

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Diplomová práce

DESIGN VYFUKOVACÍHO STROJE VČETNĚ PRACOVNÍHO PROSTORU

BcA. Přemysl Stuška

Plzeň 2022

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Katedra designu

Studijní program Design a užitá tvorba

Studijní obor Design

Specializace Produktový design

Diplomová práce

DESIGN VYFUKOVACÍHO STROJE VČETNĚ PRACOVNÍHO PROSTORU

BcA. Přemysl Stuška

Vedoucí práce: Ing. Petr Siebert
Katedra designu
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **BcA. Přemysl STUŠKA**
Osobní číslo: **D20N0045P**
Studijní program: **N0212A310010 Design a užitá tvorba**
Studijní obor: **DU – specializace Produktový design / MgA.**
Téma práce: **Návrh designu vyfukovacího stroje včetně pracovního prostoru**
Zadávací katedra: **Katedra designu**

Zásady pro vypracování

- a) Zvolené téma je zaměřeno na řešení vyfukovacího stroje.

- b) Tento záměr bude realizován vytvořením tvarové studie z materiálů, které vyplynou z konzultace s vedoucím práce a nároků na tento model.

- c) Cílem zadání je navrhnout tvarové řešení a pracovní prostor stroje v návaznosti na konstrukci.

- d) Předpokládaný charakter výstupu:
 - model (konečné měřítko a materiál vyplyne z konzultací s vedoucím práce)
 - min. 1ks prezentační plakát – vývojové skici
 - řešerše

- e) Rozsah průvodní zprávy je stanoven minimálně na 12 normostran.

Rozsah teoretické části: **min. 12 normostran**
Rozsah praktické části: **vyplyne ze zpracování DP**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

ŠTULPA, Miloslav. *CNC Programování obráběcích strojů*. Grada publishing, a.s., 2015, ISBN 978-80-247-9609-3.

CHUNDELA, Lubor. *Strojírenská ergonomie: příklady*. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03801-7.

RUBÍNOVÁ, Dana. *Ergonomie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 9788021433137.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Siebert**
Katedra designu

Datum zadání diplomové práce: **31. května 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **29. dubna 2022**



L.S.

Doc. akademický malíř Josef Mištera v.r.
děkan

Doc. akademický malíř František Steker v.r.
vedoucí katedry

Prohlašuji, že jsem umělecké dílo vypracoval samostatně a nejedná se o plagiát.

Plzeň, duben 2022

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce panu Ing. Petru Siebertvi za jeho vedení a cenné odborné rady v průběhu práce.

Dále děkuji GDK, spol. s.r.o. za spolupráci na tomto projektu a velmi přínosné konzultace, které vedly až k realizaci.

OBSAH

1	MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE	1
2	TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY	2
3	CÍL PRÁCE	3
4	PROCES PŘÍPRAVY	4
5	PROCES TVORBY	5
6	TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA	11
7	POPIS DÍLA	13
8	PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR	14
9	RESUMÉ	15
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	16
10.1	Knížní a periodická literatura	16
10.2	Internetové zdroje	16
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	17
12	SEZNAM PŘÍLOH	18

1 MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE

Během mého studia jsem měl možnost se podílet na zajímavých projektech technického rázu. Hlavním tématem mých klauzurních zkoušek byl design dopravních prostředků. Kromě osobních automobilů jsou v mém portfoliu zastoupeny například návrhy písečné buggy, kamiónu, vlaku, letadla, vrtulníku a stavebního rypadla.

V roce 2018 jsem započal spolupráci s výrobním závodem SKF Lubrication systems v Chodově, jejímž výsledkem byl návrh pracovních stolů určených pro obrábění. Tato práce pro mne byla velkou výzvou. Musel jsem respektovat spoustu pravidel od základních technických a ergonomických norem až po dostupnou technologii výroby. Důležitým prvkem bylo individuální přání pracovníka.

V následujícím roce jsem po dohodě se zástupci města Chodov realizoval návrh venkovního mobiliáře pro nově vznikající areál městské knihovny. Tato práce mi otevřela možnost spolupráce při dalších městských projektech. Postupně jsem pro Chodov navrhnul veřejný gril na přírodním koupališti Bílá voda a parkové pódium ve farní zahradě.

Realizace projektů v různých odvětvích mi pomohla uvědomit si, jak je důležitý náhled na problematiku z více různých úhlů pohledů. Tento postup jsem se snažil aplikovat také ve své diplomové práci.

2 TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY

Při výběru tématu diplomové práce bylo mou hlavní preferencí vytvořit designový návrh, který bude možné využít v reálné praxi. Oslovil jsem proto několik technologických firem v Karlovarském regionu s nabídkou spolupráce. Z následujících jednání vzešla dohoda se společností GDK spol. s r.o., Kolová. Firma se ve svých výrobních závodech v Kolové a Poličce zaměřuje na výrobu extruzně vyfukovacích strojů. Tato ryze česká společnost se od svého založení v roce 1992 plně etablovala na domácím trhu a postupně expanduje na zahraničních trzích v Evropě, Asii a Americe. Jedním z pilířů, na kterých leží úspěch společnosti, je vlastní projekční a konstrukční kancelář, která zajišťuje nepřetržitý vývoj strojů, ale také reflektuje individuální požadavky zákazníků. V současné době probíhá generační modernizace základní modelové řady výrobků.

Před zahájením projektu bylo důležité sladit své představy se zástupci firmy o budoucím návrhu, prodiskutovat vzájemné možnosti a vytýčit cíl naší spolupráce. Výsledkem byla dohoda na vytvoření návrhu nové generace vyfukovacího stroje, který by určoval další směr firmy.

Tuto nabídku jsem následně představil vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Petru Siebertovi, který téma mé diplomové práce odsouhlasil.

3 CÍL PRÁCE

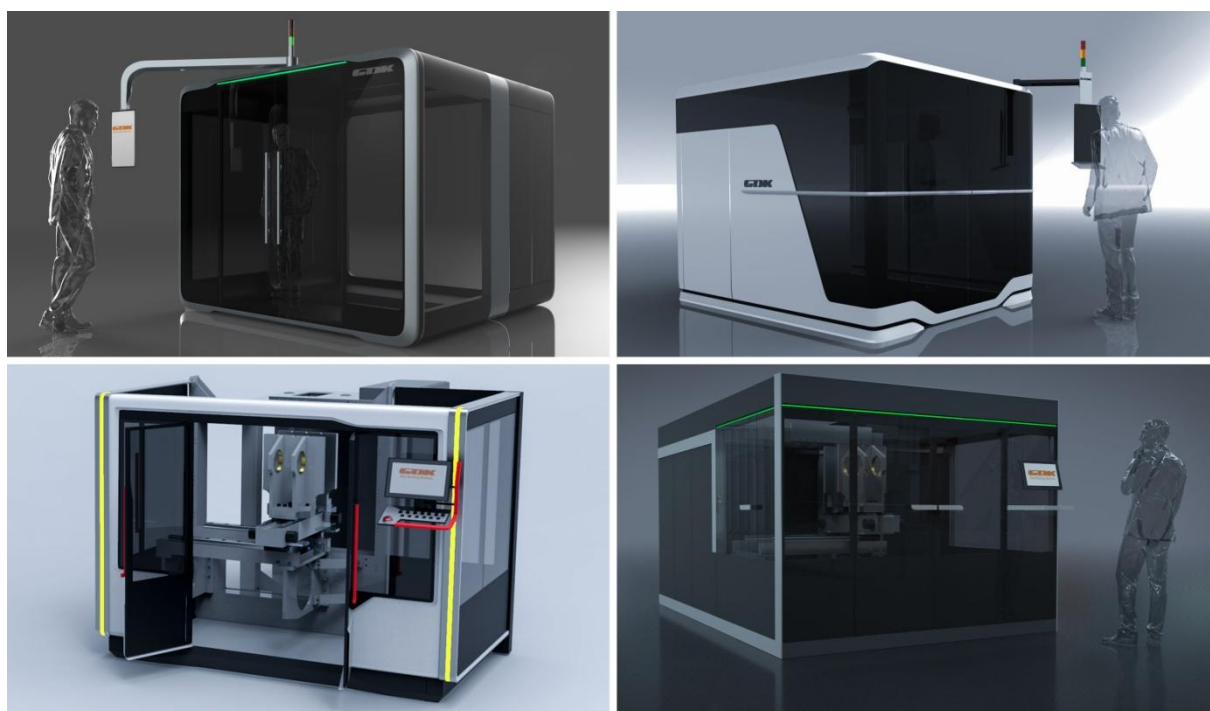
Předmětem práce je návrh designu vyfukovacího stroje, s cílem vytvoření „nového designového jazyka“, který se stane vzorem pro všechny nové modelové řady strojů GDK. Důležitým požadavkem zadavatele je, aby vyfukovací stroj působil moderně a vizuálně jedinečně ve srovnání s konkurencí. Zároveň musí být zohledněna ergonomie ovládacích prvků a umístění informačních obrazovek. V neposlední řadě musí být návrh variabilní, aby umožnil finální řešení přizpůsobit individuálním požadavkům zákazníka.

4 PROCES PŘÍPRAVY

Vlastním zahájením práce předcházela fáze přípravy projektu. Během ní bylo nutné zajistit ucelené informace o funkčnosti stroje a jeho konstrukci. Dále bylo potřebné pochopit základní princip technologie extruzního vyfukování a základy konstrukce vyfukovacího stroje. Za tímto účelem mi byla poskytnuta výrobní technická dokumentace a následně jsem se účastnil několika exkurzí v obou výrobních závodech společnosti GDK. Neocenitelným přínosem byly také četné konzultace s technickými pracovníky společnosti. V další části přípravy jsem se zaměřil na seznámení se s konkurenčními nabídkami vyfukovacích strojů respektive nabídkami strojů s podobnými principy výroby a podobným dispozičním uspořádáním. Výsledkem této činnosti byla rešerše, která se stala podkladem pro zpracování prvních návrhů nového designu stroje.

5 PROCES TVORBY

Pilotní návrhy vznikaly v podobě jednoduchých skic, ve kterých jsem se snažil zachytit své prvotní myšlenky a nápady. Postupně jsem vytvořil 10 základních ideových návrhů. V nich byly naznačeny základní linie a jednoduché designové prvky. V dalším kroku jsem skici namodeloval ve 3D programu. Výsledný produkt stále obsahoval pouze velmi hrubé návrhy bez detailů. V této fázi mi šlo především o to, abych co nejlépe ztvárnil to, jak přemýšlím o možných tvarech, objemech, materiálech a barevných variantách. V navazujících konzultacích s vedoucím práce i zástupci firmy jsme počet návrhů zúžili na 3, které jsme se rozhodli podrobněji rozpracovat.



Obrázek 1: Pilotní návrhy

V této fázi jsme už museli přemýšlet více prakticky, a proto jsem byl pozván přímo do oddělení konstrukce a výroby. Tam jsem s techniky a vývojáři debatoval o technických detailech konstrukce strojů.

Významným milníkem projektu byla schůzka s nejvyšším vedením společnosti GDK, kde jsem prezentoval již detailněji rozpracované návrhy a představil další možné kroky směřující projekt k sériové výrobě. Výsledkem jednání bylo rozhodnutí vedení společnosti GDK o vytvoření plně funkčního prototypu.

Ze strany GDK mi byla poskytnutá konstrukce rámu střední velikosti – typ GM5000. Ten je nejvíce používaný. Oblíbený je především pro jeho vyspělou techniku, praktické rozměry a možnost použití jedné i dvou forem.



Obrázek 2: Rám - typ GM5000

Nyní bylo nutné vybrané 3D modely přizpůsobit konkrétní konstrukci.

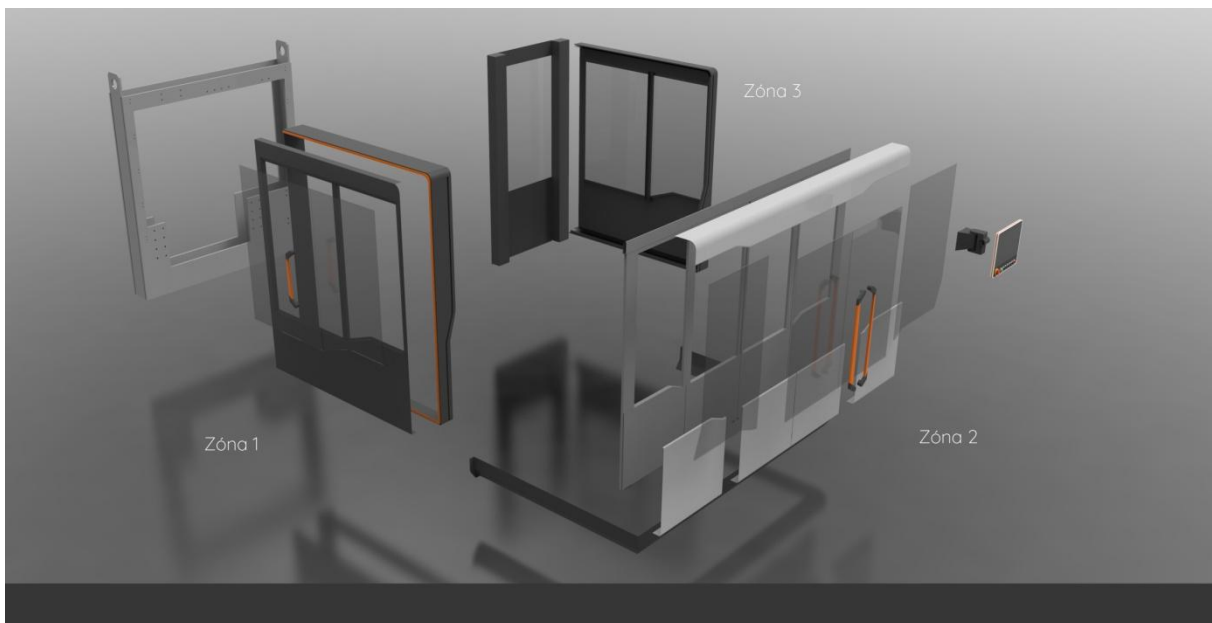
První model byl zaměřen především na maximální čistotu tvarů a ostré linie. Jeho předností byla snadná výroba a finanční nenáročnost. Dominantním prvkem byl barevný kontrast světlých a tmavých odstínů šedé barvy.

Design druhého modelu je založený na robustním chromovém rámu, který je vyplněný velkými skleněnými plochami. Tato verze byla ale nakonec vyloučená z výběru kvůli složité technologii výroby a nepraktické konstrukci.

Třetí model se vyznačuje výraznými, vertikálně vedenými výztuhami rámu, které jsou opatřeny LED indikátory a nesymetricky zvolenými výřezy oken.

Po dalších schůzkách s vedoucím práce i vedením GDK jsme se dohodli, že dále budeme finalizovat třetí návrh modelu. Ten jsme vybrali z toho důvodu, že s jistými kompromisy splňuje veškeré funkční podmínky, ale také přináší řadu inovací a líbivý originální design.

Jedním z největších technických problémů, které jsem musel vyřešit, byla minimalizace množství dílů z důvodu vysoké výrobní, montážní náročnosti a s následným negativním finančním dopadem. Při návrhu konstrukce jsem musel brát v potaz požadavky na vedení kabelových svazků elektroinstalace.



Obrázek 3: Návrh rozebíratelné konstrukce

Důležitá část práce, na kterou jsem kladl velký důraz, je ergonomie. Tento vědní obor komplexně řeší potřeby člověka v pracovním prostředí. Pokud by nebylo uspořádání pracoviště správně řešeno, hrozily by kromě snížené efektivity práce i vážné zdravotní následky pracovníka. Veškeré ergonomické, designové a konstrukční návrhy zohledňují také požadavky na bezpečnost práce, které jsou definovány normou ČSN EN 422 - Stroje na zpracování pryže a plastů -
Bezpečnost - Vyfukovací tvářecí stroje používané na výrobu dutých předmětů –
Požadavky na konstrukci a stavbu.

Ovládací panel, jehož součástí je i display 17,3“, jsem umístil do pravé části stroje do výšky 1615 mm. Operátor během jeho obsluhy má díky velkým oknům neustálý přehled o situaci uvnitř stroje. V levé části jsou umístěné dvojité dveře s vysokými madly. Díky velikosti a barvě jsou madla jasně viditelná a nehrozí tak nepříjemná kolize v rizikové situaci. Stroj je vybaven signalizačním semaforem nad displejem. Ten je podpořen LED signalizačními pásy, které jsou umístěny v horizontálním směru na bočních výztuhách rámu. Díky tomu je člověk neustále informován o stavu stroje z bezprostřední i větší vzdálenosti.



Obrázek 4: Ergonomie

Po ujasnění si představ jsem opět přešel do tvorby modelu ve 3Ds Maxu. Výhoda tohoto polygonového softwaru je, že je možné neustále model upravovat dokud není výsledek naprosto dokonalý. Hotový model jsem následně převedl do STL souboru, abych ho mohl vyrobit na 3D tiskárně. S vedoucím práce jsem se domluvil, že model bude vyroben v měřítku 1:10. Model je tak velký 240x275x368 mm. Tento rozměr byl vybrán proto, aby byly vidět veškeré důležité detaily a zároveň, aby byl model dostatečně praktický v případě převozu a jiné manipulace. Celek je sestaven z více jak stovky jednotlivých vytisknutých dílků. Proto byla k tisku použita tiskárna Ender 3, která umožňuje tisknout objekty velikosti 220x220x250mm s přesností +/- 0.1mm. Následně bylo nutné veškeré díly vytmelit, precizně zbrousit a nalakovat.

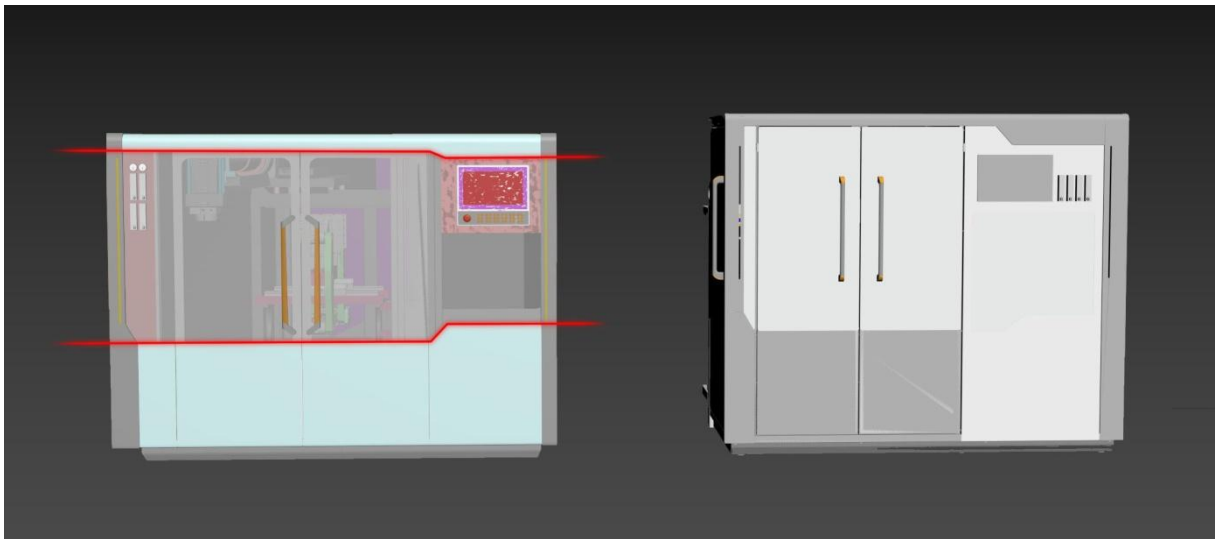


Obrázek 5: Model 3D tisk

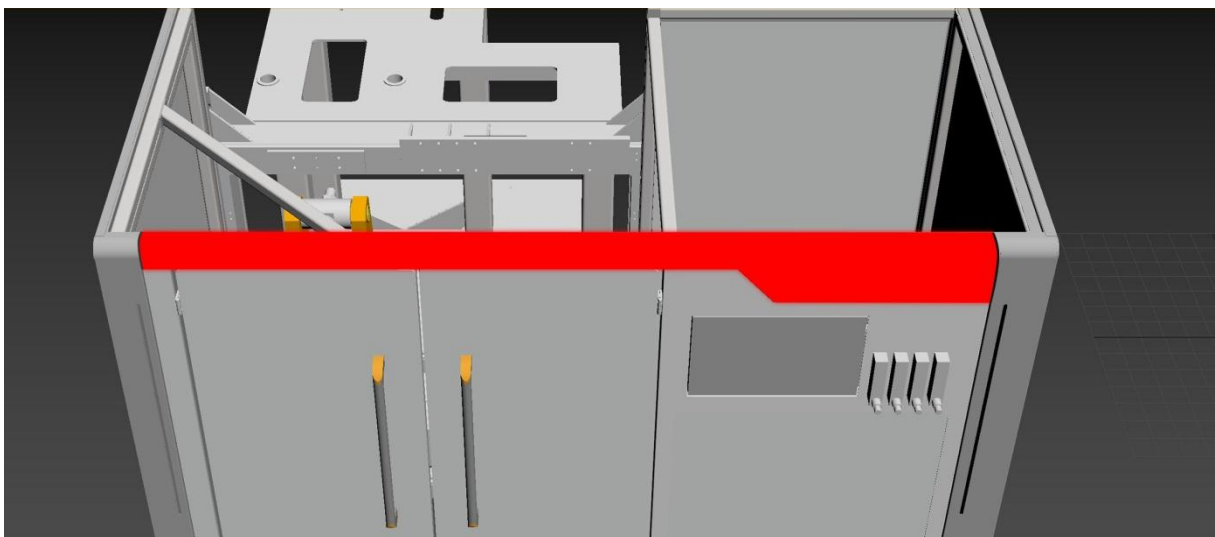
Vytvořený virtuální 3D model jsem následně exportoval jako 2D technický výkres, který jsem poskytl společnosti GDK k výrobě prototypu.

Tvorba detailní technické a výrobní dokumentace byla z důvodu vytížení interních konstrukčních kapacit zadána externí spolupracující firmě Del a.s. Žďár nad Sázavou Na základě dodaného ideového návrhu a další dokumentace

byla vypracována první verze konstrukčního řešení zakrytování vyfukovacího stroje. Ta do jisté míry respektovala původní myšlenku, nicméně bylo nutné ji upravit tak, aby výsledek korespondoval s odsouhlaseným ideovým návrhem. Změny se týkaly např. členění ploch, přesného umístění hran, zapuštění vrchního dílu, sjednocení a celistvosti oken, atd.



Obrázek 6: Úprava prvního návrhu - protažení okna



Obrázek 7: Úprava prvního návrhu - zapuštění

vybaveny koncovými spínači, které mj. zajistí odpojení provozních médií při jejich otevření. Ostatní plochy zakrytování stroje zakrývají designové plechové kryty přišroubované k nosným profilům. Součástí krytů a dveří jsou číré Makrolonové desky s lehkým grey tónem. Tyto výplně jsou k základní konstrukci přilepeny. Vlastní konstrukce zakrytování pracovního prostoru vyfukovacího stroje umožňuje také integraci ovládacích prvků, elektroinstalace, osvětlení pracovního prostoru, rozvodu stlačeného vzduchu a dalších jednotlivých dílů volitelného příslušenství.

7 POPIS DÍLA

Jedním z cílů, který jsem si na začátku práce vytyčil, byl originální design nezaměnitelný s konkurenčními výrobky. Na první pohled jistě zaujmou boční svisle vedené výztuhy rámu. Na nich jsou umístěné výrazné LED pásy, které signalizují aktuální stav stroje. Vždy, když je stroj aktivní, svítí jedna ze tří barev: zelená, žlutá, červená. Ty odpovídají barvám na semaforu nad ovládacím panelem. Návrh je kromě líbivého designu zaměřen především na praktičnost, bezpečnost, ergonomii a vyrobiteľnosť.

Jelikož se jedná o pracovní stroj, který je obsluhovaný technikem, bylo potřeba si nastudovat značné množství informací týkající se bezpečnosti práce a ergonomie na pracovišti. Veškeré pohybující se mechanismy, které by mohly potenciálně ohrozit zdraví, jsou umístěné uvnitř pracovního prostoru stroje a mohou být v pohybu pouze v případě, že jsou všechny přístupy zavřeny. To kontrolují koncové snímače umístěné na rámu a dveřích. Ovládací panel je umístěn v pravé části ve výšce 1 615 mm nad zemí. Kombinace 17,3“ displeje, velkých oken a osvětlení pracovního prostoru zajišťuje technikovi neustálý přehled o situaci uvnitř stroje.

Po jednání s úzkým vedením společnosti GDK jsme se dohodli na vytvoření plně funkčního prototypu. Bylo tak třeba se ještě více zaměřit na problematiku dostupných materiálů, technologii výroby a finanční náročnost. Návrh jsem přizpůsobil na konkrétní konstrukci a vytvořil technickou dokumentaci. Jako dodavatel strojní dílenské dokumentace byla vybrána společnost Del, a.s. Žďár nad Sázavou. Po několika následujících schůzkách a jednání byl vypracován finální model. Po jeho odsouhlasení byla ze strany společnosti GDK zadána objednávka na výrobu. Očekávaný termín dokončení je ve třetím čtvrtletí roku 2022.

8 PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR

Za hlavní přínos považuji vznik návrhu zakrytování vyfukovacího stroje, který se průběžně od první skici posunul až k finální výrobě. Jelikož se návrh dostal až do výroby, bylo třeba řešit mnoho praktických detailů. Jelikož se standardně u podobného typu stroje klade důraz především na funkčnost, často jde design až na druhé místo. Má práce se zabývá oběma tématy a snažil jsem se, aby se design a funkce navzájem doplňovaly. Může to být vidět například u výztuh rámců, které stroj zpevňují a zároveň tyto vystouplé díly rozbíjí plochu a vytváří 3D efekt.

Originální celistvý design řeší i bezpečnost tím, že zamezuje vniknutí do pracovního prostoru během výroby. Stroj jsem také navrhl tak, aby bez větších zásahů bylo možné jednotlivé díly upravit a přizpůsobit konkrétnímu přání zákazníka. Stal se tak vzorovým návrhem pro novou generaci vyfukovacích strojů společnosti GDK.

9 RESUMÉ

One of the goals I set at the beginning of the work was the original design itself and not interchangeable with competing products. At first glance, the side vertical reinforcements of the frame are sure to impress. On which LED strips are placed and they signal the current state of the machine. Whenever the machine is active, one of three colors is lit: green, yellow, red. These correspond to the colors on the traffic light above the control panel. The design is in addition to a pleasing design focused primarily on practicality, safety and ergonomics.

Due to this, it is a working machine that is operated by technician. It was necessary to study a lot of information about work safety and ergonomics in the workplace. All parts that could potentially endanger health are located inside the machine and can only be in motion if all accesses are closed. This is secured by sensors located on the frame and doors. The control panel is set in the right part at a height of 1,615 mm above the ground. In combination with the 17.3 “ display and large windows, it provides the technician with a constant overview of the situation inside the machine.

After negotiations with the close management of GDK, we agreed to create a fully functional prototype. It was thus necessary to focus even more on the issue of available materials, production technology and financial complexity. I customised the design to the specific construction and created the technical documentation. Del, a.s. Zdar nad Sazavou was chosen as the supplier of machine workshop documentation. After several following meetings and negotiations, the final model was created. A production order has been placed.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

10.1 Knižní a periodická literatura

1. ŠTULPA, Miroslav. CNC Programování obráběcích strojů. Gradapublishing, a.s., 2015, ISBN 978-80-247-9609-3
2. CHUNDELA, Lubor. Strojírenská ergonomie: příklady. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03801-7
3. RUBÍNOVÁ, Dana. Ergonomie. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 978-80-214-3313-7

10.2 Internetové zdroje

1. <https://www.gdk.cz>
2. https://www.youtube.com/watch?v=9S_wJP2fCOQ&t=350s
3. <https://www.bozpinfo.cz/ergonomicke-pozadavky-pri-konstrukci-stroju-projektovani-pracoviste>

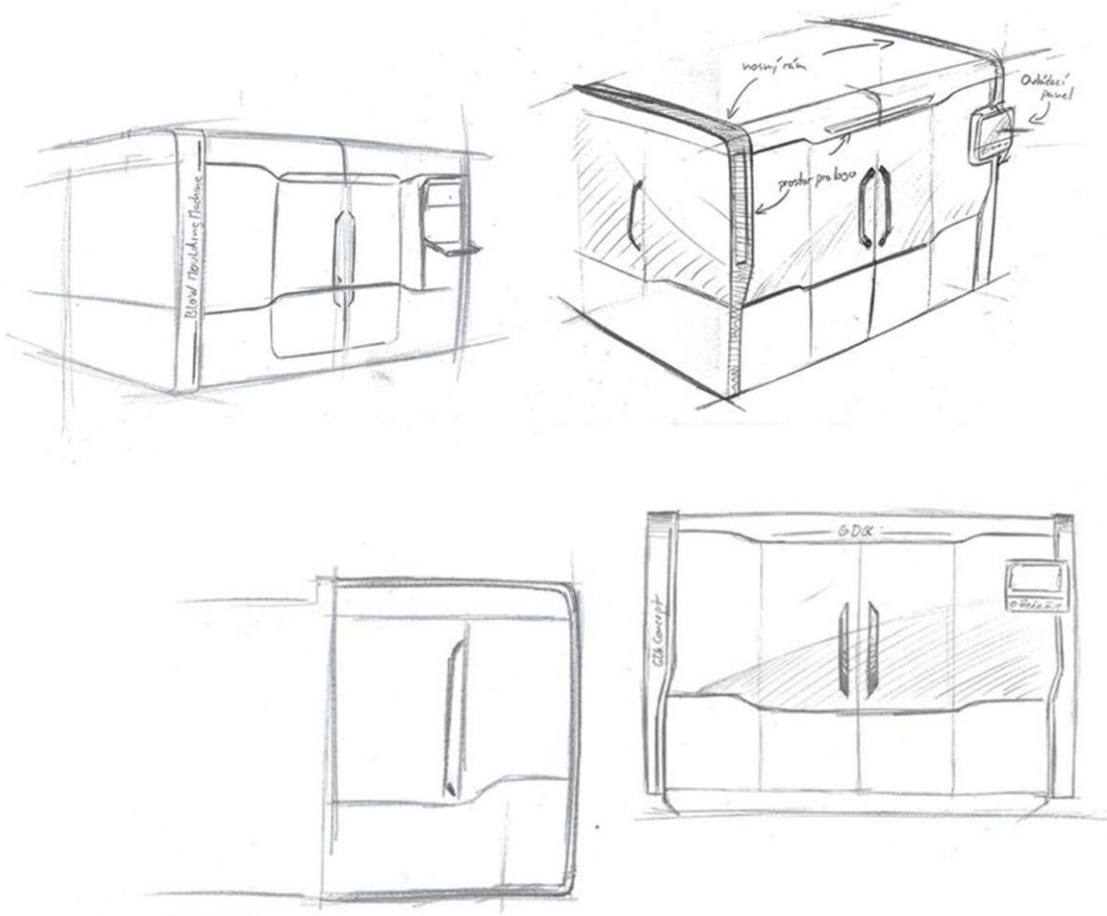
11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Pilotní návrhy	5
Obrázek 2: Rám - typ GM5000	6
Obrázek 3: Návrh rozebíratelné konstrukce	7
Obrázek 4: Ergonomie	8
Obrázek 5: Model 3D tisk	9
Obrázek 6: Úprava prvního návrhu - protažení okna	10
Obrázek 7: Úprava prvního návrhu - zapuštění	10
Obrázek 8: Rozměry	11

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Skici	19
Příloha 2: GM5001 aktuální řešení	20
Příloha 3: GM5001 aktuální řešení	20
Příloha 4: Prvotní modely	21
Příloha 5: Model vybraný k dalšímu zpracování	22
Příloha 6: Model vybraný k dalšímu zpracování	23
Příloha 7: Finální design	24
Příloha 8: Model - 3D tisk	25
Příloha 9: Model - 3D tisk	26
Příloha 10: Model - 3D tisk	27
Příloha 11: Finální render	28
Příloha 12: Výrobní technická dokumentace	29

Příloha 1: Skici



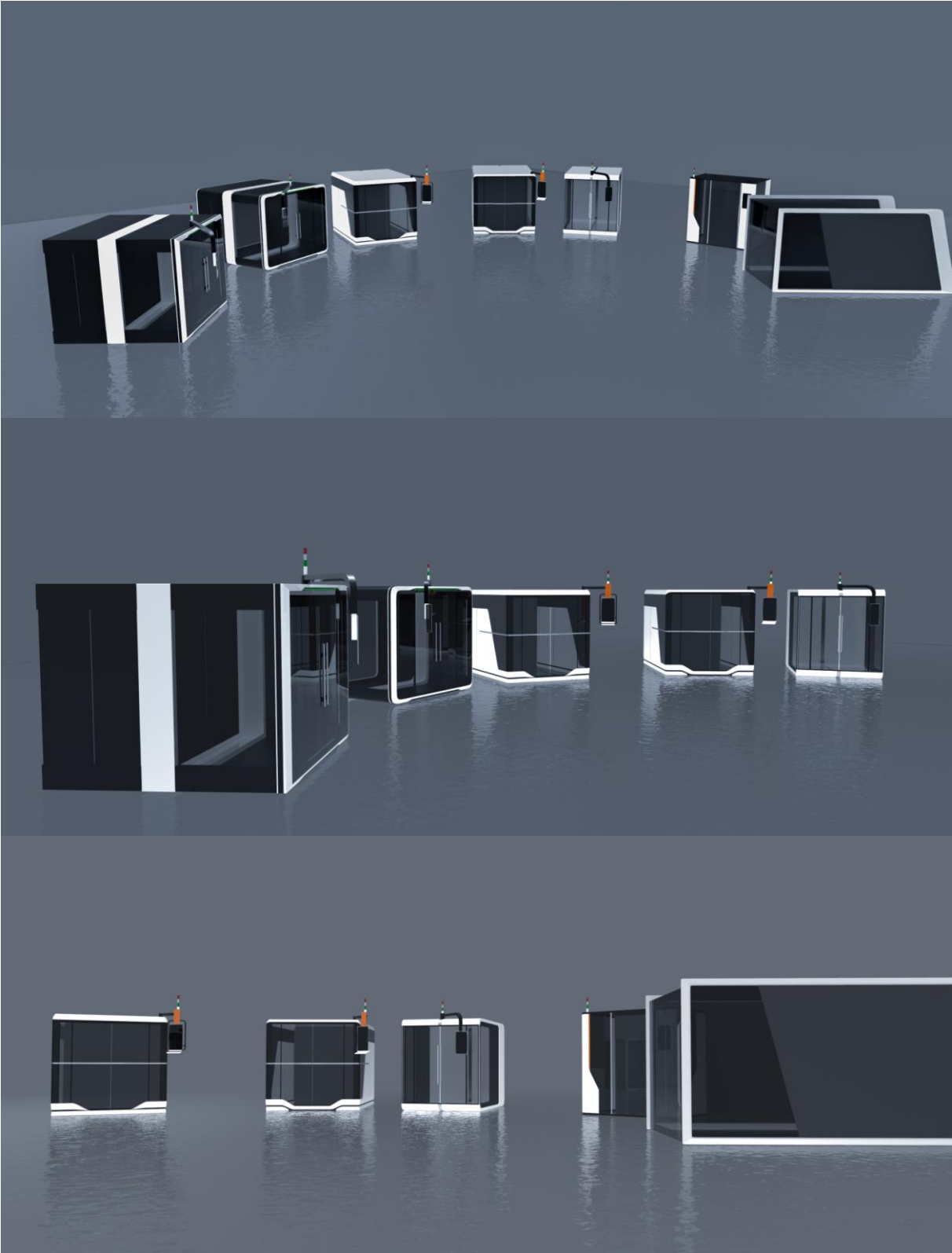
Příloha 2: GM5001 aktuální řešení



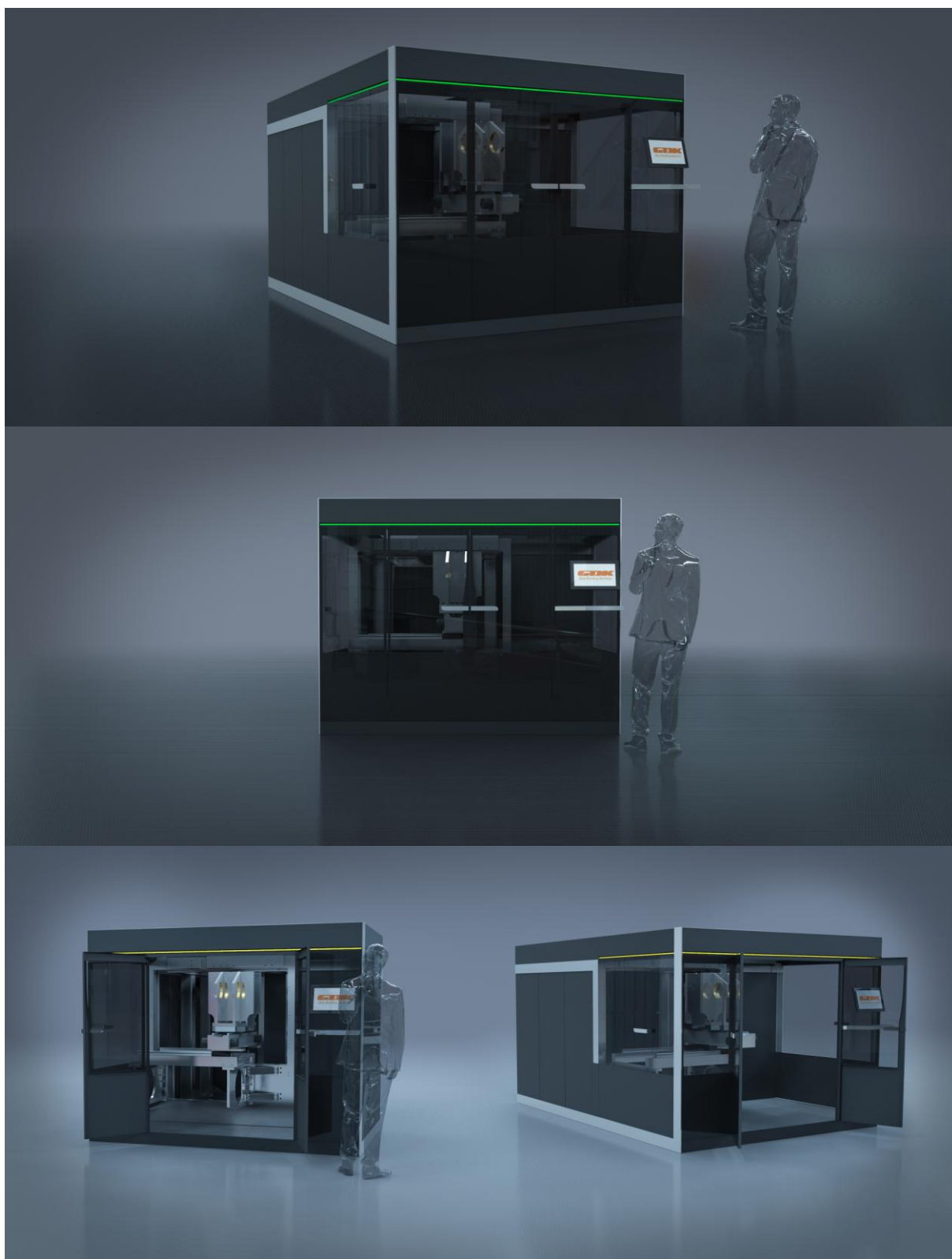
Příloha 3: GM5001 aktuální řešení



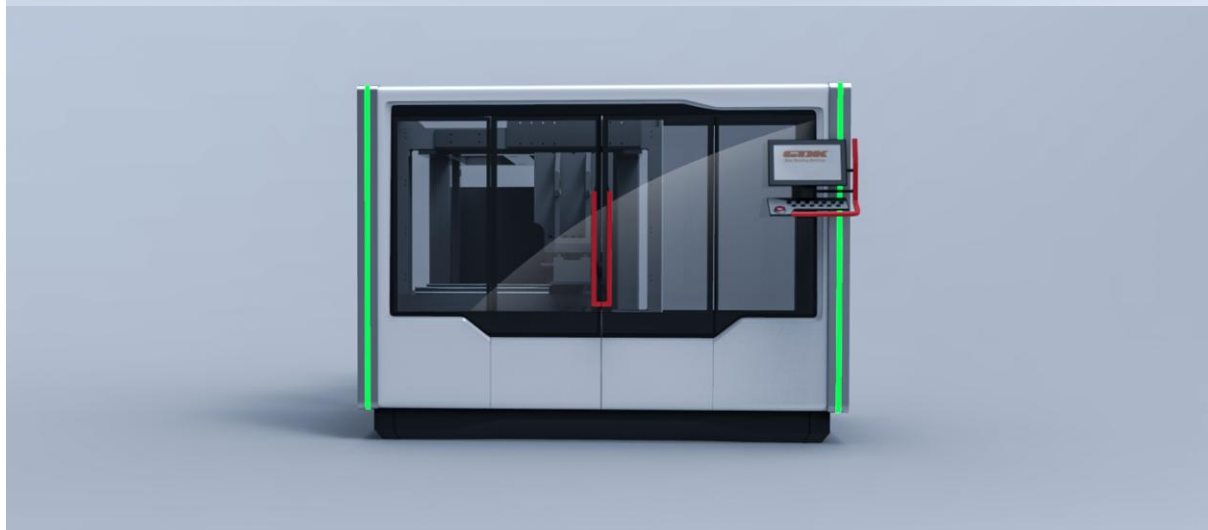
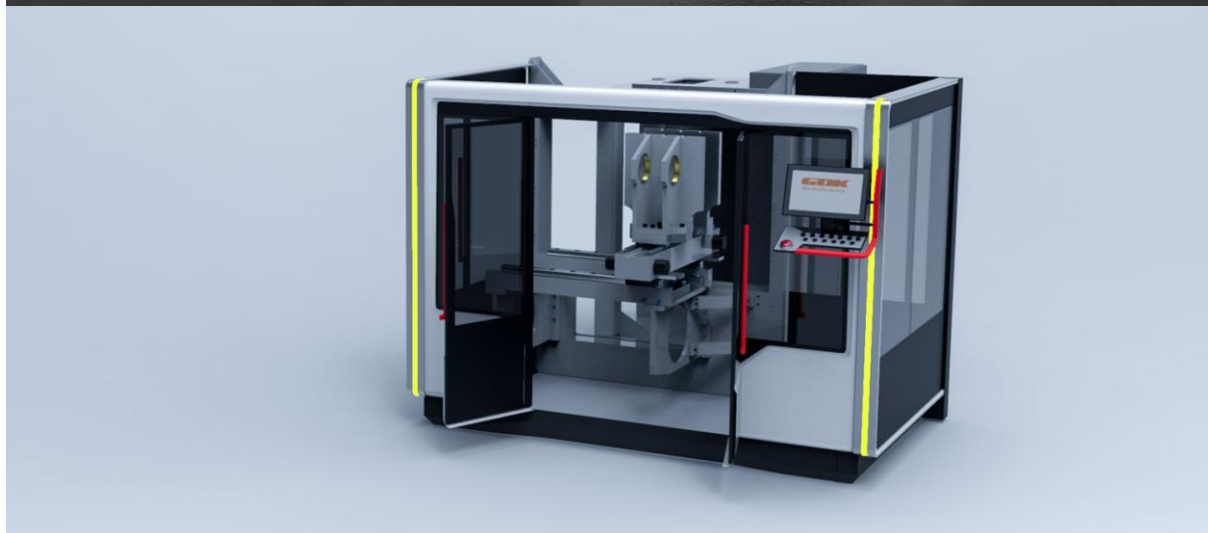
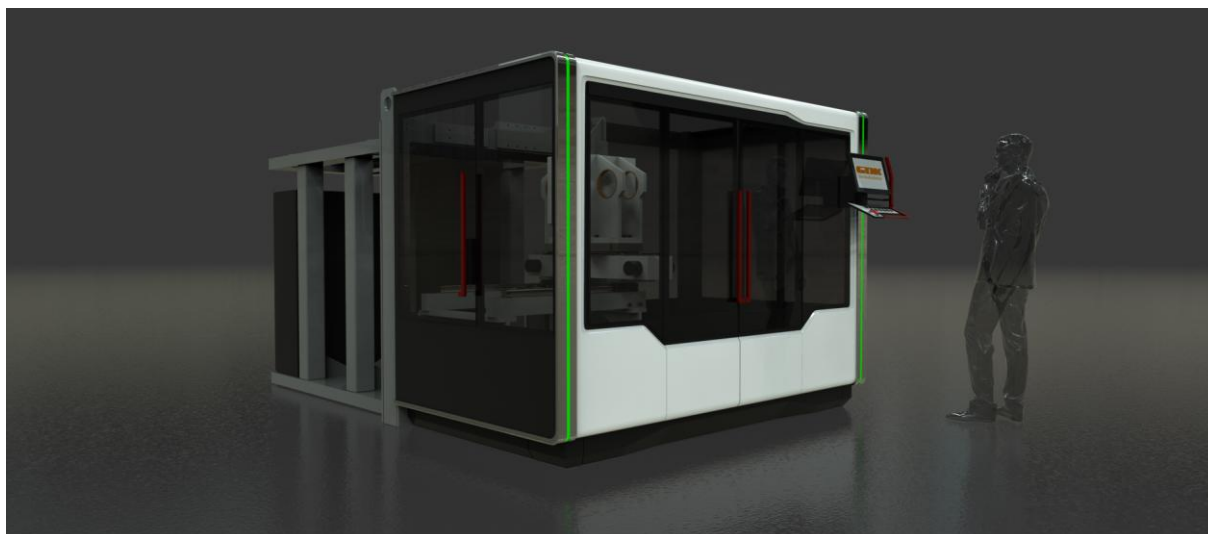
Příloha 4: Prvotní modely



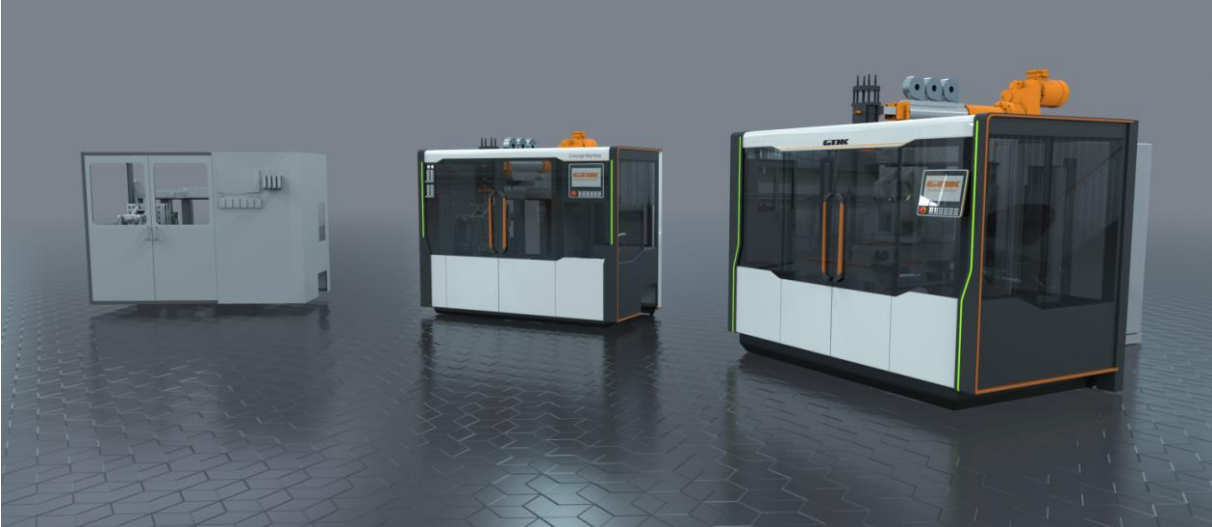
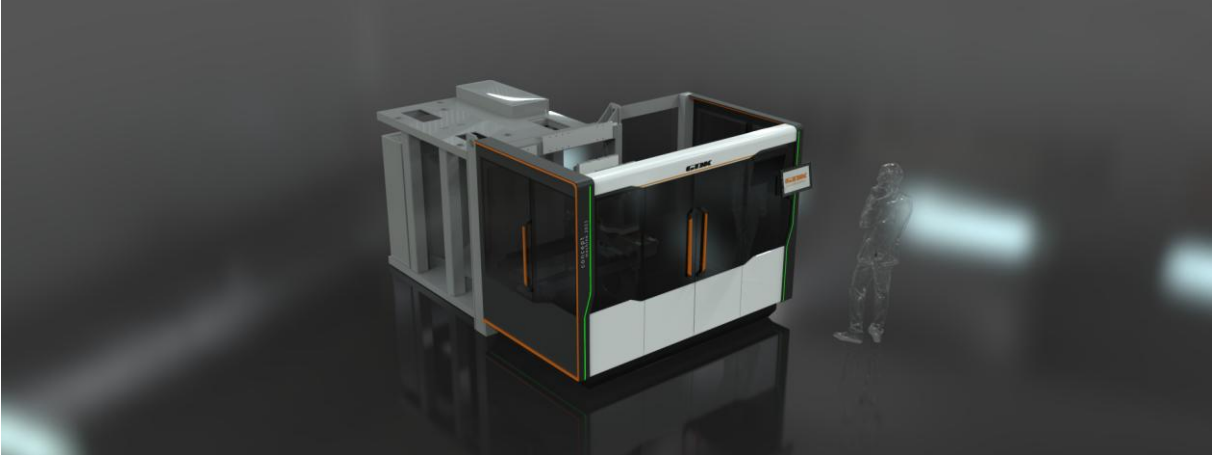
Příloha 5: Model vybraný k dalšímu zpracování



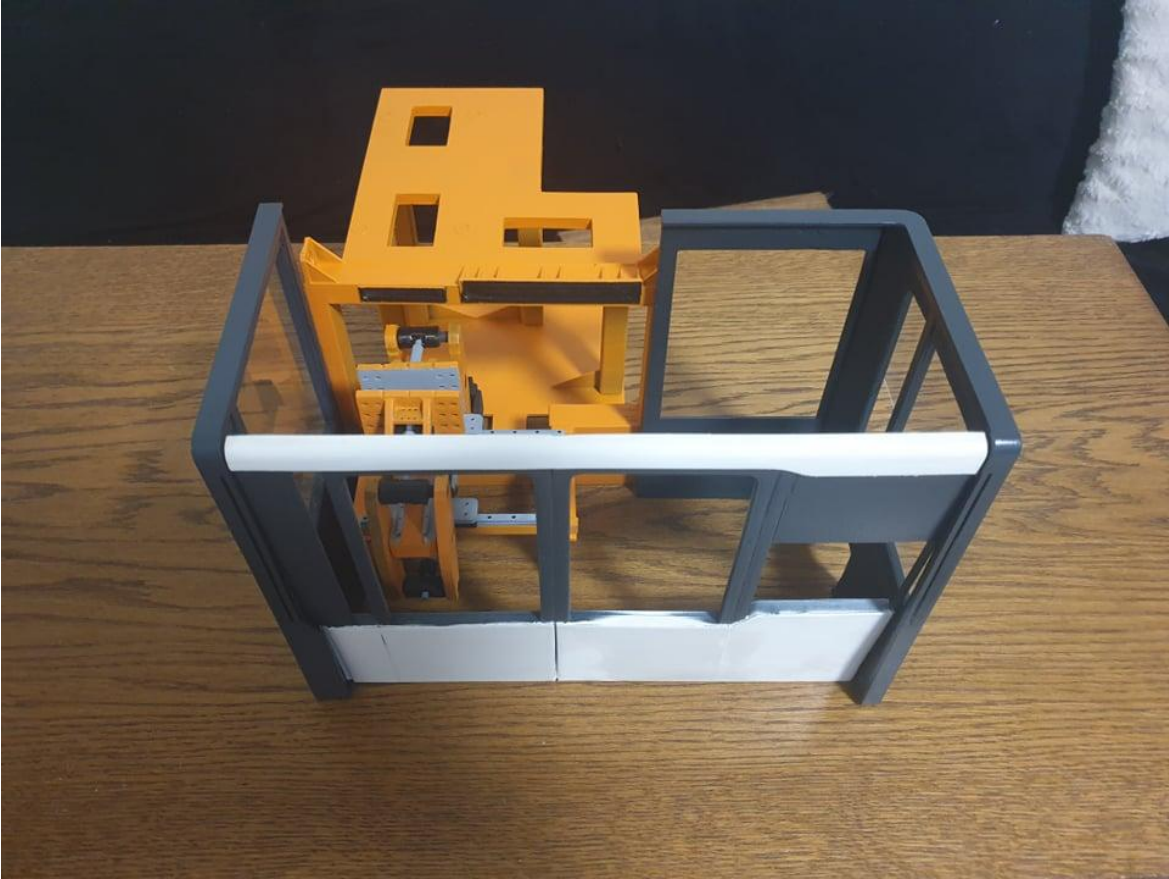
Příloha 6: Model vybraný k dalšímu zpracování



Příloha 7: Finální design



Příloha 8: Model - 3D tisk



Příloha 9: Model - 3D tisk



Příloha 10: Model - 3D tisk



Příloha 11: Finální render



Příloha 12: Výrobní technická dokumentace

