TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta umění a architektury

Ohýbání dřeva napařováním a jeho využití v designu a architektuře

Bakalářská práce

Studijní program: B8208 Design
Studijní obor: Design prostředí

Autor práce: **Filip Drdaj**
Vedoucí práce: Ing. arch. Mag. arch. Saman Saffarian
Katedra architektury

Liberec 2020

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta umění a architektury

Zadání bakalářské práce

Ohýbání dřeva napařováním a jeho využití v designu a architektuře

Jméno a příjmení:	**Filip Drdaj**
Osobní číslo:	A16000034
Studijní program:	B8208 Design
Studijní obor:	Design prostředí
Zadávající katedra:	Katedra umění
Akademický rok:	**2019/2020**

Zásady pro vypracování:

Bakalářská práce se zabývá technologií ohýbání dřeva napařováním (Steam bending). Projekt vychází ze zkoumání existujících zásad a pravidel pro ohýbání dřeva. Sleduje meze tvarových a materiálových možností dané technologie. Souběžná práce v digitálním a fyzickém prostředí umožňuje systematický sběr informací, záznam a kalibraci digitálních modelů a reálných testů. Jednotlivé parametry (délka, šířka, tloušťka, rádius, úhel..) jsou systematicky popsány a zaznamenány pro další návrhové a výrobní postupy.
1. Koncept
2. Vizualizace, fotodokumentace, videodokumentace
3. Průvodní teoretická zpráva v pevné vazbě, včetně zadání práce a prohlášení o autorském právu. Zpráva obsahuje mezi jinými úvod, přehled literatury a zdrojů, výsledky a diskuzi a řídí se specifikacemi v dokumentu „Požadavky na vypracování bakalářské práce – KED". Zdroje musí být citované dle Směrnice rektora TUL č. 5/2018.
4. Elektronická podoba všech částí bakalářské práce (akceptovatelné formáty pdf, pdf/A).
5. V systému STAG (Moje studium-Kvalifikační práce-Doplnit údaje o práci) vložit veškerá data o práci a soubor obsahující kompletní výkresovou i textovou dokumentaci, průvodní zprávu, technickou zprávu a doplnit související textová pole.

Rozsah grafických prací:	
Rozsah pracovní zprávy:	
Forma zpracování práce:	tištěná/elektronická
Jazyk práce:	Čeština

Seznam odborné literatury:

1 WRIGHT, Robert & BOND, Brian & CHEN, Zhangjing. Steam Bending of Wood; Embellishments to an Ancient Technique [online]. BioResources, 2013.
2 Steam Bending Instruction Booklet [online]. Veritas Tools, 2011.
3 MURSELL, James. Steam Bending Chairmaking [online]. Living Woods Magazine, 2015.
4 JAHN, Gwyllim & WIT, Andrew & SAMARA, James. [BENT] Holographic handcraft in large-scale steam-bent timber structures. [online] ACADIA, 2019.
5 DELLA VITA, Albero. Tree of Life, Expo Milano, 2015. [online]
Další bibliografie uvedena v teoretické části z důvody omezené kapacity znaků v systému.

Vedoucí práce:	Ing. arch. Mag. arch. Saman Saffarian Katedra architektury
Datum zadání práce:	24. února 2020
Předpokládaný termín odevzdání:	29. května 2020

L.S.

Ing. arch. MgA. Osamu Okamura
děkan

doc. MgA. Jan Stolín
vedoucí katedry

V Liberci dne 24. února 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

31. května 2020 Filip Drdaj

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Arch. Mag. Arch. Samanu Saffarianovi za jeho vedení, podporu a motivaci při tvorbě této práce a také jeho asistentovi Janovi Kovaříčkovi za cené rady. Dále bych chtěl poděkovat všem lidem, kteří doprovázeli moje studium. Zároveň děkuji celé svojí rodině za neustálou podporu a možnost studovat a také svoji přítelkyni za pevné nervy. Na závěr moje poděkování patří panu Bořku Šípkovi za založení tohoto jedinečného oboru a mrzí mne jenom to, že jsem již neměl tu možnost poznat pana Šípka osobně.

Liberec 2020

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá technologií ohýbání dřeva napařováním (Steam bending). Tato technologie je historicky známá a její uplatnění najdeme především u interiérového designu v oblasti nábytku viz. Michael Thonet a byla široce rozšířena v 19. století (Biedermeier). Projekt vychází ze zkoumání existujících zásad a pravidel pro ohýbání dřeva. Sleduje meze tvarových a materiálových možností dané technologie. Souběžná práce v digitálním a fyzickém prostředí umožňuje systematický sběr informací, záznam a kalibraci digitálních modelů a reálných testů. Jednotlivé parametry (délka, šířka, tloušťka, rádius, úhel..) jsou systematicky popsány a zaznamenány pro další návrhové a výrobní postupy.
Výsledkem bakalářské práce je detailní digitální návrh a výrobní postup sloupu vějířovitého tvaru v měřítku 1:1, který vychází z předchozích studií a zaznamenaných parametrů (vyrobitelnosti a materiálové kapacity). Koncept demonstruje možnosti technologie s efektivním použitím materiálu a forem pro dosažení formálně komplexních geometrií včetně estetických a statických funkcí.

Abstract

The bachelor thesis deals with the technology of steam bending. This technology is historically known and its application can be found mainly in interior design in the area of furniture ie. Michael Thonet and was widely distributed in the 19th century (Biedermeier).
The project is based on an examination of existing principles and rules for bending wood. It follows the limits of shape and material possibilities of a given technology. Concurrent work in digital and physical environments enables systematic collection of information, recording, and calibration of digital models and real tests. Individual parameters (length, width, thickness, radius, angle ..) are systematically described and recorded for further design and production processes.
The result of the bachelor thesis is a detailed digital design and manufacturing process of a funnel-shaped column in a 1:1 scale, which is based on previous studies and recorded parameters (manufacturability and material capacity). The concept demonstrates the possibilities of technology with efficient use of materials and molds to achieve formally complex geometries including aesthetic and static functions.

Klíčová slova: dřevo, tvarování dřeva, ohýbání dřeva, výzkum, architektura, design

Keywords: wood, steam bending, research, architecture, design

Liberec 2020

Obsah

1 Úvod 1

2 Historie a princip technologie..2-3
2.1 Historie technologie..2
2.1.1 První známka ohýbaní - Egyptský vůz.........................2
2.1.2 Biedermeier..2-3
2.1.3 Michael Thonet..3
2.2 Princip technologie...4-5
2.2.1 Dřevo jako materiál...6-7

3 Referenční projekty...8
3.1 Tom Raffield..8
3.1.1 Steam-bent wooden home...8
3.1.2 Steam Bent Pavilion...9
3.1.3 Colicci Coffee Kiosks..9
3.2 Tree of Life - Alberto Della Vita...10
3.3 Joseph Walsh...11
3.4 Amanda Levete - The Timber Wave..12
3.5 Martin Rajniš..13

4 Fyzické a digitální testy..14
4.1 Ohyb...15
4.1.1 Základní ohyb materiálu..15
4.1.2 Rádius ohybu..16
4.2 Krut...16
4.2.1 Základní krut materiálu..16
4.3 Kombinace ohybu a krutu..17
4.3.1 Horizontální ohyb a vertikální krut............................17
4.3.2 Ohyb a krut v jedné rovině...17

5 Praktická část...18
5.1 První vytvořený sloupu 18-19
5.2 Vývoj nového modelu... 20-21
5.2.1 První prostorové kompozice...............................22-25
5.3 Digitální kompoziční studie...26
5.3.2 Digitální studie - "PAVILION".....................................26
5.3.3 Digitální studie - "WAVE"..27
5.3.4 Digitální studie - "CHURCH"......................................28
5.4 Finální varianta..29
5.4.1 Užité prostředky ke tvorbě...30
5.4.2 Technická dokumentace..31
5.4.3 Díl č. 1..31
5.4.4 Díl č. 2..31
5.4.5 Díl č. 3..32
5.4.6 Díl č. 4..32
5.4.7 Díl č. 5..33
5.4.8 Díl č. 6..33

6 Závěr...34

7 Výhled do budoucna..35

8 Seznam použité literatury a zdrojů...36

9 Seznam obrázků...37

10 Přílohy...38

1 Úvod

Projekt se zabývá technikou ohýbání dřeva pomocí napařování. Tato metodika zpracování dřeva je lidem známá více jak 250 let. Její využití ve světe designu a architektury není problém najít a to i v pestré škále projektů napříč posledními staletími. Technologie napařování nalezne uplatnění především v interiérovém designu nábytku, ve výrobě hudebních nástrojů a v neposlední řadě i v architektuře. Konkrétně pro architektonické prvky se tato metoda využívá zatím jen zřídka.

Dostáváme se k podstatě tohoto projektu, který si klade za cíl zkoumat meze samotné technologie a materiálu. Hledat nové využití v oblastech designu a architektury. V tomto případě v jejich kombinované podobě. Pohybovat se na hranici designu a architektury s cílem naleznutí nových možností a jiných pohledů na dané obory.

Demonstrátorem projektu je archetyp sloupu, který je koncipován jako genotyp, který lze násobit v různém měřítku, čímž se flexibilně přizpůsobí různým prostředím a podmínkám. Dnešní doba umožňuje technologii napařování rozmanitější škálu využití a celkový proces navrhování projektů. Důvodem je ohromný pokrok v designových digitálních nástrojích, které umožňují koncipování nových projektů. V praxi to vypadá tak, že po pochopení pravidel a zásad dané technologie, můžeme volně navrhovat v digitálním prostředí a následně analizovat kritická místa, kde vzniká pnutí a hrozí neproveditelnost tvarů ve fyzických modelech. Tímto postupem se dostáváme do fáze, kde navrhujeme volně v digitálním prostředí. Následně ověříme možnost vyrobitelnosti fyzických prototypů a ty poté zpět kalibrujeme s digitálním navrhováním.

2 Historie a princip technologie

Technika ohýbání párou se značně rozvíjela od počátku 20. století. Dnes se tato technologie používá k výrobě nábytku, hudebních nástrojů a designových doplňků. Napařování dřeva se v architektuře používá zřídka, ale existují projekty jako například pavilony, rozhledny, přístřešky nebo otevřené konstrukce.

2.1 Historie technologie

2.1.1 První známka ohýbaní - Egyptský vůz

Známka využití technologie již ve starověkém Egyptě. Přesný způsob, jakým Egypťané dokázali vytvořit tyto vozy, není známý. Teorie je taková, že vařili kusy dřeva ve vodě a ty následně ohýbali do požadovaných tvarů.

Obr. 1-5 Rekonstrukce výroby kola Egyptského vozu

2.1.2 Biedermeier

Tento umělecký směr, který vznikl v první polovině 19. století částečně vycházel z minulých slohů. Vnímáme ho jako měšťanské rozvinutí empíru ve skromnějších podmínkách středních vrstev. V této době je právě tato technologie široce využívána pro výrobu nábytku a doplňků tehdejších domácností. Tyto jsou dnes považovány už za starožitnosti. Byly typické svou střízlivostí, účelností a jednoduchostí ale zároveň si zanechávali prvky elegance. Nábytek byl často koncipován do měkkých tvarů a plynulých křivek.

Filip Drdaj květen 2020

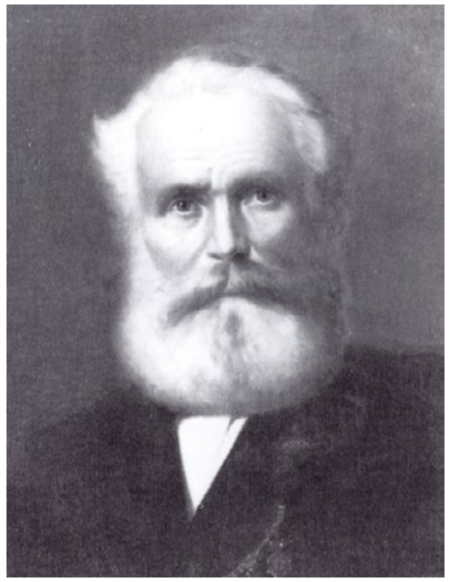
Obr. 6 Pár křesel ve stylu Biedermaier

Obr. 7 Pár křesel ve stylu Biedermaier 1820

2.1.3 Michael Thonet

Michael Thonet se stal prvním velkým výrobcem, který používal technologii ohýbání dřeva napařováním k výrobě například své legendární židle č.14. Dalším známým produktem je „Windsorská židle“ kdy první originální kus pochází již z 18 století.

Obr. 8 TON židle 14



Obr. 9 Michael Thonet

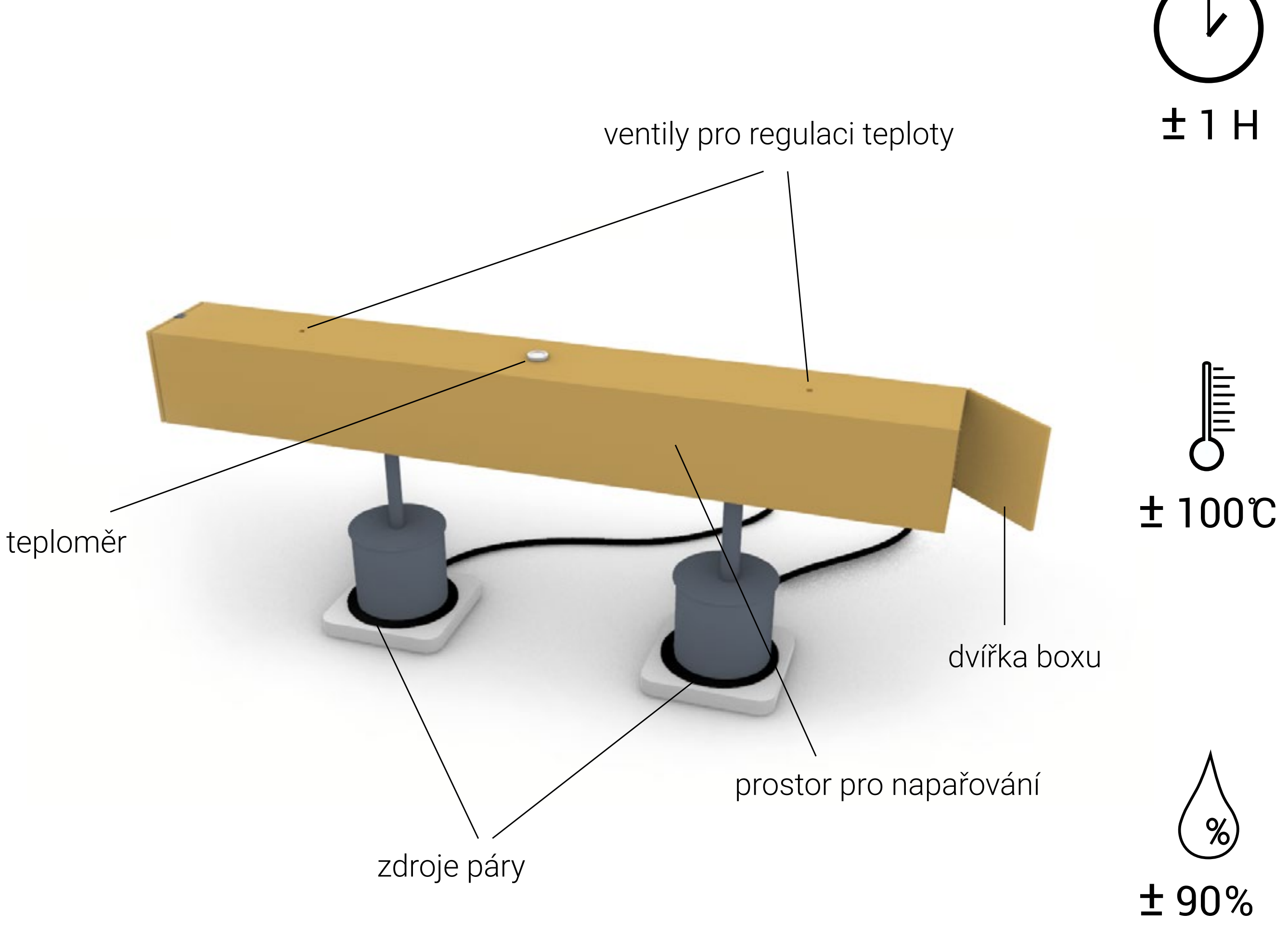
Obr. 10 Windsorská židle

Obr. 11 Dobová fotografie výroby

2.2 Princip technologie

Princip této technologie je založený na vystavení dřeva vysoké teplotě (90 - 100 C°) v parním boxu. Podle druhu a rozměrů dřeva se určuje potřebná doba napařování (min. 1h), aby dřevěná vlákna dostatečně změkla díky teplotě a vlhkosti v parním boxu. V této fázi se dřevo stává pružným, ohybatelným materiálem, který lze tvarovat.

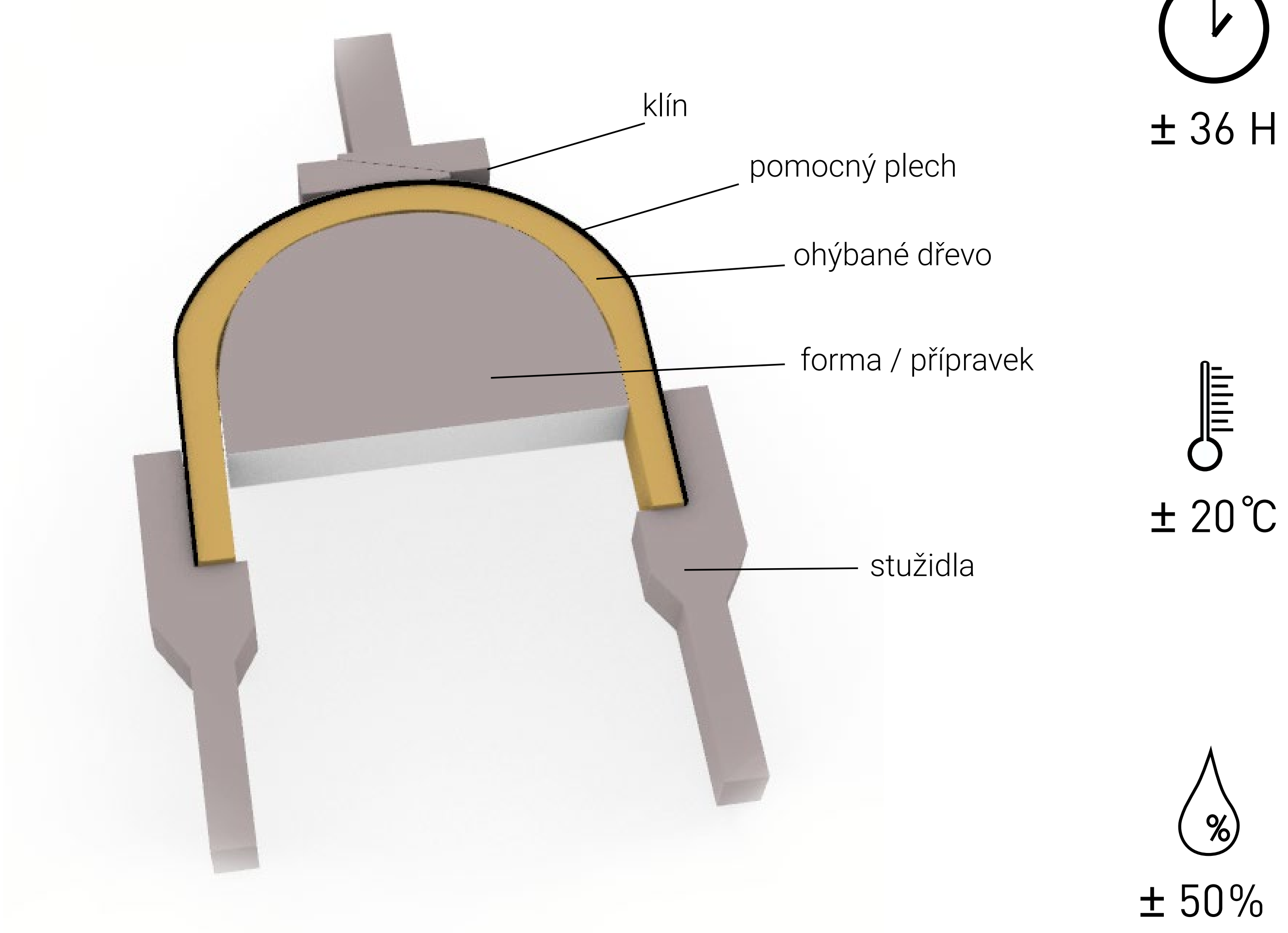
Napařovací box



Obr. 12 Diagram napařovací box

Pro samotné ohýbání se z pravidla využívají přípravky/formy, jejichž zpracování a příprava silně ovlivňuje úspěšnost výsledku. Ideální doba pro ohýbání po vyjmutí dřeva z boxu je do 3 minut. Po zafixování dřeva v požadovaném tvaru následuje fáze schnutí (min. 24h). Ovšem čím je dřevo silnější tím i déle vysychá, takže doba schnutí u silnějších kusů může narůst i na týden. Pro urychlení procesu vysychání lze formu s materiálem vložit do speciální sušičky dřeva, ve které uschne na požadovanou vlhkost během několika hodin.

Přípravek / Schnutí



Obr. 13 Diagram přípravku

2.2.1 Dřevo jako materiál

Klady tohoto materiálu jsou značné především v jeho přirozenosti, ve vztahu k člověku, jeho obnovitelnost a dopady na životní prostředí.

Pro tuto technologii je zapotřebí zvolit správný typ dřeva, neboť je to zásadní pro úspěšné ohýbání. Závisí na tom, jak samotný proces výroby, tak i kvalita výsledku. Pokud chceme pracovat s touto technologií, budeme potřebovat masivní dřevo. Nejvhodnější jsou zpravidla listnaté stromy například buk nebo dub. Každý druh dřeva má svoje specifické vlastnosti, proto je dobré si zvolený druh dřeva otestovat alespoň na menších modelech.

Základním parametrem pro úspěšné ohýbání jsou dřevěná vlákna. U nich je třeba vždy počítat stím, že ohyb je možný pouze ve směru vláken. Vlákna si můžeme představit jako pomyslné izočáry digitálních ploch. Nejlepší částí z kmene stromu je jeho střed, tam jsou vlákna nejkvalitnější a jejich hustota je nejoptimálnější pro složitější ohyby. Další věcí, na které je třeba si dát pozor, jsou „vady“ dřeva, jako jsou suky, které způsobují praskání při ohýbaní, neboť i samotná vlákna jsou v těchto místech přerušená. V suku dřevo ihned praskne a nedocílíme požadovaného výsledku.

Na straně č. 7 můžeme vidět počáteční a finální stav materiálu. V tomto případě se jedná o bukové dřevo opracované ná 5mm silné a 100mm široké prkna.

Obr. 14 Tom Raffield

Obr. 15 Bukové fošny - nákup

Obr. 16 Bukové fošny v truhlárské dílně - Tanpa Liberec

Obr. 17 Ohýbané dřevo z předchozího semestru

3 Referenční projekty

Zde jsou uvedené příklady využití technologie. Převážně se jedná o architektonické projekty. Z důvodu, že i tento bakalářský projekt je koncipován spíše do architektury, než-li do produktového designu v oblasti interiérového návrhářství, ke kterému lze dohledat širokou škálu produktů.

3.1 Tom Raffield

Zakladatelé Tom a Danielle Raffield zahájili svůj dosud největší projekt, kdy tuto technologii přenáší do nových výšin, zakládají si na odvážné estetice a jejich díla jsou velmi inspirativním zdrojem.

3.1.1 Steam-bent wooden home

Vlastní rodinný dům Toma a jeho ženy Danielle je považován za autorovo mistrovské dílo,. Rekonstruovali starou zapomenutou hájovnu na jihu Cornwallu. Snaha byla o přenesení exteriéru dovnitř. Vše v domě je naprosto jedinečné a skvěle k sobě pasuje. Jak prvky v interiéru tak v exteriéru tvoří dohromady skvěle fungující celek. Tom Raffield tímto projektem dokázal, že je mistrem ve svém oboru a tuto technologii ovládl ve všech směrech.

Obr. 18 - 21 Tom Raffield Projects

3.1.2 Steam Bent Pavilion

Provázanost samotné stavby včetně vybavení od nábytku až po osvětlení. Studio Toma Raffielda, předvedlo svou novou kolekci s názvem Green Range a na výstavě RHS Chelsea Flower Show vytvořili pavilon ve spolupráci s krajinářským návrhářem Darrenem Hawkesem. Bylo to poprvé, kdy byla na botanické výstavě vystavena značka produkující převážně nábytek a osvětlení. Výsledkem je pavilon z ohýbaného dřeva obklopený rostlinami.

Obr. 22 - 27 Tom Raffield Projects

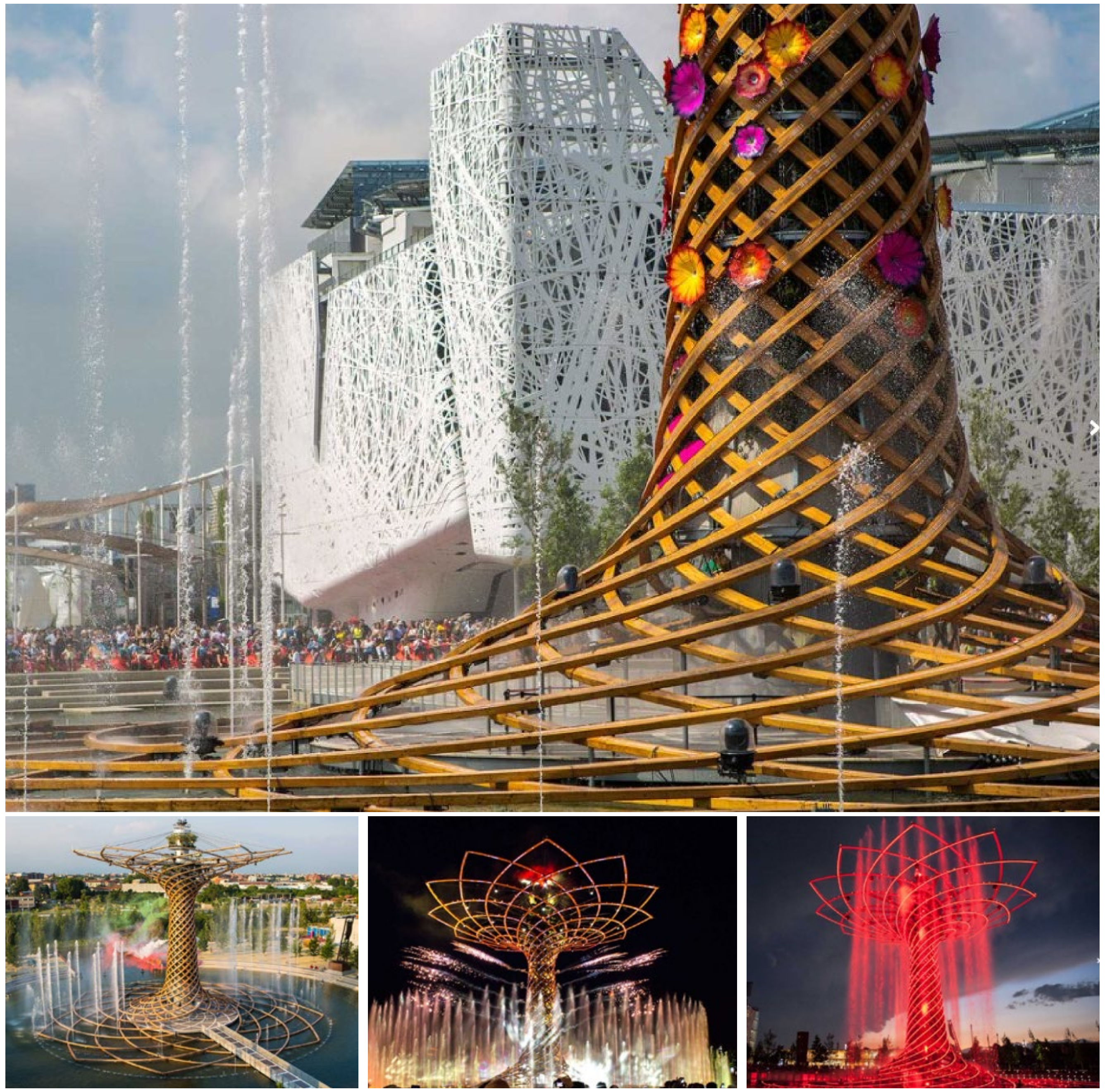
3.1.3 Colicci Coffee Kiosks

První kiosek, vytvořený z ohýbaného dubového dřeva, se otevřel v Ritz Corner v Green Parku. Dřevěný kiosek se napíná jako koruna stromu, čímž vytváří výraznou siluetu. Organicky inspirovaný design kiosku doplňuje pozadí a ideologii udržitelnosti Královských parků. Párou ohýbané kiosky vypadají skvěle ze všech úhlů pohledu a krásně se spojují s přírodním prostředím.

Obr. 28 - 29 Tom Raffield Projects

3.2 Tree of Life - Alberto Della Vita

Koncept Stromu života (Albero della Vita) byl koncipován a rozvíjen Marcem Balichem (Marco Balich a Studio Gioforma; světelný design a režie Koert Vermulen a ACT Lighting Design). Projekt je hluboce zakořeněný především v italské kultuře, ale také v mnoha dalších z celého světa. Vznikl jako dokonalý spoj mezi kulturní rozmanitostí. Tvorba Marca Baliche byla památkou průkopnické kreativity a vynikajícím scénografickým strojem schopným produkovat jednu show za hodinu po celou dobu výstavy Expo 2015. Strom života je 37 metrů vysoká socha z oceli a dřeva. Tato ikona byla spojena s konceptem italského pavilonu, kterým byl „Vivaio".



Obr. 30 - 33 Tree of Life

Filip Drdaj květen 2020

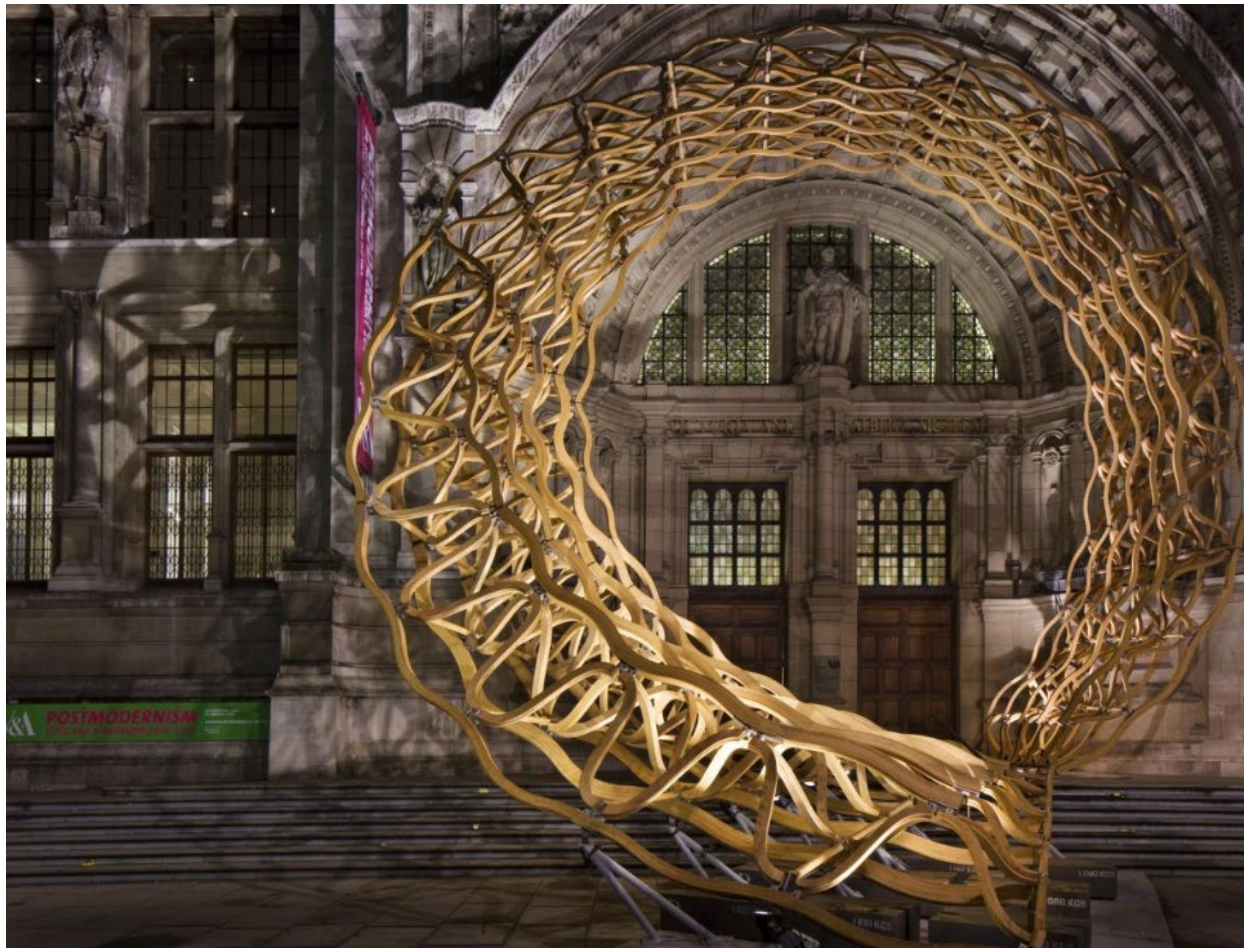
3.3 Joseph Walsh

Joseph Walsh je designér-tvůrce, jehož práce reflektuje jeho vášeň pro vyjádření prostřednictvím materiálu a formy. Inspirován svobodnou, povznášející a neustále se měnící přírodou. Vyvinul kreativní proces, který propojuje více metod zpracování materiálu a konečnou podobu definují její možnosti. Od chvíle, kdy založil vlastní ateliér a dílnu, tak Joseph Walsh usiloval o inovace a experimenty. Porušil tradiční pravidla tvorby a vlastně i svá vlastní pravidla, aby vytvořil skutečně odvážné a výrazné formy, pro které je dnes známý. Od soch v monumentálním měřítku po vynikající řemeslné zpracování jediné židle. Jeho intuitivní tvorba patří do referenčích zdrojů, i přestože se nejedná vyloženě o technologii ohýbání párou.

Obr. 34 - 38 Joseph Walsh works

3.4 Amanda Levete - The Timber Wave

Elegantní dřevěný portál, který vznikl u vstupu do londýnského Victoria & Albert Museum v rámci festivalu London Design Festival v září 2019. Projekt je symbolem angažovanosti muzea na festivalu a byl také ukázkou odvážného a nápaditého designu. A co víc, je ukázkou síly spolupráce, kterou lze dosáhnou spojením nejlepších imaginativních, analytických a praktických myslí.

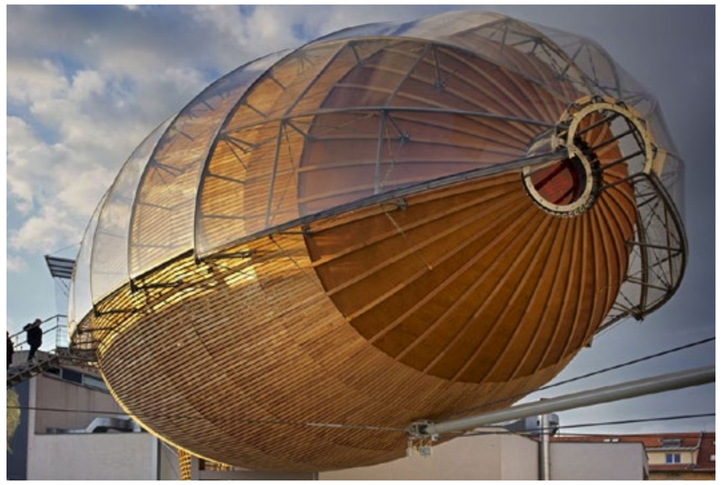


Obr. 39 - 41 The Timber Wave

3.5 Martin Rajniš

Významný architektu z České Republiky, který vede ateliér Huť architektury. Z jeho prací je cítit silný vztah k přírodě, ve které často navrhuje rozmanité rozhledny a pracuje výhradně se dřevem. Každý jeho projekt je jedinečný a poukazuje na autorovu touhu experimentovat a zkoušet nové věci. Loď Guliver v Doxu je ukázkovou stavbou, jak obrovskou a působivou konstrukci dokážeme technologií napařovaním vytvořit. Jeho stavby mohou při prvním pohledu působit nestabilně a nebezpečně jako například věž Doubravka, ale vše má autor se svým týmem detailně spočítané.

Obr. 42 Vnitřek vzducholodě Guliver v Doxu



Obr. 43 Vzducholoď Guliver v Doxu

Obr. 44 Věž Doubravka

4 Fyzické a digitální testy

Na začátek bylo provedeno několik fyzických testů pro zjistění nejvhodnějšího materiálu a možných ohybů a krutů v námi vytvořených podmínkách. Zjistili jsme, že listnatý masiv je pro techniku ohýbání dřeva napařováním nejvhodnější. Proto jsme se rozhodli nakoupit dřevěné neopracované bukové fošny, z nichž jsme v truhlárně připravili prkna na míru v rozměrech 100mm x 5mm. Tato první fáze projektu probíhala v týmu, ve kterém jsem byl já, Otakar Chronc a Ondřej Blažek. Fyzické testy je velmi obtížné až nemožné dělat sám, a tak jsem rád, že jsme na to byli ve třech. Několik vybraných povedených i nepovedených testů je pro ukázku uvedeno zde. Překližka je pro ohýbání dřeva napařováním naprosto nevhodná, protože v napařovacím boxu se její vrstvy rozlepí a tím, že je složena z tenkých vrstev, tak praská a láme se. Naopak opracované surové dřevo je vhodné, protože se začne lámat, až když dosáhneme meze jeho ohybu. Ta je samozřejmě pro každý druh, rozměr ale i stáří materiálu odlišná a vliv na ní má i doba v napařovacím boxu, teplota uvnitř a také i rychlost práce při uchycení dřeva do přípravku.

Překližka - Rádius ohybu 80 mm
Ohyb 180°

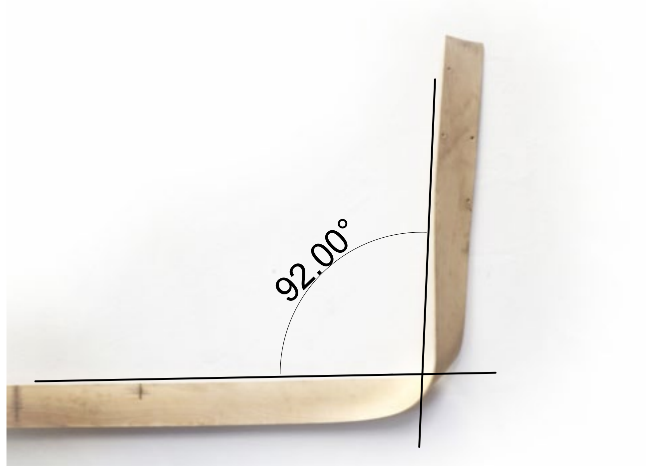
Masiv (Dub) - Rádius ohybu 80 mm
Ohyb 180°

Překližka - po napařování se rozlepí a láme
Krut o 180°

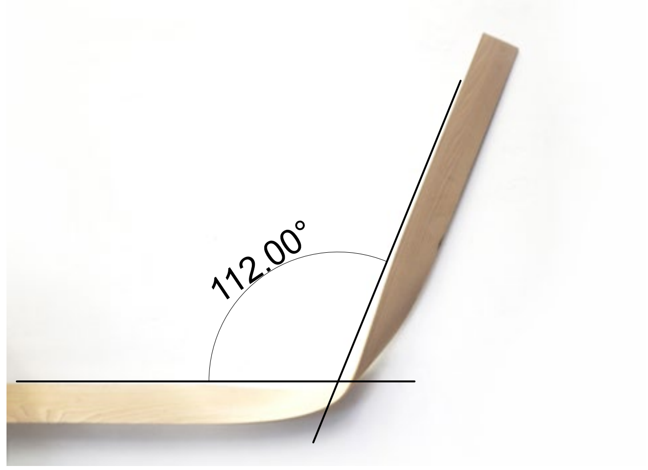
Masiv (Dub) - Vhodný pro technologii
Krut o 180°

Obr. 45 - 48 Fyzické testy

Filip Drdaj květen 2020



Po době schnutí 36 h ve formě se požadovaný úhel 90° vrátil na 92°.



Po době schnutí 24 h ve formě se požadovaný úhel 90° vrátil na 112°.

Ohnutí materiálu během 3 min. od vyjmutí z boxu.

Ohnutí materiálu po 5 min. od vyjmutí z boxu.

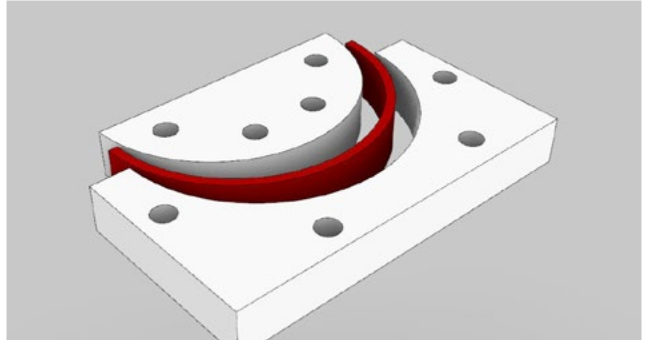
Obr. 49 - 52 Fyzické testy

4.1 Ohyb

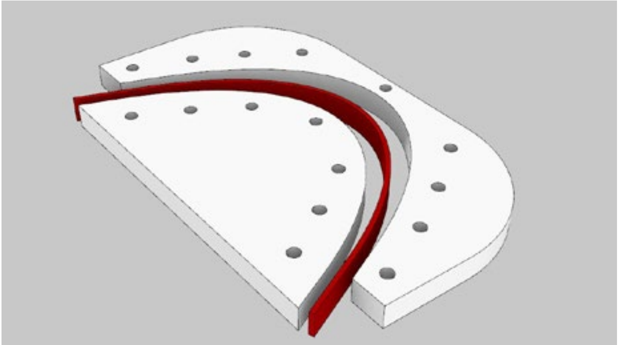
Při návrhu těchto digitálních variant bylo vycházeno z poznatků z předchozích fyzických testů. Nalezneme zde příklady ohybů, krutů, jejich kombinování a další pravidla pro ohýbání.

4.1.1 Základní ohyb materiálu

Základní ohyby a přípravky. Ohyb s jedním rádiusem v jednom směru.



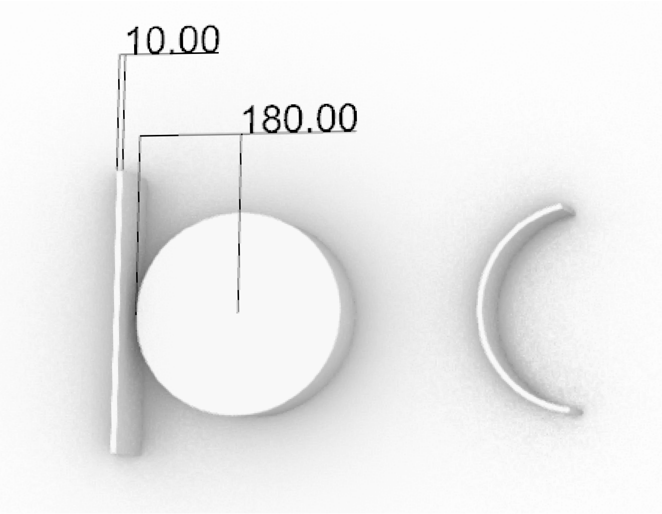
Obr. 53 Digitální testy



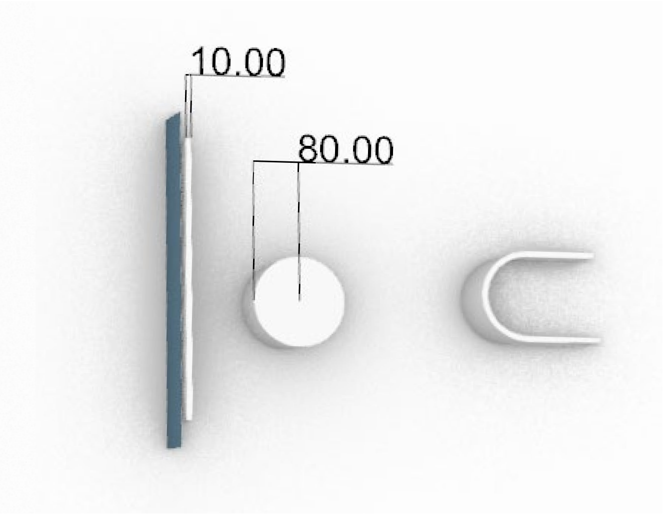
Obr. 54 Digitální testy

4.1.2 Rádius ohybu

U klasického ohybu platí pravidlo, že poloměr ohybu má být 18x větší než tloušťka materiálu. Ovšem při použití pomocného plechu lze poloměr zmenšit i na 8x větší než je síla ohýbaného dřeva.



Obr. 55 Digitální testy



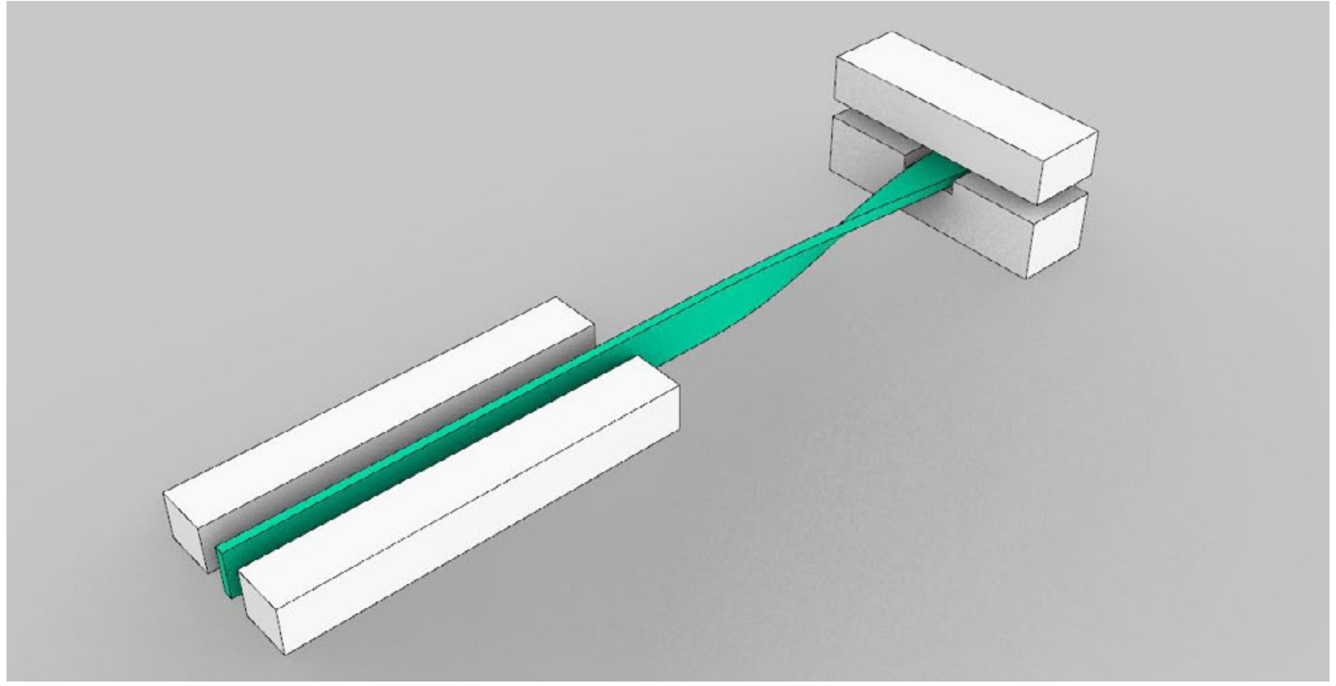
Obr. 56 Digitální testy

4.2 Krut

Stejně jako u ohybu zde závisí na druhu a rozměrech materiálu. Co je zde však klíčové je vzdálenost pro samotný moment krutu na ohýbaném dílu.

4.2.1 Základní krut materiálu

Základní krut po podélné ose definuje stupeň protočení (90°,180°,360°) a také jeho potřebná délka. Čím je materiál širší a silnější, tím potřebuje větší vzdálenost pro vytvoření úspěšného krutu.



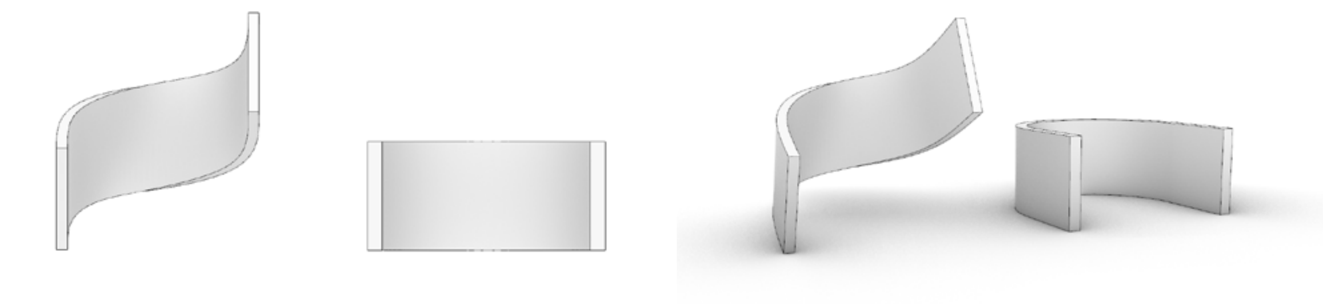
Obr. 57 Digitální testy

4.3 Kombinace ohybu a krutu

Nejkomplikovanější pro výrobu jsou kombinace obou možností. Nicméně správné kombinování umožňuje jednak extrémější formu ohybů a také zajímavější tvary.

4.3.1 Horizontální ohyb a vertikální krut

Při kombinaci ohybu a krutu ve vertikálním směru se rádius ohybu a úhel krutu stávájí více flexibilnější. Tohoto principu jsem využil u dílu č. 2, který naleznete v kapitole technické dokumentace.

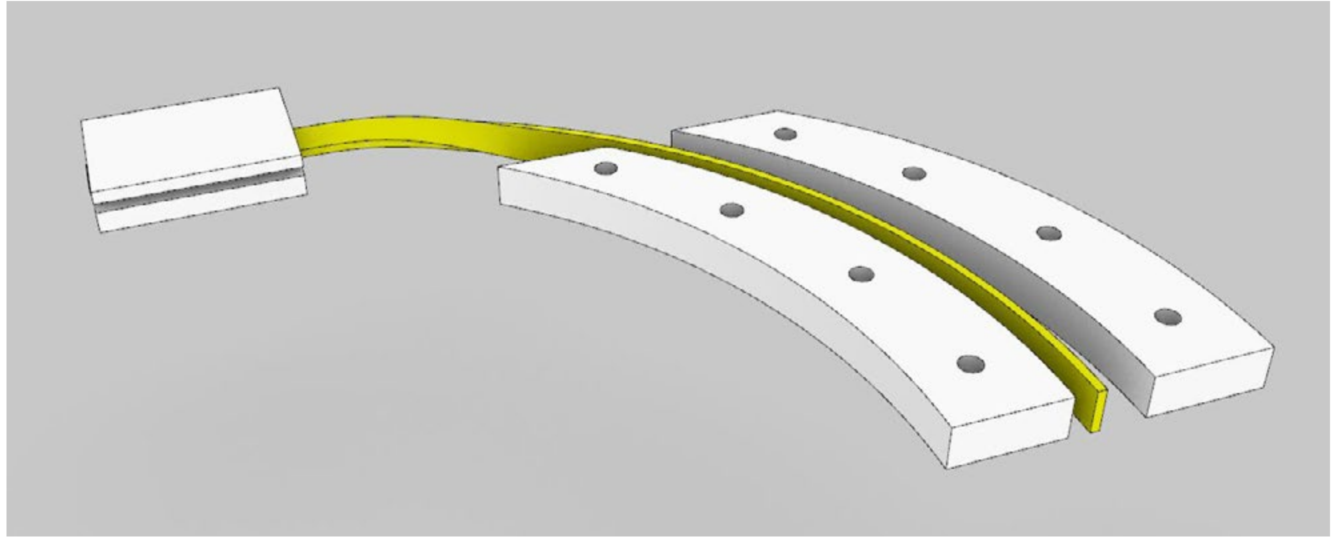


Obr. 58 Digitální testy

4.3.2 Ohyb a krut v jedné rovině

Tento způsob ohýbání je využitý značně i v tomto projektu. Nalezneme jej u dílů č. 1,3,5 a 6. Není zcela jednoduché správně navrhnout tento typ tak, aby bylo docíleno úspěšné realizace. Takovýto typ ohybu nejvíce ovlivňuje kvalita a promyšlenost přípravku, tudíž se zde očekává opakující se kalibrace a testování, dokud parametry přípravku nebudou optimální.

Konkrétně u tohoho příkladu, který vznikl v procesu navrhování nového prototypu vidíme jednoduchý ohyb s jedním rádiusem, který ale plynule pokračuje do krutu o 90°. Jak bylo naznačeno, v praxi by se vytvořil přípravek podle této předlohy, otestoval se a následně by vyšly najevo nedostatky a problémy (úhel,vzdálenost, pnutí..). Ty se v druhé verzi eliminují a přípravek se upraví.



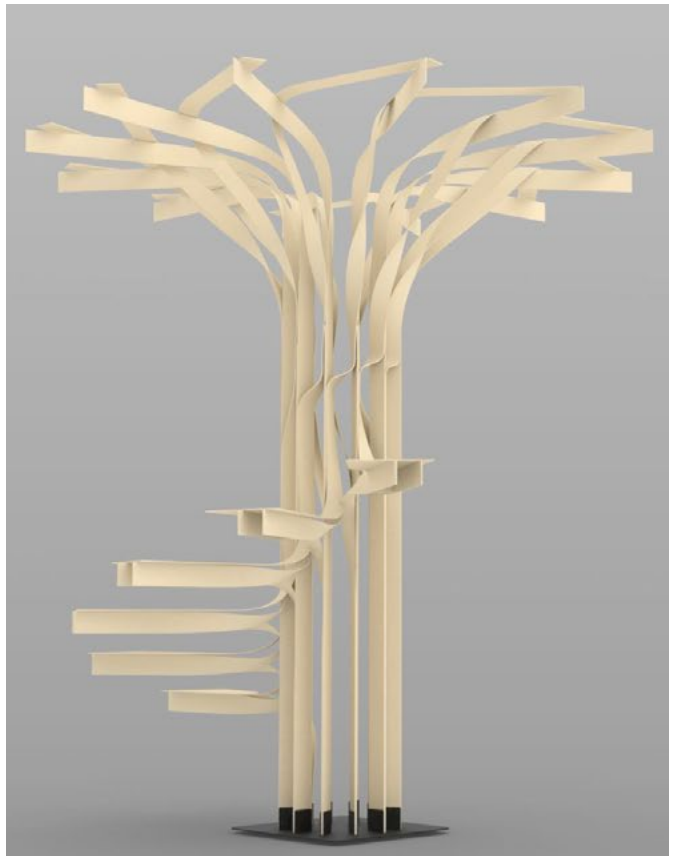
Obr. 59 Digitální testy

5 Praktická část

V této části textu je zdokumentován a popsán první fyzický prototyp sloupu, který vznikl na konci předchozího semestru a zároveň vývoj nového prototypu reagující na ten předchozí.

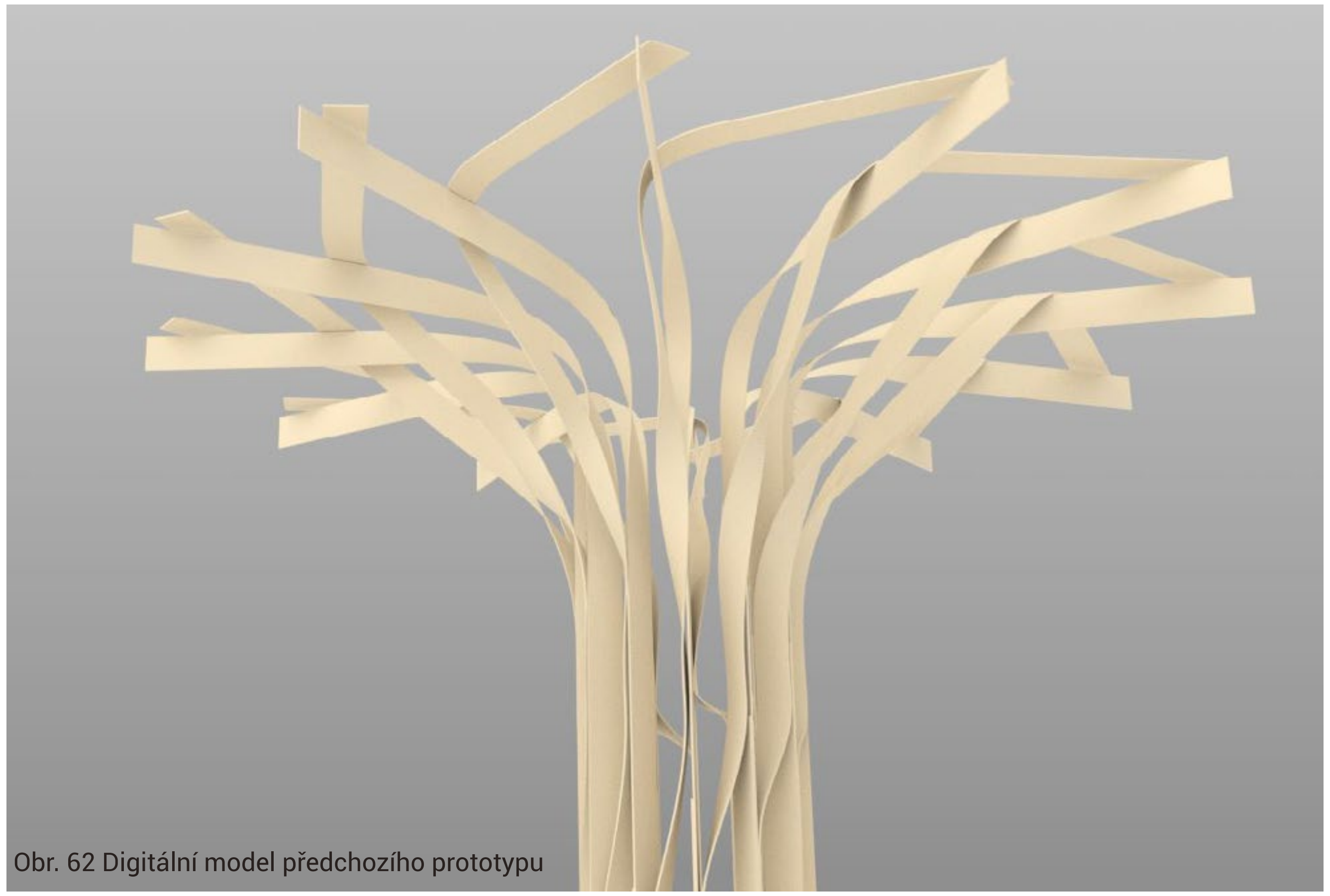
5.1 První vytvořený sloup

První fyzický prototyp byl velmi poučný a opravdu velkou zkušeností. Čekalo zde spoustu obtížných situací, se kterými jsme dopředu nepočítali. Sloup jsme postavili v týmu tří lidí. Obrovské množství času zabralo samotné napařování. Každý napařený kus musí zůstat alespoň 24h zafixovaný. Předtím musel být minimálně jednu hodinu v napařovacím boxu. Box jsme si již na začátku sami vyrobili, stejně jako každý kus prkna prošel našimi rukami. Považuji za velmi přínosné si osahat jak materiál, tak způsob práce a uvědomit si, že pracovat s touto metodou není zdaleka tak jednoduché, jak se na první pohled může zdát. Rozdíl by samozřejmě byl, pokud bychom měli profesionální vybavení a prostory. Potom bychom totiž volili silnější materiál a sloup by mohl mít přesvědčivější statickou funkci. Pro další prototyp bylo důležité se přestat soustředit na kombinování sloupu s točitým schodištěm. Nebát se silnější tloušťky materiálu. Zároveň počítat s tím, že další sloup by se již mohl vyrábět profesionálněji.



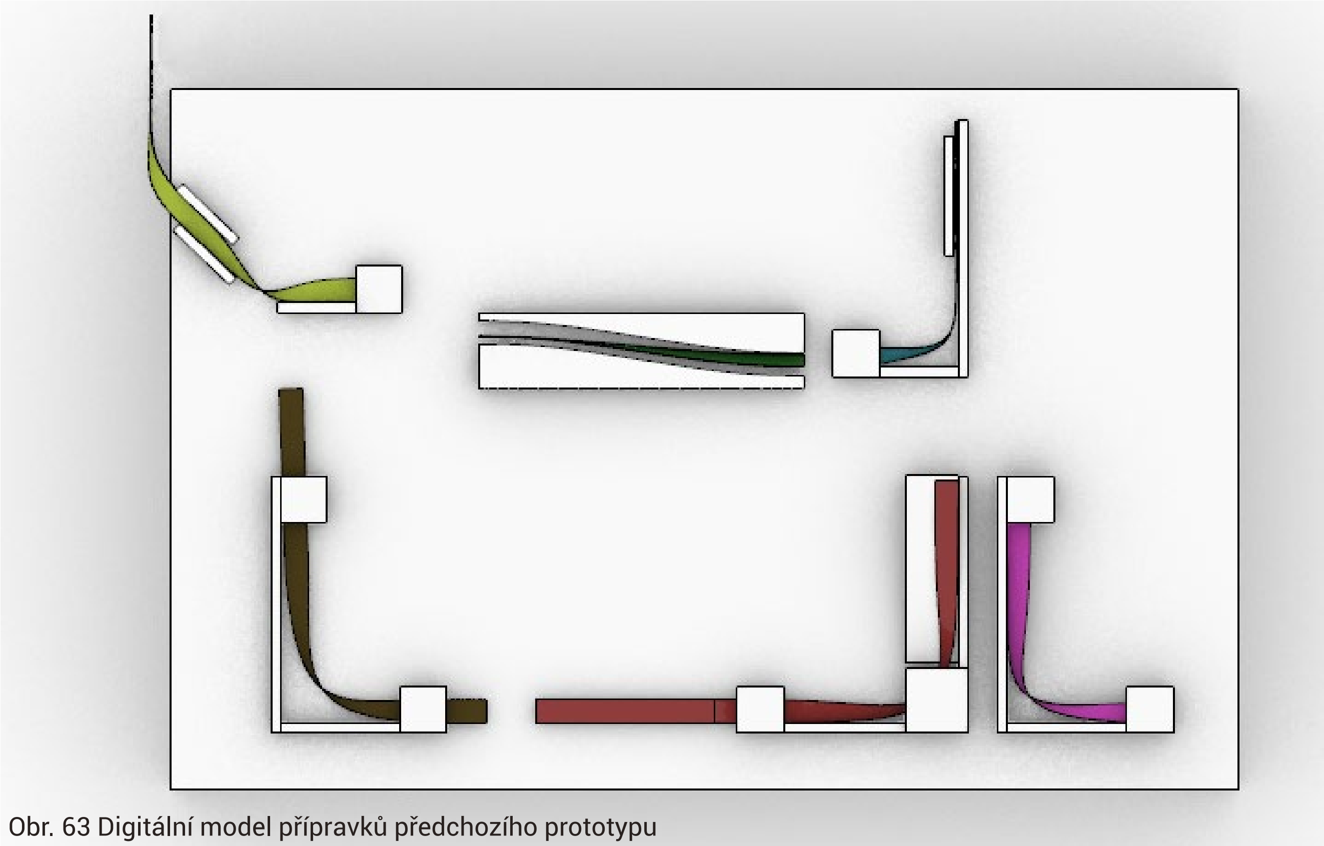
Obr. 60 Digitální model předchozího prototypu

Obr. 61 Fyzický model předchozího prototypu



Obr. 62 Digitální model předchozího prototypu

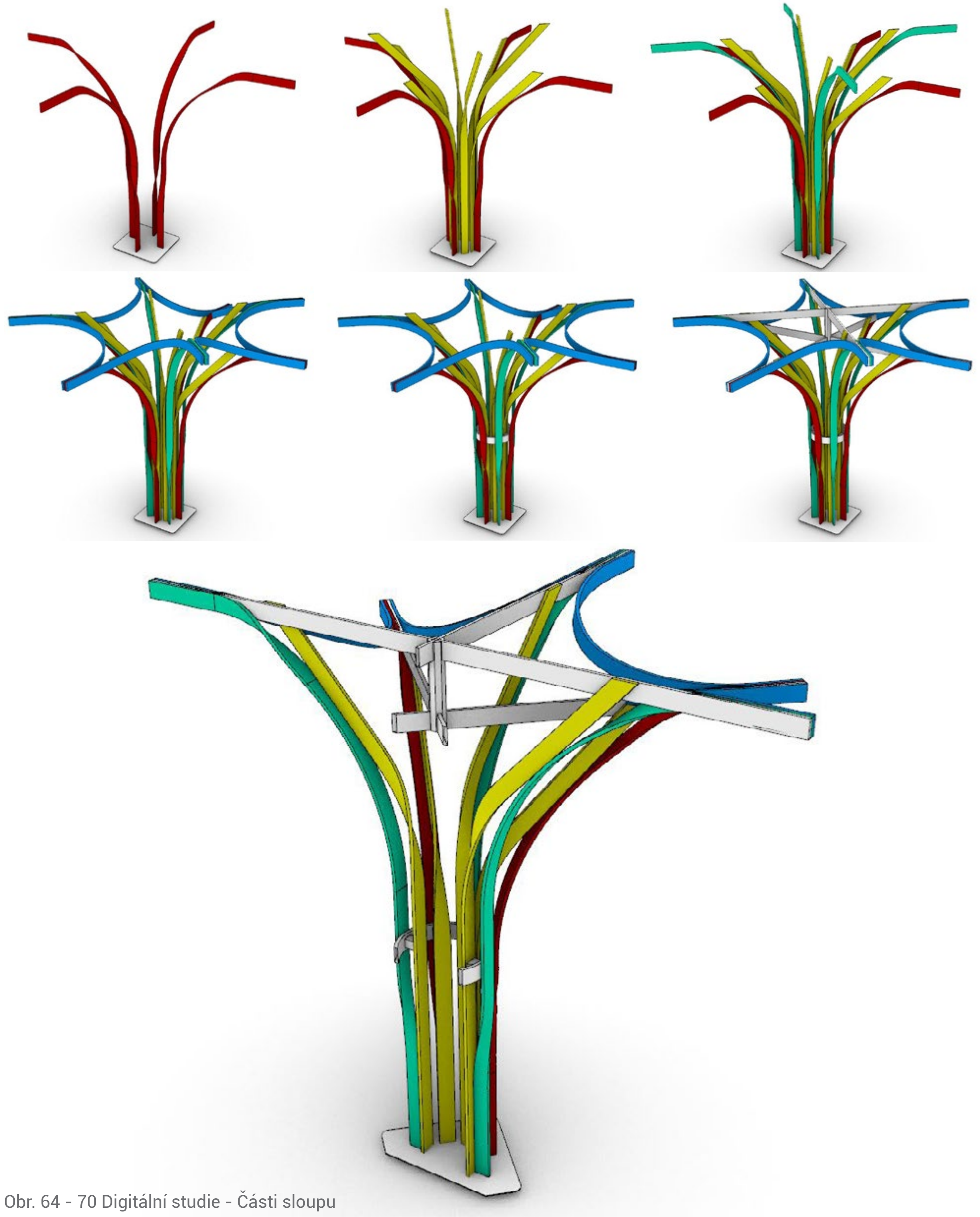
Pro výrobu bylo zapotřebí navržení jednotlivých přípravků pro každou část sloupu. Byla zde důležitá kalibrace digitálního a fyzického modelu. Jednotlivé ohyby jsme si nejdříve vyzkoušeli a podle toho, co bylo možné v našich podmínkách jsme přizpůsobovali výsledný návrh sloupu.



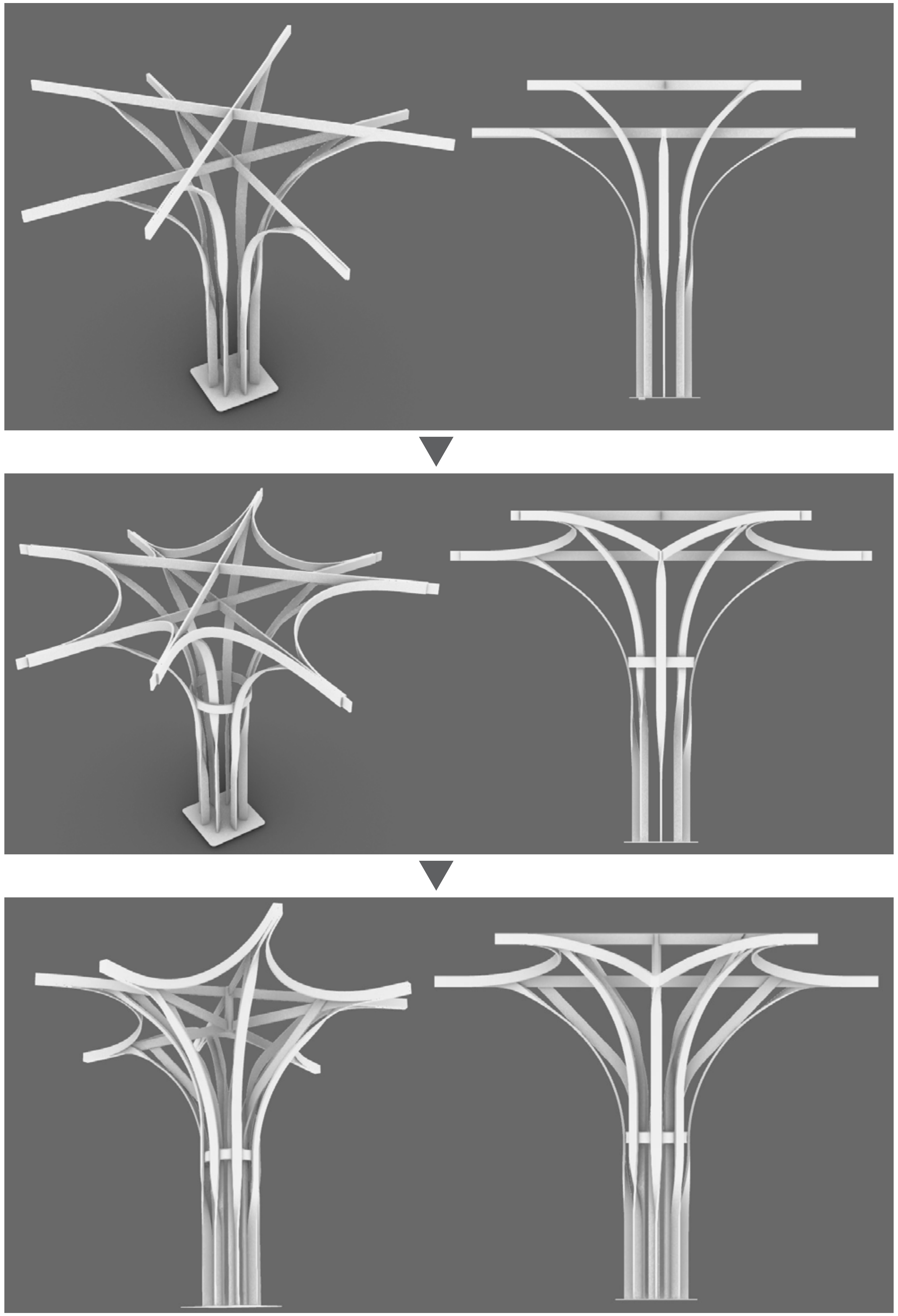
Obr. 63 Digitální model přípravků předchozího prototypu

5.2 Vývoj nového sloupu

Nový prototyp sloupu vychází z prvního prototypu, který byl realizovaný. Snaží se reagovat na problematické části a také pracovat s menším množstvím materiálu. Problematickou částí byla horní, kde se řešilo, jak elegantně a zároveň efektivně tvarovat a následně propojit jednotlivé prvky. Na počátku práce vznikl poměrně nevzhledný kříž, který byl podstatný kvůli únosnosti sloupu a zajišťoval propojení jednotlivých vertikálních prvků. V další fázi se tento detail vyřešil dalšími ohýbanými prvky.



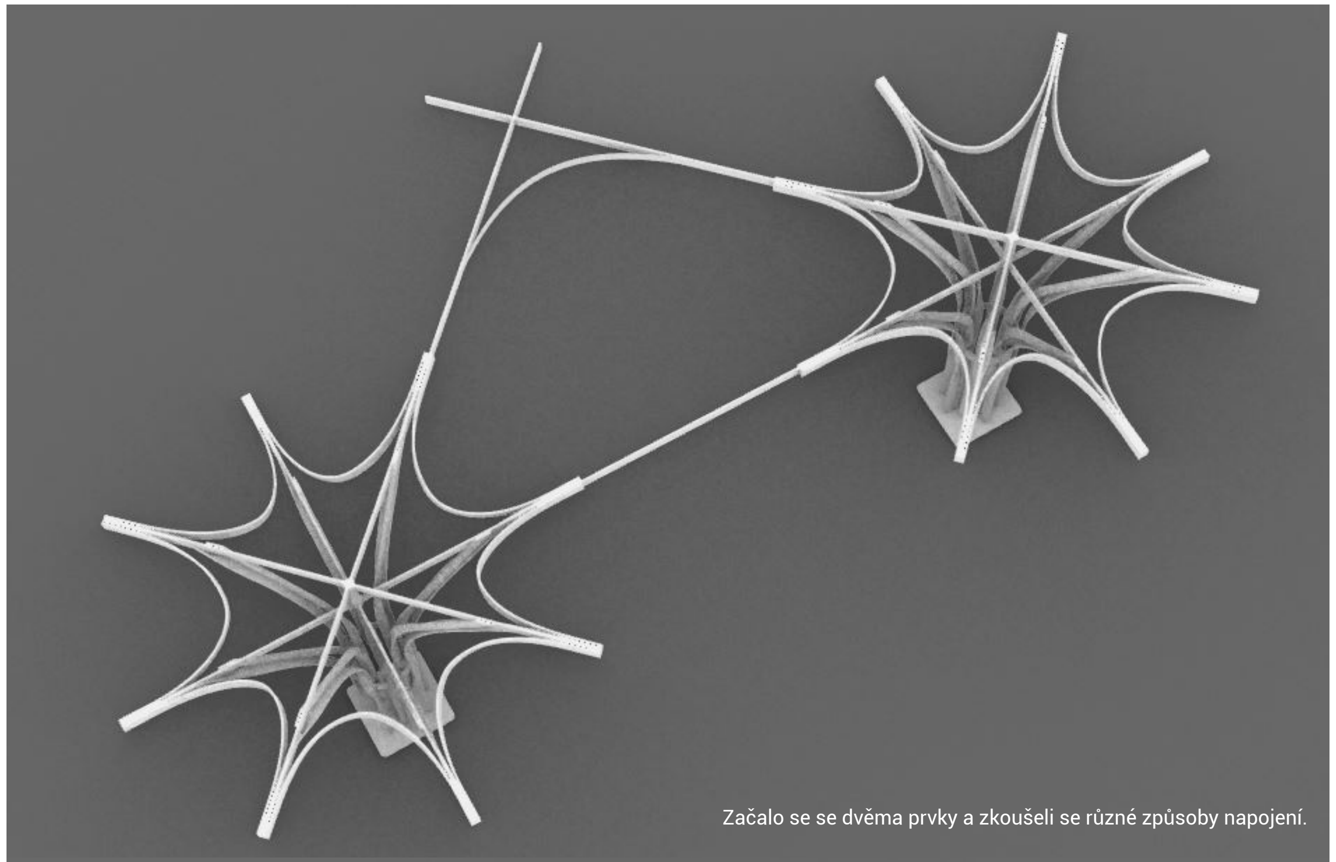
Obr. 64 - 70 Digitální studie - Části sloupu



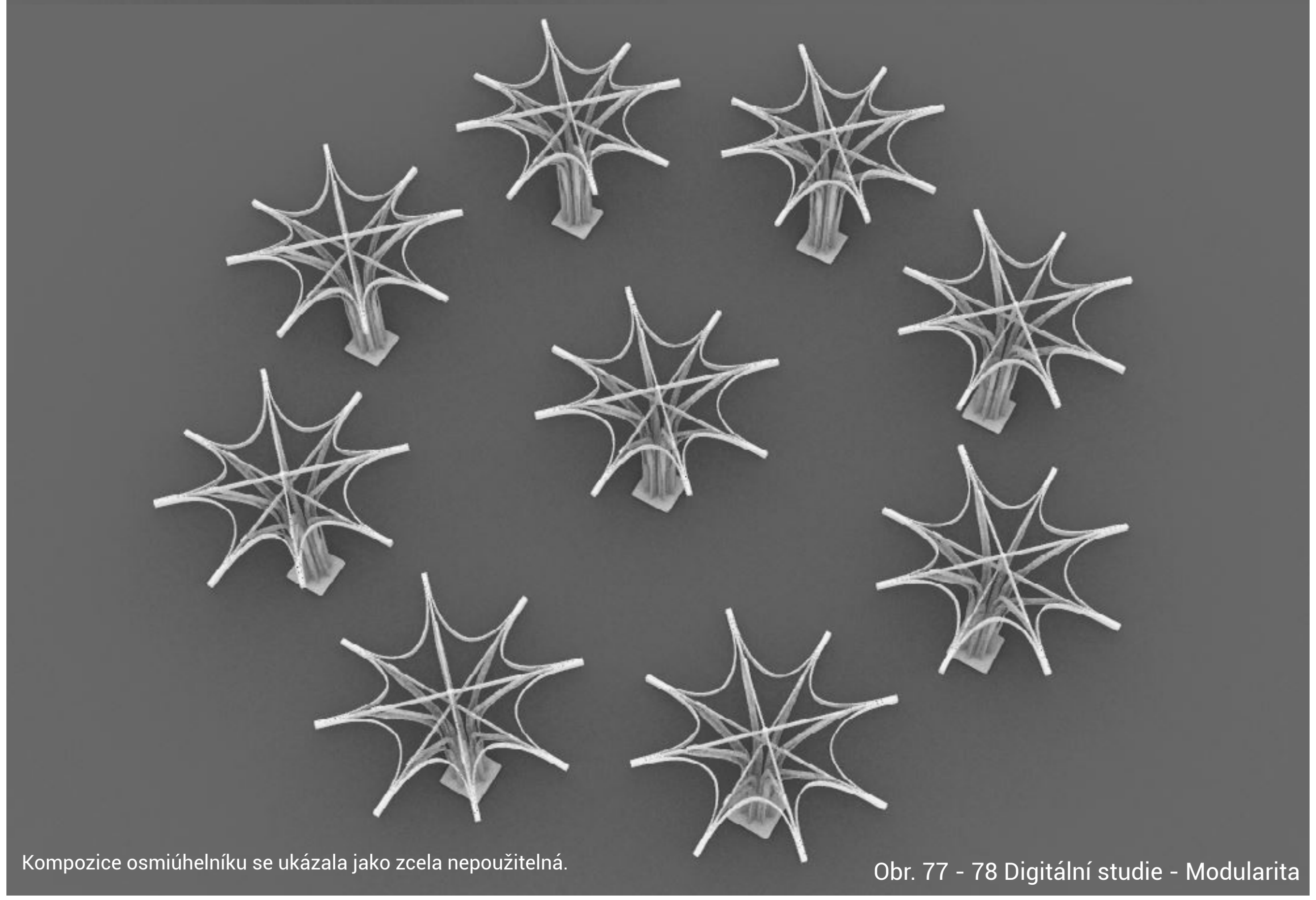
Obr. 71 - 76 Digitální studie - Vývoj sloupu

5.2.1 První prostorové kompozice

Pro představu, jak by mohlo vypadat uspořádání více navržených sloupů byli vytvořeny prvotní návrhy možného napojování v horní části a variace odsazení jednotlivých sloupů od sebe navzájem.

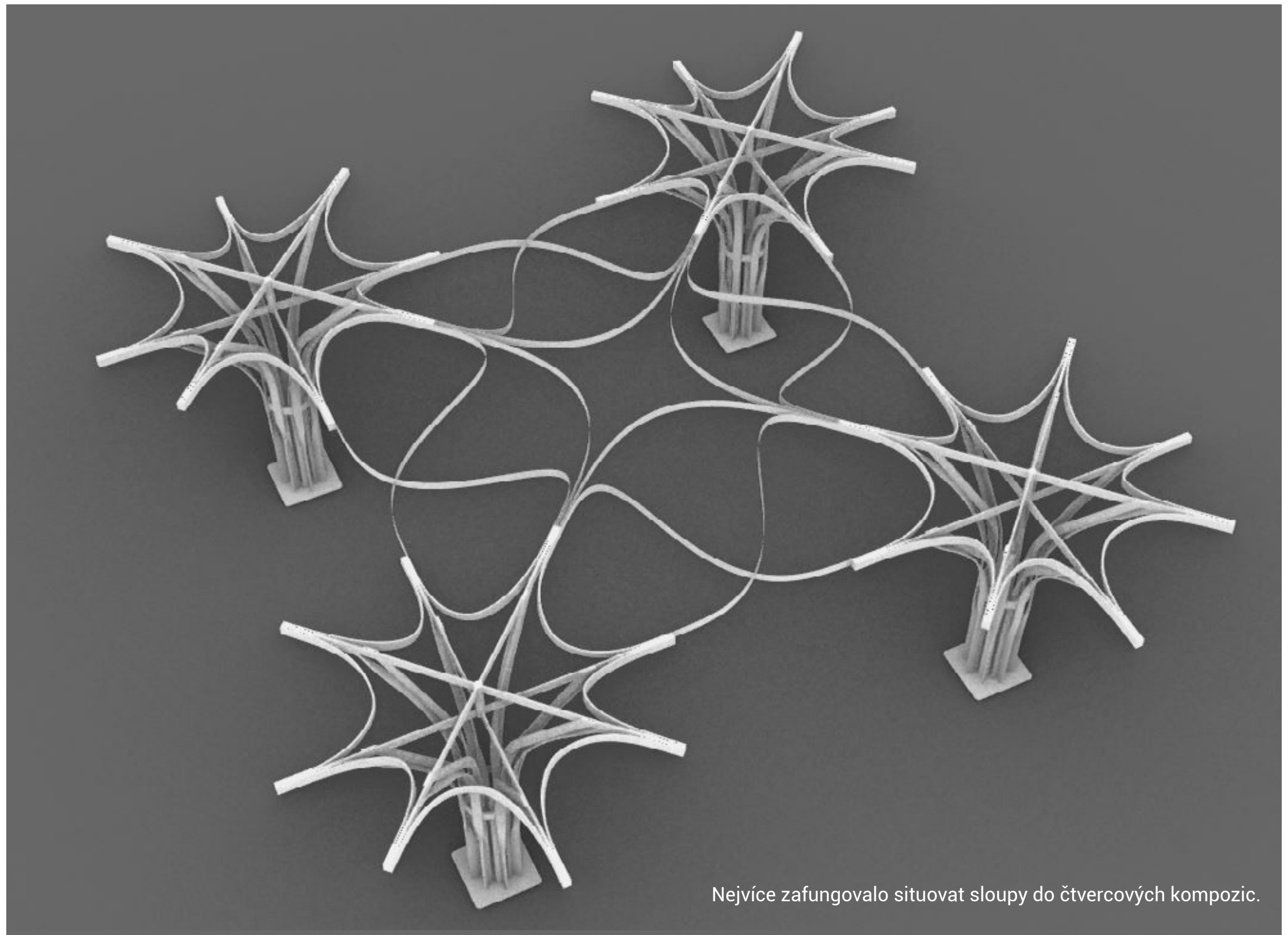


Začalo se se dvěma prvky a zkoušeli se různé způsoby napojení.

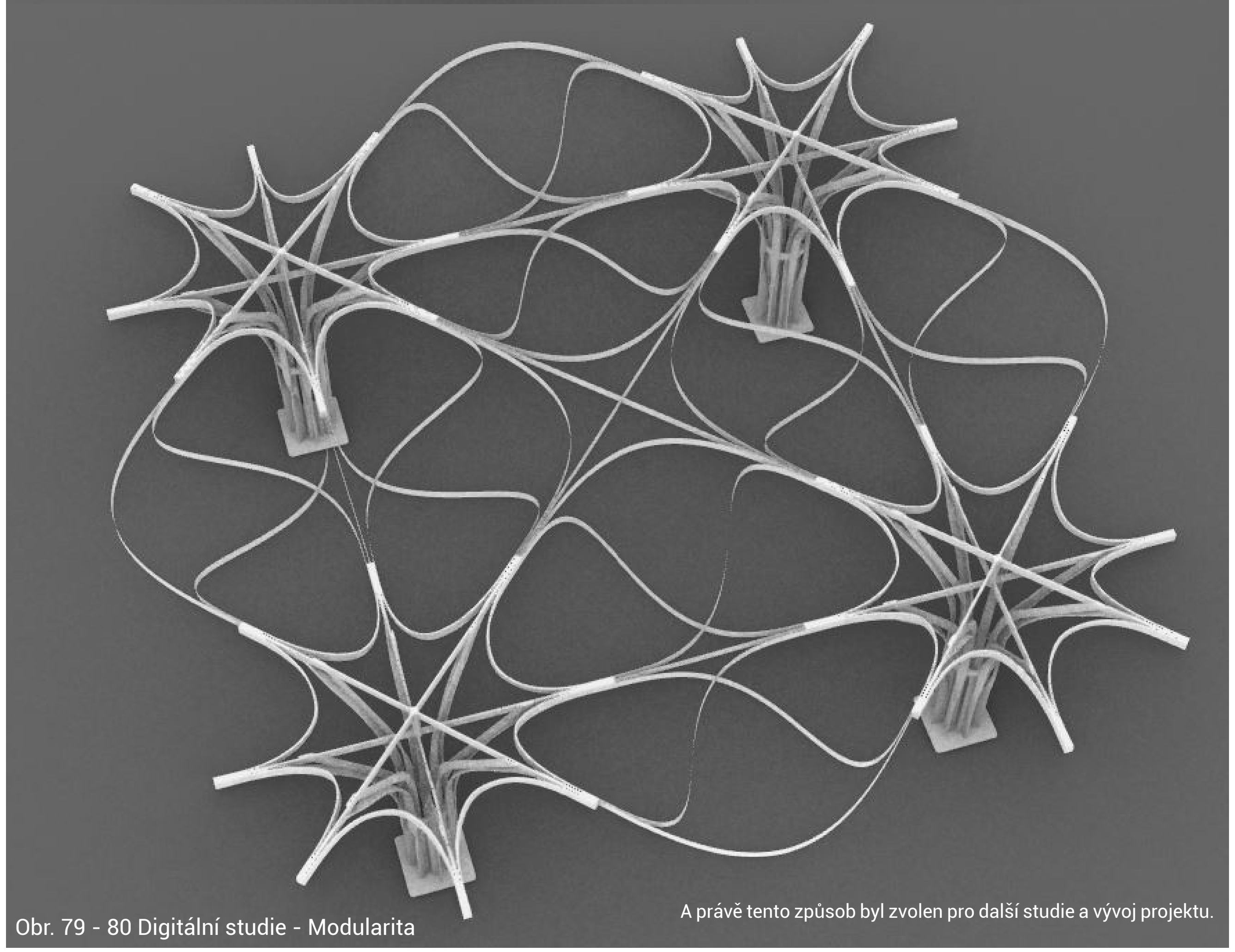


Kompozice osmiúhelníku se ukázala jako zcela nepoužitelná.

Obr. 77 - 78 Digitální studie - Modularita



Nejvíce zafungovalo situovat sloupy do čtvercových kompozic.

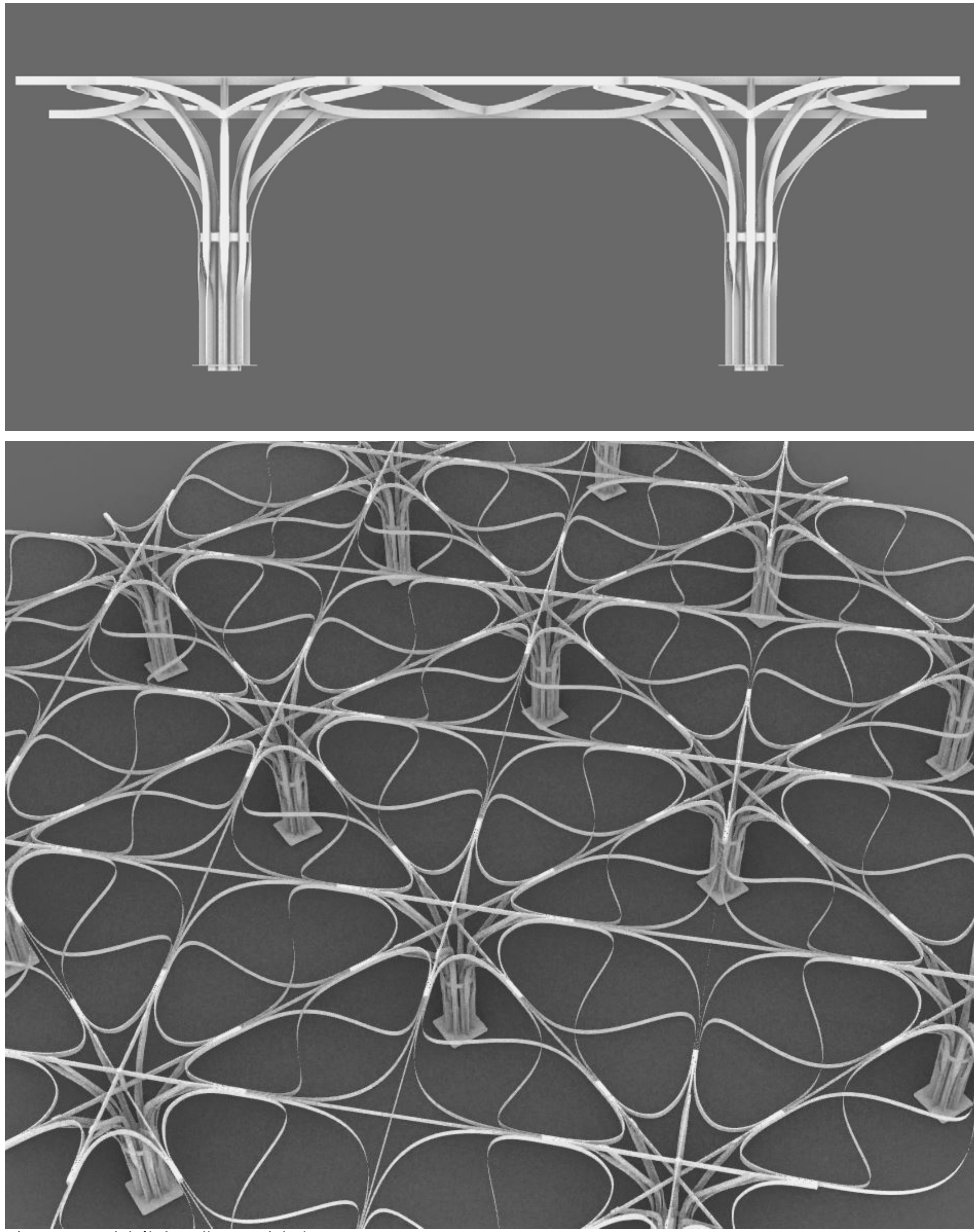


A právě tento způsob byl zvolen pro další studie a vývoj projektu.

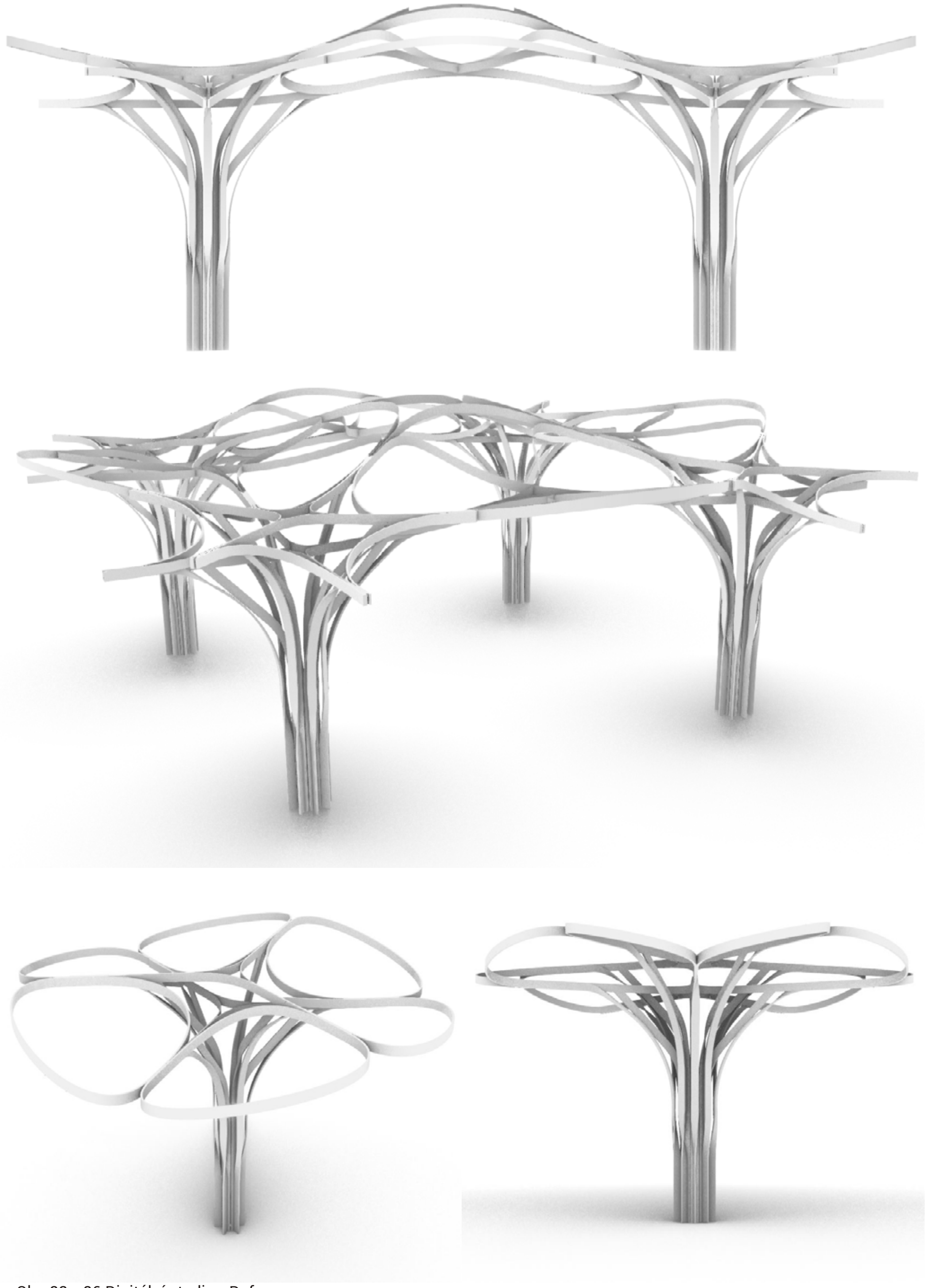
Obr. 79 - 80 Digitální studie - Modularita

5.2.1 První prostorové kompozice

V této fázi se začalo uvažovat o rozmanitějším tvarování propojovacích částí, na této straně můžeme vidět, že při bočním pohledu se struktura jeví jako známá příhradová konstrukce. Proto v rámci digitální tvorby následovala tvorba dalších možnosti, jak tyto moduly dynamičtěji modifikovat.



Obr. 81 - 82 Digitální studie - Modularita



Obr. 83 - 86 Digitální studie - Deformace

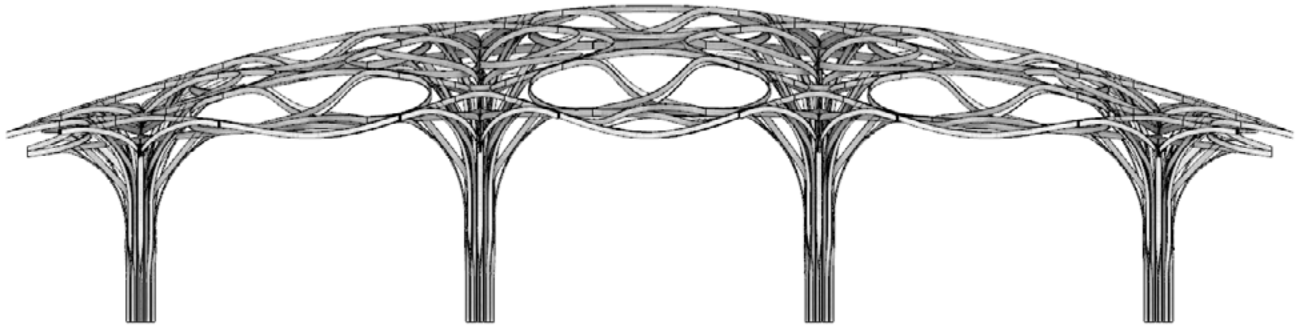
5.3 Digitální kompoziční studie

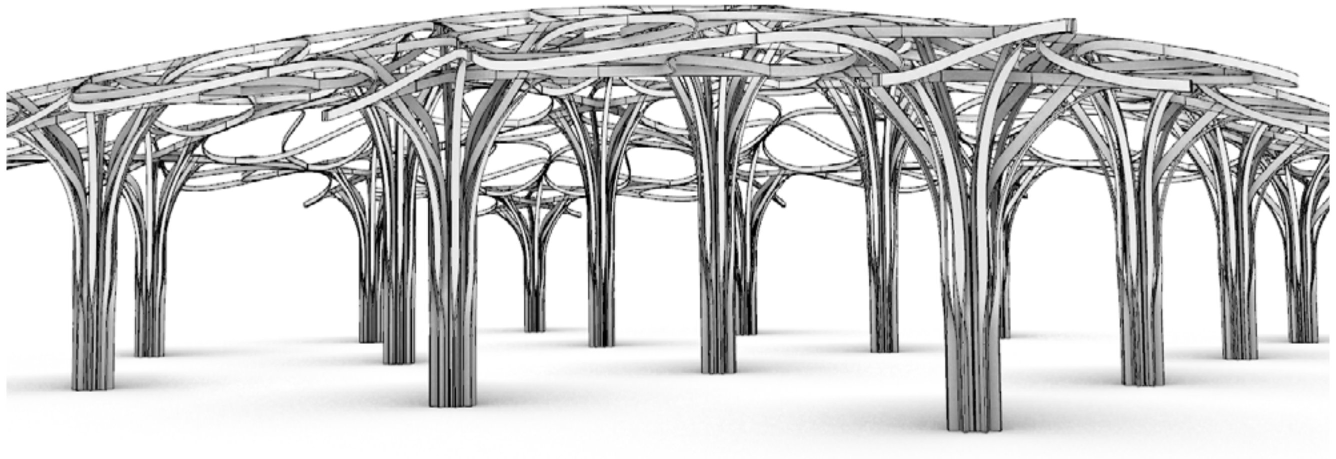
Studie pracující s různou výškou jednotlivých sloupů, které na sebe plynule navazují. Přestože mohou sloupy působit na první pohled industriálně, při bližším pohledu v nich můžeme spatřit gotické nebo i barokní prvky. Právě gotické stavby byly do jisté míry také inspirací při tvorbě kompozičních řešení.

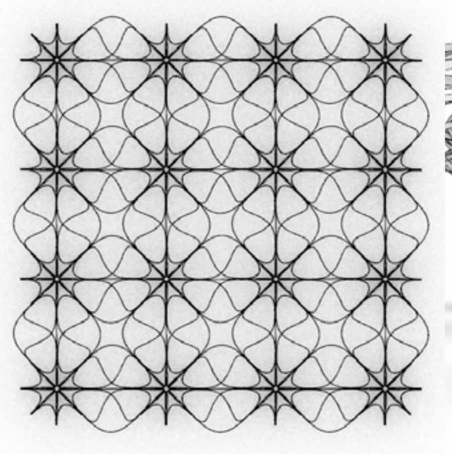
5.3.2 Digitální studie - “PAVILION”

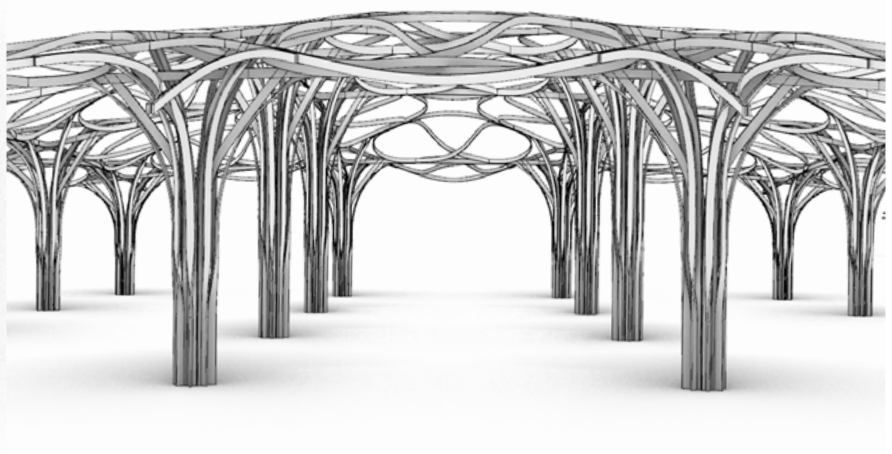
Studie pavilonu, který se tvaruje do kopulovité struktury. Docíleno pouze změnou výšek jednotlivých sloupů. Od středu plynulé snížení prvků.

Šířka = 100 mm
Tloušťka = 10 mm / 5 mm







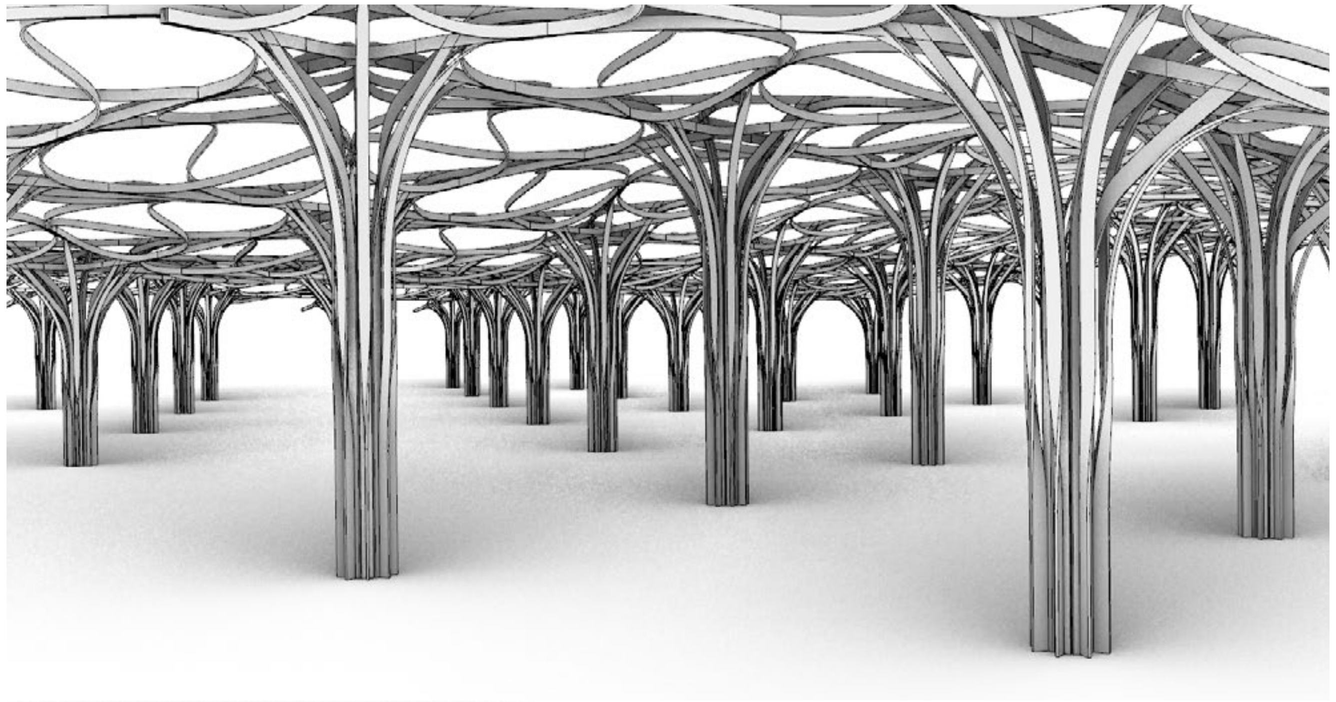


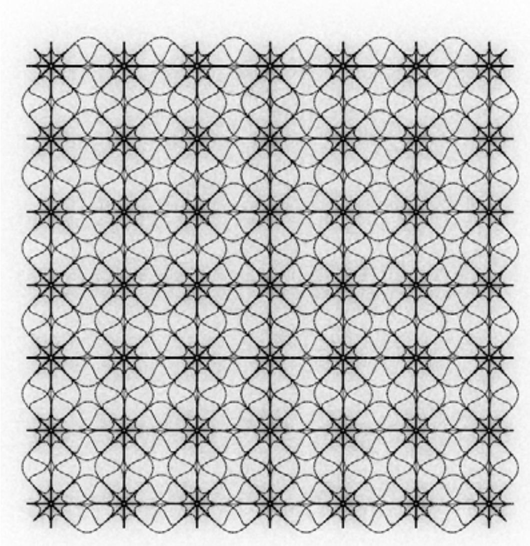
Obr. 87 - 90 Digitální studie - Pavilon

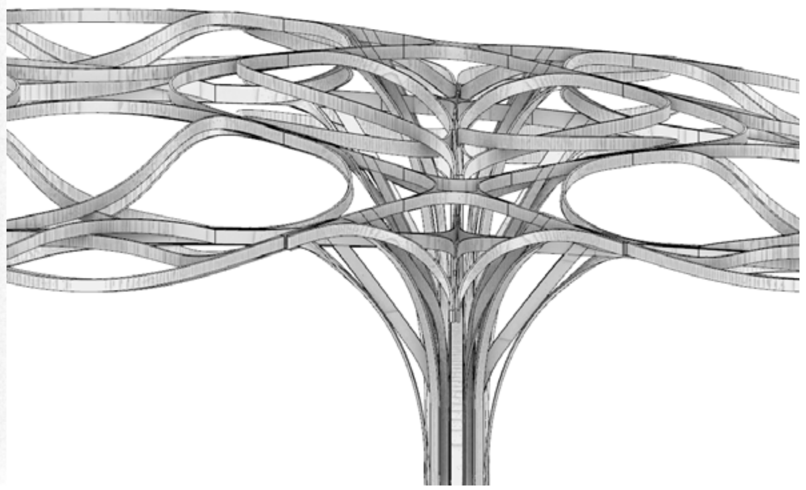
5.3.3 Digitální studie - “WAVE”

Tento modul také experimentuje s výškou jednotlivých sloupů. S představou možnosti zajímavého zastřešení v tomto plovoucím tvarosloví. V těchto studiích se současně uvažuje o kombinaci s dalšími materiály jako například kov. Konkrétně ke kovu mám osobně blízko, jak ve studijním tak v osobním životě a ve svých projektech často kombinuji kov, dřevo a popřípadě sklo.

Šířka = 100 mm
Tloušťka = 10 mm / 5 mm





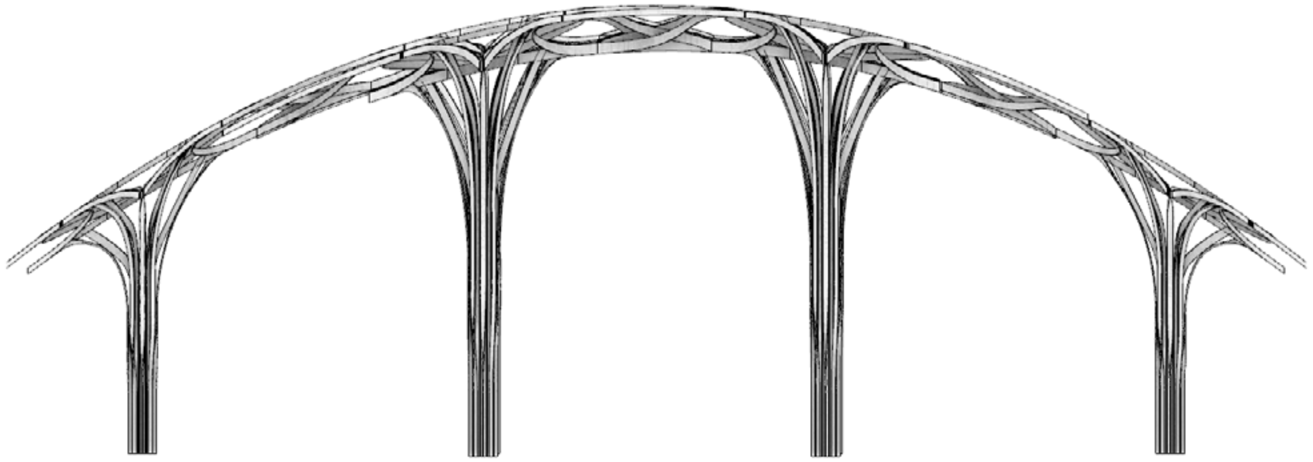


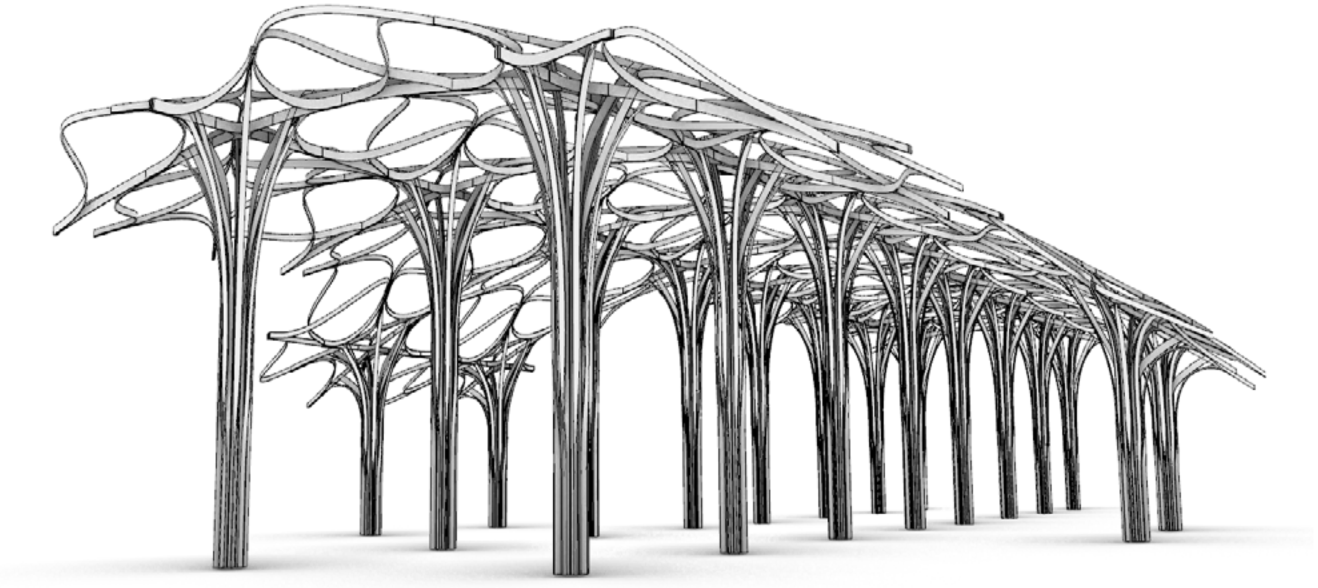
Obr. 91 - 94 Digitální studie - Vlna

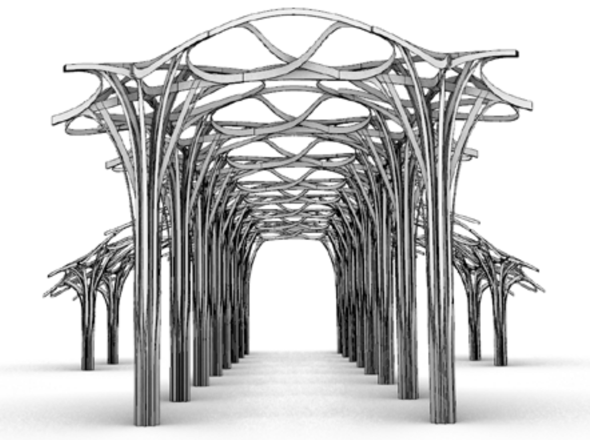
5.3.4 Digitální studie - “CHURCH”

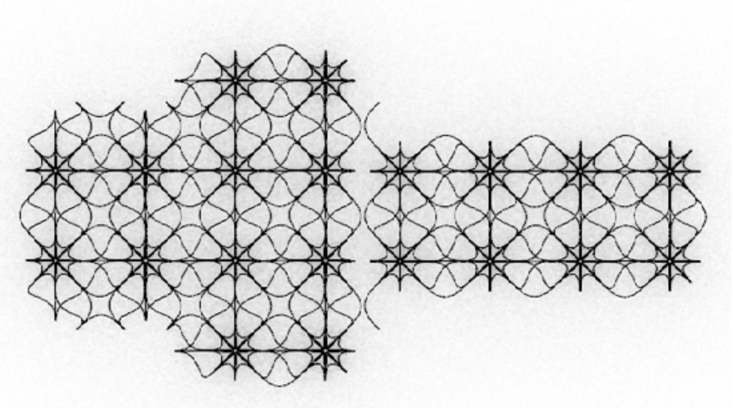
U tohoto modulu je patrná inspirace zmíněným gotickým směrem. Situoval jsem strukturu sítě do principu půdorysu gotického kostela. Zaujala mne myšlenka, že hlavní středovou loď tvoří vyšší, složitější prvky složené z vícero segmentů, než-li jsou ty na bočních lodích. Tím se dostáváme do cílené paremetrizace. Je za potřebí vnímat projekt jako genotyp, který lze různě modifikovat.

Šířka = 100 mm
Tloušťka = 10 mm 5 mm









Obr. 95 - 98 Digitální studie - Kostel

5.4 Finální varianta

Pro prezentaci ve formátu videa byl vytvořen rastr sloupů včetně jejich vzájemného propojení a také náznakem podlahy a stropu. Jedná se o čistě ilustrativní modul který si lze představit, jak pro exteriérové tak interiérové využití. Zmíněné video je součástí prezentace při obhajobách této práce.

Obr. 99 - 100 Digitální studie - Finální varianta

5.4.1 Užité prostředky ke tvorbě

Tento projekt byl vytvořený převážně v softwaru Rhinoceros s využitím renderovacích modulů. Dále pro vizualizace byl použitý program Lumion. Grafické zpracování probíhalo prostřednictvím Adobe Illustrator, Photoshop a Indesign.

Obr. 101 - 102 Užité prostředky

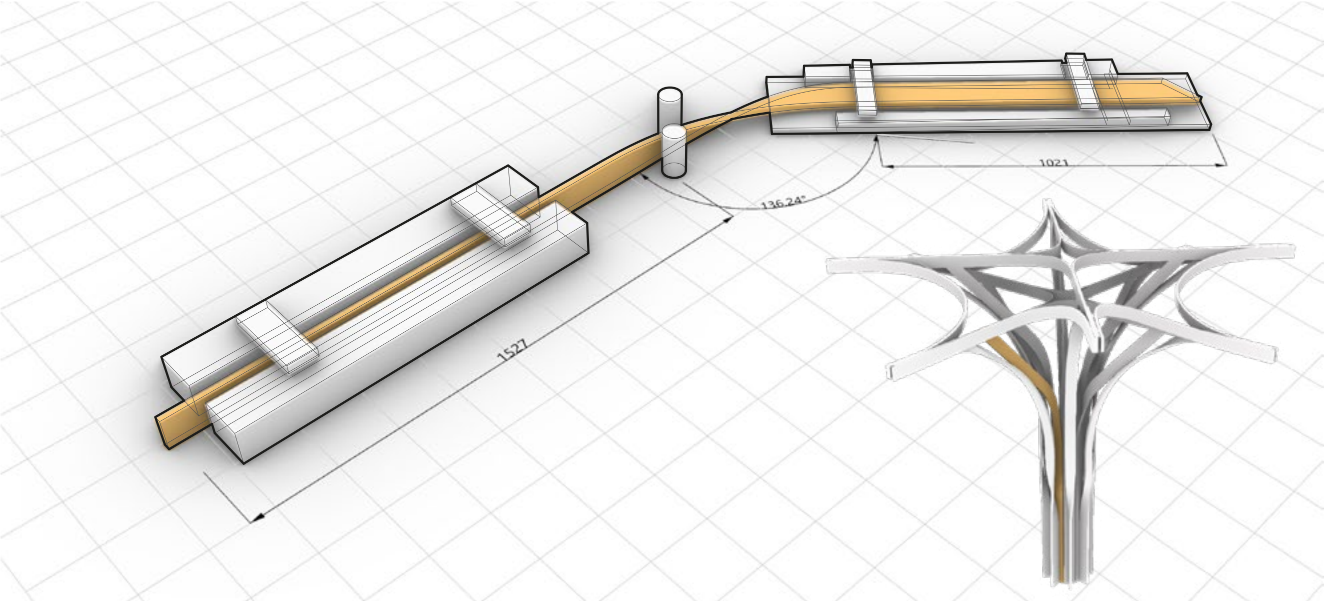
5.4.2 Technická dokumentace

Tato kapitola je návodem pro výrobu přípravků pro jednotlivé části sloupu.

Dle ní se budu řídit ve fázi výroby, ve které se zároveň dostáváme do finální kalibrace mezi digitálním návrhem a reálnou fabrikací.

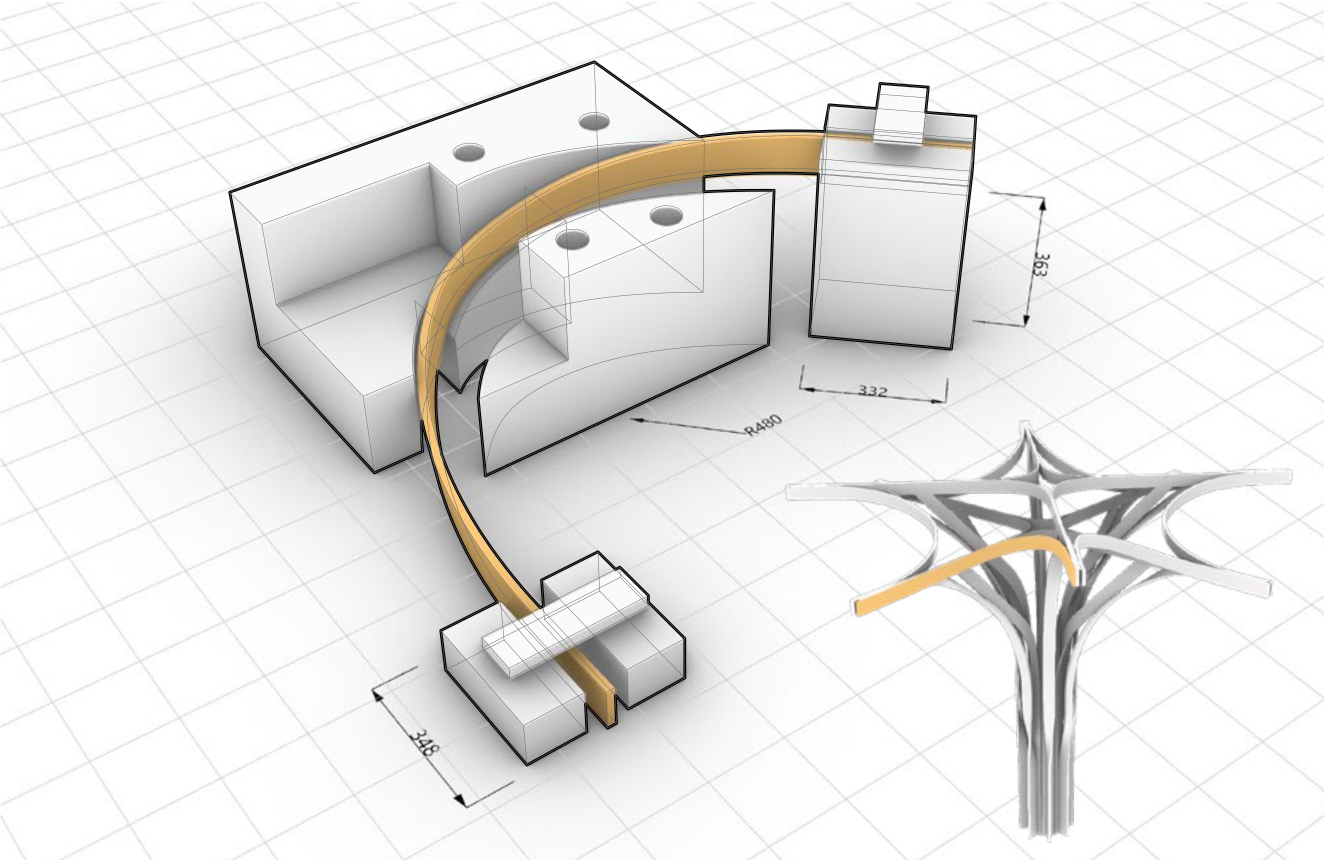
5.4.3 Díl č. 1

Vertikální díl, kombinace ohybu a krutu, materiál 100x10mm



5.4.4 Díl č. 2

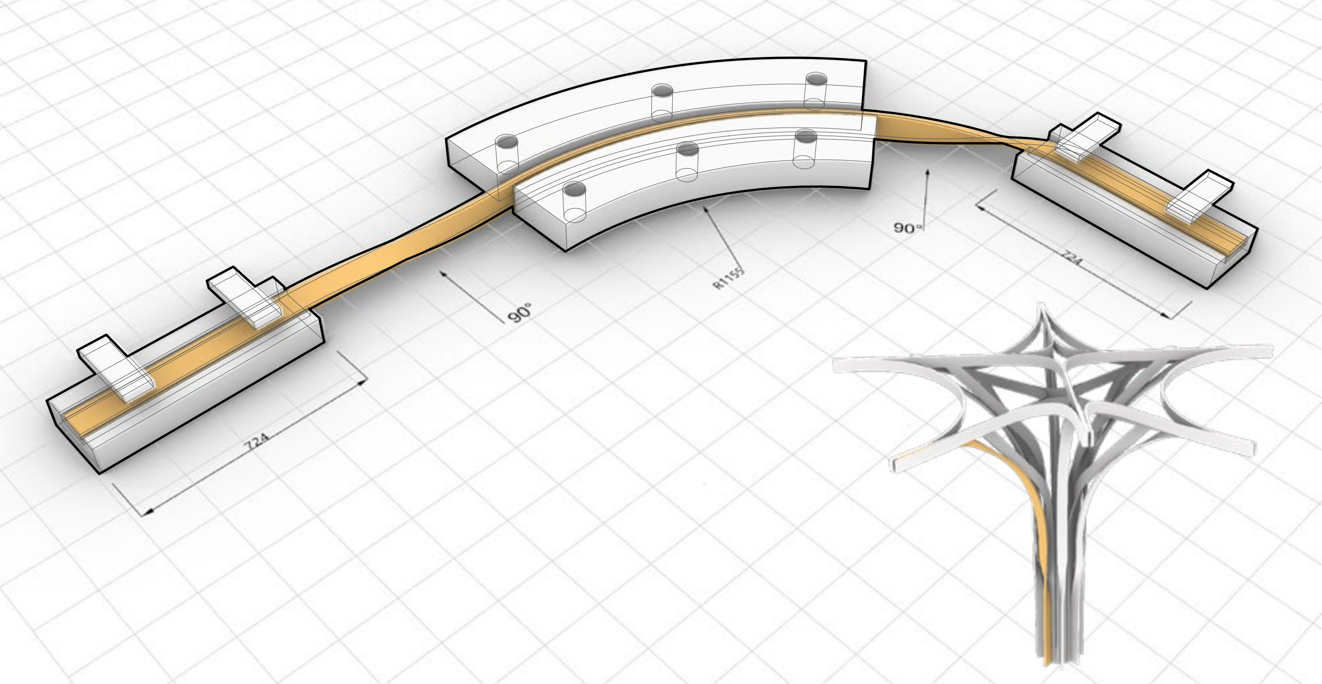
Horizontální díl, kombinace ohybu a krutu, materiál 100x10mm



Obr. 103 - 104 Digitální přípravky

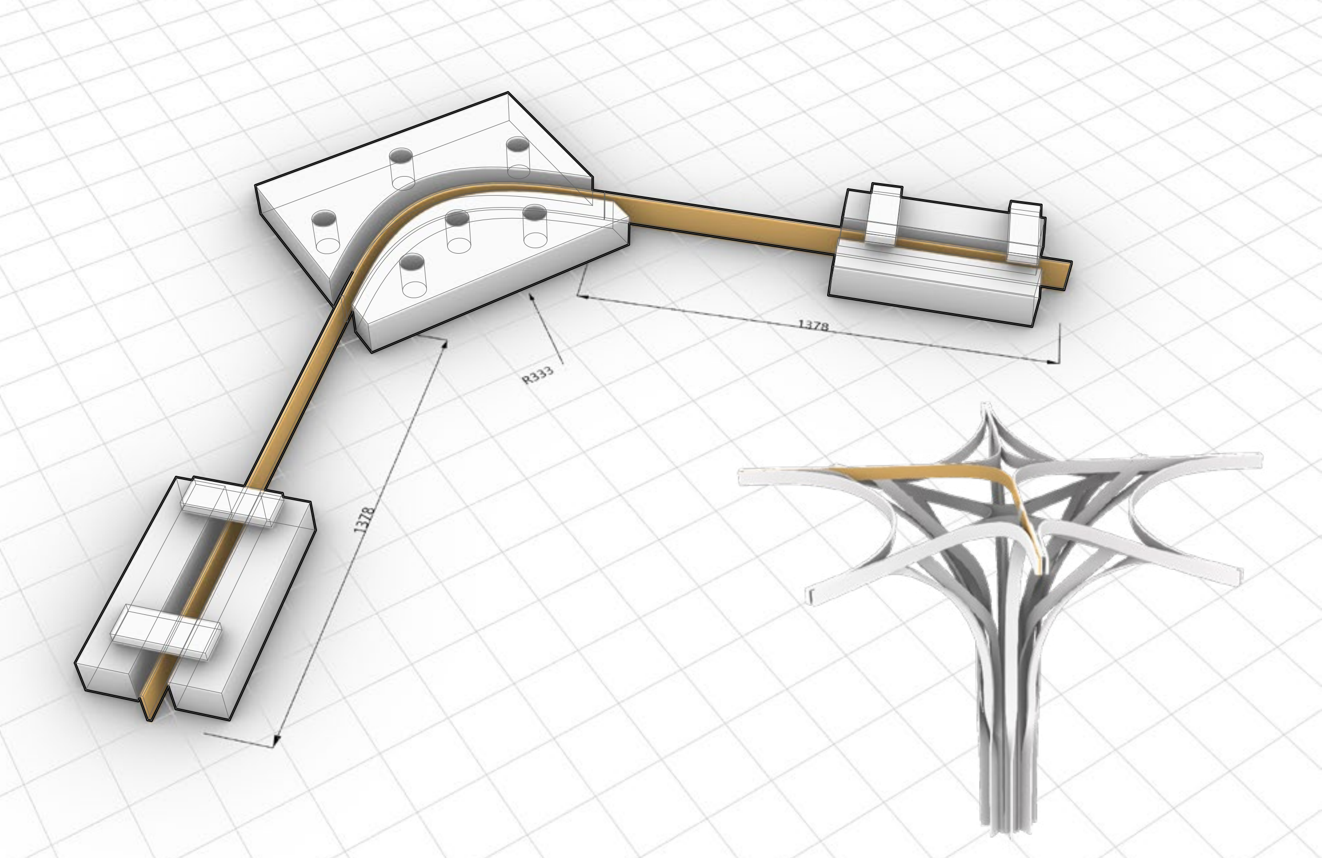
5.4.5 Díl č. 3

Vertikální díl, kombinace ohybu a krutu, materiál 100x10mm



5.4.6 Díl č. 4

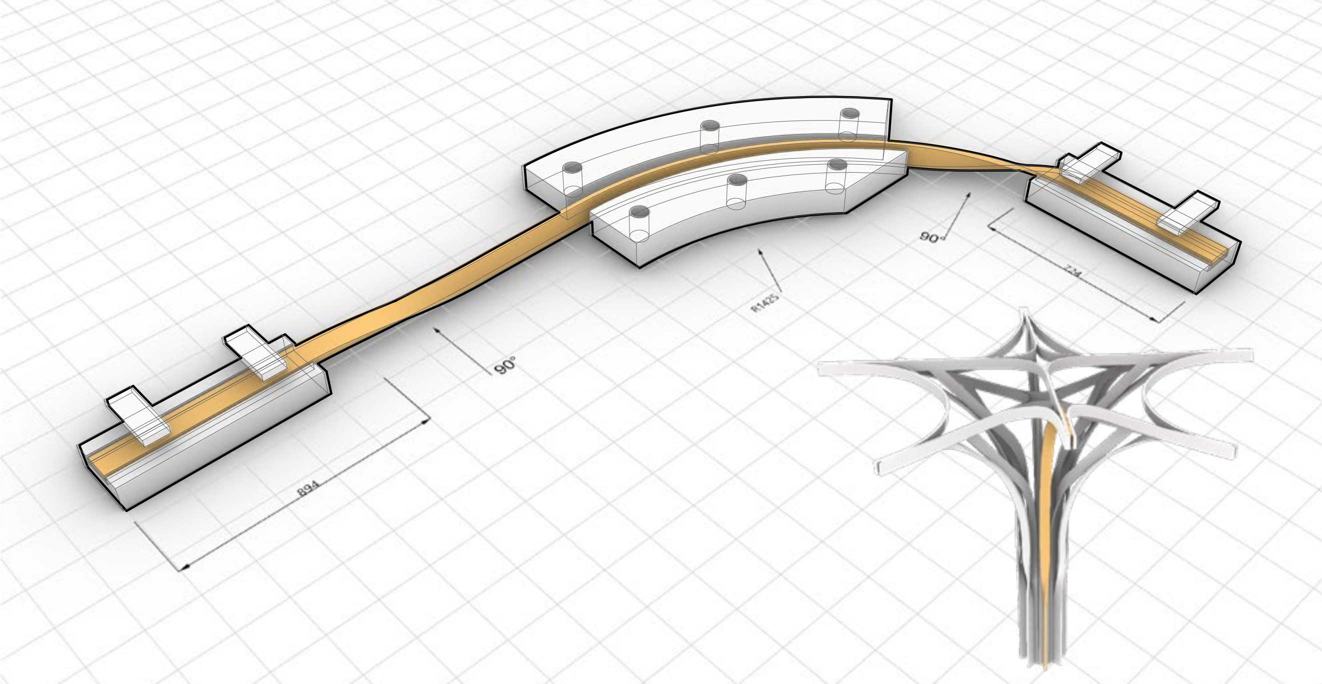
Horizontální díl, metodika ohybu, materiál 100x5mm



Obr. 105 - 106 Digitální přípravky

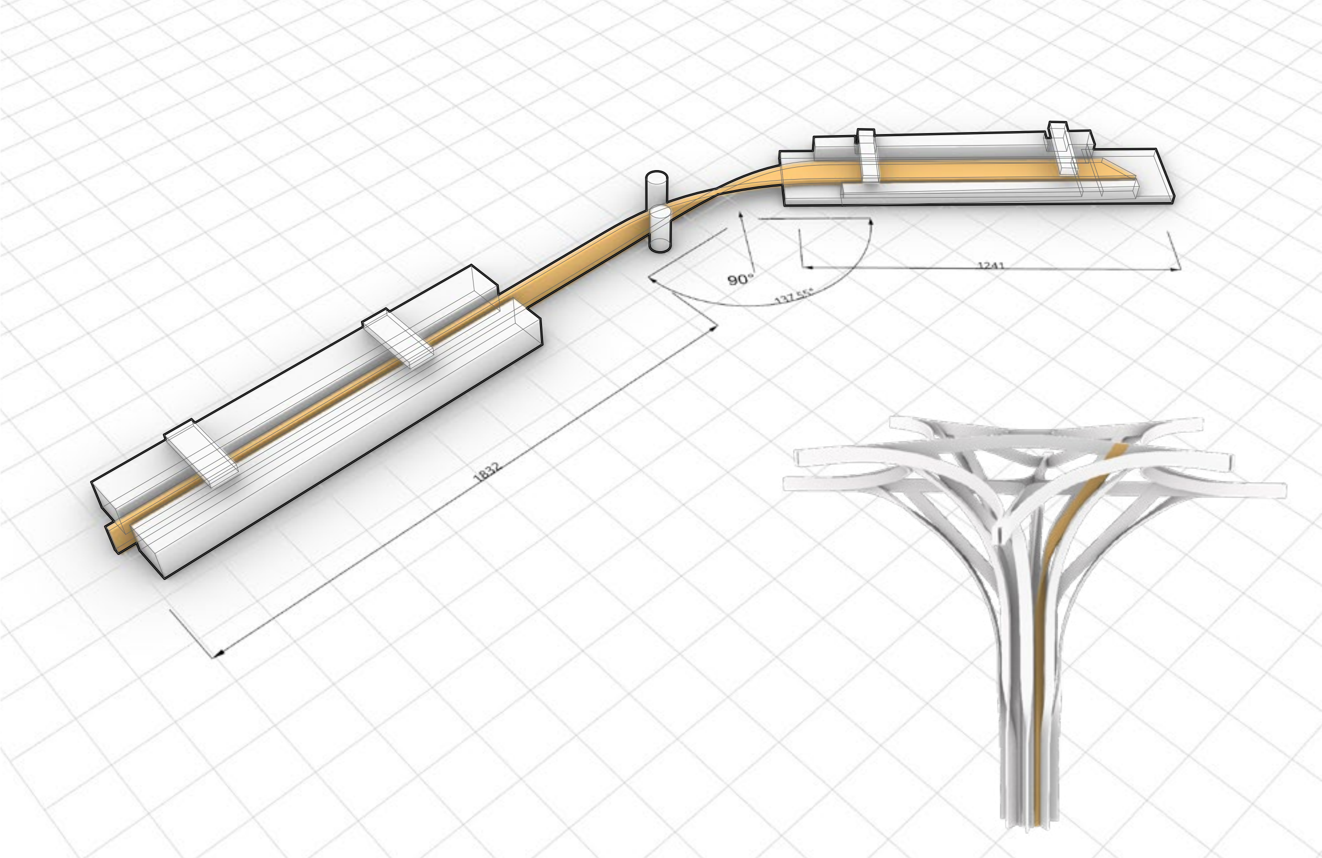
5.4.7 Díl č. 5

Vertikální díl, kombinace ohybu a krutu, materiál 100x10mm



5.4.8 Díl. č 6

Vertikální díl, kombinace ohybu a krutu, materiál 100x10mm



Obr. 107 - 108 Digitální přípravky

6 Závěr

Teoretická část bakalářské práce bude sloužit jako manuál k samotné výrobě finálního prototypu sloupu, která zajistí finální kalibraci mezi digitálním a reálným světem. Zásadní problematika, která vyžaduje další studie projektu je samotná statická a nosná funkce. Přestože byla snaha se co nejvíce poučit z prvního prototypu v měřítku 1:1, předpokládá se další sběr informací a jejich následné zpracovaní přímo v procesu výroby. Nicméně v této fázi se již počítá s minimální odchylkou od navrženého tvaru. Samotná výroba je plná očekávání a zaručeně přinese řadu dalších zkušeností a pohledů na danou technologii. Zároveň se pravděpodobně objeví překážky a nedokonalosti, se kterými je nutné dopředu počítat.

Projekt nezůstane pouze v této teoretické podobě a stejně tak, jako první prototyp sloupu ze zimního semestru, se nový demonstrátor vlastnoručně zrealizuje a vystaví pro veřejnost.

7 Výhled do budoucna

Při úvaze, kam by projekt mohl dále směřovat a vyvíjet se, zde naskakují různé směry, kterými by se v budoucnu mohl koncept ubírat. Například vrstvení vertikálních prvků na sebe a tím vytvářet složitější patrové konstukce. Možná by pravděpodobně mohla být i kombinace s dalšími metodami tvarování dřeva a v kombinaci s jinými materiály.

Dále se nabízí možnost soustředit pozornost na zmíněné kombinování designu a architektury. Pohybování se na těchto dvou rovinách nabízí širokou škálu nových projektů. Otevírá dveře zajímavým konceptům, které by v budoucnu mohly definovat nový styl tvorby z pozice designéra. Jedním z dalších konkrétních cílů je rozvíjet samotný způsob navrhování do parametrické sféry tak, aby bylo možné rychleji generovat ještě efektivnější prototypy. Tím by se v této historicky známé technologii otevřela nová moderní kapitola pro současné kreativní a progresivní myšlení.

8 Seznam použité literatury a zdrojů

1 WRIGHT, Robert & BOND, Brian & CHEN, Zhangjing. Steam Bending of Wood; Embellishments to an Ancient Technique [online]. BioResources, 2013. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/270503070_Steam_Bending_of_Wood_Embellishments_to_an_Ancient_Technique

2 Steam Bending Instruction Booklet [online]. Veritas Tools, 2011. Dostupné z: https://www.dictum.com/media/pdf/Produktinfos/EN/PRODUKTINFO_Veritas_Instruction_for_Bending_Straps_and_Attachments.pdf

3 MURSELL, James. Steam Bending Chairmaking [online]. Living Woods Magazine, 2015. Dostupné z: https://thewindsorworkshop.co.uk/wp-content/uploads/2016/02/steam-bending-article-3-pages.pdf

4 JAHN, Gwyllim & WIT, Andrew & SAMARA, James. [BENT] Holographic handcraft in large--scale steam-bent timber structures. [online] ACADIA, 2019. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/335472265_BENT_Holographic_handcraft_in_large-scale_steam-bent_timber_structures

5 DELLA VITA, Albero. Tree of Life, Expo Milano, 2015. [online] Dostupné z: https://www.pirelli.com/global/en-ww/life/tree-of-life-albero-della-vita-the-italian-symbol-of-expo-milano

6 WALSH, Joseph. The Magic World of Joseph Walsh [online]. Inexhibit, 2018. Dostupné z: https://www.inexhibit.com/case-studies/magic-world-joseph-walsh/

7 LEVETE, Amanda. The Timber Wave [online]. The Plan, 2013. Dostupné z: https://www.theplan.it/eng/webzine/wood-in-architecture/the-timber-wave-wood-en

8 TEAM OF AUTORS from ICD/ITKE University of Stuttgart. Urbach Tower [online]. Remstal Gartenschau, 2019. University of Stuttgart. Dostupné z:
https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/remstal-gartenschau-2019-urbach-turm/

9 ČESAL, Jiří & LIŠKA, Václav. Vědecké psaní a prezentace. Praha: Professional Publishing, 2007. s. [1a]. ISBN 978-80-86946-30-6. Dostupné také z: http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:cffcce0c-cc2a-4c01-9014-5a0a5a1c570c

10 CARPO, Mario. The Second Digital Turn: Design Beyond Intelligence [online]. Massachusetts Institute of Technology, 2017 [cit. 2020-03-31]. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=OrQ5DwAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

9 Seznam obrázků

Obr. 1-5 https://www.brown.edu/Departments/Joukowsky_Institute/courses/fightingpharaohs10/9985.html
Obr. 6 https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcRMK4U-EUO-5OfkDso7dQZr5jCs1m-p0bqXdzgM974OsHxyyMhgn&usqp=CAU
Obr. 7 https://cdn.shopify.com/s/files/1/0108/6462/products/IN-F12544.jpg?v=1464025777
Obr. 8 https://lh3.googleusercontent.com/proxy/oWUibR3HMOIjcgg6n5825BduM25Y_H0w59oKRARUabkde-zgfQBHU1S8qlPjNbrMG43zZe9rt_CR0TbPOPPc6J5Llg11EDvQ
Obr. 9 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Michael_Thonet.jpg
Obr. 10 https://www.moebel-style.de/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e-5fb8d27136e95/i/m/image_10749_1_864_1_952_1_2213_1_34599.jpg
Obr. 11 https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn%3AANd9GcSx3_e1Q_gJHo19Sft2ae7h9rbDd-HI8kScM7vOhxTqTc61X0Nbm&usqp=CAU
Obr. 12 Diagram napařovacího boxu - vlastní zdroj
Obr. 13 Diagram přípravku/formy - vlastní zdroj
Obr. 14 https://cdn.shopify.com/s/files/1/1815/1183/files/Tom_Raffield_Low_Res260.JPG?v=1548247458
Obr. 15 Bukové fošny - vlastní fotografie
Obr. 16 Bukové fošny v truhlářské dílně - Tanpa Liberec - vlastní fotografie
Obr. 17 Ohýbané dřevo z předchozího semestru - vlastní fotogafie
Obr. 18-21 https://www.tomraffield.com/pages/grand-designs
Obr. 22-27 https://www.contemporist.com/steam-bent-pavilion-chelsea-flower-show/
Obr. 28-29 https://www.tomraffield.com/blogs/blog/lookbook-steam-bent-colicci-kiosk
Obr. 30-33 https://www.balichws.com/albero-della-vita-tree-of-life/
Obr. 34 https://www.arch2o.com/wp-content/uploads/2015/06/Arch2O-Joseph-Walsh_Lilium-07.jpg
Obr. 35-38 https://www.josephwalshstudio.com/product/opus/
Obr. 39-41 https://www.londondesignfestival.com/events/timber-wave-va
Obr. 42-43 http://hutarchitektury.cz/blog/projekty/gulliver/
Obr. 44 http://hutarchitektury.cz/blog/projekty/rozhledna-doubravka-2/
Obr. 45-52 Fyzické testy - vlastní zdroj
Obr. 53-59 Digitální testy - vlastní zdroj
Obr. 60 Digitální model předchozího prototypu - vlastní zdroj
Obr. 61 Fyzický model předchozího prototypu - vlastní zdroj
Obr. 62 Digitální model předchozího prototypu - vlastní zdroj
Obr. 63 Digitální model přípravků předchozího prototypu - vlastní zdroj
Obr. 64-70 Digitální studie - Části sloupu - vlastní zdroj
Obr. 71-76 Digitální studie - Vývoj sloupu - vlastní zdroj
Obr. 77-82 Digitální studie - Modularita - vlastní zdroj
Obr. 83-86 Digitální studie - Deformace - vlastní zdroj
Obr. 87-90 Digitální studie - Pavilon - vlastní zdroj
Obr. 91-94 Digitální studie - Vlna - vlastní zdroj
Obr. 95-98 Digitální studie - Kostel - vlastní zdroj
Obr. 99-100 Digitální studie - Finální varianta - vlastní zdroj
Obr. 101 https://amfg.ai/wp-content/uploads/2018/07/Rhinoceros-logo.png
Obr. 102 https://www.isev.co.uk/wp-content/uploads/2015/03/adobe-cc.jpg
Obr. 103-108 Digitální přípravky - vlastní zdroj

10 Přílohy

K této bakalářské práci budou přiloženy výrobní výkresy ve vhodném měřítku.

curriculum vitae

Filip Drdaj

Datum narození	19.09.1997
Adresa	Vraclav 25, PSČ : 565 42
Telefon	+420 607 936 005
Email	filip.drdaj@gmail.com

Vzdělání

září 2012 – červen 2016
Střední uměleckoprůmyslová škola Ústí nad Orlicí
Produktový design

září 2016 – současnost
Technická univerzita Liberec
Environmental design - bakalářské studium

Pracovní zkušenosti

2016 - 2020
Zámečnictví R.O.N, Liberec

od roku 2019
SŠUP, Ústí nad Orlicí
výuka programů Adobe Photoshop a Illustrator, Rhinoceros

Jazyky

Anglický jazyk B1 (Intermediate English)

Software

Rhinoceros, Lumion, Adobe Collection, Autocad, Archicad