

# Exteriérový multifunkční prvek

Richard Hladký

---

Diplomová práce  
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací  
Produktový design

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **BcA. Richard Hladký**  
Osobní číslo: **K20047**  
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimédia a design – Produktový design**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Exteriérový multifunkční prvek**

## Zásady pro vypracování

1. Úvod
2. Historie
3. Stávající stav
4. Materiály a technologie
5. Stanovené cíle
6. Zdroje inspirace
7. Realizace
8. Závěr

- a) teoretická část v rozsahu 30 – 35 normostran textu
- b) prototyp nebo funkční model nebo fyzický model v měřítku 1:1, 1:2, 1:3, 1:5, 1:10 podle charakteru projektu a konzultace s vedoucím práce
- c) grafická prezentace v rozsahu minimálně 3,5 m<sup>2</sup>

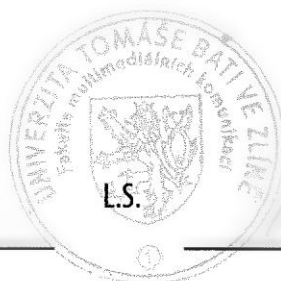
Rozsah diplomové práce: **viz Zásady pro vypracování**  
Rozsah příloh: **viz Zásady pro vypracování**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

KOLEŠÁR, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. 2. dopl. rev. vyd. Praha: Vysoká škola uměleckoprůmyslová, 2009  
HÁJEK, Václav. Truhlářské práce. Praha: Grada, 1997. Profi & hobby. ISBN 80-7169-418-5.  
Dřevo od A do Z. 3. vyd. Přeložil Lumír MIKULKA. Čestlice: Rebo, 2010. ISBN 978-80-255-0389-8.  
KUKLÍK, P. Dřevěné konstrukce, 1. vydání, Česká technika – nakladatelství ČVUT, 2005, Praha, 188 stran, ISBN 80-01-03310-4  
WEINSCHENK, Susan, 100 věcí, které by měl každý designér vědět o lidech, 1. vydání, Computer Press, 2012  
NORMAN, Donald A. Design pro každý den. Praha: Dokořán, 2010. ISBN 978-80-7363-314-1.  
THOMPSON, Rob. Prototyping and low-volume production. London: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 978-0-500-28918-1.  
NEUFERT, Peter a Ludwig NEFF. Dobrý projekt – správná stavba: dům, byt, zahrada. Bratislava: Jaga, 2002. ISBN 80-88905-75-3.

Vedoucí diplomové práce: **doc. M.A. Vladimír Kovařík**  
Produktový design

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2021**  
Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2022**



---

**Mgr. Josef Kocourek, PhD.**  
děkan

**doc. M.A. Vladimír Kovařík**  
vedoucí ateliéru

Ve Zlíně dne 1. prosince 2021

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ / DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské/diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že:

- jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne: 7.4.2022 .....

Jméno a příjmení studenta: Richard Hladký .....

podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce mapuje proces vývoje turistického přístřešku, který byl posléze umístěn do české krajiny. Práce zaznamenává vývoj projektu, vytyčení si hlavních cílů, následné hledání prostředků k jejich dosažení a samotné realizace.

Výstupem diplomové práce je funkční prototyp stavby, který si klade za cíl nabídnout nejen zázemí pro krátký odpočinek, ale také poskytnout potřebné přístřeší pro bezpečné a legální přespání během vícedenního putování českou krajinou.

Klíčové slova: Útulna, Turistika, Nocování, CNC, Ekologie

## **ABSTRACT**

This diploma thesis describes the development process of a tourist shelter, which was later placed in the Czech countryside. This thesis records the development of the project, setting the main goals and finding ways to achieve them in the final implementation.

The output of the diploma thesis is a functional prototype of the building, which aims not only to offer facilities for a short rest but also to provide the necessary shelter for safe and legal overnight stay during a multi-day hike through the Czech countryside.

Keywords: Shelter, Hiking, Camping, CNC, Ecology

**Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce MgA. Vladimíru Kovaříkovi, za odborné rady, konstruktivní konzultace a pomoc se směřováním mé práce. Dále bych chtěl poděkovat opensource komunitě i zázemí rodiny a přátel, kteří k projektu přispěli radou či pomocí.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
1.1 AUTORŮV VZTAH K TÉMATU .....	10
1.2.1 Problematika české legislativy .....	11
1.2.2 Soužití s přírodou .....	11
1.2.3 Bezpečnost a ekologie .....	11
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REŠERŠE.....</b>	<b>14</b>
2.1 STÁVAJÍCÍ ŘEŠENÍ V ČR .....	14
2.2 POUŽÍVANÉ DRUHY DŘEVĚNÝCH MATERIÁLŮ .....	15
2.2.1 Smrk .....	15
2.2.2 Modřín.....	15
2.3 POUŽÍVANÉ ŘEZIVO .....	15
2.3.1 Prkna .....	15
2.3.2 Hranoly.....	16
2.3.3 Kulatiny .....	16
2.4 SESYCHÁNÍ DŘEVA .....	17
2.5 SPOJOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH PRVKŮ .....	17
2.5.1 Vyřezávané a dlabané dřevěné spoje .....	17
2.5.2 Šrouby, vratové šrouby a závitové tyče .....	17
2.5.3 Hřebíky.....	18
2.5.4 Vruty .....	18
2.6 AKTUÁLNÍ TRENDY V EKOLOGII .....	19
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>21</b>
<b>3 PROCES.....</b>	<b>22</b>
3.1 VÝVOJ PROJEKTU .....	22
3.1.1 Výběr tématu práce .....	22
3.2 VYTYČENÍ CÍLŮ .....	22
3.2.1 Stanovení hypotézy .....	22
3.2.2 Stanovení si hlavních cílů .....	22
3.2.3 Cílová skupina.....	23
3.2.4 Praktické cíle .....	23
3.2.5 Očekávaný způsob využívání.....	24
3.3 MODELÝ.....	25
3.3.1 TYPE 01.....	26
3.3.2 TYPE 02.....	27
3.3.3 TYPE 03.....	28
3.3.4 TYPE 04.....	29
3.4 SKLÁDÁNÍ PRKEN .....	29

3.5	MOŽNOST ZAKRYTÍ PLACHTOU .....	32
3.6	STAVBA FRÉZKY .....	33
3.6.1	Opensource projekt ROOT4 .....	33
3.6.2	Přínos pro projekt .....	34
3.6.3	Zaklady CNC a využití pro projekt .....	34
3.7	TECHNICKÉ EXPERIMENTY .....	34
3.7.1	Vývoj spoje .....	34
3.7.2	Zahloubení pro dopínání závitové tyče .....	38
<b>4</b>	<b>NÁVRH FINÁLNÍHO DESIGNU .....</b>	<b>39</b>
4.1	ZEMNÍ VRUTY .....	39
4.1.1	Výpočet únosnosti .....	39
4.1.2	Eliminace nerovností terénu .....	40
4.1.3	Alternativní kotvení pomocí patek .....	41
4.2	ZASAZENÍ PRKEN DO FRÉZOVANÉ DRÁŽKY .....	42
4.2.1	Vypočet maximálního průhybu prkna .....	42
4.3	MATERIÁL .....	42
4.3.1	Smrk .....	42
4.4	ZPŮSOB VÝROBY .....	43
4.4.1	CNC frézování .....	43
4.4.2	Kombinace mezi ručním a CNC frézováním .....	43
4.5	CENA .....	44
<b>III</b>	<b>REALIZACE .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>FINÁLNÍ DESIGN: .....</b>	<b>46</b>
5.1	ROZMĚRY .....	46
5.2	LAVICE .....	46
5.3	POSTEL .....	46
<b>6</b>	<b>POUŽITÉ NÁSTROJE: .....</b>	<b>49</b>
6.1	SOFTWARE .....	49
6.1.1	Blender .....	49
6.1.2	BlenderCam .....	49
6.1.3	UGS platform .....	49
6.2	HARDWARE: .....	50
6.2.1	Frézka .....	50
6.2.2	3D tiskárna .....	50
6.2.3	Ruční frézka .....	50
<b>7</b>	<b>SEZNAM DÍLŮ .....</b>	<b>51</b>
7.1	DŘEVĚNÉ DÍLY .....	51
7.2	KOVOVÉ DÍLY .....	51



<b>8</b>	<b>VÝROBA.....</b>	<b>52</b>
8.1	ZLOMENÉ VŘETENO.....	52
8.2	OPALOVÁNÍ.....	54
<b>9</b>	<b>DOPRAVA .....</b>	<b>55</b>
<b>10</b>	<b>POŽADAVKY NA STAVBU .....</b>	<b>56</b>
10.1	POTŘEBNÉ NÁSTROJE .....	56
10.1.1	Přípravek na vytyčení umístění pro zemní vruty .....	56
10.1.2	Vodováha .....	56
10.1.3	10 mm tyč.....	56
10.1.4	19 mm nástrčný klíč .....	56
10.1.5	2×19 mm otevřený klíč .....	56
10.1.6	Kladivo .....	56
10.2	ČASOVÉ A PERSONÁLNÍ POŽADAVKY NA STAVBU .....	56
<b>11</b>	<b>POSTUP SKLÁDÁNÍ.....</b>	<b>57</b>
<b>12</b>	<b>PREZENTACE.....</b>	<b>59</b>
<b>13</b>	<b>OČEKÁVANÁ ŽIVOTNOST .....</b>	<b>60</b>
13.1	OPRAVITELNOST .....	60
13.2	ŽIVOT PO ŽIVOTĚ.....	60
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>66</b>

## ÚVOD

### 1.1 Autorův vztah k tématu

Rád chodím trávit čas do přírody. Nabízí mi prostor pro aktivní odpočinek. Kontrast ke shonu každodenního života ve městě. Místo, kde se mohu jen v klidu usadit, pozorovat pomalý život krajiny a utřídit své roztěkané myšlenky. Někdy nemám mnoho času, a proto vyrazím do lesa jen na chvíli, třeba se jenom proběhnout. Občas mám však náladu vyrazit do přírody na delší dobu. Sbalit batoh a zmizet pryč na několik dnů. Nechat se pohltit prostředím nejenom ve dne, ale taktéž i v noci. Ze své zkušenosti však vím, jak je legislativa v ČR v otázce nocování v přírodě nejednoznačná a limitující. Jak se často při plánování přenocování pohybujeme na hraně zákona i jaké komplikace přináší déšť do víkendových pochodů. Nejednou jsem byl například nucen vyhledat nouzové přístřeší např. v seníku.

Prostřednictvím tohoto projektu bych chtěl nabídnout své znalosti, které jsem získal studiem produktového designu, během kterého jsem se zaměřoval na technologie. Taktéž bych chtěl využít své dlouholeté zkušenosti s tábořením, kterému se učím prostřednictvím aktivního členství ve skautském hnutí. Zužítkovat postřehy, které jsem si odnesl z svých cest po skandinávských zemích, které jsou právem považované za velmi spjaté s přírodou.

Rozhodl jsem se proto jako téma své diplomové práce zpracovat návrh malého přístřešku, Ten poskytne prostor pro odpočinek lidem, kteří stejně jako já hledají místo v přírodě, kde by se mohli na pár okamžiků zastavit. Zároveň bude poskytovat potřebné zázemí pro osoby, které se rozhodnout vyrazit do přírody na více dní s úmyslem přenocování.

## 1.2 Cíle projektu

### 1.2.1 Problematika české legislativy

Aktuální stav české legislativy ohledně nocování v přírodě je značně nejednoznačný. „Pojem „táboření“ nemá v českém právním řádu žádnou legální definici, ačkoliv je užíván v právních předpisech.“ [1]

Jako zdroj pro tuto problematiku mi posloužil článek ing. Jana Pejcha. [2] Autor zde píše, že jednoznačné upřesnění pojmu táboření v lese přinesl až verdikt Pražského městského soudu v roce 2010. Ten projednával stížnost ekologického aktivisty na základě čehož byl nově definovaný pojem „bivakování“, který je odlišen od táboření tím, že nocležník nestaví žádné přístřeší a nerozdělává oheň. Pejcha závěrem shrnuje, že táboření není běžně povolené v lesích ani zvláště chráněných územích. Bivakovat v lesích zákon nezakazuje. V některých konkrétních oblastech zvláště chráněných území je však zakázáno přímo skrze návštěvní řád. V ostatních případech zde zakázané není, ale je často omezené zákazem scházení mimo značené trasy. [2] Běžným řešením tohoto problému, se kterým se osobně setkávám během svého pobytu v krajině je využívání početných altánků a turistických odpočívadel k nutnému přenocování. Komplikací však je, že většina těchto staveb k tomuto účelu není uzpůsobená a neposkytují vhodnou ochranu před povětrnostními podmínkami. Taktéž trpí absencí vhodné rovné plochy. Lavice zde bývají zpravidla pro pohodlný spánek příliš úzké a jediné možné místo poskytuje stůl. Zákon tuto praxi nijak nezakazuje. Výjimečně se můžeme setkat s omezením například v návštěvním řádu NP . [2]

### 1.2.2 Soužití s přírodou

Mým cílem je navrhnout stavbu tak, aby poskytovala lepší zázemí turistům, zejména těm, kteří vyrazí na výlet se záměrem přenocování. Mou snahou je pozvednout uživatelský zážitek z pobytu v české přírodě. Tak, aby se zde lidé cítili příjemně a bezpečně a rádi se zde opět vraceli.

### 1.2.3 Bezpečnost a ekologie

Při tvorbě projektu jsem bral ohled na ekologický rozměr stavby. Jako hlavní stavební materiál využívám smrkové desky a trámky, které jsem pro prodloužení životnosti ošetřil opálením. Absence chemických konzervantů značně snižuje ekologickou zátěž a taktéž významně usnadňuje recyklaci. Doplnkovým materiálem jsem zvolil zároveň pozinkovanou

ocel, která je využita na spojovací díly. Tyto kovové díly jsou plně recyklovatelné a lze je po konci životnosti odnést k dalšímu zpracování. Tato volba materiálů a technologií zajišťuje bezpečný rozklad stavby, která po sobě nezanechá nebezpečný odpad.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 2 REŠERŠE

### 2.1 Stávající řešení v ČR

V rámci rešerše českých útulen jsem použil data z webového portálu [WWW.BOUDY.INFO](http://WWW.BOUDY.INFO). Jako referenční vzorek jsem si vybral 12 útulen z různých lokalit české přírody. Pokusil jsem se najít útulny nejbližší k mému tématu. Sestavil jsem si parametry, které jsou při návrhu mého projektu důležité: dostupnost (jestli bylo možné pro stavbu přijet vozidlem), existence vnějšího ohniště, prostor pro sezení/spaní, kapacita a vybavení nacházející se uvnitř útulen. Ke každé útulně jsem tyto informace dohledal a posléze jako celek vyhodnotil.

#### Výsledky analýzy s mým komentářem:

- a) 8 dosažitelných autem / 4 dosažitelné pěšky - materiál je možné přepravovat autem.
- b) U poloviny útulen se nachází připravené venkovní ohniště - s venkovním ohništěm budu počítat.
- c) Polovina má lavičky na sezení / spaní - já navrhuji spaní na slaměných balících.
- d) Jen jedna má uvnitř kamna - nechci komplikovat svůj design kamny.
- e) Jen jedna má uvnitř nějaké vybavení (nouzové potraviny, nářadí apod.) - Není nutné, aby moje cílová skupina (české hory) měla vybavení, žádné reálné nebezpečí nehrozí.
- f) Průměrná kapacita: 5,5 osob - chci navrhovat pro 4 osoby. (2 páry nebo rodina s maximálně 3 dětmi).
- g) Tři útulny mají dobrý stůl - V mém návrhu jsem se stolem nepočítal, přehodnotit.

Podobně jsem ještě zpracoval analýzu zahraničních útulen. Primárně ze skandinávských krajín, Islandu a Alp. Zde jsem zpracoval informace méně podrobně a zaměřil jsem se především na odlišnosti dané kulturou a jiným prostředím.

## 2.2 Používané druhy dřevěných materiálů

### 2.2.1 Smrk

Jedná se o měkké dřevo jehličnanu. Jeho dřevo je lehce nažloutlé a ve své struktuře má menší suky. „*Jeho dřevo je lehké, pevné a pružné. Obtížně se však impregnuje.*“ [3] Tento materiál je hojně využívaný ve stavebnictví i výrobě nábytku. Díky nízké ceně je s oblibou využíván jako dostupný materiál.

### 2.2.2 Modřín

Velmi vhodným druhem dřeva pro venkovní stavby je modřín. Jeho dřevo se řadí mezi středně tvrdé. „*Vzhledem k odolnosti vůči vodě se jedná o ideální materiál pro venkovní stavby... Jakmile toto dřevo vyschne, je odolné vůči působení vlhkosti a nenapadají je ani škůdci.*“ [4] Modřínové řezivo je však výrazně dražší. Běžná cena oproti smrku je přibližně dvojnásobná.

## 2.3 Používané řezivo

### 2.3.1 Prkna

„*Prkna jsou řezané dřevo, jehož tloušťka je nejméně 8 mm a nepřesahuje 40 mm.*“ [4] Jedná se hojně využívaný materiál. Zejména při konstrukci stěn i obložení.



Obrázek 1 – Lesní bouda využívající prkna.

### 2.3.2 Hranoly

Využívají se především na nosné konstrukce, ale je možné je využívat taktéž při tvorbě stěny, nebo podlahy.



Obrázek 2 - Bývalá zemědělská stavba využívající hranoly

### 2.3.3 Kulatiny

Využívají se pro nosné konstrukce. Při výrobě kulatin vzniká jen minimum odpadů. Spojují se zpravidla vyřezávanými spoji. Na fotce je vyobrazený nejčastěji využívaný roubený spoj.



Obrázek 3 – Detail starého dřevorubeckého srub



## 2.4 Sesychání dřeva

Dřevo je přírodní materiál reagující na vlhkost prostředí, jemuž je vystaven. Při vyšší vlhkosti dřeva materiál bobtná a nabírá na objemu. Naopak při vysoušení se objem dřeva snižuje. Tento jev způsobuje problémy při užití dřeva jako konstrukčního prvku a je potřeba jej zohlednit již při návrhu stavby. Nejčastější problémy jsou kroucení jednotlivých dílů a jejich ohýbání. Objemnější kusy dřeva, jakými jsou například trámy, jsou náchylné na tvorbu rozměrných prasklin. Jelikož není dřevo homogenní materiál, tak nedochází ke změnám v objemu symetricky, ale jsou závislé na orientaci a struktuře dřeva v jednotlivých komponentech. *„Změna objemu je důsledkem lineárních změn probíhajících ve třech směrech: podélném, tangenciálním a radiálním. Vzhledem k anizotropnímu charakteru dřeva probíhá změna v každém směru jinak. Dřevo se jen málo mění v podélném směru, tedy ve směru orientace většiny buněk. Díky tomu nemusíme tuto změnu (o hodnotě přibližně 0,1 %) brát vůbec v úvahu. Změna v radiálním směru se naproti tomu pohybuje již v rozpětí 2-4 % a v tangenciálním směru dosahuje obvykle jeden a půl- až dvojnásobku velikosti změny ve směru radiálním.“* [4]

## 2.5 Spojování dřevěných prvků

### 2.5.1 Vyřezávané a dlabané dřevěné spoje

Tyto spoje jsou velmi odolné. Jsou však náročnější na výrobu. Mohou být zpevněny některými z kovových prvků zmíněných níže, nebo dřevěnými kolíky. *„Jednotlivé součásti a dílce musí být sestrojeny tak, aby objemové změny tvarů vznikající sesycháním a borcením dřeva byly co nejmenší. Ve spojích nesmějí být součásti příliš ztenčeny různými zářezy nebo hlubokým vybráním.“* [3]

### 2.5.2 Šrouby, vratové šrouby a závitové tyče

Jsou vhodné na namáhané nebo rozebíratelné spoje. Umožňují pozdější dotáhnutí po seschnutí dřeva. V současnosti stále více využívaný moderní způsob. *„Vratové šrouby se používají často k vytvoření pevného spoje mezi středně velkými a velkými kusy. Mají vypouklou hlavičku, na kterou navazuje čtverhranný dřík, jenž se zatlačí do dřeva a zabraňuje tak protočení šroubu během dotahování matice.“* [4]



Obrázek 4 – Detail zakončení závitové tyče na rozhledně

### 2.5.3 Hřebíky

*„Hřebíky slouží k jednoduchému spojování dřeva a někdy jako pomocný prostředek k vyvinutí potřebného tlaku. Aby byl spoj pevný, musí být zajištěn i vhodným druhem a přiměřeným počtem hřebíků.“ [3] Pokud to aplikace vyžaduje, je vhodnější zvolit odolnější způsob spojení. „Namísto zatloukání hřebíků v pravém úhlu ke spojovanému materiálu, jsou hřebíky zatloukány šikmo proti sobě. Tím vytvářejí dostatečně pevná spojení.“ [4]*

### 2.5.4 Vrutý

Vrutý jsou v moderní době jeden z nejčastějších způsob spojování dřevěných dílů. Jejich použití je rychlé a nevyžaduje dlouhou přípravu. Tyto spoje jsou velmi odolné a zároveň levné. Ve velké míře nahrazují hřebíky, oproti nimž mají výhodu větší nosnosti v tahu a možné rozebíratelnosti.



Obrázek 5 – Detail konstrukce rozhledny

## 2.6 Aktuální trendy v ekologii

Určitý směr vývoje designu, jenž můžeme pozorovat do dnešních dnů, přinesl v polovině minulého století rozšíření skandinávské moderny. Ta je charakteristická svou oblibou a úctou k přírodním materiálům jako je dřevo – hlavně bříza, buk a teak. [5]

V současnosti začínají být spotřebitelé taky velmi senzitivní na složení produktů. Stále více se diskutují otázky ohledně zdravotní nezávadnosti jednotlivých materiálů, nahrazování chemikálií přírodními alternativami. Dochází k uvědomení, že každý výrobek se jednou stane odpadem. *„Odpad nebezpečný pro lidské zdraví je definován jako odpad, který vykazuje nejméně jednu z následujících vlastností: vysokou akutní toxicitu; závažný nezvratný pozdní účinek; závažný místní žíravý účinek. ...Ideální by bylo, kdybychom hospodaření lidské společnosti dokázali přiblížit tomu, jak funguje příroda. V ekosystémech nevzniká žádný odpad, látky kolují v cyklech (např. koloběh uhlíku, dusíku atd.) a jedině část energie (jejímž zdrojem je sluneční záření) se nevratně ztrácí ve formě odpadního tepla. Odpad můžeme definovat jako jakýkoliv měřitelný výstup, který nevytváří hodnotu pro spotřebitele.“* [6]

Do návrhu produktů si také opět hledá cestu opravitelnost. Tu, kterou rozvoj průmyslu masovou výrobu odsunula na druhou kolej. *„Možnost efektivně a účinně udržovat a opravovat výrobky bez zatěžování životního prostředí je nezbytným faktorem, který je potřeba brát ve stále širším měřítku v úvahu.“* [7]

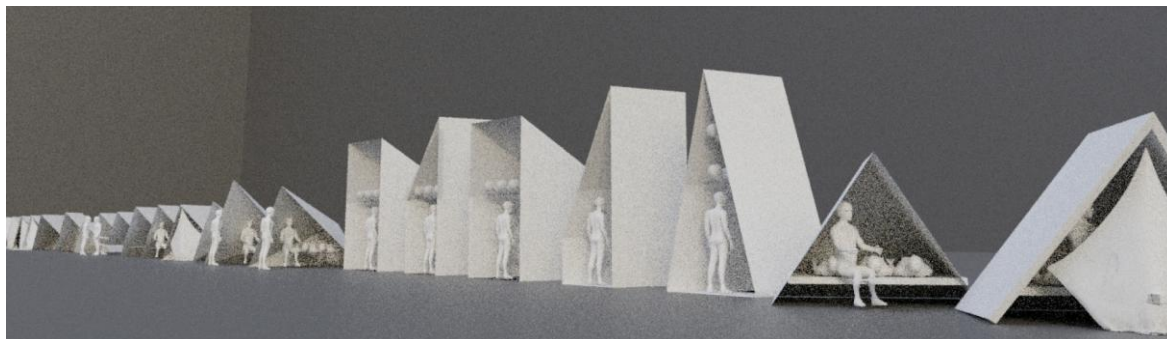
## **2.7 Materiální a technologické možnosti dnešní doby**

Žijeme v digitální době. Do každého aspektu výroby se začíná plížit automatizace a robotizace. Tyto nové technologie umožňují zkvalitnit výrobu nejen po stránce ekonomické, ale mají potenciál snížit i ekologickou zátěž. *„V posledních letech dochází v prudkém vývoji CAD a AM technologií. Je pravděpodobné, že hi-end stroje budou i nadále zvyšovat kvalitu. Budou rychlejší, přesnější, spotřebují méně energie a musí být schopny pracovat se širší škálou materiálů. Low-end zařízení se budou vyvíjet tak, aby byly možné vyrobit vysoce přesné prototypy i díly, které nevyžadují žádné post-procesní úpravy.“* [8]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 3 PROCES

### 3.1 Vývoj projektu



Obrázek 6 – Postupný vývoj projektu

#### 3.1.1 Výběr tématu práce

Na počátku mého projektu stála touha pracovat s dřevěnou konstrukcí a přesahem do architektury. Původně jsem si jako téma plánoval zvolit nízkonákladové bydlení pro mladý pár. Během prvního semestru magisterského studia jsem téma korigoval na základě ateliérových konzultací a připomínek vedoucího práce. Při obhajobách na konci semestru jsem již prezentoval koncept útulny do českých lesů. (viz. TYPE 01 níže), jež se stal výchozím bodem pro další vývoj projektu.

### 3.2 Vytyčení cílů

#### 3.2.1 Stanovení hypotézy

Druhý semestr magisterského studia jsem se zúčastnil jednoho semestru programu ERASMUS na Vilnius Academy of Arts v Litvě. Kvůli pandemii COVID19 jsem se nakonec celé výuky zúčastnil online ze Zlína. Během tohoto období jsem konzultoval vývoj Gintarė Černiauskaitė, kdy jsem s její pomocí sestavil svoji hypotézu:

*„Malý, cenově dostupný přístřešek by zlepšil uživatelský zážitek turistů z pobytu v české přírodě a horách.“*

#### 3.2.2 Stanovení si hlavních cílů

V návaznosti na hypotézu jsem si vytyčil následující cíle. Nutno podotknout, že ačkoliv jsem z nich nadále vycházel, později je bylo zapotřebí přehodnotit a upravit. Snížil jsem cenu a kapacitu přístřešku.

- Vytvořit malou chatku pro 4 osoby na jednu noc.
- Nabídnout klidné a pohodlné místo k odpočinku během dne.
- Navrhnout tuto stavbu levně, do 250 000 Kč, pro lepší finanční dostupnost.
- Podpořit vnímání okolního prostředí skrze design a umístění přístřešku.

### 3.2.3 Cílová skupina

Dále jsem se pokusil definovat svou cílovou skupinu. Rozdělil jsem ji do dvou kategorií a specifikoval, jaký od útulny očekávají uživatelský zážitek:

**Denní turisté** - Skupina lidí, kteří jen krátkodobě výletují.

Potřebují si jen sednout na místo chráněné před větrem a deštěm, aby si dali svačinu a odpočinuli si.

Očekávají: Krásné čisté místo, kde se chtějí zastavit, posedět a odpočinout si.

**Vícedenní poutníci** – plánují túru na víkend. Pravděpodobně již vědí o chatkách a plánují zde přespat.

Potřebují místo na spaní chráněné před deštěm i větrem. Taktéž prostor pro uložení batohů (ochrana před krádeží) a místo, kde si připraví večeři a snídani.

Očekávají: Klidné místo s pocitem soukromí a bezpečí.

### 3.2.4 Praktické cíle

Na základě toho jsem se pokusil sestavit praktické cíle. Jedná se o seznam atribut, která by měla budoucí útulna mít, aby naplnila výše zmíněné cíle. Rozdělil jsem je do třech kategorií (i tyto cíle prošly později redukcí):

#### **Bezpečnost**

- Chráněné úložiště dřeva - s rozpoznatelnou značkou ideálního množství
- Sklad pro nouzové potraviny a vybavení
- Místo na spaní pro případ kdy se sejde více nocležníků, než je základní kapacita - možnost rozšíření (např. připojením plachty).

#### **Praktické užití**

- Stůl pro přípravu jídla a stravování

- Posezení pro 4+ osoby
- Možnost umístění odpadkových košů (větší provoz v ČR)

### **Zážitek**

- Využití konstrukce pro lepší vnímání z okolního prostředí (rozhledna, veranda, průhledná střecha)
- Historický kontext - materiál, tvarování, začlenění historického atributu

### **3.2.5 Očekávaný způsob využívání**

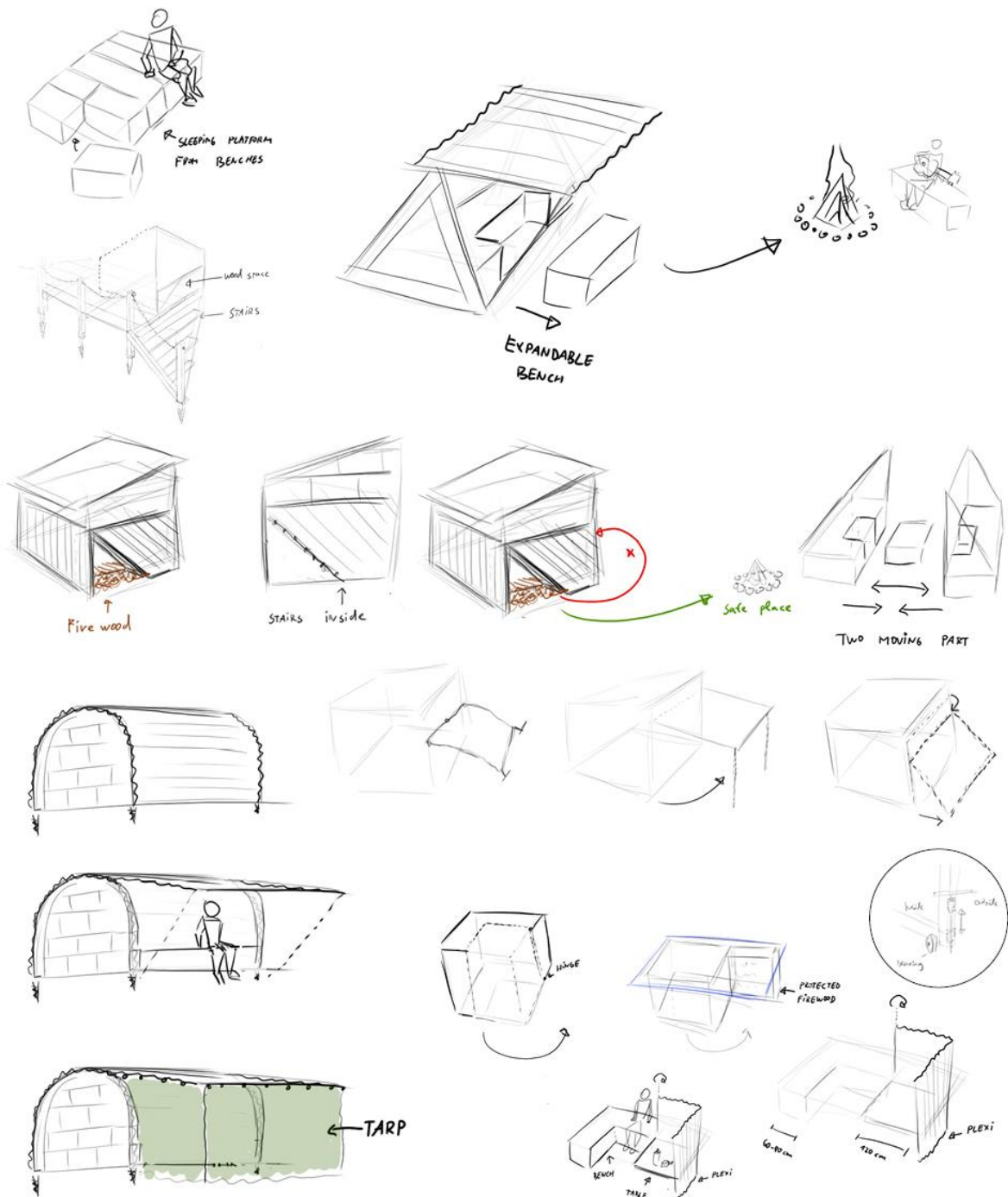
Abych si mohl lépe představit potřebné atributy přístřešku, pokusil jsem se navrhnout modelovou situaci použití přístřešku uživatelem:

Pár v mladším středním věku se rozhodne vyjet následující víkend do přírody. Rozhodnou se, která přírodní lokalita je láká k navštívení. Po výběru lokality si zjistí bližší informace na turistických portálech, kde objeví informaci, že se zde nachází útulna s možností přespání. Rozhodnou se proto vyrazit na dva dny a naplánují trasu s přenocováním v této útulně. V sobotu ráno se přesunou pomocí hromadné dopravy na začátek trasy. Předpověď hlásí k pozdnímu odpoledni příchod srážek, proto po přestávce na oběd zrychlují tempo. Déšť je zastihne ještě na cestě. Po příchodu k útulně si odloží batohy dovnitř, krátce povečeří na lavičce, na suché platformě rozloží spaní a pláštěnky zavěsí do vchodu. Ráno uvaří kávu z dózy, kterou pro kolemjdoucí zanechali předchozí návštěvníci, sbalí věci, odpadky a odpočatí pokračují v dokončení trasy.



### 3.3 Modely

Dále jsem v procesu pokračoval brainstormingem, během kterého jsem vytvořil větší množství nápadů. Vybral jsem postupně tři nejperspektivnější a ty jsem vyrobil v malém modelu. Pro výrobu těchto rychlých modelů se mi osvědčila kombinace 3D tisku a vlnité lepenky.



Obrázek 7 - Digitální skici nápadů

### 3.3.1 TYPE 01

První koncept s pracovním názvem „Seník“ jsem vytvořil na konci zimního semestru 2019, ještě před stanovením hypotézy praktických cílů projektu. Nicméně již zde jsem nastínil směr, kterým jsem dále práci rozvíjel. V konceptu jsem představil menší útulnu, vertikálně rozdělenou na dvě patra. Nižší patro je tvořené konstrukcí z dřevěných trámů, šikmo překrytou prkny. Po obvodu je umístěných několik slaměných balíků, tvořící prostor pro sezení. Žebříkem je dostupné druhé patro seskládané z balíků slámy, kde je prostor pro nocování až pro čtyři osoby. Proti dešti stavbu chrání střecha z trapézového polykarbonátu, který prosvětluje vrchní patro a navozuje propojení s noční oblohou. Tento koncept vznikl jen v digitálním prostoru, bez fyzického modelu.



Obrázek 8 – TYPE 01 „Seník“

### 3.3.2 TYPE 02

Na základě hypotézy a praktických cílů jsem ve druhém semestru studia vytvořil nový koncept. Na původní návrh navazoval využitím polykarbonátu. Přístřešek jsem navrhl výrazně menší. Je také rozdělen do dvou částí. Dřevěná část je pevně spojena se zemí a nachází se zde trojúhelníková lavice. Druhou část tvoří křídlo s ocelovou konstrukcí zakrytou polykarbonátem. Tuto část je možné přes pant zavřít k dřevěné a přístřešek tak uzavřít např. proti dešti. Součástí stavby jsou dvě trojúhelníkové lavičky, se kterými lze manipulovat pro přizpůsobení prostoru návštěvníkům, nebo je přenést k případnému ohništi. Na noc je vhodné je přisunout dovnitř, kde dotvoří ložnou plochu o rozměrech přibližně 2×2 metry. Pod lavičky je možné na noc uschovat zavazadla, kde jsou chráněná proti dešti. V dřevěné části je víkem zakryt menší úložný prostor, kde je možné uschovat pro budoucí návštěvníky např. konzervy pro případ nouze. Z vnější strany je také přístupný prostor, který by bylo možné využívat ke krytému skladování dřeva na otop. Přístřešek je pro jednodušší otevírání a manipulaci s lavičkami umístěn na vyvýšené dřevěné platformě.



Obrázek 9 – TYPE 02

### 3.3.3 TYPE 03

Tento design jsem vytvořil jako alternativu k variantě TYPE 02. S touto variantou sdílí vyjímatelnou lavici a využití polykarbonátu. Přístřešek jsem zmenšil a zjednodušil konstrukci a otevírání. Vrátil jsem do designu balíky slámy, které opět tvoří sedací prvek. Z vnější strany je zde také dostupný prostor na uložení dřeva, na který zevnitř navazuje polička.



Obrázek 10 – TYPE 03

### 3.3.4 TYPE 04

Po návratu z Erasmu jsem prokonzultoval dosavadní posun s vedoucím práce a začal jsem pracovat na finální verzi. Zde jsem se již soustředil na praktické detaily stavby a optimalizaci ceny. Pokusil jsem se minimalizovat množství stavebního materiálu. Z návrhu jsem odebral veškeré pohyblivé prvky. Pro zlepšení ekologického aspektu jsem nahradil polykarbonát dřevěnými prkny. Postupně jsem zjednodušil konstrukci a definitivně jsem se rozhodl pro výrobu na CNC frézce, čemuž jsem uzpůsobil konstrukci přístřešku. Tento model se stal základem pro výrobu prototypu.



Obrázek 11 – TYPE 04

## 3.4 Skládání prken

Jelikož jsem z návrhu odebral vlnitý polykarbonát, musel jsem hledat další způsoby jak zajistit nepromokavost přístřešku a odolnost proti zatékání vody.

Během léta 2021, které jsem strávil v norském Oslu jsem nedaleko kopce Vettakollen objevil netradiční řešení turistického přístřešku. Stavbu navrhlo známé norské studio Snøhetta a byl postaven v roce 2011. Princip jeho konstrukce byl do jisté míry podobný se způsobu, který jsem plánoval využít. Dřevostavba s masivním rámem z dřevěných trámů

byla stažená závitovými tyčemi. Plášť stavby tvořily dřevěné prkna šroubovaná do rámu pomocí vrutů. Taktéž střecha byla složená pouze z prken. Co mne ale zaujalo, byl způsob provedení. Sklon střechy byl pouhých 10°. Prkna byly orientované podélně ke sklonu střechy. Voda tak při zdejších častých deštích stéká po celé délce prken. Aby nezatékala dovnitř mezi prkny, tak byly na okrajích spodní řady krytiny vyfrézované drážky, které zatékající vodu zachytily a svedly jí dolů po spádu. Je zřejmé, že toto řešení není stoprocentně nepropustné a malé množství vody, obzvláště při silnějším bočním větru, může mezi prkny zatéci dovnitř. Stavba nemá uzavřenou konstrukci. Proto voda, která proteče dovnitř, může dále volně odtéci mezi prkny tvořící platformu pro sezení, potenciální spaní. V žádné části se tak nedrží vlhkost a prkna po dešti opět vyschnou. Stavba byla po více než devíti letech používání stále ve velmi dobrém stavu, navzdory tomu, že roční úhrn srážek je zde výrazně vyšší než České republice. [9] [10]

Jelikož se jedná o turistický přístřešek, je toto drobné množství vody přípustné a nebrání jeho použití jako krytu před deštěm.

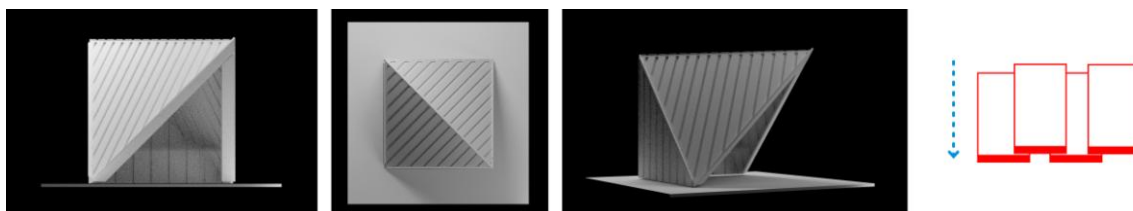


Obrázek 12 – Detail drážky řešení prken přístřešku od Snøhetty

Toto řešení mě inspirovalo k hledání podobné cesty při konstrukci mého přístřešku. Velkou výhodou tohoto řešení je především eliminace těsnících prvků, které jsou z principu fungování většinou vyrobené ze syntetických materiálů a narušovaly by tak ekologický aspekt projektu. Taktéž jsem viděl potenciál v nižší ceně i jednodušší stavbě.

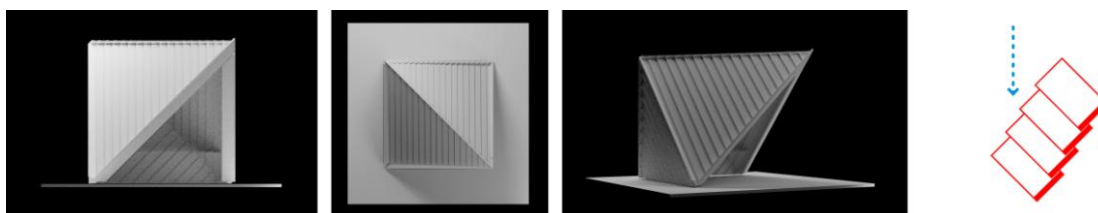
Zaměřil jsem se proto na možnosti vhodného skládání prken, které by pouze sklonem a způsobem jejich napojení zajistilo dostatečnou odolnost proti dešti a zatékání.

Zpracoval jsem návrh konstrukce podélných prken pro tehdy nejnovější design přístřešku. (Tento design není vyobrazený v kapitole Modely, jelikož se jednalo o pracovní verzi a nevznikl v reálném modelu.) Výsledek je vyobrazený na obr. 13.



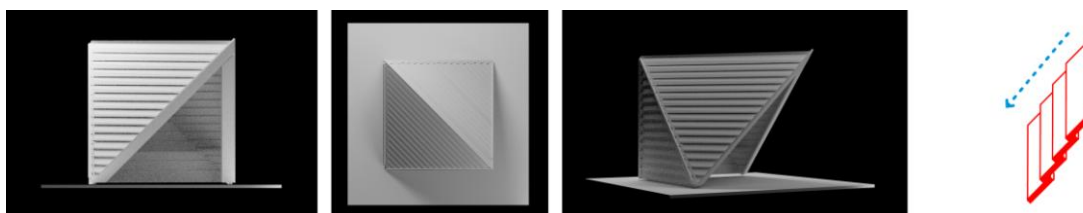
Obrázek 13 – Vertikální orientace prken

Dále jsem zpracoval variantu, s prkny orientovanými šikmo na sklon střechy, kdy kopírují geometrický tvar přístřeší a vytváří zajímavou optickou strukturu stavby.



Obrázek 14 – Šikmá orientace prken

Nakonec jsem vizualizoval variantu s horizontálním uložením prken. Oproti první variantě je jednodušší na výrobu, jelikož odpadávají komplikace s frézováním podélných drážek. Oproti druhé variantě mě přijde méně opticky atraktivní, ale při stejném sklonu má značně menší riziko zatékání. Jelikož jsem posléze rozpracovával návrhy designu vedoucí k TYPE 04, kde operují se sklonem střechy přibližně 30° jsem se rozhodl využít toto horizontální uložení prken.



Obrázek 15 - Horizontální orientace prken

### 3.5 Možnost zakrytí plachtou

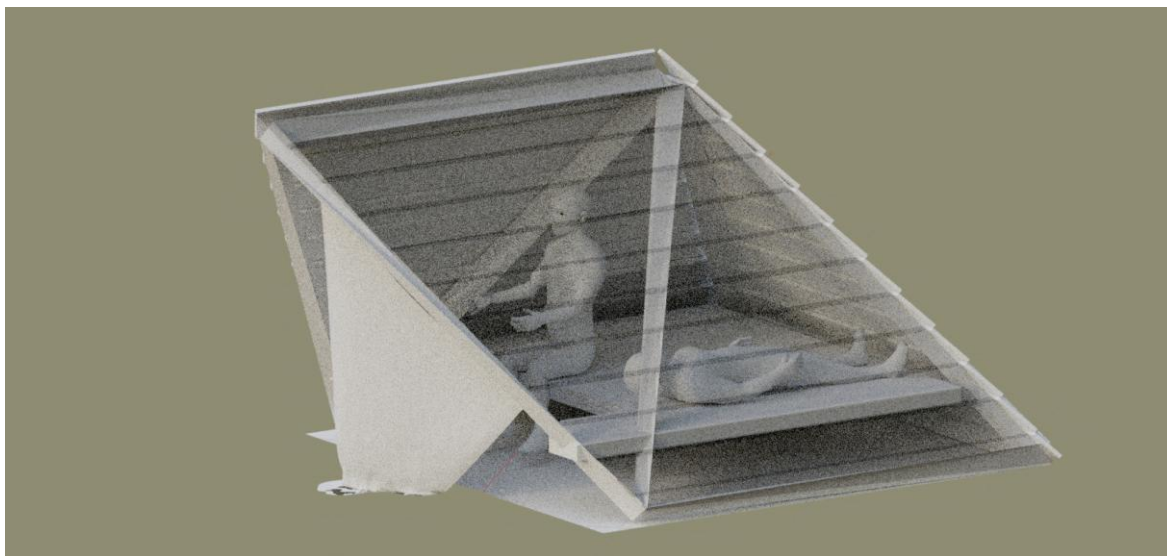


Obrázek 16 – Detail mechanismu zavěšení dveří

V projektu jsem původně zvažoval možnosti zavírání vstupního otvoru nějakou formou dveří. Inspiroval jsem se jednoduchým řešením, na které jsem narazil během Erasmu v severním Finsku. Dvě křídla posuvných dveří včetně celého mechanismu jsou tvořeny dřevěnými prkny spojenými hřebíky. Princip konstrukce nevyžaduje pojezdy, ani jiné pohyblivé prvky. Dveře jsou jen vlastní vahou zavěšené na horizontálním prkno a po jejich nadlehčení je lze s trochou námahy odsunout stranou a otevřít tak vstup do budovy. Toto řešení je velmi jednoduché, není náročné na přesnost a u všech staveb, u kterých jsem na něj narazil, fungovalo spolehlivě. Z důvodu snahy zjednodušit konstrukci mého projektu na nezbytné minimum jsem od tohoto návrhu později upustil a navrhl nové řešení, kde si



nocležník může vstupní otvor zakrýt vlastní plachtou. Tato varianta je zobrazena na obrázku č. 17. Konstrukci jsem tvarem optimalizoval pro umístění pravoúhlé plachty o rozměru min. 2×2 metry. Je zde možné upevnit i plachtu větší, přebytečná část bude volně ležet na zemi. Zároveň ji je možné zajistit proti pohybu ve větru závažím. Rám zde obsahuje montážní prvky pro její snadné uchycení. Toto řešení jsem dále rozvíjel a navázal na něj ve finální realizaci, která využívá obdobného principu.



Obrázek 17 – Vizualizace s upevněnou plachtou

## 3.6 Stavba frézky

### 3.6.1 Opensource projekt ROOT4

Pro svůj projekt jsem postavil CNC frézku, na které bych mohl obrábět jednotlivé díly stavby. Rozhodl jsem se pro opensource projekt ROOT4, který je dostupný na adrese: [WWW.ROOTCNC.COM/ROOT-4/](http://WWW.ROOTCNC.COM/ROOT-4/). Autor Pete Newbery zde zveřejnil plány a dokumentaci pro výrobu tříosé CNC frézky. Pro stavbu využívá typizovaný dostupný materiál, jako jsou typové ocelové profily, metrické spojovací prvky a stavební překližky. Spojovací prvky a speciální díly navrhl pro tisk na běžné FDM 3D tiskárně. Konstrukci jsem uzpůsobil pro svou aplikaci. Zvětšil jsem rozměry, začlenil jsem frézovací stůl do konstrukce stroje a zaměnil jsem navržené kuličkové šrouby za levnější trapézové závitové tyče. Stroj jsem sestavil během léta 2021 a před začátkem zimního semestru jsem jej odzkoušel a vyladil s uspokojivým výsledkem.

### 3.6.2 Přínos pro projekt

Vlastnictví CNC frézy mi umožnilo se zaměřit na nové aspekty designu. V první řadě jsem mohl navrhovat spoje, které by byly ruční výrobou jen velice obtížně vyrobitelné. Taktéž jsem se mohl spolehnout na přesnou strojovou výrobu. „*Nasazení automatizace omezuje, případně vylučuje vliv lidského faktoru na kvalitu výroby.*“ [11] Potenciální výhodou taktéž je, že je produkt do budoucna replikovatelný a mohu tak vyrobit další kusy.

### 3.6.3 Zaklady CNC a využití pro projekt

ROOT4 se skládá z upínacího stolu, kde lze do závitových vložek pomocí šroubů upnout materiál určený pro obrábění. Zachoval jsem původní výhodu a navrhl stůl tak, aby mohl materiál ve směru osy Y přesahovat na obě strany mimo stůl. To mi umožnilo opravovat delší díly než je aktivní plocha stroje. Nad stolem se na pojezdech pomocí krokových motorů pohybuje frézovací vřeteno. Maximální aktivní plocha mého stroje je  $X=1690\text{mm}$   $Y=1690\text{mm}$   $Z=140\text{mm}$ .

Během léta 2021 jsem testoval možnosti stroje a ladil maximální rychlosti frézování. Zjistil jsem, že použití slabších krokových motorů limituje můj stroj na maximální rychlost posuvu  $1000\text{ mm/min}$ , tento problém se mi nepodařilo lépe vyřešit. Taktéž mě značně omezovalo použité sklícidlo ER11 s maximálním upínacím průměrem nástroje  $7\text{ mm}$ . Nemohl jsem tak využívat frézy větších průměrů. Po důsledném hledání jsem objevil obchod nabízející běžně nevyráběnou vložku do sklícidla pro upínání dříků o průměru  $8\text{ mm}$ . Objednal jsem ji a během testů se mi velmi osvědčila, především na úběr velkého množství materiálu ze záhlubní a větších drážek.

## 3.7 Technické experimenty

### 3.7.1 Vývoj spoje

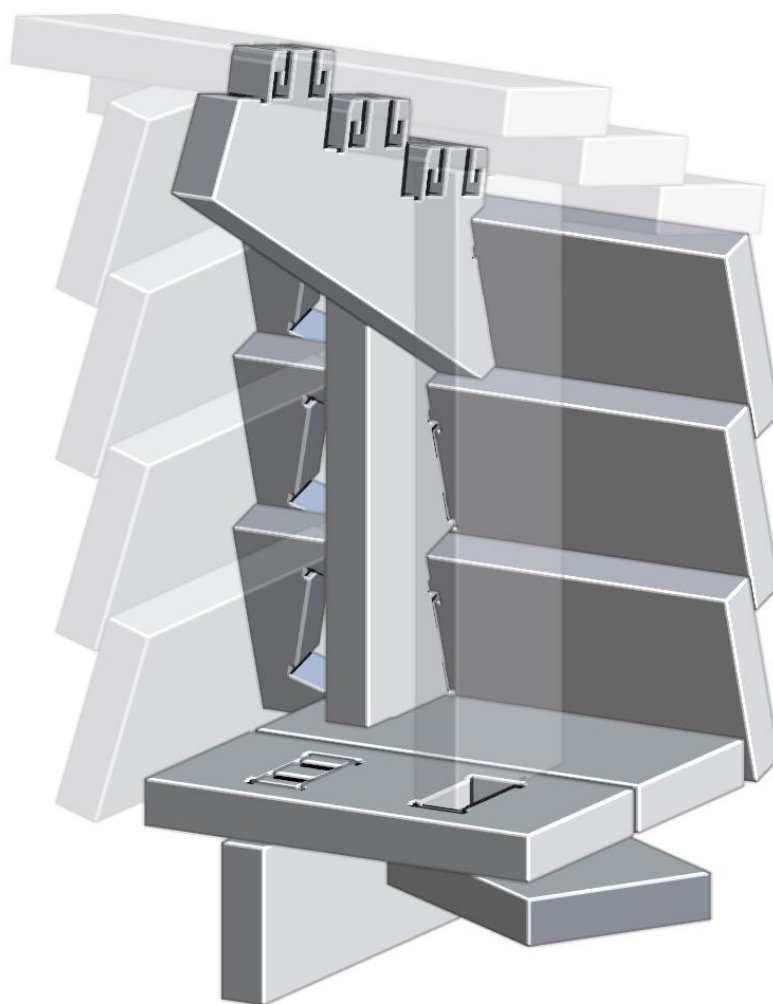
Výroba pomocí CNC technologie mi umožnila věnovat pozornost dřevěným spojům. Rozhodl jsem se minimalizovat množství kovových spojovacích elementů na nezbytné minimum. Vyfrézoval jsem několik materiálových zkoušek, během kterých jsem otestoval různé principy spojování prken a trámků.

Původně jsem v designu zamýšlel použít kolmý spoj s klínky. Pevnost spoje byla pro můj účel dostatečná. Významnou výhodou této varianty je spojování prken kolmo (během materiálových zkoušek jsem otestoval i možnost spojování prken pod úhlem

s uspokojivým výsledkem). Celou konstrukci by tak bylo možné složit z prken a nemusel bych využívat trámký, čímž by došlo k další redukci ceny a sjednocení materiálu. Během zkušební aplikace této varianty jsem ale spočítal, že bych potřeboval využít téměř 200 spojů. Čas frézování jednoho spoje byl během zkoušek přibližně 10 minut. Mohl bych jej pravděpodobně snížit, nicméně výroba by stále trvala značnou dobu. Taktéž jsem zvažoval nemožnost demontace spoje a z toho plynoucí absence možnosti opravy. Původně jsem se totiž zaměřoval na nerozebíratelnost stavby, jelikož jsem si během ateliérových konzultací s vedoucím práce uvědomil, že vše co může být z přístřešku demontováno z něj bude demontováno a navíc pravděpodobně také spáleno.

Významným rizikem se během testů ukázaly poměrně jemné detaily, které byly náchylné na ulomení jak během frézování, tak během následné manipulace. Po zvážení všech výhod a nedostatků jsem se rozhodl od tohoto typu spoje upustit.

Navrhl jsem nové řešení, kde je do dřevěného trámku vyfrézovaná drážka. Do této drážky jsou pak zasazena jednotlivá prkna. Cílem tohoto řešení bylo odstranit jemné detaily a zajistit větší životnost. Rovněž je tento způsob při správném použití jednodušší na složení a není tolik náchylný na přesnost. Pro otestování tohoto spoje jsem vyrobil zmenšený model stěny o rozměrech cca 100×50 cm. Zde jsem si ověřil realizovatelnost výroby dostupnými prostředky, pevnost konstrukce i způsob skládání. Na základě této pozitivní zkušenosti jsem se rozhodl využít tento spoj pro konstrukci



Obrázek 18 – Návrh rohu stavby sestavený pomocí klínových spojů



Obrázek 19 – Materiálová zkouška klínového spoje



Obrázek 20 – Materiálová zkouška frézované drážky

### 3.7.2 Zhloubení pro dopínání závitové tyče

Závitové tyče slouží rovněž jako zavětrování stavby a svírají tak se sloupky úhel  $69^\circ$  a  $56^\circ$ . Rozhodl jsem se využít v prostoru napojení závitových tyčí na sloupky možnosti CNC frézy, která může vytvářet zhloubení nejen s rovným dnem ale také s 3D profilem. Tvar záhlubně tak odpovídá těmto úhlům a matka s podložkou dosedá celou plochou na opracované dno otvoru.



Obrázek 21 – Materiálová zkouška zhloubení

## 4 NÁVRH FINÁLNÍHO DESIGNU

### 4.1 Zemní vruty

#### 4.1.1 Výpočet únosnosti

Pro kotvení stavby do zeminy jsem se rozhodl využít zemní vruty od českého dodavatele BRIOL s.r.o. Pro své použití jsem vybral vruty s patkou pilíře, které jsou původně určeny pro kotvení dřevěného trámu. Ve vrchní části tohoto typu se nachází M24 závitová tyč, která mi umožňuje jemné vyrovnání jednotlivých kotvicích bodů do roviny.

Tabulka dodavatele o doporučené únosnosti zemních vrutů v zeminách s tuhou konzistencí F7 ME dle norem EN ISO 14 688-1,2 a EN ISO 14 689-1:

Typ vrutu	Rozměr	Houbka zavrtání	Únosnost v tlaku	Únosnost v tahu	Vodorovná únosnost	Moment (kroutící síla)
81VP3	patka pilíře 110x110x950	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
		600	3,10	1,65	0,40	0,120

Z tabulky je zřejmé, že v ideálních podmínkách mají čtyři zemní vruty únosnost celkem 1200 Kg. Odhadovaná váha stavby je 300 Kg. Maximální obsazení stavby jsou tři dospělé osoby, které i s batožinou odhadují do 300 Kg. Během plného zatížení stavby je očekávané zatížení přibližně rovnoměrné a dynamické zatížení předpokládám za zanedbatelné. Z toho vyplývá, že jsou kotevní prvky pro zamýšlené použití dostatečně dimenzované.



Obrázek 22 – Kotvení zemního vrutu

#### 4.1.2 Eliminace nerovností terénu

Použité zemní vruty se závitovou tyčí umožňují vyrovnání terénních nerovností v maximálním rozmezí 300 mm. Při větší nerovnosti podkladu je potřeba terén srovnat, popřípadě zvážit využití delších vrutů. Pro potenciální umístění stavby ve svahu navrhují jednoduchou platformu, která konstrukčním principem vychází ze stavby, ale stojí samostatně na vlastních kotevních prvcích. Tato platforma se umísťuje před vchod do přístřešku, tak aby výška sezení zůstala 400 mm. Konstrukce umožňuje během výroby přizpůsobit velikost platformy možnostem konkrétního prostředí.





Obrázek 23 – Návrh umístění platformy

#### 4.1.3 Alternativní kotvení pomocí patek

V případě umístění přístřešku na skalnatém podloží, betonu, betonových patek či jiného podkladu nevhodném pro zemní vruty je možné jeden, či více zemních vrutů nahradit kotevní patkou, která lze upevnit např. pomocí chemické kotvy.

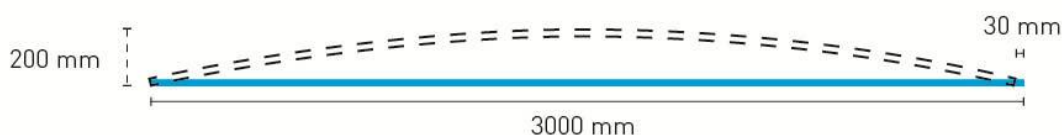


Obrázek 24 – Kotevní patka (Zdroj: Briol.cz)

## 4.2 Zasazení prken do frézované drážky

### 4.2.1 Vypočet maximálního průhybu prkna

Hloubku frézování drážky do sloupků pro zasazení prken jsem zvolil 30 mm, jako optimální kompromis mezi dostatečnou odolností a vhodnými rozměry nosného trámku. Při ověření dostatečné hloubky jsem nasimuloval maximální možný průhyb prkna. K průhybu prken a potenciálnímu vypadnutí může například dojít při kroucení dřeva během změny vlhkosti, popřípadě vnějšími vlivy jako výraznějším opření osoby o stěnu, či váhou sněhu. Spočítal jsem, že by prkno muselo být vyhnuté o 200 mm, aby došlo k jeho vypadnutí z drážky. Změnu délky prkna by při sesychání a bobtnání dřeva jsem na základě rešerše spočítal na méně než 3 mm.



Obrázek 25 – Schéma maximálního prohnutí prkna

## 4.3 Materiál

Pro naplnění cíle cenové dostupnosti jsem se rozhodl pro konstrukci využít typové díly – metrické spojovací prvky, běžné zemní vruty, stavební řezivo v běžně dostupných rozměrech. Rovněž jsem v technologii využíval opensource řešení.

### 4.3.1 Smrk

Na základě rešerše jsem plánoval použít modřínové dřevo, které by bylo vhodnější skrze delší životnost, nicméně několikanásobně vyšší cena by pro mne byla nerealizovatelná. Rozhodl jsem se proto použít smrkové řezivo, jehož životnost jsem se rozhodl ošetřit opalováním.

## 4.4 Způsob výroby

### 4.4.1 CNC frézování

Při frézování záhlubní a drážek do trámků jsem využil dvoubřitou frézu s přímými břity o průměru 12 mm. Parametry frézování jsem volil následující:

Pocket operation	
Feedrate	800 mm/min
Stepdown	3 mm
Stepover	8mm
RPM	12 000 ot/min
Plunge	25%

Při frézování otvorů a spojů do prken jsem využil dvoubřitou frézu s přímými břity o průměru 6 mm. Parametry frézování jsem volil následující:

Cutout operation	
Feedrate	800 mm/min
Stepdown	6 mm
RPM	12 000 ot/min
Plunge	25%

### 4.4.2 Kombinace mezi ručním a CNC frézováním

Při chystání dat pro frézu jsem neustále přepočítával čistý čas frézování drážek a záhlubní. Testoval jsem nejvyšší možné limity stroje. Během těchto testů jsem zkoušel až čtyřnásobný stepdown (12mm hloubky při 12mm průměru frézy), což se pravděpodobně podepsalo na životnosti vřetene. I přes veškerou optimalizaci, kterou jsem udělal, vycházel jen čistý čas frézování stále v řádu desítek hodin. Po konzultaci se spolužákem V. Koňáříkem jsem se rozhodl vyzkoušet vyfrézovat drážky na CNC do sloupků pouze 6mm hluboko. Celkovou hloubku 30mm jsem poté dotvořil ručně pomocí kopírovací frézy. Tento postup se mi skutečně osvědčil jako časově efektivní a proto jsem jej následně aplikoval na všechny sloupky.



Obrázek 26 – Prohlubování drážky ruční frézou

#### 4.5 Cena

Výrobu prototypu jsem financoval z vlastních prostředků. Cena veškerého materiálu použitého při stavbě činila přibližně 15 000 Kč.

### **III. REALIZACE**

## 5 FINÁLNÍ DESIGN:



Obrázek 27 – Rozměry

### 5.1 Rozměry

Na renderu výše jsou znázorněné rozměry stavby. Vchodový prostor je dostatečně vysoký, aby v něm mohla napřímeně stát dospělá osoba průměrných proporcí. [12] Šířka a délka stavby vychází z rozměru použitého řeziva.

### 5.2 Lavice

Na vchod navazuje lavice, která poskytuje prostor pro sezení a výhled do okolí. Šířka lavičky je 1500 mm a hloubka posedu je maximálně 340 mm. Pohodlně se zde usadí dvě osoby. Přesah stěn a střechy vytváří závětrří a také částečnou ochranu proti dešti. Při sezení je možné se opřít o dělicí příčku.

### 5.3 Postel

Z prostoru vchodu vede do vnitřního prostoru vchod o šíři 660 mm a výšce přibližně 1200 mm. Postel tvoří dřevěná platforma o šíři 1500 mm a délce 1900 mm. Platforma dimenzovaná pro ulehnutí dvou. Dobrých lidí se však vleze více. Světlá výška v tomto prostoru je 1190 až 2090 mm. Vnitřní prostor neobsahuje žádné okno, které by prosvětlovalo interiér. Důvodem pro toto rozhodnutí byla minimalizace ceny a taktéž

ekologická zátěž, kterou představují průhledné materiály jak na bázi umělých hmot ale tak skla, které by navíc představovalo potenciálně nebezpečný prvek. Stěžejním argumentem pro tuto absenci se nakonec stalo uvědomění, že přístřešek navrhují, aby nabízel prostor k přespaní při vícedenním putování. Není zamýšlen k bezcílnému vyvalování během dne.



Obrázek 28 – Vizualizace prvků

## 5.4 Police

V zadní části vnitřního prostoru se nachází police o šíři 1500 mm a hloubce 560 mm. Je vhodná především k uložení batohů a odklizení drobností. Taktéž zde může být zanechané užitečné vybavení pro náhodné návštěvníky. Například vhodná kniha, nebo trvanlivý proviant, které zpříjemní pobyt příštím návštěvníkům a pomohou budovat atmosféru sounáležitosti.

## 5.5 Háčky

Ve vrchním prkně na pravé straně je vyfrézovaná série pěti háčků, které slouží pro odložení oblečení. Taktéž je zde možné zavěsit tašku s jídlem. V noci se může hodit zavěšená čelová svítidla, která prosvětlí vnitřní prostor.

## 5.6 Možné zakrytí plachtou

V šikmo uloženém prkně fixujícím přepážku jsou vyfrézované tři háčky. Dva se nacházejí po stranách vchodového otvoru a umožňují jej zakrýt plachtou. Pokud uživatel s sebou nenese plachtu, může využít třetí háček umístěný přímo nad vchodem a zavěsit zde bundu, nebo např. mikinu. Toto zakrytí vstupu je volitelné a slouží ke snížení tepelných úniků během chladnějších nocování. Taktéž je užitečné během deště, kdy navzdory značnému přesahu střechy může silnější vítr zanést část dešťového spadu dovnitř.



## 6 POUŽITÉ NÁSTROJE:

### 6.1 Software

#### 6.1.1 Blender

Dostupný na: [WWW.BLENDER.ORG/](http://WWW.BLENDER.ORG/)

Blender je opensource software primárně určený pro 3D animaci, nicméně obsahuje nespočet nástrojů, které značně rozšiřují jeho možnosti využití. Rovněž má obrovskou komunitu, která se podílí na zlepšování funkce a poskytuje vzájemnou pomoc a podporu. Ačkoli existují pro obdobné projekty efektivnější nástroje, přivykl jsem si na tento software. Využívám jej více jak devět let a během této doby jsem se naučil mnoho pokročilejších funkcí, které mi práci usnadňují.

Blender jsem pro projekt využíval jako hlavní pracovní nástroj. Vizualizoval jsem zde první skici, vytvářel desítky různých variant během procesu hledání vhodného tvaru. Rovněž jsem si zde ověřoval proporce jednotlivých návrhů. Užitečný byl také nástroj pro simulaci látky, který mi umožnil realisticky simulovat zakrytí vchodu celtou.

Vytvořil jsem zde zjednodušené verze pro 3D tisk zmenšených modelů. Později jsem zde vytvořil přesnou finální verzi, na základě které jsem vyráběl jednotlivé díly. Taktéž jsem v implementovaném renderovacím enginu (Cycles render) vytvářel rendery pro prezentace, postery a konzultace.

#### 6.1.2 BlenderCam

Dostupný na: [WWW.BLENDERCAM.BLOGSPOT.COM/](http://WWW.BLENDERCAM.BLOGSPOT.COM/)

Tuto opensource upravenou verzi Blenderu jsem využil pro tvorbu GCODE. Jedná se o exaktní textový zápis operace, který definuje cestu rezného nástroje a další parametry. Podle těchto pokynů následně CNC stroj obrábí díly.

#### 6.1.3 UGS platform

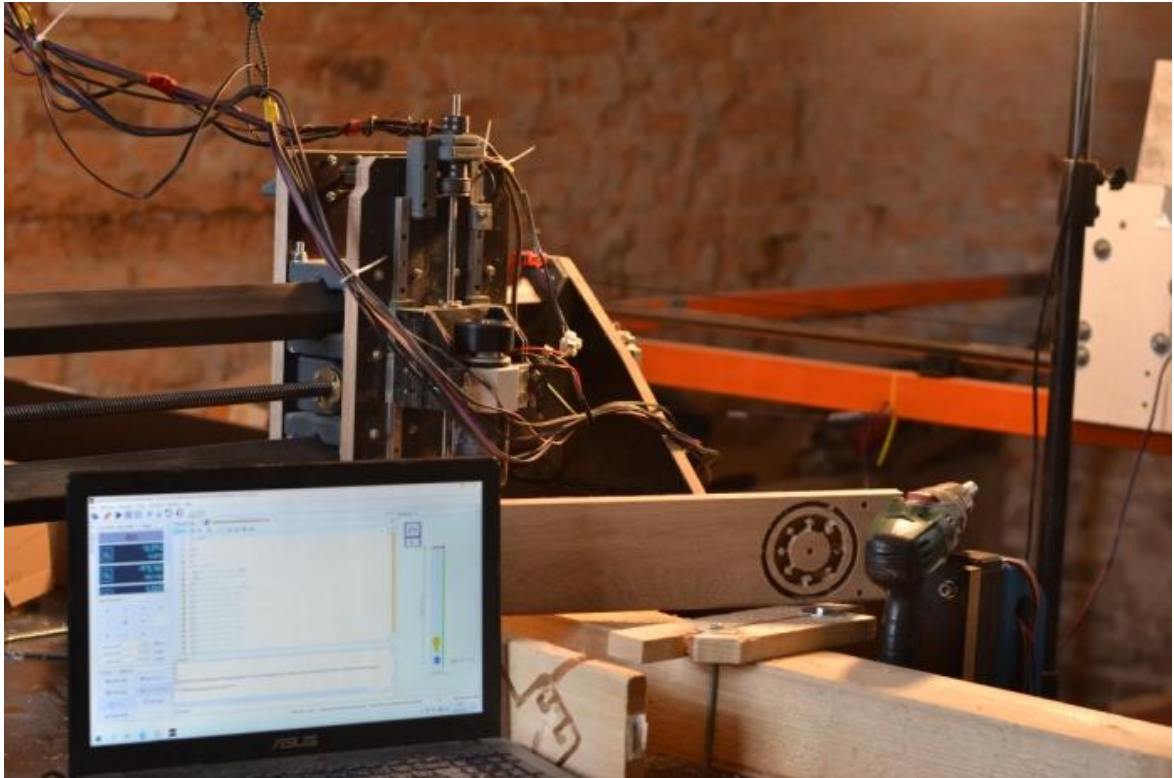
Dostupný na: [WWW.WINDER.GITHUB.IO/UGS\\_WEBSITE/](http://WWW.WINDER.GITHUB.IO/UGS_WEBSITE/)

Pro komunikaci CNC frézy s počítačem jsem využil opensource platformu na principu GRBL. Tento software přímo komunikuje s řídicí jednotkou frézy a odesílá GCODE.

## 6.2 Hardware:

### 6.2.1 Frézka

Jak jsem již zmínil výše, dřevěné díly jsem vyráběl pomocí CNC frézy. Pro potřeby projektu jsem si upravil existující opensource projekt a pojmenoval ho pracovním názvem ROOT4 Socka. Jako řídicí jednotku jsem použil Arduino Uno s CNC shieldem.



Obrázek 29 – CNC fréza během činnosti

### 6.2.2 3D tiskárna

V projektu mi byla velmi nápomocná 3D tiskárna Prusa I3 MK3S. Pomocí této tiskárny jsem tiskl množství dílů při stavbě frézky. Taktéž jsem ji použil výrobě zmenšených modelů, kdy mi pomohla značně urychlit proces navrhování. V obou případech jsem využíval PETG filament.

### 6.2.3 Ruční frézka

Pro urychlení procesu frézování drážek jsem využil ruční horní frézu Parkside POF 1200 D3. Práci s ní detailněji popisují níže.

## 7 SEZNAM DÍLŮ

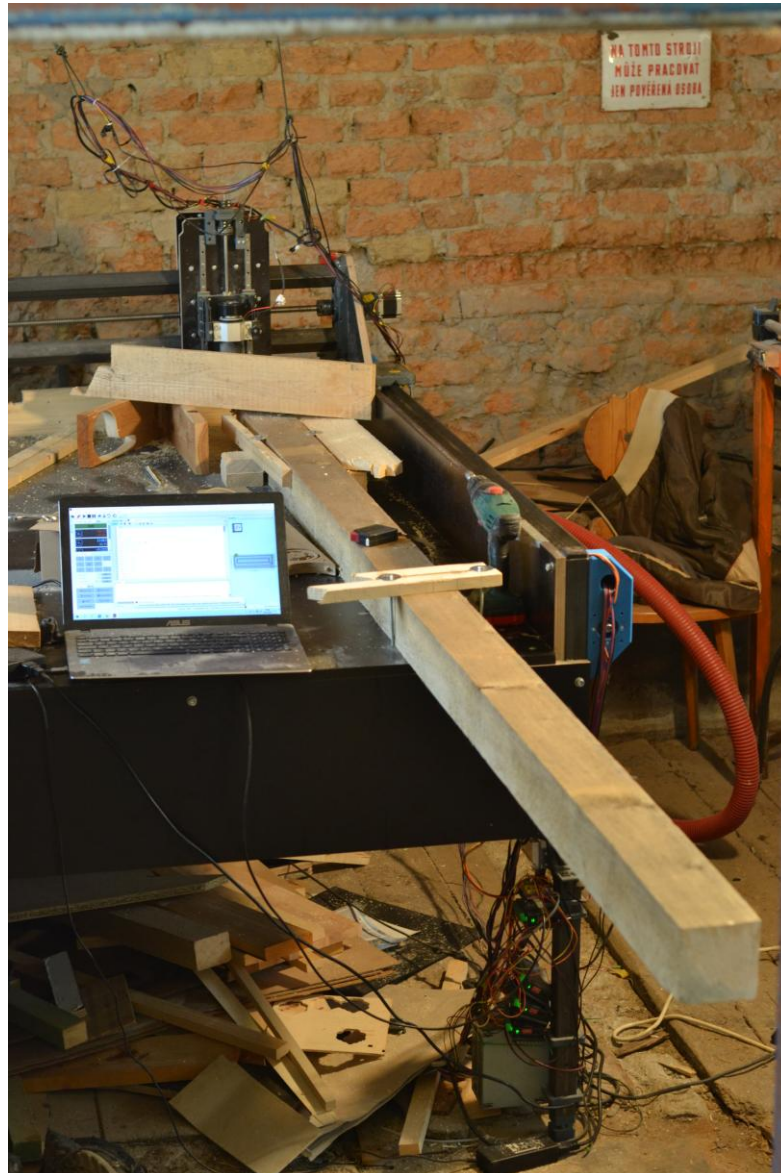
### 7.1 Dřevěné díly

- 75× prkno 24×140×3000
- 8× 100×100×1300-3000 trámek

### 7.2 Kovové díly

- 4× zemní vrut
- 8× 2m M12 závitová tyč
- 16× M12 matka – pojistná
- 16× M12 podložka
- 4× M12 matka - prodlužovací
- 8× M24 matka – pojistná
- 8× M24 podložka

## 8 VÝROBA



Obrázek 30 – Upnutí třímetrových trámů

### 8.1 Zlomené vřeteno

Sedm týdnů před finálními obhajobami, kdy jsem měl vyfrézovanou přibližně polovinu dílů, zajela fréza z důvody chyby v přípravě gcodu hlouběji do materiálu a při následných vibracích se nástroj zastavil. Prvně jsem předpokládal, že povolily kleštiny upínající dřík nástroje. Po bližším prozkoumání bylo zřejmé, že poškození je výrazně vážnější, jelikož celé sklíčidlo mělo značnou vůli a neotáčelo se s rotorem. Motor jsem rozebral a zjistil, že desetimilimetrová osa se v místě zápichu pro segrový kroužek ustříhla. Set motoru se sklíčidly a řídicí elektronikou jsem měl objednanou z Číny. Velkou nepříjemností bylo, že

samotný motor nebyl na českých skladech ani u přeprodejců. Ze zahraničí by pravděpodobně nestihl přijít včas. Koupě celého setu z Česka by prodražila projekt o téměř čtyři tisíce korun.

Zkonzultoval jsem možnosti s mým dědou, který do důchodu pracoval jako soustružník. Navrhl vyrobít opravný díl, který by napojil zlomenou osu. Přes jeho konexe jsme nechali díl vysoustružit z pevnostní oceli. Tento proces zdržel výrobu prototypu o více než týden. Bohužel když jsem odjel dofrézovat zbývající díly, tak jsem zjistil, že toto řešení nebylo úspěšné. Navzdory velké přesnosti vyrobeného dílu, i jeho perfektní soustřednosti se po chvíli frézování projevila vůle v napojení na zlomenou osu a vřeteno začalo neúnosně vibrovat. Musel jsem se tak rozhodnout pro poslední možnost opravy stroje. Pečlivě jsem změřil rozměry ruční horní frézy a v počítači vytvořil držák, tak abych ji mohl upnout na pojezdy místo původního frézovacího motoru. Tento držák jsem posléze vytiskl na 3D tiskárně a přišrouboval k lineárním vozíkům vertikálního pojezdu. Jedná se sice o nouzové provizorní řešení, nicméně mělo by být dostatečné pro dokončení projektu.



Obrázek 31 – Zlomená osa vřetene

## 8.2 Opalování

Jelikož jsem se rozhodl použít méně trvanlivé smrkové dřevo, hledal jsem způsoby jak prodloužit životnost stavby. Nejjednodušší by bylo napustit dřevo konzervační látkou, popřípadě jeho povrch ošetřit barvou. Tomuto způsobu jsem se chtěl ale kvůli zaměření projektu na ekologii vyhnout. Po konzultaci tohoto problému s vedoucím práce jsem zvolil technologii ošetření dřeva povrchovým opálením a následným kartáčováním. „*Opalováním dřeva – vznikají fenolické látky, které v podstatě dřevo konzervují.*“ [13] Dřevěné prvky jsem opaloval velkým plynovým hořákem napojeným na 10 Kg propanbutanovou láhev, následně jsem je hasil vodou. Pro finální úpravu jsem použil kartáč upnutý do ruční vrtačky. Dřevěné trámký jsem se rozhodl opalovat ze všech stran k zajištění maximální odolnosti, jelikož tvoří hlavní stavební element přístřeší. Pro prkna tvořící stěny a strop jsem zvolil opálení jen z vnější strany, která je více vystavená povětrnostním vlivům. Vnitřní stranu jsem ponechal původní. Taktéž jsem neošetřoval prkna tvořící platformu pro sezení a spaní, poličku a příčku oddělující lavičku od vnitřního prostoru. Interiér tak působí čistějším a útulnějším dojmem. Čistě praktickým aspektem je vyšší odrazivost světla neopáleného dřeva. Díky tomu zůstává vnitřní prostor světlejší. Naopak z vnějšího pohledu je přístřešek tmavý, čímž lépe splyne s okolním prostředím. Nepůsobí v přírodě rušivým dojmem a nenarušuje malebnost krajiny. Jediným světlým prvkem, který na první pohled zaujme kolemjdoucího tak zůstává rozměrný vstupní otvor s lavicí, která jej vybízí k usednutí.

## 9 DOPRAVA



Obrázek 32 – Přeprava útulny Atlantisem

Všechny díly mají délku maximálně 3 metry. Celková váha je přibližně 300 kg. Nejtěžší díl má méně než 20 kg, většinu prvků tvoří prkna o váze cca 5 kg. To umožňuje přepravu celé stavby menší dodávkou, popřípadě na vozíku za autem. V nouzi lze materiál po částech převézt i na střešních nosičích menšího auta. Taktéž je lze přenést stavbu na omezenou vzdálenost i ručně. Například na nepřístupné místo v přírodě, kde vozidlem nelze dojet.

## **10 POŽADAVKY NA STAVBU**

### **10.1 Potřebné nástroje**

#### **10.1.1 Přípravek na vytyčení umístění pro zemní vruty**

#### **10.1.2 Vodováha**

Nutná pro správné vyvážení základní konstrukce do roviny

#### **10.1.3 10 mm tyč**

Pro zašroubování zemních vrutů do země

#### **10.1.4 19 mm nástrčný klíč**

Potřebný pro dotažení konců závitových tyčí. Je potřeba delší ořech, jelikož jsou matky zapuštěné přibližně 50mm v dřevných trámciích.

#### **10.1.5 2×19 mm otevřený klíč**

Potřebné pro dotažení kontramatky na prodlužovací matici.

#### **10.1.6 Kladivo**

Samotnou výrobou nemohu zajistit absolutní přesnost, taktéž sesychání dřeva může způsobit nepřesnosti. Nicméně několik ran kladivem by mělo k řádnému zasunutí dílů. Taktéž je potřebné pro zatlučení záslepek na montážní otvory závitových tyčí

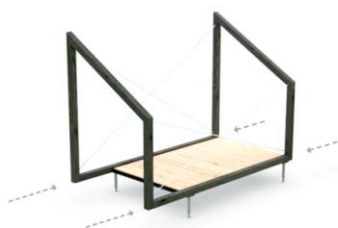
## **10.2 Časové a personální požadavky na stavbu**

Přístřešek jsem navrhl jako stavebnici. Na místo stavby se tak přepravují jednotlivé díly v rozloženém stavu a samotná konstrukce probíhá až na místě realizace. Na sestavení není potřeba žádného jeřábu ani jiného stroje. To umožňuje stavbu i v členitém terénu. Proces jsem navrhl tak, že by jej měly zvládnout dvě dospělé osoby během půl dne.



## 11 POSTUP SKLÁDÁNÍ

Prvním krokem při stavbě přístřešku je najít vhodné místo. Je vhodné vybrat dostatečně rovný terén (viz. Kapitola Eliminace nerovností terénu) s pevnou půdou, který nevyžaduje náročnou přípravu. Následně je třeba zvolit orientaci vchodu. Mimo zřejmého zohlednění návaznosti na přístupovou cestu doporučuji taky zvážit možný výhled do okolí při sezení na lavičce. Malebné panorama výrazně pozvedne uživatelský zážitek.



Dalším krokem je položení obou třímetrových trámů na zvolené místo. Napříč přes tyto trámy se položí spodní prkna tak, aby otvory pro zemní vruty vzájemně lícovали. Pokud je to potřeba, je možné trámy dočasně podložit aby byly přibližně v horizontální rovině.

Následně je třeba obdélníkový rám vyrovnat, aby byl pravoúhlý. Menší nepřesnost není překážkou v další stavbě. Skrze otvory pro zemní vruty zapíchneme do zeminy menší tyčky, je vhodné využít M24 závitové tyče. Tímto jsme si vyznačili lokace pro umístění zemních vrutů.



Následně prkna a trámy opatrně odložíme stranou a na vyznačená místa zašroubujeme vruty tak aby vrchní plocha vrutů bez závitové tyče čněla přibližně 250 mm nad úroveň terénu.



Nyní můžeme tyčky zašroubovat opět do zemních vrutů. Na ně zašroubujeme matky, následně vložíme podložky. Na podložky umístíme opět příčné prkna a podélně pak spodní trámy. V tento okamžik je nezbytné vyladit pomocí metrického závitu výšku levé strany předního prkna na 320 mm nad úroveň terénu. posléze vyrovnat ostatní kotevní body do roviny pomocí vodováhy.

Obrázek 33 – Postup stavby přístřešku

Pokud máme tento základ hotový, následuje zasunutí prken, které tvoří platformu k sezení a spaní do drážek spodních trámů. Pozor na umístění speciálního prkna s otvory, které se zasunuje jako třetí v pořadí.

Nyní je možné dotáhnout konstrukci k zemním vrutům vložením podložek a matic. Následuje zasunutí zbylých trámů do konstrukce a jejich zajištění závitovými tyčemi. Během tohoto kroku je potřeba vertikální sloupky podržet do okamžiku zajištění závitovými tyčemi. Konce závitových tyčí jsou staženy pomocí M12 podložek a matic. Nyní je konstrukce připravená k zasunutí prken tvořící zadní a boční stěny. Doporučuji přidávat prkna rovnoměrně do každé stěny. Pozor na vložení speciálních prken, které tvoří polici. Následně je třeba vložit prkna tvořící přepážku oddělující sezení od prostoru pro spaní a její zajištění příčným prknem. Jako poslední se zasunují prkna tvořící střešní zákryt. U posledních prken je třeba M12 závitové tyče na levé straně opatrně povolit, aby je bylo možné zasunout přes zámek. Po vložení posledního prkna je potřeba rovnoměrně dotáhnout všech osm zakončení závitových tyčí, čímž se konstrukce zafixuje a zpevní. Nyní je vhodné zkontrolovat, zdali všechny díly vzájemně doléhají a jsou pevně ukotvené. Pokud je kontrola v pořádku, je přístřešek připraven k prvnímu otestování zasloužilým odpočinkem. Na závěr je třeba mít na paměti občasnou kontrolu stavby, aby byly zajištěné přípravné opravy a bezpečnost.

## 12 PREZENTACE



Obrázek 34 – Vizualizace přístřešku

Pro potřeby prezentace projektu během obhajob jsem vytvořil zmenšený model v měřítku 1:10, který jsem vystavil v galerii společně s tiskovinami. Pomocí renderů jsem vyobrazil jednotlivé prvky designu, tak abych osvětlil jejich funkci. Rovněž jsem použil fotografie reálné stavby tou dobou již stojící, abych dokázal její praktické použití.

## 13 OČEKÁVANÁ ŽIVOTNOST

### 13.1 Opravitelnost

Na stavbě není použitý žádný lepený spoj. Celou konstrukci drží pohromadě metrické závitky a všechny díly jsou definované v plánu stavby. To zajišťuje plnou opravitelnost případného poškození výměnou za nový díl.

### 13.2 Život po životě

Hlavním atributem stavby je, že po konci své životnosti nezanechá v přírodě nebezpečný odpad v podobě reznoucích hřebíků. S touto nepříjemností se totiž setkávám až příliš často. Naprostá většina lesních staveb je postavená z dřevěných dílů a spojovaná většinou hřebíky, méně častěji vruty. Ty pochopitelně při postupném rozkladu dřeva začnou vylézat na povrch a ohrožovat náhodné kolemjdoucí. Můj design využívá pozinkované závitové tyče, matky podložky a zemní vruty, které jsou spojené do celkem osmi velkých celků. Tyto je možné po konci životnosti dřevěné konstrukce bezpečně odnést k recyklaci. Dřevěnou část stavby je možné ponechat rozkladu v přírodě.



Obrázek 35 - Ukázka rezavého hřebíku zákeřně ohrožujícího nic netušící skauty.

## ZÁVĚR

Na závěr bych chtěl konstatovat, že se mi povedlo naplnit vytyčených cílů projektu. Přístřešek obsahuje všechny potřebné prvky, aby mohl sloužit zamýšlenému účelu. Jeho konstrukce, použité materiály i technologie výroby dostatečně naplňuje ekologické i ekonomické aspekty, které jsem během návrhu plánoval zohlednit.

Bohužel jsem zde oproti původnímu záměru nemohl vyobrazit reálné fotky postaveného přístřešku, jelikož jsem kvůli komplikacím se zlomeným vřetenem musel odložit sestavení stavby až po termínu odevzdání písemné části.

Doufám, že jsem realizací tohoto projektu po sobě zanechal objekt, který pomůže zlepšit čas trávený v přírodě nejen lidem v mé sociální bublině.



Obrázek 36 – Kontext rozměrů stavby

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] JELÍNEK, Milan. *Táboření v přírodě v kontextu ochrany životního prostředí* [online]. Brno, 2017 [cit. 2022-05-15]. Diplomová práce. Právnická fakulta Masarykovy univerzity, obor Právo, Katedra práva životního prostředí a pozemkového práva.

Dostupné z: [HTTPS://IS.MUNI.CZ/TH/MSQZL/DIPLOMOVA\\_PRACE\\_FINAL.PDF](https://is.muni.cz/th/MSQZL/DIPLOMOVA_PRACE_FINAL.PDF)

[2] PEJCHA, Jan. Táboření v lese zakázáno, bivakování dovoleno. In: *Lesnická práce* [online]. [cit. 2022-05-17].

Dostupné z: [HTTPS://WWW.LESPRACE.CZ/CASOPIS-LESNICKA-PRACE-ARCHIV/ROCNIK-90-2011/LESNICKA-PRACE-C-8-11/TABORENI-V-LESE-ZAKAZANO-BIVAKOVANI-DOVOLENO](https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-90-2011/lesnicka-prace-c-8-11/taboreni-v-lese-zakazano-bivakovani-dovoleneno)

[3] VINTER, Jan. *Co a jak se dřevem*. 2. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984. Polytechnická knihnice (SNTL).

[4] *Dřevo od A do Z*. Čestlice: Rebo, 2006. ISBN 80-7234-531-1.

[5] BHASKARAN, Lakshmi. *Podoby moderního designu: inspirace hlavních hnutí a stylů pro současný design*. V Praze: Slovart, 2007. ISBN 978-80-7209-864-4

[6] NOVÁČEK, Pavel. *Udržitelný rozvoj*. Olomouc, 2012. ISBN 978-80-244-2795-9

[7] BRAMSTON, Dave. *Design výrobků: hledání inspirace*. Brno: Computer Press, 2010. *Základy designu*. ISBN 978-80-251-2914-2

[8] BRYDEN, Douglas. *CAD and Rapid Prototyping for Product Design*. Laurence King Publishing, 2014. ISBN-13: 978-1-78067-342-4 (Vlastní překlad)

[9] Oslo climate: Average Temperature, weather by month [online]. [cit. 2022-05-17].

Dostupné z: [HTTPS://EN.CLIMATE-DATA.ORG/EUROPE/NORWAY/OSLO/OSLO-81/](https://en.climate-data.org/europe/norway/oslo/oslo-81/)

[10] Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2022-05-17].

Dostupné z: [HTTPS://WWW.CHMI.CZ/HISTORICKA-DATA/POCASI/UZEMNI-SRAZKY](https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky)

[11] ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. Praha: BEN - technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-207-8.

[12] Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky [online]. [cit. 2022-05-18].

Dostupné z: [HTTPS://WWW.UZIS.CZ/SITES/DEFAULT/FILES/KNIHOVNA/48\\_02.PDF](https://www.uzis.cz/sites/default/files/knihovna/48_02.pdf)

[13] PEXA, Bohumír. Dřevo a technologie jeho zpracování. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979.

#### **Internetové zdroje:**

[WWW.BOUDY.INFO/](http://WWW.BOUDY.INFO/)

[WWW.MAPY.CZ/](http://WWW.MAPY.CZ/)

[WWW.ROOTCNC.COM/ROOT-4/](http://WWW.ROOTCNC.COM/ROOT-4/)

[WWW.BLENDER.ORG/](http://WWW.BLENDER.ORG/)

[WWW.BLENDERCAM.BLOGSPOT.COM/](http://WWW.BLENDERCAM.BLOGSPOT.COM/)

[WWW.WINDER.GITHUB.IO/UGS\\_WEBSITE/](http://WWW.WINDER.GITHUB.IO/UGS_WEBSITE/)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Lesní bouda využívající prkna. ....	15
Obrázek 2 - Bývalá zemědělská stavba využívající hranoly .....	16
Obrázek 3 – Detail starého dřevorubeckého srub .....	16
Obrázek 4 – Detail zakončení závitové tyče na rozhledně .....	18
Obrázek 5 – Detail konstrukce rozhledny.....	19
Obrázek 6 – Postupný vývoj projektu.....	22
Obrázek 7 - Digitální skici nápadů .....	25
Obrázek 8 – TYPE 01 „Seník“ .....	26
Obrázek 9 – TYPE 02.....	27
Obrázek 10 – TYPE 03 .....	28
Obrázek 11 – TYPE 04.....	29
Obrázek 12 – Detail drážky řešení prken přístřešku od Snøhetty.....	30
Obrázek 13 – Vertikální orientace prken .....	31
Obrázek 14 – Šikmá orientace prken .....	31
Obrázek 15 - Horizontální orientace prken.....	31
Obrázek 16 – Detail mechanismu zavěšení dveří .....	32
Obrázek 17 – Vizualizace s upevněnou plachtou .....	33
Obrázek 18 – Návrh rohu stavby sestavený pomocí klínových spojů.....	36
Obrázek 19 – Materiálová zkouška klínového spoje .....	37
Obrázek 20 – Materiálová zkouška frézované drážky .....	37
Obrázek 21 – Materiálová zkouška zahloubení .....	38
Obrázek 22 – Kotvení zemního vrutu .....	40
Obrázek 23 – Návrh umístění platformy .....	41
Obrázek 24 – Kotevní patka (Zdroj: Briol.cz).....	41
Obrázek 25 – Schéma maximálního prohnutí prkna .....	42
Obrázek 26 – Prohlubování drážky ruční frézou .....	44
Obrázek 27 – Rozměry .....	46
Obrázek 28 – Vizualizace prvků.....	47
Obrázek 29 – CNC fréza během činnosti .....	50
Obrázek 30 – Upnutí třímetrových trámů.....	52
Obrázek 31 – Zlomená osa vřetene.....	53
Obrázek 32 – Přeprava útulny Atlantisem.....	55
Obrázek 33 – Postup stavby přístřešku.....	57
Obrázek 34 – Vizualizace přístřešku .....	59



---

Obrázek 35 - Ukázka rezavého hřebíku zákeřně ohrožujícího nic netušící skauty. ....	60
Obrázek 36 – Kontext rozměrů stavby .....	61

## SEZNAM PŘÍLOH

CD-ROM