

# MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav základního zpracování dřeva



Lesnická  
a dřevařská  
fakulta

**Tree House – Příbytky v korunách stromů**

DIPLOMOVÁ PRÁCE



*Obr. 1 Tree House - Příbytky v korunách stromů (autor)*

Dům na stromě? Bydlení v korunách stromu? Konstrukce na stromě? Strom jako nosný prvek? Souznění s přírodou? Plnohodnotné bydlení? Originalita? Klid? To vše je možné popsat slovy TREE HOUSE.

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Tree House – Příbytky v korunách stromů* zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, duben 2016

..... podpis studenta

**Poděkování**

*Děkuji...*

**Autor:** Bc. Miroslav Kubíček

**Název práce:** Tree House – Příbytky v korunách stromů

**Abstrakt**

Teoretická část práce uceleně shrnuje a objasňuje základní problematiku Tree Houses s důrazem na jejich ukotvení ke stromům a poukazuje na kvalitní způsob výstavby, podle kterého by dřevostavba tohoto typu měla být postavena. Vlastní praktická část práce představuje reálný návrh rekreačního objektu na předem vybraných stromech zadavatelem. Při tvorbě objektu je kladen největší důraz na natočení stavby vůči světovým stranám s využitím maximálního výhledem do údolí. Důraz je kladen na jednoduchost a možnost rekreace i v zimních měsících.

**Klíčová slova:**

Tree House, stromy, základy, ukotvení, rekreační objekt, ochrana dřeva, konstrukce

**Author:** Bc. Miroslav Kubíček

**Title of thesis:** Tree House – habitations in treetops

**Abstract**

Theoretical part of the project is comprehensive summary which shows the basic problematics of treehouses and their build-up. It also points to the quality of the build-up by which should be the construction made. The practical part represents a real project of holiday property on specific place set by client. One of the main problem during the creation of the project was to face the treehouse to the perfect valley-view. The benefits of the project are simplicity and possibility to use the treehouse during the winter time. Client had no visual request in advance.

**Key terms:**

Tree House, trees, foundations, build up, holiday property, protection of the wood, construction

# OBSAH

1	Úvod .....	- 1 -
2	Cíl práce.....	- 2 -
3	Základní problematika – Tree House .....	- 3 -
3.1	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci .....	- 3 -
3.2	Výběr vhodného stromu .....	- 3 -
3.3	Rozložení izolace .....	- 4 -
3.4	Dilatace .....	- 4 -
3.5	Zatékání vody.....	- 5 -
3.6	Ochrana dřeva .....	- 5 -
3.6.1	Ochrana před vnějšími vlivy.....	- 5 -
3.6.2	Ochrana před biotickými škůdci .....	- 6 -
3.7	Základová konstrukce tree houses .....	- 9 -
3.7.1	Základové vzpěra a sloupy .....	- 9 -
3.7.2	Zavěšení pomocí ocelových lan.....	- 10 -
3.7.3	Svorkové založení.....	- 11 -
3.7.4	Přímé uchycení .....	- 14 -
3.7.5	Založení přes šroubovací kotvu .....	- 16 -
4	Přehled současného stavu řešené problematiky .....	- 18 -
5	Metodika.....	- 23 -
6	Technický popis k projektové dokumentaci.....	- 25 -
6.1	Obecné údaje o stavbě.....	- 25 -
6.1.1	Místo realizace .....	- 25 -
6.1.2	Příprava území .....	- 29 -
6.1.3	Tree House .....	- 29 -
6.2	Technické a konstrukční řešení objektu .....	- 32 -
6.2.1	Základové svislé stromy a konstrukce .....	- 32 -
6.2.2	Schodiště.....	- 33 -
6.2.3	Zábradlí .....	- 34 -
6.2.4	Výplně otvorů .....	- 35 -

6.2.5	Nosná konstrukce podlahy .....	- 37 -
6.2.6	Podlahový rošt .....	- 40 -
6.2.7	Svislá nosná konstrukce.....	- 41 -
6.2.8	Opláštění .....	- 46 -
6.2.9	Střešní konstrukce.....	- 47 -
6.2.10	Skladby .....	- 49 -
6.2.11	Inženýrské sítě .....	- 59 -
6.2.12	výpočty.....	- 62 -
7	Diskuze .....	- 64 -
8	Závěr.....	- 66 -
9	Summary.....	- 67 -
10	Seznam literatury .....	- 68 -
	Internetové zdroje.....	- 69 -
	Zákony, vyhlášky a normy .....	- 71 -
	Podklady pro projektanty a katalogy.....	- 72 -
11	Seznam obrázků.....	- 73 -
12	Seznam tabulek.....	- 75 -
13	Výkresová dokumentace .....	- 77 -

# 1 ÚVOD

## **Tree House – příbytky v korunách stromů**

Tree house je ve většině případů označení konstrukce (stavby) pro rekreační užití v určité výšce nad zemí. Mezi dřevostavbami se nejedná o novinku, ale o raritu, která si postupně získává jak oblibu, tak místo na trhu dřevostaveb. Hlavními znaky těchto staveb jsou: konstrukce nad úrovní země, využití stromů jako nosných nebo opěrných konstrukcí, jednoduchost, rychlost výstavby, originalita, spojení přírodních materiálů s moderní technologií, rekreační využití.

První Tree House vznikly pravděpodobně v pralesních oblastech Nové Guinei, Amazonie a dalších, kde si místní kmeny stavěly jednoduché příbytky vysoko nad zemí. Tyto příbytky sloužily především pro přespaní lidí, jako ochrana před nočním životem v pralese. Konstrukce takových obydlí je velmi jednoduchá, může se zdát i vratká, avšak je velmi účinná a užitná. Jak můžeme vidět na obrázku, konstrukce se skládá z tenkých kulatin např. z bambusu. Podlahovou a střešní konstrukci s největší pravděpodobností tvořily palmové listy. Ke stavbě příbytků využívali stromy s košatou korunou, aby bylo možné konstrukci jednoduše položit a připevnit ke stromu.



*Obr. 2 pohled na původní konstrukce v pralesních oblastech (Treehouses, 2016)*



## 2 CÍL PRÁCE

Řešením diplomové práce je vypracovat projektovou dokumentaci dle vlastního architektonického návrhu dřevostavby typu Tree House se sloupkovým konstrukčním systémem. Stavba bude sloužit, jako rekreační objekt pro dvě až tři osoby k budoucí novostavbě.

Samotný návrh objektu respektuje veškeré požadavky zadavatele. Jsou to místo stavby, využití stavby i v zimních měsících, jednoduchost konstrukce a šetrnost k životnímu prostředí zvláště k nosným stromům. V teoretické části práce je popsána základní problematika těchto staveb včetně většiny možností jejich ukotvení na stromech.

## 3 ZÁKLADNÍ PROBLEMATIKA – TREE HOUSE

### 3.1 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Při stavbě Tree House nesmí být opomíjena bezpečnost a ochrana zdraví při práci, která je nutná na každém pracovišti a u staveb v korunách stromů je obzvláště důležitá. Především zde hrozí úraz při pádu z výšky, při práci se dřevem a při pádu náradí nebo materiálu na osobu pod stavenišťem.

Ve většině případů se jedná o výškové práce s dřevěným materiálem nebo s materiálem na bázi dřeva. Ve většině případů je stavba výš jak 1,5 m nad zemí, a proto zde přibývá nutnost práce v horolezecké výstroji. Každý pracovník na stavbě je povinen ovládat základy vázání. Řemeslníci včetně náradí musí být dostatečně uvázáni, aby nehrozil pád ze stavby. Pozornost je nutné věnovat i na zajištění pracovního náradí a materiálu, se kterým se pracuje ve výškách.



*Obr. 3 Ukázka vazačského postroje (Industrial Starter Czech s.r.o., 2016)*

### 3.2 VÝBĚR VHODNÉHO STROMU

Stavby ve stromech zatím nemají stanoveny žádné vlastní technické normativy, které by určovaly, jaké stromy je možné využít. Z arboristického posudku je možné vytipovat stromy nejvhodnější k danému účelu. Posuzuje se věková kategorie, zdravotní

stav, vitalita, průměr stromu, obvod, výška a v neposlední řadě i zakořenění. Arboristický posudek před zahájením stavby je více než nutný.

Při výběru vhodných stromů by se měla zohlednit i lokace, kde se strom nachází a zjistit průměrné sněhové srážky a povětrnostní podmínky daného místa. Tyto informace lze získat na Ústavu fyziky atmosféry AV ČR: VAS, WAsP a PIAP. Sněhové podmínky je možné ověřit ze sněhové mapy České republiky.

### 3.3 ROZLOŽENÍ IZOLACE

Málokteré domy na stromech se navrhují i pro využívání v zimním období. Většina objektů se používá pro letní či podzimní rekreaci, tomu odpovídá i návrh skladeb jednotlivých konstrukcí. Veškeré skladby je potřeba navrhnout i pro teploty v zimním období a vlhkost v letních měsících.

Návrh skladeb konstrukcí by měl být vyvážený s maximálním důrazem na celkovou tloušťku jednotlivých skladeb. Bylo by neúčelné navrhnout například zateplení podlahy jen 50 mm a doufat, že obálku objektu vylepším tím, že navrhnu zateplení stropu 200 mm. Proto je vhodnější navrhnout zateplení podlahové konstrukce 100 mm a stropní 150 mm.

### 3.4 DILATACE

Dilatace neboli působení rozměrových změn materiálu a stromu bude doprovázet Tree House po celou dobu životnosti a nemělo by se na ní zapomínat v přípravě a ani při realizaci stavby. První typ dilatace, na který můžeme narazit je u stromu. Pokud se sloužící strom pro stavbu nachází stále v růstové fázi, musíme počítat se zvětšením obvodu kmene a tomu přizpůsobit i kruhový výřez v terase.

Další typ dilatace může nastat, pokud se pracuje pouze s řezaným řezivem a ne s lepeným. Zde postupně dochází k sesychání dřeva ve všech směrech, především pak v příčném směru. Tato dilatace by neměla zůstat bez povšimnutí, když si v základech pomáháme i nosnými dřevěnými sloupy. Dřevěné sloupy by měly být opatřeny aretační patkou, aby bylo možné sloupy dotáhnout k maximálnímu podepření a nevznikal tak nežádoucí průhyb.

## 3.5 ZATÉKÁNÍ VODY

Voda nemusí být nepřítel dřevostaveb. Tree House je dřevostavba, jako každá jiná jen leží ve výšce a nemá pevné základy. Stále je potřeba dodržovat pravidla aby se zabránilo jakémukoliv zatékání vody do stavby. Jedná se především o konstrukční řešení přesahu střechy, správného ukončení přesahu stěn a v neposlední řadě preciznost všech pracovníků. S danou problematikou úzce souvisí ochrana dřeva. Zatékání vody může mít velké následky na zakládající konstrukci podle typu založení. Viz. kapitola 3.7 Základové konstrukce Tree Houses.

## 3.6 OCHRANA DŘEVA

### 3.6.1 OCHRANA PŘED VNĚJŠÍMI VLIVY

Ochranou dřeva před vnějšími vlivy se myslí proti povětrnostní nátěry, které chrání dřevo proti účinkům abiotických činitelů. Jedná se o takzvanou aktivní ochranu, avšak krátkodobou. Chemikálie jsou až druhotnou ochranou a z těchto důvodů jsou používány jen na nejvíce zatěžovaná místa, jako jsou sloupy nebo terasy Tree House. Tato dodatečná nátěrová technologie má ochrannou funkci od 2 do 10 let, poté by se mělo dřevo znovu přetřit. Nátěry se dělí na:

#### ➤ Filmotvorné a lazurovací nátěry

Tyto nátěry dobře propouštějí vlhkost a jsou vysoce elastické, takže se snadno přizpůsobují změnám tvaru dřeva. Při správné aplikaci dokážou částečně vniknout do povrchových vrstev dřeva. Nátěry obsahují především polymery, látky brzdící proces stárnutí, UV filtry, pigmenty, antioxidanty a přísady chránící dřevo proti vlhkosti.

#### ➤ Penetrační systém

Tento systém je schopen vnikat hlouběji do dřeva a obsahuje hydrofobní vosky, pigmenty, stabilizátory povětrnostní prachové degradace dřeva a menší podíl živíc.

Penetraci lze aplikovat nátěrem, postřikem, ale i impregnační technologií. (Štefko J., 2009)

#### ➤ Nanoimpregnace

Ošetření dřeva nanotechnologickou impregnací je zatím nejmodernější ochrana dřeva před povětrnostními vlivy. Po aplikaci nátěrem dojde k hydrofobizaci a olejofovizaci povrchu dřeva a voda se nevsakuje do dřeva, ale stéká po povrchu. Tato

vrstva nebrání dřevu v jeho „dýchatelności.“ Účinek nátěru je kolem 5 let a nemění nijak drsnost ani vzhled dřeva. (NANOBALA s.r.o., 2016)

### 3.6.2 OCHRANA PŘED BIOTICKÝMI ŠKŮDCI

Mezi biotické škůdce řadíme:

- dřevokazné houby
- dřevozbarvující houby a plísně
- dřevokazný hmyz

Mezi příčiny výskytu biotických škůdců v objektu patří např. zvýšená vlhkost, nesprávná konstrukční řešení, nedostatečná ochrana dřeva biocidy.

Vlhkost dřeva potřebná pro:

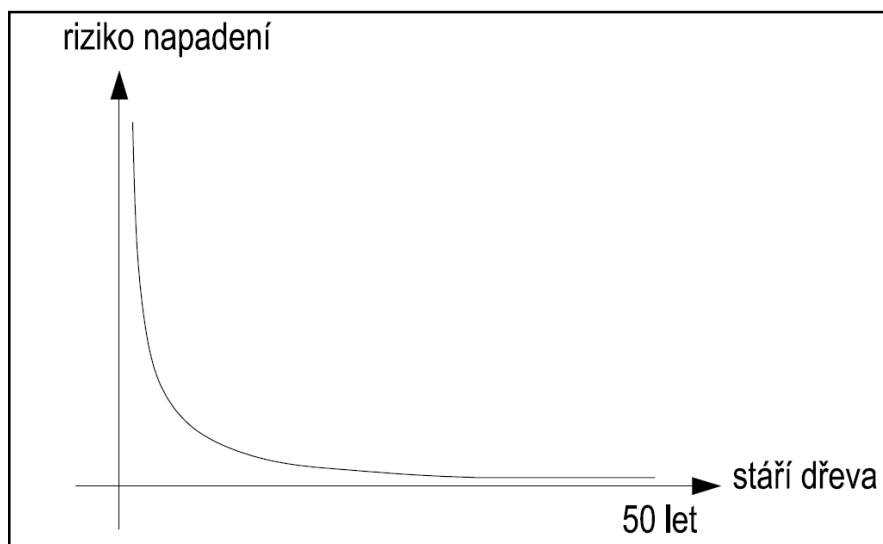
- vyklíčení spor dřevokazných hub je od 20 %
- růst a vývoj dřevokazného hmyzu je od 18 %
- růst a rozvoj dřevokazných hub je od 15 %
- růst a vývoj tesaříka krovového je od 12 %

Dřevokazné houby způsobují rozklad dřeva a negativně působí na jeho pevnost. Podle jejich působení na dřevo rozeznáváme houby celulózožravé a lignivožravé. Celulózožravé houby se živí celulóžou a jsou příčinou úplné hniloby dřeva. Napadené dřevo tmavne a rozpadá se. Zde se hovoří o hnědé či červené hnilobě. Houby lignivožravé kromě jiných složek likvidují i lignin. Dřevo působením houby zesvětlí, změkne a začne se drobit. Lignivožravé houby tak způsobují bílou hnilobu. Dřevokazné houby jsou důvodem narušení pevnosti dřeva. Růstu dřevokazných hub předchází plísně. Ty vytvářejí na povrchu vláknitý povlak, skvrny a způsobují zápach zatuchliny. Mohou být také příčinou zdravotních komplikací. (Holan, 2008)

Dřevozbarvující houby a plísně nepůsobí na dřevo destruktivně, způsobují jen změnu barvy (modráni dřeva) či propustnost dřeva. Mezi nejčastější dřevokazné houby řadíme dřevomorku domácí, konioforu sklepní, trámovku, kornatce rozvitého, čerchatku sklepní, troudnatce růžového, houževnatce šupinového.

Závažným likvidátorem dřeva je dřevokazný hmyz, který se vyskytuje v podobě vajíček, larev a dospělých jedinců. Dřevokazný hmyz napadá především částečně opracované dřevo, krovy, podlahy a konstrukce staveb, což u stropních trámů může být velmi nebezpečné. Larvy i dospělý hmyz hloubí ve dřevě chodbičky, a pokud dojde

k jejich propojování, tak se napadené dřevo začne drolit a rozpadat. Nakladená vajíčka ve dřevě jsou o to nebezpečnější, že mohou být uvnitř a dřevo nemusí na povrchu vykazovat žádné známky napadení. Sekundárně mohou být do napadených míst zavlečeny plísňe. Zde je opravdu důkladná ochrana dřeva nesmírně důležitá. Mezi nejzávažnější hmyz řadíme červotoče proužkovaného, červotoče umrlčí, tesaříka krovového, dřevokaze čárkovaného, pilořitku velkou, mravence dřevokaze. (Štefko J., 2009)



Obr. 4 Graf ukazující pravděpodobnost napadení vestavěného dřeva tesaříkem krovovým: čím je dřevo starší, tím menší je riziko. Okolo 50. roku je dřevo prakticky „imunní“ proti napadení. (Klír, 1981)

### ➤ Chemická ochrana

Dřevo je možné chemicky ochránit preventivně nebo dodatečně, dále krátkodobě nebo dlouhodobě. Podle hloubky průniku se rozlišuje ochrana:

- povrchová do 3mm
- mělká do 10mm
- hluboká nad 10 mm

Ochrana dřeva chemickými ochrannými prostředky se provádí pomocí různých beztlakových a podtlakovo-přetlakových technologií. K nejznámějším a nejjednodušším patří nátěr, nános, navalování, ponor, dlouhodobé máčení, injektování nebo bandážování. V případě požadavku na větší hloubku průniku ochranného prostředku do vnitřních částí dřevařského výrobku, což je důležité zejména při jeho umístění v náročných podmínkách (kontakt s terénem), je třeba použít vhodné podtlakovo-přetlakové technologie. Výsledná kvalita chemické ochrany dřeva závisí mimo jiné na:

- struktury dřeva,
- vlhkostním stavu dřeva,
- aplikačních vlastnostech ochranného prostředku,
- typu a intenzitě hybných sil transportu (tlakové a difúzní síly).

U ochranných prostředků používaných v exteriéru je velmi důležitá jejich dostatečná fixace ve dřevě, aby se ze dřeva nevyplavovaly, odolávaly UV záření a při ohřátí dřeva nevyprchaly. Jejich výdrž je mezi 5 až 15 lety v exteriéru a víc jak 10 let v interiéru.

Prostředky na chemickou ochranu dřeva obsahují jednu nebo více směrově účinných látek a různé průvodní látky. Směrově účinné látky jsou aktivní komponenty ochranných prostředků a podle účinku je dělíme na:

- fungicidy (účinné proti dřevokazným houbám, dřevozbarvujícím houbám a plísním)
- insekticidy (zabraňují hmyzu požírat zdravé dřevo – preventivní insekticidy – nebo likvidující hmyz v infikovaném dřevu – intenzivní insekticidy)

- Fungicidy

V dnešní době se z ekologicky přijatelnějších fungicidů používají zejména sloučeniny boru, kvartérní amoniové sloučeniny, karbamáty, sulfonamidy a různé heterocykly. Z přírodních fungicidů se dnes aplikuje především chitozan. Tyto syntetické i přírodní fungicidy se nacházejí v různých komerčních biocidních přípravcích dostupných na českém trhu, neřídka i v kombinaci s vhodným insekticidem.

- Insekticidy

V současnosti se z anorganických insekticidů používají při ochraně dřeva sloučeniny boru, především kyselina boritá a tetraboritan sodný. Tyto insekticidy jsou z eko-toxikologických hledisek přijatelné i pro interiéry. Při povrchové aplikaci mají preventivní účinek a při hloubkové impregnaci dřeva i likvidační.

K výhodám sloučenin boru patří jejich širokospektrální biocidní účinek (insekticidní i fungicidní) a současně i retardační účinek proti zapálení a hoření dřeva. Naopak jejich nevýhodou je snadná vyluhovatelnost z ošetřeného dřeva vlivem srážkové i jiné vody, což je ve většině případů předurčuje k použití pouze do interiéru. (Štefko J., 2009)

- Alternativní ochrana

Další z možností je chránit dřevo před škůdci už od procesu kácení. Kniha „Viděl jsem tě růst“ popisuje mnoho příkladů, kdy dřevo stromů pokácených v určitém datu a v určité fázi měsíce se samo uchrání před napadením škůdci. Neboli dřevo není pro škůdce atraktivní, a to i po jeho zpracování. (Thoma, 2006)

### 3.7 ZÁKLADOVÁ KONSTRUKCE TREE HOUSES

Za základy Tree Houses je kromě nosných stromů považována i nosná konstrukce, která nese objekt. Tedy konstrukce, která přenesení veškeré stálé i nahodilé zatížení na stromy či sloupy. Kromě nosných stromů je pro založení stavby, také možné využít samostatné sloupy a vzpěry a ocelová lana pro zavěšení.

#### 3.7.1 ZÁKLADOVÉ VZPĚRA A SLOUPY

Samostatnými základy se myslí sloupy nebo vzpěry, které podepírají stavbu a strom slouží pouze jako opěrný prvek nebo k ukotvení schodiště či terasy přilehlé k hlavnímu objektu. Ocelové vzpěry ve velkém využívá při stavbě objektů v korunách stromů architekt Andreas Wennig z Německého ateliéru Baumraum.

Dřevěné sloupy se používají tradičně jako kolmé podpory pro stavbu. Využívají se větší rozměry kruhového či čtvercové průřezu v menším počtu. Při použití dřevěných sloupů je potřeba sloupy dostatečně ochránit proti vnějším vlivům. Dřevěné sloupy si vyžadují správné ukotvení do zemních základů především kvůli dodržení minimální výšky nad terénem.

Tuto funkci obstarají kvalitní ocelové prvky jako například „T“ patka, „U“ patka v železobetonovém základu nebo také zemní vruty. Avšak vruty by se měly využívat jen po odborné konzultaci se stavbyvedoucím v závislosti na zemním podloží.

Při využití ocelových vzpěr, se používají kruhové vzpěry menších průměrů. Vzpěry je dobré chránit kvalitním antikoročním nátěrem. Vzpěry se ve většině případů používají pro šikmé podepření. Jejich výhodou je především v menších rozměrech oproti dřevěným sloupům, jednodušší manipulace a rychlost výstavby. (Wennig, 2009)

V případě použití samostatné podpůrné konstrukce je nutné spočítat statické posouzení a prodiskutovat veškeré detaily a problémy daného materiálu.





*Obr. 5 Ukázka využití ocelových vzpěr (Andreas Wenning, 2014)*

### 3.7.2 ZAVĚŠENÍ POMOCÍ OCELOVÝCH LAN

Zavěšení se ve většině případů používá jako doplňkový typ připevnění základů, ale jsou i případy kdy se konstrukce pouze zavěsí. V těchto případech se jedná o velmi lehké konstrukce, které s Tree House nemají kromě stromů moc společných vlastností. Při zavěšení je potřeba vybrat vhodný strom pro realizaci. Veškerá ocelová lana by se měla upínat k hlavnímu kmenu či větvím co nejbližší střednici kmenu daného stromu.

Zavěšení se realizuje pomocí ocelových lan, uchycovacích ok a napínacích šroubů. Je potřeba také dbát ochrany stromů, aby se lano nezařezávalo do stromu, proto je vhodné v místě kontaktu lano určitým způsobem vyztužit nebo vystlat. Systém lan je velmi šetrný ke stromu, protože nijak nenarušujeme kmen stromu.

Nejčastěji se používá v kombinaci se samostatnými základy. Spoj dřeva s ocelovým okem je potřeba realizovat v dobře větraném místě a nejlépe v místě, kam nebude zatékat voda, aby nedocházelo k následnému uhnívání dřeva. Nesmíme zapomínat ani na lano, které je potřeba opatřit antikoročním nástřikem, aby odolávalo povětrnostním vlivům. (Cocoon tree, 2016)



*Obr. 6 Založení pomocí ocelových lan (Cocoon tree, 2016)*

### 3.7.3 SVORKOVÉ ZALOŽENÍ

Jedná se o technologicky nejjednodušší a nejpoužívanější založení Tree House. Bohužel pro strom jedno z nejhorších. Svorky strom tzv. škrtí a omezují především v růstu, kdy zamezují přísunu živin do koruny stromu.

#### ➤ Patrové svorkové založení

Založení se skládá z dřevěných trámů masivnějších rozměrů, které jsou uchycené těsně kolem stromu závitovými tyčemi. Trámy by měly být tak dlouhé, aby od předvrtané díry pro závitovou tyč bylo ještě minimálně 300 mm ke konci trámu. Celý systém se skládá ze dvou pater jednotlivých svorek. Nejdříve se ukotví spodní patro v podélném směru celé stavby. Druhé patro se kotví v kolmém směru na první patro v maximálním kontaktu se spodním patrem.

Svorky je nutné maximálně utáhnout a je vhodné použít kvalitní spojovací materiál včetně podložek velkého průměru, aby se matice nevtačily do dřeva. Tento systém má velké nevýhody. Za prvé systém není zcela spolehlivý, pokud strom roste šikmo pod větším úhlem, pak může dojít k usmýknutí jednoho patra a ke kolapsu konstrukce. Za druhé je potřeba pečlivě izolovat stykové plochy stromu a základů, aby zde nedocházelo ke kumulaci většího množství vody a následnému vzniku plísní nebo hniloby. (Nelson, 2014)



*Obr. 7 svorkové patrové založení v praxi (Treehouse supplies, 2016)*

### ➤ Kruhové svorkové založení

Velmi netradiční řešení, které může být náročnější na projekci a výstavbu. Kruhové založení se skládá z horizontálních trámek obdélníkového nebo čtvercového průřezu, kterými se obloží kmen stromu a tak se vytvoří pomyslná kružnice o větším obvodu než je kmen stromu a následně se trámky ke stromu utáhnou ocelovými lany. Trámky poté slouží jako upevňovací konstrukce následné nosné konstrukce. Tímto systémem se vytvoří kruhovitý, nebo mnohoúhelníkový půdorys podlahové konstrukce. (Schlussler E., 2016)





*Obr. 8 Náhled na kruhové svorkové základy (Schlussler E., 2016)*



*Obr. 9 Detail utahovacího mechanismu u kruhového svorkového založení (Schlussler E., 2016)*

### 3.7.4 PŘÍMÉ UCHYCENÍ

Jedná se o klasické přišroubování dřevěné či ocelové vzpěry přímo ke kmeni stromu. Tento typ uchycení může být přímé například přišroubování dřevěné vzpěry ke stromu skrz vzpěru, nebo nepřímé pomocí styčnickové desky nebo pomocí dalších kovových segmentů. Před využitím tohoto mechanismu je zapotřebí ověřit reakci daného stromu na kov a zjistit pevnost použitých vrtů na stříh. Důležitou součástí je dostatečné izolování stykových ploch mezi stromem a vzpěrami při nevyužití kovových segmentů.

Přišroubování pomocí styčnickové desky nebo kovových segmentů je velmi jednoduché na zkonstruování. Použitím kovových segmentů se vyvarujeme akumulování vody mezi dřevěnou vzpěrrou a stromem. Tento typ se používá pro menší objekty, nebo pro objekty, kde slouží jako pomocné založení objektu. Při upevnění této konstrukce je důležité dbát na stejnou délku a úhel svírající vzpěry (Obr. 10) se stromem, aby se zatížení rozložilo do všech vzpěr stejně. Do budoucna by bylo vhodné zkoumat tento typ podpory především na životnost a vytrhnutí ze stromu.



Obr. 10 Přišroubování dřevěné vzpěry bez kovového segmentu (Carberry J., 2016)





*Obr. 11 Uchycení dřevěné vzpěry pomocí kovového segmentu (Treehouse supplies, 2016)*



*Obr. 12 Využití dalšího typu kovové vložky (Treehouse supplies, 2016)*



*Obr. 13 Připojení kovové vzpěry (Andreas Wenning, 2014)*

### 3.7.5 ZALOŽENÍ PŘES ŠROUBOVACÍ KOTVU

System populární především ve Spojených státech amerických je zatím asi nejlepší dostupnou technologií. Jedná se o speciální závitovou tyč dvojitěho průměru (Obr. 14), která se po vyvrtání speciálního otvoru zašroubuje přímo do stromu. Existují různé velikosti, některé typy je možné našroubovat skrze kmen stromu menšího průměru. Tato technologie maximálně využívá pevnost a nosnost stromu jako celku. Jedna kotva unese až 3720 kg (Obr. 36) v závislosti na daném stromu a na jeho zdravotním stavu.

Kotva má minimální vliv na průtok živin do koruny stromu, strom neškrtí a nijak negativně neovlivňuje. Je potřeba zvolit kvalitní materiál, na který strom nebude negativně reagovat. Ve spojení s připojovacím obdélníkem tvoří tento systém posuvnou podporu, která je velmi stabilní a umožňuje posun v podélném směru. Není zde také nutné řešit problém se zadržováním vody. (Carberry J., 2016)

Tento typ ukotvení je také preferován v následujícím návrhu objektu. Především pro výhody a šetrnost ke stromům, který umožňuje. Dalším faktorem pro využití tohoto systému je možnost posunu konstrukce, dostupnost a minimální využití v Evropě.





Obr. 14 Speciální šroubovací kotva a potřebné nářadí na její umístění (Carberry J., 2016)



Obr. 15 Celý kotevní systém v provozu (Treehouse supplies, 2016)



## 4 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Tree House je novým fenoménem ve stavitelství, ale také v architektuře. V našich končinách je ovšem stále ještě neprobádanou oblastí. V dnešní době u nás existuje jen hrstka případů. Obecně lze ale na Tree Houses pohlížet jako na novou formu rekreačního bydlení, poskytující naprosto jedinečnou možnost luxusu. Ten spočívá především v umístění.

Jasným důkazem toho je i tato diplomové práce. Vždyť jen pomýšlení na prosluněná rána, kdy přímo z postele můžete vidět nádheru Jeseníků, slyšet zpěv ptáků a dopřávat si naprostou svobodu, protože nikde kolem nikdo není, je ohromující. Dalo by se říct, že Tree House může být jakýmsi manifestem za novou formu bydlení, a to v kontextu přelidněných měst, neúměrného zastavění zemědělské půdy a také odtržení člověka od přírody. Přesně toto může být milníkem v sociální úloze architektury.



Obr. 16 Na našem území se nejvíce objevují Tree Houses od České firmy Treehouses, s.r.o. (Treehouses, 2016)





*Obr. 17 Tree House "Na třech dubech" od České firmy Treehouses, s.r.o. (Treehouses, 2016)*

Stavba (Obr. 17) je postavená Českou firmou Treehouses, s.r.o. Jedná se o stavbu k rekreačním účelům, především v letních měsících pro 3 osoby ve výšce 9 metrů nad zemí. Název této konstrukce je „Na třech dubech“. Nosnou konstrukci tvoří tedy tři vzrostlé duby rostoucí takřka v kolmém směru k zemi a jeden uměle přidaný kmen smrku nesoucí dřevěné točité schodiště.

Schodiště je ke kmeni uchyceno pomocí dřevěných vzpěr, jež jsou jednoduše přišroubovány až do nosného kmene. Zde by bylo dobré zjistit aktuální stav tohoto spojení, především jak moc tento spoj degradoval v závislosti na čase. Posuneme-li se výš na úroveň zakládajících trámů můžeme si všimnout, že základový rošt je čtyřpatrový. Svorkové patrové založení začínající v podélném směru je patrné na první pohled. Následuje druhé patro založení v příčném směru, nosné trámy opět v podélném směru a finální rošt v příčném směru, na kterém se nachází nášlapná vrstva. Základový rošt je podpořen zavěšovacím systémem.

Skladby stěn a podlahy jsou s největší pravděpodobností prkenné, kvůli celkové hmotnosti stavby, jednoduchosti a rychlosti výstavby. Střešní konstrukce je tvořená z „Palmex“ materiálu. Jsou to syntetické palmové listy ze surovin nejvyšší kvality. (Palmex krytina, 2016)

Celou konstrukcí procházejí tři rostlé duby, a proto je nutné mít v podlaze otvory o větším obvodu než je strom samotný. A ve střešní krytině je potřeba mít maximálně izolovaný obvod kmene, tak aby nezatékalo do konstrukce. Stavba je čistě ekologická, a proto zde není přívod elektřiny, vody ani kanalizace.

Nejvíce staveb na stromech se staví ve Spojených státech amerických, kde se z toho stal velmi úspěšný pořad na Animal Planet už se čtvrtou sérií. Tyto stavby jsou zakládány na šroubovacích kotvách, které jsou v USA velmi populární. Tree House se zde staví, jako rekreační objekty nebo doplňující místnost ke stavbám se suchou toaletou a bez přívodu vody. Konstrukce obvodových stěn je sloupková a velmi lehká, tak jak je to zvykem v Severní Americe.

Další inspiraci ke stavbě Tree House můžeme najít po celé Evropě. Staví se v Německu, Švédsku, Polsku, ale také u nás v České republice. Všude v těchto zemích můžeme najít stavby různých tvarů z různých materiálů, které mají mnohé společné. Využívají se pouze k rekreaci, nemají zde splachovací toaletu a často ani přívod vody nanejvýš přívod elektřiny. A proto bych rád změnil tento trend návrhem objektu včetně návrhu inženýrských sítí.





*Obr. 18 Stavby postavené ve světě (Andreas Wenning, 2014) (Animal Planet, 2016) (Treehugger, 2016)*

Druhá stavba (Obr. 19) pochází z Německého ateliéru Baumraum. Tree House je velmi specifický a originální. Základní myšlenkou této stavby byl zahnutý list, který splývá s vnitřním i venkovním prostředím. Stavba je tvořena dvouramenným schodištěm s mezipodestou, terasou o dvou výškových úrovních, dvěma místnostmi v jiných výškách a spojenou střešní konstrukcí. Stavba je určena především pro podnikové akce, firemní meetingy a brainstorming.



*Obr. 19 Moderní treehouse z ateliéru Baumraum (Andreas Wenning, 2014)*

Ve výše položené části najdete konferenční místnost, která je ve středu pomyslného trojúhelníku mezi borovicemi na obrázku. V nižší místnosti se nachází kavárna s toaletami a víceúčelovou místností.

Pro dodržení maximálně ekologických požadavků je objekt založen na 19 šikmých vzpěrách nahodile rozmístěných, které přechází do zemních vrutů. Mezi vzpěry je šikovně schované odpadní potrubí z toalety a dřezu, jež se nachází v Tree House. Schodiště a mezipodesta jsou zavěšeny ocelovými lany se speciálním ukotvením k borovici. Přívod elektřiny a vody se nachází v jedné z ocelových vzpěr.

Tvůrci Tree House museli také řešit vytápění a klimatizaci objektu. Tento problém je řešen tepelným čerpadlem, které je umístěno v zemi. Čerpadlo nasává okolní vzduch a přes kapalně médium ho pomocí soustavy ocelových trubek vhání do místností. (Andreas Wenning, 2014)



## 5 METODIKA

Diplomová práce je rozdělena na textovou a výkresovou část. Textová část rozebírá základní problematiku těchto staveb včetně většiny možností jejich ukotvení na stromech. Výstupem práce je návrh Tree Housu s respektováním veškerých požadavků zadavatele. Jsou to místo stavby, využití objektu i v zimních měsících, jednoduchost konstrukce a šetrnost k životnímu prostředí zvláště k nosným stromům.

- **Výkresová dokumentace a konstrukční detaily objektu**

Samotný návrh objektu pro rekreační bydlení a jeho následné zpracování do výkresové dokumentace se lze inspirovat dle následujících právních předpisů a normativů:

- ČSN 73 4301 Obytné budovy (absence českých normativů pro řešenou problematiku)
- ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na stavby
- ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části

Pro vypracování této části práce jsou použity softwarové programy AutoCAD 2014 a Google Sketchup 8.

- **Posouzení požadavků tepelné ochrany všech skladeb**

Skladby jsou posouzeny dle požadavků tepelné ochrany budov ČSN 73 0540-2. Skladby budou jednotlivě posouzeny na součinitel prostupu tepla a bilanci množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce. Pro výpočet a následné grafické zpracování parametrů bude použit softwarový programy Teplo 2010.

- **Statické posouzení dřevěných konstrukcí**

Statickému posouzení jsou podrobeny nejvíce namáhané prvky z jednotlivých skladeb konstrukcí. Střešní krokev, podlahový rošt, nosný trám. Prvky jsou posouzeny na I. a II. mezní stav. Veškerá navržená zatížení a posouzení jsou podle platných norem:

- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná

zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

V programu Dlubal R-FEM 5.05 budou posouzeny nejvíce namáhané prvky jednotlivých konstrukcí.

Postup řešení:

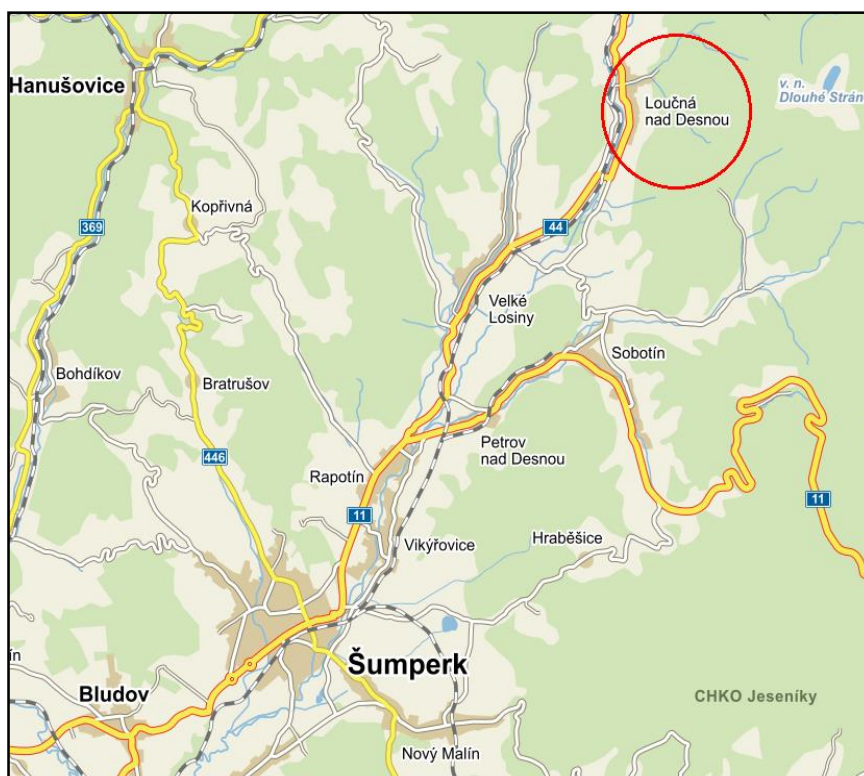
- Konzultace se zadavatelem
- Nastudování jmenovité problematiky
- Prohlídka terénu a budoucího staveniště
- Získání územních podkladů
- Konzultace s architektem
- Zjištění průměrných hodnot slunečního svitu a srážek
- Tvorba architektonického návrhu
- Konzultace arch. návrhu se zadavatelem
- Úprava dispozičních změn
- Předběžné statické posouzení namáhaných prvků
- Tvorba projektové dokumentace
- Konzultace vytvořené projektové dokumentace
- Oprava změn a nedostatků v dokumentaci
- Prezentace kompletního návrhu zadavateli

## 6 TECHNICKÝ POPIS K PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI

### 6.1 OBECNÉ ÚDAJE O STAVBĚ

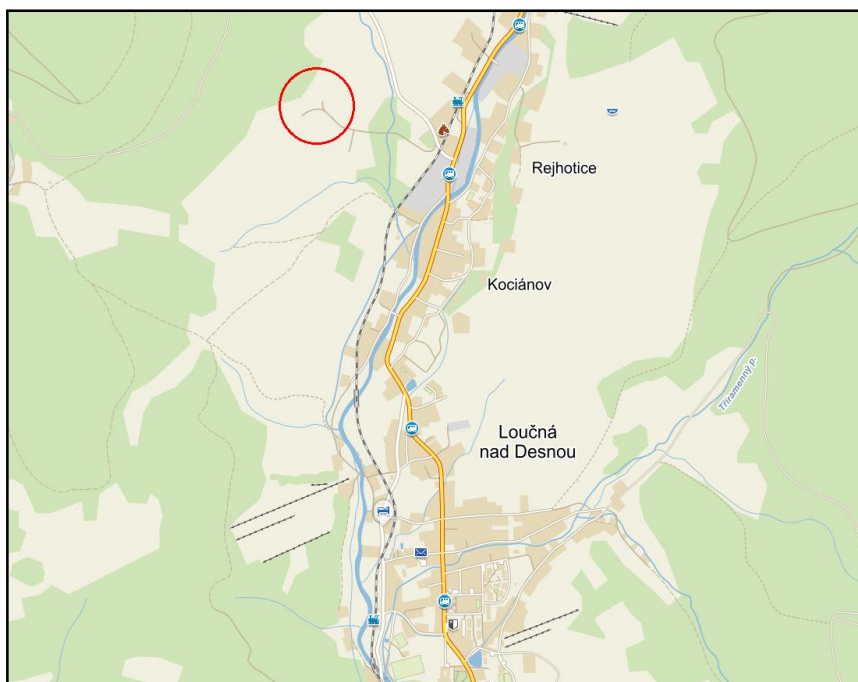
#### 6.1.1 MÍSTO REALIZACE

Místo realizace stavby se nachází v obci Loučná nad Desnou – Rejhotice v okrese Šumperk. Loučná nad Desnou se nachází přibližně 18 km severně od města Šumperk. Dopravní komunikace na místo stavby je ze Šumperka bezproblémová. Do obce vede silnice I. třídy 44, pomocí které se dostanete bezprostředně k pozemku. Stavební parcela se nachází nedaleko odbočky na Přemyslov, kde je nutné přejet železniční přejezd a poté odbočit pravoúhle doleva na parcelu 946/1. Dále na pozemek vede zpevněná hliněná cesta doplněná kamením. Vjezd na stavební pozemek vede přes masivní dřevěný mostek s nosností max. 15 tun. Na pozemku opět pokračuje zpevněná komunikace, která vede přibližně 30 m pod místo stavění.



Obr. 20 Mapa oblasti mezi Šumperkem a Loučnou nad Desnou (Seznam, 2016)





*Obr. 21 Mapa s vyznačeným místem stavby (Seznam)*

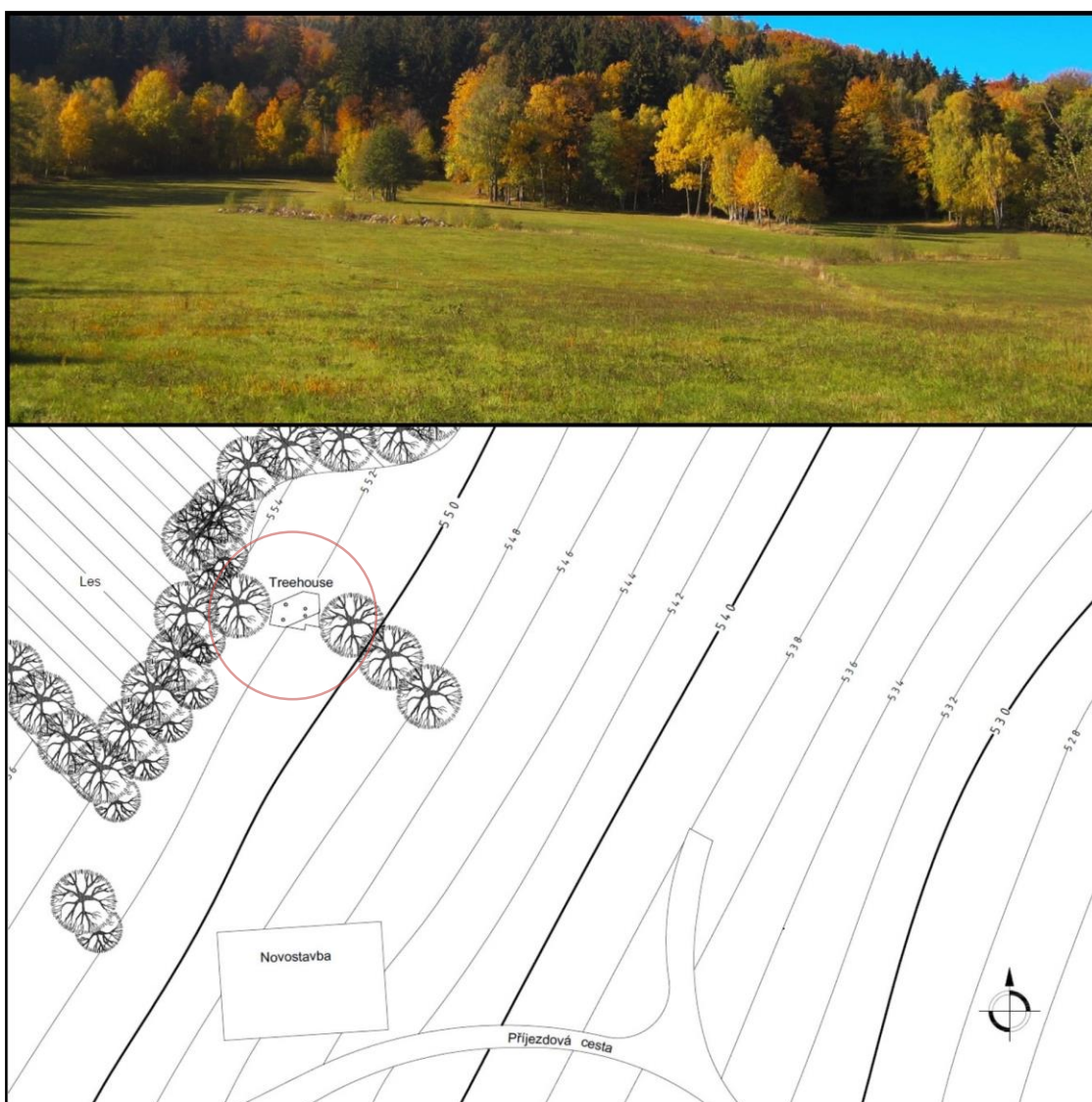
Objekt je navržen necelých 60 m od stávající novostavby. Jedná se o stavbu kombinovaného systému dřevěného roubení se zděnou částí. Jedná se moderní, dvoupatrovou novostavbu se sedlovou střechou. Stavba má směrem k Tree House částečně zastřešenou dřevěnou terasu. K stavbě ve stromech povede šterkový chodníček. K novostavbě obdélníkového půdorysu vedou kromě příjezdové cesty i inženýrské sítě. (Výkres C.01 – Koordinační situace)



*Obr. 22 Výhled z terasy (autor)*

Tree House se nachází na okraji smíšeného lesa na jihovýchodních svazích o sklonu přibližně 20 °, a proto není nutné řešit odvodnění svahu. (Obr. 23) Místo stavby bylo vybráno nad novostavbou především pro okouzlující výhled na hřeben Hrubého Jeseníku, hlavně na vrchol Kluč. Hlavní odpočinková zóna je tedy nastavena tímto směrem, a většina prosklených ploch směřuje na jihovýchod. (Obr. 22).

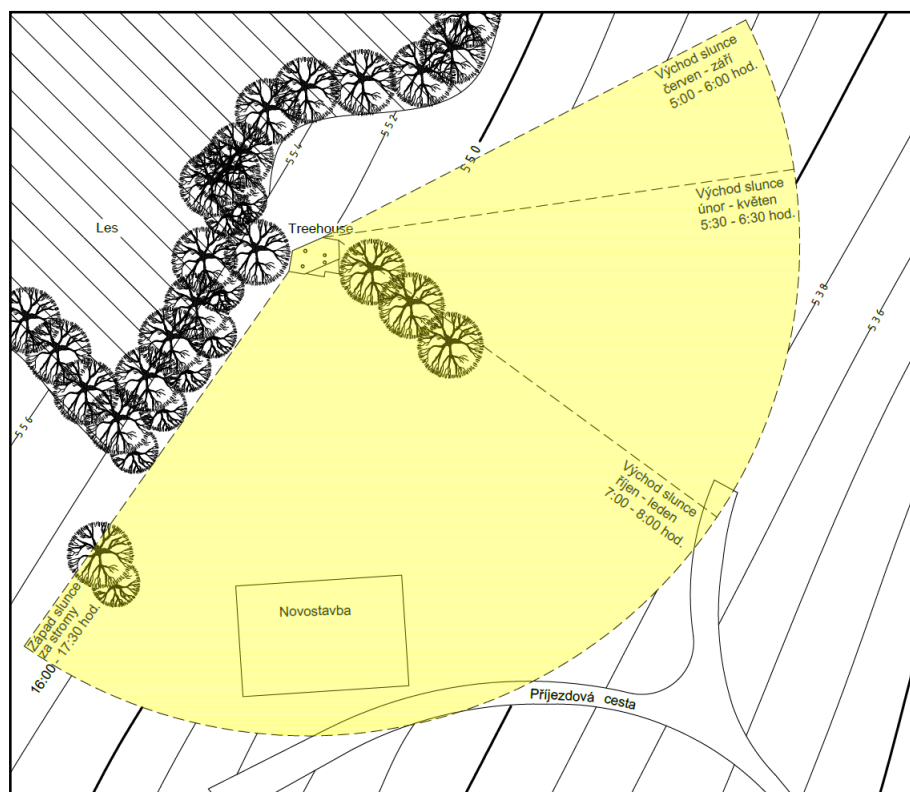
Nadmořská výška stavby je 569 m. n. m. Průměrný roční sluneční svit na stavbu je od 8:10 do 17:00. (Obr. 25)



Obr. 23 Situace pozemku s výhledem na stavbu z příjezdové cesty (autor)



Obr. 24 Situace výhledu (autor)



Obr. 25 Situace slunečního svitu (SunCalc, 2016)

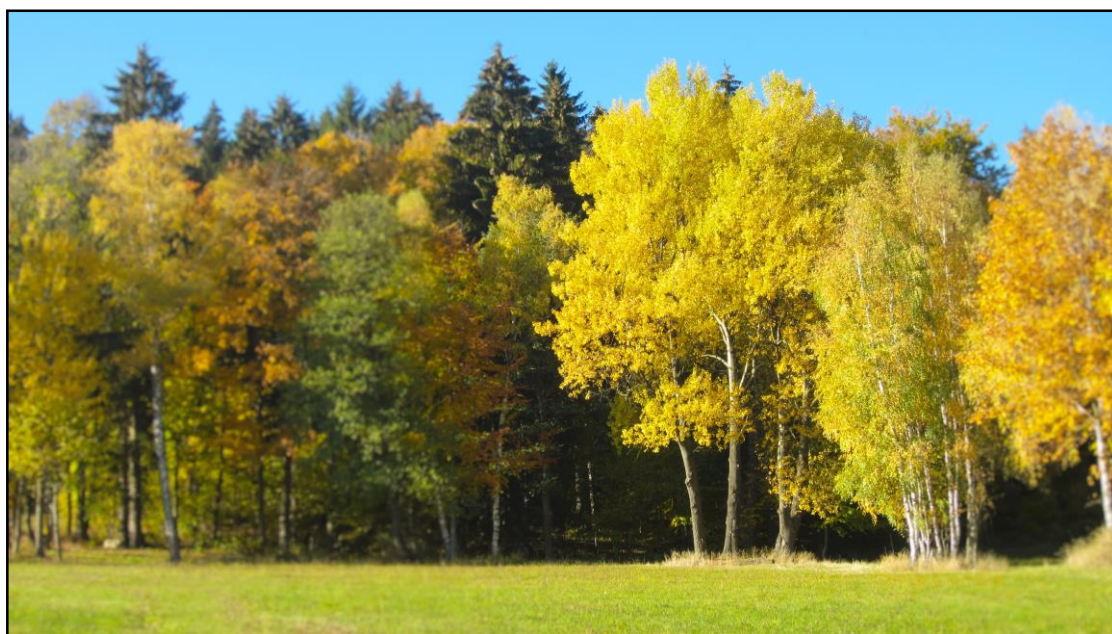


### 6.1.2 PŘÍPRAVA ÚZEMÍ

V rámci přípravy území bude provedeno odstranění nežádoucího porostu, keřů a stromků od příjezdové cesty k místu stavby včetně. Trasa mezi staveništem a cestou bude posekána a vysypaná kamenivem pro lepší dopravu materiálu co nejbližší ke staveništi.

Skrývka ornice bude provedena pouze v místě schodiště a sloupů v tl. 200 mm, ornice bude ponechána na deponii a zpět použita po realizaci stavby. Stávající stromy budou během stavby chráněny dřevěnými fošny podél jejich celého obvodu. Obložení bude sahat do výšky 1 m a bude svázané drátem.

Zázemí pro dělníky, sklad nářadí a menšího materiálu bude v garážovém prostoru novostavby. Elektrina bude na staveništi přivedena pomocí prodlužovacího kabelu, avšak dělníci budou mít vlastní akumulátorové nářadí. Baterie bude možné dobíjet ve stávajícím objektu. Voda bude ke staveništi přivedena zahradnickou hadicí s tryskovou hlavicí.



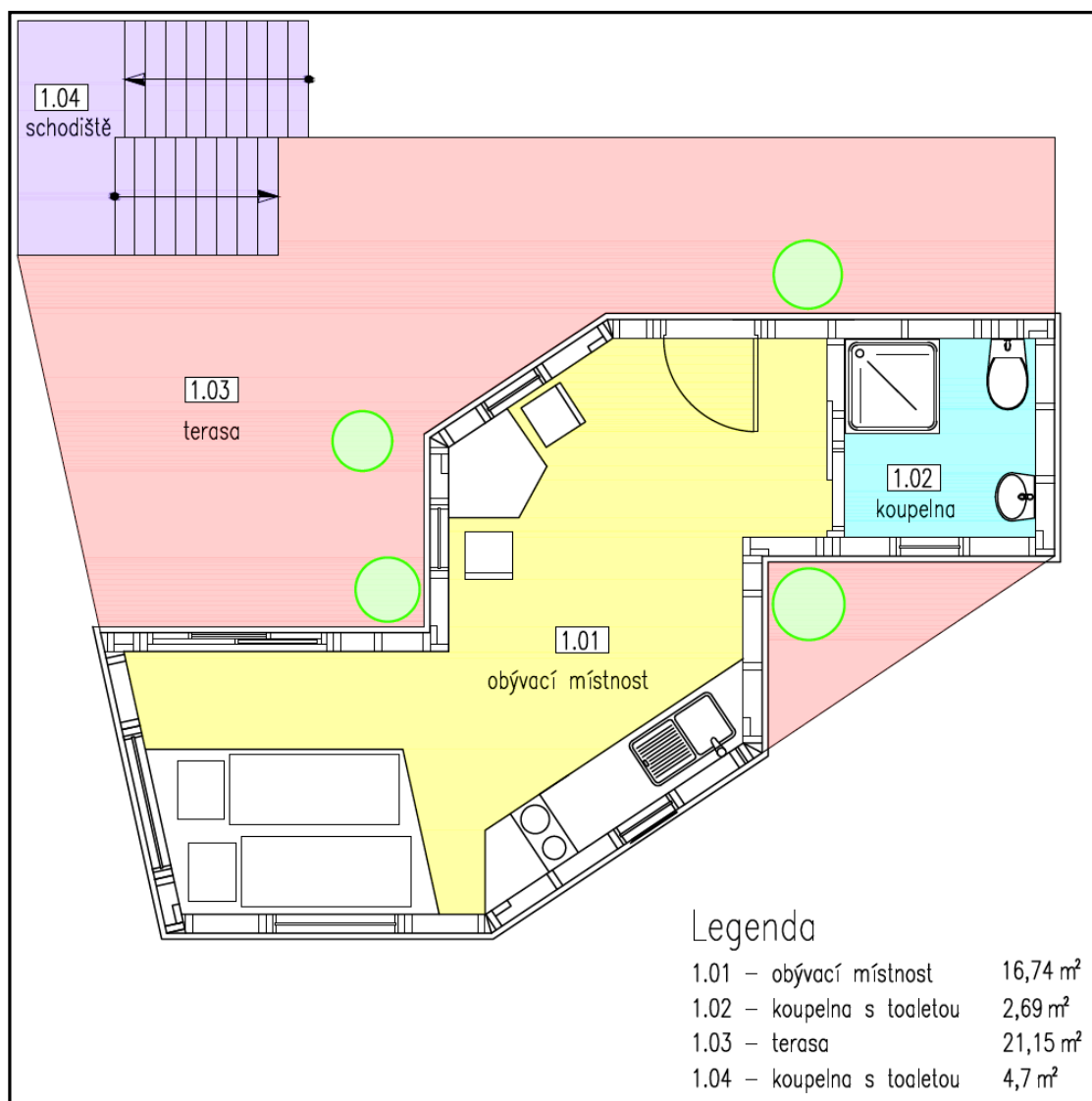
*Obr. 26 Pohled na stávající nosné stromy (autor)*

### 6.1.3 TREE HOUSE

Tree House je navržen jako jednopodlažní rekreační objekt se základy od 2 m nad zemí. Vstup na objekt je realizován pomocí dvouramenného schodiště s mezipodestou z jižní strany objektu. Celková výška je proměnlivá vzhledem ke sklonu terénu, avšak od nejspodnějšího bodu po nejvyšší je celková výška do 7 m nad zemí. Jedná se o stavbu ve

tvaru blesku (Obr. 26) s plochou střechou o sklonu  $5^\circ$  se spádem na severní část objektu, kam také bude stékat dešťová voda ze střechy.

Tree House slouží pouze k rekreačnímu využití pro návštěv majitele. Celková kapacita stavby jsou 4 osoby. Užité plocha je  $20,1 \text{ m}^2$ . Ve stavbě je navržena malá koupelna se splachovací toaletou, sprchovým koutem, umyvadlem a dále kuchyňská linka s dřezem a se zabudovanou varnou deskou. Vytápění objektu je řešeno elektrickým podlahovým vytápěním v celé podlahové ploše objektu doplněn topným žebříkem o výkonu do  $300 \text{ W}$ . Podlahové topení je ovládáno dotykovým regulátorem poblíž kuchyňské linky.



Obr. 27 Architektonická studie objektu (autor)



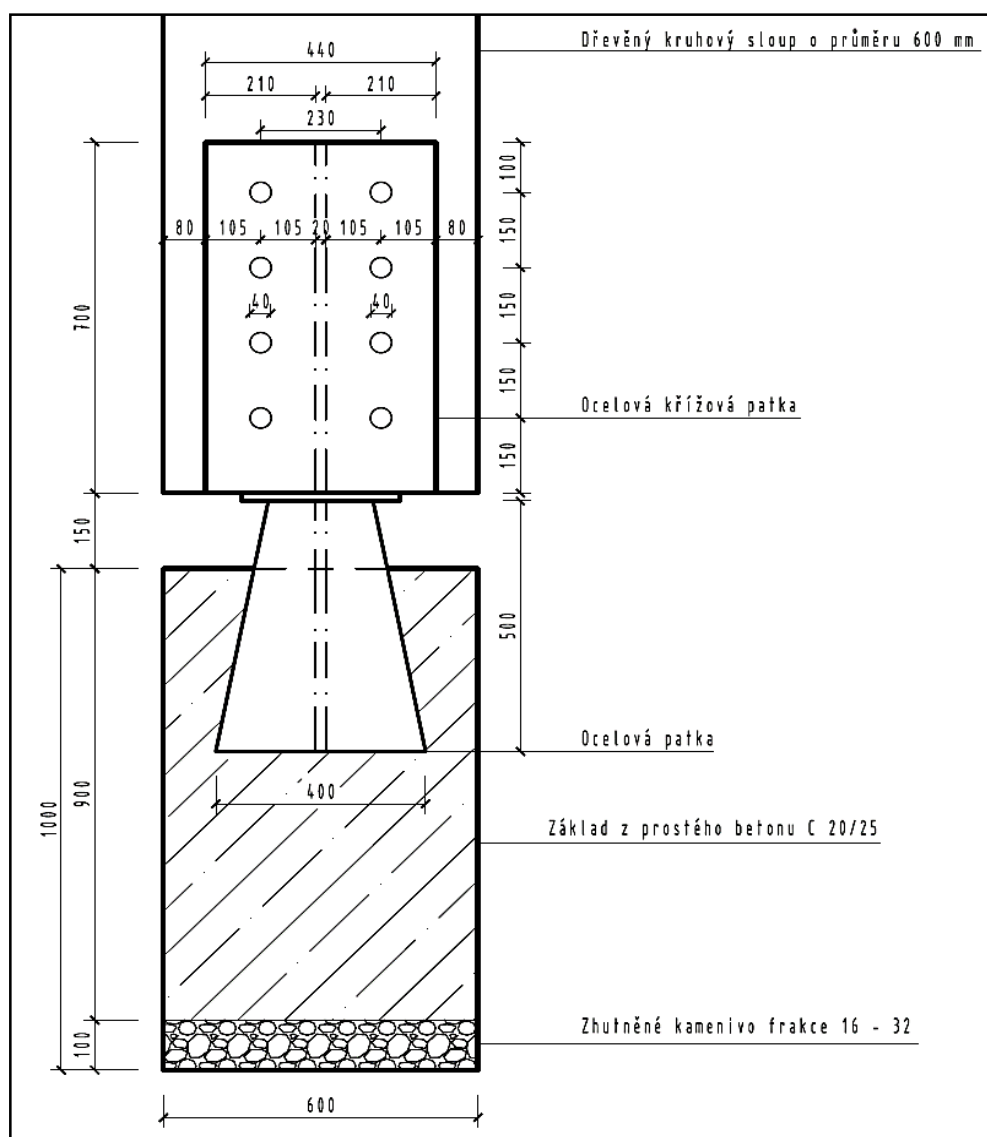


*Obr. 28 Vizualizace vlastního řešení Tree House (autor)*

## 6.2 TECHNICKÉ A KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU

### 6.2.1 ZÁKLADOVÉ SVISLÉ STROMY A KONSTRUKCE

Původní návrh Tree House je založení mezi čtyřmi nosnými stromy Topol osika – *Populus tremola*, jedním nosným kruhovým sloupem o průměru 600 mm s krychlovitou hlavou pro lepší přišroubování nosných trámů. Tento nosný systém je doplněn dvěma čtvercovými sloupy o rozměrech 200×200 mm v prostoru schodiště. Nosné stromy mají průměry 580, 610 a 510 mm. Jedná se o stromy Topol osika, které jsou velmi přizpůsobivé, ale bohužel jejich dřevo není moc pevné, proto je doporučeno před zahájením stavby vyzkoušet pevnostní testy na stejném druhu stromu a poradit se s odborníkem v oblasti posuzování zdravotního stavu stromů. (Technická univerzita vo Zvolene, 2016)



Obr. 29 Detail ocelové patky sloupu (Lekon-TSK s.r.o., 2016)



Před zahájením stavby je potřeba zkontrolovat zdravotní stav všech nosných stromů. V případě vhodného stavu je nutné ořezat větve a ošetřit místa po odřezání větví do výšky přibližně 7,5 m od země.



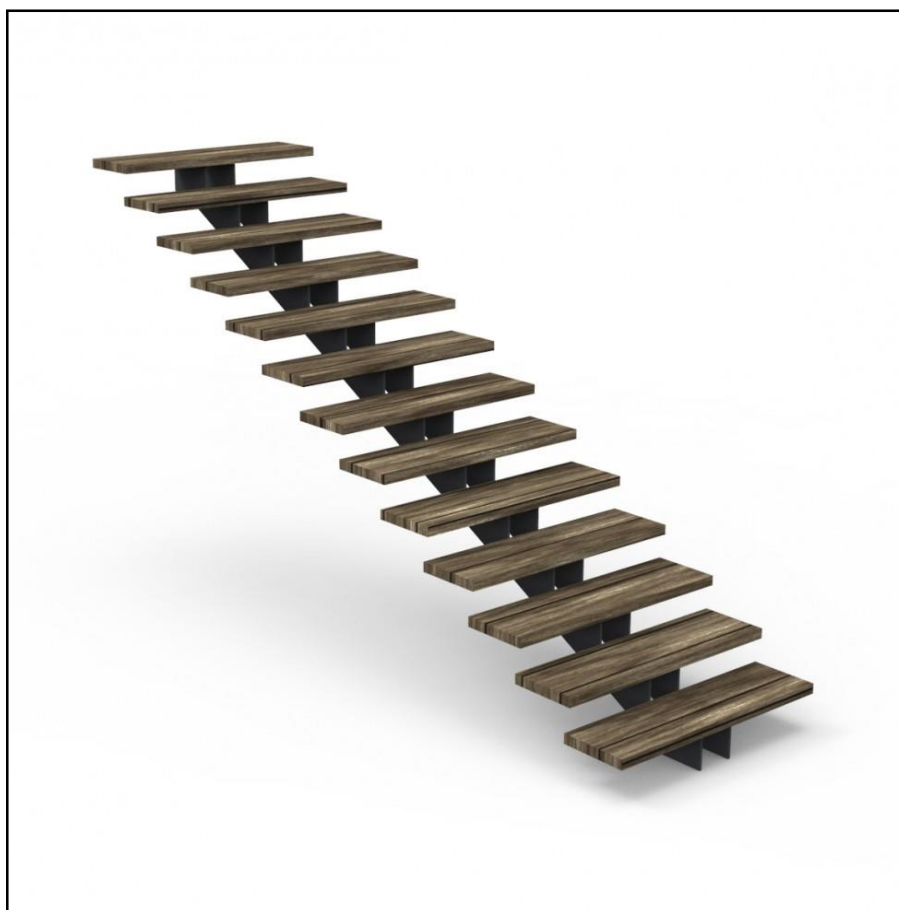
Obr. 30 Ukázka reálného ocelového prvku pro nosný sloup (Lekon-TSK s.r.o., 2016)

### 6.2.2 SCHODIŠTĚ

Schodiště je navrženo tak aby sloužilo, jako ztužující prvek celé stavby. Jedná se o dvouramenné schodiště s mezipodestou. Slouží jako jediný přístup do objektu. Vstup se nachází na jižní straně. Konstrukční výška schodiště 3420 mm. Schodnicové neboli páteřový typ schodiště svírá úhel  $46^\circ$  a jedná se o strmý typ schodiště s jednou ocelovou schodnicí, která probíhá pod oběma rameny a mezi podestou. Jednotlivé stupně jsou vyrobeny z dřevěných fošen o rozměrech  $50 \times 175 \times 900$  mm. Schodiště stojí na dvou samostatných základech. K Tree Housu je schodiště přišroubováno pomocí ocelové desky, která je přivařená ke schodišti.

Schodnice je tvořena I profilem o šířce a výšce 150 mm, na které jsou navařeny jednotlivé ocelové prvky ve tvaru „T“ na připevnění dřevěných stupňů. Uprostřed vodorovné části schodnice je přivařen nosný ocelový sloup schodiště. Ocelová část schodiště včetně sloupu bude vyrobeno na míru u zámečnické firmy v Šumperku. Pro výpočet schodiště bylo použito pomocného online výpočtu. (Zhitov, 2016)



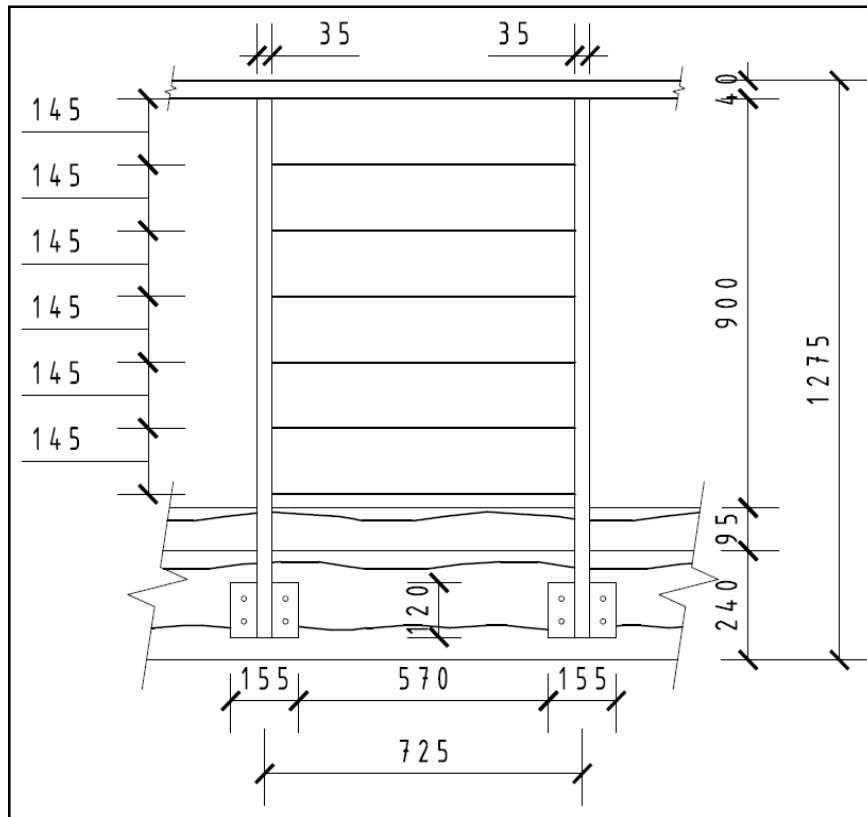


*Obr. 31 Vizualní představa konstrukce schodiště (Kovářství, 2016)*

### 6.2.3 ZÁBRADLÍ

Celá konstrukce zábradlí je složená z nosných sloupků čtvercového profilu sahající do výšky 860 mm nad úroveň terasy, ocelových lan a dřevěného madla. Nosné sloupky zábradlí jsou přišroubovány k podlahovému roštu z čela, veškeré stykové plochy zábradlí a dřevěného trámů chrání proti zatékání vody upravený přesah terasových prken. Sloupky jsou od sebe osově vzdálené 725 mm. (Obr. 32)

Mezi jednotlivými sloupky vede pomocné ocelové lano s osovou vzdáleností 145 mm, nejnižší lano je ve výšce 30 mm nad nášlapnou vrstvou. Lano vede sloupky v šesti výškových úrovních. Madlo zábradlí je z dřevěného profilu 40×80 mm se speciální povrchovou úpravou.



Obr. 32 Detail lanového zábradlí (autor)

#### 6.2.4 VÝPLNĚ OTVORŮ

Na objektu se nachází celkem šest oken, vchodové dveře a posuvné prosklené dveře na terasu. Okna a dveře jsou rozměrově přizpůsobeny sloupkovému systému, jedná se tedy o zakázkovou výrobu. Veškeré otvorové výplně se vyrobí v místní firmě Sulko s.r.o – Zábřeh na Moravě. Posuvné dveře na terasu budou rovněž od firmy Sulko, kde je potřeba se poradit s výrobcem o nejvhodnějším typu pro dané účely.

Okna budou dřevo – hliníkové EURO 78 s tepelnou izolací celého okna až  $U=0,9$   $W/m^2K$ . Parametry dřevo – hliníkových oken:

- Izolační trojsklo  $U=0,7$   $W/m^2K$
- Lepený eurohranol o šířce 78 mm
- Dřeviny: smrk, borovice, modřín, meranti, dub
- široká škála lazur a laků, včetně bezbarvého provedení (Sulko, 2016)



*Obr. 33 Dřevěné okno SULKO EURO 78 (Sulko, 2016)*

Vchodové dveře budou typu Variotek 92 s vysokou tvarovou stálostí a moderním designem, konstrukce je tvořena kompaktní sendvičovou deskou o tloušťce 92mm s tepelnou izolací až  $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

- Sendvičová konstrukce křídla
- volitelné výplně – izolační a dekorační skla
- panty BAKA Protect 3D FD 4010, tří až pětibodový bezpečnostní zámek
- dvoufalcový práh Weser
- zvuková izolace 36 dB až 40 dB
- dřeviny smrk, dub
- výběr ze 12 barevných odstínů lazur, krycích barev (Sulko, 2016)



*Obr. 34 Vchodové dveře Variotrk 92 (Sulko)*

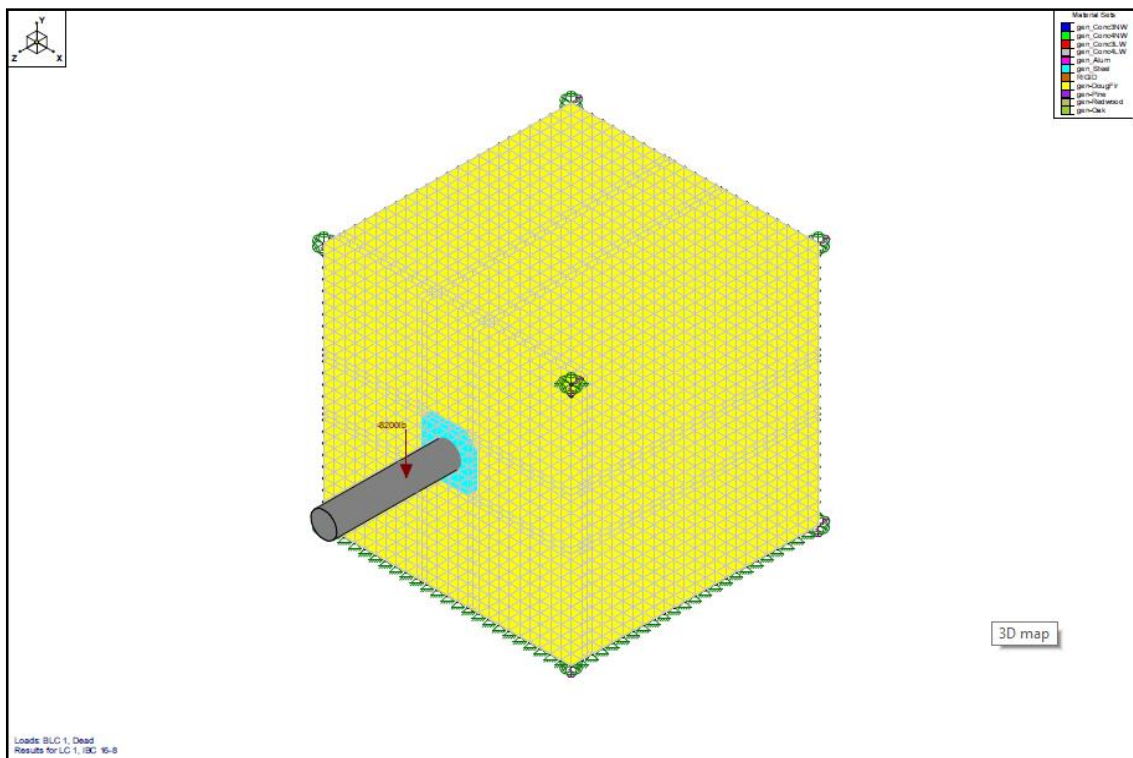
### 6.2.5 NOSNÁ KONSTRUKCE PODLAHY

Vodorovné základové trámy jsou tvořeny čtveřicí rovnoběžných BSH lepených lamelových trámů o rozměrech 160×500 mm a délce do 9 000 mm. Základová výška je na jednotlivých stromech různá, proto se založí první nosný trám a na stromech A a C. Na stromě A je výška založení přibližně 2020 mm a na stromě C je výška založení přibližně 2460 mm od země. Zbylé trámy budou založeny podle této vodorovné roviny s maximální odchylkou 2 mm na 1m ve všech směrech.

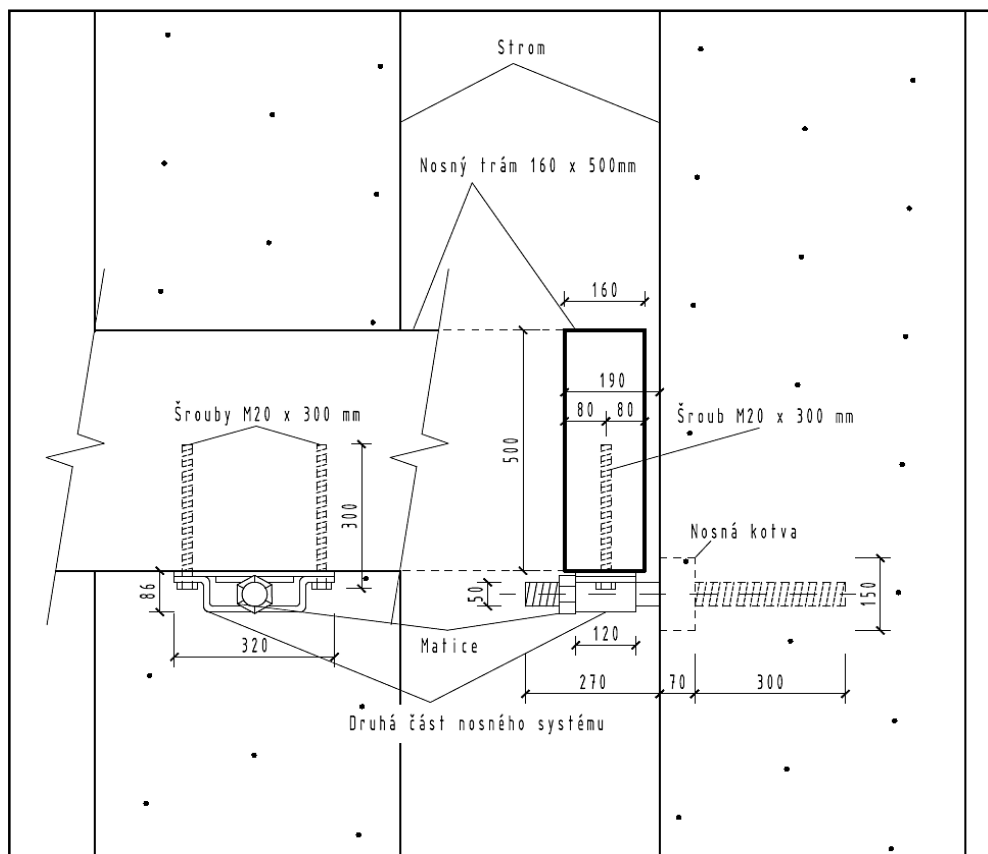
Trámy budou založeny na šroubovacích kotvách (Obr. 37), které budou provrtány skrze stromy A, B, C. Strom D je nenosný, jeho funkci přebírá dřevěný sloup s kvádrovou hlavou o rozměrech 600×600 mm a s výškou 500 mm, kde budou trámy přišroubovány. (Výkres D. 19 – detail 3) Veškeré kovové zakládající prvky budou opatřeny antikoročním nástřikem a šroubovací kotvy budou mít speciální povrchovou úpravu, která nebude vyvolávat jakoukoliv chemickou reakci ve stromech.



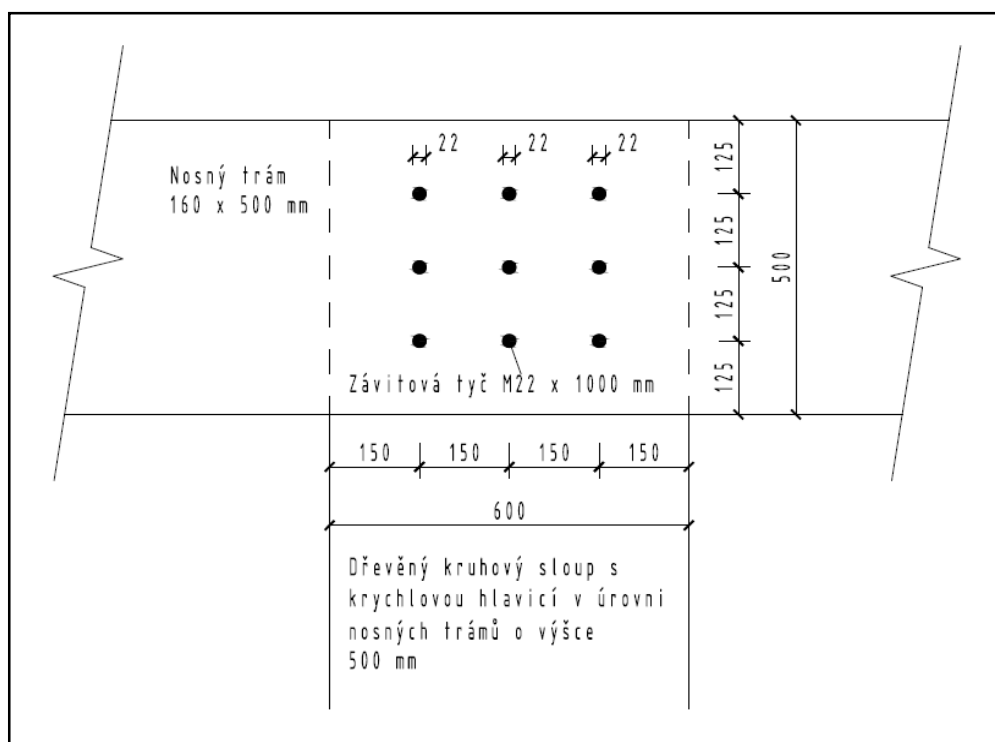
Obr. 35 Ukázka povrchové úpravy šroubovací kotvy (Treehouses, 2016)



Obr. 36 Maximální únosnost šroubovací kotvy je 8200lb = 3720 kg (Treehouses, 2016)



Obr. 37 Nosná kotva základového trámu (Treehouses, 2016)



Obr. 38 Šroubový spoj (autor)



### 6.2.7 SVISLÁ NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce je tvořena sloupkovým systémem o profilu 160 x 60 mm se spodní a horní pásnicí o profilu 80 x 160 mm. Tuhost stěn dodává opláštění OSB deskami a Fermacell deskami. Sloupková konstrukce je vyplněna tepelnou izolací Steico Flex o tloušťce 160 mm. V rohových spojích kde je vnitřní šířka menší je použita stejná tepelná izolace Steico Flex o tloušťce 100 mm.

Rozteč sloupků je primárně 625 mm. Veškeré rohové spoje jsou zobrazeny v následujících detailech. (Obr. 41 – 46)

Jednotlivé stěny budou vyrobeny mimo hlavní staveniště. Stěny budou vyrobeny na míru dle platné výkresové dokumentace. Stěny budou opláštěné pouze z exteriérové strany s vyřezanými otvory pro okna a dveře. Po dokončení podlahového roštu budou jednotlivé dílce přeneseny na místo určení a budou společně smontovány a přichyceny k podlaze.

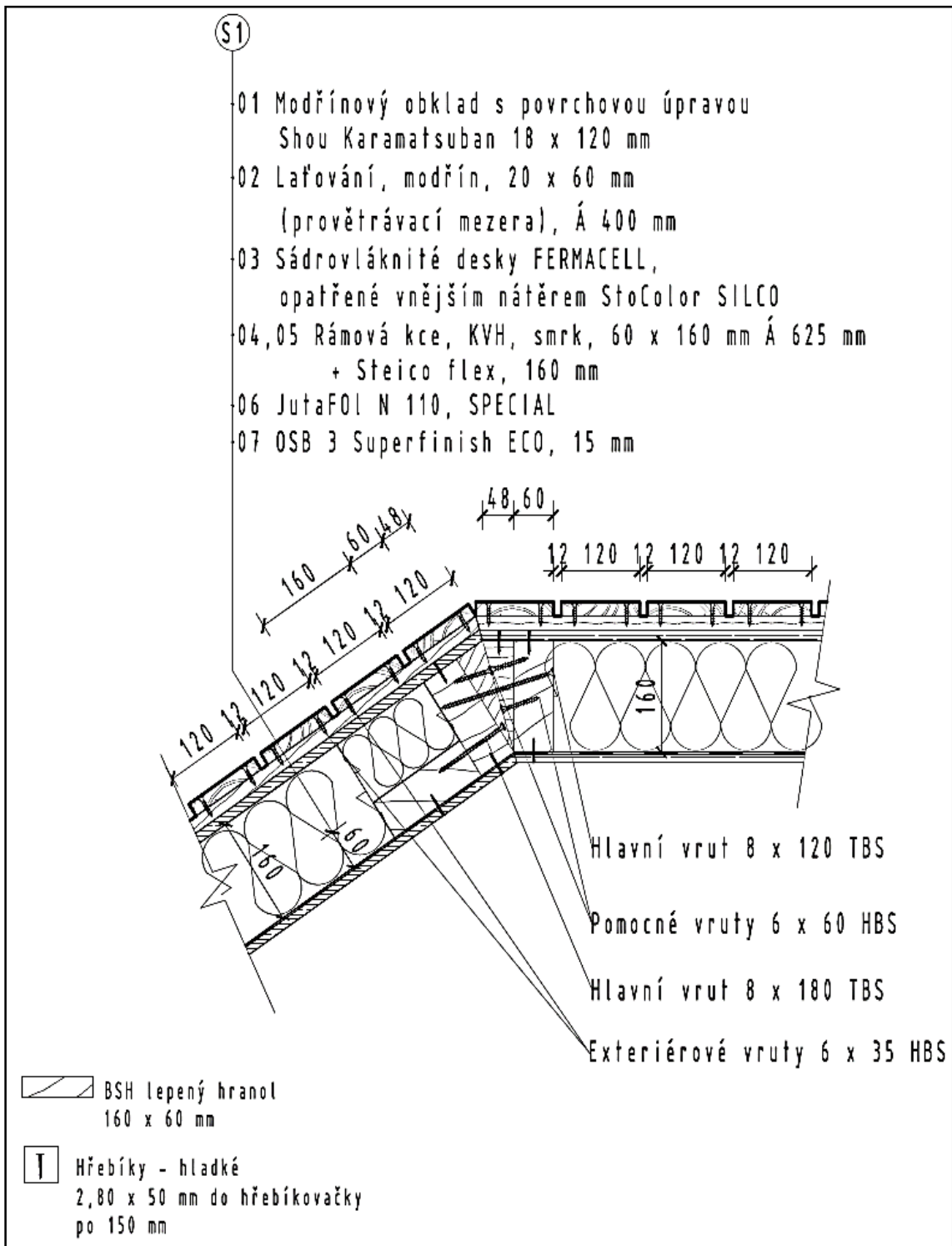
Následně se stěnami natáhne odpadní a vodovodní potrubí, které povede skrze jednotlivé sloupky, jak je vidět na obrázku č. 40. Vyplnění stěn izolací a překrytí OSB deskami bude probíhat až po smontování střešní konstrukce.



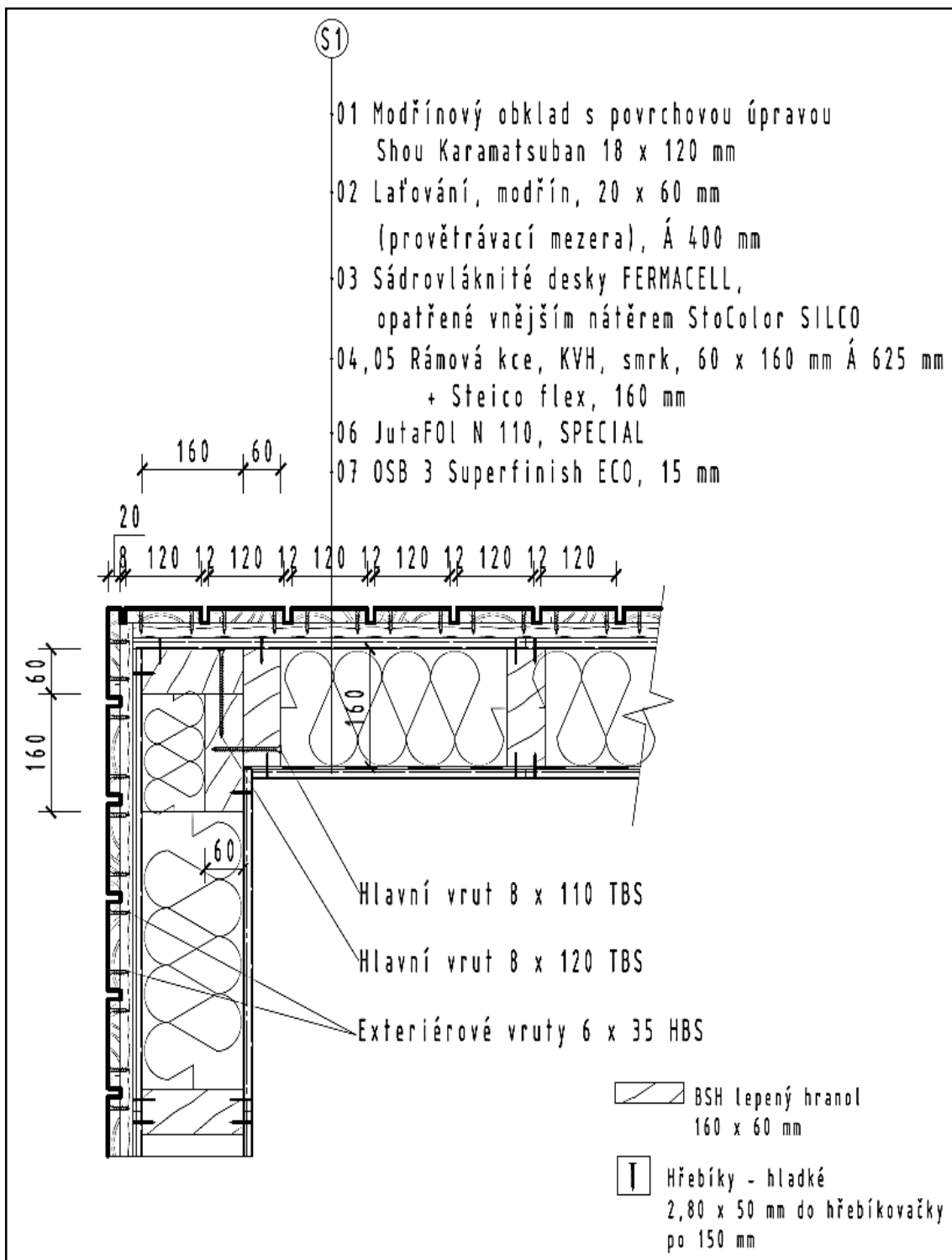
*Obr. 40 Ukázka vedení instalačních sítí (Dřevostavby My Home, 2016)*



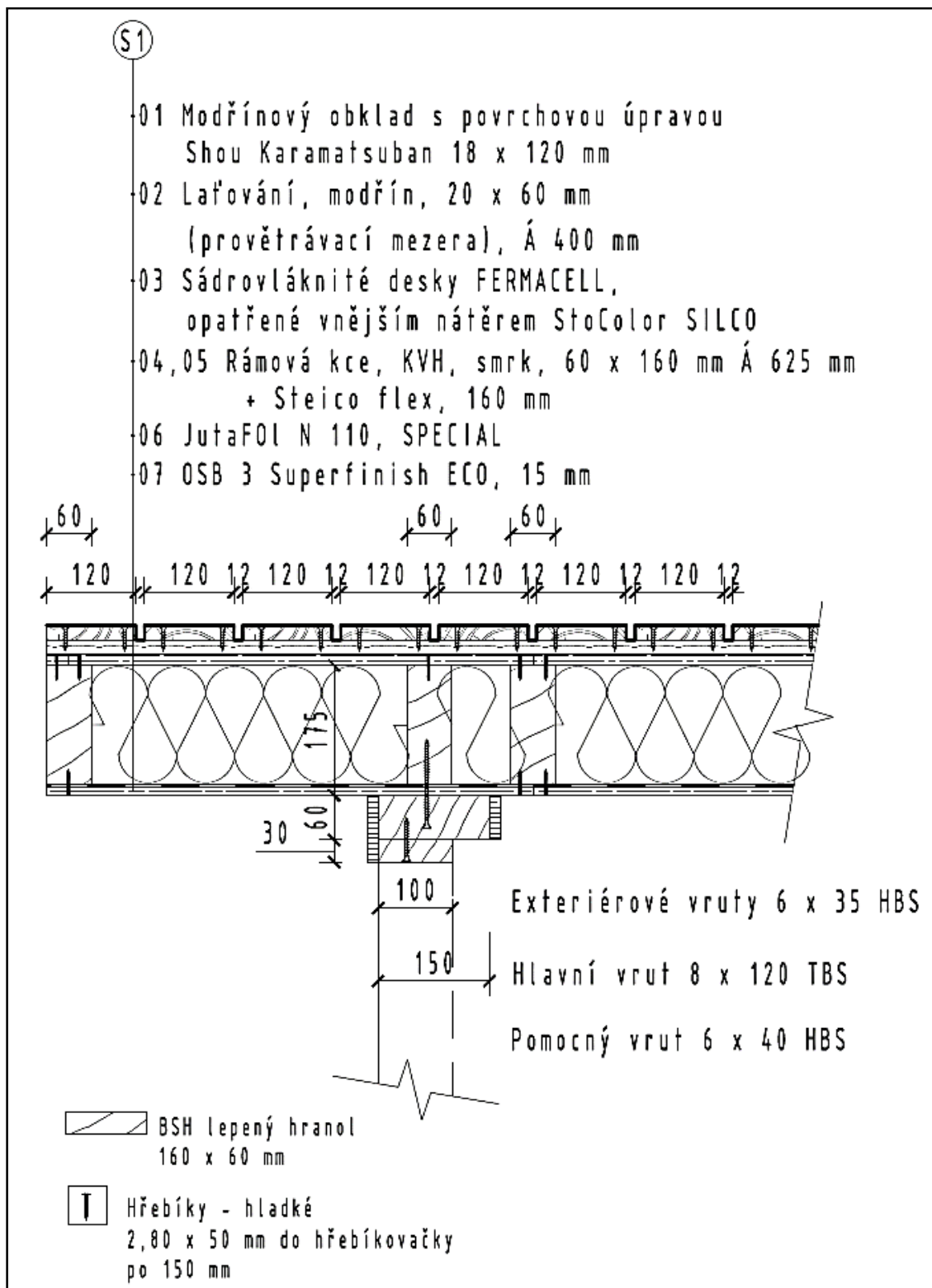




Obr. 42 Detail vnější stěny 06 (autor)

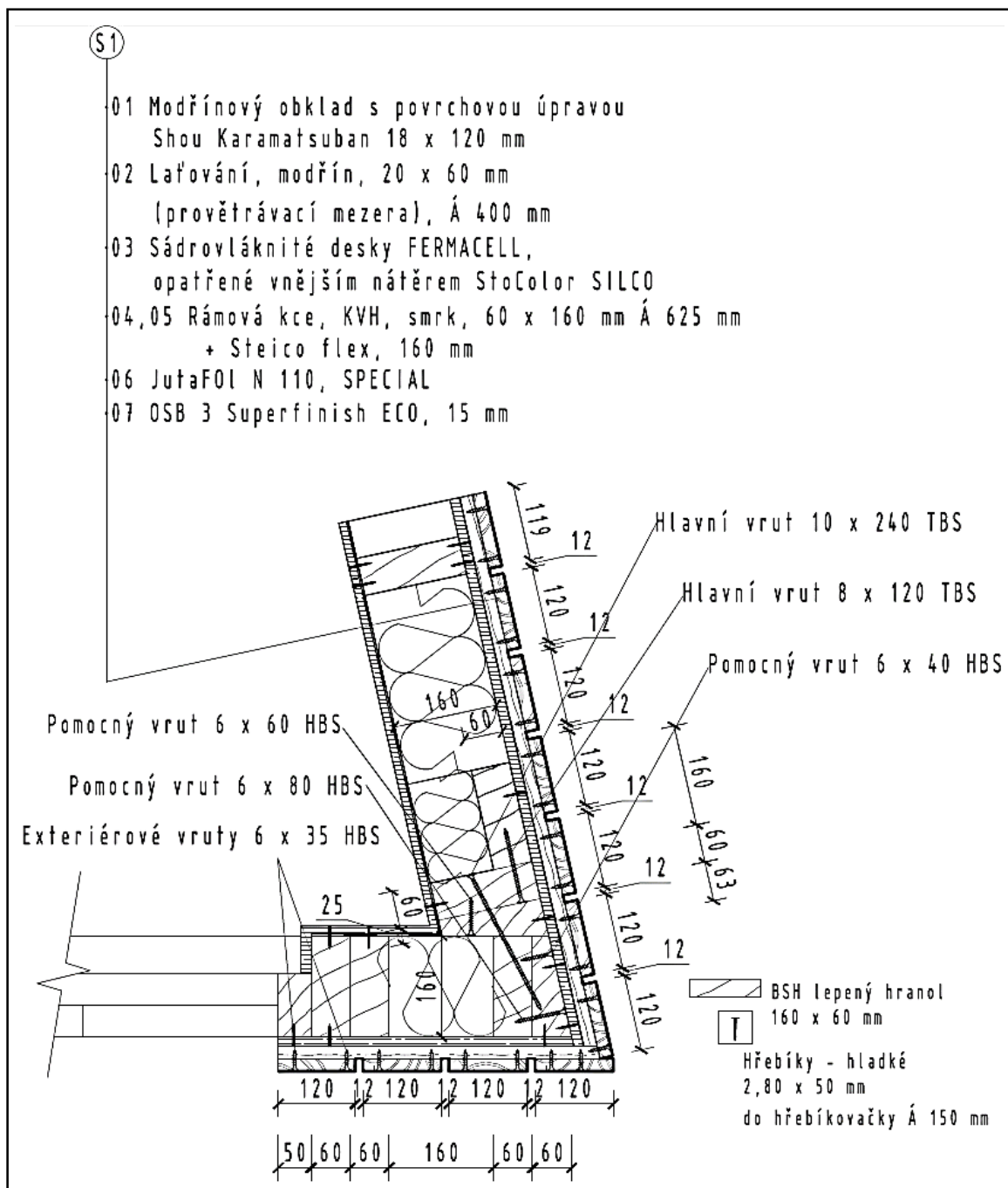


Obr. 43 Detail vnější stěny 07 (autor)



Obr. 44 Detail vnější stěny 08 (autor)





Obr. 45 Detail vnější stěny 09 (autor)

## 6.2.8 OPLÁŠTĚNÍ

Vnější fasáda Tree House je navržena ze svislých modřínových prken o rozměrech 18×120 mm. Prkna budou přimontovány na vodorovné laťování. Laťování o rozměrech 20×60 mm je ukotveno na svislou konstrukci v rastu 400 mm. Laťování je upraveno většími či menšími otvory, nebo není připevněno v těsné návaznosti, tak aby vznikly

mezery pro správnou cirkulaci vzduchu v provětrávací mezeře. Modřínová prkna jsou upraveny povrchovou metodou Shou Karamatsuban. Jedná se o způsob finální úpravy dle japonských zvyklostí.

Prkna jsou zprvu opálené buďto otevřeným ohněm nebo led lampou. Opálí se čelní strana včetně bočních užších stran. Opálení se dělá, tak dlouho dokud se na prkně nevytvoří silná zuhelnatělá vrstva dřeva, která přirozeně chrání dřevo před hnilobou a mikroby. Po vytvoření 3 – 4 mm tlusté zuhelnatělé vrstvy se dřevo seškrábe od přebytečného popela a následně se opláchne obyčejnou vodou. Tento postup se dodržuje především, aby dřevo nebarvilo. Následně se prkna mohou natřít přírodními oleji, ke zlepšení ochranných vlastností před vnějšími vlivy. (Gabriel, 2011)

Uvádí se, že tento typ fasády by měl vydržet 40 – 80 let bez ošetření. Jako čistě organický materiál lze prkna na konci životnosti opět znovu začlenit do životního koloběhu. (Profispeciál, 2012)



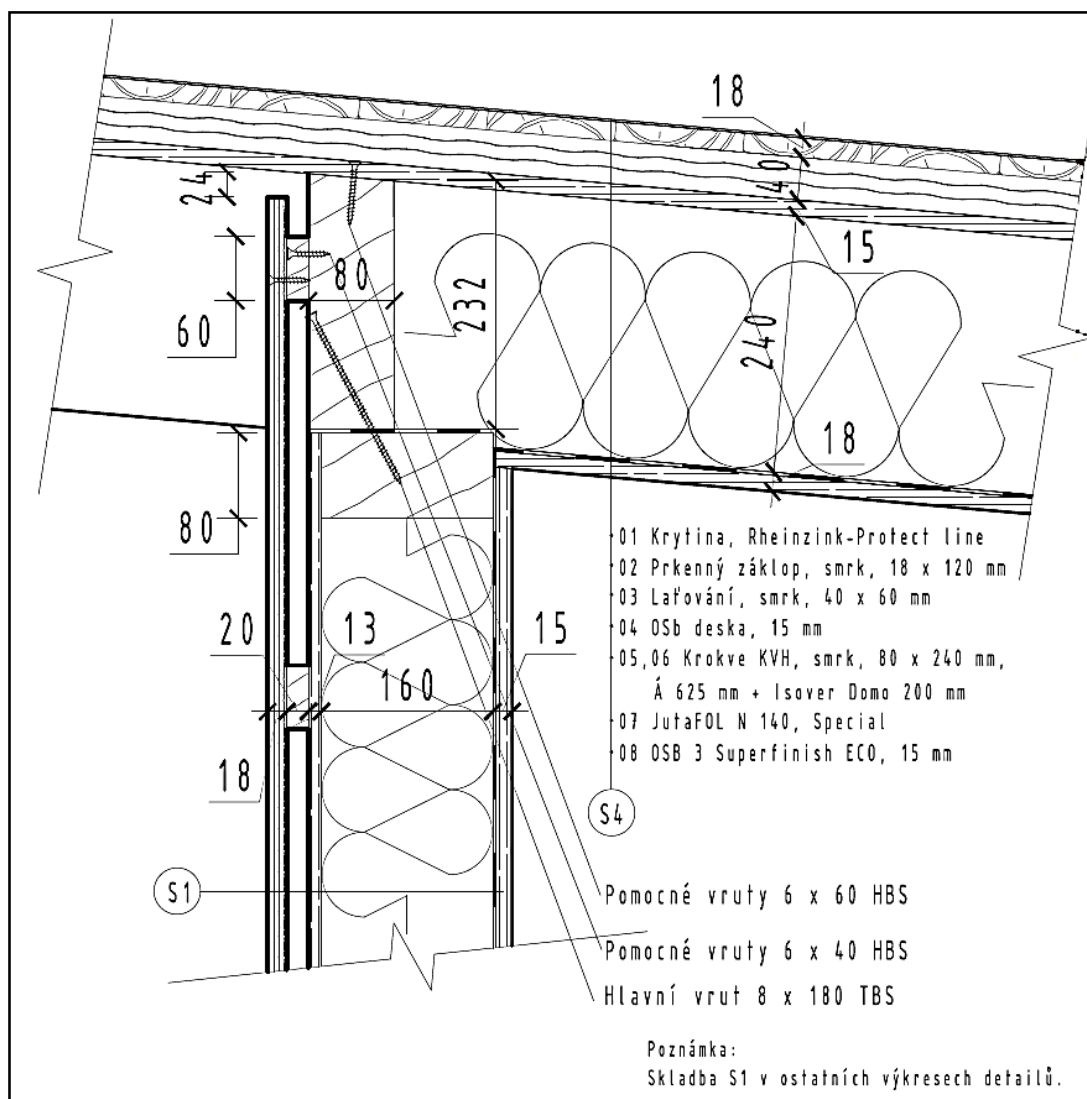
*Obr. 46 Pohled na opálená fasádní prkna (Profispeciál, 2012)*

## 6.2.9 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

Tak jako podlahový rošt má i střešní konstrukce dvě skladby. Nad vytápěným prostorem je skladba střechy zateplená (skladba S4) a nad terasou je pouze nosná konstrukce se střešní krytinou. Plochá střecha o sklonu 5 ° je tvořená krokviemi o profilu 240×80 mm s maximální délkou do 6 m a roztečí 625 mm. Kolmo mezi krokviemi jsou

namontovány ztužující pásy po 1400 mm. Ve výkresech střešní roviny jsou naznačené nutné výměny okolo stromů. Výměny jsou od stromů vzdálené 60 mm. Tuto odstupovou vzdálenost je nutné dodržet ve všech vrstvách nezateplené skladby. Po montáži střešní krytiny bude okolo stromů vložen speciální elastický límec, který bude splňovat, jak dilatační tak vodotěsné funkce střešní krytiny.

Krokve jsou pevně spojeny se svislou nosnou konstrukcí pomocí L úhelníků s prolisem nebo pomocí šikmého přišroubování. Na vnější hraně objektu jsou mezi krokve vloženy pásy ze stejného profilu pro zamezení úniku tepla a vymezení prostoru pro zateplení. Celá střešní konstrukce je v roštové úrovni opatřena nerezovou mřížkou pro zabránění vniku, jakéhokoliv zvířectva nebo většího hmyzu. Tato mezera slouží pro odvětrání střešního prostoru. (Viz výkres D. 26 – Detail 10.)



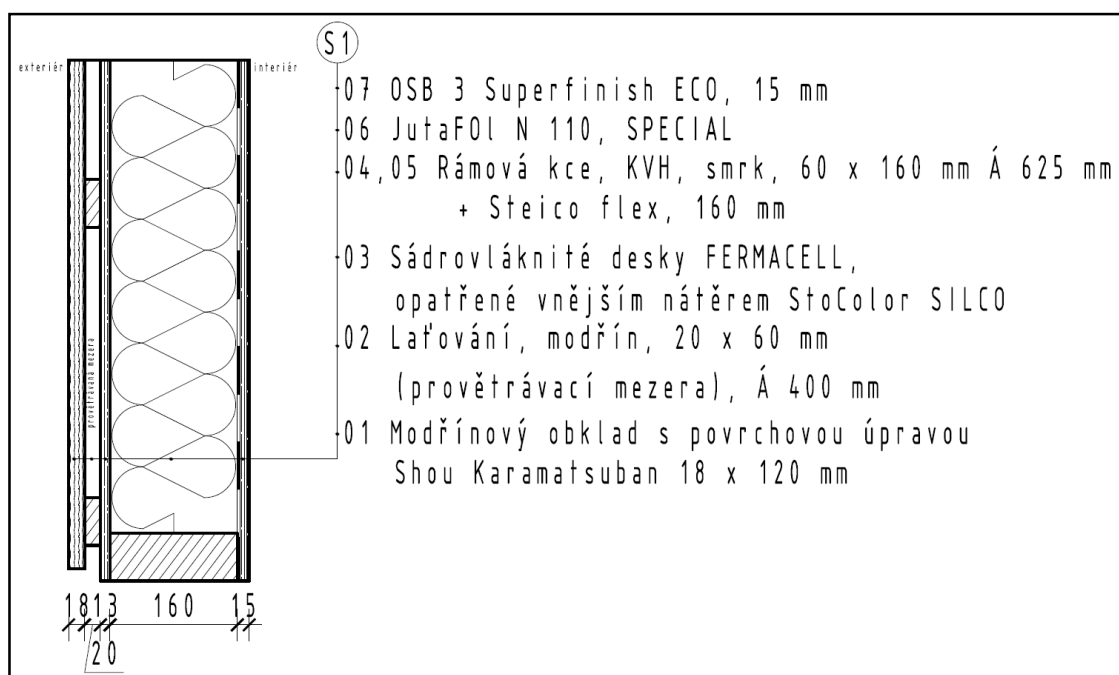
Obr. 47 Detail spojení střešní konstrukce 10 (autor)

## 6.2.10 SKLADBY

Veškeré skladby nosných i nenosných konstrukcí jsou navrženy v principu, snahy o maximalizaci využití přírodních materiálů s ohledem na splnění požadavků na bezpečnost a vlastnosti staveb dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby a požadavků tepelné ochrany ČSN 73 0540–2. Přírodní materiály ve stavbě se nachází ve formě tepelných a zvukových izolací, nosných konstrukcí, popřípadě jako ochranné vrstvy těchto konstrukcí.

Pro tepelné a zvukové izolace jsou použity materiály dřevovláknité izolace a pěnového skla. Pro nosné konstrukce objektu je použito výhradně rostlé řezivo ze zimní těžby a na nosné trámy je použité lepené lamelové dřevo. Na interiér a ztužení konstrukcí jsou použity pohledové OSB desky Superfinish ECO. Veškeré dřevěné prvky v jednotlivých skladbách jsou z řeziva C24. (Více ve výkresu D. 16 – Skladby.)

### ➤ Obvodová stěna skeletové konstrukce S1



Obr. 48 Skladba svislé obvodové stěny S1 (autor)



Tab. 1 Skladba a výpočet zatížení skladby SI (autor)

číslo	vrstva	tloušťka [m]	plocha materiálu na 1m <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]	objem na 1m <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]	obj. hmotnost [kg / m <sup>3</sup> ]	hmotnost na 1m <sup>2</sup> [kg / m <sup>2</sup> ]	G <sub>k</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	G <sub>d</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]
01	Obklad dřevěný, modřín, 18 x 120 mm	0,018	1,000	0,018	570	10,260	0,103	1,35	0,139
02	Laťování, modřín, 20 x 60 mm	0,060	0,120	0,007	440	3,168	0,032	1,35	0,043
03	Sádrovláknitá deska Fermacell	0,013	1,000	0,013	1 200	15,000	0,150	1,35	0,203
04	Rámová kce, KVH, 60 x 160 mm	0,160	0,120	0,019	440	8,448	0,084	1,35	0,114
05	Steico flex, 160 mm	0,160	0,840	0,134	60	8,064	0,081	1,35	0,109
06	JutaFOL N 110, SPECIAL	0,001	1,000	0,001	400	0,400	0,004	1,35	0,005
07	OSB 3 Superfinish ECO, 15 mm	0,015	1,000	0,015	600	9,000	0,090	1,35	0,122
<b>Σ Celkem:</b>						<b>54,340</b>	<b>0,543</b>	<b>1,350</b>	<b>0,734</b>

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

### Skladba konstrukce (od interiéru):

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	OSB 3 Super.	0.0150	0.1300	1700.0	600.0	50.0	0.0000
2	JutaFOL N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	2101.0	0.0000
3	Steico Flex	0.1600	0.0510	2139.4	83.6	1.0	0.0000
4	Fermacell	0.0130	0.3200	1000.0	1250.0	13.0	0.0000

### Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R <sub>si</sub> :	0.13 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R <sub>si</sub> :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R <sub>se</sub> :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R <sub>se</sub> :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-17.0 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	20.6 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	55.0 %

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R:	<b>3.29 m<sup>2</sup>K/W</b>
Součinitel prostupu tepla konstrukce U:	<b>0.289 W/m<sup>2</sup>K</b>
Difuzní odpor konstrukce Z <sub>pT</sub> :	8.2E+0009 m/s
Teplotní útlum konstrukce N <sub>y*</sub> :	36.4
Fázový posun teplotního kmitu Psi*:	5.5 h

### Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[°C]:	18.0	16.8	16.8	-16.2	-16.6
p [Pa]:	1334	741	376	250	116
p,sat [Pa]:	2060	1908	1907	148	142

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

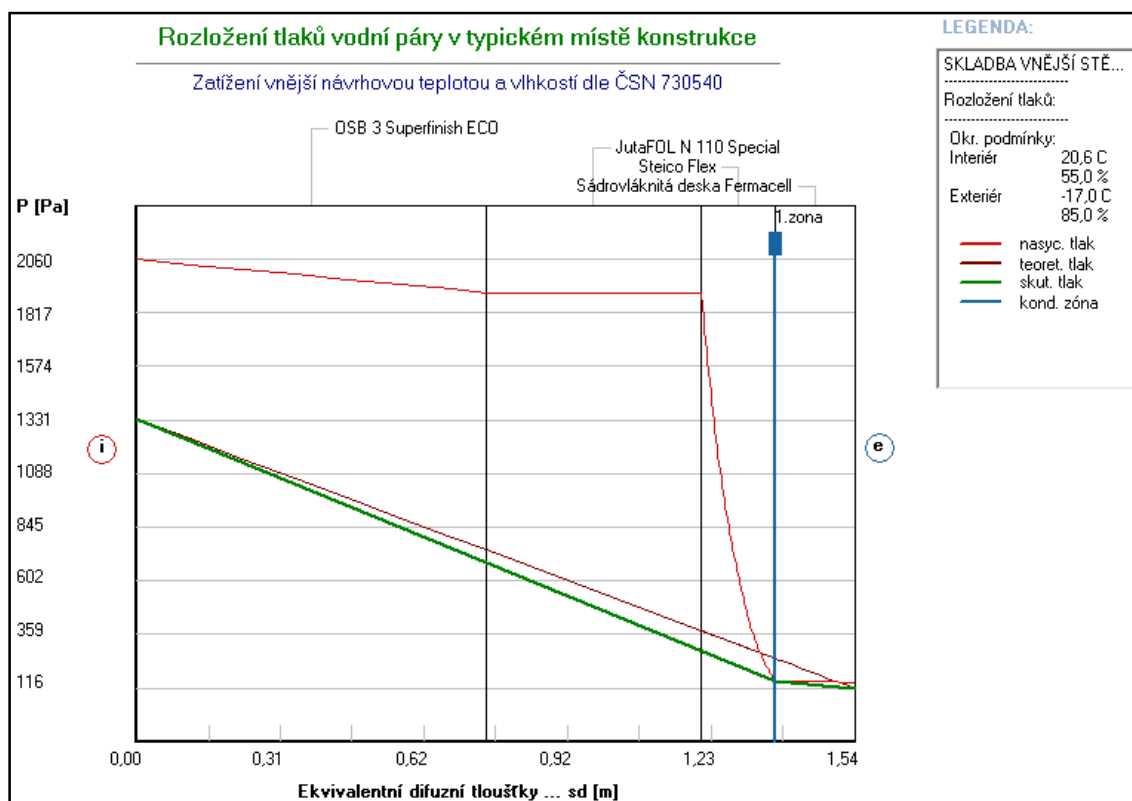
Kond. zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.1752	0.1752	1.352E-0007

Celoroční bilance vlhkosti:

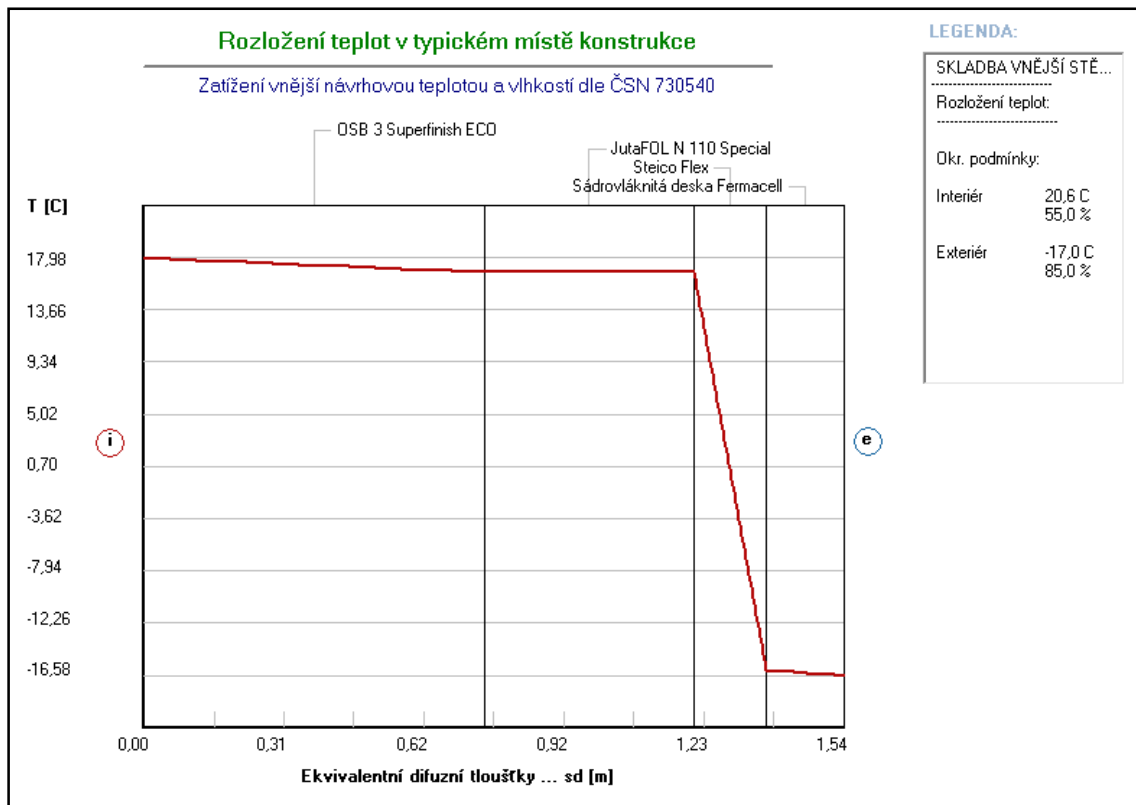
Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ :	0.261 kg/m <sup>2</sup> ,rok
Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$ :	9.700 kg/m <sup>2</sup> ,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než	0.0 °C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci. Součinitel prostupu tepla  $U = 0,289 \text{ W/m}^2\text{K}$  je hraniční hodnotou k požadované hodnotě  $U_{N,20} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  pro vnější stěnu. Daná skladba konstrukce byla zvolená především pro zachování maximálního prostoru v objektu. Pro lepší výsledek součinitele prostupu tepla, by bylo zapotřebí zvětšit šířku stěn za účelem přidání tepelné izolace do skladby konstrukce.

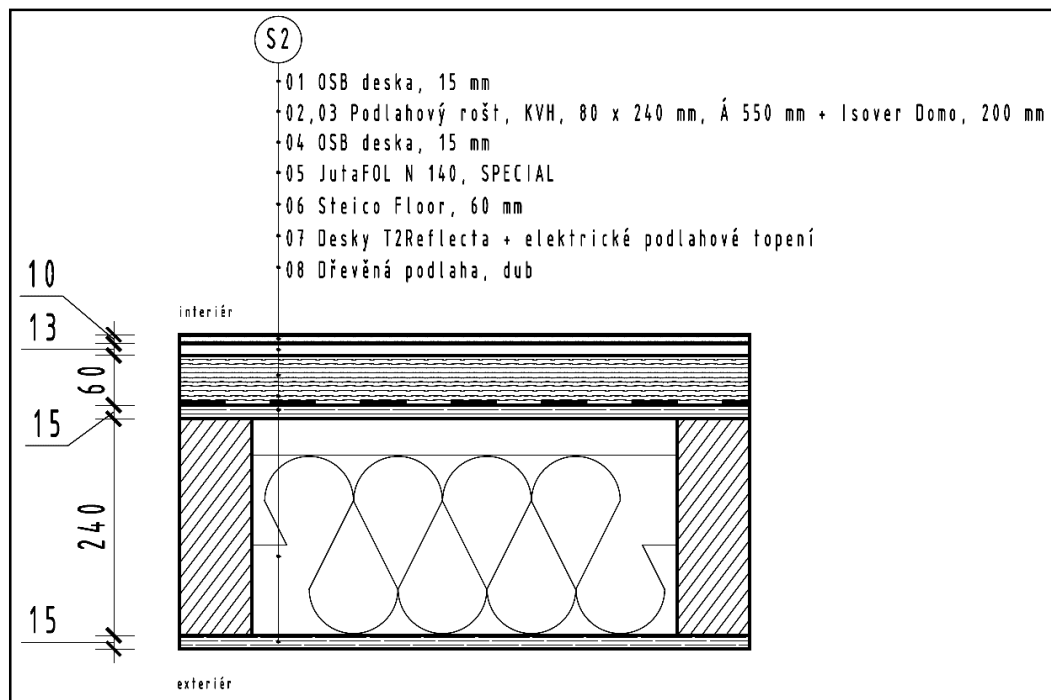


Obr. 49 Rozložení tlaků vodní páry v obvodové stěně S1 (autor)



Obr. 50 Rozložení teplot v obvodové stěně S1 (autor)

## ➤ Skladba zateplené podlahové konstrukce S2



Obr. 51 Skladba podlahové zateplené konstrukce S2 (autor)

Tab. 2 Skladba a výpočet zatížení skladby S2 (autor)

číslo	vrstva	tloušťka [m]	plocha materiálu na 1m <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]	objem na 1m <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]	obj. hmotnost [kg / m <sup>3</sup> ]	hmotnost na 1m <sup>2</sup> [kg / m <sup>2</sup> ]	G <sub>k</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	G <sub>d</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]
01	OSB deska, 15 mm	0,015	0,850	0,013	600	7,650	0,077	1,35	0,103
02	Podlahový rošt, KVH, 80 x 240 mm	0,240	0,160	0,038	440	16,896	0,169	1,35	0,228
03	Isover Domo, 200 mm	0,200	0,840	0,168	12	2,016	0,020	1,35	0,027
04	OSB deska, 15 mm	0,015	1,000	0,015	600	9,000	0,090	1,35	0,122
05	JutaFOL N 140, SPECIAL	0,001	1,000	0,001	600	0,600	0,006	1,35	0,008
06	Steico Floor, 60 (w) 60 mm	0,060	1,000	0,060	327	19,620	0,196	1,35	0,265
07	Desky T2Reflecta, včetně topení	0,013	1,000	0,013	40	0,520	0,005	1,35	0,007
08	Dřevěná podlaha, dub	0,010	1,000	0,010	700	7,000	0,070	1,35	0,095
<b>Σ Celkem:</b>						<b>63,302</b>	<b>0,633</b>	<b>1,350</b>	<b>0,855</b>

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Podlaha	0.0100	0.2200	2510.0	600.0	157.0	0.0000
2	Desky T2Reflec	0.0130	0.0420	1270.0	12.0	20.0	0.0000
3	Steico Floor	0.0600	0.0600	2050.0	327.0	5.0	0.0000
4	JutaFol N 140	0.0003	0.3900	1700.0	560.0	5105.0	0.0000
5	OSB deska	0.0150	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
6	Isover Domo	0.2000	0.0430	840.0	15.0	1.0	0.0000
7	OSB deska	0.0150	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000

### Okrajové podmínky výpočtu :

Teplotní odpor při přestupu tepla v interiéru R <sub>si</sub> :	0.17 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R <sub>si</sub> :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Teplotní odpor při přestupu tepla v exteriéru R <sub>se</sub> :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R <sub>se</sub> :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-17.0 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	20.6 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	55.0 %

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R:	<b>6.24 m<sup>2</sup>K/W</b>
Součinitel prostupu tepla konstrukce U:	<b>0.155 W/m<sup>2</sup>K</b>
Difuzní odpor konstrukce Z <sub>pT</sub> :	2.7E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce N <sub>y</sub> *:	149.4
Fázový posun teplotního kmitu Psi*:	9.0 h

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

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
tepl.[C]:	19.2	18.9	17.1	11.4	11.4	10.7	-16.1	-16.8
p [Pa]:	1334	959	897	826	522	343	295	116
p,sat [Pa]:	2218	2182	1951	1343	1343	1285	149	140

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	0.2982	0.2982	4.576E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

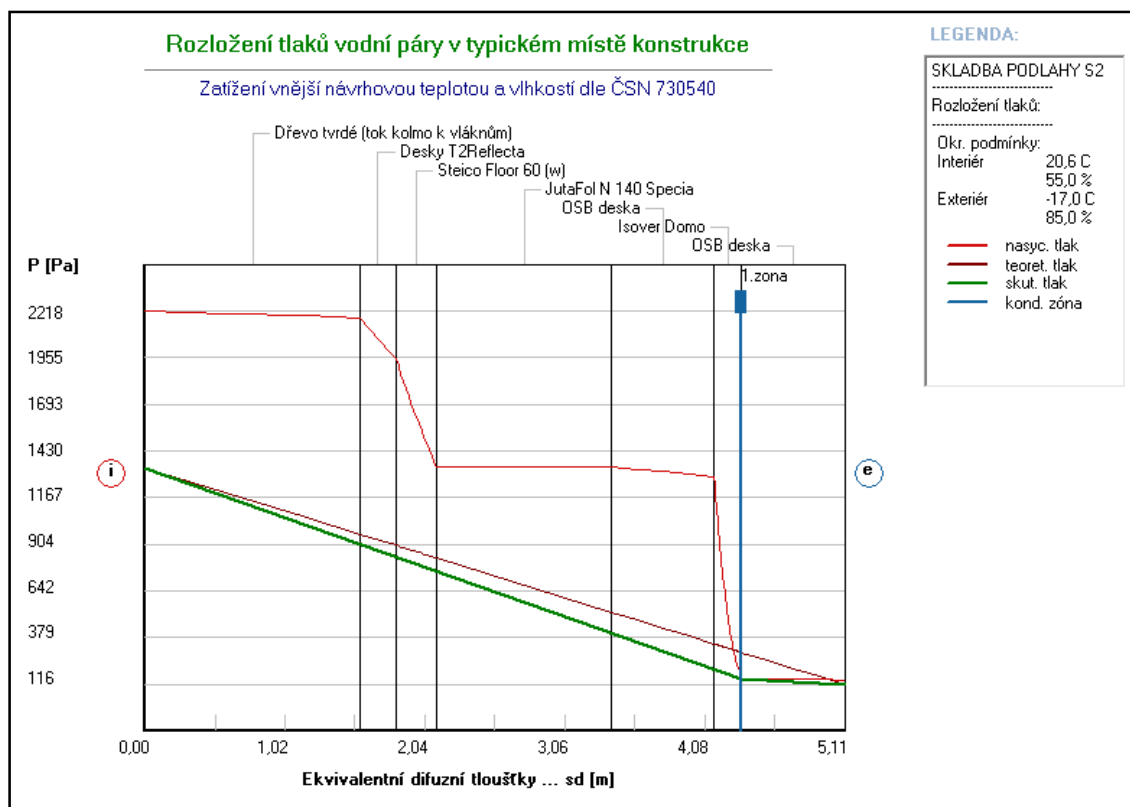
Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$ : 0.123 kg/m<sup>2</sup>,rok

Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$ : 2.172 kg/m<sup>2</sup>,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 °C.

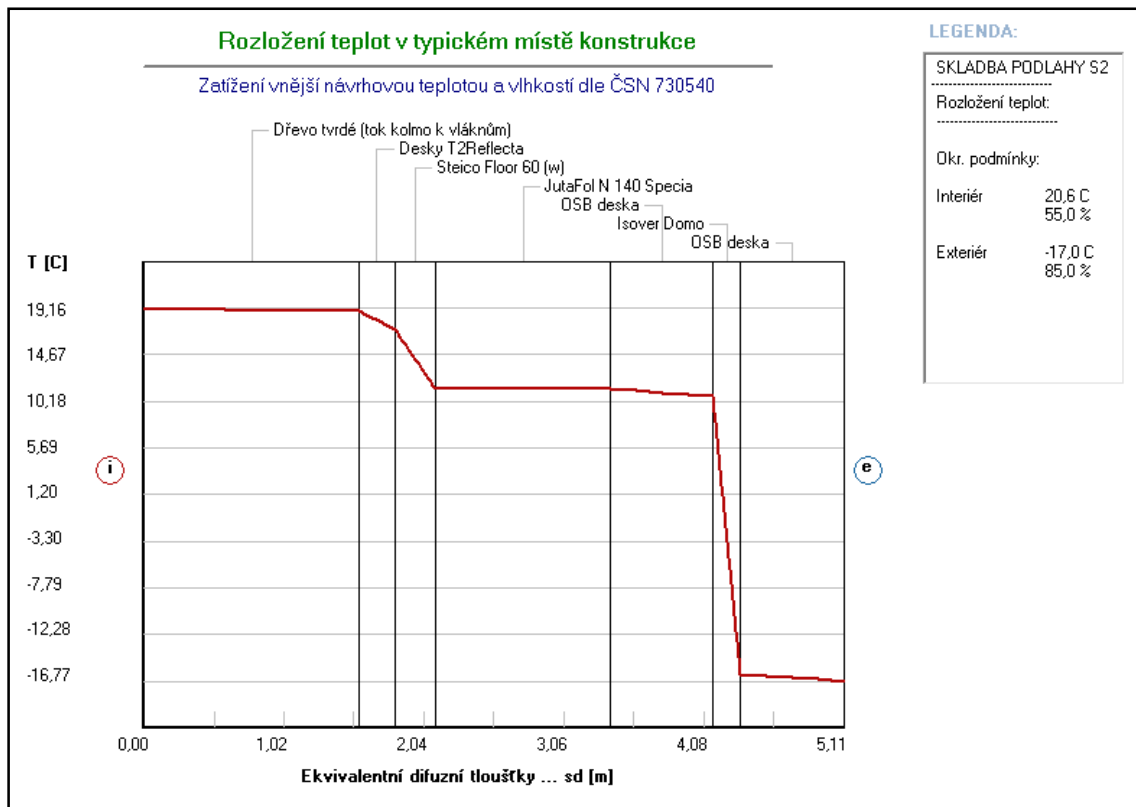
### Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci. Součinitel prostupu tepla  $U = 0,155 \text{ W/m}^2\text{K}$  je velmi blízko doporučené hodnoty  $U_{pas, 20} = 0,15 - 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$  pro strop s podlahou nad venkovním prostorem. Tato hodnota je velmi pozitivní pro další řešení stavby.



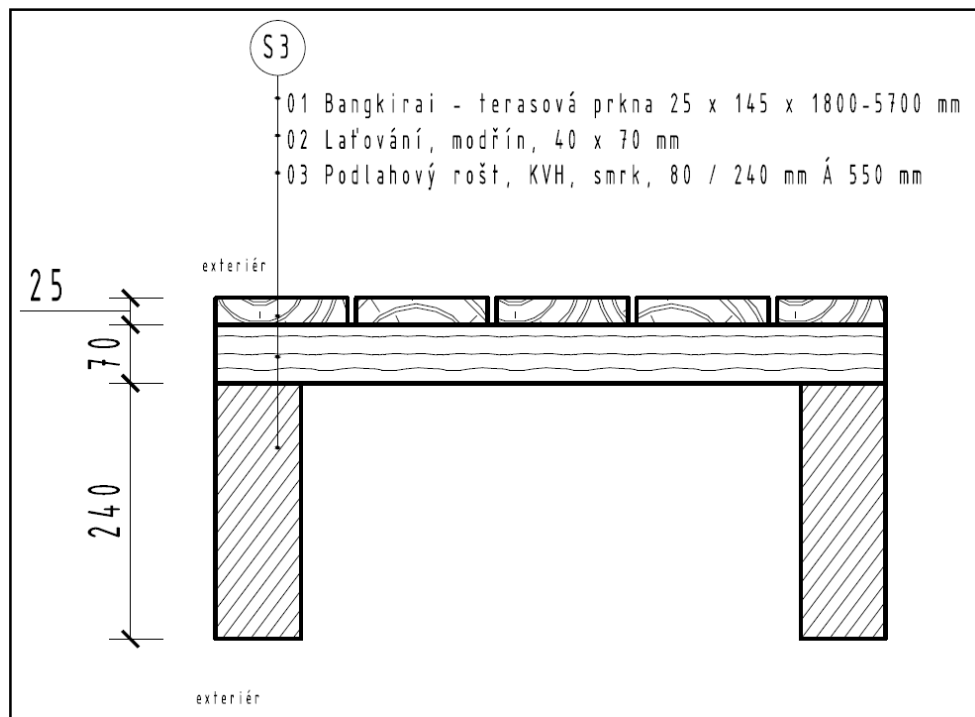
Obr. 52 Rozložení tlaků vodní páry ve skladbě podlahy S2 (autor)





Obr. 53 Rozložení teploty ve skladbě podlahy S2 (autor)

### ➤ Skladba nezateplené podlahové konstrukce S3

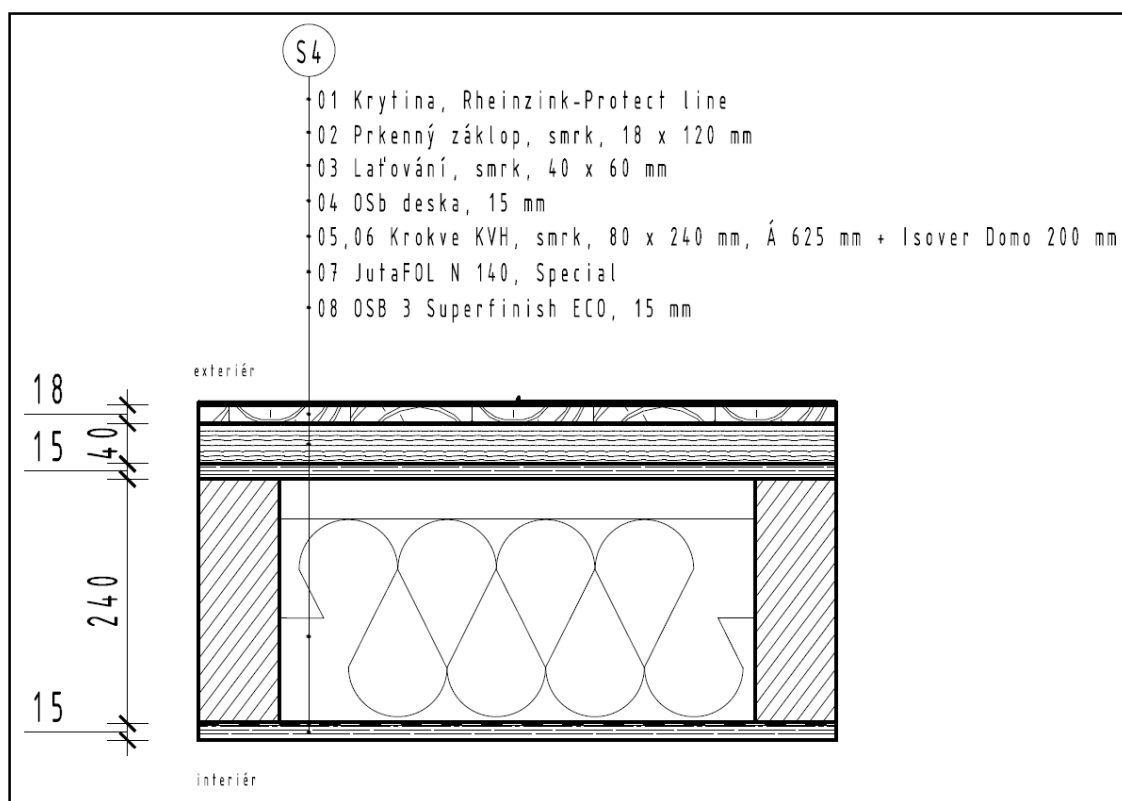


Obr. 54 Skladba nezateplené podlahové konstrukce S3 (autor)

Tab. 3 Skladba a výpočet zatížení skladby S3 (autor)

číslo	vrstva	tloušťka [m]	plocha materiálu na 1m <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]	objem na 1m <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]	obj. hmotnost [kg / m <sup>3</sup> ]	hmotnost na 1m <sup>2</sup> [kg / m <sup>2</sup> ]	G <sub>k</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	G <sub>d</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]
01	Bangkirai - terasová prkna 25 x 145 mm	0,025	0,928	0,023	1 155	26,796	0,268	1,35	0,362
02	Laťování, modřín, 40 x 70 mm	0,070	0,120	0,008	440	3,696	0,037	1,35	0,050
03	Podlahový rošt, KVH, 80 x 240 mm	0,240	0,160	0,038	440	16,896	0,169	1,35	0,228
<b>Σ Celkem:</b>						<b>47,388</b>	<b>0,474</b>	<b>1,350</b>	<b>0,640</b>

➤ Skladba střešní konstrukce S4



Obr. 55 Skladba střešní konstrukce S4 (autor)

Tab. 4 Skladba a výpočet zatížení skladby S4 (autor)

číslo	vrstva	tloušťka [m]	plocha materiálu na 1m <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]	objem na 1m <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> ]	obj. hmotnost [kg / m <sup>3</sup> ]	hmotnost na 1m <sup>2</sup> [kg / m <sup>2</sup> ]	G <sub>k</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	G <sub>d</sub> [kN / m <sup>2</sup> ]
01	Krytina, Rheinzink-Protect line	0,001	1,000	0,001	5760	5,760	0,058	1,35	0,078
02	Prkenný záklop, smrk, 18 x 120 mm	0,018	1,000	0,018	440	7,920	0,079	1,35	0,107
03	Laťování, smrk, 40 x 60 mm	0,030	0,150	0,005	440	1,980	0,020	1,35	0,027
04	Sádrovláknitá deska Fermacell	0,013	1,000	0,013	1 200	15,600	0,156	1,35	0,211
05	Isover Domo, 200 mm	0,200	0,920	0,184	12	2,208	0,022	1,35	0,030
06	Krokve, KVH, smrk, 80 x 240 mm	0,240	0,160	0,038	440	16,896	0,169	1,35	0,228
07	JutaFOL N 140, SPECIAL	0,001	1,000	0,001	400	0,400	0,004	1,35	0,005
08	OSB 3 Superfinish ECO, 15 mm	0,015	1,000	0,015	600	9,000	0,090	1,35	0,122
<b>Σ Celkem:</b>						<b>59,764</b>	<b>0,598</b>	<b>1,350</b>	<b>0,807</b>

## VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	OSB 3 Super.	0.0150	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
2	JutaFol N 140	0.0003	0.3900	1700.0	560.0	5105.0	0.0000
3	Isover Domo	0.2000	0.0430	840.0	15.0	1.0	0.0000
4	Fermacell	0.0130	0.3200	1000.0	1250.0	13.0	0.0000

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R <sub>si</sub> :	0.10 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R <sub>si</sub> :	0.25 m <sup>2</sup> K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R <sub>se</sub> :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R <sub>se</sub> :	0.04 m <sup>2</sup> K/W
Návrhová venkovní teplota T <sub>e</sub> :	-17.0 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T <sub>ai</sub> :	20.6 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R <sub>He</sub> :	85.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R <sub>Hi</sub> :	55.0 %

### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R:	<b>4.81 m<sup>2</sup>K/W</b>
Součinitel prostupu tepla konstrukce U:	<b>0.202 W/m<sup>2</sup>K</b>
Difuzní odpor konstrukce Z <sub>pT</sub> :	1.2E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce N <sub>y</sub> *:	50.6
Fázový posun teplotního kmitu Psi*:	1.6 h

### Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	18.8	17.9	17.9	-16.4	-16.7
p [Pa]:	1334	953	304	202	116
p,sat [Pa]:	2163	2051	2050	145	141

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

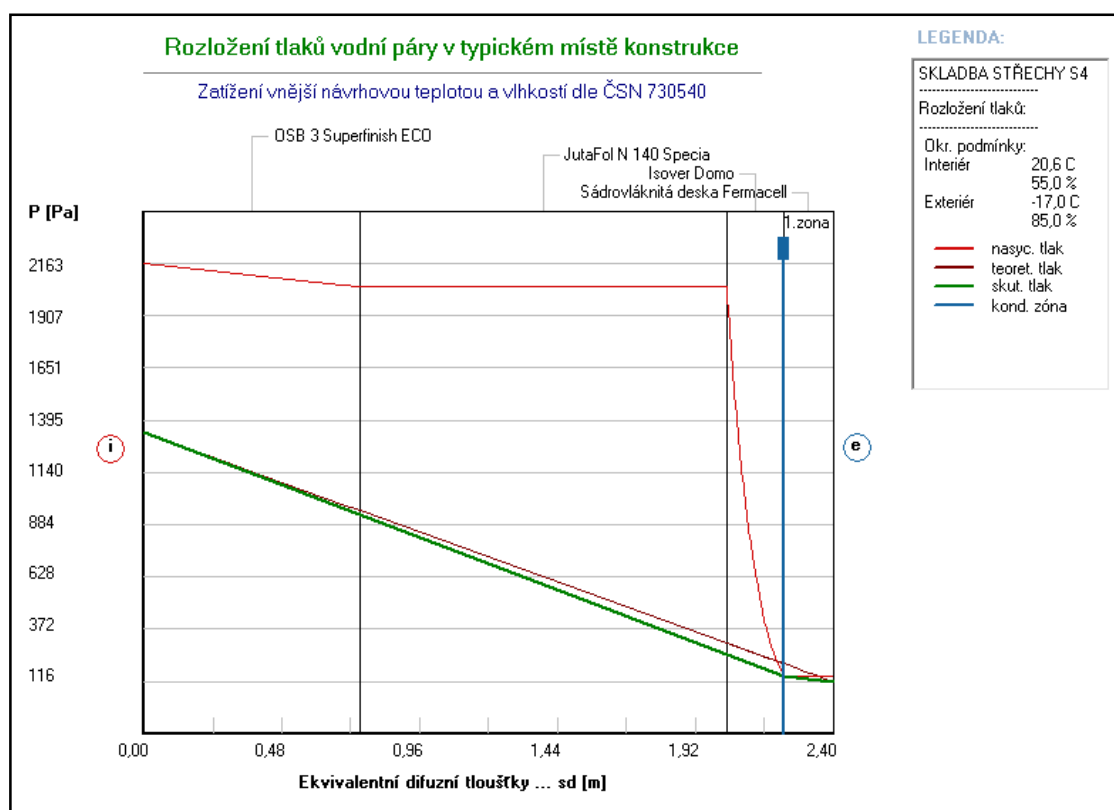
Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá	
1	0.2153	0.2153	7.329E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

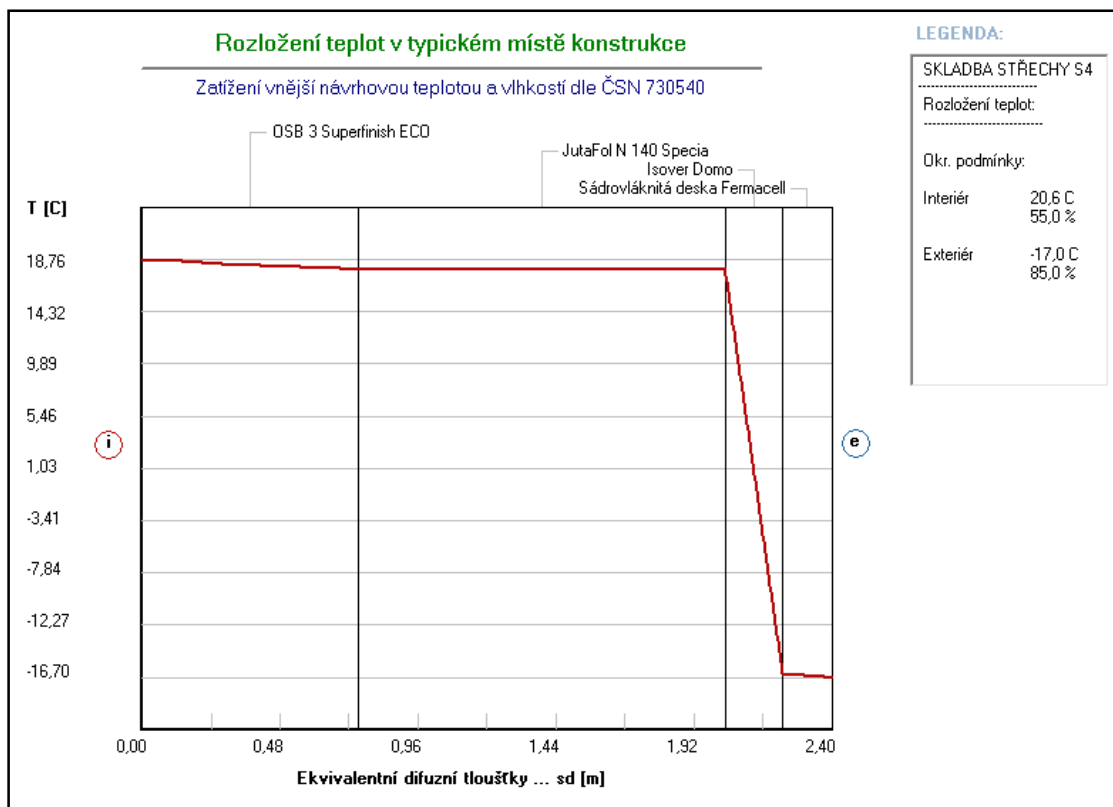
Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$ :	0.079 kg/m <sup>2</sup> ,rok
Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$ :	9.699 kg/m <sup>2</sup> ,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než	-5.0 °C.

**Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci. Součinitel prostupu tepla  $U = 0,202 \text{ W/m}^2\text{K}$  se nachází přesně mezi požadovanou a doporučenou hodnotou pro ploché střechy.  $U_{N, 20} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  a  $U_{rec, 20} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Pro zlepšení této hodnoty by stačilo použít tepelnou izolaci o tloušťce 240 mm na místo nyníšších 200 mm. Při téhle změně není potřeba nijak měnit nosnou skladbu střešní konstrukce.



Obr. 56 Rozložení tlaků vodní páry ve skladbě střešní konstrukce S4 (autor)



Obr. 57 Rozložení teplot ve skladbě střešní konstrukce S4 (autor)

## 6.2.11 INŽENÝRSKÉ SÍTĚ

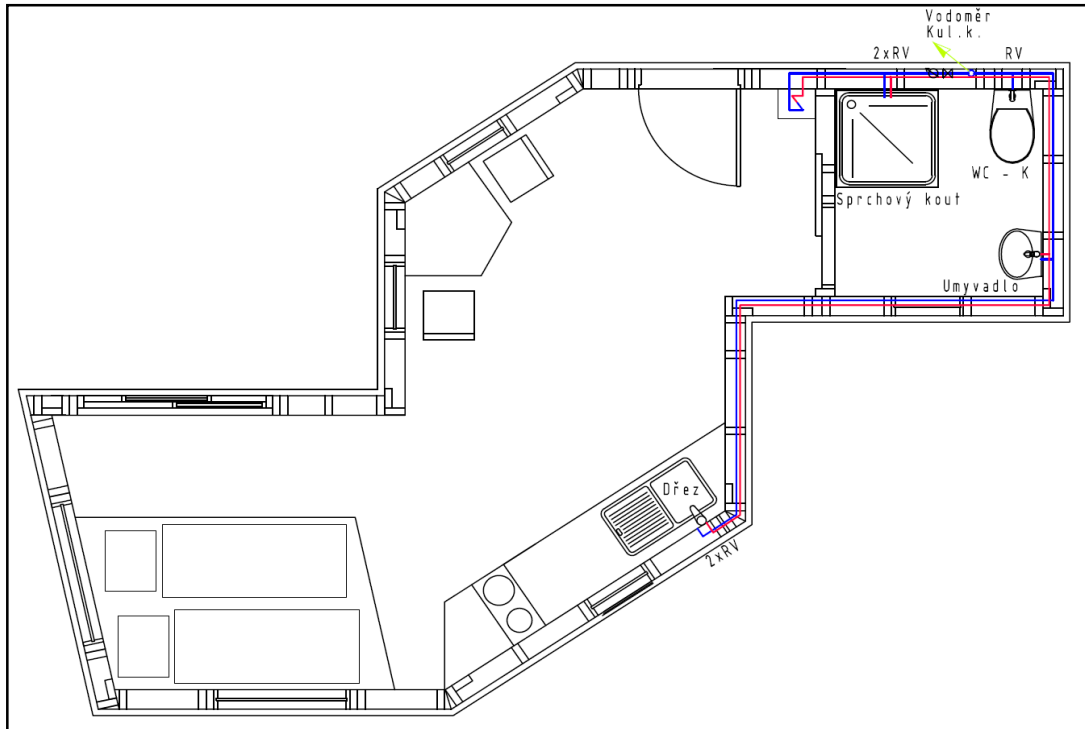
Odpadní a vodovodní potrubí jsou přivedeny v metrové hloubce až pod objekt, kde je vytvořena revizní šachta. Další revizní šachta se nachází přibližně uprostřed trasy mezi novostavbou a Tree Housem a poslední šachtu, můžeme najít u novostavby. Kde se také nachází vypouštěcí ventil pro vodovodní řád. V případě vypuštění celého vodovodního potrubí vypustíme okolo 50 litrů vody. V případě vypuštění bude voda přečerpána do nádrže k zalévání okrasné zahrady.

Potrubí se těsně za revizní šachtou pod Tree Housem zvedá kolmo do objektu. Potrubí je po 50 cm přichyceno k nosné kovové vzpěře pomocí objímek. Nosná vzpěra je do země uchycená pomocí zemního vrtu a k objektu je připevněna pomocí styčnickové desky. Potrubí je tepelně izolováno a z vnější strany obloženo dřevěnými fošnami, tak aby celá konstrukce vypadala jako nosný sloup.

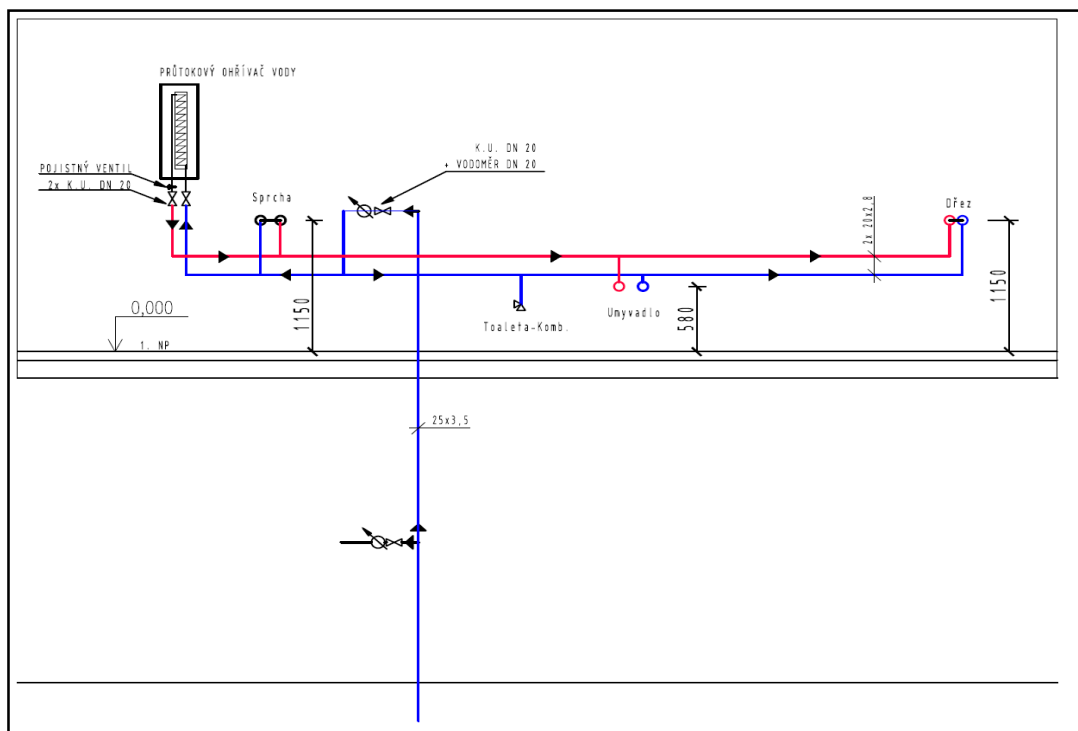
V případě využívání stavby v korunách stromů v zimních měsících je vodovodní potrubí opatřeno topnou spirálou. Voda je do objektu vytlačována čerpadlem, které je



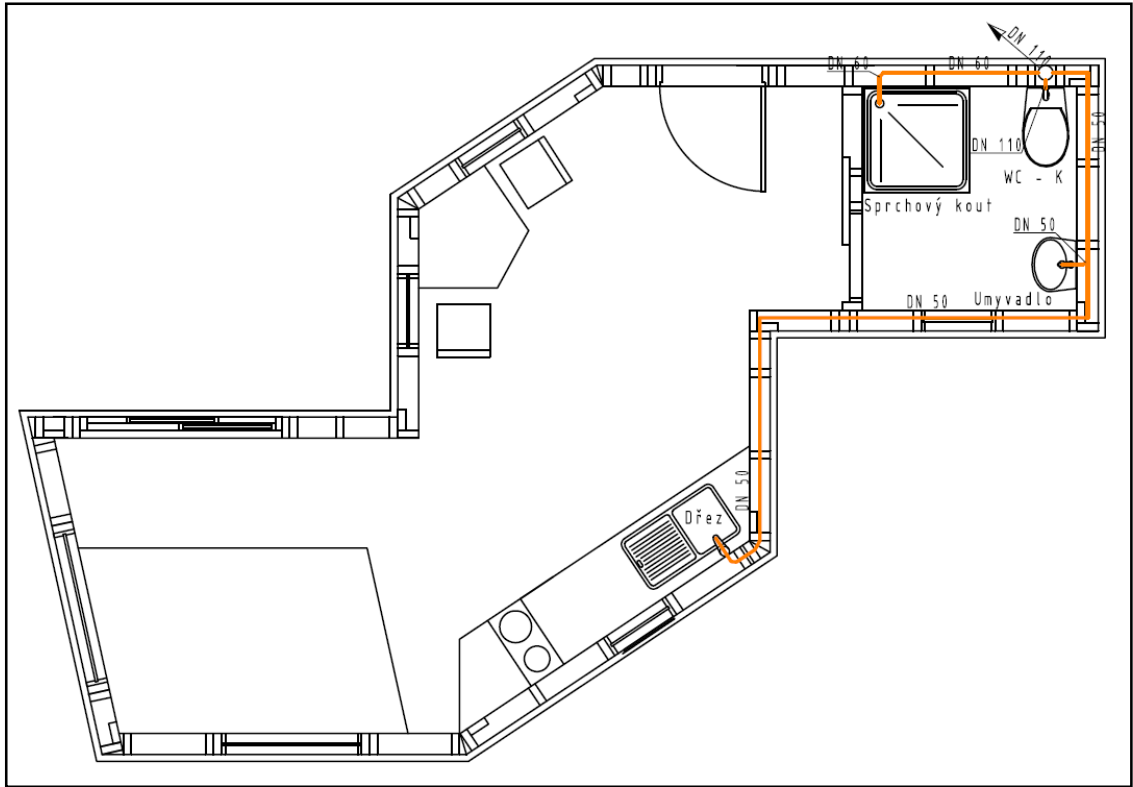
nutno navrhnout odborníkem. Ležatý svod kanalizačního potrubí má 13 % sklon, který vyhovuje ČSN 73 6760. Příprava teplé vody bude lokální pomocí průtokového ohřívače.



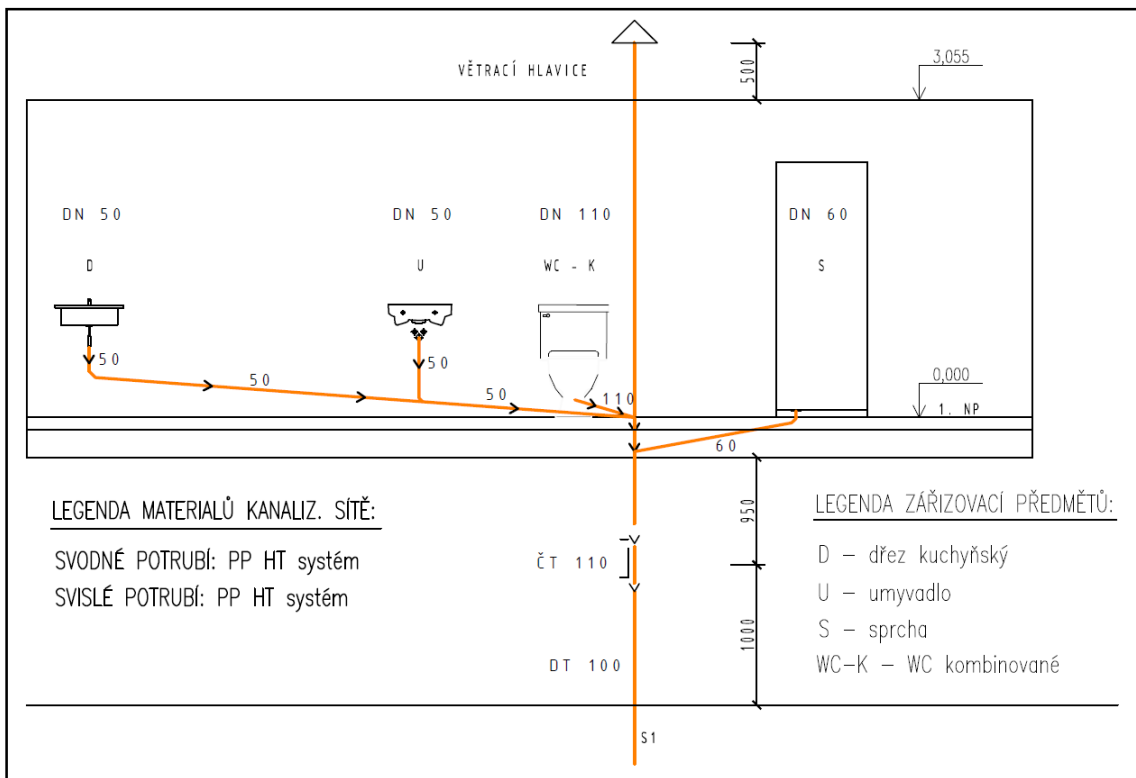
Obr. 58 Půdorys vodovodního potrubí s lokální přípravou v průtokovém ohřívači (autor)



Obr. 59 Řez vodovodního potrubí s lokální přípravou v průtokovém ohřívači (autor)



Obr. 60 Půdorys odpadního potrubí (autor)



Obr. 61 Řez odpadního potrubí (autor)

## 6.2.12 VÝPOČTY

Výpočty byly posouzené v programu Dlubal R-FEM 5.05. V programu byl vždy posouzen nejvíce namáhaný prvek dané skladby. Veškeré prvky vyhověli a výsledky jsou přiloženy v elektronické podobě.

### 1. Posouzení střešního nosníku na ohyb a smyk dle ČSN EN 1995-1

Parametry zadání:

- prostě podepřený nosník obdélníkového průřezu 80 x 240 mm
- rozpětí nosníku 4,51 m
- maximální reakce vypočítané pomocí programu Dlubal R-FEM  
 $M_{\max} = 0,942 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $V_{\max} = 0,928 \text{ kN}$
- nosník je z rostlého dřeva C 24 (průměrná vlhkost 12 %)
- pevnost dřeva  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 1,539 \text{ MPa}$
- tuhost dřeva  $E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu a ve smyku

$$v = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{24,0}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{4}{1,3} = 2, \text{ MPa}$$

- a) Normálové napětí za ohybu (nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě)

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

Normálová napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{942}{(8 \cdot 24^2)/6} = 1,23 \text{ MPa} < 14,77 \text{ MPa}$$

- b) Smykové napětí

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Účinná šířka průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} b$$

$$k_{cr} = 0,67$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 V_d}{2 A} = \frac{3 \cdot 942}{2 \cdot 0,67 \cdot 80 \cdot 240} = 0,11 < 1,539 \text{ MPa}$$

Nosník na smyk vyhovuje.

## 2. Posouzení podlahového nosníku na ohyb a smyk dle ČSN EN 1995-1

Parametry zadání:

- prostě podepřený nosník obdélníkového průřezu 80 x 240 mm
- rozpětí nosníku 4,51 m
- maximální reakce vypočítané pomocí programu Dlubal R-FEM  
 $M_{\max} = 2,615 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $V_{\max} = 3,401 \text{ kN}$
- nosník je z rostlého dřeva C 24 (průměrná vlhkost 12 %)
- pevnost dřeva  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 1,539 \text{ MPa}$
- tuhost dřeva  $E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu a ve smyku

$$v = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{24,0}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{1,539}{1,3} = 0,94 \text{ MPa}$$

- c) Normálové napětí za ohybu (nosník je po celé délce zajištěn proti příčné a torzní nestabilitě)

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

Normálová napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W} = \frac{2615}{(8 \cdot 24^2)/6} = 3,41 \text{ MPa} < 14,77 \text{ MPa}$$

- d) Smykové napětí

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

Účinná šířka průřezu

$$b_{ef} = k_{cr} b$$

$$k_{cr} = 0,67$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3 V_d}{2 A} = \frac{3 \cdot 3401}{2 \cdot 0,67 \cdot 80 \cdot 240} = 0,39 < 1,539 \text{ MPa}$$

Nosník na smyk vyhovuje.

## 7 DISKUZE

Hlavním cílem diplomové práce byl návrh dřevostavby typu Tree House pro rekreační bydlení s možností využití stavby i v zimních měsících. Většina podobných objektů se staví k rekreačním účelům pouze pro letní období, a proto není zapotřebí řešit zateplené skladby konstrukcí a vytápění staveb. V návrhu stavby bylo potřeba vytvořit takové zateplené skladby, které budou mít minimální hmotnost a vyhoví požadovaným hodnotám dle ČSN 73 0540-2. Navíc pro obvodovou stěnu byla limitující tloušťka stěny 230 mm. Veškeré navržené obvodové skladby stěn, podlahy a střechy splňují požadavky tepelné ochrany. Těmito požadavky jsou minimální teplotní faktor vnitřního povrchu, součinitel prostupu tepla a bilance množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce.

Koncept objektu klade důraz na ekologickou stopu stavby a zároveň na využití přírodních stavebních materiálů jak v konstrukci, tak i v rámci povrchových úprav. Zároveň bylo cílem návrhu splnit požadavky dané zadavatelem s ohledem na okolní krajinu. Místo stavby má velký význam v dispozičním řešení. Avšak zvolené nosné stromy (Topol osika – *Populus tremola*) se vyznačují velmi lehkým, málo pevným a křehkým dřevem. Je to málo trvanlivá dřevina. (Technická univerzita vo Zvolene, 2016)

Výsledkem návrhu je objekt ve tvaru blesku, který se proplétá mezi jednotlivé stromy, tak aby stromy nepřerušily tepelnou obálku stavby. Užitná vnitřní plocha k rekreaci je do 21 m<sup>2</sup> a terasová plocha je do 22 m<sup>2</sup>. Konstrukci se podařilo umístit, tak aby maximálně využila dané stromy jako nosnou konstrukci.

V případě výstavby projektu je vhodné zjistit, které založení je pro stavbu nejvhodnější. Pro tuto stavbu bylo původně zvolené založení přes šroubovací kotvu, která má velký úspěch ve Spojených státech amerických, a také pro šetrnost ke stromům, které umožňuje. Dalším faktorem pro využití tohoto systému je možnost posunu konstrukce, dostupnost a minimální využití v Evropě.

Dle výpočtů má stavba velké rezervy v únosnosti, a proto by bylo možné zvětšit rozteče jednotlivých prvků. Statické posouzení bylo vytvořeno na základě rozdělení konstrukce na jednoduché 2D prvky, které byly následně staticky posouzeny. Veškeré prvky vyhověly s dostatečnou rezervou, avšak celkové zatížení na nosné kotvy bylo nečekaně velké. Proto by bylo vhodné tento návrh vytvořit ve 3D programu a posoudit ho jako celek, kdy by celkové hodnoty zatížení vyšly menší. A právě zatížení na stromy



by mohlo stromům typu Topol osika – *Populus tremola* působit až destruktivní účinky a následné zřícení stavby. Proto by bylo vhodné stavbu založit na samostatných sloupech a stromy použít pouze jako dekorační prvek. Také by bylo možné najít pro stavbu jiné místo a použít vhodnější stromy jako např.: dub, buk, jilm nebo jasan.

Dokončením stavebního projektu by nemělo ukončit spolupráci mezi investorem a realizační firmou. V případě Tree House by měla spolupráce pokračovat minimálně 10 dalších let po ukončení stavební činnosti. V průběhu dalšího desetiletí by měla být samozřejmost pravidelná kontrola nosné zeleně a to minimálně jedno za dva roky. Kontrola by se měla zaměřit krom únosnosti stromů také na reakci stromu na dané založení stavby.

Pro využití staveb v korunách stromů k plnohodnotnému bydlení je potřeba myslet i na vodovodní a odpadní rozvody ve stavbě. Natažení elektrické sítě by neměl být problém. Svislé rozvody mezi stavbou a terénem by měli vést v dostatečně zatepleném prostředí, aby nedocházelo příliš k velké roztažnosti materiálu v důsledků velkých změn teplot venkovního prostředí. Problém může také nastat v případě zamrznutí vody ve vodovodním potrubí. Jednou z možností, jak tento problém vyřešit je využití tepelného kabelu. Systém topných kabelů by bylo vhodné využít například i na schodiště v zimních měsících.

## 8 ZÁVĚR

Jak se říká: „Papír snese všechno“. A teorie je jedna věc a praxe druhá. Tato práce ukazuje reálný návrh stavby v korunách stromu, avšak je zde stále mnoho proměnných, které výpočtem a samotným návrhem nezjistíte. Jedná se především o dlouhodobém působení celé konstrukce na nosné stromy. Tuto otázku je možné zodpovědět až po letech praxe. Při tvorbě dalšího návrhu, lze upřednostňovat například zelenější pojetí stavby, lehkost nosných konstrukcí, soběstačnost stavby a maximální využití průřezů.

Tree House se těší velké oblibě především ve světě. Na českém trhu si zatím hledá své místo a doufejme, že je jen otázka času, kdy se tyto stavby objeví v katalogu stavebních firem. Tyto stavby jsou zajisté velmi kreativní a nápadité a to by mohlo být hlavním cílem těchto originálních staveb.

## 9 SUMMARY

The theoretical portion of this thesis deals with the construction of Tree Houses, specifically the issues of lodging them to their respective tree. The goal is to interpret and describe ways to construct these timber structures, which are to be followed in order to obtain a quality Tree House. The project itself consists of construction drawings produced based on architectural plans for timber construction, specifically column Tree House framework. The structure will serve as a recreational unit able to accommodate two to three persons.

The design follows the owner's requirements such as the location, usability during the winter, easy construction and limited environmental impact, especially considering the bearing tree.

This thesis presents a real life proposal of a house built in a tree. However, there are still many aspects which cannot be calculated or designed with certainty. These include the long term effects on the bearing tree, which can only be estimated based on experience and practice. The variables which can be accounted for and amended for each individual structure are its environmental impact, robustness of the load-bearing system, self sustainability and efficiency of the beam/column sections.

Tree Houses are gaining popularity all over the world. Although they are still not very common in the Czech Republic, it is probably only a matter of time until they become a vital item on companies' portfolios. Tree Houses offer an original and creative way of living, which is the main trait which could help to make their way into the market.

## 10 SEZNAM LITERATURY

- Gabriel, I. 2011. *Dřevěné fasády - materiály, návrhy, realizace*. Praha : Grada Publishing a. s., 136 s., 2011. 978-80-247-3819-2.
- Holan, J. 2008. Vše o dřevě v interiéru a exteriéru. *Home*. 2008, 2.
- Klír, J. 1981. *Vady dřeva*. Praha : SNTL, 232 s., 1981.
- Nelson, P. 2014. *Be in a Treehouse*. New York : Harry Adams 224 s., 2014. ISBN 978-1419711718.
- Štefko J., a kol. 2009. *Dřevěné stavby: konstrukce, ochrana a údržba*. Bratislava : Jaga 200 s., 2009. ISBN 978-80-8076-080-92009.
- Thoma, E. 2006. *...viděl jsem tě růst. O prastarém a novém životě se dřevem, lesem a Měsícem*. Ústí nad Labem : Paprsky 182 s., 2006.
- Wenning, A. 2009. *Construction and Design Manual Treehouses*. Berlin : DOM publishers 240 s., 2009. ISBN 978-3-938666-96-8.
- Kuklík, P., a kol. 2008. Příručka 2 – Navrhování dřevěných konstrukcí podle Eurokódu 5. Leonardo da Vinci Pilot Project. Praha
- Kuklík, P., Kuklíková, A., 2010. Navrhování dřevěných konstrukcí: Příručka k ČSN EN 1995-1. Praha. ČKAIT, 140 s. ISBN 978-80-87093-88-7

## INTERNETOVÉ ZDROJE

Andreas Wenning, Dipl.-Ing. Architekt. Baumraum. *Baumraum*. [Online] 2014. [Citace: 11. Březen 2016.] <http://www.baumraum.de/articles/231/the-treehouse/>.

Animal Planet. Animal Planet. *Treehouse Masters*. [Online] 2016. [Citace: 10. březen 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.animalplanet.com/tv-shows/treehouse-masters/photos/cee-lo-green-treehouse-studio/>.

Carberry J. Peacemaker treehouses. *Peacemaker treehouses*. [Online] 2016. [Citace: 17. březen 2016.] Dostupný z WWW: <https://peacemakertreehouses.wordpress.com/2008/10/05/oct-3-2008-%E2%80%93-so-you-want-to-install-a-gl/>.

Cocoon tree. Cocoon tree. *Cocoon tree*. [Online] GLAMPING TECHNOLOGY LTD, 2016. [Citace: 31. březen 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.cocoontree.com/>.

Dřevostavby My Home. Dřevostavby My Home. *Dřevostavby My Home*. [Online] 2016. [Citace: 20. březen 2016.] Dostupný z WWW: [http://www.drevostavby-myhome.cz/vodoinstalace\\_a\\_odpady/](http://www.drevostavby-myhome.cz/vodoinstalace_a_odpady/).

Industrial Starter Czech s.r.o. Ochranné pracovní pomůcky Ostrava. *Ochranné pracovní pomůcky Ostrava*. [Online] 2016. [Citace: 18. březen 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.ochrannepracovnipomuckyostrava.cz/produkty/370939/prace-ve-vyskach/>.

Kovářství, Radek Diviš. Kovářství Diviš. *Kovářství Diviš*. [Online] 2016. [Citace: 11. březen 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.kovarstvi-divis.cz/uploads/images/403/large/001018-403.jpg>.

Lekon-TSK s.r.o. Lekon-*tsk s.r.o. Lekon-*tsk s.r.o.** [Online] 2016. [Citace: 1. duben 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.lekon-tsk.cz/drevene-konstrukce-v-malesickem-parku>.

NANOBALA s.r.o. Nanobala. *Nanobala.cz*. [Online] 2016. [Citace: 6. únor 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.nanobala.cz/ochranadreva.htm>.

Palmex krytina. Palmex krytina. *Palmex krytina*. [Online] 2016. [Citace: 18. únor 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.palmex-krytina.cz/>.

Profispeciál, Dřevo&Stavby. TZB info. *TZB info*. [Online] 2012. [Citace: 25. únor 2016.] Dostupný z WWW: <http://stavba.tzb-info.cz/drevostavby/9592-high-tech-drevostavba-s-opalovanou-drevenou-fasadou>.

Seznam. Seznam.cz. *Mapy.cz*. [Online] 2016. [Citace: 15. únor 2016.] Dostupný z WWW: <https://mapy.cz/zakladni?x=17.0764047&y=50.0413795&z=12>.

Schlussler E. Gizmag. *Gizmag*. [Online] 2016. [Citace: 9. březen 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.gizmag.com/human-powered-bicycle-elevator/29102/pictures#4>.

Sulko. Sulko - Okna a dveře . *Sulko spolehlivá okna*. [Online] 2016. [Citace: 1. březen 2016.] Dostupný z WWW: [www.sulko.cz](http://www.sulko.cz).



SunCalc. SunCalc. *SunCalc*. [Online] 10. únor 2016. [Citace: 11. Leden 2016.] Dostupný z WWW: <http://suncalc.net/#/50.0893,17.0827,17/2015.07.01/13:39>

Technická univerzita vo Zvolene. Technická univerzita vo Zvolene. *Technická univerzita vo Zvolene*. [Online] 2016. [Citace: 22. únor 2016.] Dostupný z WWW: [http://www.tuzvo.sk/sk/organizacna\\_struktura/lesnicka\\_fakulta/organizacne-clenenie/katedry/katedra-lesnej-tazby-logistiky-melioracii/servis\\_studentom/hlavna-dreviny/topol-osikovy.html](http://www.tuzvo.sk/sk/organizacna_struktura/lesnicka_fakulta/organizacne-clenenie/katedry/katedra-lesnej-tazby-logistiky-melioracii/servis_studentom/hlavna-dreviny/topol-osikovy.html)

Tree Houses. Tree Houses. *Tree Houses*. [Online] 2016. [Citace: 30. březen 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.treehouses.cz/cz/nase-tree-houses>

Treehouse supplies. Treehouse supplies. *Treehouse supplies*. [Online] 2016. [Citace: 19. březen 2016.] Dostupný z WWW: [http://www.treehousesupplies.com/Knee\\_Brace\\_Bracket\\_1\\_25\\_p/br-1.25knee45.htm](http://www.treehousesupplies.com/Knee_Brace_Bracket_1_25_p/br-1.25knee45.htm).

Treehouses. Treehouses. *Treehouses Construction*. [Online] 2016. [Citace: 16. únor 2016.] Dostupný z WWW: <http://treehouses.com/joomla/index.php/construction/garnier-limb-parts/10-treehouse-construction/63-stress-analysis-report>.

Treehugger. Treehugger. *Treehugger*. [Online] 2016. [Citace: 22. únor 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/almost-invisible-mirrored-tree-house-built-in-sweden.html>.

Zhitov. Bezplatná služba pro výpočet stavebních materiálů. *Výpočet schodiště*. [Online] 2016. [Citace: 2. březen 2016.] Dostupný z WWW: <http://www.zhitov.ru/cs/lestnica/>.

## ZÁKONY, VYHLÁŠKY A NORMY

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

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

ČSN 73 4055 Výpočet obestaveného prostoru pozemních stavebních objektů

ČSN 73 4301 (+Z1, Z2) Obytné budovy

ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky

ČSN EN 1990 (+ A1, O1, O2, Z1, O3, Z2, O4, Z3, EN 1990 ed. 2) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 (+ Z1, Z2, O1) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 (+ Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, A1, O1, EN 1991-1-3 ed. 2) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 (+ Z1, Z2, A1, O1, O2, O3, EN 1991-1-4 ed. 2) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem

ČSN EN 1995-1-1 (+ A1) Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1 Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Vyhláška č.268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

Vyhláška č.501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území

Vyhláška č.62/2013 Sb. kterou se mění vyhláška č.499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

## PODKLADY PRO PROJEKTANTY A KATALOGY

DEK Stavebniny 2015

Fermacell – Navrhování a provádění dřevostaveb

Fermacell – Podlahové systémy

ISOVER – Fasádní zateplovací systémy

ISOVER – Katalog + ceník 2015

ISOVER – Šikmé střechy a stropy

RUUKKI – Střechy – montážní návod

# 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Tree House - Příbytky v korunách stromů (autor).....	- 2 -
Obr. 2 pohled na původní konstrukce v pralesních oblastech (Treehouses, 2016) .....	- 1 -
Obr. 3 Ukázka vazačského postroje (Industrial Starter Czech s.r.o., 2016) .....	- 3 -
Obr. 4 Graf ukazující pravděpodobnost napadení vestavěného dřeva tesaříkem krovovým: čím je dřevo starší, tím menší je riziko. Okolo 50. roku je dřevo prakticky „imunní“ proti napadení. (Klír, 1981) .....	- 7 -
Obr. 5 Ukázka využití ocelových vzpěr (Andreas Wenning, 2014).....	- 10 -
Obr. 6 Založení pomocí ocelových lan (Cocoon tree, 2016).....	- 11 -
Obr. 7 svorkové patrové založení v praxi (Treehouse supplies, 2016).....	- 12 -
Obr. 8 Náhled na kruhové svorkové základy (Schlussler E., 2016) .....	- 13 -
Obr. 9 Detail utahovacího mechanismu u kruhového svorkového založení (Schlussler E., 2016).....	- 13 -
Obr. 10 Přišroubování dřevěné vzpěry bez kovového segmentu (Carberry J., 2016) -	14 -
Obr. 11 Uchycení dřevěné vzpěry pomocí kovového segmentu (Treehouse supplies, 2016) .....	- 15 -
Obr. 12 Využití dalšího typu kovové vložky (Treehouse supplies, 2016) .....	- 15 -
Obr. 13 Připojení kovové vzpěry (Andreas Wenning, 2014) .....	- 16 -
Obr. 14 Speciální šroubovací kotva a potřebné nářadí na její umístění (Carberry J., 2016) .....	- 17 -
Obr. 15 Celý kotevní systém v provozu (Treehouse supplies, 2016).....	- 17 -
Obr. 16 Na našem území se nejvíce objevují Tree Houses od České firmy Treehouses, s.r.o. (Treehouses, 2016).....	- 18 -
Obr. 17 Tree House "Na třech dubech" od České firmy Treehouses, s.r.o. (Treehouses, 2016) .....	- 19 -
Obr. 18 Stavby postavené ve světě (Andreas Wenning, 2014) (Animal Planet, 2016) (Treehugger, 2016) .....	- 21 -
Obr. 19 Moderní treehouse z ateliéru Baumraum (Andreas Wenning, 2014).....	- 22 -

Obr. 20 Mapa oblasti mezi Šumperkem a Loučnou nad Desnou (Seznam, 2016) ....	- 25 -
Obr. 21 Mapa s vyznačeným místem stavby (Seznam).....	- 26 -
Obr. 22 Výhled z terasy (autor) .....	- 26 -
Obr. 23 Situace pozemku s výhledem na stavbu z příjezdové cesty (autor) .....	- 27 -
Obr. 24 Situace výhledu (autor).....	- 28 -
Obr. 25 Situace slunečního svitu (SunCalc, 2016) .....	- 28 -
Obr. 26 Pohled na stávající nosné stromy (autor).....	- 29 -
Obr. 27 Vizualizace vlastního řešení Tree House (autor).....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Obr. 28 Architektonická studie objektu (autor) .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Obr. 29 Detail ocelové patky sloupu (Lekon-TSK s.r.o., 2016).....	- 32 -
Obr. 30 Ukázka reálného ocelového prvku pro nosný sloup (Lekon-TSK s.r.o., 2016)....	- 33 -
.....	- 33 -
Obr. 31 Vizualní představa konstrukce schodiště (Kovářství, 2016) .....	- 34 -
Obr. 32 Detail lanového zábradlí (autor) .....	- 35 -
Obr. 33 Dřevěné okno SULKO EURO 78 (Sulko, 2016) .....	- 36 -
Obr. 34 Vchodové dveře Variotrk 92 (Sulko) .....	- 37 -
Obr. 35 Ukázka povrchové úpravy šroubovací kotvy (Treehouses, 2016) .....	- 38 -
Obr. 36 Maximální únosnost šroubovací kotvy je 8200lb = 3720 kg (Treehouses, 2016)	- 38 -
.....	- 38 -
Obr. 37 Nosná kotva základového trámu (Treehouses, 2016).....	- 39 -
Obr. 38 Šroubový spoj (autor) .....	- 39 -
Obr. 39 Uchycení podlahového roštu (autor) .....	- 40 -
Obr. 40 Ukázka vedení instalačních sítí (Dřevostavby My Home, 2016).....	- 41 -
Obr. 41 Detail vnější stěny 05 (autor).....	- 42 -
Obr. 42 Detail vnější stěny 06 (autor).....	- 43 -
Obr. 43 Detail vnější stěny 07 (autor).....	- 44 -



Obr. 44 Detail vnější stěny 08 (autor).....	- 45 -
Obr. 45 Detail vnější stěny 09 (autor).....	- 46 -
Obr. 46 Pohled na opálená fasádní prkna (Profispeciál, 2012) .....	- 47 -
Obr. 47 Detail spojení střešní konstrukce 10 (autor).....	- 48 -
Obr. 48 Skladba svislé obvodové stěny S1 (autor).....	- 49 -
Obr. 49 Rozložení tlaků vodní páry v obvodové stěně S1 (autor).....	- 51 -
Obr. 50 Rozložení teplot v obvodové stěně S1 (autor).....	- 52 -
Obr. 51 Skladba podlahové zateplené konstrukce S2(autor).....	- 52 -
Obr. 52 Rozložení tlaků vodní páry ve skladbě podlahy S2 (autor).....	- 54 -
Obr. 53 Rozložení teploty ve skladbě podlahy S2 (autor).....	- 55 -
Obr. 54 Skladba nezateplené podlahové konstrukce S3 (autor).....	- 55 -
Obr. 55 Skladba střešní konstrukce S4 (autor) .....	- 56 -
Obr. 56 Rozložení tlaků vodní páry ve skladbě střešní konstrukce S4 (autor).....	- 58 -
Obr. 57 Rozložení teplot ve skladbě střešní konstrukce S4 (autor).....	- 59 -
Obr. 58 Půdorys vodovodního potrubí s lokální přípravou v průtokovém ohřivači (autor) .....	- 60 -
Obr. 59 Řez vodovodního potrubí s lokální přípravou v průtokovém ohřivači (autor)..... .....	- 60 -
Obr. 60 Půdorys odpadního potrubí (autor).....	- 61 -
Obr. 61 Řez odpadního potrubí (autor).....	- 61 -

## 12 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Skladba a výpočet zatížení skladby S1 (autor).....	- 50 -
Tab. 2 Skladba a výpočet zatížení skladby S2 (autor).....	- 53 -
Tab. 3 Skladba a výpočet zatížení skladby S3 (autor).....	- 56 -
Tab. 4 Skladba a výpočet zatížení skladby S4 (autor).....	- 57 -



# 13 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Číslo	Název	Měřítko	Formát
C.01	Koordinační situace	1:500	2×A4
D.01	Východní pohled	1:50	2×A4
D.02	Západní pohled	1:50	2×A4
D.03	Jižní pohled	1:50	2×A4
D.04	Severní pohled	1:50	2×A4
D.05	Půdorysy základů	1:50	2×A4
D.06	Půdorys nosných trámů	1:50	2×A4
D.07	Půdorys podlahového roštu	1:50	2×A4
D.08	Půdorys terasy	1:50	2×A4
D.09	Půdorys krokví	1:50	2×A4
D.10	Půdorys objektu	1:50	2×A4
D.11	Půdorys sloupkové kce.	1:50	2×A4
D.12	Půdorys zábradlí	1:50	2×A4
D.13	Řez A - A´	1:50	2×A4
D.14	Řez B - B´	1:50	2×A4
D.15	Schodiště	1:25	2×A4
D.16	Skladby	1:10	1×A4
D.17	Detail. č 1	1:10	1×A4
D.18	Detail. č 2	1:10	1×A4
D.19	Detail. č 3	1:10	1×A4
D.20	Detail. č 4	1:10	1×A4
D.21	Detail. č 5	1:10	1×A4
D.22	Detail. č 6	1:10	1×A4
D.23	Detail. č 7	1:10	1×A4
D.24	Detail. č 8	1:10	1×A4
D.25	Detail. č 9	1:10	1×A4
D.26	Detail. č 10	1:5	1×A4
D.27	Detail. č 11	1:5	1×A4
	Statické posouzení podlahového roštu		A4