



**FAKULTA
ARCHITEKTURY
ČVUT V PRAZE**

Ústav designu FAČVUT v Praze

Atelier Modelování a dílny II / LS2020

Garant : Prof.Ak.soch Marian Karel

Odborný asistent: Doc.MgA. Josef Šafařík,Ph.D

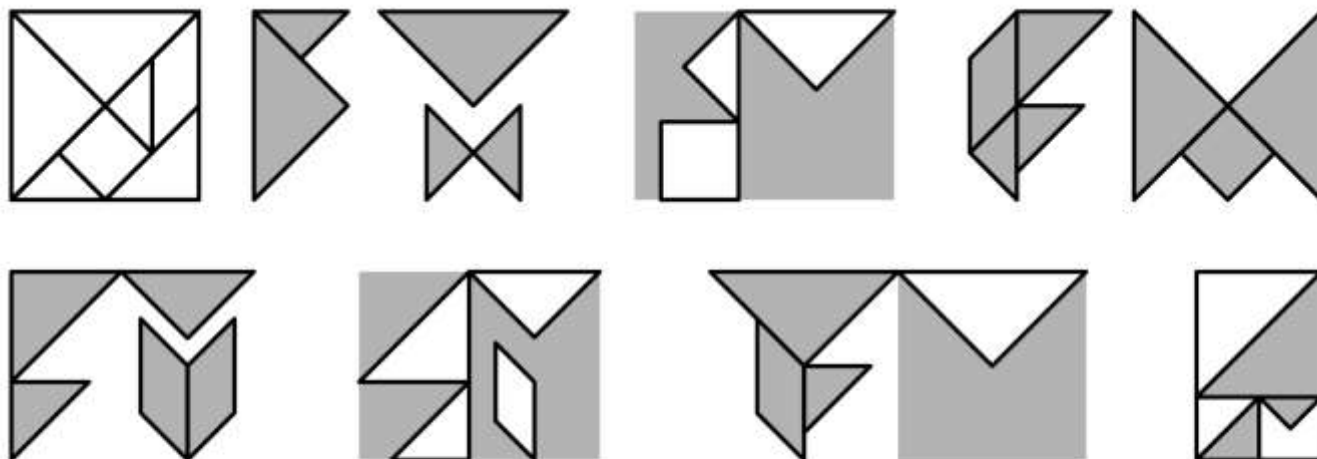
Odborný asistent: MgA. Adéla Bébarová

Jméno a příjmení studenta: Filip Malata

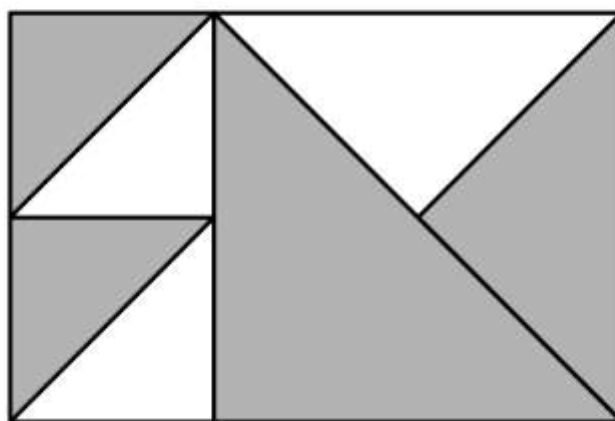
Datum zpracování: 1.6.2020

1. TANGRAM MONOGRAM

Vytvoření návrhu vlastního monogramu z jednotlivých dílů starého čínského hlavolamu Tangramu.



FINÁLNÍ NÁVRH:



2. MODELOVANÝ MONOGRAM

Reliéfně prostorová kompozice vytvořená podle 2D grafické předlohy z předchozího zadání.

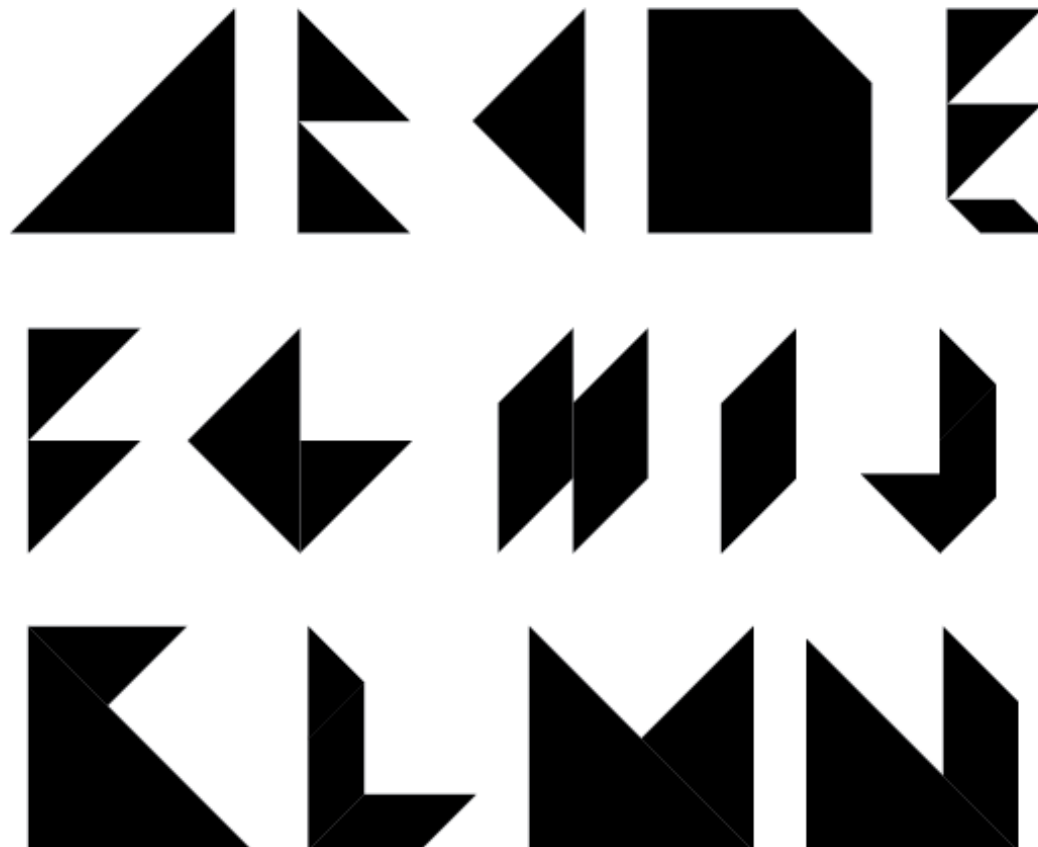


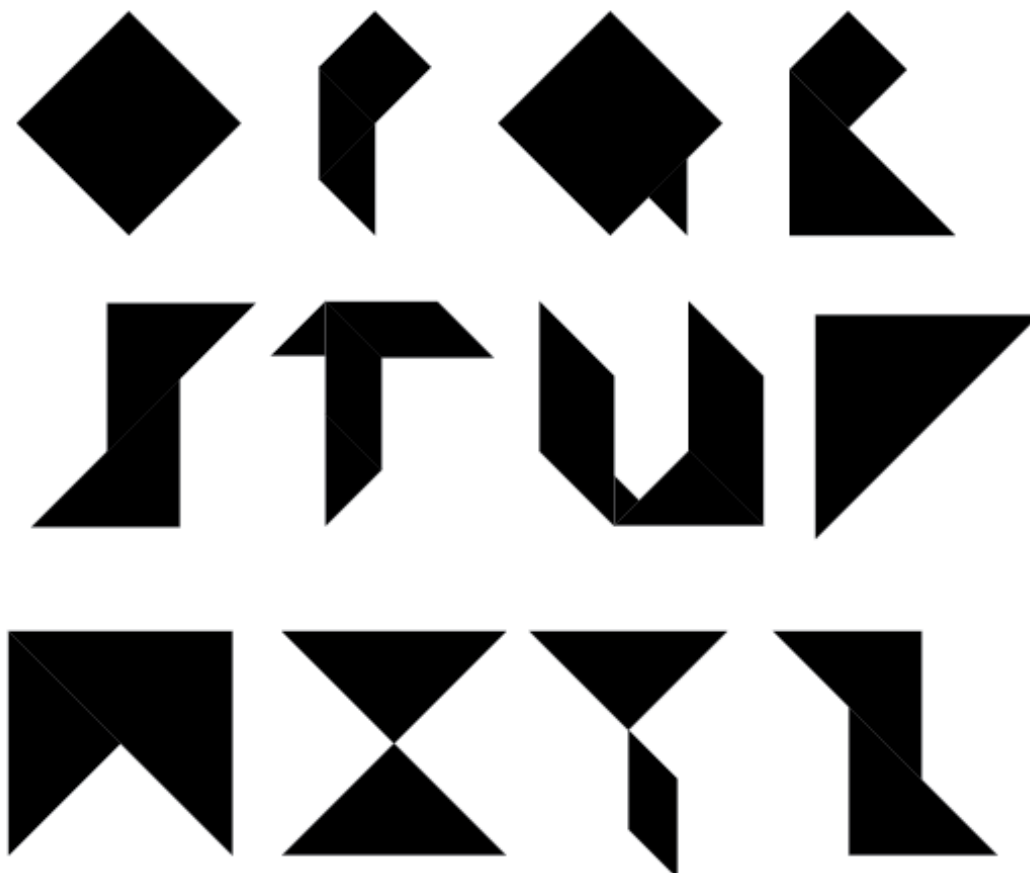




3. TANGRAM ABECEDA

Vytvoření abecedy – fontu z jednotlivých dílů Tangramu.





4. PŘEZKA

Návrh funkčního řešení přezky a pásku s integrovaným monogramem inspirovaným předešlou úlohou. Přezka by měla spolu s opaskem komunikovat a tvořit harmonický celek. Mechanismus přezky by měl být funkční a technicky výrobitelný – replikovatelný.

Součástí zadání je zpracovaný model z alternativního materiálu, na kterém si student ověří proporce a funkci ve vztahu k uživateli.

Motivace:

Základní tvar přezky byl daný monogramem. Mým cílem bylo vymyslet funkční a výrobitelnou interpretaci tvaru. Jedná se o módní doplněk a osobně mě u takovýchto produktů baví "cizí" prvky a inspirace odlišnými kulturami. Ve finálním produktu jsem se snažil skloubit hrubou, industriální estetiku s vlivy z bojových umění a asijských kultur.

Rešerše:

Problém řešený v tomto projektu je mechanismus/způsob propojení opasku a přezky. Nejprve jsem řešil tento problém skrze zacvakávací sponu a zasouvací díly. Problém u tohoto přístupu byla drobnost jednotlivých prvků a s tím spojené potenciální problémy s odolností, trvanlivostí a výrobitelností produktu.

Měl jsem také představu, že by finální produkt měl být kovový. Toto by umožnilo výrazně odlehčit původní předlohu (monogram). Tvarová lehkost ale u spony znamená, že bude v mnoha místech vidět provlečený pásek. To znamená že je potřeba logicky vyřešit způsob provlékání, aby viditelné kusy pásku fungovaly se sponou jako jeden celek, případně aby zdůraznil motiv monogramu. V mém projektu jsem se rozhodl pro variantu zdůraznění písmen.

Jak je zmíněno v motivaci, tak jsem se do projektu pokusil zapracovat kulturní vliv (sice až později v procesu, ale vliv na výsledný produkt je zásadní). Při řešení provlékání pásku sponou jsem se inspiroval páskem na karate. Když člověk zapátrá ve východní kultuře, tak uzlovité vázání pásků nebo šátků kolem pasu využívalo mnoho asijských kultur (například mongolové tím převazují svou tuniku nebo Číňané některé své tradiční kroje, samurajové měly podobně vázané pásky, jiná

bojová umění jako např. taekwondo využívají stejný způsob vázání; stylově podobných pásků je mnoho a zmínky sahají minimálně do starověku, starší jsem ani nehledal).

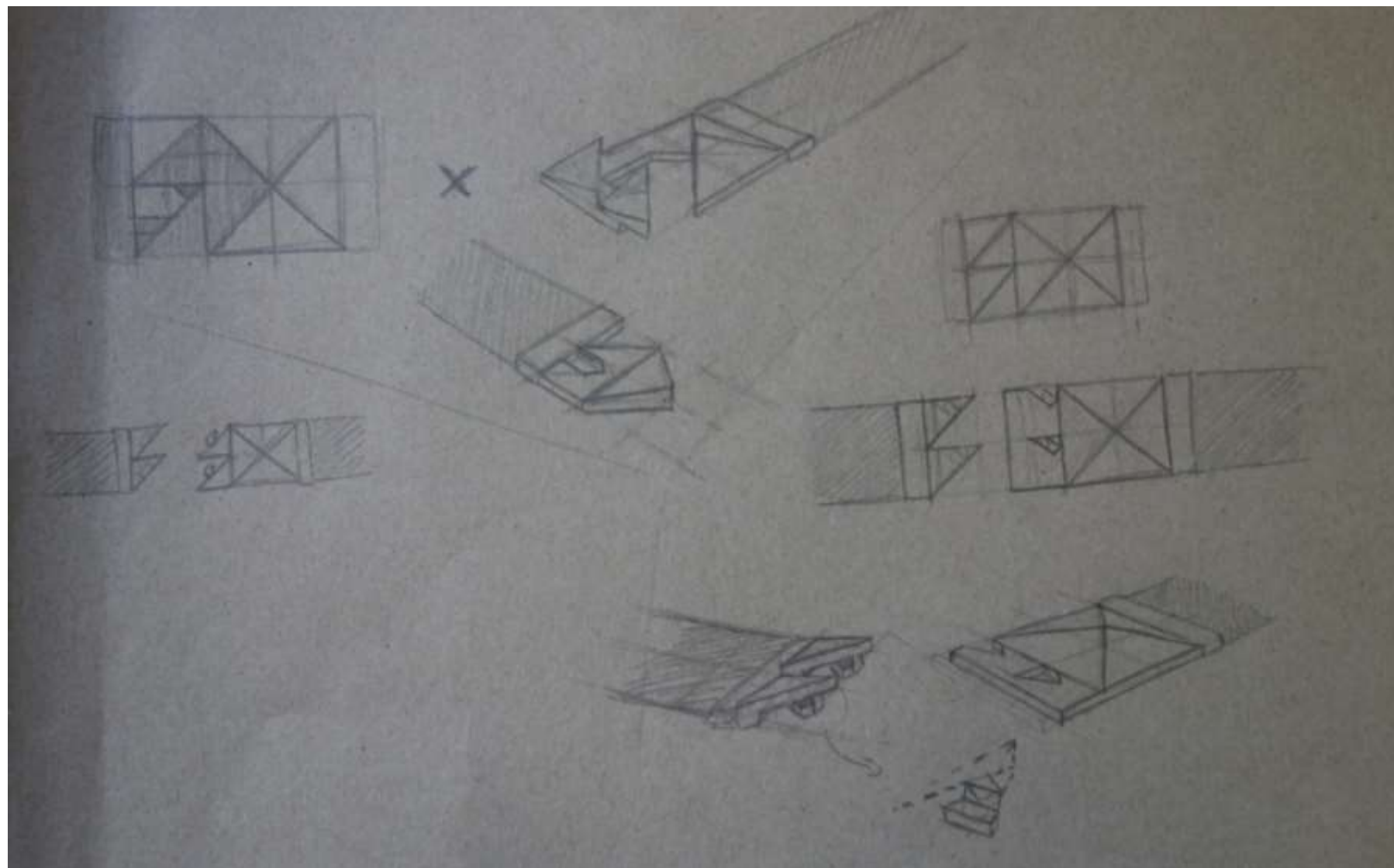
V neposlední řadě jsem se zajímal i o výrobní proces. Jelikož moje spona vyžaduje v určitých místech nízké tolerance, kvůli pevnému uchycení jednoho konce pásku, a zároveň jsem chtěl, aby výrobek byl kovový tak jsem hledal řešení, které zvládne oba tyto požadavky. Nejlogičtější řešení je obyčejné obrobení dílu pomocí CNC. Tímto způsobem lze obrobit i vnitřní strukturu spony – stačí sponu rozdělit na horní a spodní polovinu a po obrobení je spojit hodinářskými šrouby.

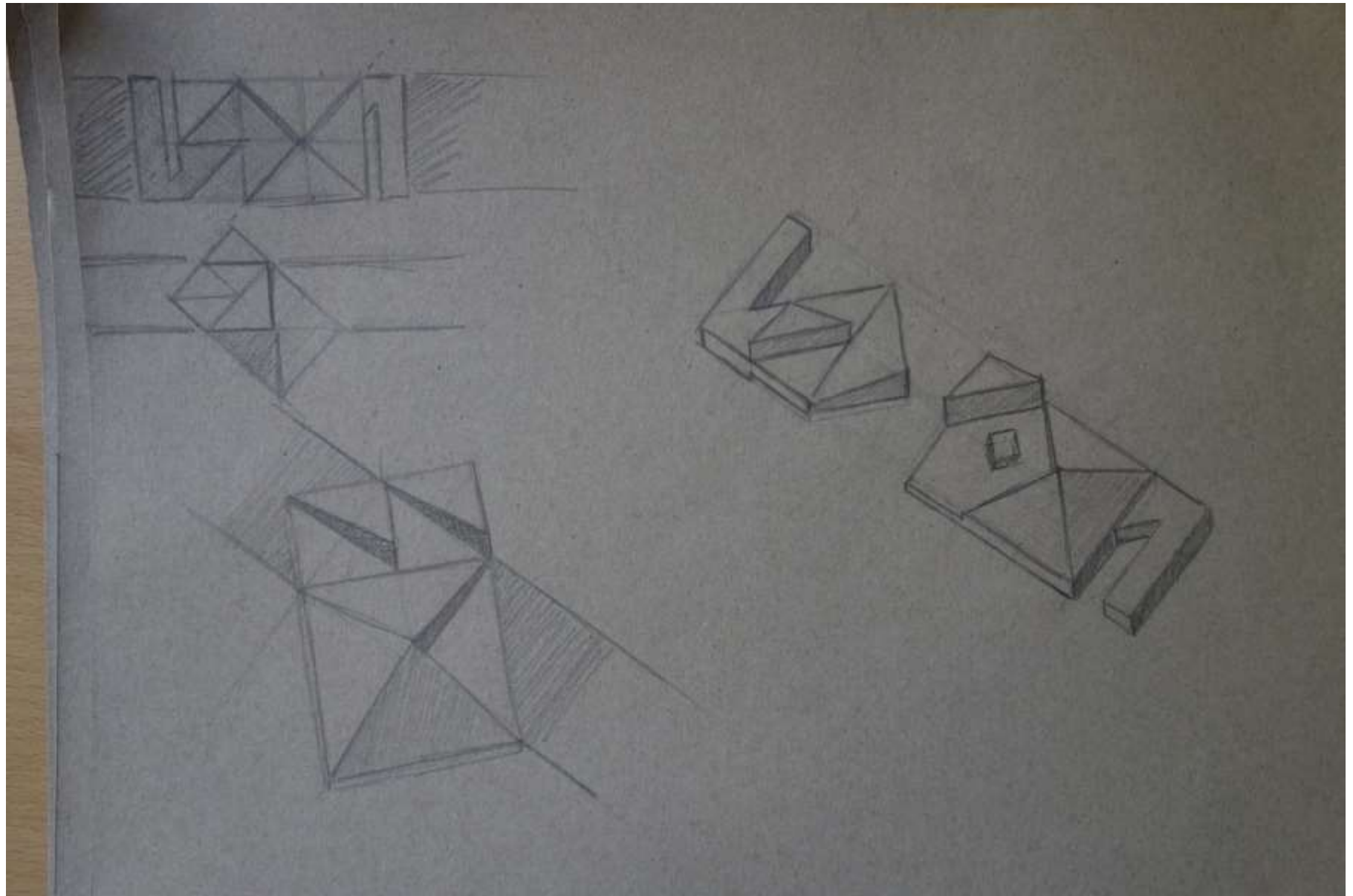
Cílová skupina:

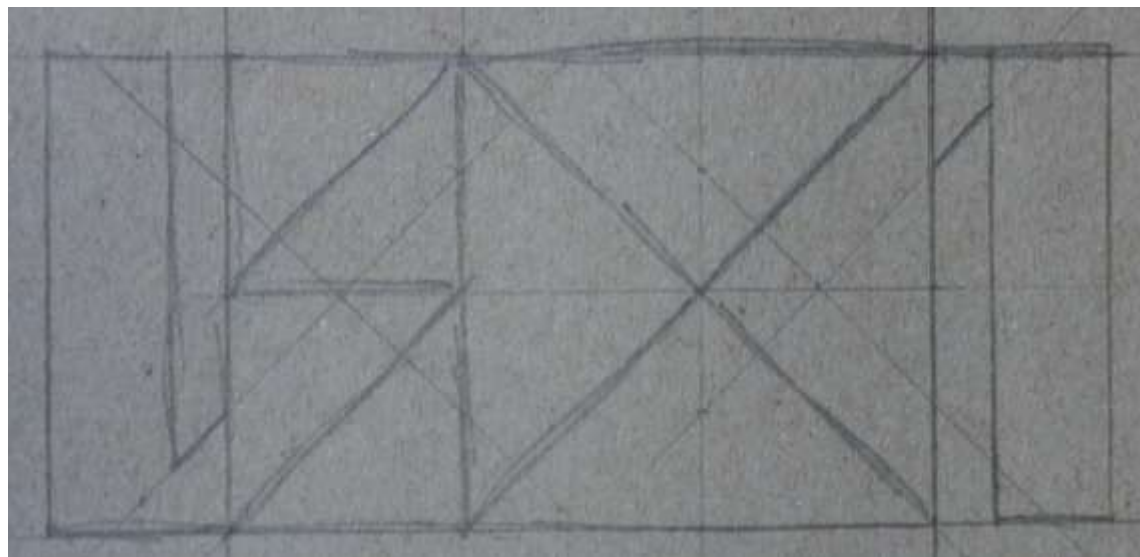
Cílovou skupinu pro tento produkt je těžké určit. Jedná se o módní produkt a dosah takové kategorie je obrovský. V mém konkrétním případě bych to specifikoval na skupiny, které ocení asijské vlivy a celkovou industriální estetiku produktu.

Proces:

Na následných dvou stranách jsou první skici přezky. Tvarově vychází z návrhu monogramu. Ve skicích se snažím vyřešit několik problémů. Zaprvé je nutné vytvořit rozdělení monogramu, které dává smysl, ale zároveň umožňuje šikově spojit obě části přezky. Možnost, se kterou jsem začal je vidět v druhém obrázku vlevo nahoře (šedá část=1 díl). Druhý problém, který jsem se pokoušel řešit je mechanismus zachycení obou částí do sebe. U většiny skic jsem pracoval s jednoduchým principem háčku, u kterého je směr nasazení jiný než směr, kterým na spoj působí síla, když je přezka zavřená – napětí drží přezku pohromadě.

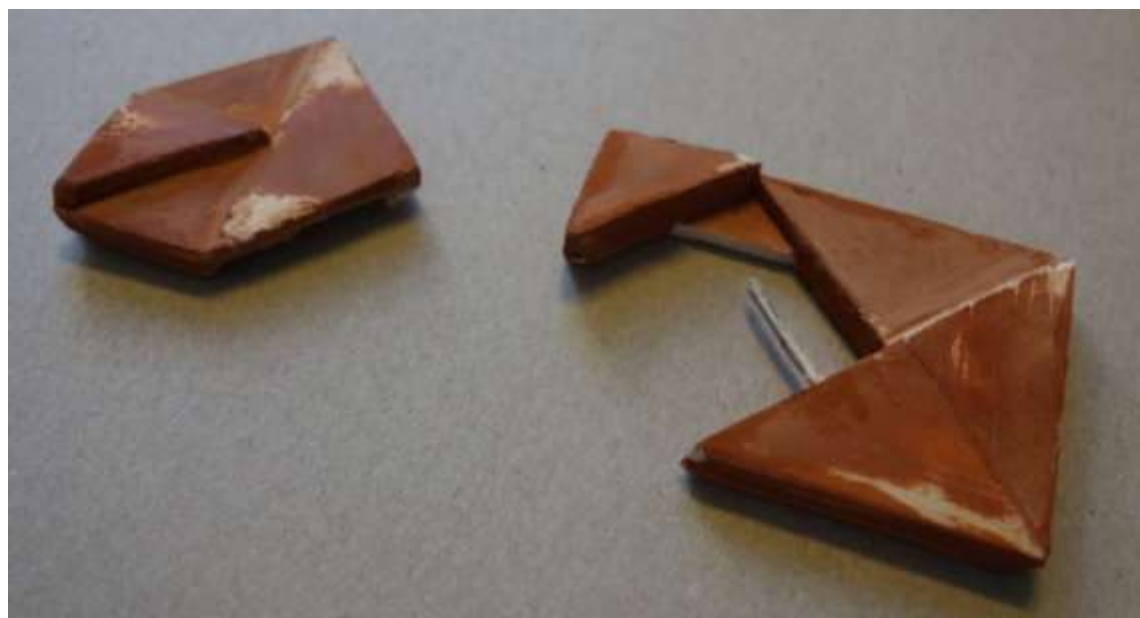


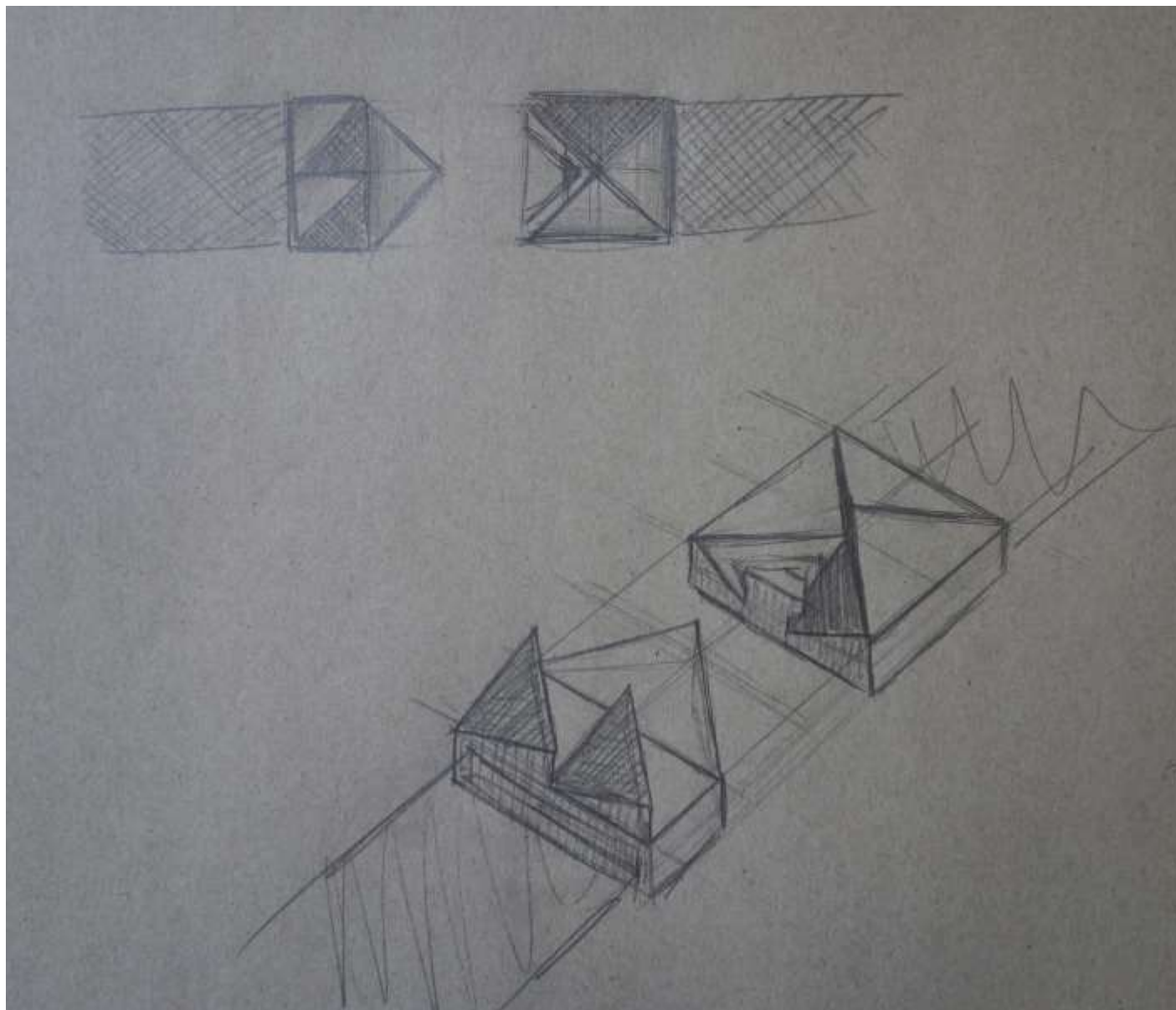




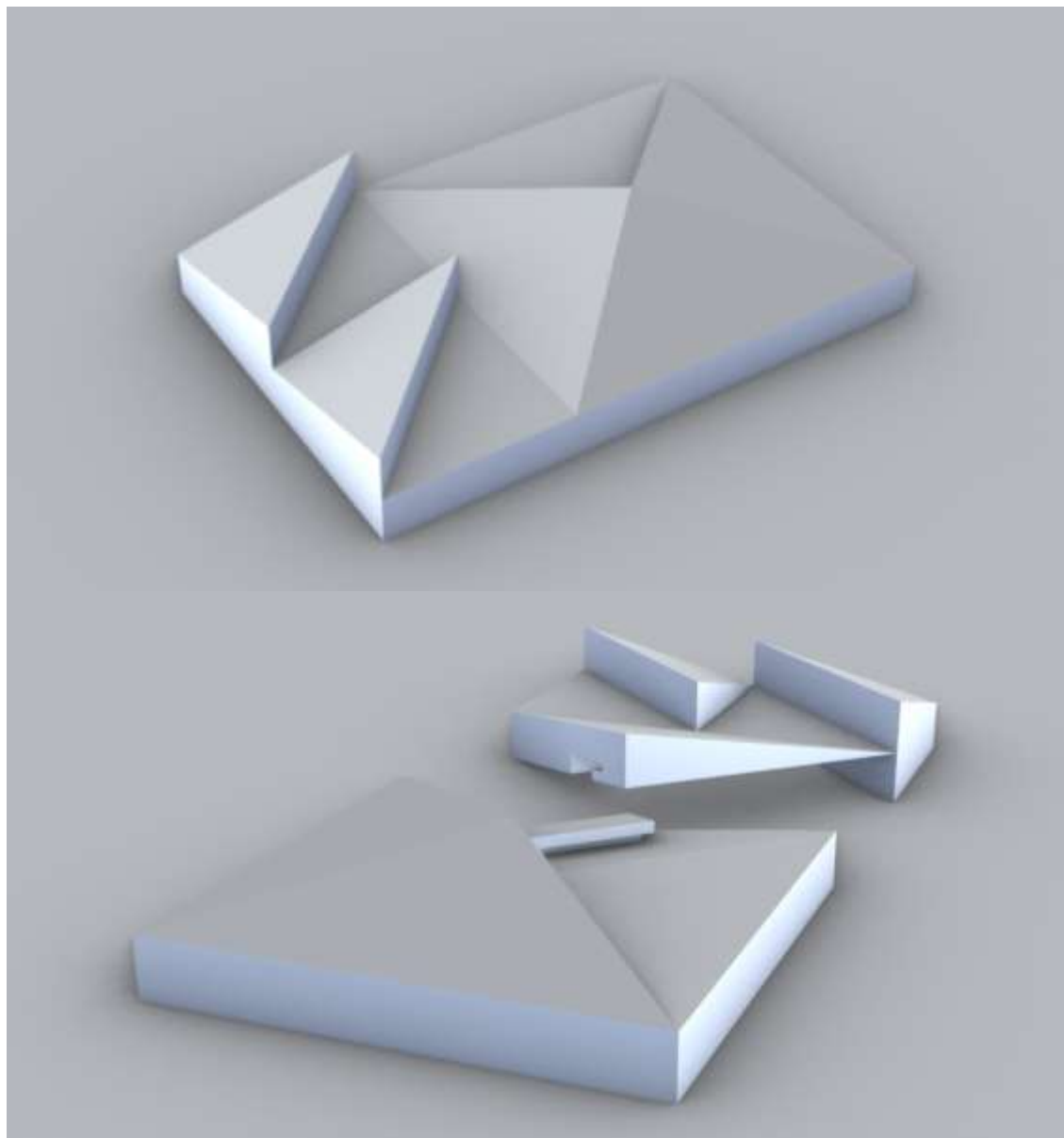
Skica/rys jednoho z předchozích návrhů v měřítku 1:1. Základ pro výrobu prvního modelu, na kterém jsem si zkoušel zapínací mechanismus.

Model a mechanismus můžete vidět na spodním obrázku. Jedná se pouze o jednoduchý model, který jsem vytvořil z různých zbytků materiálu, které jsem doma našel (balsa nařezaná a nabroušená do správných rozměrů/tvarů a kus drátu). Přezka je plně funkční – drží i v tahu. Co se mi však nelíbilo je že horní a spodní část písmene F jsou na různých dílech – když je přezka otevřená, tak se naprosto ztrácí původní návrh.

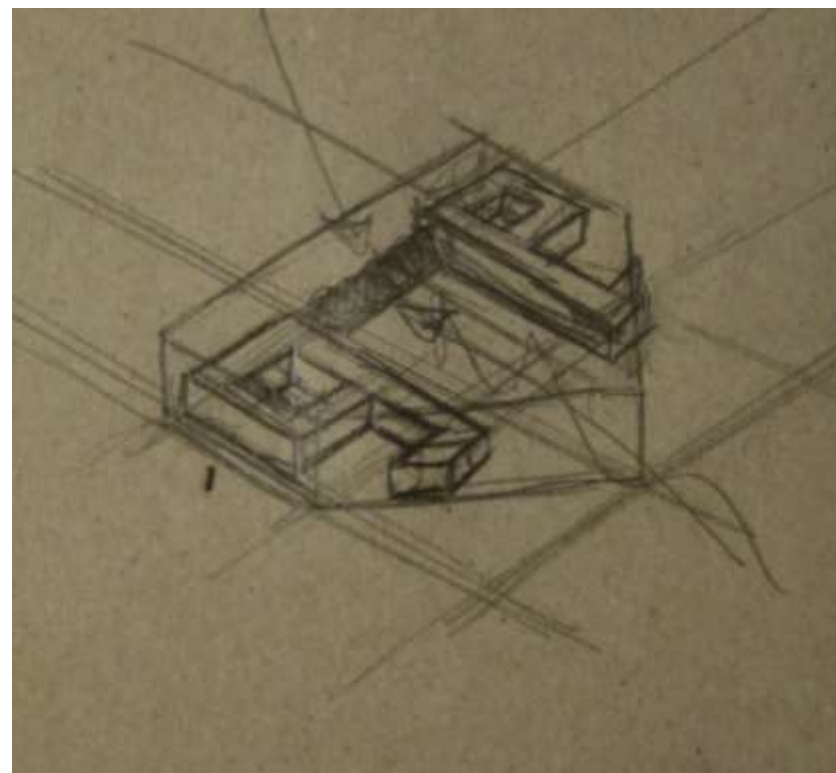
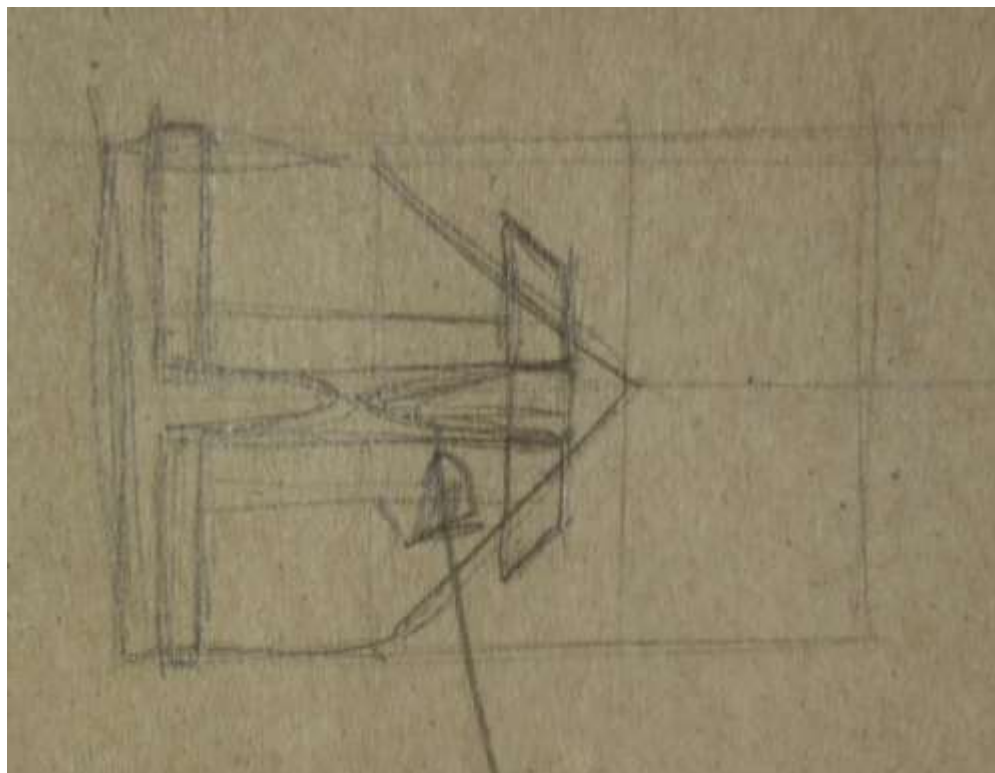




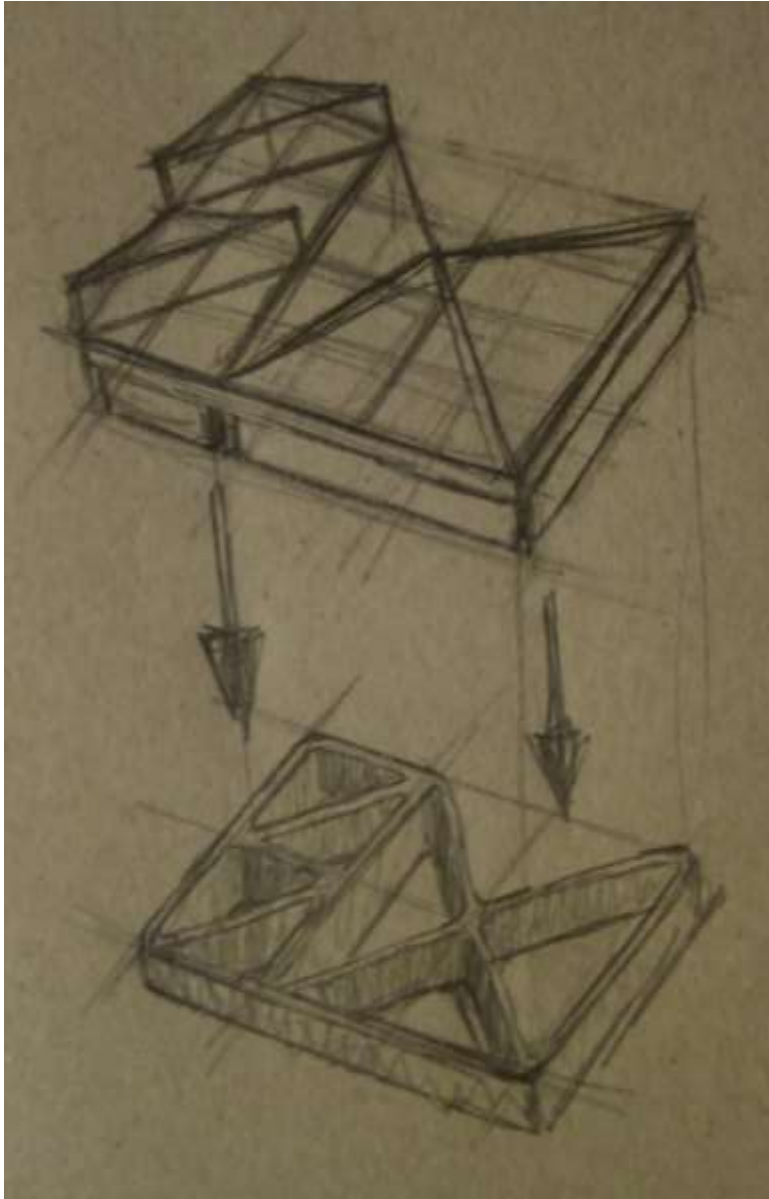
Variace návrhu přezky, na základě kterého jsem vyráběl balsový model. V této verzi jsem přesunul horní polovinu písmene F na druhý díl přezky, kde vizuálně dává větší smysl, když je přezka rozpojená. To ale znamená, že se musí změnit mechanismus který drží oba díly pohromadě.



Další variace na původní návrh přezky. U tohoto návrhu jsou také seskupeny obě poloviny Fka na jednom díle, ale využil jsem trochu jiný uchycovací mechanismus. Pokusil jsem se nechat celou oblast spoje v jedné rovině pro jednoduchost nasazování. U tohoto způsobu by ale bylo potřeba vyzkoušet, jestli drží pohromadě-směr nasazování je pouze 45 stupňů vůči směru napětí při zavření přezky.



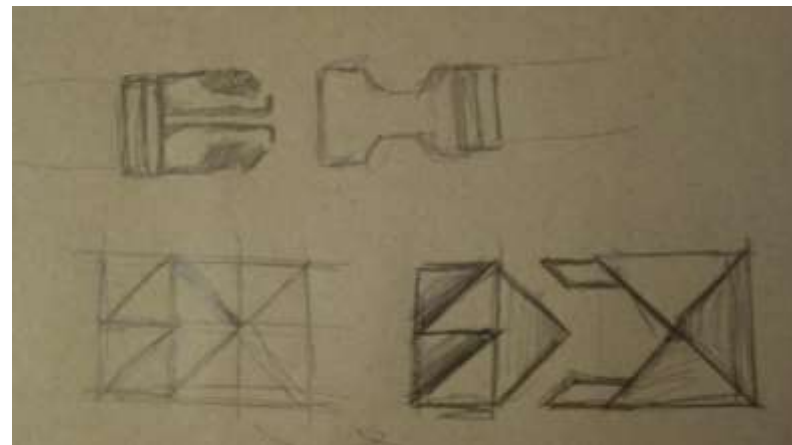
Přemýšlel jsem také nad nějakou variantou mechanického spoje kde bych využíval pružinu. Pokud by byl navržen/vyroben dobře tak by se určitě jednalo o velice funkční a pro uživatele příjemné řešení, ale to je právě ten problém. Pro dobrý návrh tohoto typu by bylo potřeba neuvěřitelně vysoké množství experimentace s pružinami a kovem, kterou (zejména v aktuálních podmínkách) nemám možnost provádět.

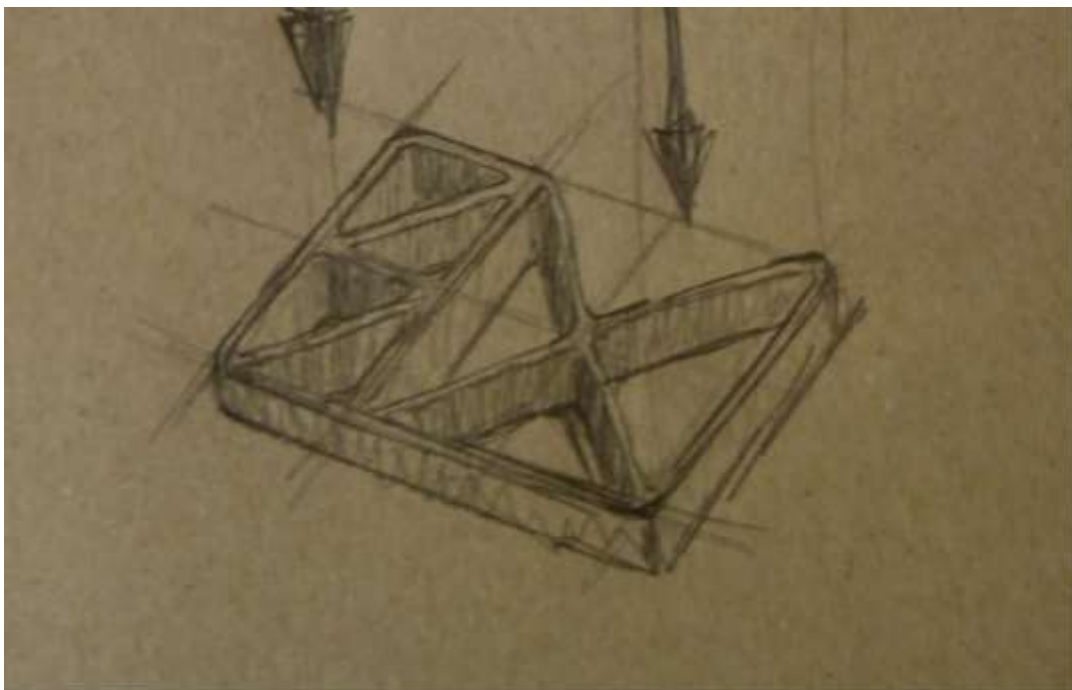


Další varianta, nad kterou jsem přemýšlel je úplně odlišná od těch dosavadních. Rozdělení přezky je u tohoto návrhu vertikální, ne horizontální jako u ostatních. Tímto docílím toho, že celý návrh monogramu je viditelný v každém z dílů, i když jsou izolované. Problémem by byla křehkost spodního dílu.

Také jsem přemýšlel nad využitím pouze spodního dílu jako celé přezky. Vlevo, kde je písmeno F by byl pásek pevně připevněn a pravá část písmene M by byla použitelná jako oko na provléknutí volného konce pásku.

U varianty v obrázku pod textem jsem se inspiroval obyčejnou plastovou sponou. Toto by byla asi schůdnější varianta dříve zmiňovaného mechanického spojení. Tato varianta využívá přirozených vlastností plastu, pro uživatele má stejnou (podobnou – plast vs kov) taktilitu, jedná se o spolehlivý spoj, který dlouho vydrží. Také u moderních designérských doplňků (pásků, kapel atd.) je vcelku časté využití obyčejné plastové spony, nebo podobného mechanismu z plastu.



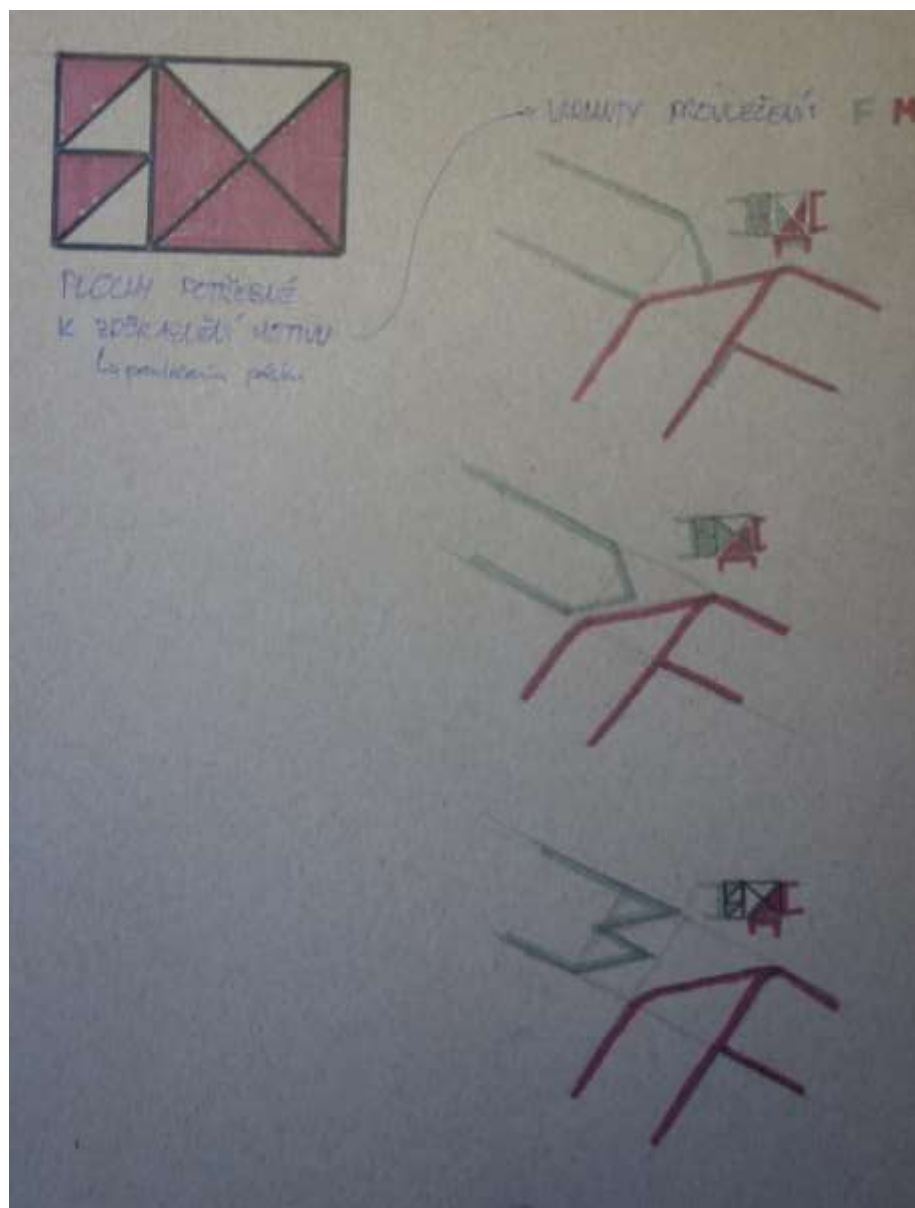


Na základě komentářů jsem začal pracovat s jedním dílem původně dvoudílné přezky. Zvolenou polovinu vidíte v obrázku. Jak jsem již dříve naznačil, tak by tento díl bylo možné využít jako soběstačnou přezku. Když se podíváme na příklady pásků od firem jako Calvin Klein nebo Louis Vuitton (viz foto dole) tak tyto firmy už pracují s fontem na přezce nebo s přezkou ve tvaru iniciál, ale většinou se jedná o čistě estetickou volbu, kde iniciály nejsou součástí mechanismu. Tomuto jsem se chtěl vyvarovat a začal jsem tedy pracovat na variantách provlékání pásku přezkou.

Ve variantě, kterou vidíte ve skice, jsem odstranil horní hranu čtverce ohraničujícího písmeno M. Tato varianta se mi ale tvarově moc nezamlouvala. Dvě schůdnější varianty by byly buď odstranit i spodní

hranu u písmene F (tím by zůstaly v tvaru přezky pouze obrysy písmen) nebo opět přidat vrchní hranu u písmene M (uceluje tvar přezky – když jsem se koukal na pásky co mám doma tak všechny měly uzavřený, obdélníkový tvar) – být konzistentní v (ne)využití nadbytečných prvků. Nakonec jsem se rozhodl pro tvar, který zasadí písmena do obdélníkového tvaru z čistě praktického důvodu – nezáleží kde přezku chytíte, vždy ji budete mít chycenou za dvě rovné a rovnoběžné hrany.



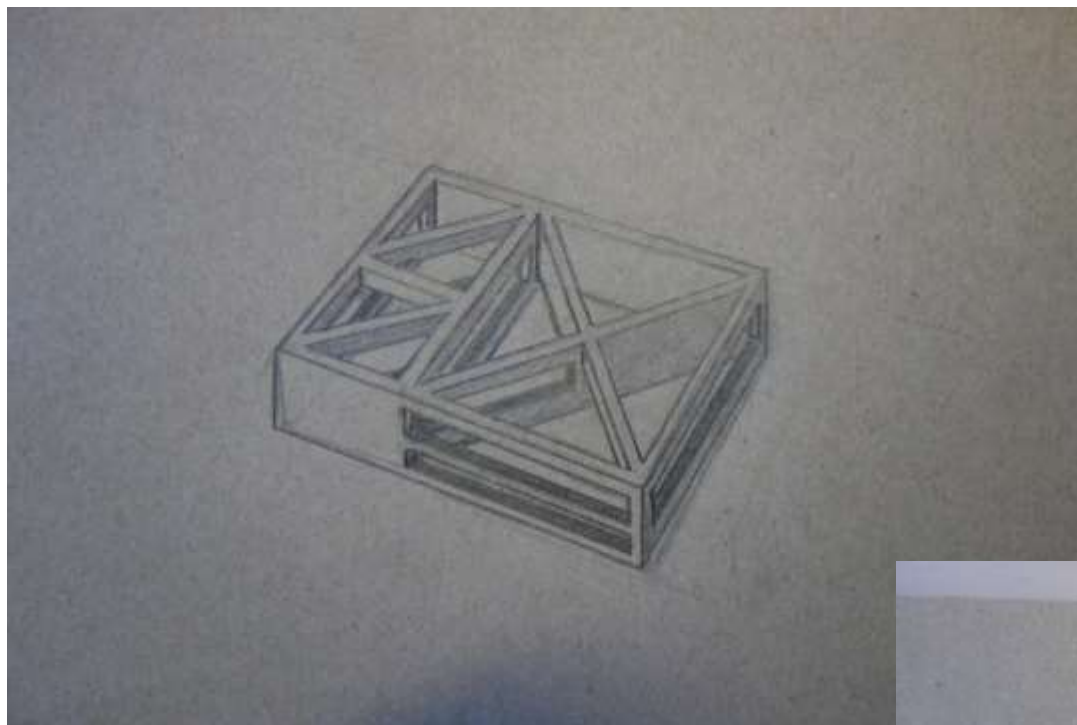


Cílem bylo vytvořit kombinaci tvaru přezky a způsobu provlékání pásu, který by byl smysluplný – způsob provlečení se podřizuje tvaru přezky. Vytvořil jsem tři varianty provléknutí, které se řídí tímto pravidlem (skici můžete vidět v obrázku nad textem).

První varianta pracuje s provlečením obou volných konců pásu na spodní hraně písmene M. Tento způsob provlečení zdůrazňuje tvar písmene M pro zlepšení čitelnosti tvaru. Písmeno F v této variantě ztrácí trochu čitelnosti, ale vzhledem k svému tvaru je určitě výrazně rozeznatelnější než písmeno M – kříž který tvoří písmeno M by mohl také být X, Y, N, H, A nebo D. Tento způsob provlečení mi připomněl pásek, který jsem nosil na karate, jak jsem již zmiňoval na začátku. Tuto inspiraci jsem do návrhu zapracoval později. Základní princip je stejný ale volný konec je provlečen dvakrát pro vytvoření iluze uzlu (těžko se popisuje, uvidíte později na obrázku).

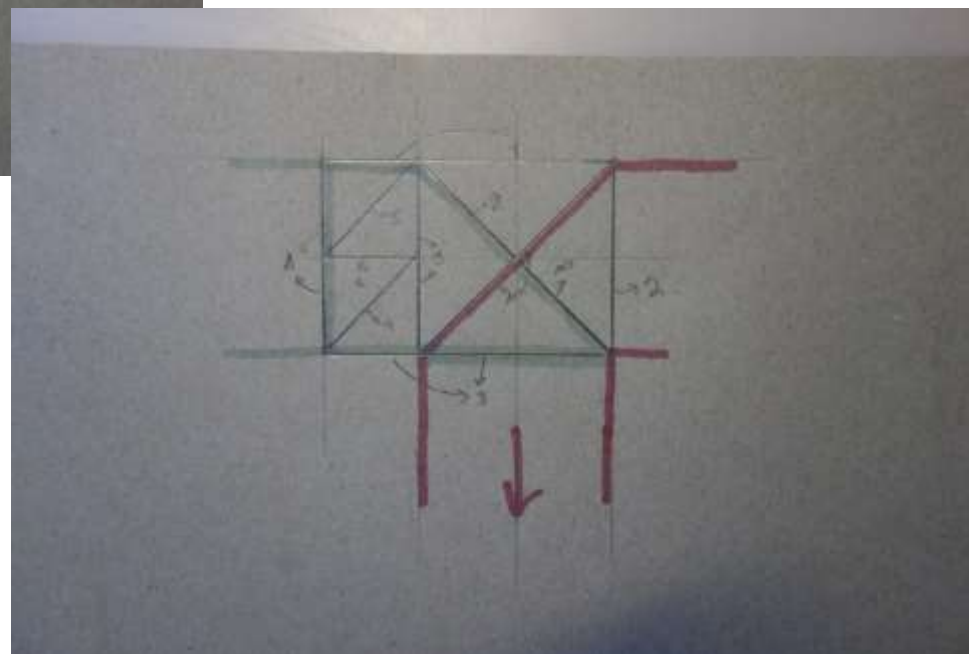
Druhá varianta pouze mění pevně uchycený konec pásu (ze strany písmene F, zeleně na skice). Tato strana pásu končí ve tvaru V aby se nepřekrývala s volným koncem opasku v dolním trojúhelníku písmene M. Tuto variantu jsem vytvořil pro případ kdyby v první variantě byl problém právě v zmíněném trojúhelníku. Nakonec se ale při výrobě modelu ukázalo, že to problém není – zvolil jsem tedy první variantu.

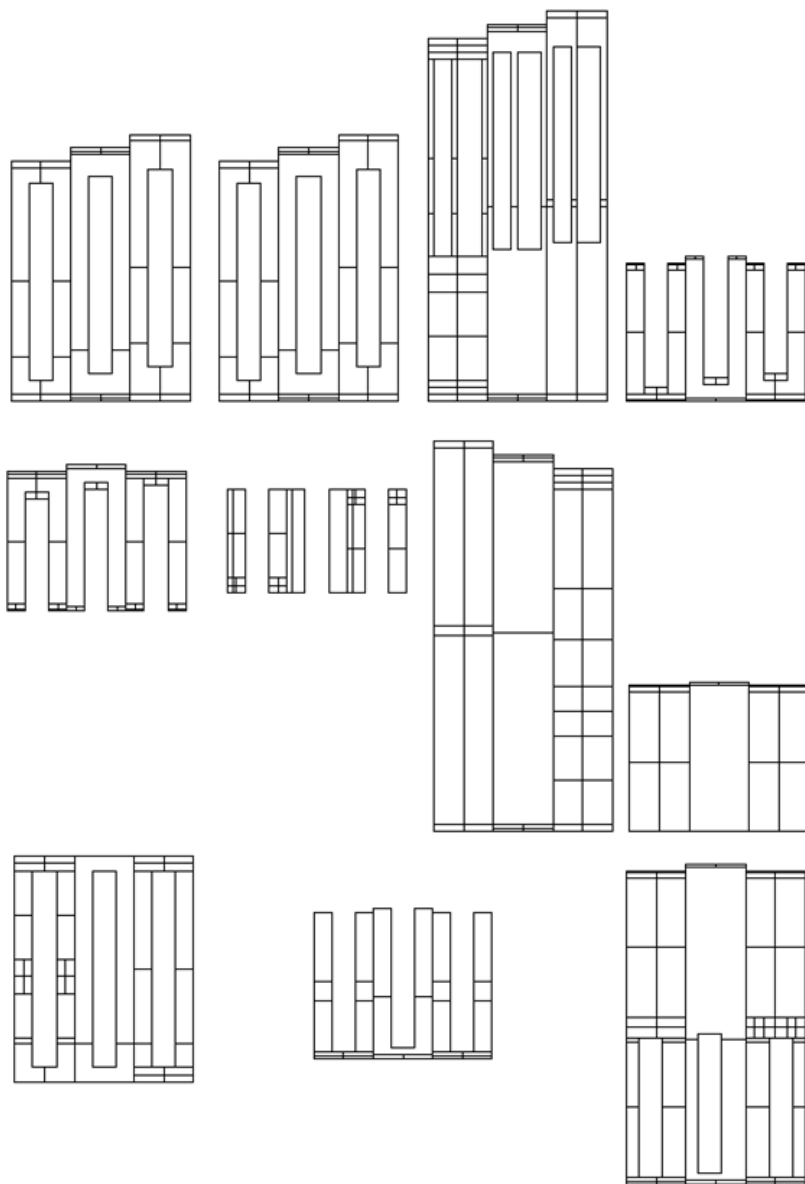
Poslední varianta zdůrazňuje písmeno F, ale jak jsem již zmiňoval u varianty první, tak podle mého názoru je zdůraznění potřeba spíše u písmene M. V této variantě to, co má být písmeno M připomíná spíše A.



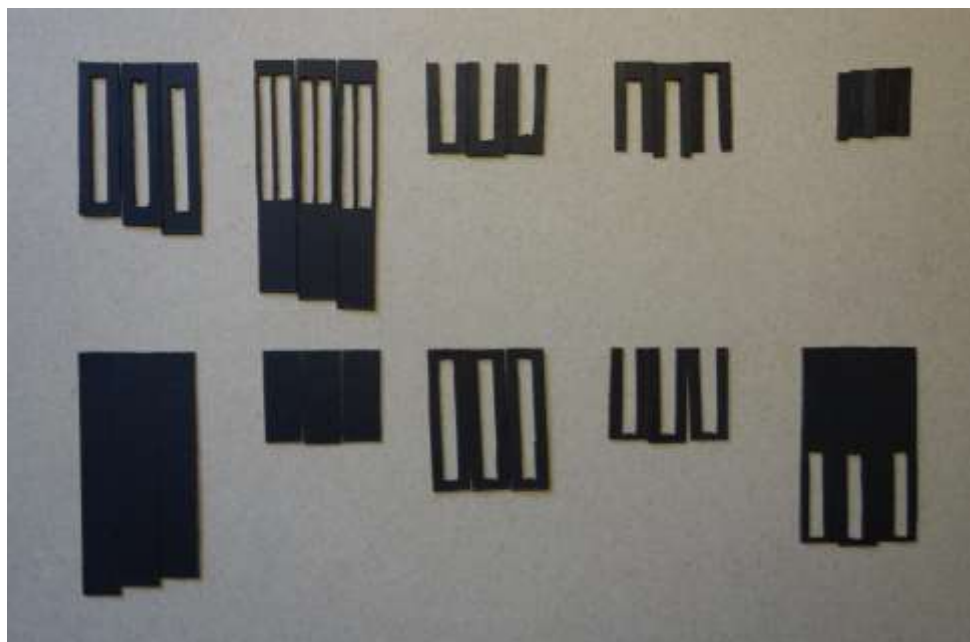
Na této skice je vidět, jak jsem si představoval že by mohla vypadat finální verze přezky. Naznačuji zde jak by byla vyřešena vnitřní struktura přezky, aby bylo pásek vůbec možné provléct. S finálním rozložením těchto dřer jsem se ještě pohrál ve 3D v Rhinu.

Na obrázku vpravo jsem si připravil podklady pro 3D modelování v Rhinu.





3D model z Rhina jsem rozdělil na 11 částí, jak je vidět ve skice na předchozí straně. Chtěl jsem, aby finální produkt měl tloušťku všech stěn 3 mm. Hledal jsem doma vhodný materiál na výrobu modelu, a nakonec jsem skončil u obalů na DVD, které jsou z plastu o tloušťce 1 mm. Každý z těchto 11 dílů jsem vertikálně rozdělil na 3 části, aby po slepení byla tloušťka dílku 3 mm. Z těchto dílků jsem si vytvořil šablonu, kterou jsem si vytiskl a řezal podle ní části přezky (viz foto pod textem).



Na obrázku vpravo jsou nařezané jednotlivé díly. Před slepením jsem je ještě trochu zbrousil, abych se zbavil největších nerovností.

Tyto díly jsem následně slepil, aby vytvořili 11 částí tvořících celou přezku.





Tyto díly jsem slepil už do finálního tvaru. Jelikož jsem výchozí plastové díly řezal ručně tak se v nich vyskytují drobné nepřesnosti. Proto jsem musel ještě celou přezku trochu zbrousit jak z vnějšku, tak zevnitř. Stala se mi během procesu vytváření menší nehoda. Po slepení a rychlém zbroušení jsem zkušebně provlékl pásek abych si ověřil, že všude jsou dostatečné tolerance. Lepidlo však ještě nebylo úplně zaschlé a pásek mi zůstal přilepen v spodním otvoru (spodní hrana písmene M). Pro finální foto jsem tedy musel pásek rozstříhnout vejpůl.

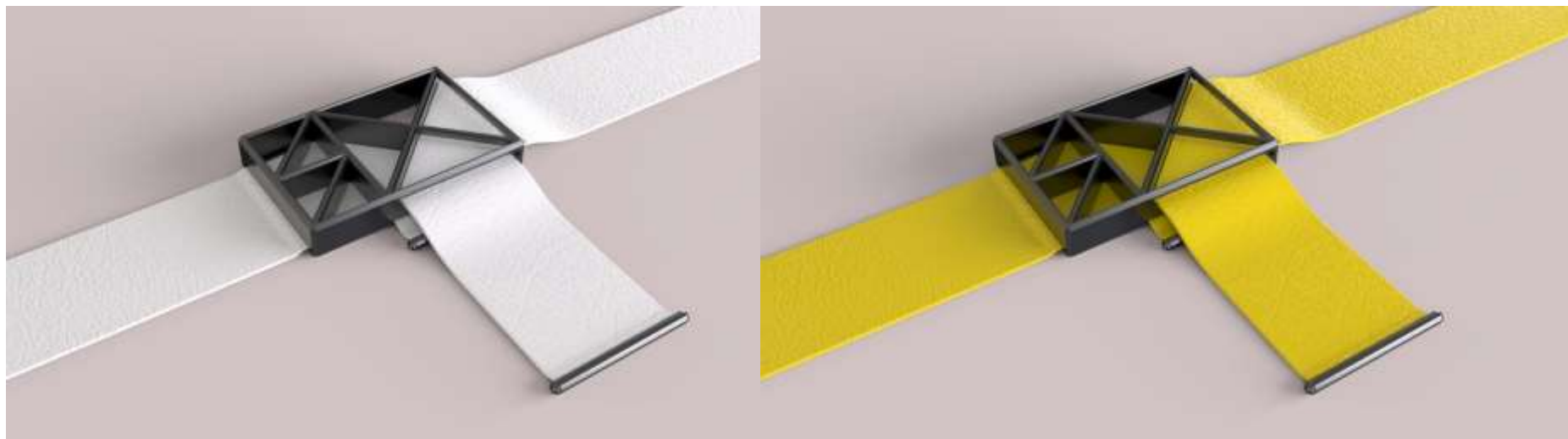


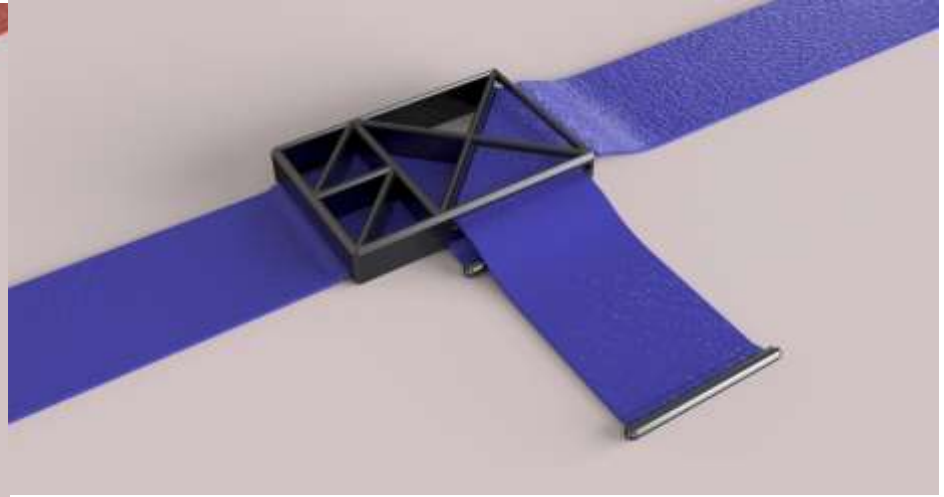
Zmínil bych se ještě o dříve zmíněné změně způsobu provlékání. Pásek není provlečen rovnou adekvátní dírou na spodní hraně písmene M. Nejdříve je protažen pod spodní hranou a pak provlečen dírou směrem vzhůru zmíněnou dírou. Pásek pak pod vlastní vahou klesne do polohy, kdy směřuje svisle dolů a vytváří dojem uzlu.

Finální model není úplně jak jsem si představoval, nepřesnosti vzniklé ručním řezáním dílů byly moc velké na to, aby šli úplně zahladit pomocí broušení. Také v modelu jsou vidět tvarové odchylky, např. pravý horní roh trochu utíká. Tyto nepřesnosti jsou ještě zřetelnější na fotkách modelu.

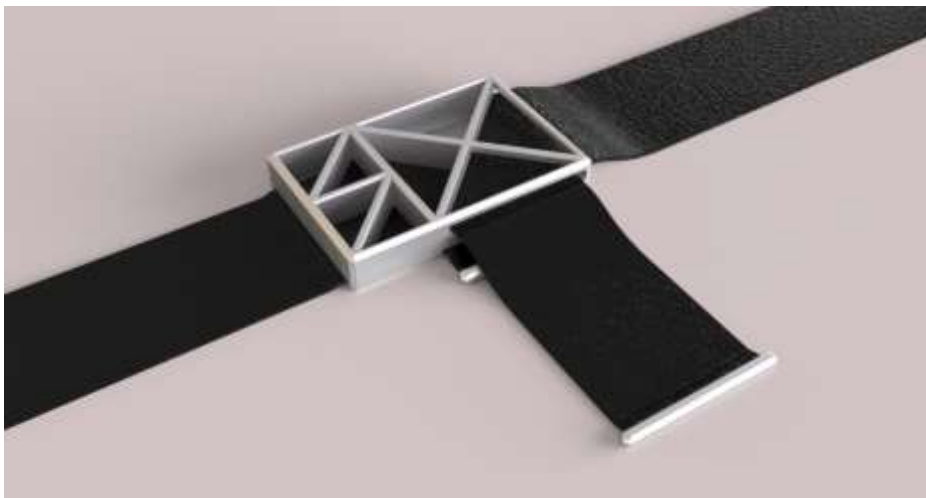
U finálního produktu jsem chtěl, aby byla přezka kovová. Obrábění kovu pomocí např. CNC frézy by se zbavilo těchto drobných nepřesností. Přezka by také měla hezčí povrchovou úpravu (a to znamená i lepší funkčnost – pásek klouže lépe po hladkém kovu než po drsném plastu). U výroby z kovu by ale bylo potřeba přezku rozdělit na vrchní a spodní díl, aby bylo možné vytvořit průchozí díly a provléknout pevně uchycený konec pásku před zavřením přezky. K spojení těchto dvou dílů by stačily čtyři malé šrouby, každý v jednom rohu. Výroba z kovu by také umožnila vytvoření jemnějších detailů, jako například zkosené hrany.

Zkosené hrany a barevné varianty inspirované pásky z karate můžete vidět na následujících rendrech:





Provlékání je v rendrech jednodušší než pozměněná verze využitá ve finálním modelu, protože jsem nevěděl, jak ji vymodelovat.



5. SPOJKA

Vytvoření modulární spojky nebo série, která umožní sestavení funkčního systému pro organizování vámi zvolené oblasti (kancelářské potřeby, potraviny, šperky, časopisy, doplňky k počítači, léky...). Spojka musí být funkční a dimenzovaná na způsob užití. V návaznosti na průpravu Rhinoceros je finálním výstupem model ve formátu STL.

Motivace

Mým cílem v tomto projektu je ulehčit dennodenní život díky přehlednosti, zajistit univerzalitu díky modulárnímu systému, a to zvládnout zároveň se estetickou stránkou organizéru.

Rešerše

Téma organizéru jsem na začátku nedokázal úplně uchopit. Zvažoval jsem jaké jsou možnosti organizace a uložení věcí a přišlo mi, že nejobvyklejší variantou je regál nebo policový systém. Hledal jsem tedy inspiraci doma v různých policích a skříních, které máme.



Začal jsem ale přemýšlet nad samotným principem projektu. U klasických polic a regálů se využívají pouze pravé úhly z celkem zřejmého důvodu. Většinu objektů, které do nich budeme vkládat budou díky vodorovné ploše stabilní – nebudou padat, nebudou se kutálet. U navržených diagonálních ploch by toto byl problém. Existují samozřejmě atypické varianty, ale tyto většinou mají jeden, předem daný účel (např. regál na víno). U takového systému je také potřeba zvažovat další faktory – zejména nosnost. Systém polic většinou musí mít celkem vysokou nosnost, protože statická zátěž na (v tomto případě) spojovací díly může být velmi vysoká. Jedná se o modulární systém, takže uživatel může libovolně měnit velikost sestavy. Pokud se do systému budou ukládat například knihy, velké množství jídla, elektronika nebo právě lahve vína, tak zátěž na spodní rohové díly může být v řádu stovek kilo.

Po prvních nápadech jsem tedy znovu začal uvažovat nad tím co si vůbec mám představit pod slovem organizér. V mém případě to, co bych označil za organizér, jsou většinou drobnější objekty. Příklady jsou například krabička na stole, ve které mám roztříděné tužky, propisky, fixy apod, nebo krabička do šuplíku na drobnosti, která má za účel zvýšit přehlednost a zamezit ztracení objektů které do ní vložíme. Ujal jsem se tedy znovu čerpat inspiraci z objektů co máme doma, tentokrát drobnějších:



Toto je pouze několik příkladů mé změněné představy nad tím, co je to organizér.

V takovýchto aplikacích, kde zátěž je na vodorovné ploše a díly organizéru jsou pouze přepážky mezi jednotlivými přihrádkami, dává smysl využít předem zmíněné diagonální plochy.

Výrobně se jedná v našem případě o potenciální 3D tisk, takže je potřeba brát v potaz velikosti detailu, natočení, převisy a podkladovou plochu při modelování finálního objektu.

Cílová skupina

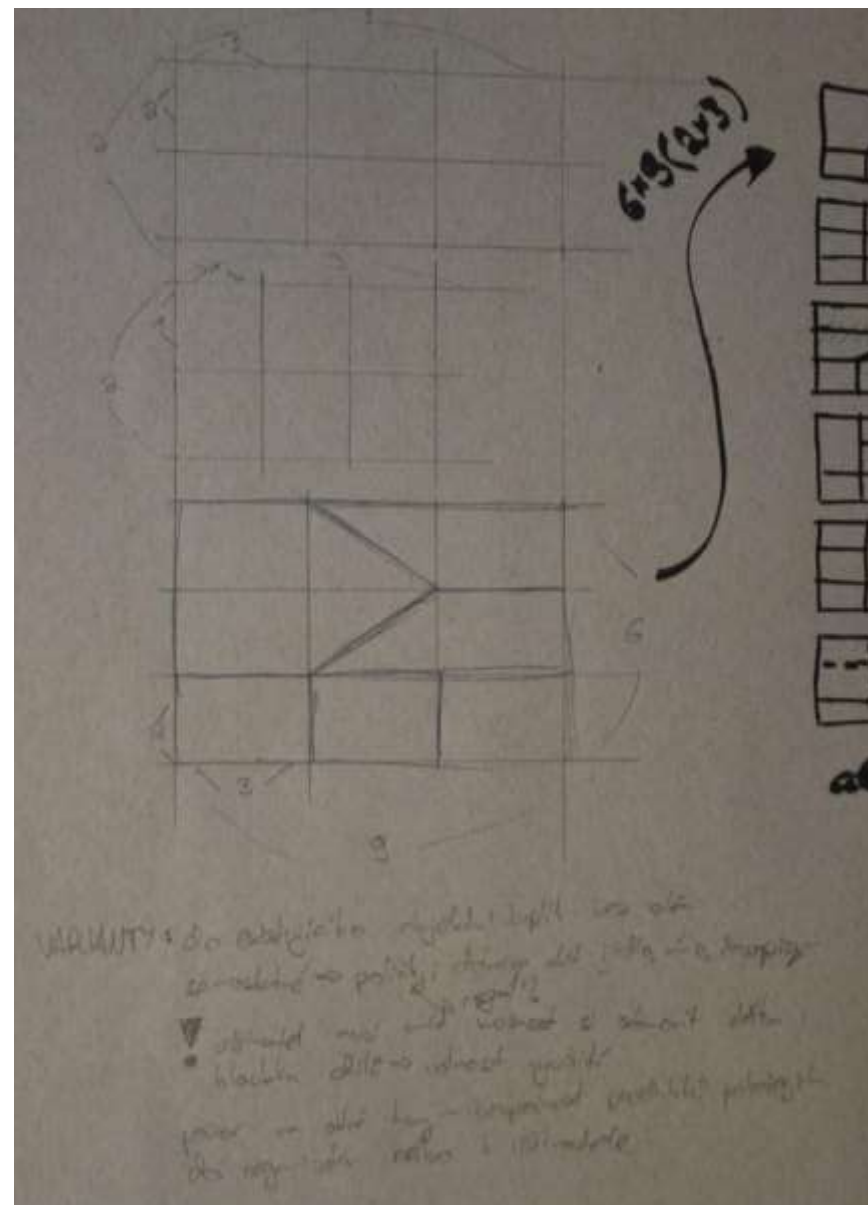
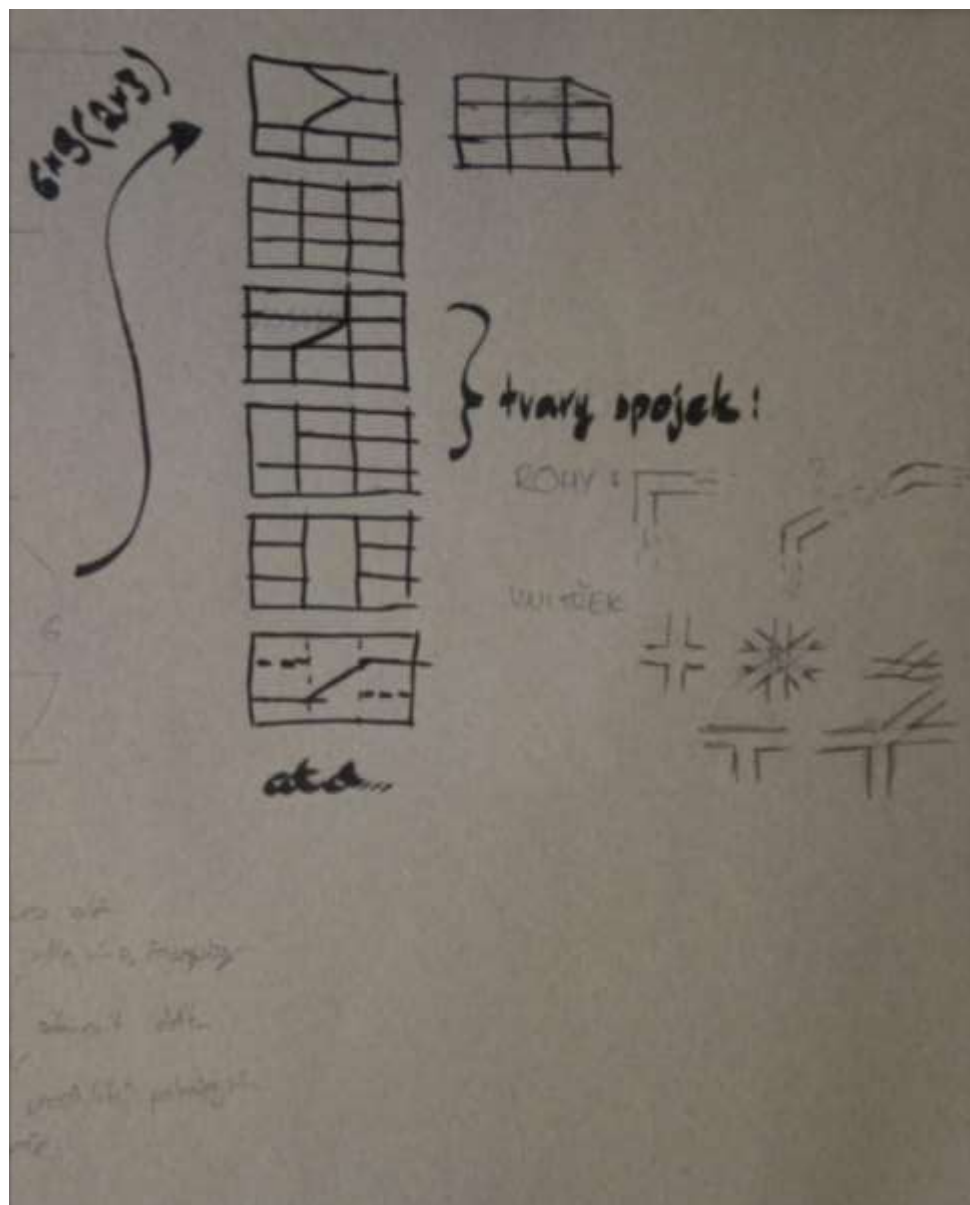
Cílová skupina je u tohoto projektu naprosto otevřená. Každý má potřebu něco odkládat/ukládat/třídit, každý má doma nějakou skříň nebo šuplík. Samotný systém je modulární, takže si ho můžete nastavit podle svých potřeb.

Proces

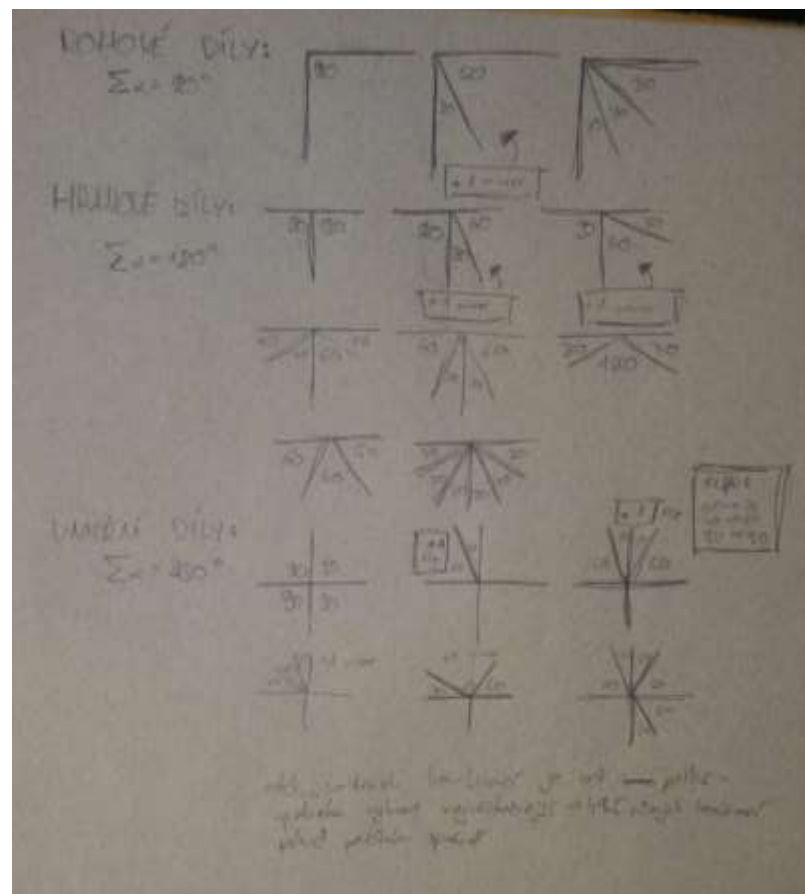
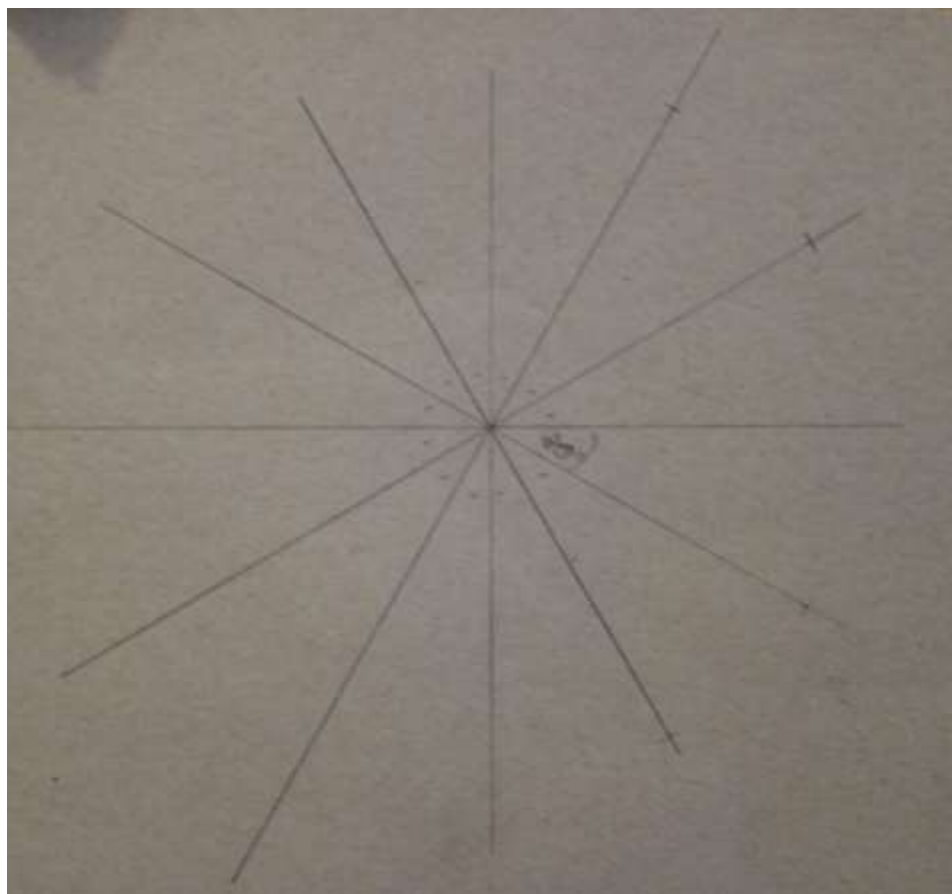
Na základě úvah zmíněných v rešerši jsem začal uvažovat nad tím, jak by takovýto modulární systém mohl vypadat. První věc, kterou jsem začal zvažovat je rozbití tradiční čtvercové nebo obdélníkové mřížky (k tomuto se dostanu později u změny účelu organizéru). Jako nejjednodušší možnost mi přišlo přidat diagonální díly do existující mřížky, viz obrázek. Také jsem řešil poměr stran jednoho dílu této mřížky. Vizuálně mi přišla nejpříjemnější varianta obdélníková o poměru stran 2:3.

Variant pro toto uspořádání v obdélníkové mřížce je mnoho a uvažoval jsem tedy nad možnostmi, jak by mohl vypadat sestavený organizér. Z těchto úvah jsem vytvořil skici několika základních typů spojů, které by bylo potřeba vyřešit, viz. fotky na další straně.

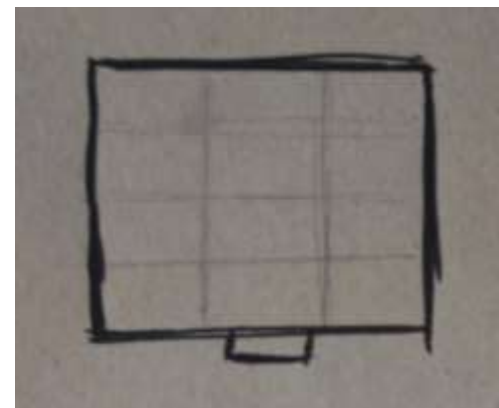




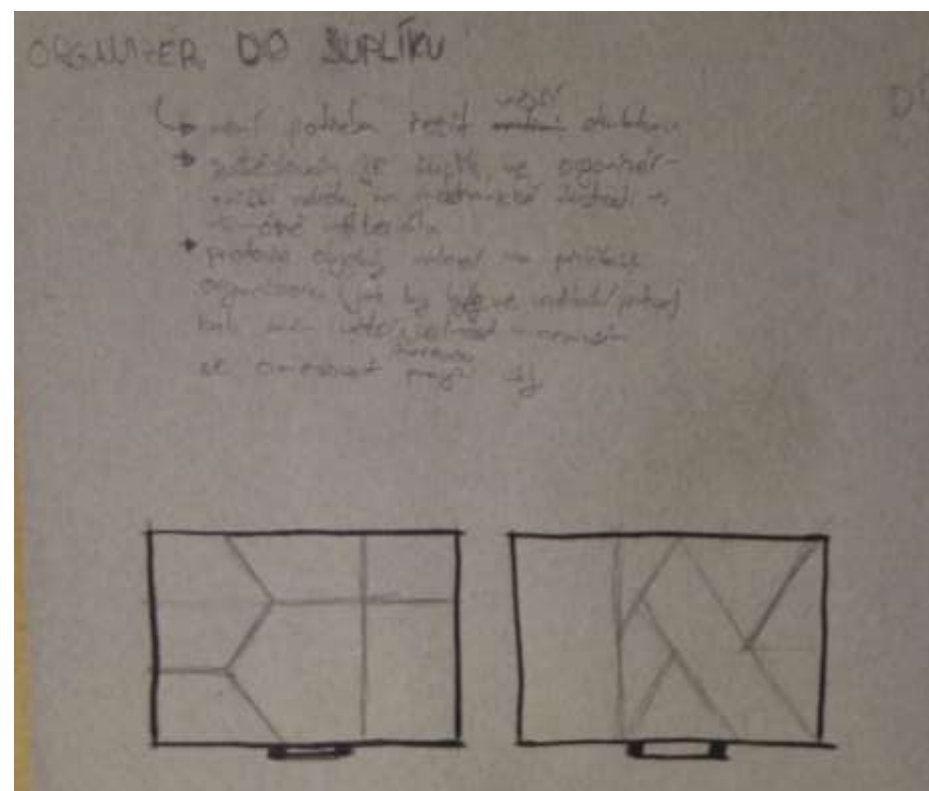
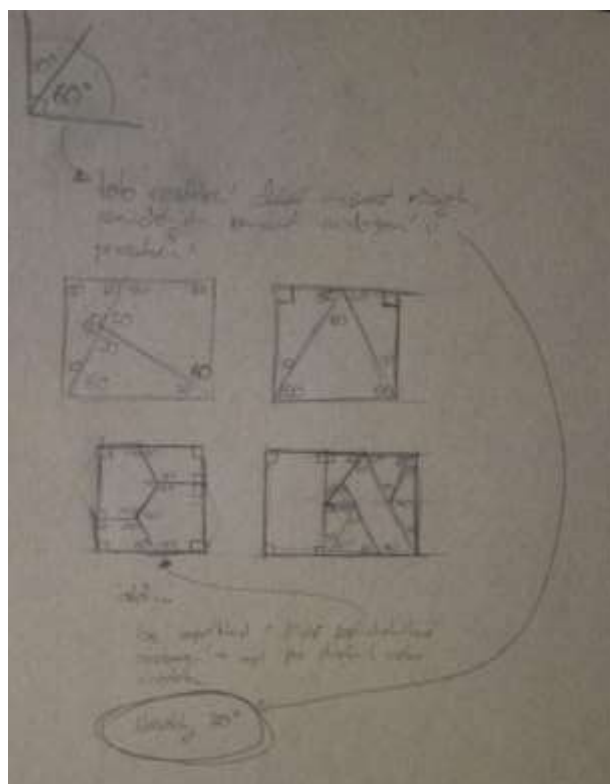
Začal jsem tedy přemýšlet nad univerzálním prostorovým rozložením. Hned první nápad mi přišel jako nejlogičtější způsob uspořádání. Jedná se o násobky 30 stupňů (360 stupňů rozdělených na díly o 30 stupních dává 12 dílků - 12 os/dvanáctiúhelník). Toto zahrnuje typické pravé úhly (90 a 180 stupňů) ale zároveň 30 a 60 stupňů, které uživatel může využít pro rozdělení objektu na pravoúhlé trojúhelníky (30, 60, 90 stupňů), rovnostranné trojúhelníky (60, 60, 60 stupňů), šestiúhelníky (120 stupňů vrcholový úhel, 60 stupňů středový úhel), různé složitější polygony... U tohoto se ale musí stanovit limit, protože pokud jsem počítal správně tak unikátních způsobů rozložení existuje 495. Bylo by teda potřeba vytvořit jenom úzký výběr smysluplných dílů.



Jako nejlogičtější uplatnění tohoto rozložení mi přišlo vytvoření univerzálního organizéru do šuplíku. Variant specifického využití je pořád mnoho – kancelářské potřeby, oblečení, šperky, hodinky atd... věcí co můžete dát do šuplíku je nekonečně mnoho. Výhodou této cesty jsou již zmíněné nižší nároky na nosnost. Zároveň rohové díly jsou volitelné – do šuplíku můžete vložit pouze vnitřní strukturu, stěny šuplíku poslouží jako vnější struktura (viz čáry fixou v obrázku vpravo).



Naskicoval jsem tedy několik variant, jak by mohla vnitřní struktura organizéru vypadat abych měl z čeho vycházet u rozhodování které spojovací díly jsou potřebné.

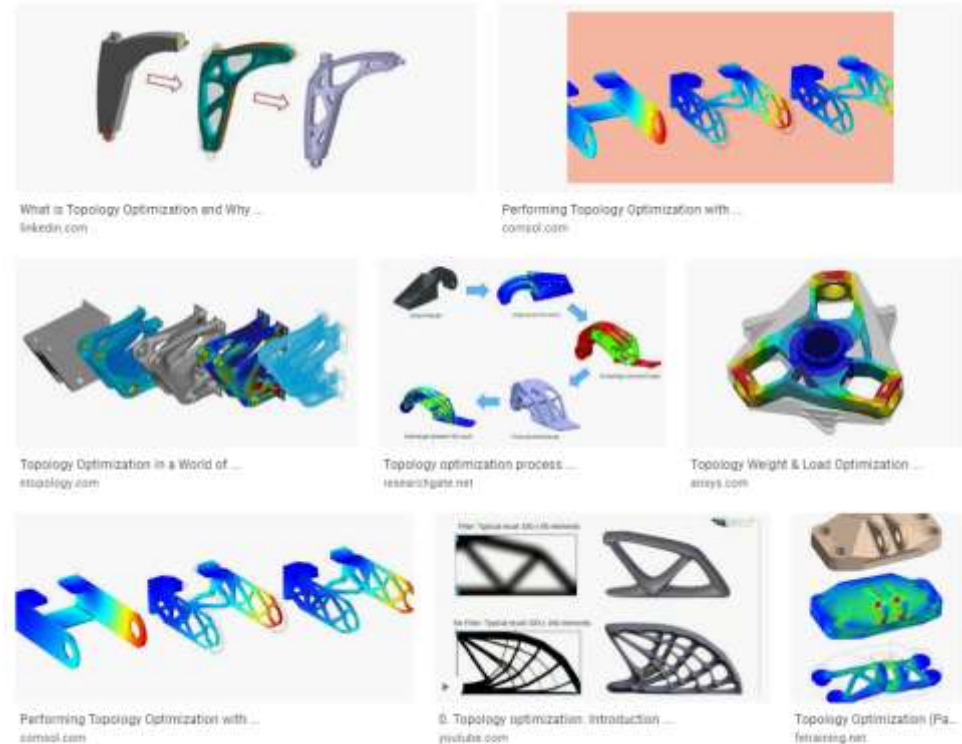


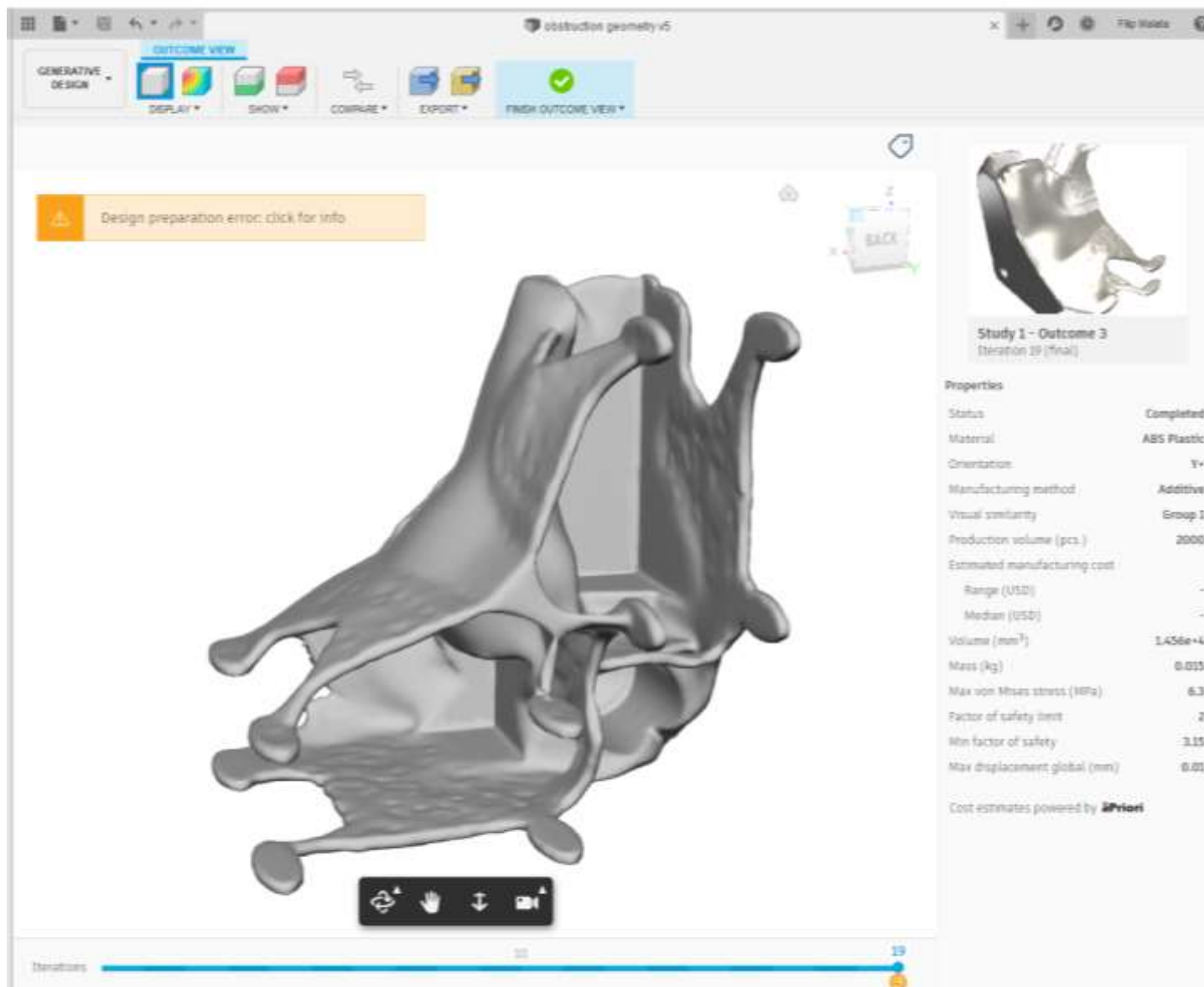
Z toho jsem vybral pro začátek 6 podle mě naprosto nezbytných dílů (z dříve zmíněných 495 variant). K těmto dílům samozřejmě budu přidávat podle potřeby, ale zatím pro vytvoření prvního konceptu mi to stačí, protože jsou zde zahrnuty všechny potřebné úhly (30, 60, 90, 120, 150, 180...).

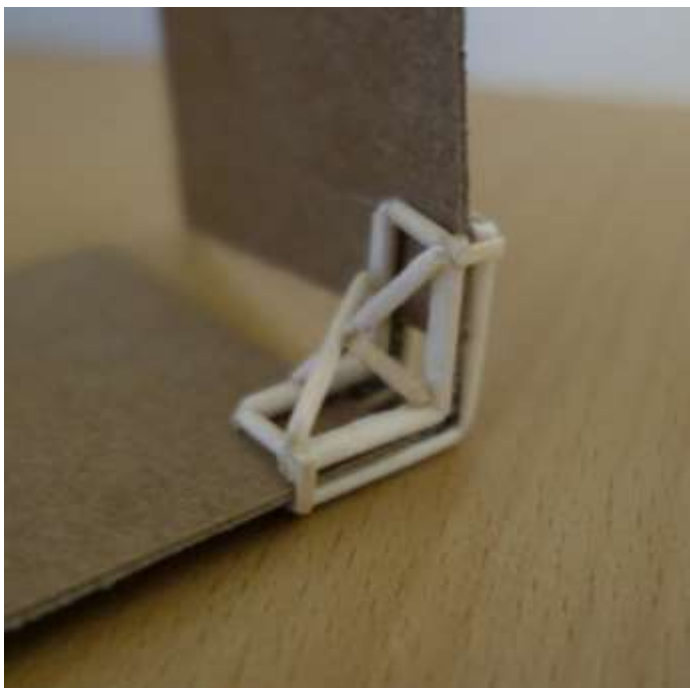
Když jsem začal vytvářet model tak jsem byl inspirován tématem, které jsme probírali v tomto semestru v předmětu Materiály a technologie 2 - topologická optimalizace. Jedná se o snížení využití materiálu k výrobě produktu při zachování zásadních mechanických vlastností. Vychází se většinou ze zátěžových simulací. Existuje i varianta - "generativní design" - která nechá vytvoření celého tvaru na počítači.

Hledal jsem, jak by bylo možné tento proces udělat v domácích podmínkách. Firma Autodesk tyto služby (simulace a generativní design) nabízí v programu Fusion 360. Program samotný je zdarma, ale simulace se provádějí na cloudu Autodesku a jsou obvykle placené. Autodesk ale nabízí tyto služby zdarma pro uživatele s vzdělávací licencí a naše škola je součástí jejich programu.

Program jsem si tedy stáhl a začal s ním experimentovat. Nejprve jsem se pustil do generativního designu (obrázek na další straně). Jak jsem ale zjistil, tak pro vytvoření adekvátního modelu je potřeba udělat iterací opravdu mnoho, což je časově velmi náročné. Každá iterace vám vyhodí 12 variant, ze kterých si potom vyberete nejvhodnější a s tou opakuje předchozí krok. V obrázku vidíte asi nejvhodnější výstup z mé první iterace – jedná se o spojkou ve tvaru L. Objekt je velmi hrubý a počítal se několik hodin. Pokud by iterací muselo být např. 20 nebo i více tak to časově je pro mé možnosti nemožné.

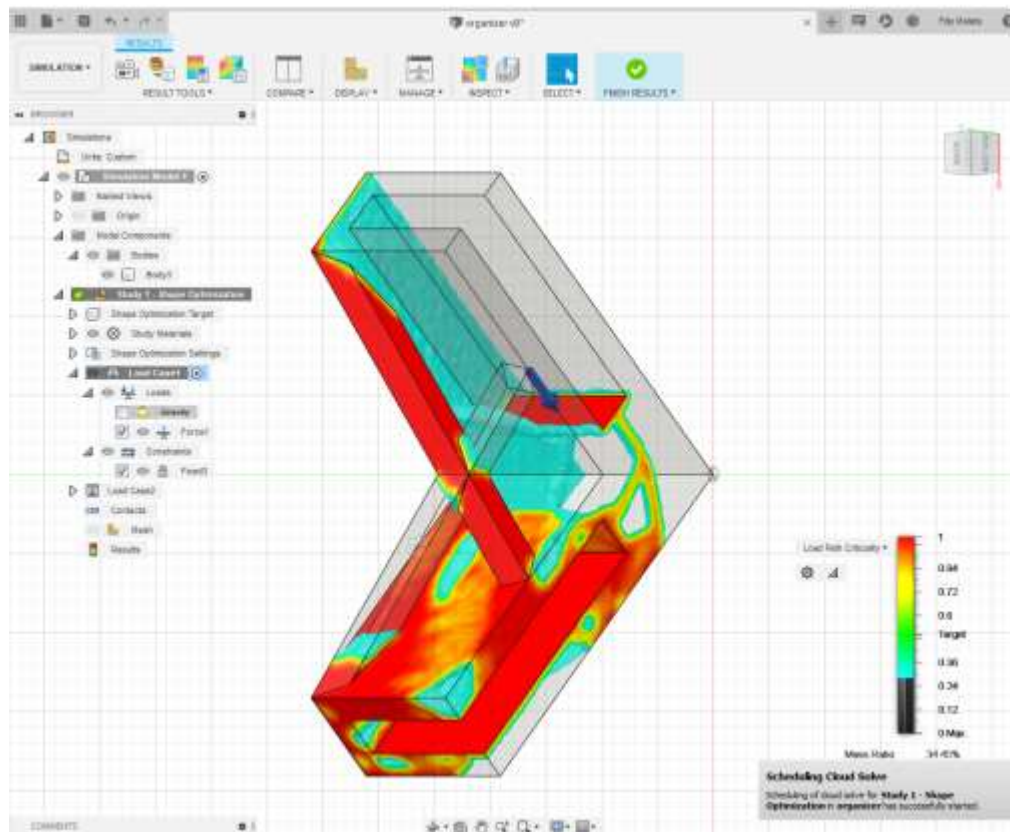


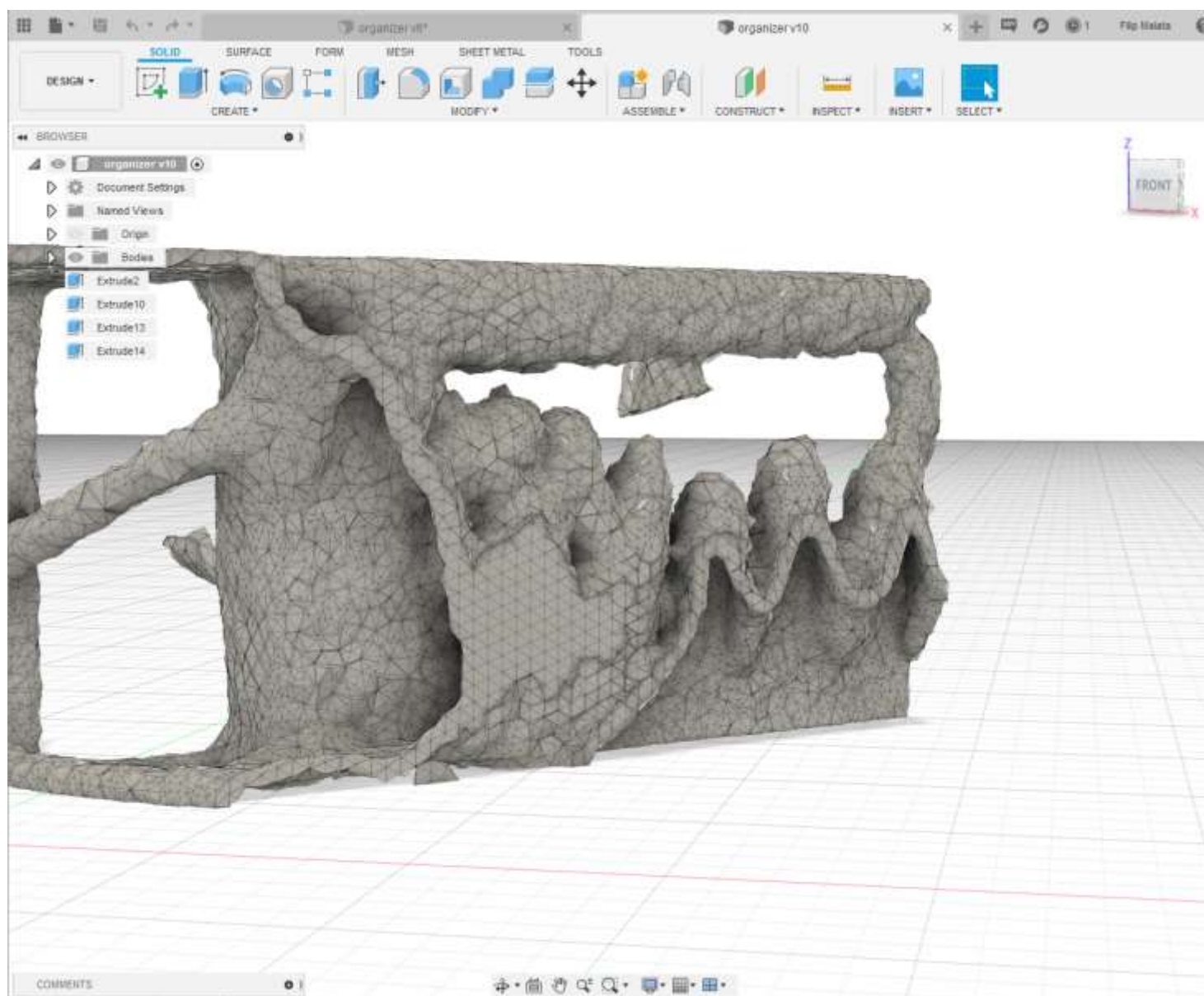




Přesunul jsem se tedy k simulaci zátěže určené k optimalizaci tvaru. V tomto případě je potřeba vytvořit model, který se bude optimalizovat. Rozhodl jsem se pro model ze špejlí, na kterém bych si vyzkoušel, jestli vůbec drží pohromadě a pokud ano, tak jaké má mechanické vlastnosti. Vytvořil jsem klasické Lko. U tohoto jednoduchého tvaru ale hrozí vysoké riziko přelomení v rohu (spoj dvou rovných částí, 90 stupňů). Přidal jsem tedy dvě prostorové podpory ze vzdáleného rohu rovné strany na střed protějšího segmentu spoje, viz. obrázek vlevo.

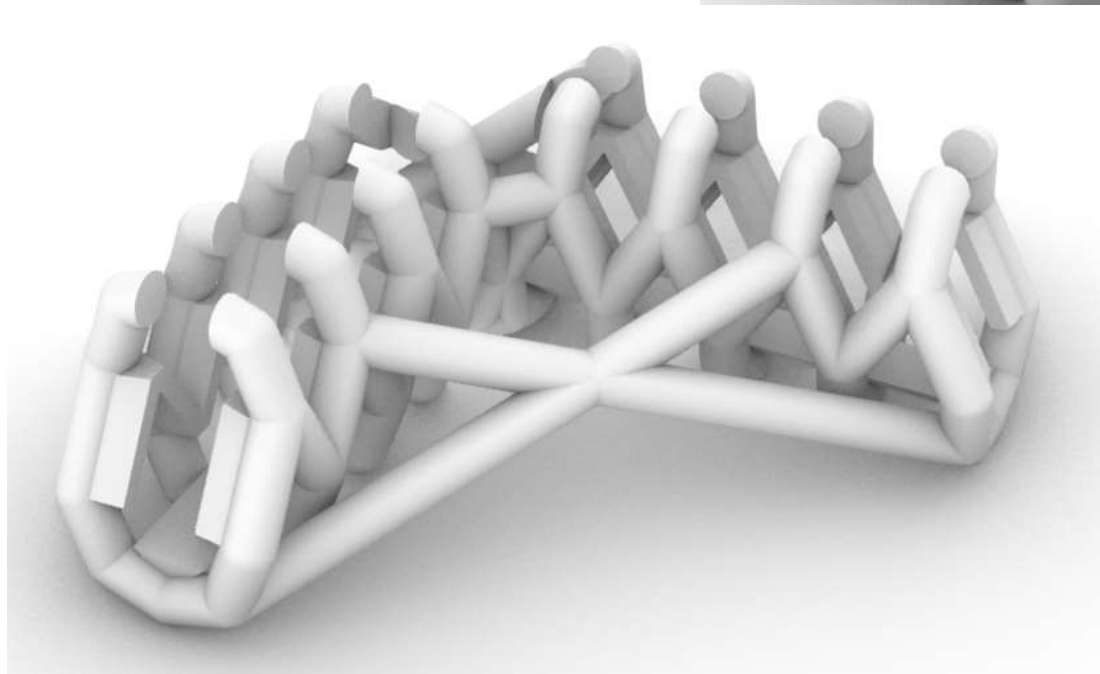
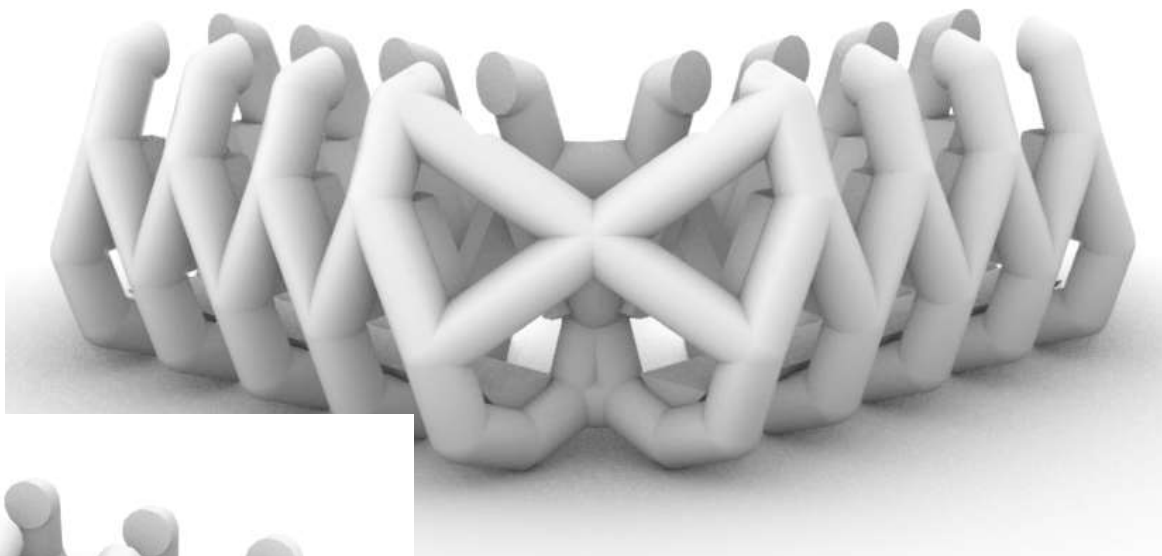
Model dílu jsem vytvořil v Rhinu (přidal jsem trochu hmoty, aby měla simulace s čím pracovat – vyplnění rovných ploch). Po simulaci mi vyšlo toto rozložení zátěže (čím blíže k červené, tím důležitější je daná oblast pro integritu součásti). Jedná se ale o zátěž v jednom směru, ale L spoj si může uživatel natočit, jak chce. Je potřeba tedy výsledek zrcadlit po rovině spoje (45 stupňů z počátku).





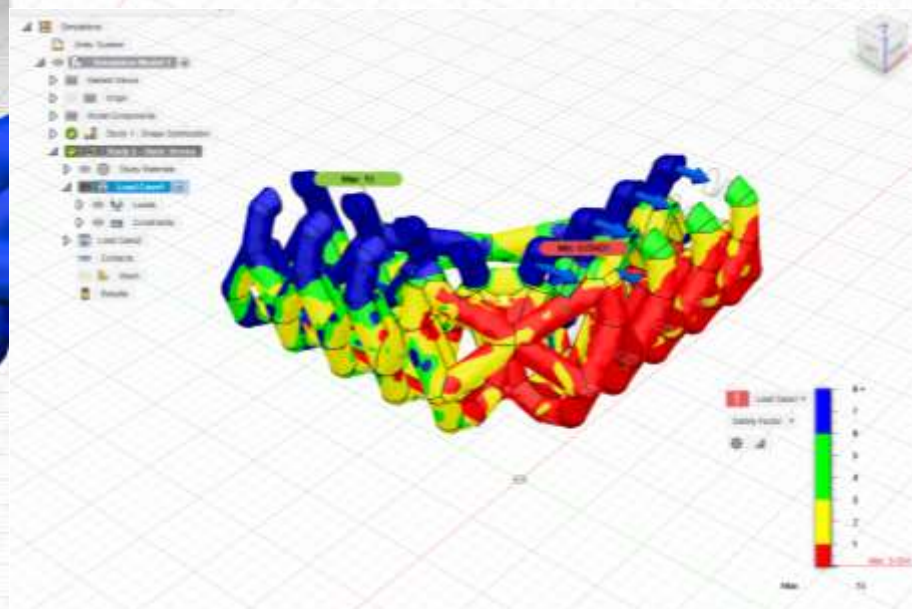
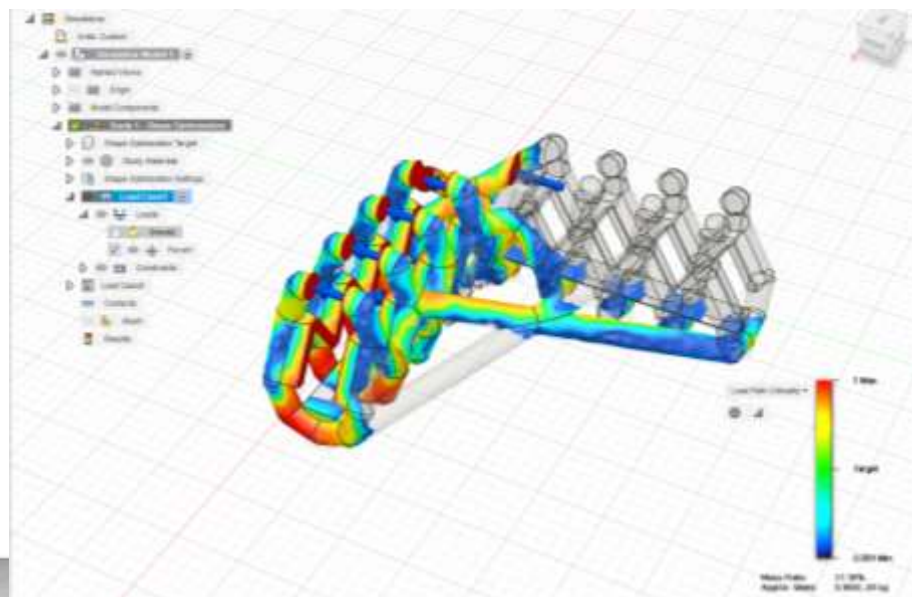
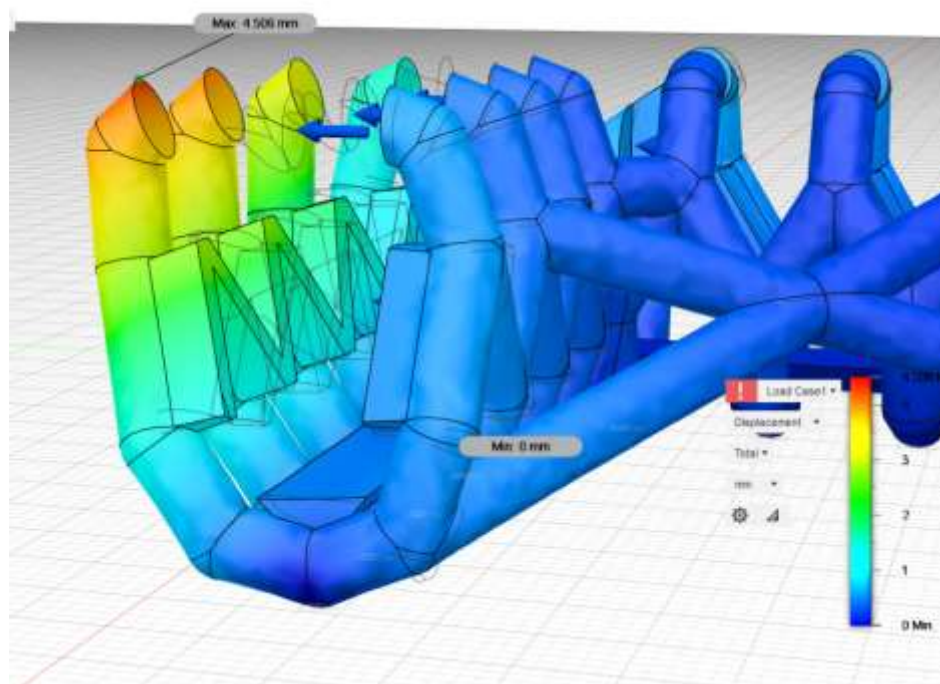
Tvarově se mi v této simulaci vytvořila zajímavost na rovných plochách. Objevuje se zde pravidelná struktura ve tvaru V:

Z této struktury jsem vycházel při vytváření druhé iterace spojky.



Tento objekt jsem opět prohnal simulací. Z tohoto vyšlo že pokud by byl využitý jako roh u police tak by z PLA plastu (typický pro FDM 3D tisk) vydržel zátěž cca 27 N, což převedeno na Kg je statická zátěž zhruba 2.75 kilo. Pod zátěží 50 Kg by se nejvíce zatěžovaná část ohla o 4.5 mm. Pokud by se ale jednalo o vyžití jako organizér do šuplíku, takovéto mechanické vlastnosti jsou dostatečné.

Opět platí, že výsledek musíme zrcadlit, protože otočení součásti záleží na uživateli.



Po konzultaci jsem dále přemýšlel jsem, jak jinak bych mohl zpracovat strukturu, která vyšla ze simulace. Přemýšlel jsem o produktech, které pracují s typickými vlastnostmi plastu (zejména ohebnost bez trvalé deformace). Například obyčejné plastové klipy těchto vlastností využívají.

Materiál se ohne, přidrží objekt zastrčený dovnitř a po vyjmutí objektu se vrátí do výchozí polohy. Začal jsem tedy modelovat klip, který by využíval původní tvar.



Kvůli vyrobiteľnosti objektu jsem také změnil měřítko tohoto 'véčkového' segmentu – na délku měří cca 2 cm a jednotlivá ramena jsou dlouhá cca 2.1 cm (můžu zvětšit, pokud je potřeba). Na 'hřbetu' klipu jsem nechal rovnou plochu, která by v tomto případě asi byla základna, která by byla položená na tiskové ploše. V ramenech jsem nechal volný prostor – stejně jako v původní verzi (topologická optimalizace). Ale snažil jsem se, aby převisy nepřesahovaly 45 stupňů což je obvykle limit pro klasické FDM tiskárny (převis mezi 45 a 90 stupňů by měl být tisknutelný). Bohužel u vrcholu klipu se tomu nejde vyhnout – tady záleží už jenom na tiskárně a filamentu, jak si s tím zvládnou poradit.

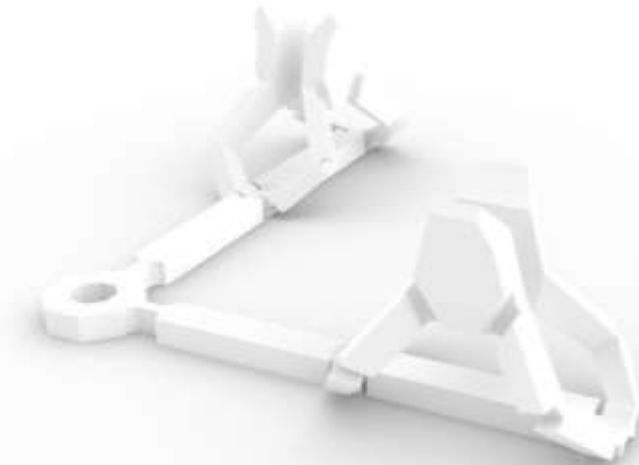
Přemýšlel jsem, jak díly spojit (viz dříve zmiňovaný systém násobků 30 stupňů). Pokud bych chtěl opravdu mít 30stupňové odchylky mezi klipy, tak bych je musel odsadit daleko od společného středového dílu, aby mezi sebou měli dostatečný prostor. Napadlo mě využít tzv. Compliant mechanism – díl designovaný, aby byl ohebný (často jako alternativa mechanické součásti, která by potřebovala více dílů a často i např. pružinu). Před časem jsem i zběžně studoval knihu od amerického profesora Larryho Howella, který se těmito mechanismy zabývá. Příklady:



Navázáním klipu na společný středový díl pomocí výrazně tenčího dílu by umožnilo měnit polohu jednotlivých klipů. V tomto případě bych mohl místo dvanáctiúhelníku (30 stupňů) nahradit středový díl osmiúhelníkem (45 stupňů). To by umožnilo uživateli umístit díl pod 30, 45 nebo 60 stupni. Pevnost součásti by neměla být problém, protože klip bude v každém rohu desky (4) a po složení organizéru by napětí mělo být dost vysoké, aby udrželo díl v předem stanovené poloze (přirozeně to půjde do polohy nejmenšího odporu – nejkratší trasa mezi bodem A a B).

Dále jsem přemýšlel, jestli nezkusit aplikovat 'compliant mechanismus' i na samotný klip – při správném designu by klip podporoval větší rozmezí tloušťek vkládaných desek.

Compliant mechanism na středovém dílu i na klipích (odsazení od dílu je skoro stejně dlouhé jako samotný klip).

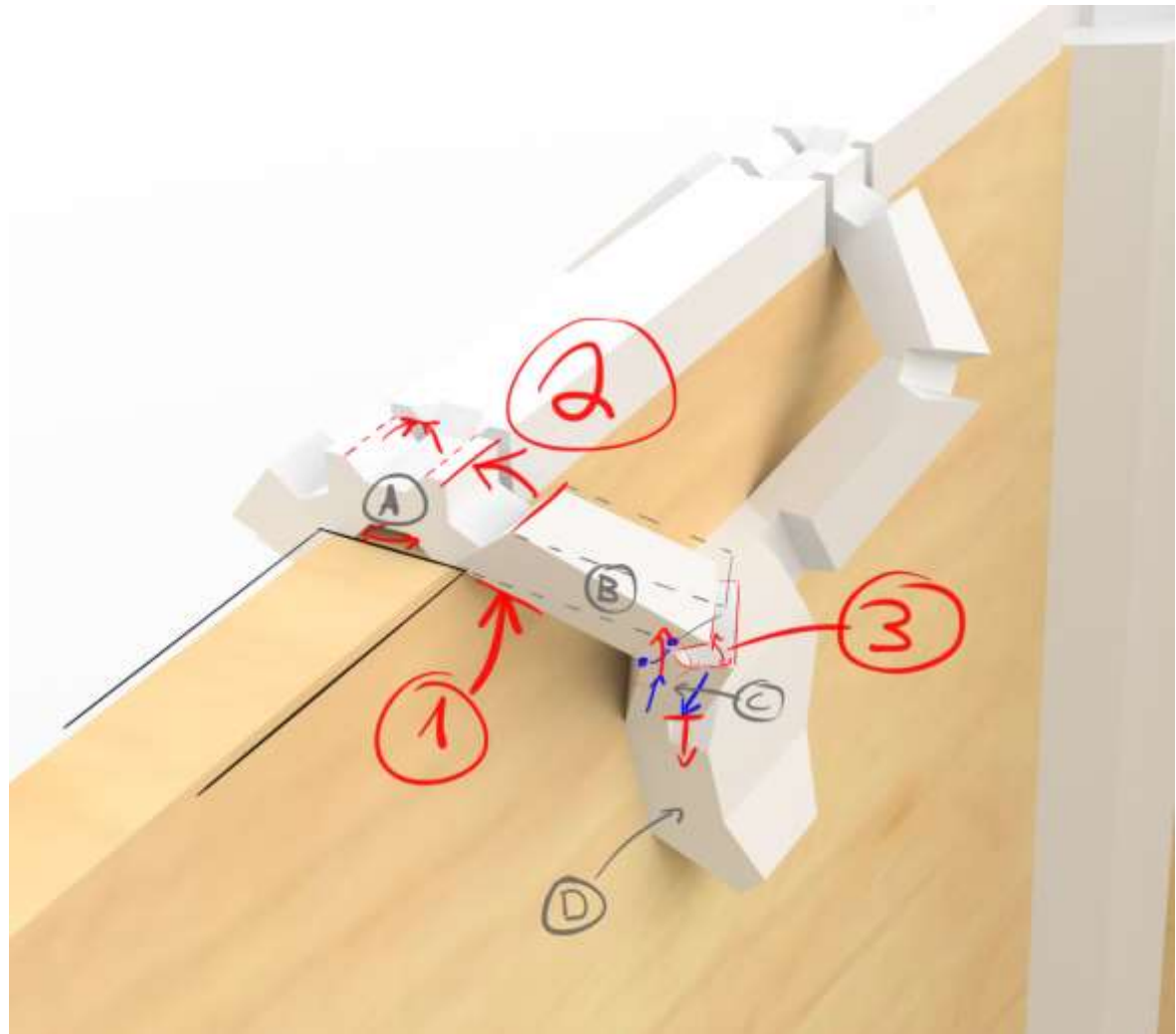


Složený roh (spojovací díl kvůli odstranění mezer a větší pevnosti složeného systému – zamezení rotace středového dílu při natočení klipu).

Vysvětlení uvažování nad umístění tenkých dílů:

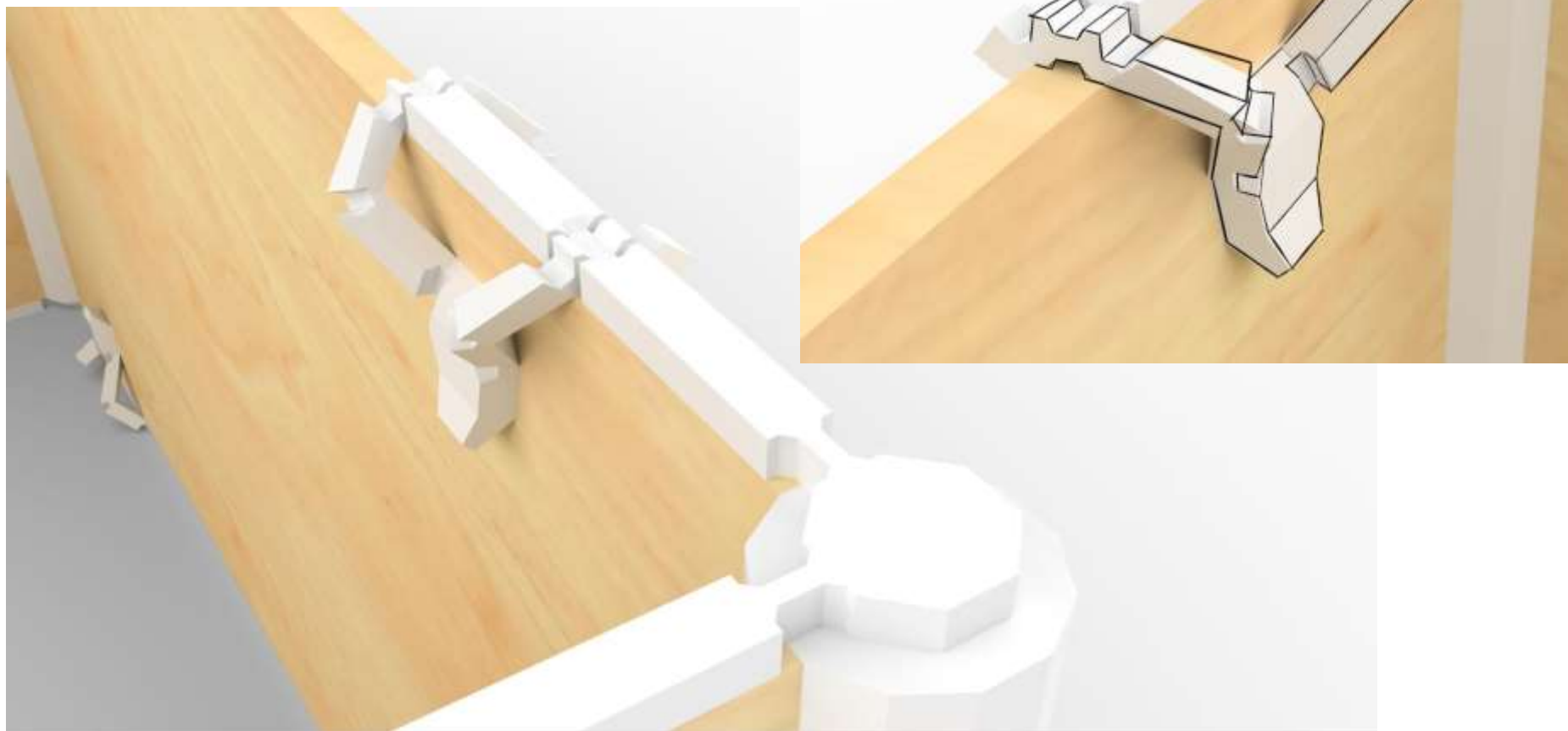
Pokud je do dílu vložena širší deska než základní 3 mm na které jsem ji navrhl (vycházel jsem z MDF desek dostupných z Hornbachu, který je ode mě kousek) tak bude tlačit na dílek B, jak je naznačeno šipkou označenou 1. Toto vychýlí díl směrem vzhůru (tenká šedá šrafovaná čára, pohyb označen šipkou 2). Pro usnadnění tohoto pohybu je přidána další ohebná část do dílu A (toto odlehčí zátěž na spoj mezi A a B – část je absorbována dílem uprostřed A a část dílem mezi A a B – viz naznačený pohyb v dílu A). Posunutí dílu B vzhůru znamená že bod mezi dílem B a C se posune, jak je naznačeno v obrázku modře. V tomto případě se mezera označená 3 zvětší (pevná část spoje mezi B a C je tlačena směrem do drážky ve spoji, který se kvůli tomu zvětší). Toto zvětšení vytváří tlak označený šipkou ve spoji mezi díly C a D (tento spoj je zde aby se měl díl kam pohnout). Tento tlak je směrem do desky – díl

D díky tomu pořád přiléhá, i když o něco výše. Pro naprostou přesnost (velikost drážek, které umožňují pohyb apod.) by bylo potřeba vytvořit mnoho konceptů na které bohužel už nezbývá čas (v simulaci ve Fusion 360 jsem nenašel způsob, jak to vyzkoušet).



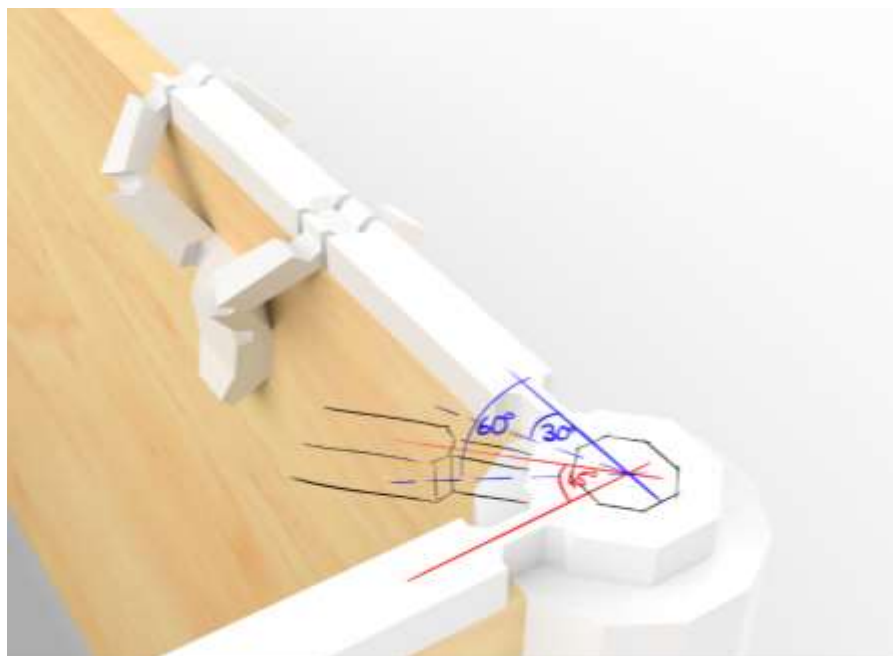
Naznačení ohybu v díle podle vysvětlení na předchozí straně.

Rohový díl využívá podobný princip ale v jednodušší podobě. Spoj mezi Klipem a středem je tenký, což umožňuje pohyb podle potřeby uživatele – variabilita uhlu mezi deskami, nebo i nepřesnosti v řezání desek.

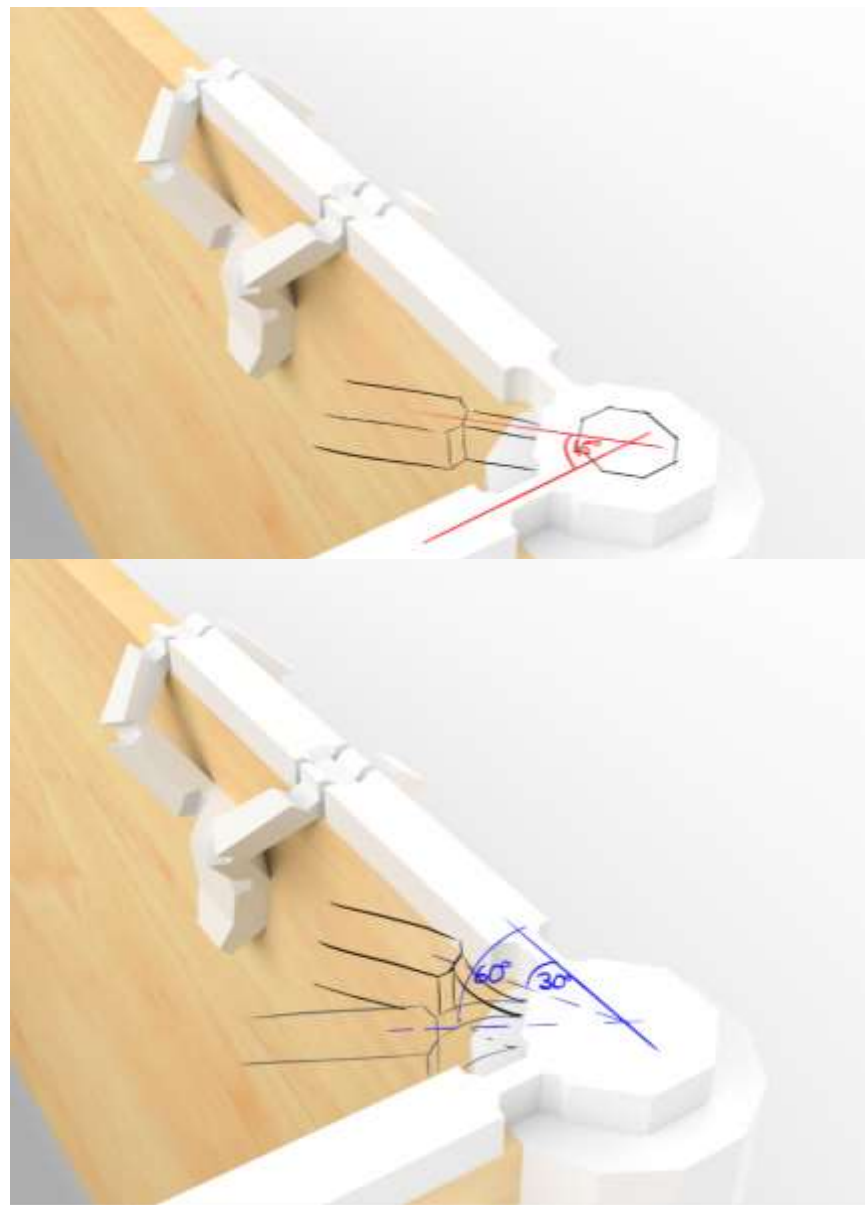


Výchozí poloha dílu naznačeného tenkou černou linkou - 45 stupňů (fotka vpravo nahoře).

Kvůli tenkému spoji ji může uživatel díl ohnout bez jeho porušení. Toto mu dává možnost dosáhnout původně zamýšlené násobky 30 stupňů ale i násobky 45 stupňů (fotka vlevo).



Naznačení možného ohybu dílu (fotka vpravo dole).



Teoretické uspořádání organizéru (založeno na rozměru šuplíků, které mám v pokoji – vnitřní rozměr cca 30x50 cm).



Díky variabilnímu úhlu jednotlivých klipů je celkové množství dílů potřebných pro jakékoliv uspořádání organizéru pouze 21 - toto zahrnuje i zrcadlené díly, které jsou u některých dílů potřeba pro spodní díl. V těchto 21 dílech jsou zahrnuty i šílenosti, které asi nejsou vůbec potřeba - vyplněná každá hrana středového osmiúhelníku apod. Pokud vyškrtneme zbytečné díly tak myslím, že se počet dostane na 12. Pokud necháme pouze úplně nezbytné tak klidně i 6-8.

Uvažoval jsem také nad typickými jednodílnými klipy viz foto vpravo.

Problém u těchto klipů je že se tisknou na ploše, která je otočená směrem k nám. To je v pořádku do té doby, než chcete spojit několik klipů, kde každý je natočen jiným směrem.



U nového designu je několik variant, jak ho zpracovat:

1. Tak jak je teď - ohyb v klipu (libovolná tloušťka desky) i ve středovém dílu (30, 45 a 60 stupňů)
2. Klasický klip (omezené rozmezí tloušťky desky - na základě přirozené ohebnosti plastu); ohyb pouze ve středovém dílu (30, 45 a 60 stupňů)
3. Klasický klip (omezené rozmezí tloušťky desky - na základě přirozené ohebnosti plastu); žádný ohyb; středový díl je 12úhelník (násobky 30 stupňů - musí být odsazeny od středu jako teď)
4. Klasický klip (omezené rozmezí tloušťky desky - na základě přirozené ohebnosti plastu); žádný ohyb; středový díl je 8úhelník (násobky 45 stupňů, změna původního principu - možnost zmenšení odsazení klipů od středu)

Dále jsem zpracovával 4. Variantu – osmiúhelníkový střed s pevným klipem. Celý díl je pouze takto – s jedním klipem – kvůli výrobě (lze tisknout stejný díl dokola místo dílů unikátních). Způsob nasazování vysvětlím později.



Spojovací díl



3 klipy nasazené na spojovací díl (4 klipy jsou maximum kvůli délce zúžených částí na spojovacím díle).

Nasazování – rozložený pohled. Jednotlivé klipy se nasunou na spojovací díl. Jelikož tolerance mezi díly je nulová a jedná o osmiúhelník tak díly budou držet na místě.

Na základě komentářů jsem se vrátil zpět k policovému systému – na organizér do šuplíku jsou tlakové a ...



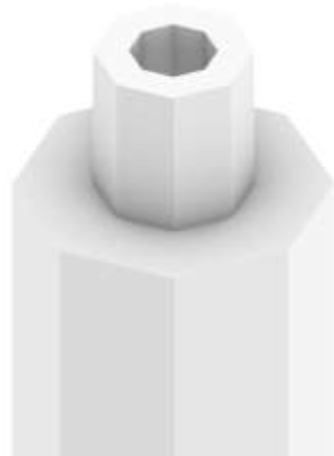
... tahové síly skoro nulové a předešlé simulace ze kterých jsem tvarově vycházel by byly k ničemu. Pořád se ale jedná o modulární systém, takže využití je čistě na uživatelově rozhodnutí – ať už jako samotná police, organizér do skříně nebo do šuplíku.

Kvůli této změně jsem do spojovacího dílu přidal otvor, díky kterému má uživatel možnost organizér přišroubovat.

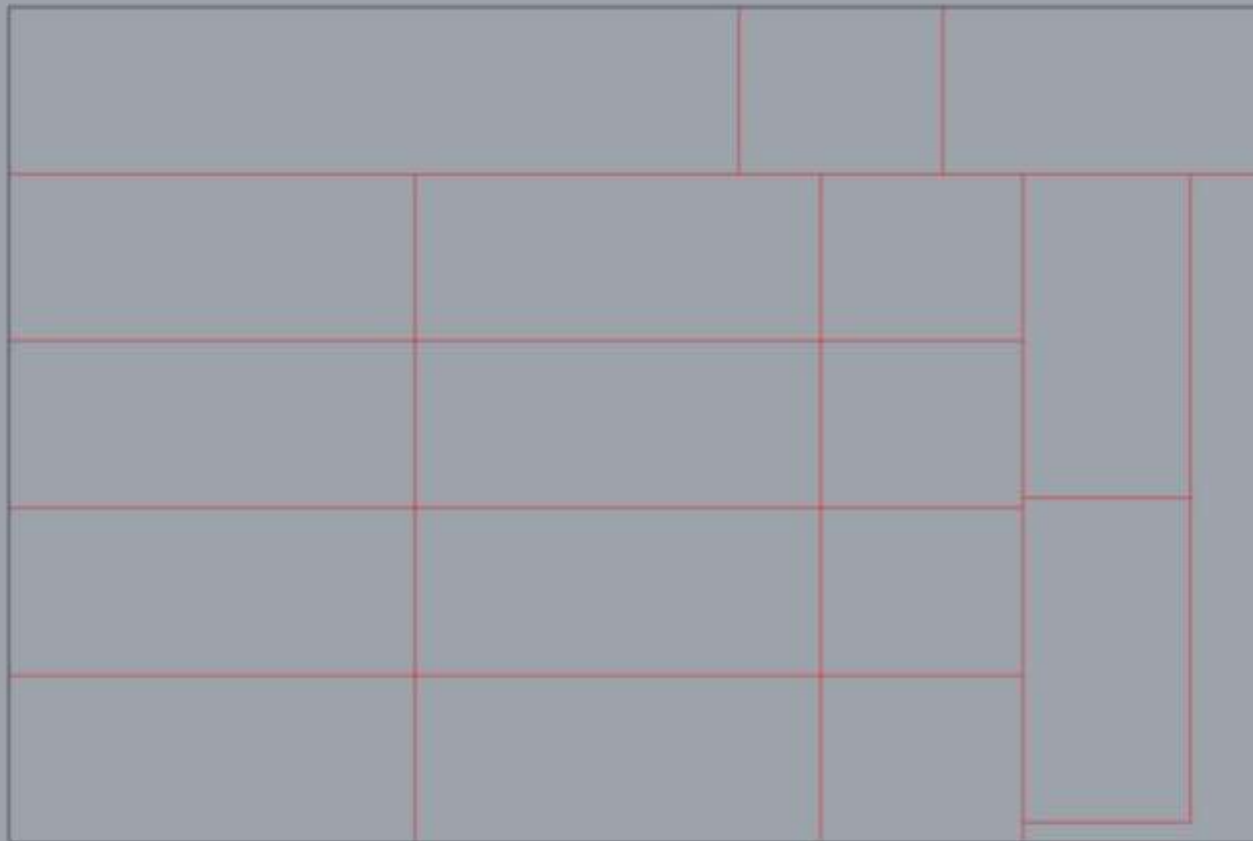


Příklad využití organizéru – samostatná police.

Detail zmiňované díry vedoucí středem
spojovacího dílu.



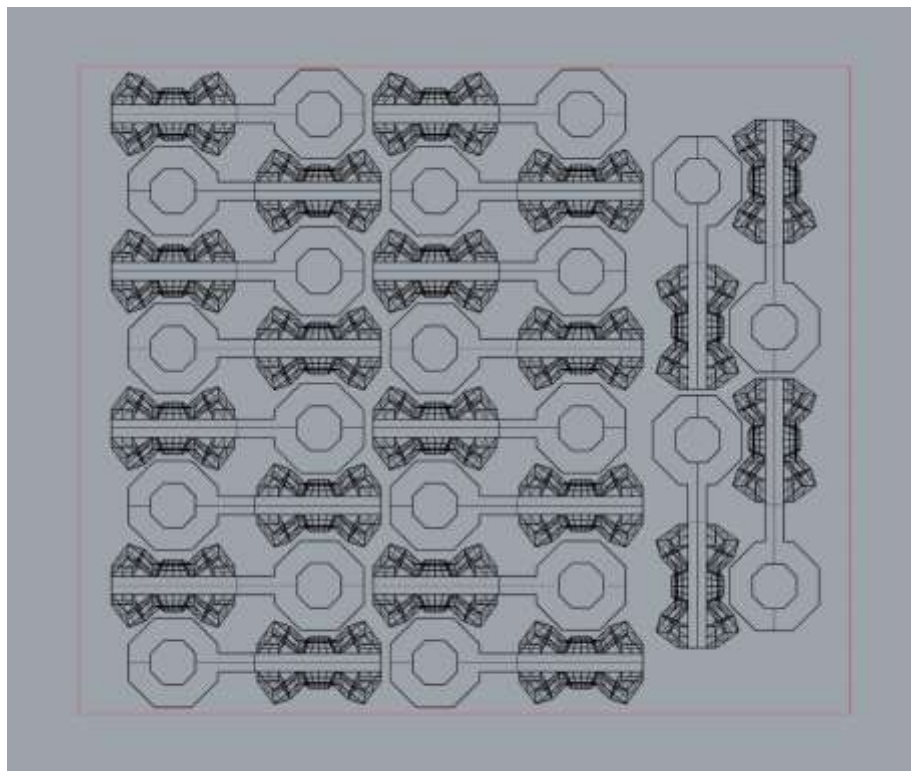
Vzhledem k tomu, že jsem nakonec změnil účel organizéru, tak jsem se rozhodl změnit měřítko objektu. Původně, když jsem navrhoval organizér do šuplíku, tak jsem zvolil tloušťku desky 3mm a k tomu adekvátní měřítko. Ale pokud chci, aby byl produkt použitelný jako policový systém, tak je potřeba zvýšit tloušťku desky a zároveň i samotného organizéru. Zvolil jsem tedy tloušťku desky 6mm (lze vložit i desku silnější – jedná se přece jen o plastový klip, který má vůli). To znamená že měřítko součástí organizéru jsem zvětšil na dvojnásobek.



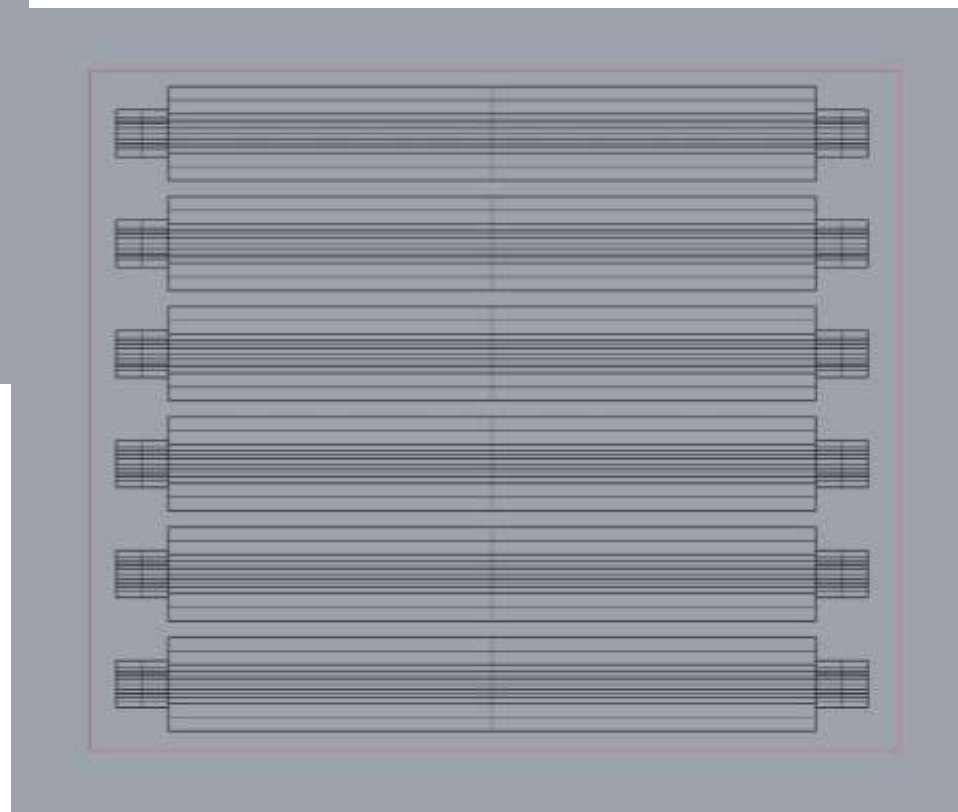
Hloubku desky jsem zvolil 20 cm. Tato hodnota není fixní – pro změnu stačí jednoduše změnit délku spojovacího dílu, klipy zůstávají stejné.

Řezy vycházejí z využití organizéru jako samostatné police (render dvě strany zpět). Velikost celé desky je 1030mm x 1550mm.

V tomto prostoru jsem se snažili minimalizovat odpadový materiál.



Díly jsem naformátoval pro 3D tisk. Červená linka značí tiskovou plochu (vycházím z Průša MK3, která má tiskový objem 250mm x 210 mm x 200 mm)



Rendery finálního produktu



