v LIGNOFIX E PROFI. Pohledové prvky budou opatřeny stejným nátěrem za stejného postupu, jako nosné roubení.

Je použita plechová falcovaná krytina LINDAB SEAMLIN (dekor antracit), pod ní následují vrstvy: separační lepenka, dřevěné bednění (tl. 25 mm) a kontralatě 50 x 30 mm. V pohledových spodních částech střechy a v jejím přesahu přes štít bude provedeno podbití palubkami se stejným nátěrem jako roubené stěny.

Střecha terasy je mírnějšího sklonu 30 stupňů, ale stejné skladby. Nosná konstrukce terasy bude ukotvena do základových patek pomocí závitových tyčí a veškeré dřevěné prvky budou hoblované a opatřené stejným nátěrem jako roubení.

Konstrukce trámového stropu

Konstrukce stropu bude tvořena dvěma BSH průvlaky 240 x 200 mm (třída pevnost GL24h; Si), které budou na koncích napojeny na obvodovou stěnu na slepý rybinový spoj se zapuštěním 100 mm. V detailu prostupu průvlaků nosnou stěnou bude zajištěna dostatečná izolace dřevěných průvlaků a možnost mírného sedání stavby (které by mělo být minimalizováno, díky využití BSH roubených prvků). Jednotlivé trámy budou napojeny na roubenou stěnu a průvlaky oboustranným přeplátováním. V části stropu u schodiště budou použity falešné trámy v exteriéru napojené přes slepý rybinový spoj. Trámy stropu jsou BSH (třída pevnost GL24h; Si) 240 x 240 mm opatřené ozdobnými provedeními zhlaví. Ve stropních trámech pod štítů budou provedeny dlaby pro nosné sloupky stěn štítů.

Svislé nenosné konstrukce

Jako nenosné příčky budou použity příčky RIGIPS tloušťky 100 mm. Příčka mezi koupelnou s WC budou příčky RIGIPS 150 mm. SDK příčky v koupelně budou předem impregnované.

Stěny v koupelně s WC jsou řešeny keramickým obkladem do výšky 2200 mm. Obklady budou nalepeny tmelem s odolností proti vodě. U sprchového koutu bude provedeno vytažení hydroizolační stěrky pod obkladem do výšky 2200 mm. Keramický obklad v kuchyni bude řešen do výšky 2200 mm, od výšky 900 mm.

Podhledy

Podhledy v podkroví budou umístěny na nosné prvky krovu (kleštiny a krokve) na OSB EGGER 4 (tl. 15 mm) a budou dále tvořeny SDK RIGIPS podhledy upevněnými na kovových profilech. Nad podhledy a strop bude umístěna mezi prvky izolace ISOVER FASSIL tl. 120 mm z vnější strany bude skladby stropů opatřena pojistnou hydroizolací JUTADACH 135.

Výplně otvorů

Okna budou vyrobena jako dřevěná, špaletová. Budou vyrobena se smrkového, vysušeného dřeva, z lepených profilů. Dveře budou vyrobené jako dřevěné kazetové s obložkovou zárubní.

Truhlářské výrobky

Jako truhlářský výrobek je navrženo interiérové schodiště. Schodiště je schodnicové, stupeň s podstupnicí. Stupně a madlo je navrženo z dubového dřeva. Dále bude po dohodě s investorem vyrobeno zábradlí schodiště, v patře a schodiště a zábradlí terasy.

Klempířské výrobky

Budou vyrobeny dle požadavků investora z plechu Lindab. (pozinkovaný plech + povrchová úprava)

b) Mechanická odolnost a stabilita [30]

Stavba je navržena tak, aby nedošlo během její výstavby a následného užívání ke zřícení částí, nebo celé stavby a aby nedošlo k přetvoření, případně poškození konstrukčních částí a technických zařízení

B.2.7 Základní popis technických a technologických zařízení. [30]

Elektroinstalace

Není předmětem diplomové práce.

Zdravotně technické instalace

Není předmětem diplomové práce.

Rozvod vody

Není předmětem diplomové práce.

Vytápění a ohřev teplé vody

Objekt bude vytápěn křbovými kamny na dřevo a elektrickými přímotopy.

V hlavní obytné místnosti č.105 budou instalována křbová kamna JOTUL F 100 CB ECO.2 LL SE BP. Vzhledem k umístění kamen v obytné místnosti, která je otevřena schodišťovým prostorem do hlavní chodby 2. NP bude možné kamny vytápět i prostory 2. NP.

Doplňkové vytápění bude řešeno elektrickými přímotopy STIEBEL ELTRON CON 10-20 PREMIUM. V koupelně bude osazeno přímotopné trubkové těleso Korado Koralux LINEAR MAX-ER. Výkresová dokumentace doplňkového vytápění není předmětem této práce.

Teplá voda bude ohřívána v elektrickém zásobníkovém ohříváči OKCE 160 S/2,2 kW umístěném v technické místnosti.

B.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení [30]

Nejsou řešeny.

B.2.9 Úspora energie a teplená ochrana [30]

Podle zákona č. 406/2000 Sb. nemusí stavba splňovat požadavky na energetickou náročnost budovy. [39]

B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí [30]

- Stavba nebude obsahovat materiály poškozující zdraví, či životní prostředí.
- Budou zajištěny bezpečné podmínky pro práci.

B.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí. [30]

a) Ochrana před pronikáním radonu z podloží [30]

Radonový průzkum neprokázal zvýšené koncentrace v podloží. Bude provedena vrstva hydroizolace GLASTEK 40 Special mineral po celé ploše základové desky.

b) Ochrana před bludnými proudy [30]

Není řešeno.

c) Ochrana před technickou seizmicitou [30]

Není řešeno.

d) Ochrana před hlukem [30]

Během výstavby nedojde k výraznému zvýšení hluku v lokalitě nad mez stanovenou vyhláškou č. 272/2011 Sb. [40] Samotná stavba a její provoz nezpůsobí zvýšení hluku v lokalitě. Bude dodržován noční klid.

e) Protipovodňová opatření [30]

Není řešeno.

f) Ochrana před ostatními účinky – vlivem poddolování, výskytem metanu apod. [30]

Není řešeno.

B.4 Dopravní řešení [30]

a) popis dopravního řešení včetně bezbariérových opatření pro přístupnost a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace, [30]

Stavba bude napojena na současnou technickou infrastrukturu. Napojení přes místní komunikaci na silnici III/27927.

b) napojení území na stávající dopravní infrastrukturu, [30]

Viz výše.

c) doprava v klidu. [30]

Pro parkování se využije odstavná plocha u stavebního objektu. Budou vytvořena dvě místa pro osobní automobily.

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav [30]

Venkovní úpravy budou spočívat ve vytvoření příjezdové cesty a odstavného stání pro 2 osobní automobily. Ornice bude využita pro terénní úpravy na pozemku. Na pozemku se nenachází vzrostlé stromy, které by musely být káceny.

B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana [30]

a) vliv na životní prostředí - ovzduší, hluk, voda, odpady a půda, [30]

Stavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Vzhledem k charakteru výstavby nedojde k významnému zvýšení hluku v oblasti. Odpadový materiál vzniklý v průběhu stavby bude pečlivě recyklován a bude zajištěn jeho odvoz z lokality. Stavba nebude působit negativním vlivem na lokální povrchové a podzemní vody.

b) vliv na přírodu a krajinu - ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů, zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině apod., [30]

Stavbou nebude zasaženo do vazeb v krajině. V blízkosti stavby se nenachází památné stromy ani jinak chráněné objekty/přírodní lokality.

c) vliv na soustavu chráněných území Natura 2000, [30]

Stavba se nachází mimo území Natura 2000.

d) způsob zohlednění podmínek závazného stanoviska posouzení vlivu záměru na životní prostředí, je-li podkladem, [30]

Není řešeno.

e) v případě záměrů spadajících do režimu zákona o integrované prevenci základní parametry způsobu naplnění závěrů o nejlepších dostupných technikách nebo integrované povolení, bylo-li vydáno, [30]

Není řešeno.

f) navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů. [30]

Nová ochranná a bezpečnostní pásma nejsou pro stavbu zřizována.

B.7 Ochrana obyvatelstva [30]

Stavba splňuje podmínky územního plánu obce, tj. splňuje základní požadavky na situování a stavební řešení stavby.

B.8 Zásady organizace výstavby [30]

a) napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, [30]

Staveniště bude napojeno na stávající technickou infrastrukturu ze severní strany hlavní stavební parcely č. 75/1.

b) ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin, [30]

Není vyžadováno.

c) maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště, [30]

Část pozemku bude dočasně využita ke skladování materiálu a pro zázemí stavby.

d) požadavky na bezbariérové obchozí trasy, [30]

Nejsou stanoveny.

e) bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin. [30]

Součástí prací bude použití ornice při finálních terénních úpravách.

B.9 Celkové vodohospodářské řešení [30]

Není řešeno.

5.3 C Situační výkresy [30]

C.1 Situační výkres širších vztahů [30]

Situační výkres širších vztahů v měřítku 1:1000 je přiložen v příloze A – Výkresová dokumentace.

C.2 Katastrální situační výkres [30]

Není součástí diplomové práce.

C.3 Koordinační situace [30]

Koordinační situační výkres v měřítku 1:200 se nachází v příloze A – Výkresová dokumentace.

C.4 Speciální situační výkresy [30]

Nejsou součástí diplomové práce.

5.4 D Dokumentace objektů

| SEZNAM VÝKRESŮ | | |
|----------------|---|------------|
| Označení | Název výkresu | Měřítko |
| D.1 | Půdorys 1. NP | 1:50 |
| D.2 | Půdorys 2. NP | 1:50 |
| D.3 | Půdorys základů | 1:50 |
| D.4 | Výkres krovu | 1:50 |
| D.5 | Severní a jižní pohled | 1:50 |
| D.6 | Východní a západní pohled | 1:50 |
| D.7 | Řez A-A | 1:50 |
| D.8 | Výrobní výkres západní roubené stěny | 1:50; 1:10 |
| D.9 | Výkres pro CNC | 1:10 |
| D.10 | Výkres detailů rohového spoje | 1:10 |
| D.11 | Výkres detailů prostupu stropního trámu | 1:10 |

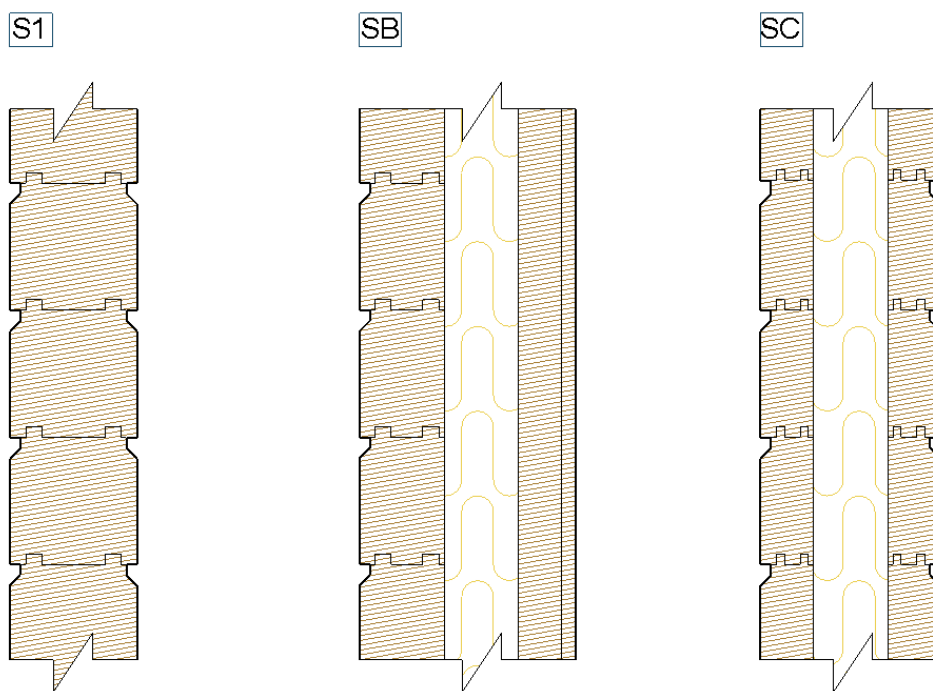
Tabulka 2 Seznam výkresové dokumentace

6 Variantní řešení obvodového pláště

Následující kapitoly se zabývají posouzením tří zvolených variant obvodových plášťů. Všechny tři tyto varianty jsou moderním řešením roubených staveb, které využívají BSH profily jako nosné roubené prvky, ale snaží se zachovat zejména charakteristický vzhled roubené architektury se současným dosažením dnešních požadavků na stavby.

Byly zvoleny tři varianty, S1, která byla použita při návrhu projektu diplomové práce, SB a SC. Přehled variant a jejich následný popis bude obsahem této kapitoly.

6.1 Popis zvolených variant



Obrázek 25 Zvolené varianty

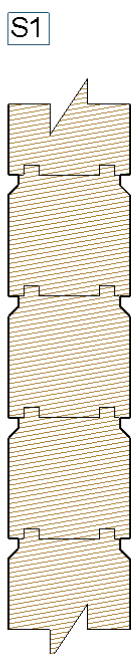
Obrázek 25 zobrazuje přehledně jednotlivé varianty. Jeden z hlavních rozdílů spočívá v tloušťce skladeb. Tato a další odlišnosti vybraných konstrukčních variant budou popsány v následujících odstavcích. Všechny varianty jsou difuzně otevřené ve snaze umožnit stavbě „dýchat“. Tabulka 3 nabízí přehledně skladby obvodového pláště jednotlivých variant.

| SKLADBY POUŽITÝCH VARIANT OBVODOVÝCH STĚN | | |
|---|------------------------|---|
| S1 - Skladba použitá v projektu | SB - DEKPANEL R 1.2.2 | SC - Dvojité roubení s vloženou izolací |
| (Vrstvy od interiéru k exteriéru) | | |
| BSH roubený profil 240 | Palubky 28 | BSH roubený profil 100 |
| | DEKPANEL D 81 F | Minerální izolace 140 |
| | Minerální izolace 140 | BSH roubený profil 100 |
| | BSH roubený profil 160 | |
| (Hodnoty tl. v mm) | | |

Tabulka 3 Přehled skladeb variant obvodových stěn

6.1.1 Skladba S1 – BSH roubení 240 mm

Tato skladba je z vybraných konstrukčně nejjednodušší. Jedná se pouze o masivní dřevěný BSH profil a tloušťce stěny 240 mm. Jednotlivé trámy jsou skládány na sraz na pero a drážku a za účelem získání tradičtějšího vzhledu, je vytvořený profil imitující spáry. Mezi jednotlivé trámy jsou vloženy pěnové pásy Illbruck TP600. Po délce jsou pásy vloženy do drážky a v rozích jsou překládány kolmo přes sebe, kvůli dosažení dostatečné vzduchotěsnosti. Rohová vazba v projektu je zámková, tradiční typ provedení nárožního spoje v této lokalitě. BSH roubení je předem vysušeno na $10-12 \pm 2 \%$ vlhkosti. [41]

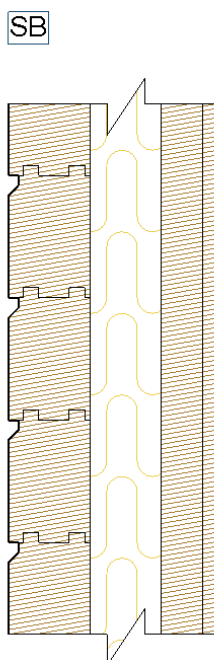


Obrázek 26 Varianta S1

Jako hlavní výhodu a odlišnost od ostatních konstrukcí lze zmínit pohledové roubení z obou stran s masivním rohový spoj, typickým znakem roubených staveb. Výhody také spočívají ve výstavbě, která je velmi rychlá a přesná. Nevýhodou je zejména nesplnění požadavků z hlediska stavební tepelné techniky, kterými se bude zabývat kapitola 7.2 v pozdější části práce.

6.1.2 Skladba SB – DEKPANEL R 1.2.2

DEKPANEL R 1.2.2 je skladbou firmy DEKWOOD, kde hlavní nosnou konstrukci tvoří masivní dřevěné panely DEKPANEL D 81 F, které jsou z interiéru opláštěny pohledovými SM palubkami (tl. 28 mm). Panel je třívrstvý, přičemž mezi první a druhou vrstvou je od výroby vložená vrstva vzduchotěsné fólie, celková tloušťka panelu je 81 mm. Jednotlivé vrstvy jsou tvořeny tloušťkově egalizovanými hoblovanými prkny o tloušťce 27 mm, která jsou k sobě šroubována. Jednotlivé vrstvy mají vůči sobě prkna umístěná kolmo, tak aby se dosáhlo lepším mechanických vlastností. Následuje vrstva izolace z minerálních vláken ($\rho \geq 40 \text{ kg/m}^3$) tl. 160 mm, používá se například ISOVER FASSIL. Roubenou vnější konstrukci tvoří na CNC obráběcím centru opracované BSH roubení o tloušťce 160 mm. [41]

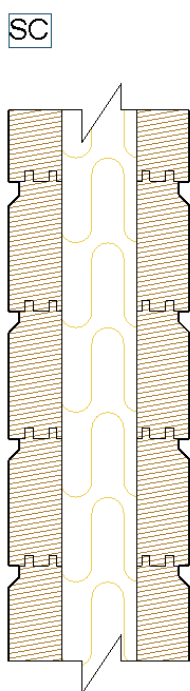


Obrázek 27 Varianta SB

Vybraná skladba SB má celkovou tloušťku ± 410 mm a je tedy ze zvolených variant nejširší. Je také nejvíce pracná. Na druhou stranu poskytuje mnoho nesporných výhod, kterými jsou zejména variabilita vnitřního provedení stěny, nebo snazší rozvody ve stavbě.

6.1.3 Skladba SC – Roubení s vloženou izolací

Poslední zvolená varianta je jakousi střední cestou z vybraných tří možností. Jedná se opět o difuzně otevřenou konstrukci obvodového pláště a nosnou funkci zde tvoří pouze roubení. To je umístěno jak ze strany interiéru, tak ze strany exteriéru. Obě vrstvy roubení jsou opět z BSH profilů, tentokrát o tloušťce 100 mm a mezi ně je vložena minerální izolace o tloušťce 140 mm. Izolace by měla umožňovat dostatečný průstup vlhkosti konstrukcí a zároveň zajistit požadavky na průstup tepla obvodovým pláštěm. Vzduchotěsnost konstrukce je opět zvýšena PU páskami mezi roubenými trámy.



Obrázek 28 Varianta SC

Tato skladba je jistě snazší na provedení než SB, ale jako podstatná nevýhoda se jeví zejména subtilní nárožní vazba.

6.2 Vybrané detaily

Pro tuto část byly vybrány některé typické detaily pro zvolené možnosti konstrukcí obvodových plášťů. Těmito detaily jsou napojení obvodových nosných stěn v rozích a prostup stropních trámů obvodovými stěnami mezi 1. a 2. NP.

6.2.1 Detaily provedení napojení obvodových stěn v rozích

Jednotlivé skladby se od sebe liší provedením nárožního spoje. Zatímco skladba použitá pro navrhovanou stavbu, S1 je nejjednodušší ve svém provedení, skladba SC je už podstatně složitější na výstavbu a SB již má s klasickou roubenou stavbou poměrně málo společného a jedná se vlastně o dva konstrukční systémy v jednom, tedy DEKPANEL a klasické roubení. U SB a SC je většinou na nárožní vazbu roubení použitý rybinový spoj, méně také klasické přeplátování. Vzhledem k tomu, že nárožní spoj představuje hlavní znak roubených staveb, a tedy velmi chtěný architektonický prvek vzniká problém u konstrukcí SB a SC, kde dochází ke zmenšení nárožního spoje z důvodu užší tloušťky roubené vrstvy. Tento detail následně působí velmi nepřírozně.

Výkres těchto detailů je obsažen v příloze A – Výkresová dokumentace, výkres D.10.

6.2.2 Detaily prostupu stropních trámů obvodovou stěnou

Klasické roubené konstrukce se vyznačují použitím stropních trámů, které jsou pomocí tesařských vazeb, většinou částečného přeplátování, napojeny na konstrukci obvodových roubených stěn. Trámy jsou uvnitř stavby nosné pro konstrukce nadzemního podlaží a zároveň prostupují do exteriéru a je na nich umístěná pozednice, které nese konstrukci krovu. Jedná se o velmi výrazný stavební prvek, který vytváří velký přesah střechy a zároveň jsou trámy často opatřeny detailně provedenými zhlavími.

Tento stavebně konstrukční detail ovšem přináší problémy do nových konstrukcí. Původní roubenky, které ve velké míře sesychaly často byly v místě prostupu trámu špatně utěsněné. Dnešní stavby roubenek jsou často stavěny z BSH hranolů, které se vyznačují minimálními změnami rozměrů. U tohoto typu staveb se také běžně

používá PU pásek, které se vloží mezi trámy, aby se překlad mezi nimi dostatečně utěsnil.

Tento typ řešení detailu prostupu trámu do exteriéru ovšem nelze jednoduše provést u skladeb s více vrstvami obvodového pláště. V tomto případě například u porovnávaného detailu u skladby SB je podstatně jednodušší a vhodnější použít v exteriéru falešné trámy, tedy takové, které jsou v rámci stěny přerušeny. Díky tomu není samotný panel téměř vůbec narušen a v místě kotvení trámu je navíc opatřený těsnicí páskou. Všechny varianty jsou v rámci výkresové dokumentace přílohy A – Výkresová dokumentace, ve výkresu D.11.

7 Výsledky

Obsahem této kapitoly budou výsledky dílčích částí práce, a to porovnání finanční a časové náročnosti jednotlivých vybraných variant, posouzení variant z hlediska stavební tepelné techniky a statické posouzení vybraného konstrukčního prvku a třech konstrukčních spojů.

7.1 Finanční a časové porovnání jednotlivých variant obvodových pláštů

V této části bude poskytnuto porovnání variant z hlediska finanční a časové náročnosti. Vzhledem k zadání diplomové práce se jedná pouze o srovnání cen a časové náročnosti výstavby nosného obvodového pláště 1. NP. V obou případech byly posuzovány vnější obvodové stěny 1. NP.

7.1.1 Finanční porovnání variant

Porovnání finanční náročnosti bylo provedeno za pomoci softwaru KROS 4 2021/II. Nejdražší vychází varianta SB – DEKPANEL R 1.2.2, druhá nejdražší je varianta S1 – BSH profil o tloušťce 240 mm a nejlevněji vyjde varianta použitá pro navrhovaný objekt, tedy SC, tedy roubení s vloženou izolací. Důvodem nejvyšší ceny S1 je zejména cena vstupního materiálu, tedy BSH.

Následující tabulka č. 4 poskytuje přehled výsledných cen jednotlivých variant a kompletní položkový rozpočet je přiložen v příloze C – Výstupy z programu KROS 4.

| POROVNÁNÍ VÝSLEDNÝCH CEN ZVOLENÝCH VARIANT | | |
|--|-----------------------|---|
| S1 - Skladba použitá v projektu | SB - DEKPANEL R 1.2.2 | SC - Dvojité roubení s vloženou izolací |
| (Kč bez DPH) | | |
| 1 601 900 | 1 800 474 | 1 509 495 |

Tabulka 4 Porovnání výsledných cen zvolených variant

7.1.2 Porovnání časové náročnosti

Následuje srovnání časové náročnosti výstavby jednotlivých variant obvodového pláště. Srovnání bylo vytvořeno na základě konzultací a praktických zkušeností. Je počítání pro všechny tři varianty se dvěma hlavními a dvěma pomocnými pracovníky. Následující tabulka č. 5 porovnává časovou náročnost jednotlivých variant, tedy dobu výstavby obvodových stěn modelové konstrukce použité v projektu.

Z výsledků je patrné, že nejlépe vychází časově konstrukce S1, tedy konstrukce nejjednodušší z hlediska výstavby. SB a SC jsou srovnatelné z pohledu časové náročnosti výstavby.

| Varianta S1 - Roubení BSH 240 mm | | |
|--|--|-------------|
| ID | Název | Doba trvání |
| S1.1 | A aplikace vodorovné izolace - Nátěr DEKPRIMER a natavení asfaltového pásu GL/ASTEK 40 SPECIAL MINERAL | 6 hodin |
| S1.2 | Montáž první řady roubení (kotvena omocí závitových tyčí 12 mm prům.) | 7 hodin |
| S1.3 | Montáž je dnořivých pater roubení, mezi trámy se vkládá pěnová páska, | 2 dny |
| S1.4 | A aplikace nátěru (2 vrstvy) | 2 dny |
| Varianta SB - DEKPANEL R 1.2.2 | | |
| ID | Název | Doba trvání |
| SB.1 | A aplikace vodorovné izolace - Nátěr DEKPRIMER a natavení asfaltového pásu GL/ASTEK 40 SPECIAL MINERAL | 6 hodin |
| SB.2 | Rozměření a fixace ocelových úhelníků a jejich montáž k základu pomocí průvlakových kotev; Aplikace výplňové malty FERMACELL a výškových podpěr (např. klímky); Osazení panelu pomocí jeřábu a kontrola rovinnosti; Připevnění DEKPANELU k úhelníkům pomocí vrtutí; Provizorní statické zajištění panelů; Rohové napojení panelů (vzduchotěsnost zajištěna PU páskami) | 2 dny |
| SB.3 | Montáž vnějšího zateplení | 2 dny |
| SB.4 | Montáž roubení (první řada se zakotví závitovými tyčemi min. 12 mm prům.); První vrstva nátěru | 1,5 dne |
| SB.5 | A aplikace druhé vrstvy nátěru a zároveň Montáž vnitřního obkladu, např. pohledové palubky | 2 dny |
| Varianta SC - Roubení s vloženou izolací | | |
| ID | Název | Doba trvání |
| SC.1 | A aplikace vodorovné izolace - Nátěr DEKPRIMER a natavení asfaltového pásu GL/ASTEK 40 SPECIAL MINERAL | 6 hodin |
| SC.2 | Montáž první řady roubení (kotvena omocí závitových tyčí 12 mm prům.) | 8 hodin |
| SC.3 | Montáž je dnořivých pater roubení, mezi trámy se vkládá pěnová páska, | 2,5 dne |
| SC.4 | Montáž zateplení mezi roubení | 2 dny |
| SC.5 | A aplikace nátěru | 2 dny |

Tabulka 5 Porovnání variant z hlediska časové náročnosti, výpis jednotlivých pracovních úkonů

Následuje harmonogram výstavby pro jednotlivé zvolené varianty. Při zpracování harmonogramu byla brána v potaz časová souslednost jednotlivých prací a některé

fáze výstavby byly zaokrouhleny na celé dny z důvodu návaznosti, nebo proveditelnosti jednotlivých pracovních procesů.

| Varianta S1 - Roubení BSH 240 mm | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| Den | S1.1 | S1.2 | S1.3 | S1.4 | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| Varianta SB - DEKPANEL R 1.2.2 | | | | | |
| Den | SB.1 | SB.2 | SB.3 | SB.4 | SB.5 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| Varianta SC - Roubení s vloženou izolací | | | | | |
| Den | SC.1 | SC.2 | SC.3 | SC.4 | SC.5 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |

Tabulka 6 Harmonogram výstavby pro jednotlivé varianty ve dnech

7.2 Porovnání jednotlivých variant obvodových pláštěů z hlediska stavební tepelné techniky

Posouzení stavební tepelné techniky bylo provedeno za pomoci softwaru Teplo 2017. Stavba je určena k rekreaci, a proto nemusí splňovat požadavky na prostup tepla konstrukcí dle následujících odstavců.

Podle zákona 406/2000 Sb. O hospodaření energií nemusí splňovat požadavky na energetickou náročnost budovy: [39]

- stavba pro rodinnou rekreaci; taková stavba je užívána jen část roku a spotřebuje odhadem 25 % energie, jako kdyby byla užívána celý rok [39]

Srovnání jednotlivých konstrukčních variant bylo provedeno za účelem posouzení vlastností a rozdílů specifických skladeb, pro srovnání součinitele prostupu tepla byla varianta použitá v projektu vyhodnocena na prostup tepla konstrukcí i v provedení o stejné šířce BSH profilu, jako je celá šířka skladby SB, tedy 410 mm. Takto široký profil se ale v praxi nevyužívá, cílem bylo pouze porovnání skladeb, tak aby byla zachována stejná šířka a skladby se lišily pouze složením vrstev obvodového pláště.

Kompletní protokoly ze softwaru jsou v diplomové práci v příloze B – Výstupy z programu Teplo 2017.

7.2.1 Požadavek na omezení tepelných ztrát budovy

Tento požadavek je vyjádřen součinitelem prostupu tepla U [W/m^2K]. Požadavek stanovuje pro konstrukce vytápěných budov, které mají relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60$ %, že jejich U [$W/(m^2.K)$] musí být menší, nebo rovno U_N [$W/(m^2.K)$]. U_N je dále stanoveno buďto pro budovy s návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} 18-20 ° C, nebo pro budovy s odlišnou převažující návrhovou vnitřní teplotou. V případě této práce se jednalo o první možnost, pro kterou je požadovaná hodnota pro vnější stěny $U_{N,20} = 0,30$ [$W/(m^2.K)$]. [42]

Následující tabulka č. 7 ukazuje porovnání výsledků součinitele prostupu tepla konstrukcí jednotlivých skladeb.

| POROVNÁNÍ SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA ZVOLENÝCH VARIANT | | |
|--|-----------------------|---|
| S1 - Skladba použitá v projektu | SB - DEKPANEL R 1.2.2 | SC - Dvojité roubení s vloženou izolací |
| (W/m ² K) | | |
| 0,679 | 0,197 | 0,213 |

Tabulka 7 Porovnání hodnot součinitele prostupu tepla zvolených variant

Dle výsledků v tabulce č. 7 lze vidět, že skladba S1 nesplňuje požadavky na součinitel prostupu tepla dle ČSN 730540-2. [31] Tento výsledek dopadl dle očekávání. Stejně tak nedostatečných hodnot dosáhla rozšířená varianta, tedy S1R, která dosáhla hodnoty 0,409 [W/m²K]. Proto nejsou tyto skladby vhodné pro stavbu rodinného domu určeného k trvalému bydlení.

Skladby SB a SC již tyto požadavky splňují, což je zapříčiněno použitím vrstvy izolace. Skladba SB dosahovala ve výsledku nejlepších hodnot U. Obě tyto skladby navíc umožňují tloušťku vrstvy izolaci měnit, dle požadavků investora.

7.2.2 Požadavek na nejnižší povrchovou teplotu stavební konstrukce

Tento požadavek stanovuje, že je třeba zaručit takovou vnitřní povrchovou teplotu, při které relativní vlhkost vzduchu nepřesáhne 80 %, což je hranice, při které vzniká riziko růstu plísní. Faktor vnitřního povrchu je bezrozměrné číslo udávající poměrnou teplotu vnitřního povrchu. Značí se f_{Rsi} a požadavkem je aby $f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$. Všechny zvolené skladby požadavek splňují. [31]

7.2.3 Požadavky na vlhkostní bezpečnost

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí dle ČSN 730540-2 byly splněny u všech vybraných skladeb. [31] Požadavky stanovují, že množství vody zkondenzované uvnitř konstrukce musí být zároveň vypařitelné během modelového roku ($M_{c,a} < M_{ev,a}$). Dále nesmí kondenzát překročit hodnotu 0,1 kg/m²rok ($M_{c,a} < M_{c,N}$) a hmotnostní vlhkost dřevěných prvků nesmí překročit 18 %. Tento poslední požadavek je na posouzení projektanta. [31] Dle výsledků z protokolů a sorpční izotermy dřeva lze navzdory vysokým relativním vlhkostem objevujících se během roku ve dřevěných částech konstrukcí usoudit, že hmotnostní vlhkost dřeva nepřekročí 18 %. Sorpční izoterma udává závislost hmotnostní vlhkosti na relativní vlhkosti vzduchu a teplotě vzduchu.

7.3 Statický posudek zvoleného konstrukčního prvku a tří detailů konstrukčních spojů

V této dílčí kapitole bude posouzen zvolený konstrukční prvek. Tímto prvkem je nosný sloup ve 2. NP. Dále budou posouzeny tři konstrukční spoje, a to spoje krokev a kleštiny, krokev a krokev ve hřebeni a spoj krokev a vaznice. Vnitřní síly a reakce byly získány pomocí softwaru Dlubal RSTAB 8.25 a statické posouzení konstrukce bylo provedeno ručně v programu Microsoft EXCEL.

7.3.1 Stanovení zatížení na konstrukci krovu

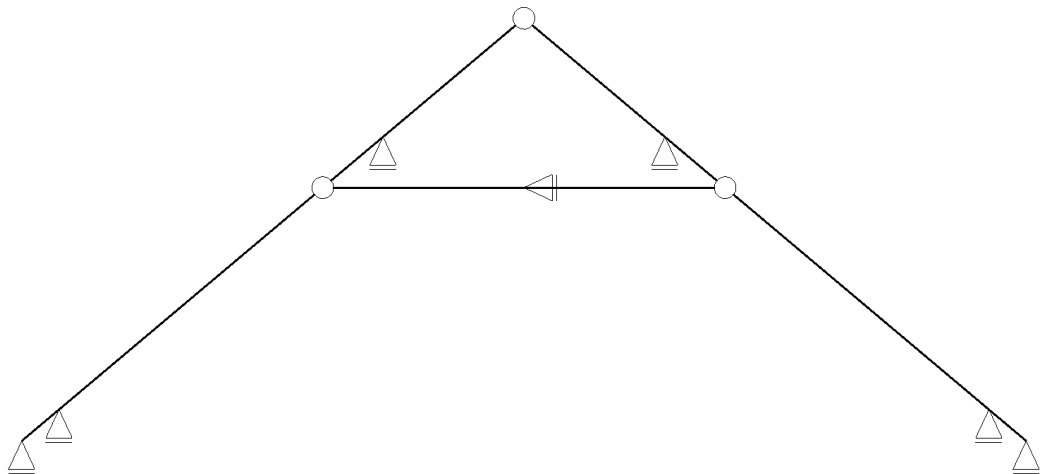
V této části bude popsán postup získání vstupních hodnot pro statické posouzení dle zadání.

7.3.1.1 Popis řešeného krovu

Střecha je sedlová, sklon krokví je 40 °. Zatěžovací šířka je 0,87 m. Krokve mají průřez 160 x 140 mm, kleštiny 160 x 75 mm, vaznice 260 x 160 mm, pozednice 200 x 160, dále jako pozednice slouží rámová konstrukce předstěny ve 2. NP, která je tvořena trámy 80 x 120 a sloupky 80 x 120 mm. Vaznice jsou podepřeny sloupky o čtvercovém průřezu 160 x 160 mm. Součástí přílohy A – Výkresová dokumentace, je výkres krovu, výkres D.4.

7.3.1.2 Statické schéma krovu

Obrázek 29 zobrazuje statické schéma krovu použité v softwaru Dlubal RSTAB 8.25, rozměry jsou dány výkresovou dokumentací viz. A – Výkresová dokumentace.



Obrázek 29 Statické schéma použitého modelu

Vazby pozednic a vaznic jsou modelovány jako posuvné. Vazby kleštin a napojení krokví ve hřebeni jsou kloubové. Ve středu kleštin je umístěna posuvná vazba, tak aby byly získány rovnoměrnější výsledky.

7.3.1.3 Stálá zatížení

Pro výpočet vlastní tíhy bylo třeba znát skladby střechy a stropních konstrukcí a pohledů. Následující tabulka č. 8 zobrazuje výpočty vlastní tíhy od konstrukce a skladeb, součástí je grafické znázornění působišť zatížení.

| Stálá zatížení | Objemová tíha | | Char. zatížení | | Návrhové zatížení | | Zatěžovací šířka | b (m) |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--|------------------|---------------------------------|
| | γ _G kg/m ³ | Tloušťka mm | g _k kg/m ² | γ _G - | g _d kN/m ² | | 0,87 | |
| Skladba střešního pláště | | | | | | | | Schéma působení zátěže na model |
| Falcovaný plech | | 0,5 | 5 | | | | | |
| Separáční lepenka | | | 0,003 | | | | | |
| Pojistná hydroizolace | | | 0,4 | | | | | |
| Dřevěné bednění | 500 | 25 | 12,5 | | | | | |
| Kontralatě | | | 10 | | | | | |
| Skladba celkem: | | | 27,90 | 1,35 | 0,38 | | | |
| Střešní plášť * zatěžovací šířka (kN/m) | | | 0,24 | | 0,33 | | | |
| Skladba šikmého podhledu | | | | | | | | Schéma působení zátěže na model |
| Minerální izolace | 40 | 160 | 6,4 | | | | | |
| OSB | 600 | 15 | 9 | | | | | |
| Rošt pro SDK podhled | | | 15 | | | | | |
| Rigips SDK deska 2x | | | 9 | | | | | |
| Skladba celkem: | | | 39,4 | 1,35 | 0,53 | | | |
| Střešní plášť * zatěžovací šířka (kN/m) | | | 0,34 | | 0,46 | | | |
| Skladba podhledu (zatížení kleštin) | | | | | | | | Schéma působení zátěže na model |
| Minerální izolace | 40 | 160 | 6,4 | | | | | |
| OSB | 600 | 15 | 9 | | | | | |
| Rošt pro SDK podhled | | | 15 | | | | | |
| Rigips SDK deska 2x | | | 9 | | | | | |
| Skladba celkem: | | | 39,4 | 1,35 | 0,53 | | | |
| Střešní plášť * zatěžovací šířka (kN/m) | | | 0,34 | | 0,46 | | | |
| Zatížení od krokve | Objemová tíha | Charakteristické zatížení | Návrhové zatížení | Výška (m) | 0,16 | | | |
| | γ _G | g _k | γ _G | Tloušťka (m) | 0,14 | | | |
| | kg/m ³ | kg/m ² | - | | | | | |
| | 3,5 | 0,08 | 1,35 | | 0,11 | | | |
| Celkem stálé zatížení střešního pláště + krokve | | | | | | | | 0,43 |

Tabulka 8 Výpočty stálých zatížení na konstrukci krovu

7.3.1.4 Zatížení sněhem

Výpočet zatížení od sněhu byl proveden podle požadavků ČSN EN 1991-1-3. [36] Zatížení od sněhu se odvíjí zejména od lokality. Sněhová oblast byla zjištěna podle sněhové mapy. [37]

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k \quad [\text{kN/m}^2]$$

μ_i – tvarový součinitel zatížení sněhem, zde 0,53

s_k – charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi, zde použito 1,47 kN/m²

C_e – součinitel expozice, zde 1,00

C_t – tepelný součinitel, zde 1,00

Výsledné zatížení sněhem bylo přes přepočtení na zatěžovací šířku ($b = 0,87$ m) stanoveno **0,68 kN/m**.

7.3.1.5 Zatížení větrem

Působení větru na konstrukci lze rozdělit na dva způsoby, a to na tlak a na sání. Dále rozlišujeme, zda se jedná o vítr kolmo na střešní konstrukci, příčný, anebo vítr podélný. Jak uvádí přehled níže, jedná se o větrnou oblast II a kategorii terénu II. Přehled obsahuje vstupní hodnoty pro výpočet zatížení větrem.

Vstupní hodnoty

| | |
|---------------------------|--|
| Větrná oblast | II |
| Rychlost větru | $v_{b,0} = 25,00 \text{ m/s}$ |
| Kategorie terénu | II |
| Referenční výška budovy | $z_e = 7,3 \text{ m}$ |
| Součinitel směru větru | $c_{dir} = 1,00$ |
| Součinitel ročního období | $c_{season} = 1,00$ |
| Měrná hmotnost vzduchu | $\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$ |
| Součinitel orografie | $c_0 = 1,00$ |
| Součinitel zatížení | $\gamma_f = 1,50$ |
| Součinitel tlaku větru | $c_{pe} > 10$ (pro povrchy větší, než 10 m^2) |

Vypočtené hodnoty

Maximální dynamický tlak $q_p = 0,84 \text{ kN/m}^2$

Zatížení větrem vypočtené softwarem FIN EC 2022 bylo následně použito pro zadání zatížení na vazbu krovu do programu Dlubal RSTAB 8.25.

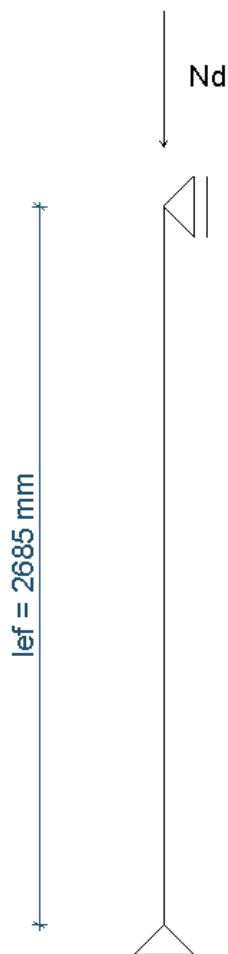
Plošná zatížení ze softwaru FIN EC 2022 je třeba přepočítat pomocí zatěžovací šířky.

| Příčný vítr (zatěžovací šířka b = 0,87 m) | | | | | | | Podélný vítr Tlak větru | | |
|---|-------------------|------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------------|-------------------|-------|
| | Tlak | *b | Sání | *b | Tlak a sání | *b | | Sání | *b |
| | kN/m ² | kN/m | kN/m ² | kN/m | kN/m ² | kN/m | | kN/m ² | kN/m |
| F | 0,59 | 0,51 | -0,14 | -0,12 | 0,59 | 0,51 | F | -0,93 | -0,81 |
| G | 0,59 | 0,51 | -0,14 | -0,12 | 0,59 | 0,51 | G | -1,18 | -1,03 |
| H | 0,45 | 0,39 | -0,06 | -0,05 | 0,45 | 0,39 | H | -0,73 | -0,64 |
| I | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | -0,22 | -0,19 | I | -0,42 | -0,37 |
| J | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,00 | -0,31 | -0,27 | | | |

Tabulka 9 Přepočet plošných zatížení od větru

7.3.2 Statický posudek zvoleného konstrukčního prvku

Posouzení proběhlo na nosném sloupku ve 2. NP. Sloupek byl posouzen na tlak se vzpěrem a zatížení bylo tvořeno reakcí od střešní vaznice. Materiálem sloupku je smrkové rostlé dřevo C24. Průřez sloupku je čtvercový. Počítá se se střednědobým zatížením a dlouhodobou vlhkostí dřeva 12 % (Třída zatížení 1).



Obrázek 30 Statický model posuzovaného sloupu

Pro návrh prvku bylo zatížení reprezentováno kombinací třech typů zatížení, stálé zatížení, sníh a vítr, byla zvolena nejméně příznivá varianta.

Návrhová pevnost v tlaku podél vláken bude určena podle vzorce:

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 12,9 \text{ MPa}$$

$f_{c,0,d}$ – návrhová pevnost v tlaku podél vláken

$f_{c,0,k}$ – char. pevnost v tlaku podél vláken, použito 21 MPa

k_{mod} – modifikační součinitel, zohledňující vliv trvání a vlhkosti, zde 0,8

γ_M – dílčí součinitel materiálu, zde 1,3 (rostlé dřevo)

Návrhová pevnost v tlaku kolmo na vlákna bude určena podle vzorce:

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 1,54 \text{ MPa}$$

$f_{c,90,d}$ – návrhová pevnost v tlaku kolmo na vlákna

$f_{c,90,k}$ – char. pevnost v tlaku kolmo na vlákna, zde použito 2,5 (MPa)

k_{mod} – modifikační součinitel, zohledňující vliv trvání a vlhkosti, zde 0,8

γ_M – dílčí součinitel materiálu, zde 1,3 (rostlé dřevo)

Vzhledem k tomu, že sloup přenáší zatížení od čtyřech krokových vazeb, lze zjednodušeně počítat N_d jako čtyřikrát vynásobenou reakci od vaznice.

Normálové napětí se vypočítá pomocí plochy a síly, tedy reakce od vaznice zjištěné pomocí programu Dlubal RSTAB 8.25 takto:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} = 0,93 \text{ MPa}$$

$\sigma_{c,0,d}$ – normálové napětí v tlaku (MPa)

N_d – návrhová síla (N), zde 23,82 kN

A – plocha (mm^2)

Plocha A vychází pro sloup $A = 160 \times 160 = 2,56 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$

Dále je třeba vypočítat štíhlostní poměr (vybočení v ose y bude díky čtvercovému průřezu stejné jako v ose z (vzpěrné délky jsou shodné) dále bude počítáno pouze ve variantě v ose z):

$$\lambda_z = \frac{l_{ef}}{i} = 58,1$$

λ_z – štíhlostní poměr

l_{ef} – efektivní délka, pro sloup v projektu $L = 2685 \text{ mm}$

i – poloměr setrvačnosti

$$i = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3}{b \cdot h}} = 46,2 \text{ mm}$$

b – šířka (mm)

h – výška (mm)

Dále je třeba znát kritické napětí a relativní štíhlostní poměr:

$$\sigma_{crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 6,6 \text{ MPa}$$

σ_{crit} – kritické napětí (MPa)

$E_{0,05}$ – 5ti% kvantil modulu pružnosti (zde 6 700 MPa)

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{crit}}} = 1,8$$

Pak je třeba vypočítat součinitel vzpěrnosti k_c a to podle vzorců:

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 2,24$$

β_c – pro rostlé dřevo 0,2

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,28$$

Posouzení sloupku na tlak podél vláken poté vypočítáme podle vzorce:

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} \cdot k_{c,z}$$

$$0,93 \text{ MPa} \leq 12,9 \cdot 0,28 = 3,6 \text{ MPa}$$

Sloup vyhovuje.

Posouzení sloupku na tlak kolmo k vláknům provedeme podle vzorce:

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{N_d}{A} = 0,93 \text{ MPa}$$

$$0,93 \text{ MPa} \leq 1,54 \text{ MPa}$$

Sloup vyhoví.

7.3.3 Posudek tří stavebních detailů konstrukčních spojů

Na posudek byly vybrány tyto tři spoje:

Spoj kleštiny a krokve ocelovým svorníkem

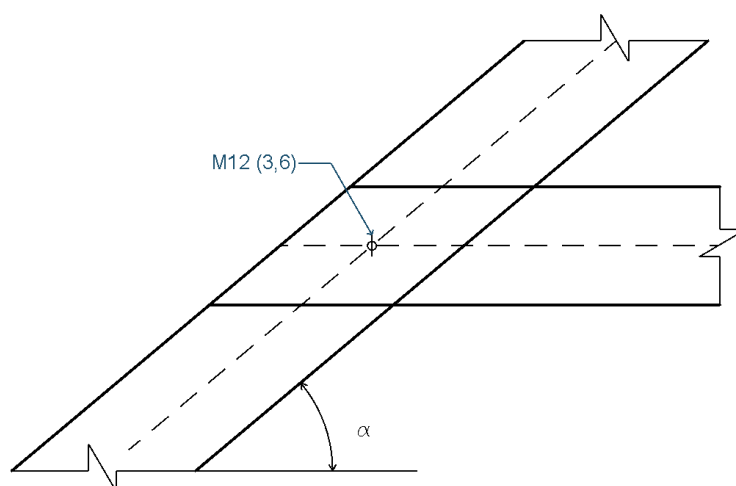
Spoj krokve a krokve v hřebeni pomocí OSB přílozek a hřebíků

Spoj krokve a vaznice na osedlání

V diplomovém projektu byly rozměry jednotlivých prvků zvoleny na základě zkušeností se stavbou roubených domů a lokálních zvyklostí v oblasti, kde je stavba navrhována. Proto je v rámci projektu například rozměr krokví 160 x 140 mm, který se běžně nepoužívá. Důvodem používání masivnějších profilů u roubených staveb je mimo jiné estetika.

7.3.3.1 Posudek spoje krokv – kleština

Kleštiny budou spojeny s krokví pomocí ocelového svorníku.



Obrázek 31 Provedení spoje kleštiny – krokve

Hodnoty N_{\max} a V_{\max} z programu Dlubal RSTAB 8.25 vyšly následovně:

$$N_{\max} = 2,396 \text{ kN}$$

$$V_{\max} = 1,096 \text{ kN}$$

$$R_{\text{smyk}} = 2,635 \text{ kN (stanoví se jako výslednice } N_{\max} \text{ a } V_{\max} \text{)}$$

Dále se vypočítá úhel mezi výslednicí a vlákny kleštiny:

$$\beta = \arctg \frac{1,096}{2,396} = 24,6^\circ$$

Úhel sklonu krokve $\alpha = 40^\circ$

Poté se vypočítá úhel mezi vlákny krokve a $R_{\text{smyk}} \rightarrow \gamma$

$$\gamma = \alpha + \beta = 40^\circ + 24,6^\circ = 64,6^\circ$$

Bude použit svorník o průměru M12 třídy pevnosti 3,6

Charakteristická pevnost $f_{u,k} = 300 \text{ MPa}$

Dále je zapotřebí vypočítat minimální rozteče, jak pro krokev, tak pro kleštinu:

Pro krokev:

$$a_{4,t} = \max \left\{ \begin{array}{l} (2 + 2 \sin \gamma) \cdot d = 47,5 \text{ mm} \\ 3d = 36 \text{ mm} \end{array} \right\} = 48 \text{ mm} \leq \frac{h_{\text{Krokev}}}{2} = 80 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 3 \cdot d = 3 \cdot 12 = 36 \text{ mm} \leq \frac{h_{\text{Krokev}}}{2} = 80 \text{ mm}$$

$h_{\text{krokev}} = 160 \text{ mm}$

Pro kleštinu:

$$a_{3,t} = \max \left\{ \begin{array}{l} 7 \cdot d = 84 \text{ mm} \\ 80 \text{ mm} \end{array} \right\} = 84 \text{ mm} \leq \frac{h_{\text{Krokev}}}{2 \cdot \sin 40} = 125 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = (2 + 2 \sin \beta) \cdot d = (2 + 2 * \sin 24,6) \cdot 12 = 34 \text{ mm} \leq \frac{h_{\text{Kleština}}}{2} = 80 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = (2 + 2 \sin \beta) \cdot d = (2 + 2 * \sin 24,6) \cdot 12 = 34 \text{ mm} \leq \frac{h_{\text{Kleština}}}{2} = 80 \text{ mm}$$

$k_{\text{mod}} = 0,8$ (rostlé dřevo, střednědobé zatížení, TP1)

$\rho_k = 490 \text{ kg/m}^3$

Pevnost v otlacení se vypočítá:

$$f_{h,0,k} = 0,082(1 - 0,01d)\rho_k = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12) \cdot 490 = 35,36 \text{ MPa}$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015d = 1,35 + 0,015 \cdot 12 = 1,53$$

$$f_{h,1,k} = f_{h,\alpha=26,4^\circ,k}^{\text{Kleština}} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{35,36}{1,53 \cdot \sin^2 26,4 + \cos^2 26,4} = 32,06 \text{ MPa}$$

$$f_{h,2,k} = f_{h,\alpha=64,6^\circ,k}^{Krokov} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{35,36}{1,53 \cdot \sin^2 64,6 + 64,6} = 24,71 \text{ MPa}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{24,714}{32,068} = 0,771$$

Plastický moment únosnosti pro vybraný svorník se vypočítá podle vzorce:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 300 \cdot 12^{2,6} = 57559,0 \text{ Nmm}$$

Jedná se o dvojstržný spoj.

$$t_1 = 75 \text{ mm}$$

$$t_2 = 140 \text{ mm}$$

$F_{v,Rk}$ se stanoví jako minimální hodnota podle vzorců níže:

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \\ 0,5 f_{h,2,k} t_2 d \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \left[\frac{F_{ax,Rk}}{4} \right]^* \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \left[\frac{F_{ax,Rk}}{4} \right]^* \end{array} \right\}$$

(& $F_{ax,Rk}$ (char. unosnost na vytažení) – nepočítat pokud posudek vyhoví)*

$F_{v,Rk}$ pro tento případ vychází 7142 N

Tu je třeba přepočítat na $F_{v,Rd}$

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 4395 \text{ N}$$

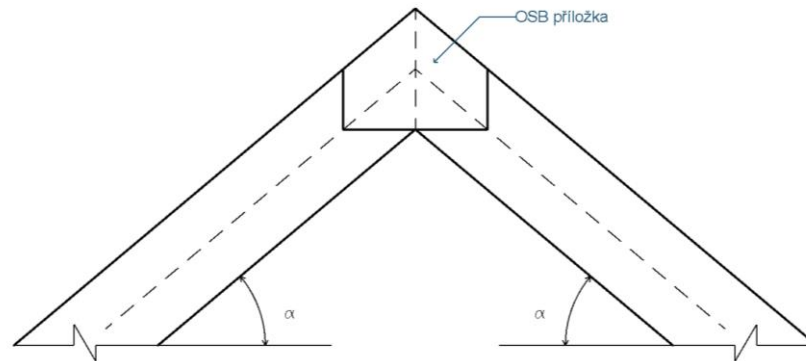
Únosnost jednoho svorníku se poté určí takto:

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{v,Rd} = 2 \cdot 4,395 = 8,79 \text{ kN} \geq R_{SMYK} = 2,635 \text{ kN}$$

Svorník vyhovuje.

7.3.3.2 Posudek spoje krokev – krokev

Krokve budou k sobě spojovány pomocí OSB příložek s hřebíky.



Obrázek 32 Provedení spoje krokev – krokev

Hodnoty N_{\max} a V_{\max} z programu Dlubal RSTAB 8.25 vyšly následovně:

$$N_{\max} = 0,893 \text{ kN}$$

$$V_{\max} = 0,721 \text{ kN}$$

$$R_{\text{smyk}} = 1,127 \text{ kN (stanoví se jako výslednice } N_{\max} \text{ a } V_{\max})$$

Dále se vypočítá úhel mezi výslednicí a vlákny krokve:

$$\beta = \arctg \frac{0,721}{0,893} = 38,9^\circ$$

Úhel sklonu krokve $\alpha = 40^\circ$

Poté se vypočítá úhel mezi krajními vlákny OSB a $R_{\text{smyk}} \rightarrow \gamma$

$$\gamma = \alpha + \beta = 40^\circ + 38,9^\circ = 78,9^\circ$$

Budou použité OSB tl. 15 mm příložky na obou stranách a hřebíky $\Phi 2,8 \times 56 \text{ mm}$

Dále je zapotřebí vypočítat minimální rozteče, jak pro krokve, tak pro kleštiny:

OSB:

$$\rho_k \text{ OSB desky} = 550 \text{ kg/m}^3$$

Otvory budou předvrtány. Lze použít součinitel 0,85 pro spoj OSB – dřevo.

$$a_1 = 0,85(4 + |\cos \gamma|)d = 9,97$$

$$a_2 = 0,85(3 + \sin \gamma)d = 9,47$$

$$a_{3,t} = (7 + 5 \cos \gamma)d = 22,26$$

$$a_{4,t} = (3 + 2 \sin \gamma)d = 13,89$$

$$a_{4,c} = 3 \cdot d = 8,40$$

Krokev:

$$a_1 = 0,85 \cdot (7 + 8|\cos \beta|)d = 31,51$$

$$a_2 = 0,85 \cdot 7 \cdot d = 16,66$$

$$a_{3,c} = 15d = 42,00$$

$$a_{4,t} = (7 + 2 \sin \beta)d = 23,13$$

$$a_{4,c} = 7 \cdot d = 19,60$$

Bude počítáno s těmito materiálovými vlastnostmi:

$k_{mod,1} = 0,85$ (OSB; krátkodobé zatížení; TP1)

$k_{mod,2} = 0,9$ (Rostlé dřevo; krátkodobé zatížení; TP2)

$$k_{mod,1,2} = \sqrt{k_{mod,1} \cdot k_{mod,2}}$$

$k_{mod,1,2}$ se počítá při použití dvou rozdílných materiálů

$$\rho_k = 490 \text{ kg/m}^3$$

Pevnost v otláčení se vypočítá:

$$f_{h,1,k} = 65 \cdot d^{-0,7} \cdot t^{0,1} = 41,4 \text{ MPa}$$

$$f_{h,2,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 29,5 \text{ MPa}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = 0,713$$

Dále je zapotřebí zjistit plastický moment únosnosti hřebíku $M_{y,k}$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_u \cdot d^{2,6} = 2617,48 \text{ N/mm}$$

Jedná se o jednostřížný spoj.

$t_1 = 15 \text{ mm}$ (hloubka průchodu hřebíku OSB deskou)

$t_2 = 40 \text{ mm}$ (hloubka zaražení konce hřebíku do krokev)

Návrhová únosnost pro spojovací prostředek pro jednostržný spoj se určí jako minimální hodnota ze vzorců níže:

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \\ f_{h,2,k} t_2 d \\ \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1 + \beta} \left[\sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2(1 + \beta) + \frac{4\beta(1 + 2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

V tomto případě $\underline{F}_{v,Rk}$ vychází 817,36 N.

To je potřeba přepočítat na $F_{v,Rd}$

$$F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 550,15 \text{ N}$$

Výpočet množství hřebíků vypadá takto:

$$n = \frac{R_{smyk}}{F_{v,Rd}} = 2,05$$

Podle výsledku je zapotřebí použití 3 hřebíků na jednu polovinu OSB desky.

Na závěr je potřeba posouzení OSB desky:

$$V_{Ed} = 1,5 \cdot R_{smyk} \cdot \sin \gamma = 1,66 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 1,5 \cdot R_{smyk} \cdot \cos \gamma = 0,32 \text{ kN}$$

$$f_{c,0,k} = 15,4 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 6,8 \text{ MPa}$$

Po přepočtu:

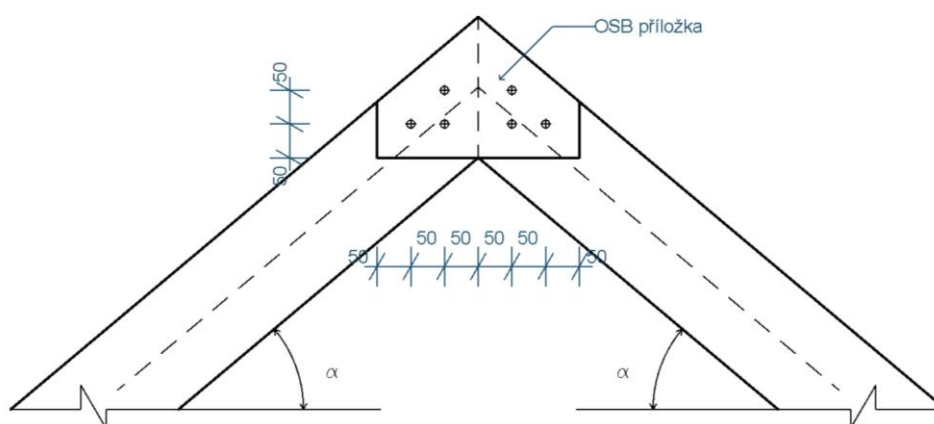
$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 10,06 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 4,446 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{0,32 \cdot 10^3}{2 \cdot 15 \cdot 130} = 0,08 \text{ MPa} \leq f_{c,0,d} = 10,06 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 V_{Ed}}{2 A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1,66 \cdot 10^3}{2 \cdot 15 \cdot 130} = 0,64 \text{ MPa} \leq f_{v,d} = 4,446 \text{ MPa}$$

Spoj vyhovuje.

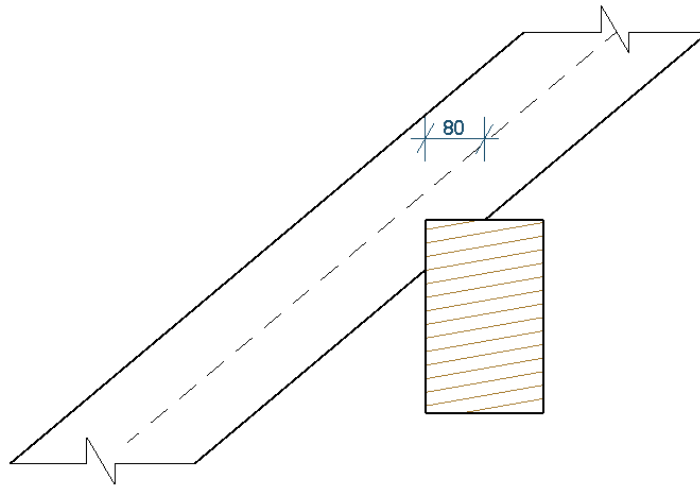


Obrázek 33 Návrh rozmístění hřebíků

7.3.3.3 Spoj krokve a vaznice

Vaznice je profilu 160 x 260 mm a byla posuzována na pevnost v otláčení od krokve 140 x 160 mm. Osedlání je provedeno přibližně do jedné třetiny výšky krokve.

Jedná se o střednědobé zatížení. Třída provozu 1. Materiál sloupu je rostlé dřevo C24.



Obrázek 34 Osedláni krokve na vaznici

Posuzovaná plocha A bude vypočítána takto:

$$A = b \cdot h = 80 \cdot 140 = 11200 \text{ mm}^2$$

b – šířka plochy v kontaktu vaznice s krokví

h – šířka krokve

Napětí vypočítáme pomocí vzorce:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{N_d}{A} = 0,532 \text{ MPa}$$

Char. pevnost materiálu v otláčení $f_{v,k}$ následně přepočtená na návrhovou $f_{v,d}$:

$$f_{d,90,k} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 1,54 \text{ MPa}$$

Posuzovaný spoj musí splňovat tuto podmínku:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{d,90,k}$$

$$0,532 \text{ MPa} \leq 1,5 \cdot 1,54 \text{ MPa} = 2,31 \text{ MPa}$$

$k_{c,90}$ – součinitel tlaku kolmo k vláknům; lze pro tuto variantu uvažovat 1,5

Spoj vyhovuje.

8 Diskuse

V této práci byly porovnány tři konstrukční varianty obvodových plášťů. Oblasti, ve kterých porovnání proběhlo byly stavebně tepelná technika, finanční náročnost a časová náročnost. Rozdíly mezi vybranými variantami jsou zejména v jednoduchosti výstavby a ceně. Porovnání z pohledu stavebně tepelné techniky dopadlo dle očekávání, jak již bylo zmíněno v kapitole výsledky.

Otázkou do budoucna jistě je, jakým způsobem zajistit přijatelnou cenu těchto konstrukčních systémů. Poměrně vysoká cena je daná zejména používanými dřevěnými profily. Výhoda skladeb SB a SC může oproti variantě S1 spočívat mimo jiné v tom, že lépe hospodaří s teplem a díky tomu lze očekávat výrazné ušetření v průběhu používání na ceně energií.

Další výhodou, kterou nám nabízí varianta SB jsou snazší rozvody instalací. Skladba S1 sice nabízí velmi jednoduchou výstavbu, ale projekt musí být o to lépe promyšlen, aby s rozvody počítal.

Všechny tři varianty obvodových plášťů vyžadují velmi dobrou konstrukční ochranu roubení, jakož i následnou údržbu, která se může pro některé zákazníky jevit jako problém.

Největší předností skladby S1 zůstává její vzhled. Nabízí provedení roubení vycházející z tradičních přístupů, ale oproti klasickému roubení přidává výhody moderních materiálů a způsobů opracování. Mezi tyto výhody řadíme mnohem lepší vzduchotěsnost a minimální rozměrové změny, jakož i variabilitu provedení profilů.

9 Závěr

V oblasti dřevostaveb nacházíme stále více možností stavebních konstrukcí. Ačkoliv by se mohlo zdát, že pro roubené stavby již v dnešní době nebude místo, stále se jich na našem území staví velké množství a více firem investuje do nových technologií a postupů, jak tyto stavby přizpůsobit moderním požadavkům. Jistě bude zapotřebí dalšího vývoje, ale již nyní můžeme očekávat, že masivní dřevěné konstrukce budou nabízet jednu z možností, jak stavět z obnovitelných materiálů a energeticky úsporněji.

10 Použitá literatura

- [1] KOHOUT, Jaroslav, Antonín TOBEK a PAVEL MÜLLER. *Tesařství: tradice z pohledu dneška*. 8. upravené a doplněné. vyd. Praha: Grada, 1996. ISBN 978-80-7169-413-7.
- [2] PEŠTA, Jan. *Rekonstrukce roubených staveb*. 2. upravené a rozšířené vydání. Praha: Grada, 2020. ISBN 978-80-271-0525-0.
- [3] *Kvalitní řemeslnická práce při obnově podstávkových domů: tesařství a truhlářství v podstávkovém domě* [online]. Frýdlant: Frýdlantsko, z. s., MAS Frýdlantsko, z. s., 2015 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/3751062-Kvalitni-remeslnicka-prace-pri-obnove-podstavkovych-domu-tesarstvi-a-truhlarstvi-v-podstavkovem-dome-milan-marsalek-odborna-spoluprace-petr-strasil.html>
- [4] *Muzeum Turnov. Dlaskův statek* [online]. Turnov: Zpromotion s.r.o., 2020 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.muzeum-turnov.cz/dlaskuv-statek>
- [5] *Muzeum Turnov. Kamenářský dům* [online]. In: . Turnov: Zpromotion s.r.o., 2020 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.muzeum-turnov.cz/kamenarsky-dum>
- [6] *Boučkův statek č.p. 12 a bývalý výměnek (Malá Skála): Boučkův statek č.p. 12 a bývalý výměnek (Malá Skála). Informace z regionů: Český ráj, Podkrkonoší a Pojizeří* [online]. 2012 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.cesky-raj.cz/historie/lidova-architektura/bouckuv-statek>
- [7] POŽGAJ, Alexander, Dušan CHOVANEC, Stanislav KURIATKO a Marián BABIAK. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1993, 485 s. ISBN ISBN 80-07-00600-1.
- [8] KOLÁŘ, T., P. DOBROVOLNICKÝ, P. SZÁBO, T. MIKITA, T. KYNCL, J. KYNCL, I. SOCHOVÁ a M. RYBNÍČEK. Wood species utilization for timber constructions in the Czech lands over the period 1400–1900. *Dendrochronologia: An Interdisciplinary Journal of Tree-Ring Science*. 2021, **70**(125900), 1-8. ISSN 1125-7865.

- [9] KLÖCKNER, Karl. *Der Blockbau—Massivbauweise in Holz*. 1. vyd. Mnichov: Callwey, 1982, 220 s. ISBN 3-7667-0608-X.
- [10] KLEIN, Andrea a Michael GRABNER. Analysis of Construction Timber in Rural Austria: Wooden Log Walls. *International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restoration*. 2015, 7(5), 553-563. ISSN 1558-3058.
- [11] MARTINEK, Vojtěch a Sylvia SVOBODOVÁ. Inovativní řešení skladeb stěn roubených staveb. In: *Specializované služby ve stavebnictví: atelier-dek.cz* [online]. 2020 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/inovativn%C3%AD-%C5%99e%C5%A1en%C3%AD-skladeb-st%C4%9Bn-rouben%C3%BDch-staveb-947>
- [12] Roubenky DEKWOOD: Typy a profily roubených stěn, typy spojů, montáž. In: *DEK, a.s.* [online]. [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: https://dekwood.cz/data/DEKWOOD_Kucha%C5%99ka_na_roubenky_210%C3%97221_nahled.pdf
- [13] NOVÁK, František. DEKPANEL pro nosnou konstrukci stěn dřevostaveb bez použití lepidel. *Odborný časopis pro podporu dřevařské a nábytkářské výroby*. 2015, 16(1-2), 22-25. ISSN 1338-371X.
- [14] DEKPANEL masivní dřevěné panely: základní informace o systému. In: *DEK, a.s.* [online]. 2022 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://dekwood.cz/data/DEKPANEL-cteni-ke-kave-2022.pdf>
- [15] Skladby konstrukcí. In: *DEKWOOD* [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://dekwood.cz/dekpanel/ke-stazeni>
- [16] "Thermo-log": a log of the future. In: *Builder of custom timber frame houses: Dreamhouse* [online]. [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.dreamhouse.lt/thermo-log>
- [17] NEŠPOROVÁ, Kristina. Rozměrové změny srubů a roubenek. In: *Dřevostavby a bydlení: nezávislý portál Dřevostavitel* [online]. 2017 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/rozmerove-zmeny>

- [18] KOLB, Josef. *Dřevostavby: Systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2275-7.
- [19] POJAR, Petr. *Jak se staví roubenky: ČESKÉSTAVBY.cz: vše o stavbě, zahradě a bydlení* [online]. 2015 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/jak-se-stavi-roubenky-23879.html#:~:text=Nejv%C4%9Bt%C5%A1%C3%AD%20probl%C3%A9my%20v%C5%A1ak%20u%20rouben%C3%BDch,p%C5%99%C3%ADpad%C5%AF%20praskaj%C3%AD%20po%20del%C5%A1%C3%AD%20stran%C4%9B>
- [20] SOLAŘ, Jaroslav. Problematika vlhkosti u dřevěných lidových staveb. In: *TZB-info: Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov* [online]. 2011 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/obvodove-plaste-drevostaveb/7838-problematika-vlhkosti-u-drevenych-lidovych-staveb>
- [21] Vnitřní rozvody v masivní dřevostavbě. In: *Dřevostavby: Portál, Dřevostavby, časopis o bydlení: DřevoStavby.cz* [online]. 2019 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/bydleni-nejen-v-drevostavbe/ostatni/5473-vnitri-rozvody-v-masivni-drevostavbe>
- [22] HANIŠ, Pavel. Když se zeď potká s roubením. In: *Dřevostavby: Portál, Dřevostavby, časopis o bydlení: DřevoStavby* [online]. 2022 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/konstrukce-drevostaveb/6804-kdyz-se-zed-potka-s-roubenim?utm_source=www.seznam.cz&utm_medium=sekce-z-internetu
- [23] Spára u roubenek jako znaménko krásy aneb jak se změnila technologie řešení tohoto detailu?. In: *Drevoastavby.cz* [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.drevoastavby.cz/drevostavby-archiv/stavba-drevostavby/fasady/6164-spara-u-roubenek-jako-znamenko-krasy-aneb-jak-se-zmenila-technologie-reseni-tohoto-detailu>
- [24] Tesařské spoje. In: *Roubenky a sruby* [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <http://www.roubenkyasruby.cz/tesarske-spoje>
- [25] REINPRECHT, Ladislav a Miloš PÁNEK. *Trvanlivost a ochrana dřeva*. 1. vyd. Praha: Česká Zemědělská Univerzita, 2016, 132 s. ISBN 978-80-213-2660-6

- [26] PEŠTA, Jan. Roubené stavby: historie, typy staveb, povrchová úprava, rekonstrukce. In: *Stavba-profi.cz* [online]. 2021 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.stavba-profi.cz/2021/05/25/roubene-stavby-historie-typy-staveb-povrchova-uprava-rekonstrukce/#:~:text=Historie%20roubenek&text=%C3%9Apln%C4%9B%20nejstar%C5%A1%C3%AD%20zn%C3%A1m%C3%A9%20konstrukce%2C%20kter%C3%A9,neuv%C4%9B%C5%99itel%C3%A9%3A%20v%20>
- [27] BUTKUS, D. a T. JANUSEVICIUS. *ACOUSTIC INVESTIGATIONS OF THE EXTERIOR AND INTERIOR WALL OF A LOG HOUSE*. 2011, **19**(2), 140-147. Dostupné z: doi:10.3846/16486897.2011.580919
- [28] BUCKLIN, Oliver, Achim MENGES, Felix AMTSBERG, Hans DREXLER, Angela ROHR a Oliver KRIEG. Mono-material wood wall: Novel building envelope using subtractive manufacturing of timber profiles to improve thermal performance and airtightness of solid wood construction. *Energy and Buildings*. 2022, **254**(111597), 1-15. ISSN 0378-7788.
- [29] KOSONEN, Antti a Anna KESKISAARI. Zero-energy log house: Future concept for an energy efficient building in the Nordic conditions. *Energy and Buildings*. 2020, **55**(4), 1-15. ISSN 0378-7788.
- [30] ČESKÁ REPUBLIKA. *Vyhláška č. 499/2006 Sb.: Vyhláška o dokumentaci staveb*. In: . Ministerstvo pro místní rozvoj, 2006.
- [31] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [32] ČSN 73 0540-3: *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [33] ČSN EN 338: *Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [34] ČSN EN 1995-1-1 (731701): *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. 2006. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [35] ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.

- [36] ČSN EN 1991-1-3: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- [37] *Mapa zatížení sněhem na zemi* [online]. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: www.clima-maps.info
- [38] ČSN EN 1991-1-4: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem [online]. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020 [cit. 2022-04-09].
- [39] *Zákon č. 406/2000 Sb.: O hospodaření energií*. In: . 2000.
- [40] *Narizení vlády č. 272/2011 Sb.: O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*. In: .
- [41] *Montážní návod DEK PANEL D_2019_03_* [online]. In: . [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: https://atelier-dek.cz/docs/atelier_dek_cz/publikace/MONTAZNI-NAVODY/dekpanel-d-2019-03.pdf
- [42] ČSN 73 0540-2: *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky: Změna Z1*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

11 Seznam příloh

A – Výkresová dokumentace

B – Výstupy z programu Teplo 2017

C – Výstupy z programu Kros 4

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu
v Českém ráji**

Příloha A – Výkresová dokumentace

Autor: Bc. Jan Bárta

Vedoucí práce: Ing. Eva Machovčáková, Ph.D.

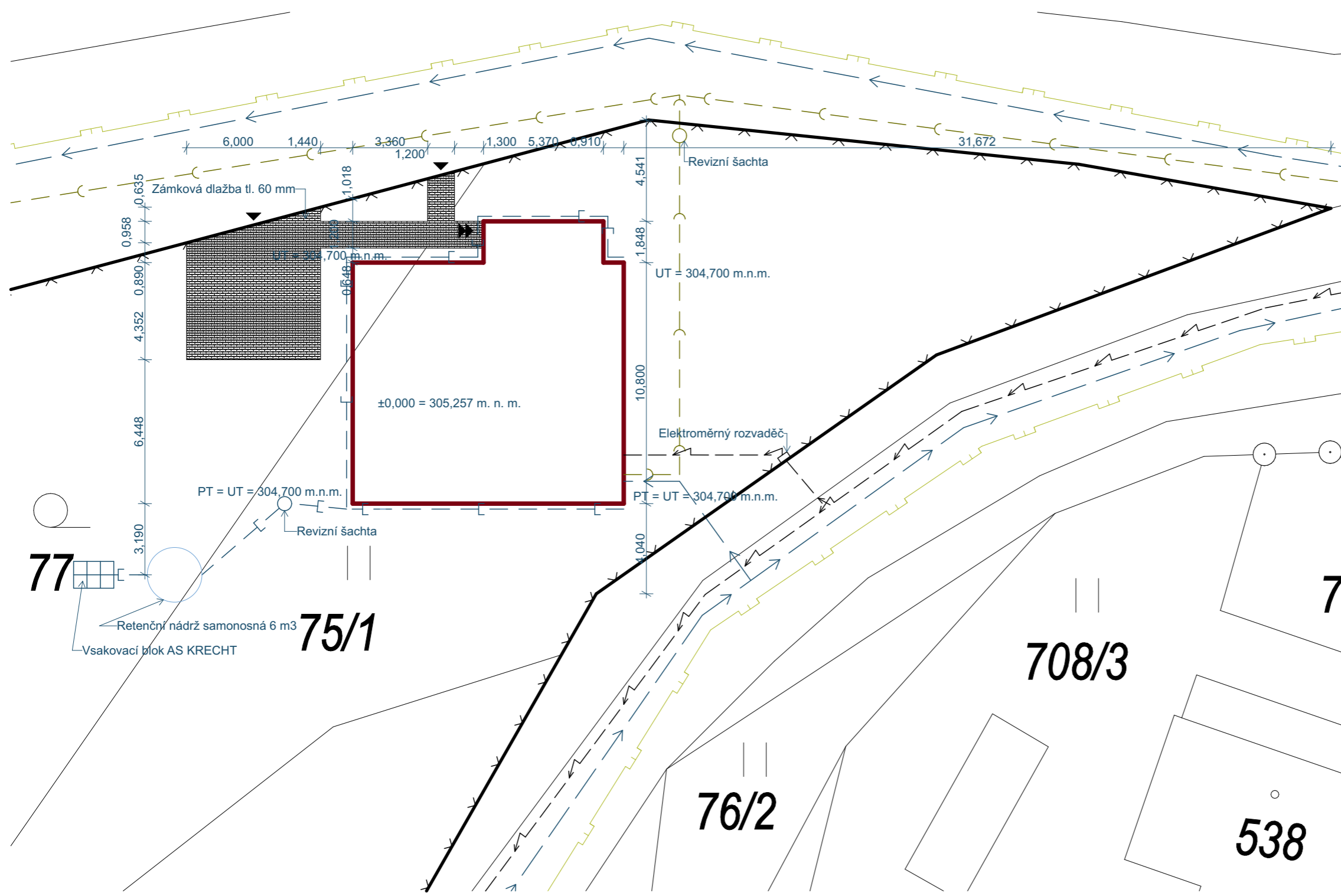
2022

DOTČENÉ POZEMKY

PARCELY: 75/1; 76/1; 77
 OBEC: Turnov [577626]
 KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ: Mašov u Turnova [771686]

LEGENDA

- NAVRHOVANÝ OBJEKT
- ŘEŠENÉ ÚZEMÍ
- OPLOCENÍ POZEMKU
- OSTATNÍ HRANICE POZEMKŮ
- VEDENÍ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE (PODZEMNÍ)
- VEDENÍ DEŠTOVÉ KANALIZACE
- VODOVODNÍ ŘÁD
- PLYNOVODNÍ STL ŘÁD
- ELEKTRICKÉ VEDENÍ NN
- VSTUP DO OBJEKTU
- HLAVNÍ VSTUP DO OBJEKTU

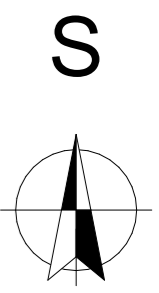


77
 Retenční nádrž samonosná 6 m³
 Vsakovací blok AS KRECHT
75/1


76/2

708/3

538



± 0,000 = 305,257 m.n.m.

| | | |
|------------------------------------|------------------------------|---|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. |  Česká zemědělská univerzita v Praze |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Koordinální situační výkres | | Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| C.2 | A3 | 1:200 |




VÝPIS SKLADEB

- S1 - ROUBENÝ PROFIL BSH 240 x 240 mm
- S2 - DEKFINISH BÍLÁ MALBA SPECIÁL
DEKPRIMER NANO
VNITŘNÍ ŠTUK
CEMIX JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ
CEMIX CEMENTOVÝ POSTRŮK
POROTHERM 25 AKU Z PROFÍ
CEMIX CEMENTOVÝ POSTRŮK
CEMIX JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ
VNITŘNÍ ŠTUK
DEKPRIMER NANO
DEKFINISH BÍLÁ MALBA SPECIÁL
- S3 - RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
SVISLÝ PROFIL R-CW 100
VODOROVNÝ PROFIL R-UW 100
MINERÁLNÍ IZOLACE 50 mm
NEVĚTRANÁ VZDUCHOVÁ VRSTVA 25 mm
RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- S3.1 - RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
SVISLÝ PROFIL R-CW 100
VODOROVNÝ PROFIL R-UW 100
MINERÁLNÍ IZOLACE 50 mm
NEVĚTRANÁ VZDUCHOVÁ VRSTVA 50 mm
RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm

LEGENDA MÍSTNOSTÍ 1. NP

| OZNAČENÍ | NÁZEV | PLOCHA | NÁŠL. VRSTVA | POVRCH STĚN | POVRCH STROPU |
|----------|------------------------|----------------------|--------------|--|-----------------|
| 101 | ZÁDVEŘÍ | 5,35 m ² | VINYL | SDK DESKY, DŘEVO S LAZUROU | DŘEVO S LAZUROU |
| 102 | CHODBA | 7,64 m ² | VINYL | SDK DESKY, DŘEVO S LAZUROU | DŘEVO S LAZUROU |
| 103 | TECHNICKÁ MÍSTNOST | 5,96 m ² | VINYL | SDK DESKY, DŘEVO S LAZUROU | DŘEVO S LAZUROU |
| 104 | KOUPELNA | 7,14 m ² | VINYL | SDK DESKY, DŘEVO S LAZUROU, KERAM. OBKL. | DŘEVO S LAZUROU |
| 105 | OBÝVACÍ POKOJ, KUCHYŇE | 44,17 m ² | VINYL | SDK DESKY, DŘEVO S LAZUROU | DŘEVO S LAZUROU |
| 106 | PRACOVNA | 8,03 m ² | VINYL | SDK DESKY, DŘEVO S LAZUROU | DŘEVO S LAZUROU |

LEGENDA MATERIÁLŮ

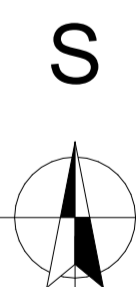
-  DŘEVO NOSNÉ
-  RIGIPS PŘÍČKY
-  DEK NOSNÁ STĚNA, 290 mm

POZNÁMKY

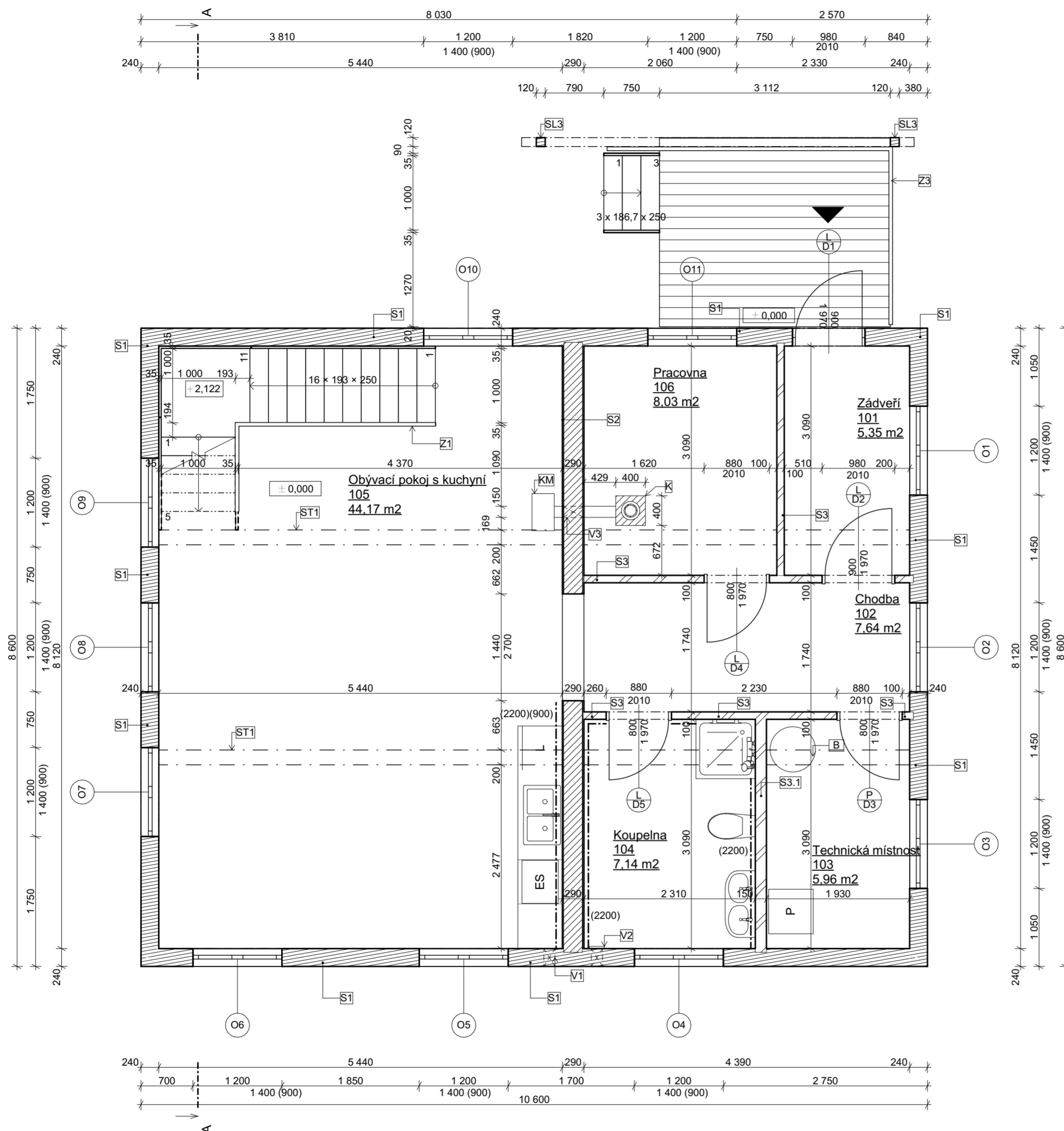
- VNITŘNÍ STĚNY BUDOU DO OBVODOVÉHO ROUBENÍ ZAPUŠTĚNY
- ROUBENÁ KONSTRUKCE BUDE IZOLOVÁNA OD ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ ASFALTOVÝMI PÁSY GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
- ROUBENÉ PRVKY BUDOU OPATŘENY NÁTĚREM REMMERS HK LAZURA
- MEZI ROUBENÉ PRVKY BUDE V MÍSTECH PER VLOŽENAPÁSKA ILLBRUCK TP600, V ROZÍCH BUDE PÁSKA KOLMO PŘELOŽENA
- VEŠKERÉ ROUBENÉ PRVKY BUDOU PŘEDSUŠENY NA VLHKOST 10-12 %, KVŮLI ZAMEZENÍ ROZMĚROVÝCH ZMĚN


LEGENDA ZNAČENÍ

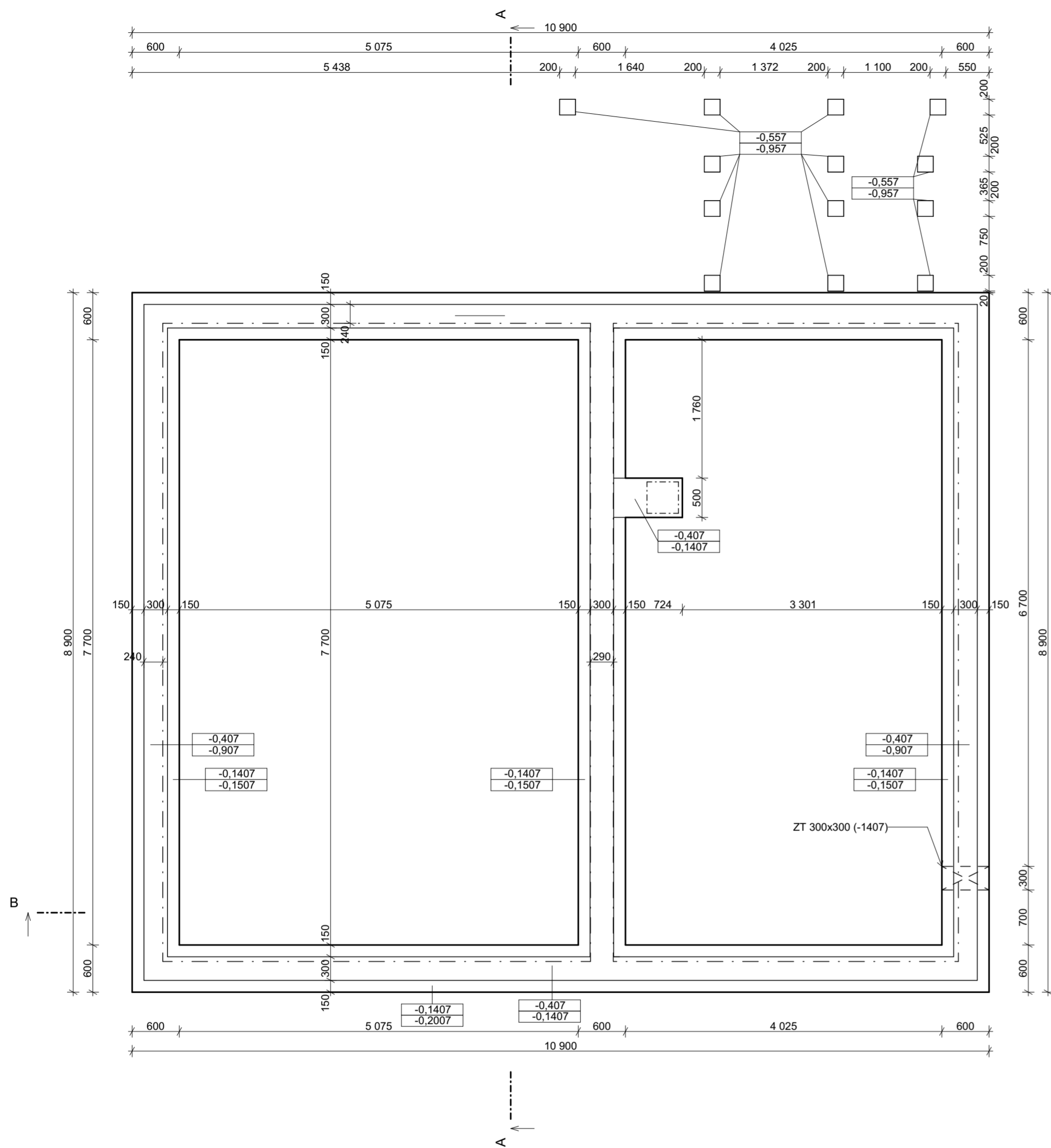
- [K] KOMÍNOVÉ TĚLESO SCHIEDEL STABIL Ø 150 mm, JEDNOPRŮD.
- [KM] JOTUL F 100 CB ECO.2 LL SE BP
- [B] OHŘÍVAČ VODY OKCE 160 S/2,2 kW
- [V1] VENTILAČNÍ PROSTUP
- [V2] PROSTUP VENTILACE S VENTILÁTOREM DECOR 100 CRZ IPX4
- [V3] PROSTUP PRO NÁPOJENÍ NA KOMÍNOVÝ SYSTÉM
- [Z1] ZÁBRADLÍ SCHODY
- [Z3] ZÁBRADLÍ TERASA
- [SL3] KVH SM SLOUPEK 120 x 120 mm



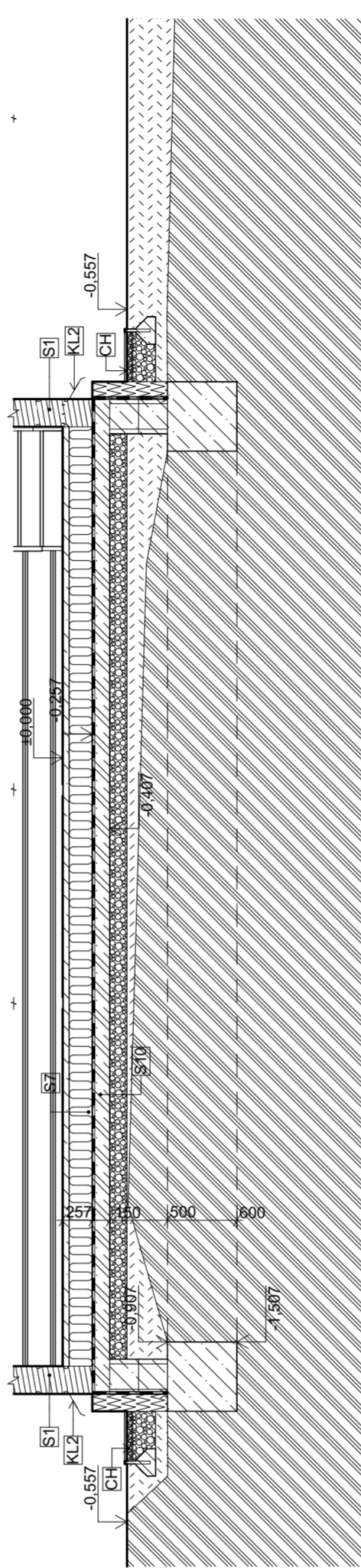
± 0,000 = 305,257 m.n.m.



| | | |
|---|------------------------------|--|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. |  Česká zemědělská univerzita v Praze |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji | | |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.1 | A2 | 1:50 |



ŘEZ A-A



VÝPIS SKLADEB

- S1 ROUBENÝ PROFIL BSH 240 x 240 mm
- S2 DEKFINISH BÍLÁ MALBA SPECIÁL
DEKPRIMER NANO
VNITŘNÍ ŠTUK
CEMIX JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ
CEMIX CEMENTOVÝ POSTŘEK
POROTHERM 25 AKU Z PROFÍ
CEMIX CEMENTOVÝ POSTŘEK
CEMIX JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ
VNITŘNÍ ŠTUK
DEKPRIMER NANO
DEKFINISH BÍLÁ MALBA SPECIÁL
- S7 VINYLOVÝ PODLAHOVÁ KRYTINA, 5 mm
TLUMICÍ PODLOŽKA MIRELON (PE)
RYCHLÝ BETONOVÝ POTÉR CEMIX 280, 50 mm
BAUMIT SEPARAČNÍ FÓLIE
EPS 150, 150 mm
GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
- S10 ÚLOŽNÁ DESKA Z BETONU C16/20 (KARI SÍŤ 6- 150-150) 150 mm
ZHUTNĚNÝ ŠTERKOPÍSKOVÝ PODSYP FRAKCE 16/32 150 mm
ROSTLÝ/ ZHUTNĚNÝ TERÉN

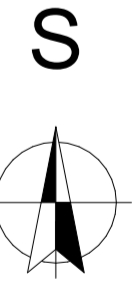
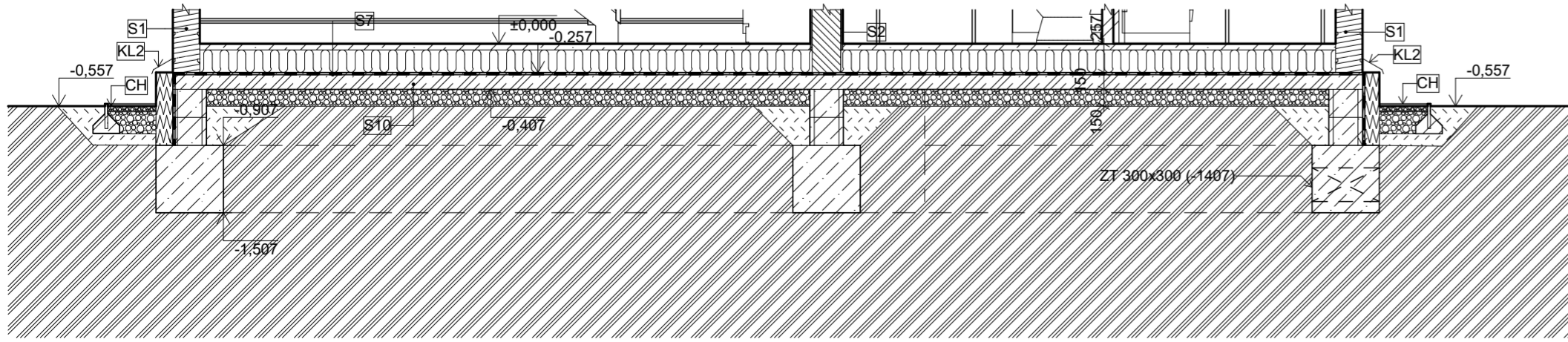
LEGENDA MATERIÁLŮ

- DŘEVO NOSNÉ
- RIGIPS PŘÍČKY, 100 mm
- DEK NOSNÁ STĚNA, 290 mm
- BETON PROSTÝ C16/20
- XPS tl. 150 mm
- ZEMINA HUTNĚNÁ
- ZEMINA PŮVODNÍ
- KAČÍREK FRAKCE 16/32
- EPS, 150 mm
- ŠTĚRKODRŤ 0-64 mm

LEGENDA ZNAČENÍ

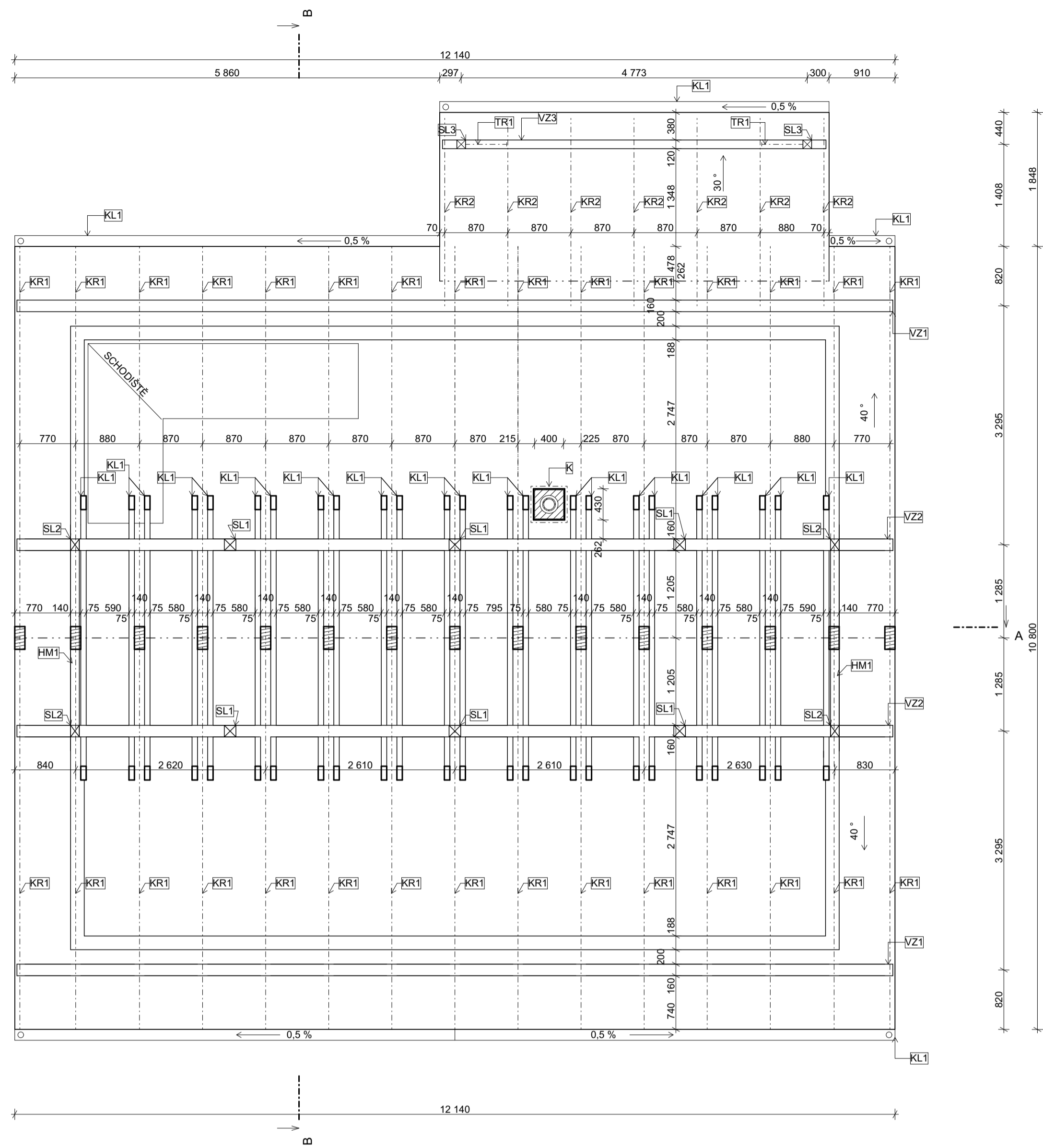
- KL2 OKAPNIČKA
- CH OKAPOVÝ CHODNÍK, ŠÍŘKA 430 mm, ŠTĚRK FRAKCE 16/32
- ZZ ZÁBRADLÍ 2. NP

ŘEZ B-B

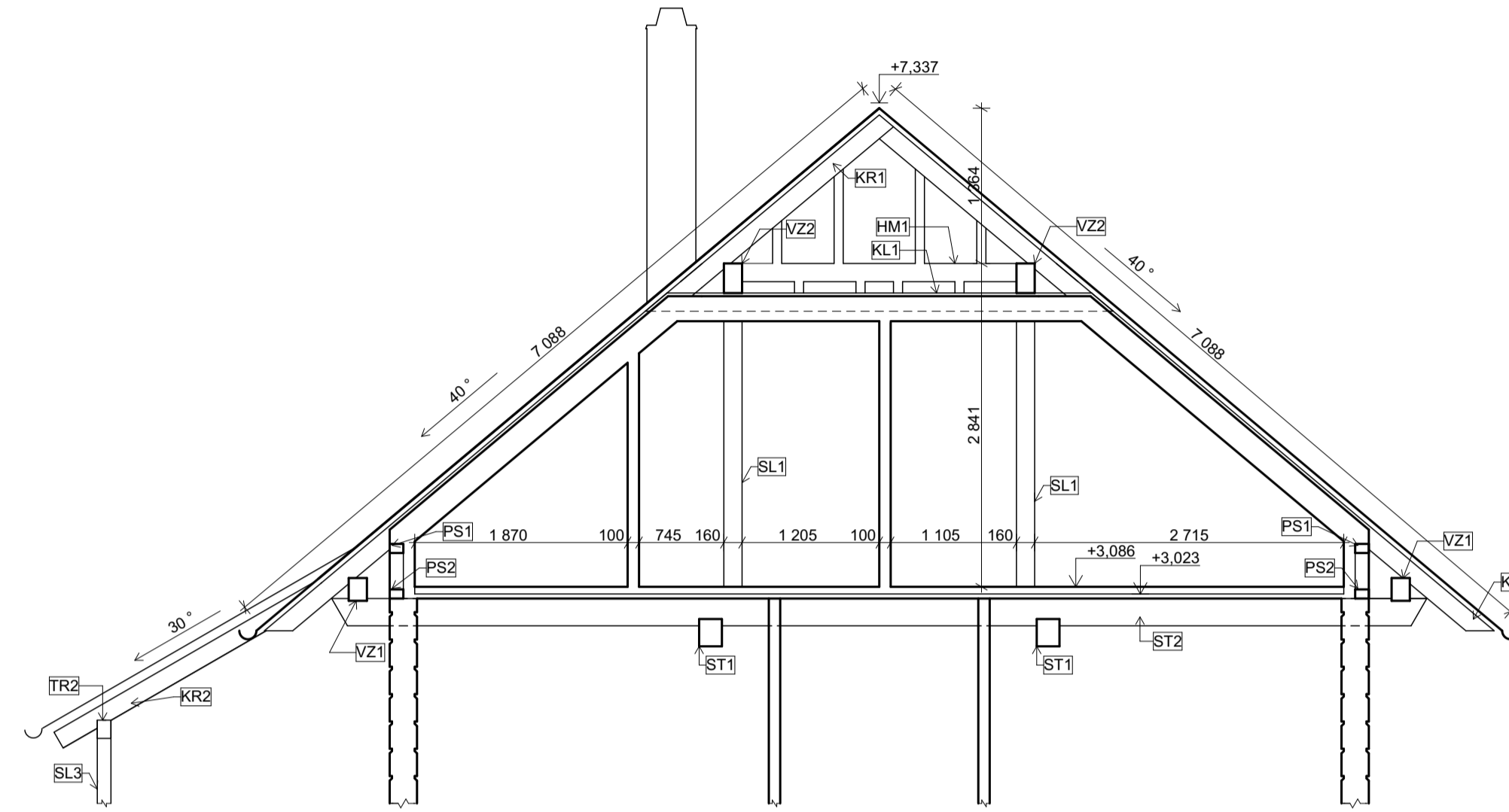


± 0,000 = 305,257 m.n.m.

| | | |
|------------------------|------------------------------|--|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. | |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Půdorys základů | | Variantské řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.3 | A2 | 1:50 |



ŘEZ B-B



| VÝPIS DŘEVĚNÝCH PRVKŮ KROVU | | | | |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|-------|-------------------------|
| OZN. | NÁZEV | ROZMĚRY (mm) | POČET | OBJEM (m ³) |
| KR1 | KROKEV | 160 x 140 x 7 050 | 30 | 4,738 |
| KR2 | KROKEV TERASA | 160 x 140 x 2 990 | 7 | 0,468 |
| VZ1 | POZEDNICE | 200 x 160 x 12 080 | 2 | 0,773 |
| VZ2 | VAZNICE | 200 x 160 x 12 080 | 2 | 1,005 |
| VZ3 | VAZNICE TERASA | 160 x 120 x 5 290 | 1 | 0,102 |
| HM1 | HAMBALK | 160 x 120 x 2 610 | 2 | 0,100 |
| SL1 | SLOUPKY 2. NP | 160 x 160 x 2 885 | 6 | 0,412 |
| SL2 | SLOUPKY ŠTÍT | 160 x 120 x 2 885 | 4 | 0,155 |
| SL3 | SLOUPKY TERASA | 120 x 120 x 1 900 | 2 | 0,055 |
| SL4 | SLOUPKY VÝDR. ŠTÍT | 120 x 80 | 36 | 0,941 |
| KL1 | KLEŠŤINY | 160 x 75 x 3 920 | 24 | 1,129 |
| PS1 | PŘEDSTĚNA HOR. | 80 x 120 x 10 600 | 2 | 0,204 |
| PS2 | PŘEDSTĚNA SPOD. | 80 x 120 x 10 600 | 2 | 0,204 |
| PS3 | PŘEDSTĚNA SLOU. | 80 x 120 x 3 200 | 26 | 0,079 |
| TR1 | PÁSKY TERASA | 120 x 100 x 565 | 2 | 0,014 |
| ST1 | PRŮVLAKY | 240 x 200 x 10 360 | 2 | 0,995 |
| ST2 | STR. TRÁMY DLOU. | 240 x 240 x 4 480 | 7 | 3,522 |
| ST3 | STR. TRÁMY KRÁT. | 240 x 240 x 5 290 | 4 | 1,450 |
| ST4 | STR. TRÁMY FAL. | 240 x 240 x 610 | 4 | 0,141 |

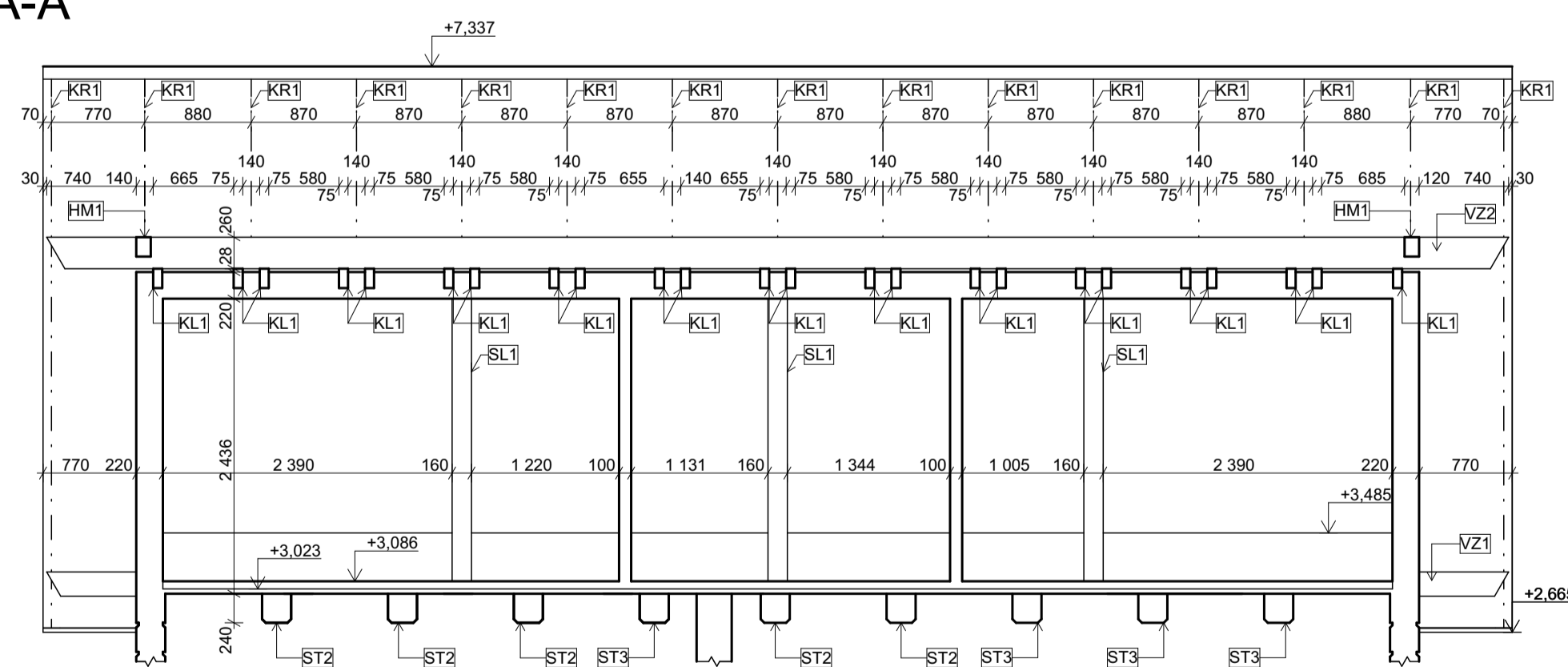
POZNÁMKY

- DŘEVĚNÉ PRVKY KROVU BUDOU NAINPŘEGOVÁNY POMOCÍ LIGNOFIX E-PROFI
- POHLEDOVÉ ČÁSTI PRVKŮ BUDOU OBROUŠENY A OPATŘENY NÁTĚREM REMMERS HK LAZURA (DUB SVĚTLÝ)
- NA VRCHNÍ STRANĚ STROPNÍCH TRÁM V EXTERIÉRU BUDE VYTVOŘENO PODBITÍ Z PALUBEK, tl. 19 mm, PALUBKY BUDOU OPATŘENY NÁTĚREM REMMERS HK LAZURA (DUB SVĚTLÝ)
- SLOUPKY VE 2. NP BUDOU ZACEPOVÁNY DO STROPNÍCH TRÁM
- V KONSTRUKCI ŠTÍTU BUDE PROVODĚNA VÝDŘEVA SLOUPKY KVH SM 120x80 mm VE VZDÁLENOSTECH MAX. 650 mm
- SPOJ VAZNICE S HAMBALKEM V KONSTRUKCI ŠTÍTU BUDE ŘEŠENÝ JAKO SLEPÝ RYBINOVÝ SE ZAPUŠTĚNÍM 100 mm
- NA DŘEVĚNÉ PRVKY KROVU BUDE POUŽITO KVH NS SM ŘEZIVO C24
- PŘESAHY KROKVÍ A POHLEDOVÉ ČÁSTI VAZNICE A SLOUPKŮ BUDOU OBROUŠENY A OPATŘENY 3 NÁTĚRY REMMERS HK LAZURA (DUB SVĚTLÝ)

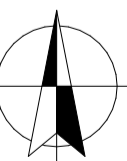
LEGENDA ZNAČENÍ

- [K] KOMINOVÉ TĚLESO SCHIEDEL STABIL Ø 150 mm, JEDNOPRŮD.
- [KL1] KLEMPÍŘSKÝ PRVEK DEŠŤOVÉHO SVODU

ŘEZ A-A

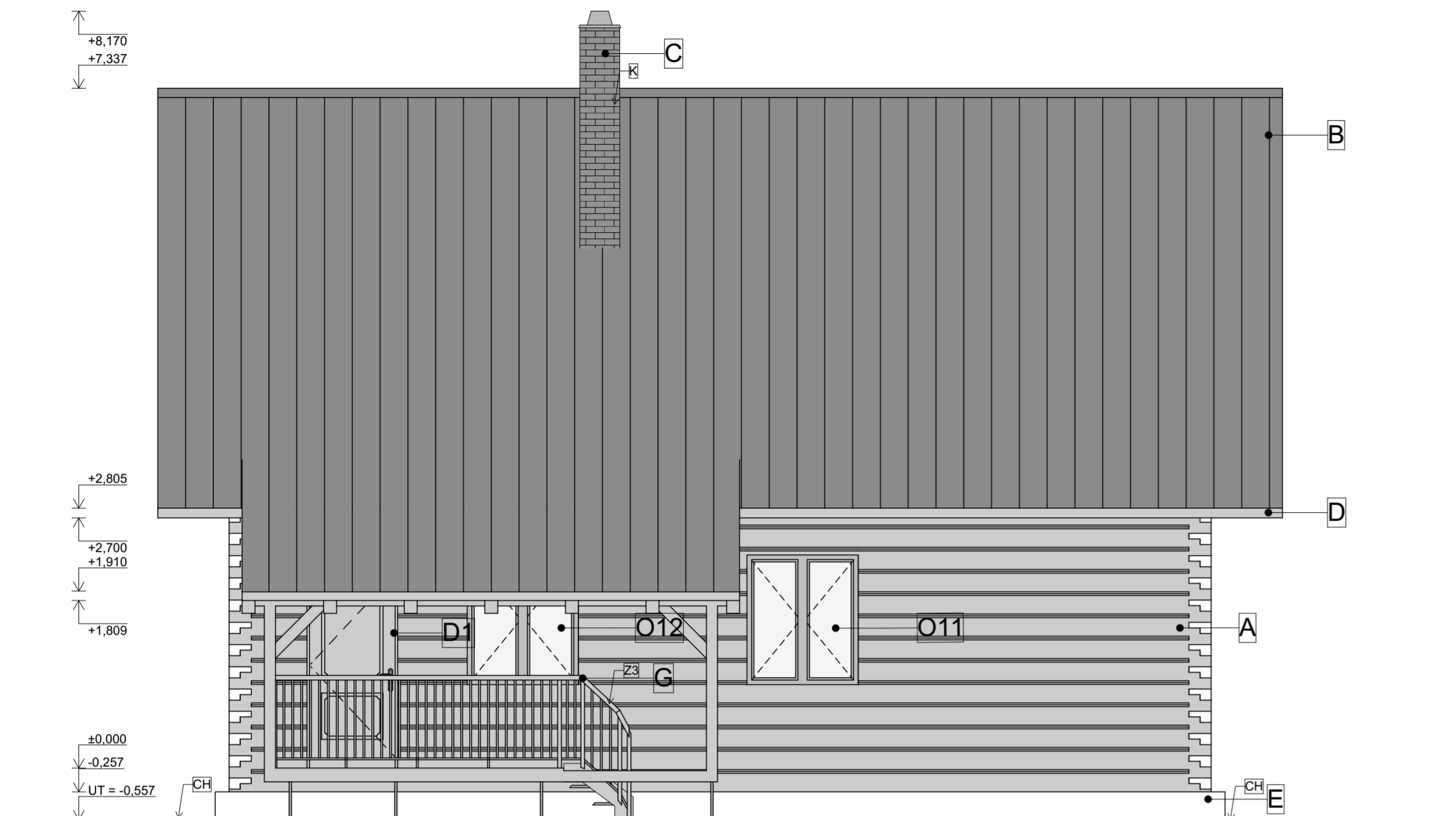


S



1:0000 = 305,257 m.n.m.

| | | |
|---------------|------------------------------|--|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. | |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Výkres krovu | | Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.4 | A1 | 1:50 |

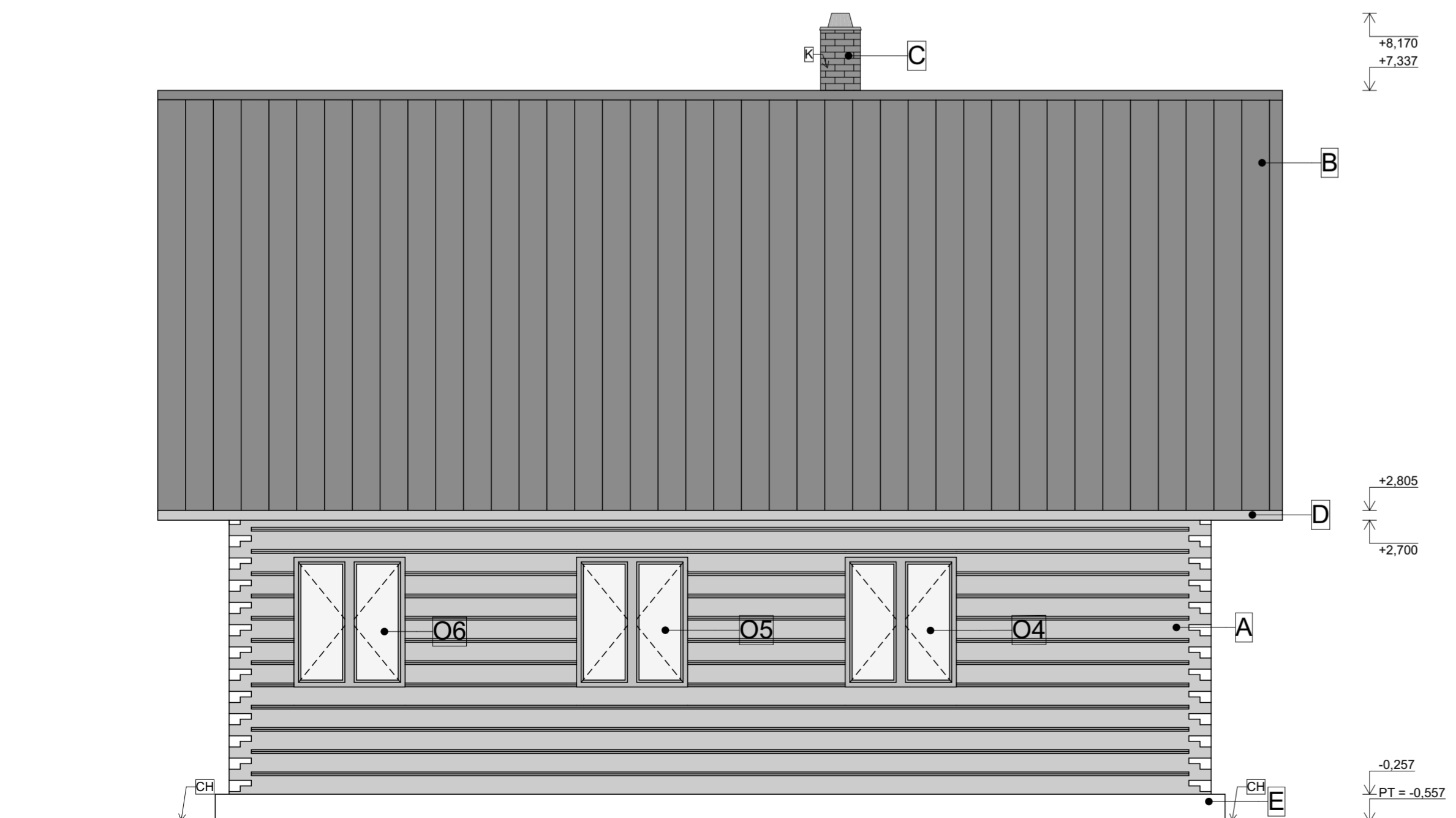


LEGENDA POVRCHOVÝCH ÚPRAV

- A** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- B** FALCOVANÝ PLECH, ANTRACIT
- C** SCHIEDEL BETONOVÉ PRVKY UNI FINAL, POVRCH ČERVENÉ CIHLY
- D** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- E** SOKLOVÁ OMÍTKA, BILÁ
- F** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- G** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ

POZNÁMKY

- VEŠKERÉ POHLEDOVÉ DŘEVĚNÉ PRVKY BUDOU OBROUŠENY A OPATŘENY NÁTĚREM
- REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- NA VRCHNÍ STRANĚ STROPNÍCH TRÁMŮ V EXTERIÉRU BUDE VYTVOŘENO PODBÍTÍ Z PALUBEK, tl. 19 mm, PALUBKY BUDOU OPATŘENY NÁTĚREM



LEGENDA ZNAČENÍ

- K** KOMÍNOVÉ TĚLESO SCHIEDEL STABIL Ø 150 mm, JEDNOPRŮD.
- Z3** ZÁBRADLÍ TERASA
- KL1** KLEMPÍŘSKÝ PRVEK DEŠŤOVÉHO SVODU
- CH** OKAPOVÝ CHODNÍK, ŠÍŘKA 430 mm, ŠTĚRK FRAKCE 16/32

± 0,000 = 305,257 m.n.m.

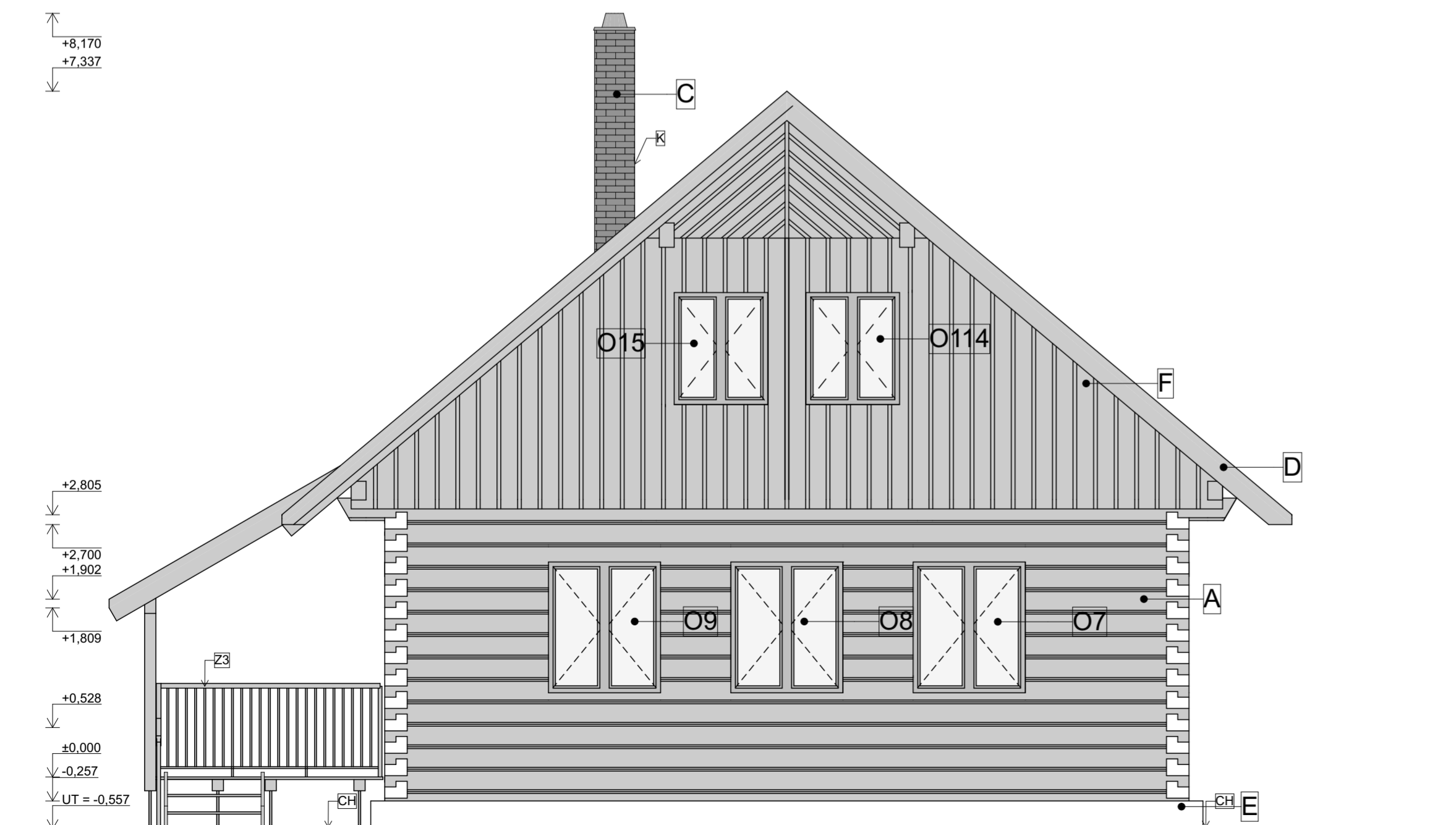
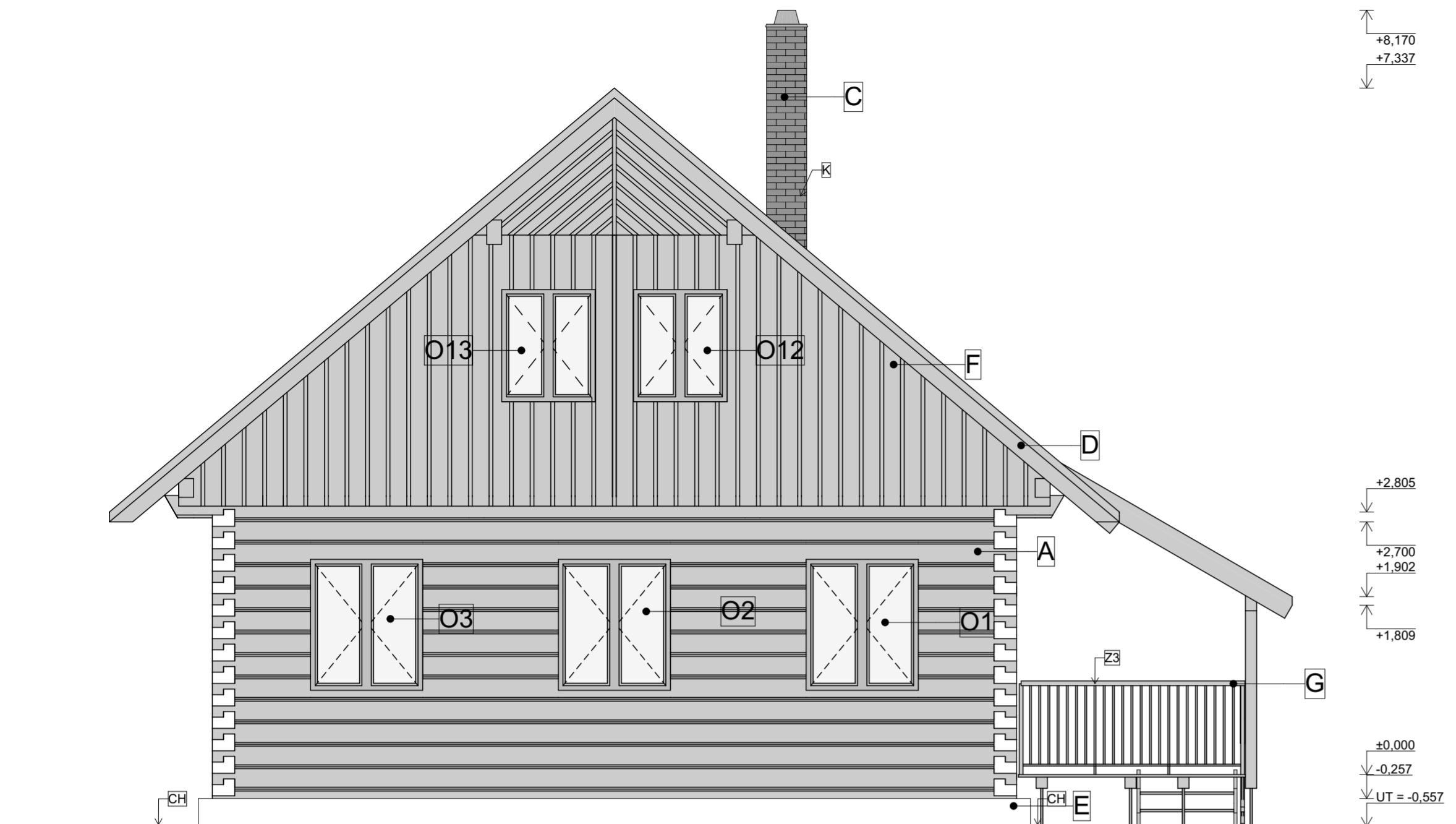
| | | |
|--|------------------------------|---------|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. | |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Severní a jižní pohled Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji | | |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.5 | A2 | 1:50 |

LEGENDA POVRCHOVÝCH ÚPRAV

- A** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- B** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- C** FALCOVANÝ PLECH, ANTRACIT
- D** SCHIEDEL BETONOVÉ PRVKY UNI FINAL, POVRCH ČERVENÉ CIHLY
- E** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- F** SOKLOVÁ OMÍTKA, BILÁ
- G** REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ

POZNÁMKY

- VEŠKERÉ POHLEDOVÉ DŘEVĚNÉ PRVKY BUDOU OBROUŠENY A OPATŘENY NÁTĚREM REMMERS HK LAZURA, ODSTÍN DUB SVĚTLÝ
- NA VRCHNÍ STRANĚ STROPNÍCH TRÁMŮ V EXTERIÉRU BUDE VYTVOŘENO PODBÍTÍ Z PALUBEK, tl. 19 mm, PALUBKY BUDOU OPATŘENY NÁTĚREM NÁTĚREM JAKO ROUBENÍ



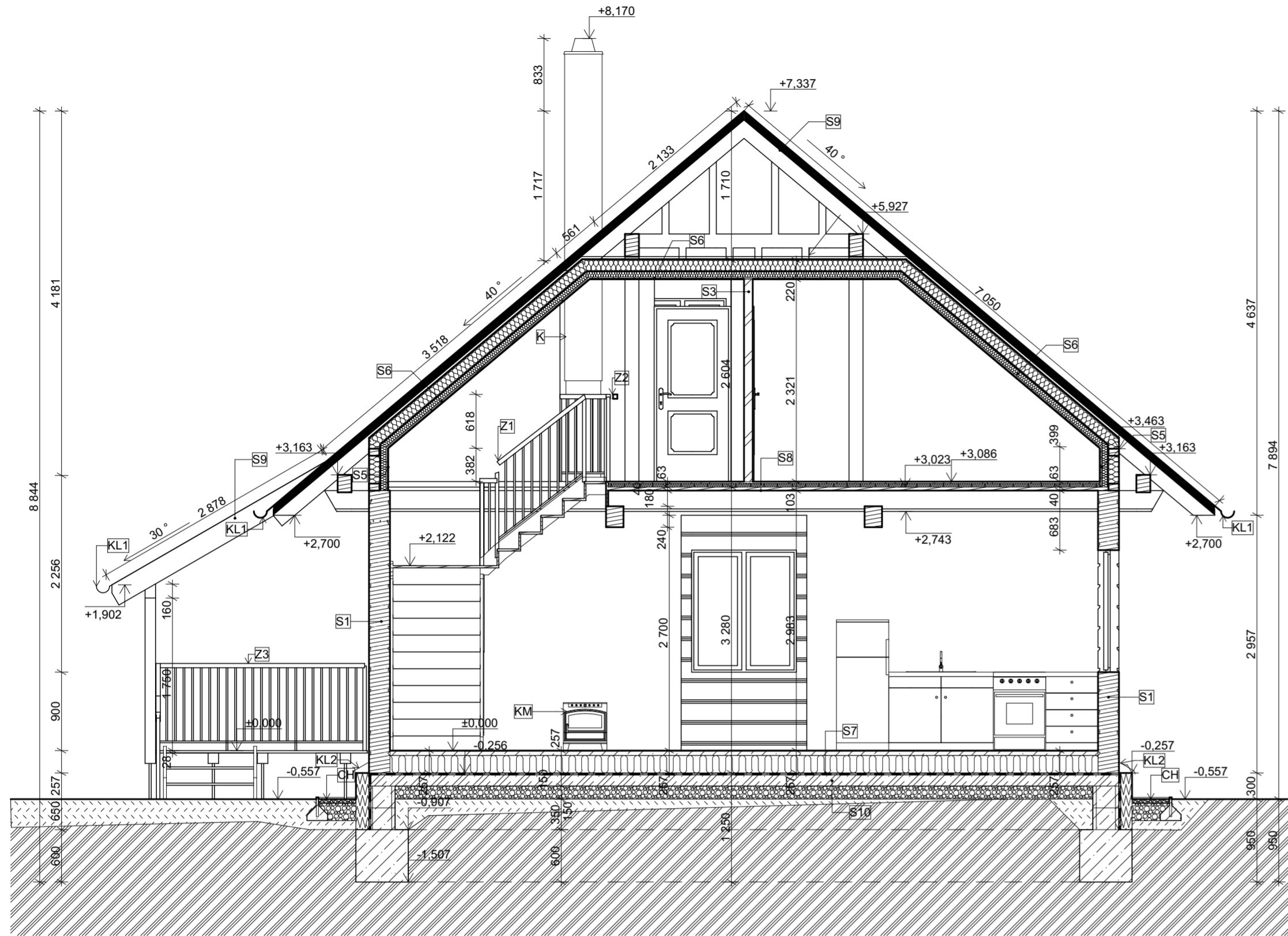
LEGENDA ZNAČENÍ

- K** KOMÍNOVÉ TĚLESO SCHIEDEL STABIL Ø 150 mm, JEDNOPRŮD.
- Z3** ZÁBRADLÍ TERASA
- CH** OKAPOVÝ CHODNÍK, ŠÍŘKA 430 mm, ŠTĚRK FRAKCE 16/32

± 0,000 = 305,257 m.n.m.

| | | |
|----------------------------------|------------------------------|--|
| VEDOUcí PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. | |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Východní a západní pohled | | Variantské řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.6 | A2 | 1:50 |

LEGENDA MATERIÁLŮ



VÝPIS SKLADEB

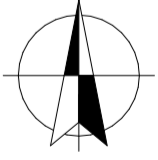
- S1 - ROUBENÝ PROFIL BSH 240 x 240 mm
- S2 - DEKFINISH BILÁ MALBA SPECIÁL
- DEKPRIMER NANO
- VNITŘNÍ ŠTUK
- CEMIX JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ
- CEMIX CEMENTOVÝ POSTŘK
- POROTHERM 25 AKU Z PROFÍ
- CEMIX CEMENTOVÝ POSTŘIK
- CEMIX JÁDROVÁ OMÍTKA RUČNÍ
- VNITŘNÍ ŠTUK
- DEKPRIMER NANO
- DEKFINISH BILÁ MALBA SPECIÁL
- S3 - RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- SVISLÝ PROFIL R-CW 100
- VODOROVNÝ PROFIL R-UW 100
- MINERÁLNÍ IZOLACE 50 mm
- NEVĚTRANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA 50 mm
- RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- S5 - RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- SVISLÝ PROFIL R-CW 100
- VODOROVNÝ PROFIL R-UW 100
- MINERÁLNÍ IZOLACE 60 mm
- OSB EGGER P+D 4, 15 mm
- RÁM KVH, MINERÁLNÍ IZOLACE ISOVER FASSIL 120 mm
- JUTADACH 135
- S6 - RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- SVISLÝ PROFIL R-CW 100
- VODOROVNÝ PROFIL R-UW 100
- MINERÁLNÍ IZOLACE 60 mm
- OSB EGGER P+D 4, 15 mm
- RÁM KVH, MINERÁLNÍ IZOLACE, ISOVER FASSIL 120 mm
- JUTADACH 135
- S7 - VINYLÓVÁ PODLAHOVÁ KRYTINA 5 mm
- TLUMÍČÍ PODLOŽKA MIRELON (PE) 1 mm
- RYCHLÝ BETONOVÝ POTĚR CEMIX 280 50 mm
- BAUMIT SEPARAČNÍ FÓLIE
- EPS 150 mm
- GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
- S8 - VINYLÓVÁ KRYTINA 5 mm
- PODLAHOVÝ PRVEK FERMACELL 2X10 mm
- ROCKWOOL STEPROCK HD 40 mm
- DŘEVĚNÝ ZÁKLOP SM (SPODNÍ STRANA POHLEDOVÁ 3x REMMERS HK LAZURA, DUB SVĚTLÝ) 40 mm
- S9 - FALCOVANÁ PLECHOVÁ KRYTINA LINDAB SEAMLINÉ 5 mm
- SEPARAČNÍ LEPENKA
- DŘEVĚNÉ BEDNĚNÍ 25 mm
- KONTRALATĚ 30 mm
- S10 - ÚLŮŽNÁ DESKA Z BETONU C16/20 (KARI SÍŤ 6-150-150) 150 mm
- ZHTNĚNÝ ŠTERKOPÍSKOVÝ PODSYP FRAKCE 16/32 150 mm
- ROSTLÝ/ ZHTNĚNÝ TERĚN

- DŘEVO NOSNÉ
- RIGIPS PŘÍČKY, 100 mm
- DEK NOSNÁ STĚNA, 290 mm
- BETON PROSTÝ C16/20
- XPS tl. 150 mm
- ZEMINA HUTNĚNÁ
- ZEMINA PŮVODNÍ
- KAČÍREK FRAKCE 16/32
- MINERÁLNÍ IZOLACE
- ŠTĚRKODRTĚ 0-64 mm
- GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
- EPS 150

LEGENDA ZNAČENÍ

- K** KOMÍNOVÉ TĚLESO SCHIEDEL STABIL Ø 150 mm, JEDNOPRŮD.
- Z1** ZÁBRADLÍ SCHODY
- Z2** ZÁBRADLÍ 2. NP
- Z3** ZÁBRADLÍ TERASA
- KL1** KLEMPÍŘSKÝ PRVEK DEŠŤOVÉHO SVODU
- KL2** OKAPNÍČKA
- CH** OKAPOVÝ CHODNÍK, ŠÍŘKA 430 mm, ŠTĚRK FRAKCE 16/32
- KM** JOTUL F 100 CB ECO.2 LL SE BP

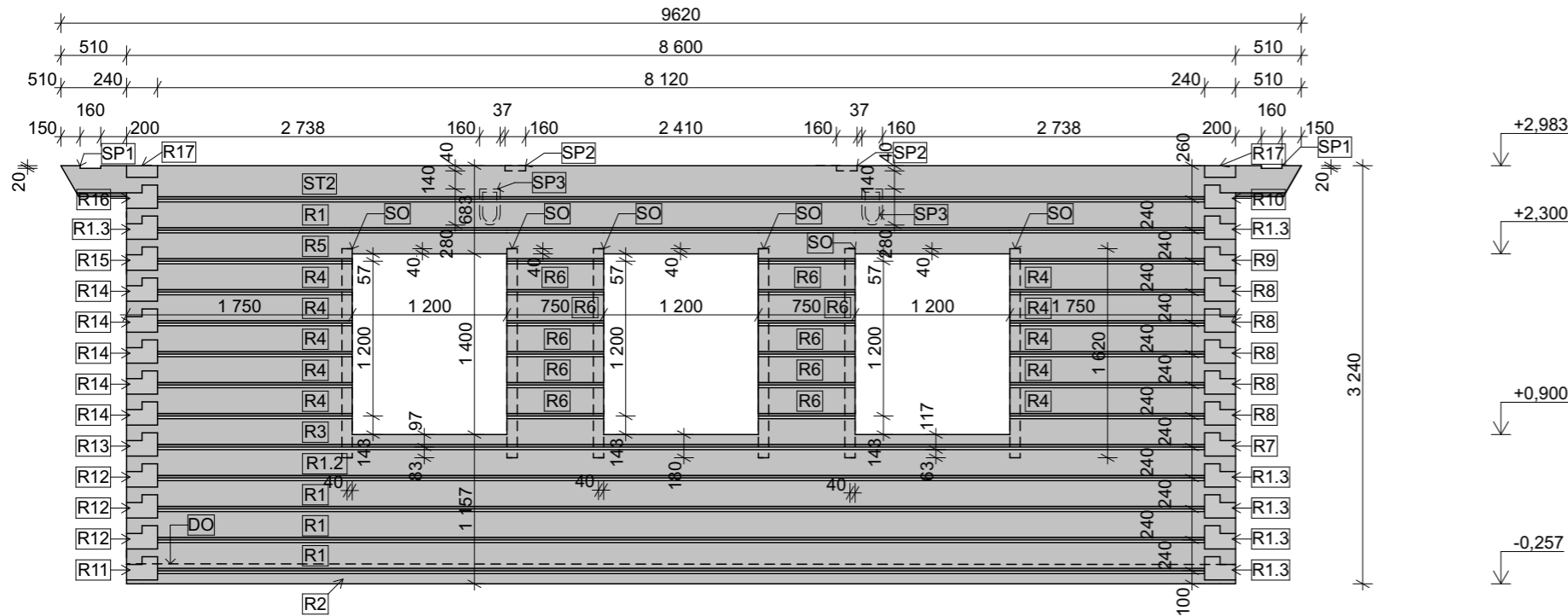
S



± 0,000 = 305,257 m.n.m.

| | | |
|---|------------------------------|---------|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. | |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Řez A-A Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji | | |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.7 | A2 | 1:50 |

POHLED NA ZÁPADNÍ STĚNU 1:50



POZNÁMKY

- ROUBENÍ BUDE OBROUŠENO A OPATŘENO NÁTĚREM REMMERS HK LAZURA, (DUB SVĚTLÝ), PRVNÍ VRSTVA VŽDY VŠECHNY PLOCHY, DVĚ NÁSLEDUJÍCÍ POUZE POHLEDOVÉ ČÁSTI
- SLOUPKY VE 2. NP BUDOU ZAČEPOVÁNY DO STROPNÍHO TRÁMU ST2 DO HLOUBKY 40 mm V MÍSTĚ KONTAKTU PERA A DRÁŽKY ROUBENÍ BUDOU UMÍSTĚNY PÁSKY ILLBRUCK TP600
- PE PÁSKY BUDOU V MÍSTĚCH ZÁMKOVÝCH SPOJŮ KOLMO PŘELOŽENY PŘES SEBE
- OKENNÍ SLOUPKY SM KVH 80x80 mm BUDOU UMÍSTĚNY DO DRÁŽEK ROUBENÝCH TRÁMŮ A ZAČEPOVÁNY DO TRÁMŮ R1.2 A R5
- SPOJ ST2 S TRÁMY R17 BUDE NA PŘEPLÁTOVÁNÍ
- MEZI ZÁKLADOVÉ TRÁMY A ZÁKLADOVOU DESKU BUDOU POUŽITY ASFLATOVÉ PÁSY GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL
- OKAPNIČKA MUSÍ UMOŽŇOVAT ODTOK VODY PŘES SOKLOVOU IZOLACI Z XPS
- DRÁŽKY SLOUPKŮ OKEN BUDOU UMÍSTĚNY VE STŘEDU PRŮŘEZU TRÁMŮ
- ROUBENÉ BSH TRÁMY JSOU PŘEDSUŠENY NA VLHKOST 10-12 %
- ZÁKLADOVÉ TRÁMY BUDOU KOTVENY DO ZÁKLADOVÉ DESKY POMOCÍ PRŮVLAKOVÝCH KOTEV MINIMÁLNĚ 1x NA 1 m
- VEŠKERE PRVKY ROUBENÍ A STROPNÍ TRÁMY A PRŮVLAKY JSOU BSH (GL24h; Si)

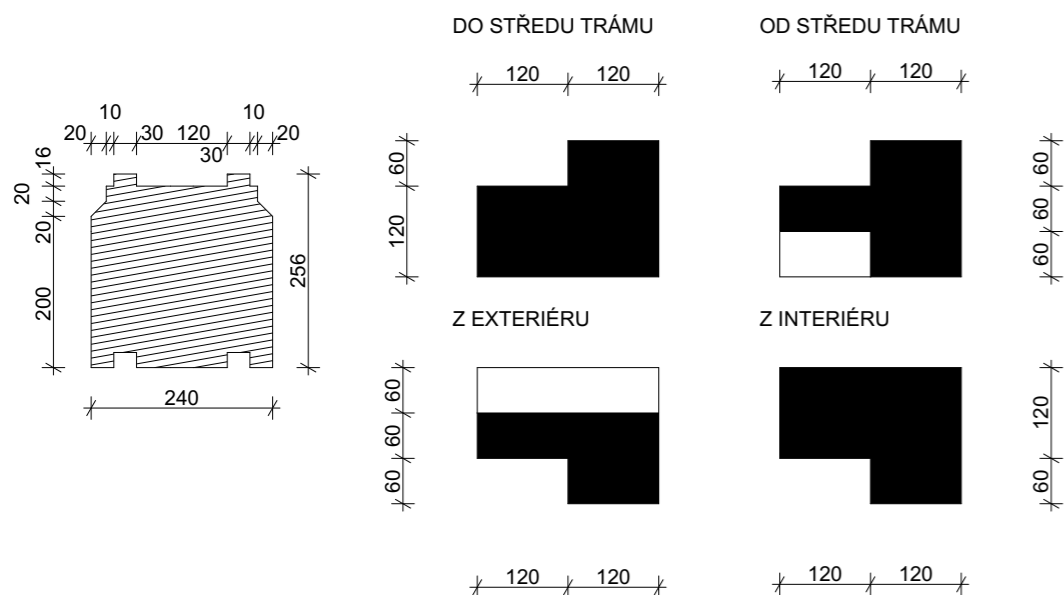
VÝPIS ROUBENÝCH PRVKŮ

| OZN. | ROZMĚRY (mm) | POZNÁMKA | POČET | OBJEM (m³) |
|------|--------------------|--|-------|------------|
| R1 | 240 x 240 x 8 600 | - OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 4 | 0,495 |
| R1.2 | 240 x 240 x 8 600 | - ČEP SO 80 x 80 x 83 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,495 |
| R1.3 | 240 x 240 x 10 600 | - OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 6 | 0,611 |
| R2 | 240 x 120 x 8 600 | - ZÁKLADOVÝ POLOVIČNÍ TRÁM, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,248 |
| R3 | 240 x 240 x 8 600 | - VÝŘEZY OKNA 3x 1 200 x 148 mm, PROSTUP SO 80 x 80 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,495 |
| R4 | 240 x 240 x 1 750 | - DRÁŽKY SO 80 x 80 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 10 | 0,101 |
| R5 | 240 x 240 x 8 600 | - ČEP SO 80 x 80 x 40 mm, DRÁŽKY SO 80 x 80 mm, VÝŘEZY OKNA 3x 1 200 x 57 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,495 |
| R6 | 240 x 240 x 750 | - DRÁŽKY SO 80 x 80 mm OBOUSTR., OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 10 | 0,043 |
| R7 | 240 x 240 x 10 600 | - VÝŘEZY OKNA 3x 1 200 x 43 mm, DRÁŽKY SO 80 x 80 mm, ČEP SO 80 x 80 X 180 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,611 |
| R8 | 240 x 240 x 700 | - DRÁŽKY SO 80 x 80 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 5 | 0,040 |
| R9 | 240 x 240 x 10 600 | - VÝŘEZY OKNA 3x 1 200 x 157 mm, PROSTUP SO 80 x 80 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,611 |
| R10 | 240 x 240 x 10 600 | - DLABY PRO STROPNÍ TRÁMY 9x (SPOJ KAMP), OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,611 |
| R11 | 240 x 240 x 10 600 | - VÝŘEZ DVEŘE 980 x 57 mm, ČEP SLOUPEK DVEŘÍ 80 x 80 X 150 mm OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,611 |
| R12 | 240 x 240 x 8 780 | - DRÁŽKY SLOUPEK DVEŘÍ 80 x 80 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 3 | 0,506 |
| R13 | 240 x 240 x 8 780 | - VÝŘEZY OKNA 2x 1 200 x 43 mm, DRÁŽKY SLOUPEK DVEŘÍ 80 x 80 mm, ČEP SO 80 x 80 X 180 mm OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,506 |
| R14 | 240 x 240 x 3 810 | - DRÁŽKY SO 80 x 80 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 5 | 0,219 |
| R15 | 240 x 240 x 10 600 | - VÝŘEZY OKNA 3x 1 200 x 157 mm, PROSTUP SO 80 x 80 mm, OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,611 |
| R16 | 240 x 240 x 10 600 | - DLABY PRO STROPNÍ TRÁMY 9x (KAMP), OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 1 | 0,611 |
| R17 | 240 x 120 x 10 600 | - HORNÍ POLOVIČNÍ TRÁM, PŘEPLÁTOVÁNÍ STRPONÍCH TRÁMŮ 9x OBROUŠENÝ, 3x HK LAZURA | 2 | 0,305 |

LEGENDA ZNAČENÍ

| | |
|-----|---|
| DO | VYFRÉZOVANÁ DRÁŽKA PRO UCHYCENÍ OKAPNIČKY |
| SO | OKENNÍ SLOUPEK SM 80 x 80 x 1620 mm |
| SP1 | DLAB PRO UMÍSTĚNÍ POZEDNICE |
| SP2 | DLAB PRO ZAČEPOVÁNÍ NOSNÉHO SLOUPKU ŠTÍTU |
| SP3 | SPODNÍ SLEPÝ RYBINOVÝ DLAB PRO PRŮVLAKY |


DETAIL BSH PROFILU A POHLEDY NA ZÁMKOVÝ SPOJ 1:10

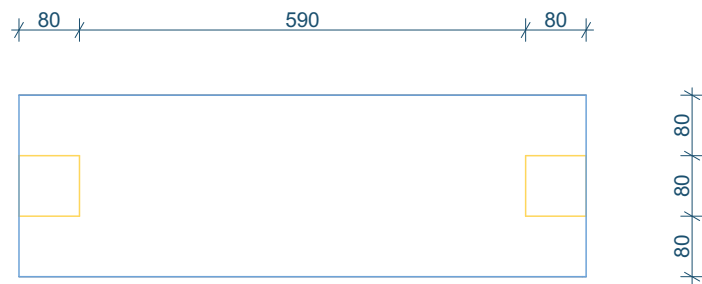


POZNÁMKA K POHLEDŮM

- TMAVÁ BARVA ZNAČÍ BLIŽŠÍ STĚNU ZÁMKU
- SVĚTLEJŠÍ BARVA ZNAČÍ VZDÁLENĚJŠÍ STĚNU ZÁMKU

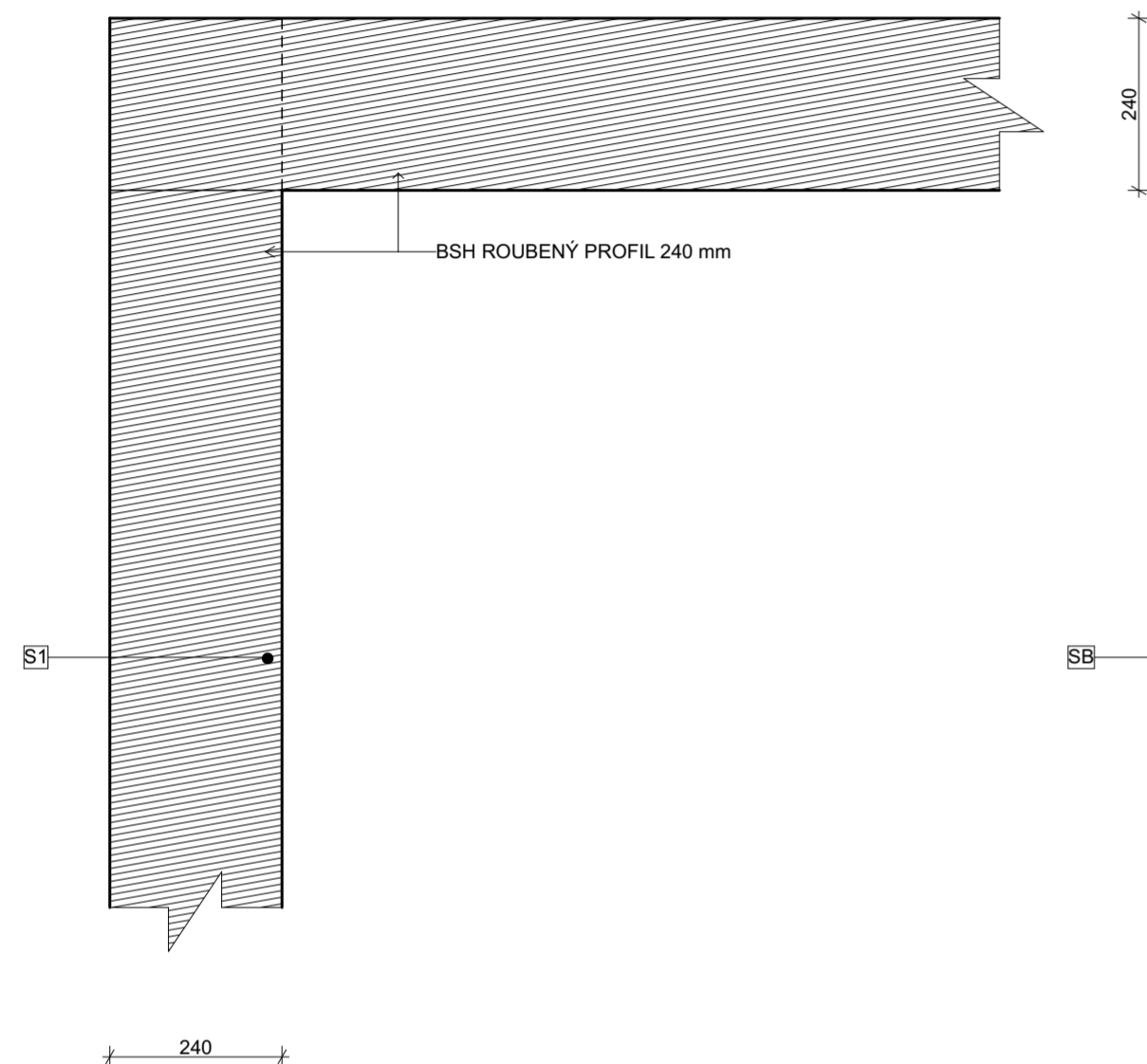
± 0,000 = 305,257 m.n.m.

| | | |
|---|------------------------------|--|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. |  Česká zemědělská univerzita v Praze |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Výrobní výkres západní roubené stěny | | Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.8 | A3 | 1:50; 1:10 |

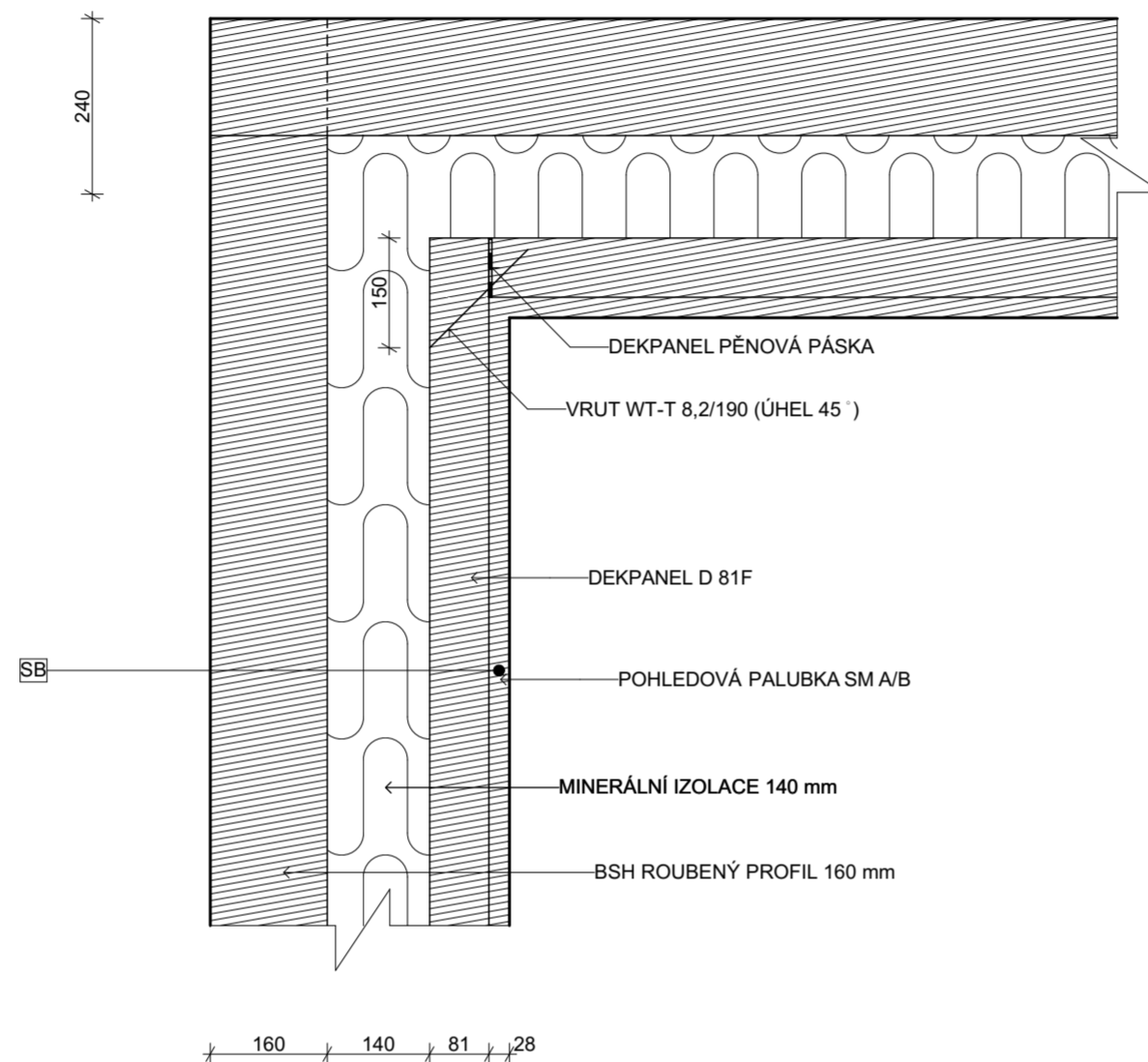


| | | |
|-----------------------|--|---------|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. | |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji | |
| Výkres pro CNC | | |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.9 | A4 | 1:10 |

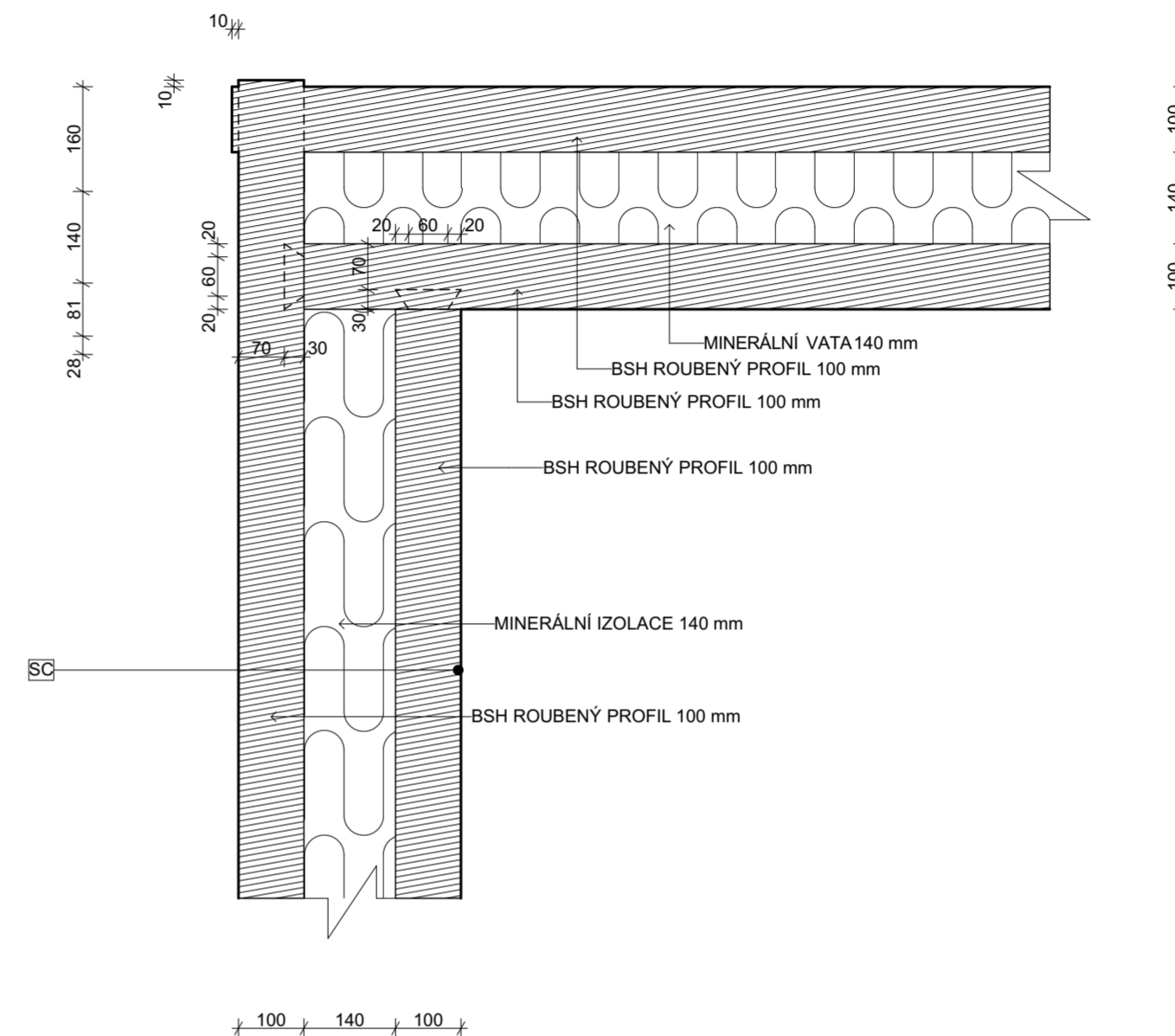
VARIANTA S1 - BSH 240



VARIANTA SB - DEKPANEL R 1.2.2



VARIANTA SC - ROUBENÍ S VLOŽENOU IZOLACÍ



VÝPIS SKLADEB

- S1 - ROUBENÝ PROFIL BSH 240 x 240 mm
- SB - POHLEDOVÁ PALUBKA SM 28 mm
- DEKPANEL D 81 F 81 mm
- MINERÁLNÍ IZOLACE 140 mm
- ROUBENÍ BSH 160 MM
- SC - ROUBENÍ BSH 100 mm
- MINERÁLNÍ IZOLACE 140 mm
- ROUBENÍ BSH 100 mm


LEGENDA MATARIÁLŮ



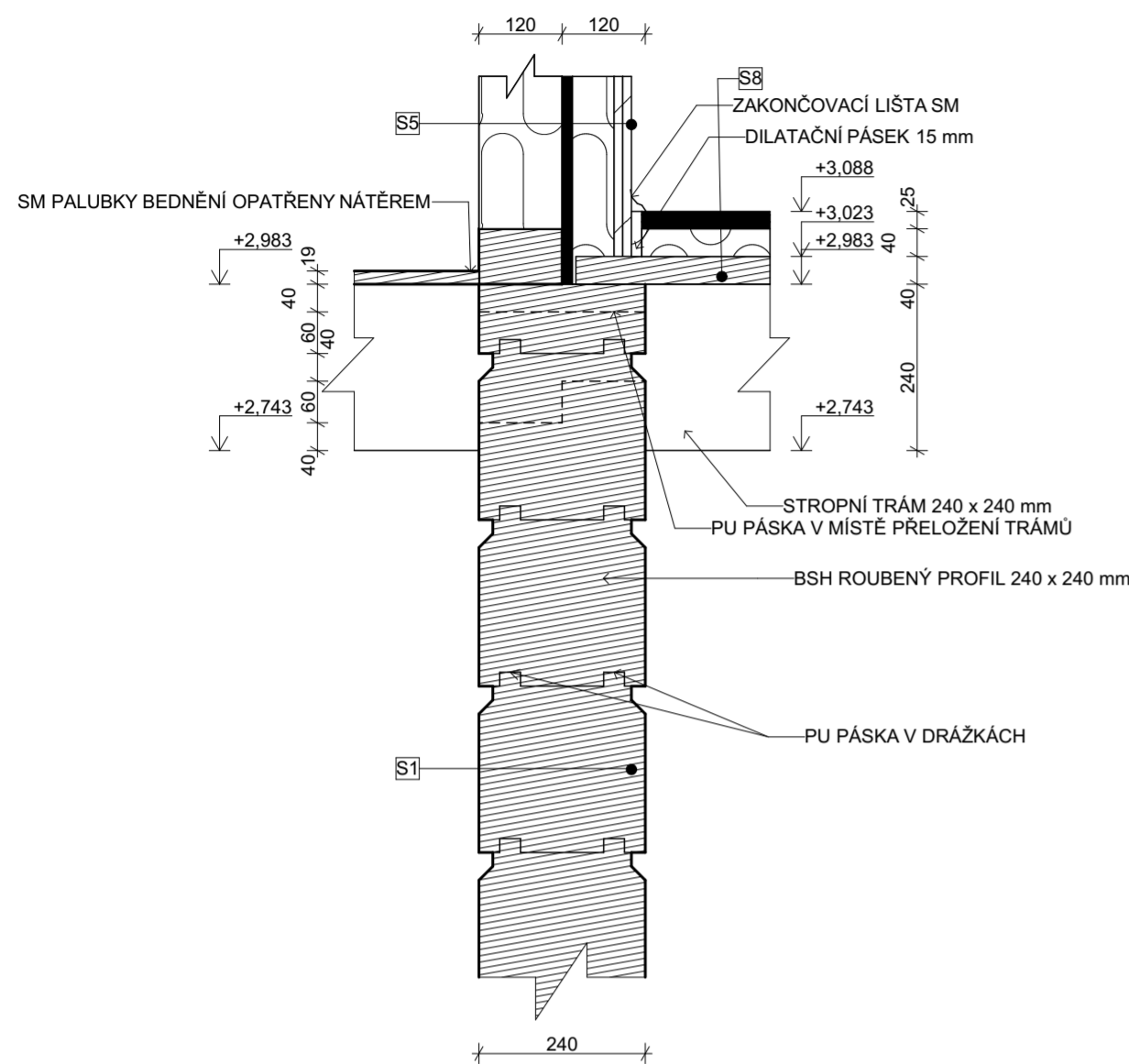
DŘEVO NOSNÉ



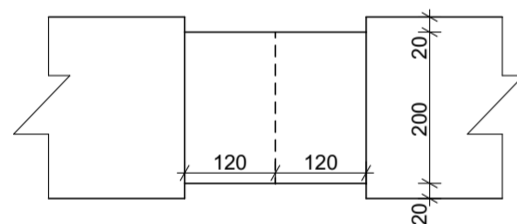
MINERÁLNÍ IZOLACE

| | | |
|--------------------------------------|------------------------------|--|
| VEDOUČÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. |  Česká zemědělská univerzita v Praze |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| Výkres detailů rohového spoje | | Variantské řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.10 | A2 | 1:10 |

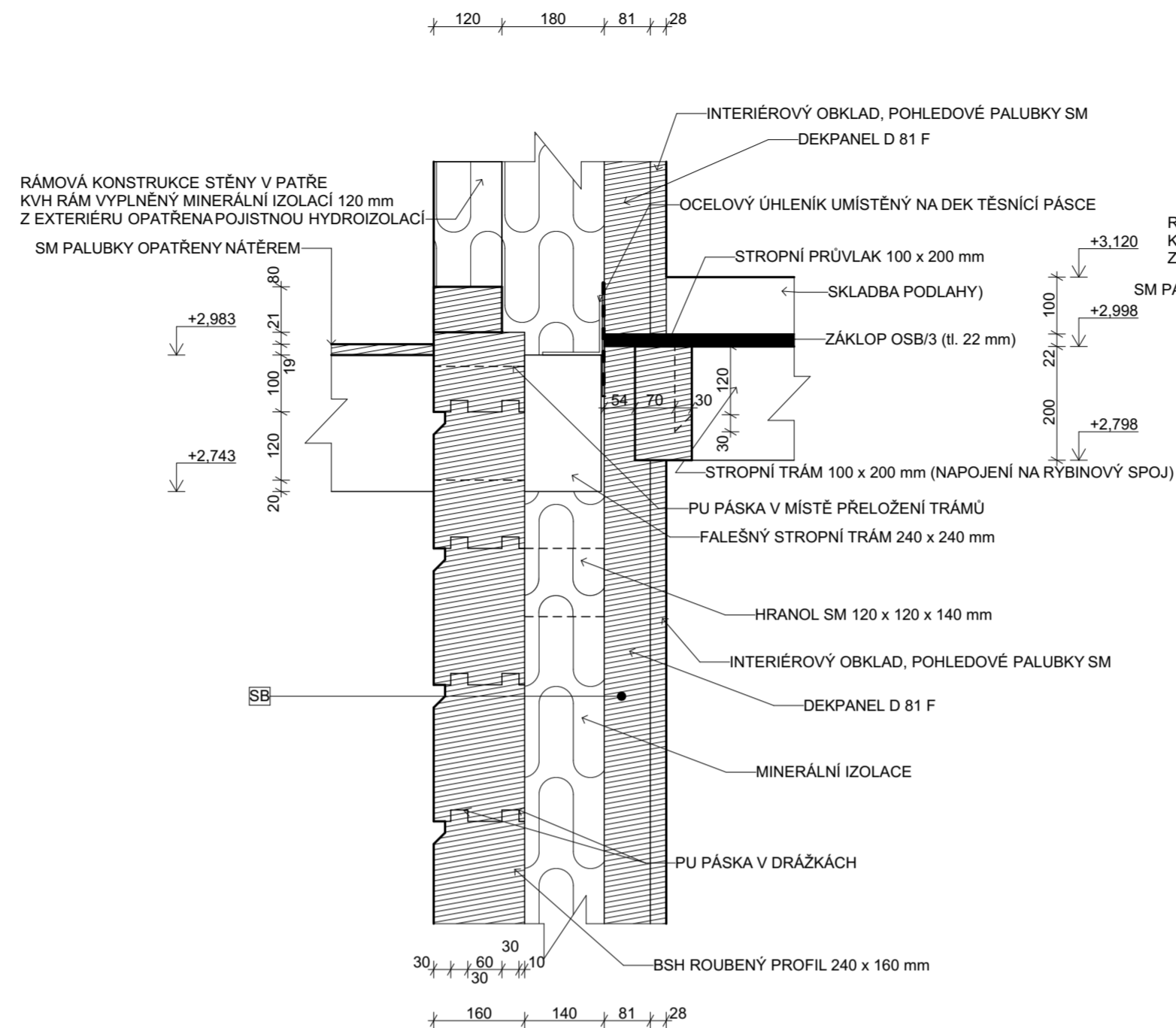
VARIANTA S1 - BSH 240



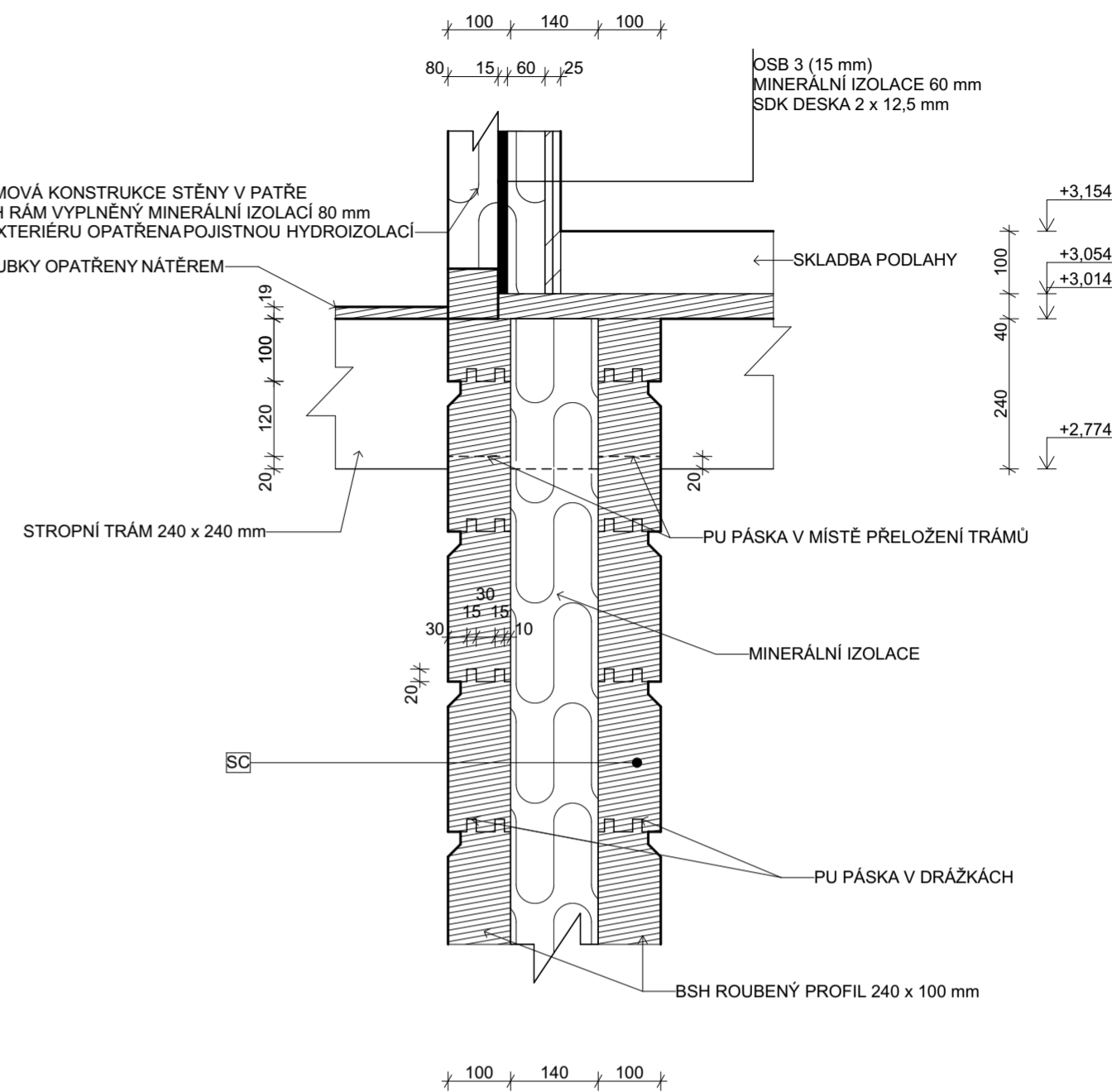
PŮDORYS STROPNÍHO TRÁMU V PROSTUPU



VARIANTA SB - DEKPANEL R 1.2.2



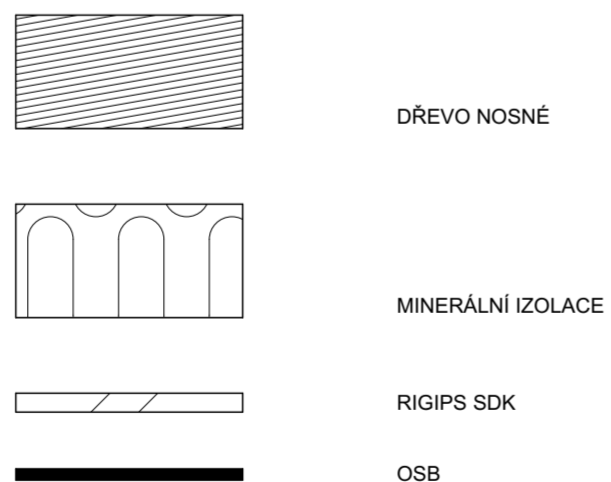
VARIANTA SC - ROUBENÍ S VLOŽENOU IZOLACÍ



VÝPIS SKLADEB

- S1 ROUBENÝ PROFIL BSH 240 x 240 mm
- RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- RIGIPS SDK RB (A) 12,5 mm
- SVISLÝ PROFIL R-CW 100
- VODOROVNÝ PROFIL R-UW 100
- MINERÁLNÍ IZOLACE 60 mm
- OSB EGGER 4, 15 mm
- RÁM KVH, MINERÁLNÍ IZOLACE, 120 mm
- JUTADACH 135
- S8 VINYLÓVÁ KRYTINA 5 mm
- PODLAHOVÝ PRVEK FERMACELL 2X10 mm
- ROCKWOOL STEPROCK HD 40 mm
- DŘEVĚNÝ ZÁKLUP SM (SPODNÍ STRANA POHLEDOVÁ 3x REMMERS HK LAZURA, DUB SVĚTLÝ) 40 mm
- SB POHLEDOVÁ PALUBKA SM 28 mm
- DEKPANEL D 81 F 81 mm
- MINERÁLNÍ IZOLACE 140 mm
- ROUBENÍ BSH 160 MM
- SC ROUBENÍ BSH 100 mm
- MINERÁLNÍ IZOLACE 140 mm
- ROUBENÍ BSH 100 mm

LEGENDA MATERIÁLŮ



| | | |
|---|------------------------------|---|
| VEDOUCÍ PRÁCE | Ing. Eva Machovčáková Ph. D. | |
| KONZULTANT | Ing. Michal Bošanský Ph. D. | |
| VYPRACOVAL | Bc. Jan Bárta | |
| VÝKRES | DIPLOMOVÁ PRÁCE | |
| <p>Výkres detailů prostupu stropního trámu</p> | | <p>Variantské řešení obvodového pláště rekreačního objektu v Českém ráji</p> |
| ČÍSLO VÝKRESU | FORMÁT VÝKRESU | MĚŘÍTKO |
| D.11 | A2 | 1:10 |

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu
v Českém ráji**

Příloha B – Výstupy z programu Teplo 2017

Autor: Bc. Jan Bárta

Vedoucí práce: Ing. Eva Machovčáková, Ph.D.

2022

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma,max[kg/m2] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|-------|-----------|-----------|---------------|----------|--------------|
| S1... | stěna | 1.333 | 0.679 | 0.0012 | ano | --- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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 2017 EDU

Název úlohy : **S1**
Zpracovatel : Bc. Jan Bárta
Zakázka : DP
Datum : 12.03.2022

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/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|--------|------------|
| 1 | Dřevo měkké (t | 0,2400 | 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) | --- |

Okrajové podmínky výpočtu :

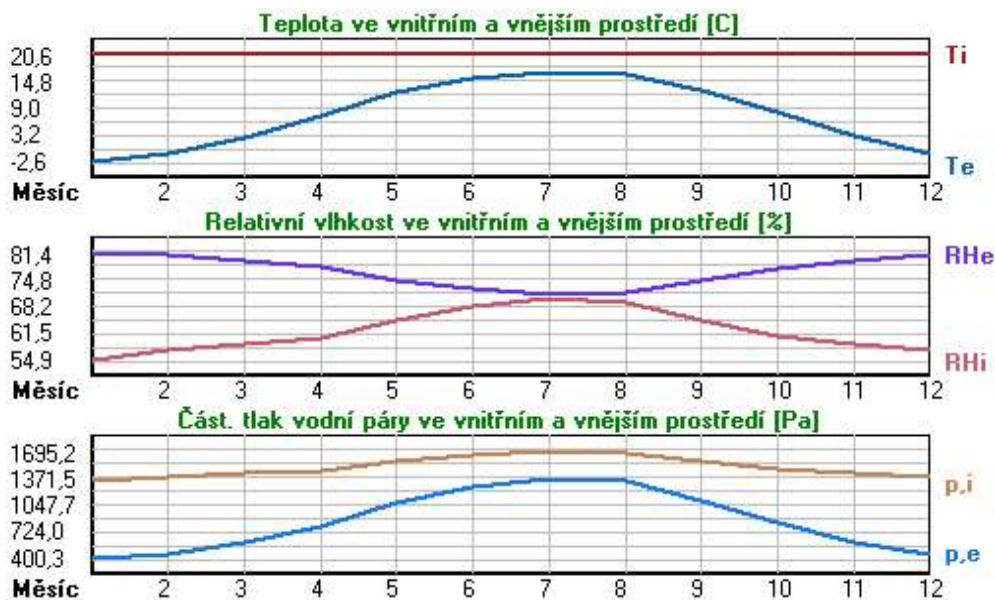
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1 | 31 744 | 20.6 | 54.9 | 1331.4 | -2.6 | 81.4 | 400.3 |
| 2 | 28 672 | 20.6 | 57.3 | 1389.6 | -0.9 | 80.8 | 457.9 |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|------|------|--------|------|------|--------|
| 3 | 31 | 744 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.6 | 79.6 | 586.0 |
| 4 | 30 | 720 | 20.6 | 60.4 | 1464.8 | 7.2 | 77.7 | 788.8 |
| 5 | 31 | 744 | 20.6 | 64.6 | 1566.7 | 12.4 | 74.7 | 1075.1 |
| 6 | 30 | 720 | 20.6 | 68.1 | 1651.5 | 15.4 | 72.4 | 1266.1 |
| 7 | 31 | 744 | 20.6 | 69.9 | 1695.2 | 16.8 | 71.1 | 1359.6 |
| 8 | 31 | 744 | 20.6 | 69.2 | 1678.2 | 16.3 | 71.6 | 1326.3 |
| 9 | 30 | 720 | 20.6 | 64.9 | 1573.9 | 12.7 | 74.5 | 1093.5 |
| 10 | 31 | 744 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.2 | 77.2 | 839.1 |
| 11 | 30 | 720 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9 | 79.5 | 597.9 |
| 12 | 31 | 744 | 20.6 | 57.4 | 1392.0 | -0.8 | 80.8 | 461.7 |

Poznámka: T_{ai} , RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_{e} , RH_e a P_e 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 : 1.333 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.679 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.70 / 0.73 / 0.78 / 0.88 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} : 2.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 59.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 11.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 15.12 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.846

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

| 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} | | | |
| 1 | 14.6 | 0.743 | 11.2 | 0.596 | 17.0 | 0.846 | 68.6 |
| 2 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.594 | 17.3 | 0.846 | 70.5 |

| | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 3 | 15.7 | 0.728 | 12.3 | 0.537 | 17.8 | 0.846 | 69.9 |
| 4 | 16.1 | 0.666 | 12.7 | 0.408 | 18.5 | 0.846 | 68.7 |
| 5 | 17.2 | 0.582 | 13.7 | 0.158 | 19.3 | 0.846 | 69.9 |
| 6 | 18.0 | 0.502 | 14.5 | ----- | 19.8 | 0.846 | 71.6 |
| 7 | 18.4 | 0.428 | 14.9 | ----- | 20.0 | 0.846 | 72.5 |
| 8 | 18.3 | 0.458 | 14.8 | ----- | 19.9 | 0.846 | 72.1 |
| 9 | 17.2 | 0.576 | 13.8 | 0.135 | 19.4 | 0.846 | 70.0 |
| 10 | 16.3 | 0.651 | 12.8 | 0.373 | 18.7 | 0.846 | 68.7 |
| 11 | 15.7 | 0.723 | 12.3 | 0.529 | 17.9 | 0.846 | 69.7 |
| 12 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.593 | 17.3 | 0.846 | 70.5 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

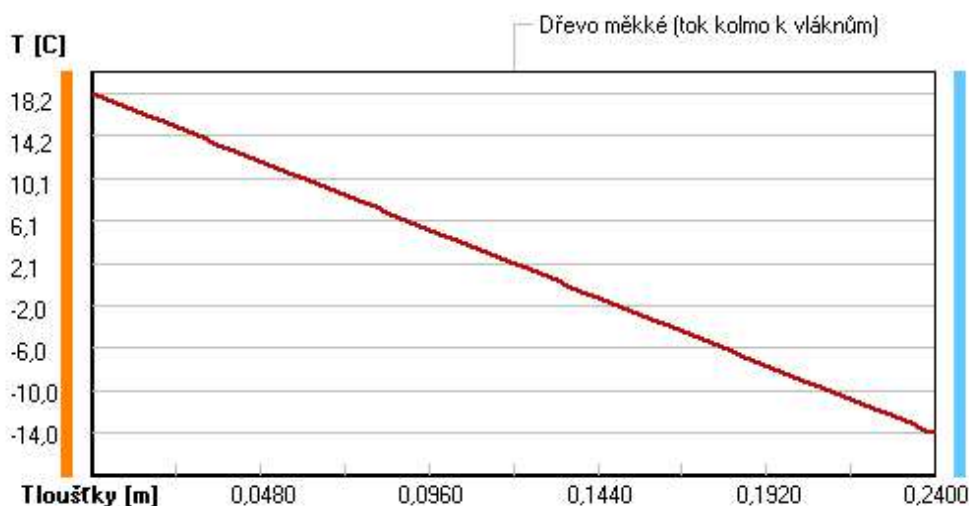
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

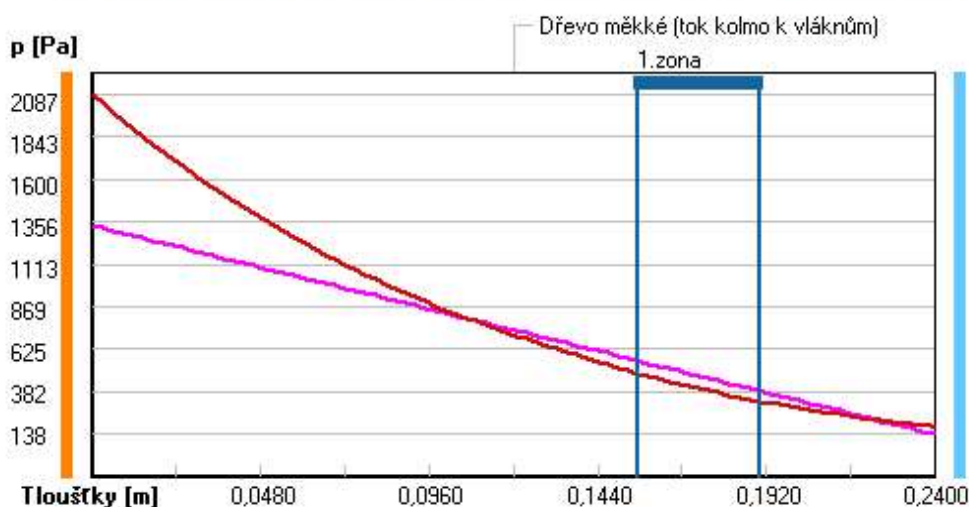
| rozhraní: | i | e |
|-------------|------|-------|
| theta [C]: | 18.2 | -14.0 |
| p [Pa]: | 1334 | 138 |
| p,sat [Pa]: | 2087 | 180 |

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.

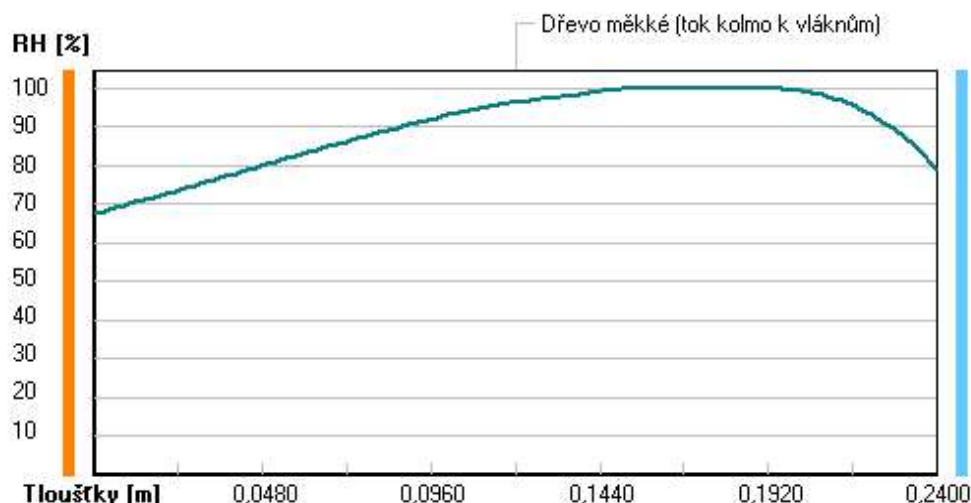
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|---|
| 1 | 0.1555 | 0.1901 | 2.091E-0009 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0012 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.3314 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

| Číslo | Název | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok | | | | |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
| | | pod 60% | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1 | Dřevo měkké (t | --- | --- | 275 | 90 | --- |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma,max[kg/m2] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|-------|-----------|-----------|---------------|----------|--------------|
| S1R... | stěna | 2.278 | 0.409 | 0.0008 | ano | --- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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 2017 EDU

Název úlohy : **S1R**
Zpracovatel : Bc. Jan Bárta
Zakázka : DP
Datum : 12.03.2022

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/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|--------|------------|
| 1 | Dřevo měkké (t | 0,4100 | 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) | --- |

Okrajové podmínky výpočtu :

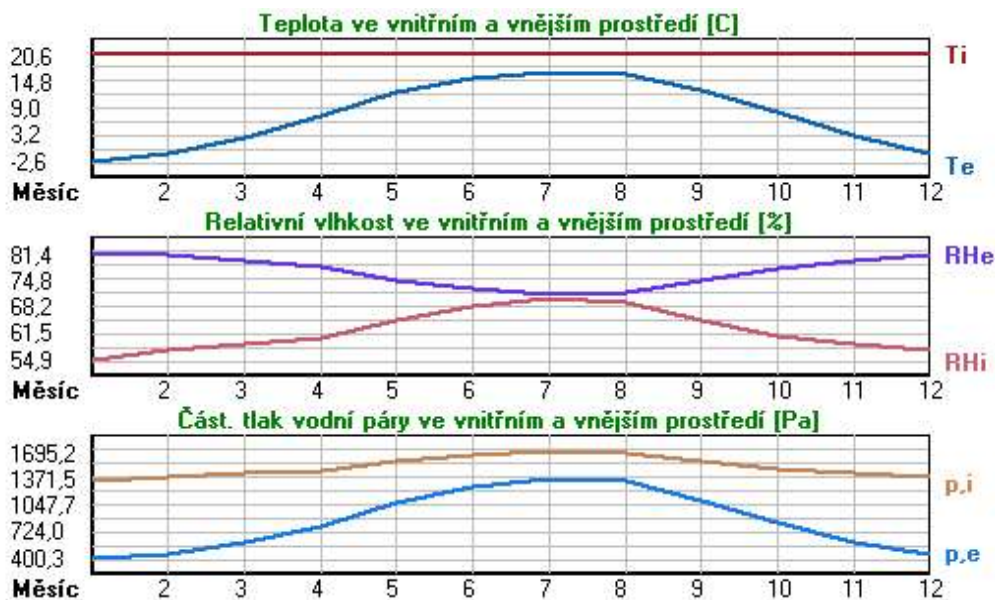
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

| Měsíc | Délka [dny/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1 | 31 744 | 20.6 | 54.9 | 1331.4 | -2.6 | 81.4 | 400.3 |
| 2 | 28 672 | 20.6 | 57.3 | 1389.6 | -0.9 | 80.8 | 457.9 |

| | | | | | | | | |
|----|----|-----|------|------|--------|------|------|--------|
| 3 | 31 | 744 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.6 | 79.6 | 586.0 |
| 4 | 30 | 720 | 20.6 | 60.4 | 1464.8 | 7.2 | 77.7 | 788.8 |
| 5 | 31 | 744 | 20.6 | 64.6 | 1566.7 | 12.4 | 74.7 | 1075.1 |
| 6 | 30 | 720 | 20.6 | 68.1 | 1651.5 | 15.4 | 72.4 | 1266.1 |
| 7 | 31 | 744 | 20.6 | 69.9 | 1695.2 | 16.8 | 71.1 | 1359.6 |
| 8 | 31 | 744 | 20.6 | 69.2 | 1678.2 | 16.3 | 71.6 | 1326.3 |
| 9 | 30 | 720 | 20.6 | 64.9 | 1573.9 | 12.7 | 74.5 | 1093.5 |
| 10 | 31 | 744 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.2 | 77.2 | 839.1 |
| 11 | 30 | 720 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9 | 79.5 | 597.9 |
| 12 | 31 | 744 | 20.6 | 57.4 | 1392.0 | -0.8 | 80.8 | 461.7 |

Poznámka: T_{ai} , RH_i a P_i jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a T_{e} , RH_e a P_e 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 : 2.278 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.409 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.43 / 0.46 / 0.51 / 0.61 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} : 3.4E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 555.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 20.6 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 17.13 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.903

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

| 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} | | | |
| 1 | 14.6 | 0.743 | 11.2 | 0.596 | 18.3 | 0.903 | 63.2 |
| 2 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.594 | 18.5 | 0.903 | 65.3 |

| | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 3 | 15.7 | 0.728 | 12.3 | 0.537 | 18.8 | 0.903 | 65.6 |
| 4 | 16.1 | 0.666 | 12.7 | 0.408 | 19.3 | 0.903 | 65.5 |
| 5 | 17.2 | 0.582 | 13.7 | 0.158 | 19.8 | 0.903 | 67.9 |
| 6 | 18.0 | 0.502 | 14.5 | ----- | 20.1 | 0.903 | 70.3 |
| 7 | 18.4 | 0.428 | 14.9 | ----- | 20.2 | 0.903 | 71.5 |
| 8 | 18.3 | 0.458 | 14.8 | ----- | 20.2 | 0.903 | 71.0 |
| 9 | 17.2 | 0.576 | 13.8 | 0.135 | 19.8 | 0.903 | 68.1 |
| 10 | 16.3 | 0.651 | 12.8 | 0.373 | 19.4 | 0.903 | 65.7 |
| 11 | 15.7 | 0.723 | 12.3 | 0.529 | 18.9 | 0.903 | 65.4 |
| 12 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.593 | 18.5 | 0.903 | 65.3 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

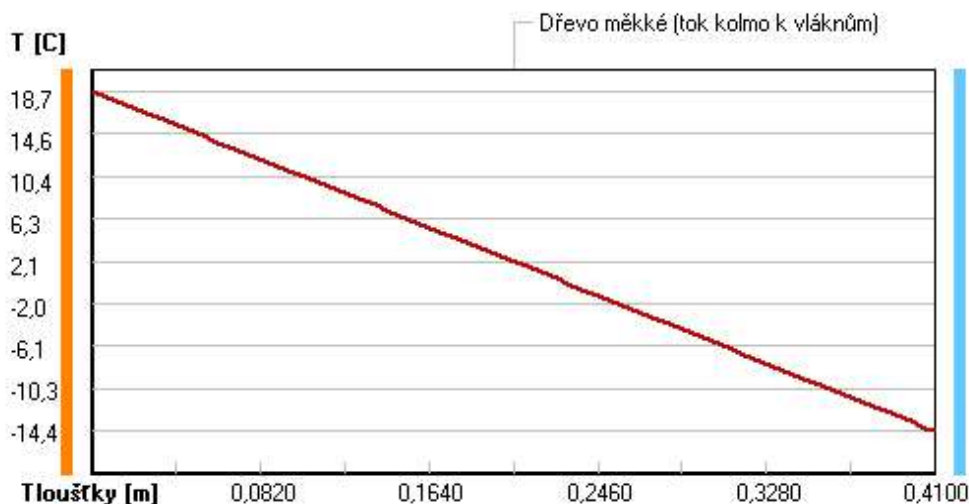
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

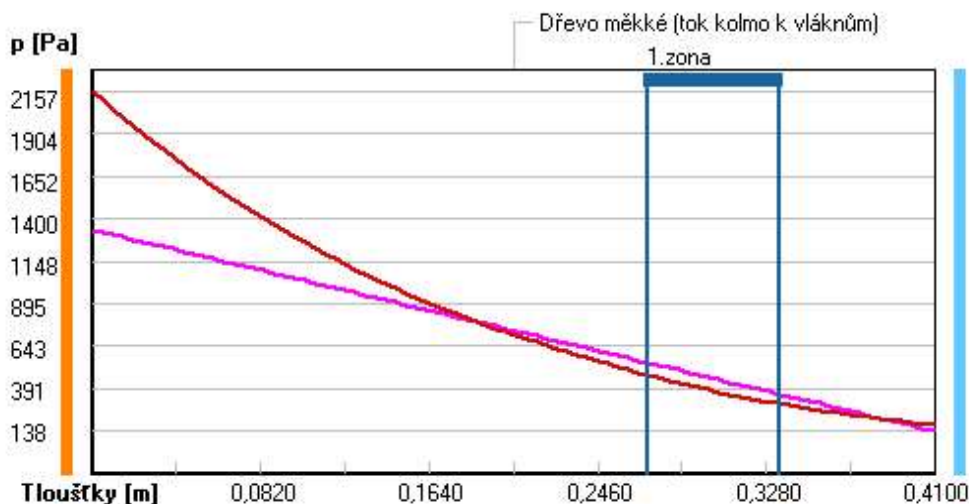
| rozhraní: | i | e |
|-------------|------|-------|
| theta [C]: | 18.7 | -14.4 |
| p [Pa]: | 1334 | 138 |
| p,sat [Pa]: | 2157 | 174 |

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.

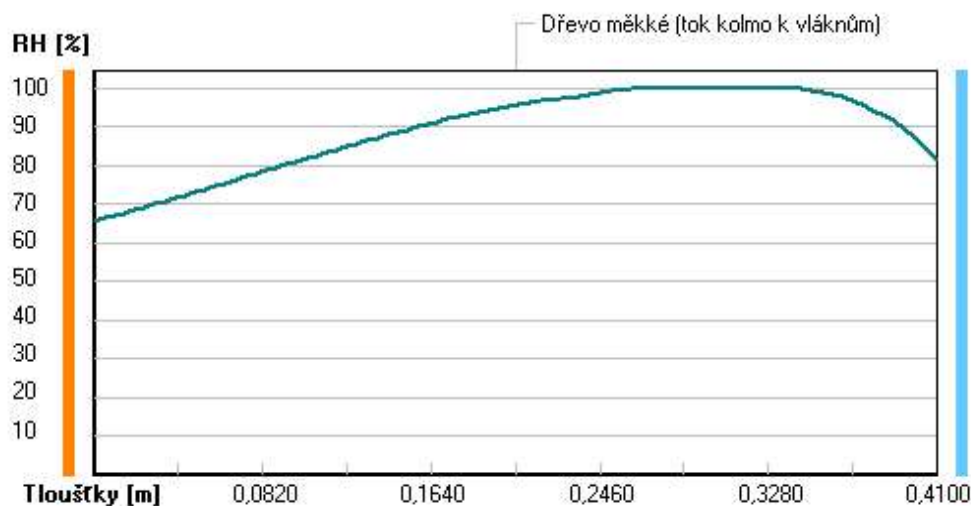
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)] |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|--|
| 1 | 0.2706 | 0.3346 | 1.327E-0009 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0008 kg/(m².rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.1955 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

| Číslo | Název | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok | | | | |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
| | | pod 60% | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1 | Dřevo měkké (t | --- | --- | 275 | 90 | --- |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma,max[kg/m2] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|-----------|-------|-----------|-----------|---------------|----------|--------------|
| SB... | stěna | 4.910 | 0.197 | 0.0370 | ano | --- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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 2017 EDU

Název úlohy : **SB**
Zpracovatel : Bc. Jan Bárta
Zakázka : DP
Datum : 12.03.2022

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/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|---------|------------|
| 1 | Dřevo měkké (t | 0,0550 | 0,1800 | 2510,0 | 400,0 | 157,0 | 0.0000 |
| 2 | Jutafol DTB 15 | 0,0003 | 0,3900 | 1700,0 | 550,0 | 15437,0 | 0.0000 |
| 3 | Dřevo měkké (t | 0,0540 | 0,1800 | 2510,0 | 400,0 | 157,0 | 0.0000 |
| 4 | Minerální vlák | 0,1400 | 0,0410 | 950,0 | 100,0 | 2,0 | 0.0000 |
| 5 | Dřevo měkké (t | 0,1600 | 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 | Jutafol DTB 150 Special | --- |
| 3 | Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům) | --- |
| 4 | Minerální vlákna 3 (po roce 2003) | --- |
| 5 | Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům) | --- |

Okrajové podmínky výpočtu :

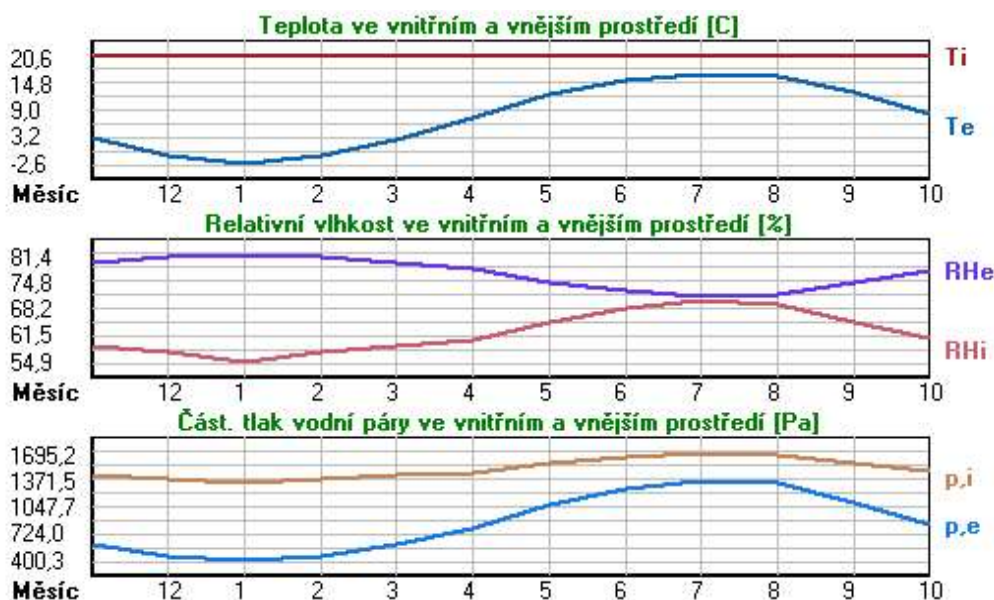
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 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/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| 1 | 31 744 | 20.6 | 54.9 | 1331.4 | -2.6 | 81.4 | 400.3 |
| 2 | 28 672 | 20.6 | 57.3 | 1389.6 | -0.9 | 80.8 | 457.9 |
| 3 | 31 744 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.6 | 79.6 | 586.0 |
| 4 | 30 720 | 20.6 | 60.4 | 1464.8 | 7.2 | 77.7 | 788.8 |
| 5 | 31 744 | 20.6 | 64.6 | 1566.7 | 12.4 | 74.7 | 1075.1 |
| 6 | 30 720 | 20.6 | 68.1 | 1651.5 | 15.4 | 72.4 | 1266.1 |
| 7 | 31 744 | 20.6 | 69.9 | 1695.2 | 16.8 | 71.1 | 1359.6 |
| 8 | 31 744 | 20.6 | 69.2 | 1678.2 | 16.3 | 71.6 | 1326.3 |
| 9 | 30 720 | 20.6 | 64.9 | 1573.9 | 12.7 | 74.5 | 1093.5 |
| 10 | 31 744 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.2 | 77.2 | 839.1 |
| 11 | 30 720 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9 | 79.5 | 597.9 |
| 12 | 31 744 | 20.6 | 57.4 | 1392.0 | -0.8 | 80.8 | 461.7 |

Poznámka: Tai, RH_i a P_i 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 :

Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 4.910 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.197 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 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} : 2.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 617.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 18.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.89 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :

0.952

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m²K/W.

| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: | | | | Vypočtené hodnoty | | |
|--------------|--|---------|------------------|---------|-------------------|-------|---------|
| | ----- 80% ----- | | ----- 100% ----- | | Tsi[C] | f,Rsi | RHsi[%] |
| | Tsi,m[C] | f,Rsi,m | Tsi,m[C] | f,Rsi,m | | | |
| 1 | 14.6 | 0.743 | 11.2 | 0.596 | 19.5 | 0.952 | 58.8 |
| 2 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.594 | 19.6 | 0.952 | 61.1 |
| 3 | 15.7 | 0.728 | 12.3 | 0.537 | 19.7 | 0.952 | 62.0 |
| 4 | 16.1 | 0.666 | 12.7 | 0.408 | 20.0 | 0.952 | 62.9 |
| 5 | 17.2 | 0.582 | 13.7 | 0.158 | 20.2 | 0.952 | 66.2 |
| 6 | 18.0 | 0.502 | 14.5 | ----- | 20.3 | 0.952 | 69.2 |
| 7 | 18.4 | 0.428 | 14.9 | ----- | 20.4 | 0.952 | 70.7 |
| 8 | 18.3 | 0.458 | 14.8 | ----- | 20.4 | 0.952 | 70.1 |
| 9 | 17.2 | 0.576 | 13.8 | 0.135 | 20.2 | 0.952 | 66.4 |
| 10 | 16.3 | 0.651 | 12.8 | 0.373 | 20.0 | 0.952 | 63.3 |
| 11 | 15.7 | 0.723 | 12.3 | 0.529 | 19.7 | 0.952 | 62.0 |
| 12 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.593 | 19.6 | 0.952 | 61.2 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi 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:

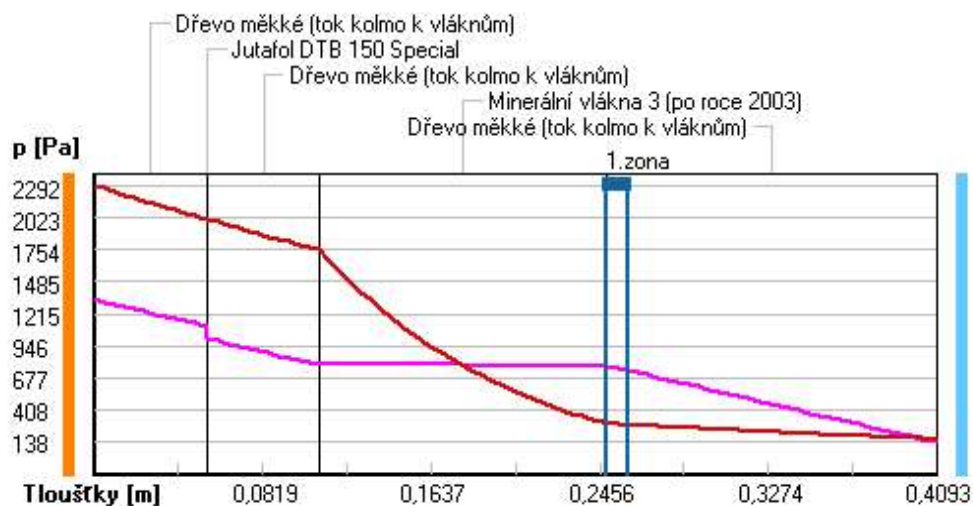
| rozhraní: | i | 1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-5 | e |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|
| theta [C]: | 19.7 | 17.5 | 17.5 | 15.4 | -8.5 | -14.7 |
| p [Pa]: | 1334 | 1113 | 1006 | 789 | 782 | 138 |
| p,sat [Pa]: | 2292 | 2005 | 2004 | 1753 | 296 | 169 |

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.

Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | Hranice kondenzační zóny pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | 0.2493 | 0.2591 | 8.367E-0009 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0358 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.1456 kg/(m2.rok)**

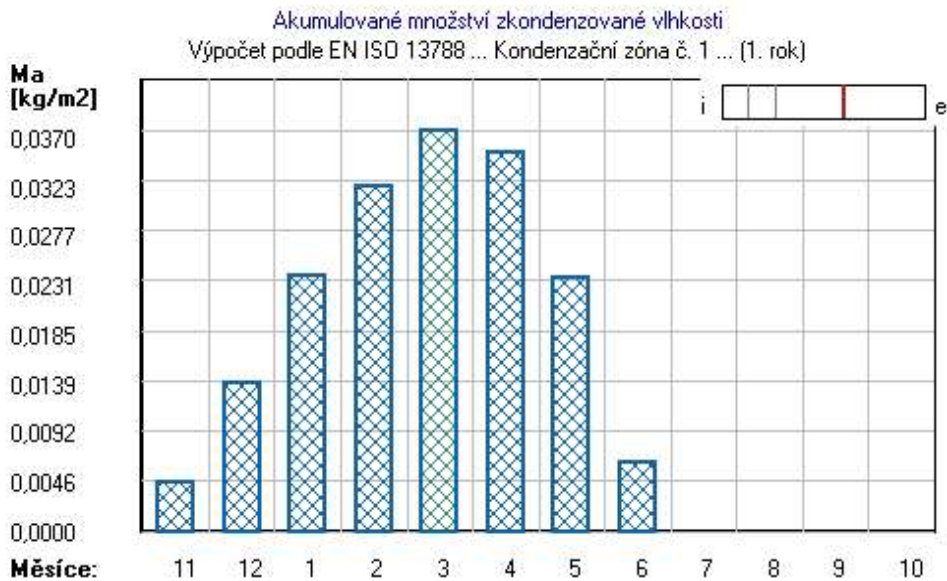
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

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 kond.zóny v m od interiéru | | Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc | | Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc Mc/Mev | Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc Ma |
|-------|---------------------------------------|--------|--|--------|---|---|
| | levá | pravá | g,in | g,out | | |
| 11 | 0.2493 | 0.2493 | 0.0116 | 0.0071 | 0.0045 | 0.0045 |
| 12 | 0.2493 | 0.2493 | 0.0156 | 0.0064 | 0.0092 | 0.0136 |
| 1 | 0.2493 | 0.2493 | 0.0155 | 0.0059 | 0.0096 | 0.0235 |
| 2 | 0.2493 | 0.2493 | 0.0141 | 0.0058 | 0.0083 | 0.0319 |
| 3 | 0.2493 | 0.2493 | 0.0124 | 0.0073 | 0.0051 | 0.0370 |
| 4 | 0.2493 | 0.2493 | 0.0064 | 0.0085 | -0.0021 | 0.0349 |
| 5 | 0.2493 | 0.2493 | -0.0005 | 0.0109 | -0.0114 | 0.0235 |
| 6 | 0.2493 | 0.2493 | -0.0050 | 0.0122 | -0.0172 | 0.0063 |
| 7 | --- | --- | -0.0075 | 0.0136 | -0.0211 | 0.0000 |
| 8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0370 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0370 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0277 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0093 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

| Číslo | Název | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok | | | | |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
| | | pod 60% | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1 | Dřevo měkké (t | 90 | 214 | 61 | --- | --- |
| 2 | Jutafof DTB 15 | 182 | 153 | 30 | --- | --- |
| 3 | Dřevo měkké (t | 212 | 92 | 31 | 30 | --- |
| 4 | Minerální vlák | --- | --- | 62 | 30 | 273 |
| 5 | Dřevo měkké (t | --- | --- | 62 | 30 | 273 |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

| Název kce | Typ | R [m2K/W] | U [W/m2K] | Ma,max[kg/m2] | Odpaření | DeltaT10 [C] |
|---------------------------|-------|-----------|-----------|---------------|----------|--------------|
| SC Roubení s vloženou ... | stěna | 4.526 | 0.213 | 0.0622 | ano | --- |

Vysvětlivky:

| | |
|----------|--|
| R | tepelný odpor konstrukce |
| U | součinitel prostupu tepla konstrukce |
| Ma,max | maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok |
| DeltaT10 | pokles dotykové teploty podlahové konstrukce. |

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 2017 EDU

Název úlohy : **SC Roubení s vloženou izolací**
Zpracovatel : Bc. Jan Bárta
Zakázka : DP
Datum : 12.03.2022

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/m3] | Mi [-] | Ma [kg/m2] |
|-------|----------------|--------|------------------|--------------|------------|--------|------------|
| 1 | Dřevo měkké (t | 0,1000 | 0,1800 | 2510,0 | 400,0 | 157,0 | 0.0000 |
| 2 | Minerální vlák | 0,1400 | 0,0410 | 950,0 | 100,0 | 2,0 | 0.0000 |
| 3 | Dřevo měkké (t | 0,1000 | 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 | Minerální vlákna 3 (po roce 2003) | --- |
| 3 | Dřevo měkké (tok kolmo k vláknům) | --- |

Okrajové podmínky výpočtu :

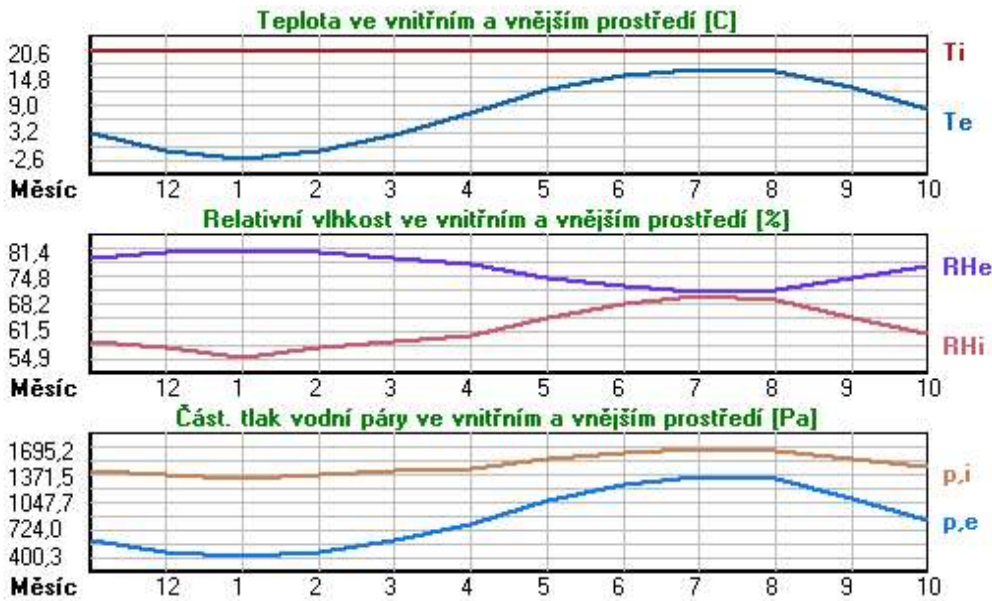
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 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/hodiny] | Tai [C] | RHi [%] | Pi [Pa] | Te [C] | RHe [%] | Pe [Pa] | |
|-------|--------------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| 1 | 31 | 744 | 20.6 | 54.9 | 1331.4 | -2.6 | 81.4 | 400.3 |
| 2 | 28 | 672 | 20.6 | 57.3 | 1389.6 | -0.9 | 80.8 | 457.9 |
| 3 | 31 | 744 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.6 | 79.6 | 586.0 |
| 4 | 30 | 720 | 20.6 | 60.4 | 1464.8 | 7.2 | 77.7 | 788.8 |
| 5 | 31 | 744 | 20.6 | 64.6 | 1566.7 | 12.4 | 74.7 | 1075.1 |
| 6 | 30 | 720 | 20.6 | 68.1 | 1651.5 | 15.4 | 72.4 | 1266.1 |
| 7 | 31 | 744 | 20.6 | 69.9 | 1695.2 | 16.8 | 71.1 | 1359.6 |
| 8 | 31 | 744 | 20.6 | 69.2 | 1678.2 | 16.3 | 71.6 | 1326.3 |
| 9 | 30 | 720 | 20.6 | 64.9 | 1573.9 | 12.7 | 74.5 | 1093.5 |
| 10 | 31 | 744 | 20.6 | 61.0 | 1479.4 | 8.2 | 77.2 | 839.1 |
| 11 | 30 | 720 | 20.6 | 58.8 | 1426.0 | 2.9 | 79.5 | 597.9 |
| 12 | 31 | 744 | 20.6 | 57.4 | 1392.0 | -0.8 | 80.8 | 461.7 |

Poznámka: Tai, RHi 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 : 4.526 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.213 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 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} : 1.7E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 220.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.2 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.75 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rs,i,p} : 0.948

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

| | | |
|--------------|--|-------------------|
| Číslo měsíce | Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: | Vypočtené hodnoty |
|--------------|--|-------------------|

| | ----- 80% ----- | | ----- 100% ----- | | Tsi[C] | f,Rsi | RHsi[%] |
|----|-----------------|---------|------------------|---------|--------|-------|---------|
| | Tsi,m[C] | f,Rsi,m | Tsi,m[C] | f,Rsi,m | | | |
| 1 | 14.6 | 0.743 | 11.2 | 0.596 | 19.4 | 0.948 | 59.1 |
| 2 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.594 | 19.5 | 0.948 | 61.4 |
| 3 | 15.7 | 0.728 | 12.3 | 0.537 | 19.7 | 0.948 | 62.3 |
| 4 | 16.1 | 0.666 | 12.7 | 0.408 | 19.9 | 0.948 | 63.1 |
| 5 | 17.2 | 0.582 | 13.7 | 0.158 | 20.2 | 0.948 | 66.3 |
| 6 | 18.0 | 0.502 | 14.5 | ----- | 20.3 | 0.948 | 69.2 |
| 7 | 18.4 | 0.428 | 14.9 | ----- | 20.4 | 0.948 | 70.8 |
| 8 | 18.3 | 0.458 | 14.8 | ----- | 20.4 | 0.948 | 70.2 |
| 9 | 17.2 | 0.576 | 13.8 | 0.135 | 20.2 | 0.948 | 66.6 |
| 10 | 16.3 | 0.651 | 12.8 | 0.373 | 20.0 | 0.948 | 63.5 |
| 11 | 15.7 | 0.723 | 12.3 | 0.529 | 19.7 | 0.948 | 62.2 |
| 12 | 15.3 | 0.753 | 11.9 | 0.593 | 19.5 | 0.948 | 61.5 |

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi 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:

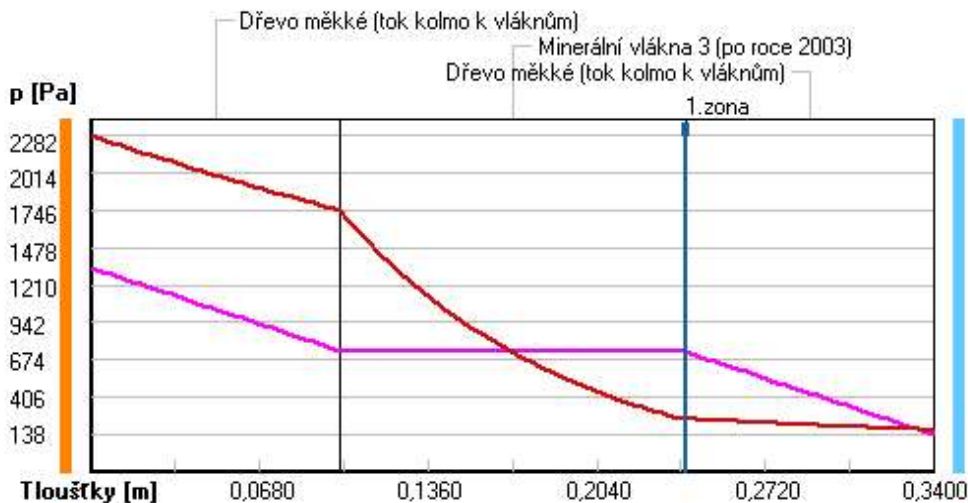
| rozhraní: | i | 1-2 | 2-3 | e |
|-------------|------|------|-------|-------|
| theta [C]: | 19.6 | 15.4 | -10.5 | -14.7 |
| p [Pa]: | 1334 | 741 | 731 | 138 |
| p,sat [Pa]: | 2282 | 1749 | 248 | 169 |

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.

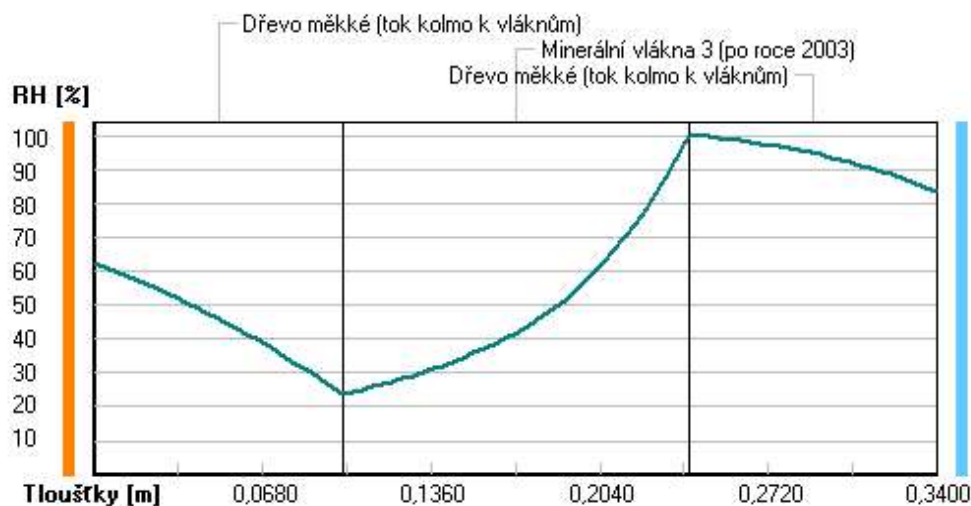
Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

| Kond.zóna číslo | Hranice kondenzační zóny levá [m] | Hranice kondenzační zóny pravá [m] | Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)] |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1 | 0.2400 | 0.2400 | 1.218E-0008 |

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0587 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.1989 kg/(m2.rok)**

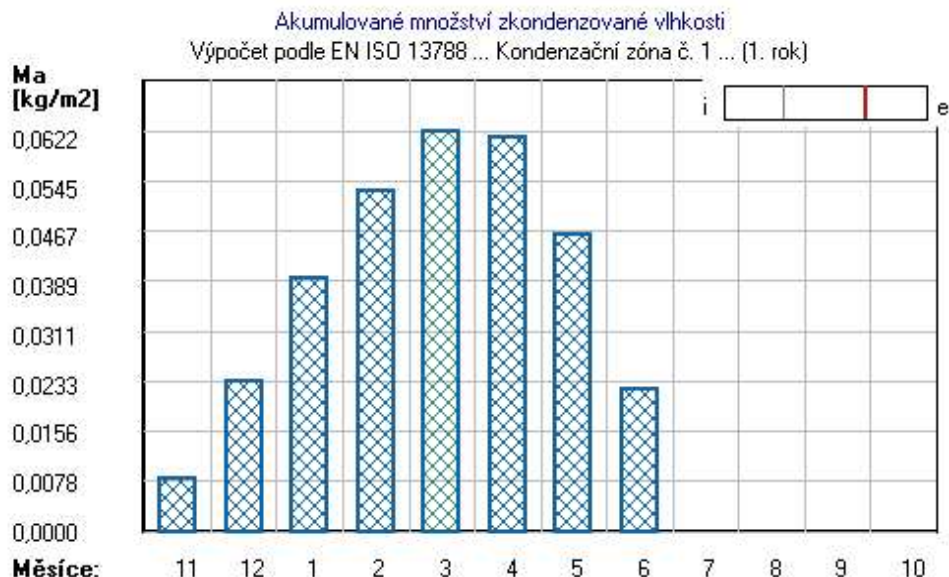
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

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 kond.zóny v m od interiéru | | Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc | | Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev | Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma |
|-------|------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|---|-------------------------------------|
| | levá | pravá | g,in | g,out | | |
| 11 | 0.2400 | 0.2400 | 0.0177 | 0.0093 | 0.0083 | 0.0083 |
| 12 | 0.2400 | 0.2400 | 0.0232 | 0.0082 | 0.0150 | 0.0234 |
| 1 | 0.2400 | 0.2400 | 0.0229 | 0.0074 | 0.0154 | 0.0393 |
| 2 | 0.2400 | 0.2400 | 0.0210 | 0.0074 | 0.0136 | 0.0529 |
| 3 | 0.2400 | 0.2400 | 0.0188 | 0.0095 | 0.0093 | 0.0622 |

| | | | | | | |
|----|--------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 4 | 0.2400 | 0.2400 | 0.0105 | 0.0116 | -0.0010 | 0.0612 |
| 5 | 0.2400 | 0.2400 | 0.0009 | 0.0159 | -0.0150 | 0.0462 |
| 6 | 0.2400 | 0.2400 | -0.0056 | 0.0184 | -0.0240 | 0.0222 |
| 7 | --- | --- | -0.0093 | 0.0209 | -0.0301 | 0.0000 |
| 8 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 9 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0622 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0622 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0491 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0132 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.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

| Číslo | Název | Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok | | | | |
|-------|----------------|---|--------|--------|--------|---------|
| | | pod 60% | 60-70% | 70-80% | 80-90% | nad 90% |
| 1 | Dřevo měkké (t | 90 | 214 | 61 | --- | --- |
| 2 | Minerální vlák | --- | --- | 62 | 30 | 273 |
| 3 | Dřevo měkké (t | --- | --- | 62 | 30 | 273 |

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Variantní řešení obvodového pláště rekreačního objektu
v Českém ráji**

Příloha C – Výstupy z programu KROS 4

Autor: Bc. Jan Bárta

Vedoucí práce: Ing. Eva Machovčáková, Ph.D.

2022

ROZPOČET S VÝKAZEM VÝMĚR

Stavba: Varianty roubených stěn

Objekt:

Objednatel:

Zhotovitel:

Místo: Turnov

Zpracoval: Bc. Jan Bárta

Datum: 22. 3. 2022

| Č. | KCN | Kód položky | Popis | MJ | Množství celkem | Cena jednotková | Cena celkem |
|---------------------------|-----|-------------|--|-----------|---------------------|-----------------|-------------|
| D1 DEKPANEL R1.2.2 | | | | m2 | 1 800 473,97 | | |
| 1 | | 713131151 | Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva | m2 | 121,306 | 42,80 | 5 191,90 |
| | | | F0001 | | 121,306 | | |
| 2 | | 63148163 | deska tepelně izolační minerální provětrávaných fasád $\rho=0,034-0,035$ tl 140mm | m2 | 123,732 | 396,00 | 48 997,87 |
| | | | výměra skladby*koeficient | | | | |
| | | | F0001*1,02 | | 123,732 | | |
| 3 | | 762713130 | Montáž prostorové vázané kce z hraněného řeziva průřezové pl přes 224 do 288 cm2 | m | 758,163 | 324,00 | 245 644,81 |
| | | | výměra skladby*koeficient | | | | |
| | | | F0001*6,25 | | 758,163 | | |
| 4 | | 61223210 | hranol konstrukční BSH vrstvený lepený pohledový | m3 | 31,539 | 25 700,00 | 810 552,30 |
| | | | výměra skladby | | | | |
| | | | $3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*0,26$ | | 31,539 | | |
| 5 | | 762795000 | Spojovací prostředky pro montáž prostorových vázaných kcí | m3 | 31,539 | 1 230,00 | 38 792,97 |
| | | | výměra skladby | | | | |
| | | | $3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*0,26$ | | 31,539 | | |
| 6 | | 763711122 | Montáž dřevostaveb stěn a příček z panelů v do 10 m tl přes 55 do 114 mm pl přes 1,5 do 3,6 m2 | m2 | 121,306 | 381,00 | 46 217,59 |
| | | | F0001 | | 121,306 | | |
| 7 | | 61231300 | masivní dřevěný panel CLT bez vzduchotěsné úpravy pro vnitřní příčky tl 81mm | m2 | 124,945 | 2 700,00 | 337 351,50 |
| | | | výměra skladby*koeficient | | | | |
| | | | F0001*1,03 | | 124,945 | | |
| 8 | | 766412214 | Montáž obložení stěn pl přes 1 m2 palubkami z měkkého dřeva přes 100 mm | m2 | 121,306 | 217,00 | 26 323,40 |
| | | | F0001 | | 121,306 | | |
| 9 | | 61189990 | palubky podlahové smrk tl 28mm A/B | m2 | 133,437 | 645,00 | 86 066,87 |
| | | | výměra skladby*koeficient | | | | |
| | | | F0001*1,1 | | 133,437 | | |
| 10 | | 783201403 | Oprášení tesařských konstrukcí před provedením nátěru | m2 | 485,224 | 5,13 | 2 489,20 |
| | | | výměra skladby*koeficient | | | | |
| | | | F0001*4 | | 485,224 | | |
| 11 | | 783264101 | Základní jednonásobný olejový nátěr tesařských konstrukcí | m2 | 485,224 | 102,00 | 49 492,85 |
| | | | výměra skladby*koeficient | | | | |
| | | | F0001*4 | | 485,224 | | |
| 12 | | 783268111 | Lazurovací dvojnásobný olejový nátěr tesařských konstrukcí | m2 | 485,224 | 213,00 | 103 352,71 |
| | | | výměra skladby*koeficient | | | | |
| | | | F0001*4 | | 485,224 | | |
| Č. | KCN | Kód položky | Popis | MJ | Množství celkem | Cena jednotková | Cena celkem |

| D3 | | | Roubená stěna, tl. 240 | m2 | 1 601 899,92 | | |
|-----------|-----------|--|--|-----------|---------------------|--------------|------------|
| 13 | 61223210 | hranol konstrukční BSH vrstvený lepený pohledový | m3 | 41,244 | 25 700,00 | 1 059 970,80 | |
| | | výměra skladby | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*0,34 | | 41,244 | | | |
| 14 | 762795000 | Spojovací prostředky pro montáž prostorových vázaných kcí | m3 | 41,244 | 1 230,00 | 50 730,12 | |
| | | výměra skladby | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*0,34 | | 41,244 | | | |
| 15 | 762 | 762713150 | Montáž prostorových vázaných konstrukcí z řeziva hraněného nebo polohraněného průřezové plochy přes 450 do 600 cm2 | m | 758,160 | 443,00 | 335 864,88 |
| | | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*6,25 | | 758,160 | | |
| 16 | 783201403 | Oprášení tesařských konstrukcí před provedením nátěru | m2 | 485,222 | 5,13 | 2 489,19 | |
| | | výměra skladby*koeficient | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*4 | | 485,222 | | | |
| 17 | 783264101 | Základní jednonásobný olejový nátěr tesařských konstrukcí | m2 | 485,222 | 102,00 | 49 492,64 | |
| | | výměra skladby*koeficient | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*4 | | 485,222 | | | |
| 18 | 783268111 | Lazurovací dvojnásobný olejový nátěr tesařských konstrukcí | m2 | 485,222 | 213,00 | 103 352,29 | |
| | | výměra skladby*koeficient | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*4 | | 485,222 | | | |

| D4 | | | DEK Obvodová stěna Dvojitě roubení s vloženou izolací | m2 | 1 509 494,74 | | |
|-----------|-----------|---|--|-----------|---------------------|-----------------|-------------|
| 19 | 713131151 | Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dílci, deskami 1 vrstva | m2 | 121,306 | 42,80 | 5 191,90 | |
| | | F0004 | | 121,306 | | | |
| 20 | 63148163 | deska tepelně izolační minerální provětrávaných fasád $\rho=0,034-0,035$ tl 140mm | m2 | 123,732 | 396,00 | 48 997,87 | |
| | | výměra skladby*koeficient | | | | | |
| | | F0004*1,02 | | 123,732 | | | |
| 21 | 762713130 | Montáž prostorové vázané kce z hraněného řeziva průřezové pl přes 224 do 288 cm2 | m | 1 516,320 | 324,00 | 491 287,68 | |
| | | výměra skladby*koeficient*2 | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*6,25*2 | | 1 516,320 | | | |
| 22 | 61223210 | hranol konstrukční BSH vrstvený lepený pohledový | m3 | 24,261 | 25 700,00 | 623 507,70 | |
| | | výměra skladby*2 | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*0,1*2 | | 24,261 | | | |
| 23 | 762795000 | Spojovací prostředky pro montáž prostorových vázaných kcí | m3 | 24,261 | 1 230,00 | 29 841,03 | |
| | | výměra skladby*2 | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*0,1*2 | | 24,261 | | | |
| 24 | 783201403 | Oprášení tesařských konstrukcí před provedením nátěru | m2 | 970,445 | 5,13 | 4 978,38 | |
| | | výměra skladby*2 | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*4*2 | | 970,445 | | | |
| 25 | 783264101 | Základní jednonásobný olejový nátěr tesařských konstrukcí | m2 | 970,445 | 102,00 | 98 985,39 | |
| | | výměra skladby*koeficient*2 | | | | | |
| | | 3,24*(8,6+8,6+10,6-0,48+10,6-0,48)*4*2 | | 970,445 | | | |
| 26 | 783268111 | Lazurovací dvojnásobný olejový nátěr tesařských konstrukcí | m2 | 970,445 | 213,00 | 206 704,79 | |
| | | výměra skladby*koeficient*2 | | | | | |
| Č. | KCN | Kód položky | Popis | MJ | Množství celkem | Cena jednotková | Cena celkem |

$3,24 \cdot (8,6 + 8,6 + 10,6 - 0,48 + 10,6 - 0,48) \cdot 4 \cdot 2$

970,445

Celkem

4 911 868,63