

Západočeská universita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Bakalářská práce
Návrh kabiny traktoru Zetor s využitím nových technologií Drive-by-wire
Barbora Plná

Plzeň 2022

Západočeská universita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Katedra Designu
Studijní program Design
Studijní obor Design
Specializace Průmyslový design

Bakalářská práce
Návrh kabiny traktoru Zetor s využitím nových technologií Drive-by-wire
Barbora Plná

Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Kubec
Katedra konstruování strojů
Fakulta strojní
Západočeské univerzity v Plzni

Konzultant: Mgr. art. Jan Korabečný
Katedra designu
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2022

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

Plzeň, duben 2022

.....

Barbora Plná

Poděkování

Rada bych tímto poděkovala Mgr. art. Janu Korabečnému, za konzultace s mnoho cennými radami. Dále bych ráda poděkovala panu doc. Ing. Václavu Kubcovi, za trpělivost a vedení při technické části bakalářské práce. A v neposlední řadě svým rodičům, za podporu po dobu mých studií.

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení: **Barbora PLNÁ**
Osobní číslo: **D19B0179P**
Adresa: **Bělý 46, Machov – Bělý, 54931 Hronov 1, Česká republika**
Téma práce: **Návrh kabiny traktoru Zetor s využitím nových technologií Drive-by-wire**
Téma práce anglicky: **Design of tractor cab with use a new technologies Drive-by-wire**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Václav Kubec, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Zásady pro vypracování:

Zvolené téma je zaměřeno na modernizaci interiéru traktoru Zetor, s důrazem na ergonomii a komfort obsluhy. Důraz bude také kladen na zakomponování nových technologií, využívaných v automobilovém průmyslu, při respektování stávající filosofie této firmy. Cílem práce je koncipovat možnosti využívání nových technologií u zemědělských strojů, přičemž dbát na efektivnost a jednoduchost obsluhy stroje a komfortu samotné obsluhy.

Výstup: 3D model (měřítko vypočte v průběhu realizace), plakát minimálně A2, brožura
Rozsah bakalářské práce: minimálně 3 normostrany

Umělecký konzultant: Mgr. art. Jan Korabečný

Seznam doporučené literatury:

Literatura:

ŠUMAN-HREBLAY, Marian, 2012. *Historie traktorů Zetor*. Brno: CPress. 176 s. ISBN 978-80-264-0042-4.
PECL, Jiří, 2012. *Design – Od myšlenky k realizaci*. Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze. ISBN 978-80-86863-45-0.
RUBÍNOVÁ, Dana, 2006. *Ergonomie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 802-143-31-32.

Podpis studenta:

Datum:

Podpis vedoucího práce:

Datum:

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Rešerše.....	8
2.1. Historie značky Zetor.....	8
2.2. Zetor Crystal 120 HD v porovnání s konkurenčními stroji na trhu.....	9
2.3. Materiály použité v interiéru.....	10
2.4. Drive-by-wire (DBW).....	10
2.4.1 Rozdělení Drive by wire.....	10
2.4.2 Výhody zakomponování technologie Drive by wire.....	11
3. Proces návrhu.....	12
3.1. Displej s ovládacími prvky.....	12
3.2. Rozvržení funkcí na loketní opěrce.....	12
3.3. Návrh a model.....	12
4. Řešení externí sedačky.....	14
5. Závěr.....	16
6. Seznam použitých zdrojů.....	17
6.1. Knižní a pedagogická literatura.....	17
6.2. Internetové zdroje.....	17
7. Seznam příloh.....	18

1. Úvod

Rozhodla jsem se pro zmodernizování vnitřního prostoru kabiny traktoru Zetor Crystal 120 HD. Daný typ stroje se může chlubit vnějším moderním exteriérem, bohužel vnitřní interiér tohoto standardu nedosahuje, a to jak po vizuální, tak především po funkční stránce (viz příloha 1). Příkladem může být zastaralé rozložení ovládacích prvků či nedostatečné světelné nasvícení pracovního prostředí při noční práci.

Především se chci zaměřit na komfort ovládání stroje tak, aby obsluha měla vše, co je potřebné k výkonu práce, ve svém dosahu. Z tohoto důvodu se budu snažit zakomponovat veškeré ovládání z původní palubní a boční ovládací desky, do loketní opěrky a dotykové obrazovky.

Během řešení projektu chci do návrhu zahrnout nové možnosti, jak přizpůsobit zařízení kabiny řidiči tak, aby se komfortně používal každé osobě s různou fyzickou konstrukcí těla. K tomuto cíli mi pomůže zahrnutí nových technologií, které dávají designérovy větší volnost v práci.

V návrzích budu vycházet z faktu, že se jedná o malovýrobu, a je důležité, aby po technické stránce nebyly jednotlivé díly náročné na přesnou montáž.

Můj cíl v této práci je zvýšit konkurenceschopnost stroje oproti jiným značkám prodávaných se v podobné specifikaci a cenové kategorii. Zahrnutím nových technologií do návrhu, jako je Drive-by-wire, jenž by znamenal náskok oproti konkurenci, a tak rozšířil možnosti potenciálním uživatelům ve výběru zemědělského stroje na budoucím trhu. Zároveň chci postupovat dle zásad bezpečnosti práce.

2. Rešerše

2.1. Historie značky Zetor

Název Zetor se skládá ze spojení písmena Z, jenž značí brněnskou Zbrojovku, ve které byly vyrobeny první stroje, spolu s posledními písmeny slova traktor. Modely zemědělských stroků z počátku často obsahují v názvu počáteční písmeno činnosti, ke které jsou určeny, jako je například P – pásový nebo K – kultivační.

Tato firma začala své působení po druhé světové válce. Jejím prvním modelem se stal Zetor Z 25, který se začal vyrábět 15. března 1946. V srpnu téhož roku tato značka získává od Obchodní živnostenské komory Republiky československé ochranou známku. O rok později už prodej traktorů dosáhne téměř 3500 kusů, z nich část putuje do Belgie, Dánska, Irska a Polska.

V roce 1952 se začíná Zbrojovka Brno angažovat i v produkci motocyklových motorů, psacích strojů a střelných zbraní. Po přelomovém roce 1954 zaznamenal světlo světa Zetor 30, po něm v roce 1956 přišel model Zetor 50 Super s výkonem motoru 37kW.

O dva roky později se na druhé výstavě československého strojírenství na výstavišti v Brně, představil první pásový traktor s názvem Super P. Důvodem pro použití pásů místo kol byl nedostatek hydraulického závěsného ústrojí a nevyhovující pneumatiky.

Jako první na světě přichází Zetor, v roce 1960, s unifikací dílů. To znamená, že shodné díly lze použít na různé modely a dává tak možnost rozšíření řad, zjednodušení výroby či snížení nákladů na výrobu. Tento princip jako první byl použit na Zetor 3011 z řady UŘ I.

V roce 1968 přichází první Cryslat, je součástí řady UŘ II. Tento model drží několik prvenství ve světě zemědělských strojů, je vyjímečný svým zabezpečením proti převrácení stroje a díky vyvažovacím hřídelím se snižuje hlučnost v kabině pod 85 decibelů. V této době patří Zetor mezi světové špičky. Následuje vývoz do Japonka, Iráku či Indie.

Značka v roce 1983 vstupuje na americký trh, kam během třiceti let prodal 25 tisíc traktorů. Na začátku 90. let vzniká nová řada UŘ III, jenž je oproti UŘ I vybavena převodovkou s násobičem, zadní nápravou pro těžký provoz nebo výkonnějšími motory. Dochází k plnohodnotné náhradě Crystalu modely 10540 a 11540. V tomto období dochází k privatizaci značky, kdy její většinový podíl patřil Konsolidační bance a došlo ke spolupráci se společností John Deer pro dodávku nízkonákladových traktorů na latinskoamerické trhy.

Na konci 90. let kupuje většinu akcií od Konsolidační banky firma Motokov a z důvodu nedostatku provozních nákladů je výroba zastavena. Po roce 2000 značku odkupuje HTC holding a. s., jenž zachraňuje závody před likvidací a v roce 2007 přicházejí se sérií Proxima Plus s výklopnou kapotou, přední a zadní nápravou pro těžké zatížení.

V roce 2015 se vrací legendární Zetor Crystal Hardworker. Následuje vstup na africké trhy, jako je Zambie či Keňa.

2..2. Zetor Crystal 120 HD v porovnání s konkurenčními stroji na trhu

Zemědělský traktor značky Zetor Crystal 120 HD oproti konkurenčním společnostem jako je firma John Deer, Valtra nebo Case, je pozadu v možnostech členění kokpitu a ovládání stroje. Tyto značky poskytují traktory s různou škálou výbavy a dávají tak zákazníkovi rozmanitou volbu a možnost si uzpůsobit kabinu svým potřebám. Firmy, jako je John Deer, využívají jeden typ konstrukce, jenž vyrábí sériově a na základě tohoto konceptu se konstruují vyšší řady. Tento způsob úpravy využívají jak v interiérové, tak i v technické stránce stroje.

Oproti jiným traktorům, Zetor neposkytuje integraci ovládacích prvků do sedačky ani dotykový ovládací displej. Přitom tato možnost dává prostor instalaci a začlenění dalších prvků výbavy, jako je například lednička, která zde chybí. Navíc obsluha má vše potřebné pro práci a manipulaci se strojem u sebe.

Pro srovnání pro návrh kabiny jsem vycházela ze specifikací modelu John Deer 6140M z řady M6 (viz příloha 2) a Maxxum 150 značky Case (viz příloha 3), jenž jsou konceptu Zetoru Crastal HD 120 podobné.

specifikace	Zetor Crystal HD 120	John Deer 6140M	Case Maxxum 150
Klimatizace	Ano (vyšší řada)	ano	ano
Ventilace, vyhřívání sedačky	ne	ne	Ano (vyšší řada)
Polohování výšky područek	ne	ano	ano
Polohování výšky volantu	ne	ano	ano
Dotykový displej	ne	ano (vyšší řady)	ano
Ovládací panel v područce	ne	ano (vyšší řady)	ano
Lednička	ne	ano	ano

Tabulka č.1 Přehled funkcí poskytovaných v interiéru

2..3. Materiály použité v interiéru

Pro vstřikovaný plast využívaný na palubní desku a některé části loketních opěrek jsem si zvolila Polyethylen, značen PE, spolu s Polypropalenum označován jako PP. Jedná se o látky běžně používané v automobilovém průmyslu pro různé komponenty včetně palubních desek.

Mezi přednosti Polyethylenu patří jeho dobrá obrobiteľnosť. Vyznačuje se zdravotní nezávadností, dlouhou životností nebo mrazuvzdorností, avšak je nestálý při teplotě nad 80 °C. PP je termoplastický polymer, který spadá do skupiny polyolefinů. Jeho benefitem je dobrá mechanická, chemická odolnost, ale především tepelná stálost. Rám sedačky je z oceli, a výplň z pěnového polyuretanu PUR. Je pružný, otěruvzdorný a tlumí rázy.

2..4. Drive-by-wire (DBW)

Jedná se o aplikaci elektromechanických systémů, jenž nahrazují tradiční mechanické řídicí systémy. Tato technologie se využívá převážně v automobilovém průmyslu za použití elektromagnetických členů. Z vozidla jsou odstraněna čerpadla, řemeny, chladiče, sloupek řízení či podtlakové soustavy (viz příloha 4).

Inspirace vychází ze systému Fly-by-wire, jenž je hojně využíván v leteckém průmyslu.

Aplikovat se začal v koncepčních vozech, jako byl například Mercedes-Benz Unimog ThyssenKrupp Presta Steering. Infiniti Q50 se vyrábělo s DBW jako první sériově prodávané auto, ale tento pokus bohužel selhal. Po uvedení na trh a četných negativních komentářích od spotřebitelů mu bylo vráceno klasické hydraulické zařízení.

Velkou oblibu získalo v motorsportu, kde je výhodou odezva plynu a převodovky, a zároveň snížení hmotnosti. Automobilka Porsche jej nainstalovala do svého vozu Cayman GT4 pro vytrvalostní závod na Nurburgringu.

2..4..1 Rozdělení Drive by wire

Tento systém se dělí na několik podskupin vzhledem k tomu, v jaké oblasti ji chceme použít. Asi nejznámější a hojně využívána je technologie Park-by-wire (PBW), využívající elektronické příkazy k chodu parkovací západky, pro zaparkování vozidla. Starý způsob automatické převodovky spočíval v mechanickém spojení s řídicí pákou, která zablokuje převodovku v parkovací poloze.

Brzdový systém Brake-by-wire (RBW) je bez hydrauliky, a využívá elektromotoru pro ovládání třmenů. RBW dále umožňuje odstranění řídicího sloupku, který nahrazují

elektromotory, ovládané ECU vstupy od volantu vozidla. Tato funkce se nazývá Steer-by-wire (SBW).

Throttle-by-wire (TBW) je elektronické ovládání plynu. Výhoda spočívá v ovládání škrtkovací klapky bez jakýchkoli mechanických nebo hydraulických rozvodů od plynového pedálu. Odesílá příkazy do modulů výkonového měniče.

Na základě vstupních povelů od řidiče, do kterých spadá například neutrál či zpátečka, dochází u Shift-by-wire (HBW) ke změně směru vozidla. Nastává tak, při elektronickém povelu pro akční členy uvnitř převodovky.

2..4..2 Výhody zakomponování technologie Drive by wire

Jedním z největších benefitů je zmenšení počtu komponentu stroje a tím i jeho hmotnosti, která je, vzhledem k udusávání půdy zemědělskou technikou, do jisté míry žádoucí. Navíc se tento aspekt projeví ve spotřebě a tím i omezí emise zemědělského stroje.

Usnadňuje opravy a seřizování technikem, jenž probíhá převážně přes diagnostiku počítačem. Technikovi se rychleji hledá závada na stroji. Takto lze upravovat odezvu plynu či seřízení škrtkovací klapka.

Zároveň poskytuje zlepšení v ergonomii, kde řídicí prvky již nejsou závislé na konstrukčních a technologických možnostech ostatních systémů, ale dají se přizpůsobit koncovému uživateli tak, aby se mu dobře ovládaly. Z tohoto plyne i větší volnost pro design, jenž jsem využila v mé práci.

..

3. Proces návrhu

3.1. Displej s ovládacími prvky

Ovládací prvky, které byly původně umístěny buď na přední palubní desce nebo na boční ovládací desce, jsem si nejprve rozdělila na nezbytně nutné, které musí mít obsluha neustále po ruce, a na ty, u nich si může uživatel dovolit v průběhu práce používat dotykovou obrazovku.

Do dotykové obrazovky jsem například integrovala vypínání či zapínání světel, GPS, nastavení převodovky s regulací otáček motoru či monitorování provozu stroje. Dále pak hydraulika, konkrétně nastavení vnějších okruhů, časovač vypnutí hydraulických okruhů a nastavení průtoku oleje v jednom z okruhů. Zahrnuje i funkci zapnutí nebo vypnutí zadního vývodového hřídele.

3.2. Rozvržení funkcí na loketní opěrce

Na loketní opěrce jsou rozmístěny prvky pro ovládání nejdůležitějších funkcí stroje, jako je například kolečko pro ruční plyn, elektrohydraulické ovládání s regulací předního tříbodového závěsu (TBZ) s funkcí HitchTronic, předvolby násobiče (viz příloha 15).

Dále ovládací deska obsahuje joystick pro manipulaci s čelním nakladačem a dalšího příslušenství. Ovládací komponenty jsou dostatečně podsvíceny a označeny pro snadnější orientaci obsluhy.

3.3. Návrh a model

Výchozím bodem pro tvarovou kompozici modelu se mi stal exteriér zmíněného traktoru (viz příloha 5). Tento základ jsem pak dále rozvíjela a částečně stylizovala do stylu dopravních prostředků navržených v 60. letech v německé škole Hochschule für Gestaltung. Ta se vyznačovala svou jednoduchostí a hranatými tvary (viz příloha 6).

Dále jsem pokračovala v tvorbě skic sedačky, do kterých jsem zakomponovala prvky z karoserie traktoru. Ta se nejvíce odrazila v konečné podobě područek (viz příloha 10). Palubní deska je jednoduchá s ergonomickým volantem a obrazovkou pro základní informace, jako například rychlosti nebo spotřebě (viz příloha 9).

Jak volant, tak vrchní část palubní desky je nastavitelná (viz příloha 13). Vzhledem k tomu, že projet zahrnuje DBW, sloupek řízení není pevný (spojení pouze přes kabely), a díky tomu lze s vrchní částí takto manipulovat. Nastavení probíhá přes páčky pod volantem řidiče. Další zvláštnost oproti standardnímu rozvržení kabiny je umístění ovládní plynu a brzdy (viz příloha 11 a 17). Místo zakomponování do palubní desky, jsou zabudovány do podlahy stroje a podsvíceny.

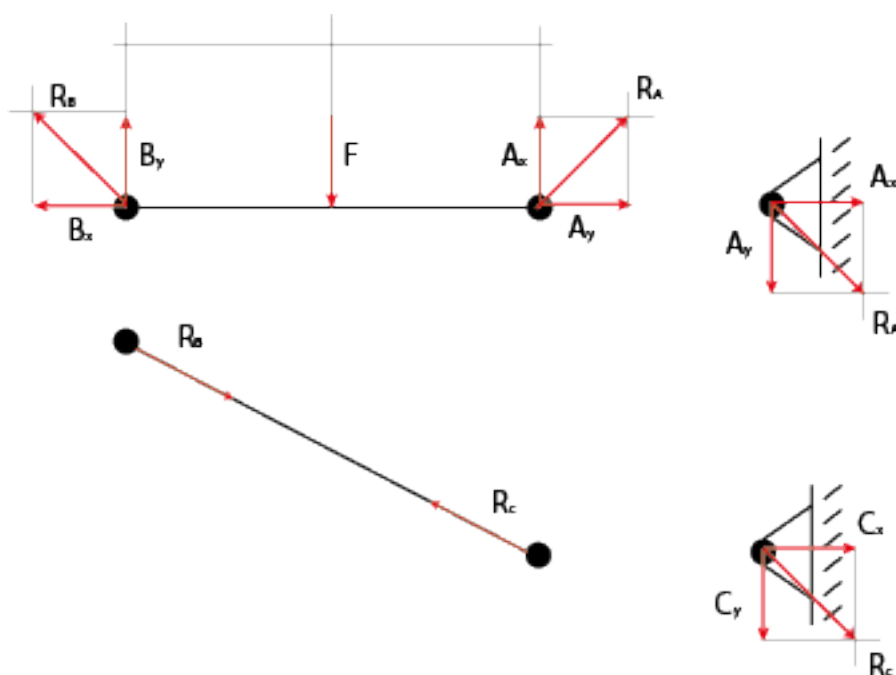
Při tvorbě modelu jsem nakonec přistoupila k provedení ve virtuální realitě (VR). Celou sestavu si může pozorovatel prohlédnout v měřítku 1:1. Jednou z hlavních výhod, a především proč jsem se pro tuto metodu rozhodla je, že zde vyniknou detaily, které by při maketě v menším provedení nebylo možné zrealizovat. Především se jedná tlačítka a jejich podsvícení.

4. Řešení externí sedačky

Tato část návrhu se zaměřuje na propočít externí sedačky pro záložního řidiče traktoru (viz příloha 8). Sedačka má napevno připevněné opěradlo k jednomu z krytů kola a sklopnou sedací část, která se zaaretuje ve 180° a v 270° . Pro zajištění kloubu ve správné poloze slouží kolík, jenž se pomocí pružin zasouvá do drážek v již zmíněných polohách na hřídeli (viz příloha 7). Pro vyklopení či sklopení sedátka se musí překonat odpor pružiny a ta se po uvolnění vrátí do původní polohy a kolík natlačí zpět do drážky.

Nejprve jsem si přepočítala zatěžující hmotnost m na sílu F . Poté jsem si sedací část zjednodušila jako nosník s reakcí R_A a R_B v závislosti na již zmiňované zatěžující síle F .

Z těchto hodnot a dovoleného napětí pro ocel 11 700, z něhož kolík bude vyroben, jsem ze strojařských tabulek získala hodnotu dovoleného tečného napětí ve smyku perspektivně stříhu. Z těchto hodnot jsem provedla výpočet průměru kolíku a ze získaných hodnot jsem ve strojařských tabulkách zvolila příslušný normalizovaný kolík. Výpočet jsem provedla metodou konečných prvků.



Výchozí data

$$\alpha = 45^\circ$$

$$F = 4000 \text{ N}$$

$$\tau_{ODs} = 50 \text{ MPa}$$

zatížení střídavé

Výpočet reakcí

$$R_{bx} = \frac{R_{by}}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{2000}{\operatorname{tg} 45^\circ} = 2000 \text{ N}$$

$$R_c = \frac{R_{By}}{\cos \alpha} = \frac{2000}{\cos 45^\circ} = 2828,43 \text{ N}$$

$$R_{Ay} = 2000 \text{ N}$$

$$R_{By} = 2000 \text{ N}$$

$$R_{Cy} = 2000 \text{ N}$$

Návrh průměru kolíku

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{ODs} \Rightarrow S = \frac{F}{\tau_{ODs}} = \frac{2828,43}{50} = 56,569 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 56,569}{\pi}} = 8,4 \text{ mm}$$

Ze strojírenských tabulek jsem na základě získané hodnoty zvolila normalizovaných kolík m6/h8 o průměru 10 mm.

5. Závěr

Zvolené téma bakalářské práce je redesign interiéru traktoru Zetor Crystal 120 HD s aplikací technologie Drive-by-wire, převzaté z automobilového průmyslu, která dává větší volnost v umístování ovládacích prvků a odlehčí konstrukci traktoru. Cílem je zvýšení konkurenceschopnosti a atraktivity tohoto stroje oproti ostatním firmám.

Do rešerše jsem zahrнула krátkou historii značky Zetor, porovnání s traktory od konkurenčních společností a jejich výbavu kabiny. Materiály, které v konceptu chci použít. Dále jsem představila samotnou technologii Drive-by-wire, její přednosti, co vše v sobě zahrnuje a možnosti použití.

V samotném designu jsem se zaměřila na zpracování palubní desky, sedačky spolu s ovládacími prvky integrovanými do loketní opěrky a v neposlední řadě na sedačku pro záložního řidiče, u níž jsem prováděla pevnostní výpočet s cílem zjistit potřebný průměr zajišťovacího kolíku pro uchycení sedací části v požadované poloze.

Výstupem mé bakalářské práce je 3D model ve virtuálním prostředí VR v měřítku 1:1. Tento projekt mi rozšířil obzory a díky němu jsem se dostala hlouběji do problematiky zemědělských strojů a jejich designu. Dalo mi možnost nahlížet na navrhování pracovního prostředí, jak z pohledu designera či obsluhy stroje, tak i ze strany výrobce. Bavilo mě hledat mezi nimi co nejlepší kompromis.

6. Seznam použitých zdrojů

6..1. Knižní a pedagogická literatura

1. ŠUMAN-HREBLAY, Marian, 2012. *Historie traktorů Zetor*. Brno: CPress. 176 s.
ISBN 978-80-264-0042-4.
2. PECL, Jiří, 2012. *Design - Od myšlenky k realizaci*. Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze.
ISBN 978-80-86863-45-0.
3. RUBÍNOVÁ, Dana, 2006. *Ergonomie*. Brno: Akademické nakladatelství CERM.
ISBN 802-143-31-32.

6..2. Internetové zdroje

4. Car treatments, Technology. [on – line], 2022.
Dostupné z: <https://cartreatments.com/drive-by-wire-technology/>
5. PC mag, Technology. [on – line], 2022.
Dostupné z: <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/drive-by-wire>
6. Life wire, Technology. [on – line], 2022.
Dostupné z: <https://www.lifewire.com/what-is-drive-by-wire-534825>
7. Allied market research, Technology. [on – line], 2022.
Dostupné z: <https://www.alliedmarketresearch.com/drive-by-wire-market>

7. Seznam příloh

Příloha 1:

Traktor Zetor Crystal 120 HD. Ukázka původního interiéru.

<https://zetorbakos.sk/zetor-crystal/>

Příloha 2:

Traktor John Deer 6140M. Ukázka Interiéru a exteriéru.

<https://www.felleskjopet.no/varemerker-og-leverandorer/john-deere/komfort/>

<https://www.agropool.ch/fr/john-deere-6140-m/a276145/>

Příloha 3:

Traktor Case Maxxum 150. Ukázka Interiéru a exteriéru.

<https://agriline24.se/-/forsaljning/hjultraktor/CASE-IH-MAXXUM-150-ACTIVEDRIVE-8--22030205304609210600>

<https://www.caseih.com/apac/ph-ph/products/tractors/maxxum>

Příloha 4:

Drive-by-wire struktura.

Příloha 5:

Tvarová inspirace exteriérem Zetoru Crystal 120 HD.

Příloha 6:

Tvarová inspirace dopravními prostředky „a la Ulm“ konce 60. let. Hochschule fur Gestaltung.

Příloha 7:

Nákres mechanismu zajištění sklápěcí části externí sedačky

Příloha 8:

Skica externí sedačky.

Příloha 9:

Skica volantu a palubní desky.

Příloha 10:

Skica sedačky s ovládací loketní opěrkou.

Příloha 11:

Render sestavy sedačky s palubní deskou.

Příloha 12:

Render interiéru v kabině s lidským měřítkem.

Příloha 13:

Minimální výška sedačky a palubkou.

Příloha 14:

Render sestavy z boku.

Příloha 15:

Render sestavy shora.

Příloha 16:

Detail ovládacích prvků na loketní područce.

Příloha 17:

Render s lidským měřítkem.

Příloha 1:

Traktor Zetor Crystal 120 HD. Ukázka původního interiéru.



Příloha 2:

Traktor John Deere 6140M. Ukázka Interiéru a exteriéru.



Příloha 3:

Traktor Case Maxxum 150. Ukázka Interiéru a exteriéru.



Příloha 4:

Drive-by-wire struktura.



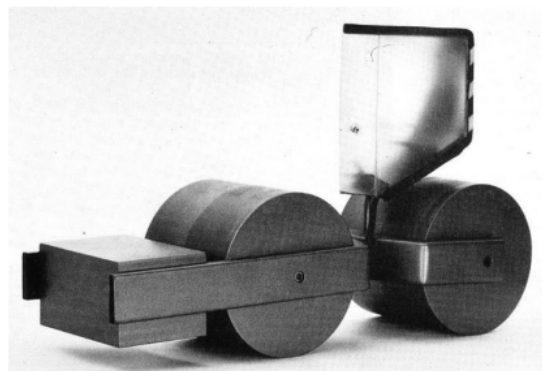
Příloha 5:

Tvarová inspirace exteriérem Zetoru Crystal 120 HD.



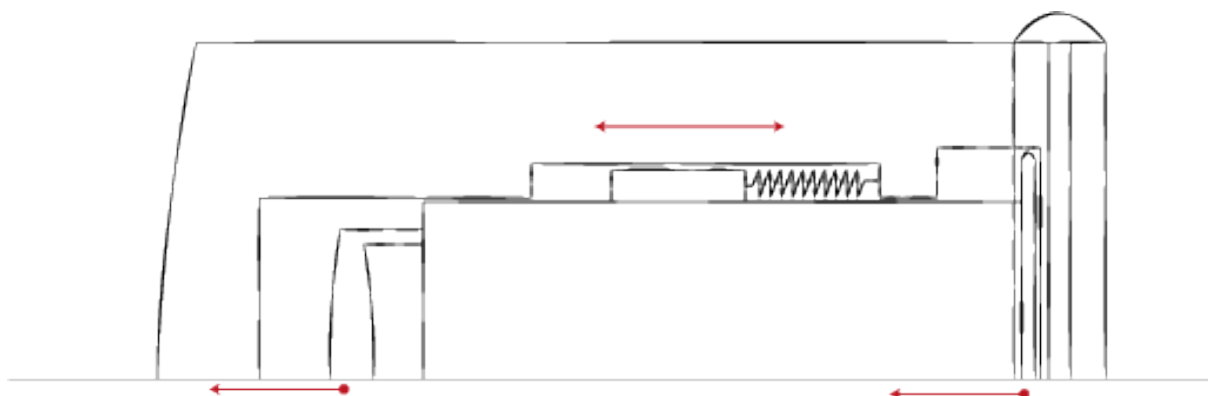
Příloha 6:

Tvarová inspirace dopravními prostředky „a la Ulm“ konce 60. let. Hochschule für Gestaltung.



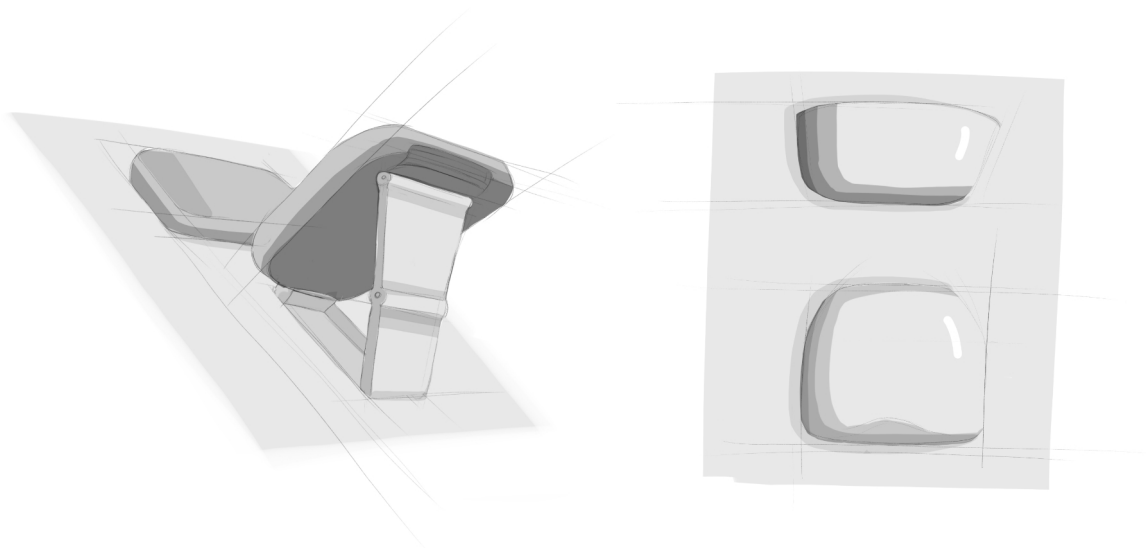
Příloha 7:

Nákres mechanismu zajištění sklápěcí části externí sedačky.



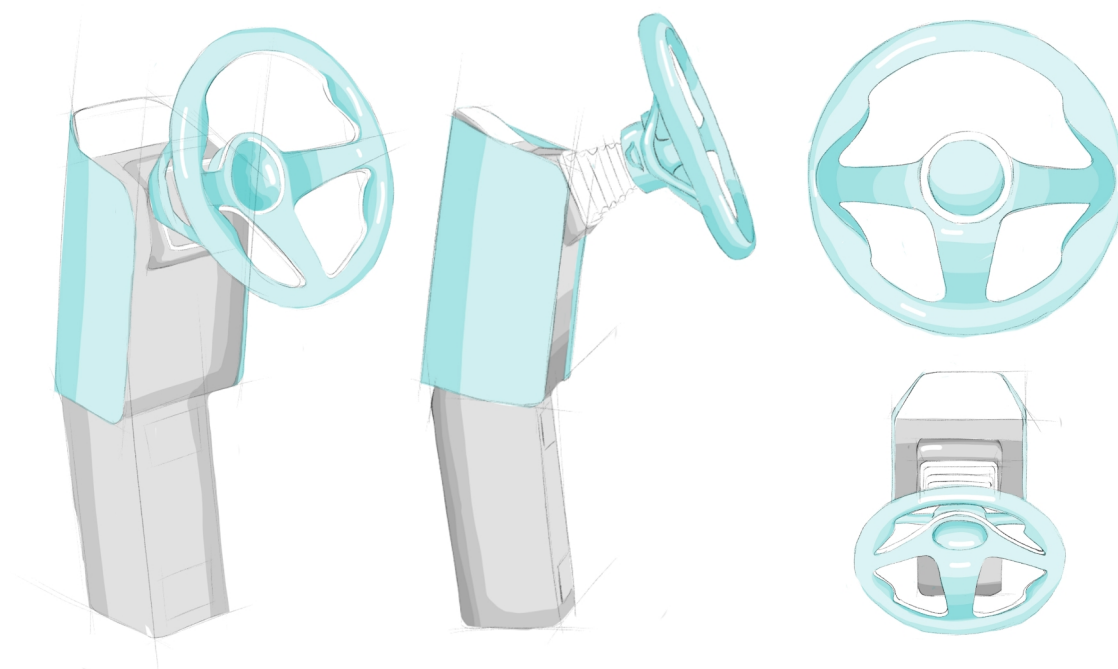
Příloha 8:

Skica externí sedačky.



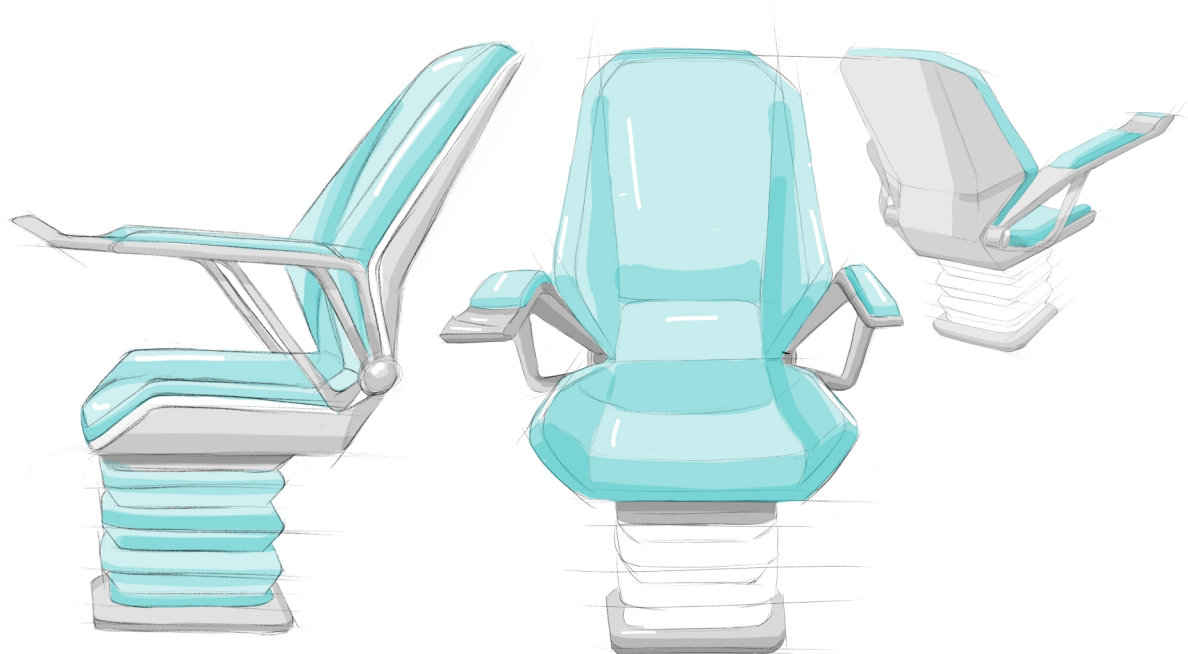
Příloha 9:

Skica volantu a palubní desky.



Příloha 10:

Skica sedačky s ovládací loketní opěrkou.



Příloha 11:

Render sestavy sedačky s palubní deskou.



Příloha 12:

Render interiéru v kabině s lidským měřítkem.



Příloha 13:

Minimální výška sedačky a palubkou.



Příloha 14:

Render sestavy z boku.



Příloha 15:

Render sestavy shora.



Příloha 16:

Detail ovládacích prvků na loketní područce.



Příloha 17:

Render s lidským měřítkem.

