

AUTONOMOUS SNOW GROOMER

_CONCEPT/PB-AV

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury.

2/ ZADÁNÍ diplomové práce

Mgr. program navazující

jméno a příjmení: SAMUEL MAREČEK

datum narození: 27/10/95

akademický rok / semestr: 2019/2020/10
obor: PRŮMYSLOVÝ DESIGN
ústav: 15150 ÚSTAV PRŮMYSLOVÉHO DESIGNU
vedoucí diplomové práce: MgA. Martin Tvarůžek

téma diplomové práce: viz přihláška na DP dopravní prostředek

zadání diplomové práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Koncept autonomní sněžné rolby

2/

Pro AU/ součástí zadání bude jasně a konkrétně specifikovaný stavební program
Pro D/ součástí zadání budou jasně a konkrétně specifikované jednotlivé fáze projektu, které jsou nezbytnou součástí řešení

3/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

portfolio 2x (A3 na sítku) model v měřítku (bude specifikované během vývoje)
plakát výkresová dokumentace 2x CD elektronická data DP

4/ seznam dalších dohodnutých částí projektu (model)

Datum a podpis studenta 10.2.2020

Datum a podpis vedoucího DP 10.2.2020

Datum a podpis děkana FA ČVUT

registrováno studijním oddělením dne

10.3.2020

10.3.2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ARCHITEKTURY

AUTOR, DIPLOMANT: Samuel Mareček
AR 2019/2020, LS

NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE: KONCEPT AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY
(ČJ)

(AJ) AUTONOMOUS SNOW GROOMER CONCEPT

JAZYK PRÁCE: ČESKÝ

Vedoucí práce: MgA. Martin Tvarůžek Ústav: 15150 / DESIGN

Oponent práce:

Klíčová slova (česká): sněžná rolba, úprava sjezdovek, autonomní technologie, lyžařská střediska

Anotace (česká): Diplomová práce se zabývá konceptem autonomní sněžné rolby. Představený návrh vhodně kombinuje stávající konstrukční aspekty a inovativní přístup ve specifickém segmentu. Designový koncept nahlíží do budoucnosti a předkládá konkrétní vizi pro využití autonomního řízení.

Anotace (anglická): The diploma thesis deals with an autonomous snow groomer concept. The presented design appropriately combines the existing construction features and innovative approach in a specific segment. The design concept looks to the future and presents a concrete vision for the use of autonomous self-driving.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne

podpis autora-diplomanta

OBSAH

01 ÚVOD
02 REŠERŠE
HISTORIE
SOUČASNÝ STAV
AUTONOMNÍ PROSTŘEDKY
OSOBNÍ ZKUŠENOST
DOTAZNÍK
03 VÝSTUP ANALÝZY
04 FORMULACE VIZE
RÁMCOVÝ HARMONOGRAM
05 PROVĚŘENÍ VARIANT
06 SYNTÉZA - VÝSLEDNÝ NÁVRH
DESIGN
ERGONOMIE
AUTONOMIE
TECHNICKÝ VÝKRES
07 ZÁVĚR - REFLEXE
PODĚKOVÁNÍ
ZDROJE

V dnešní době si málokdo dokáže představit neupravené sjezdovky v oblíbeném lyžařském areálu. Není to tak dávno, kdy neexistovaly prostředky pro vhodnou úpravu sněhu. Do poloviny minulého století nebyly vynalezeny stroje, kterým se dnes říká sněžné rolby. Stalo se samozřejmostí, že každé lyžařské středisko disponuje flotilou pásových strojů, které jsou uzpůsobené pro úpravu lyžařských sjezdovek.

Při výběru tématu diplomové práce jsem hledal dopravní prostředek, který byl zajímavý a zároveň potřebný. V zimních měsících vyráží spousta lidí za sněhem, ale málokdo ví, co obnáší práce řidiče sněžné rolby. Zjistil jsem, že trh se sněžnými rolbami je v mnoha ohledech specifický. Především na něm dominují dvě hlavní firmy, jejichž produkty jsou výsledkem padesáti let výrazného vývoje. I když se podoba sněžné rolby vyvinula, a to po stránce estetické i technické, v podstatě se jedná stále o stejný koncept.

V posledních letech probíhá důkladný vývoj autonomního provozu v oblasti automotiv. Tento vývoj je umožněný velkými investicemi automobilek. Domnívám se však, že jeho soustředění by bylo třeba v jiných segmentech.

Rozhodl jsem se blíže prozkoumat problematiku autonomního provozu a představit vlastní vizi sněžné rolby budoucnosti. Mnou představený koncept spojuje časem ověřené a využívané technologie s autonomním systémem, který vychází ze současných trendů.

Cílem mé diplomové práce je představit koncepční designový návrh autonomní sněžné rolby, který vychází z analýzy současné situace a obdobných produktů na trhu a vnáší nový pohled na využití autonomního systému v lyžařských střediscích.

Doufám, že moje práce přispěje k rozvoji na trhu se sněžnými rolbami, který umožní úsporu nákladů, optimalizaci času a přinese větší spokojenost uživatelům.



HISTORIE

1908

Za úplné počátky lze považovat vynález pásového podvozku (1904) a vznik prvních motorových saní ve Francii. V letech 1910-1913 byli využity expedice Terra Nova v drsných podmínkách Antarktidy vedené Falconem Scottem.

1922

Již ve svých patnácti letech Joseph Armand Bombardier přišel s vynálezem sněžného skútru. Základem byly sáně s vrtulí poháněnou motorem z Ford Modelu T. Inspirací mu mohl být také první sněžný automobil, který vznikl přidáním pásového podvozku k Modelu T.

1927

S rostoucím zájmem o lyžování se nově objevuje potřeba udržovat sjezdovky v dobrém stavu. Jedná se o počátky mechanického upravování sjezdovek.

1936

O pár let později přichází J. A. Bombardier již s prvním patentovaným strojem pro pohyb čistě v zasněženém terénu - Bombardier B7. S kapacitou sedmi míst se jednalo o první sněžné vozidlo na trhu - i díky tomu se ujalo a bylo využíváno v hůře dostupných oblastech doktory, knězi atp.

1951

V polovině 20. století zkoumá Steve Bradley fyzikální vlastnosti sněhu založené na jeho zkušenostech s kontrolou sněžných lavin. Na těchto základech navrhl a představil Bradley XPG-1 Packer-Grader - opracované mechanické zařízení pro srovnávání nerovností a rozprášení sněhu.

1957

Po pár letech byl Packer-Grader připojen za první komerčně vyráběný sněžný skútr značky Kristi. Tímto započal vývoj sněžných roleb jak je známe dnes.

1965

Mezi prvními se na trhu uchytila firma Prinoth s modelem P15. Jednalo se o historicky první sněžnou rolbu hojně využívanou po celé Evropě.

1969

Německý výrobce Kässbohrer zahajuje hromadnou výrobu modelu PistenBully 120B. O necelých pět let později má vyrobeno již více než 500 kusů.

1984

Monopolem na trhu se stává Kässbohrer a díky neustálému vývoji jejich stroje PistenBully. Mezi hlavní inovace patří rolba bez děleného čelního skla (PistenBully 170D) a první rolba s navijákem pro úpravu strmých svahů (PistenBully 200DW).

2012

S příchodem nových technologií představuje PistenBully až o 20% energeticky úspornější model 600E+. Jde o první hybridní rolbu na diesel-elektrický pohon, který je běžně využíván v železniční dopravě.

2019

Firma Kässbohrer společně s výrobcem MATTRO vyvíjí a testuje model PistenBully 100e - první čistě elektrickou sněžnou rolbu.



SOUČASNÝ STAV

Trh se sněžnými rolbami se vyvíjel s rozvojem trávení volného času, s tím souvisejícím nárůstem počtů lyžařských areálů a potřebou kvalitně upravených sjezdovek. V současné době lze pozorovat, že na trhu se udržely dva dominantní výrobci, kteří byli schopni přicházet s inovacemi. Jejich produkty jsou výsledkem neustálého vývoje v oblasti technologie, konstrukce a designu: německý Kässbohrer PistenBully a italský Prinoth. Mezi další významné výrobce patří kanadská společnost Sno-Cat, jejichž rolby slouží k přepravě lidí a pro lepší manévrovatelnost nemají dva ale čtyři pásy. Jedná se o specifický segment, který je obtížnější správně zařadit mezi nákladní auta, jeřáby a pracovní stroje.



Při určitém zjednodušení se dá říct, že nynější sněžné rolby jsou určeny pro těžší terénní úpravy (parkové) a pro lehčí terénní úpravy. Vizually se liší především uložením vodících kol pro pásy.

Napříč výrobci a jednotlivými produkty se škála nabízených vozidel liší především velikostí, šířkou pásů, technickým vybavením a také svým vzhledem. Konkrétně můžeme sněžné rolby dělit podle jednotlivých specializací/operací na tyto kategorie:

- vysokohorské vozidlo bez navijáku
- vysokohorské vozidlo s navijákem
- vozidla pro konstrukci parků
- vozidla pro úpravu pozemní komunikace
- vozidla pro tvorbu běžkařských tratí

Německý výrobce KässBohrer Pistenbully se specializuje výlučně na sněžné rolby. Mezi jeho hlavní přednosti patří stálý důraz na inovace, které jsou v současné době spojeny s rychlým rozvojem technologií. Tato firma jako první vyvinula hybridní rolbu a aktuálně testuje první elektrickou rolbu ve zkušebním provozu. S plnou baterií dokáže pracovat 2,5-3 hodiny, plné nabíjení trvá 6 hodin. Jedná se o bezemisní pohon. Na základě reakcí od zákazníků a ve spolupráci s firmou Mattro KässBohrer nachází další možnosti rozvoje. Nabízená škála produktů od malé rolby pro úpravu běžkařských tratí až po největší PistenBully 600 vychází z dlouhodobého průzkumu trhu a padesáti let vývoje.



INSPIRACE

Hlavním konkurentem je italská firma Prinoth, která se vyznačuje charakteristickou stříbrnou barvou produktů. Největší model s názvem Beast se konstrukčně podobá výrobkům firmy Pistenbully.

Mezi další výrobce patří i novější francouzská firma Aztec. Tento producent se odlišuje především nekonvenčním vodíkovým pohonem, který zatím na trhu nemá konkurenci.

Americké rolby zastoupené značkou Sno-cat jsou na trhu již od poloviny 20. století. Tyto rolby se však téměř nevyužívají pro úpravu sjezdovek, ale jsou oblíbené, protože umožňují přepravovat několik lidí najednou. Je zřejmé, že funkčnost těchto výrobků převažuje nad estetickým zpracováním. Charakteristický je krabicový tvar a čtyři pásy místo kol.



AVINOR - Yeti Snow Technology (autonomní sněžný pluh)

Před deseti lety začala norská společnost Avinor pracovat s vizí autonomní zimní údržby letiště. V roce 2017 představil Mercedes-Benz autonomní sněžný pluh Arocs AAGM (automatizovaná údržba terénu letiště). Šlo o autonomní flotilu až čtrnácti sněžných pluhů pro odstraňování sněhu na letištích ovládané jediným operátorem. Jádrem systému byl Remote Truck Interface, ke kterému Mercedes dodává:

„kombinace ovládání na dálku s komunikací V2V (vehicle-to-vehicle: vozidla komunikují mezi sebou) a schopnost samostatného pohybu může nabídnout přesný úklid letišť rychleji a s menší potřebou lidské síly.“

O rok později byl zahájen zkušební provoz na letišti v městě Oslo. Nejnovějším vývojem v tomto směru je Runway Snowbot, který byl představen ke konci roku 2019. Spolupracovalo na něm pět finských firem (Finavia, Valtra, Neste, Nokian Tyres, Vammas) z nichž každá je leaderem ve svém oboru.



CNH Industrial Autonomous Tractor

Rozvoj autonomních traktorů v oblasti zemědělství se zachováním konvenčních technologií moderního traktoru umožňuje mimo jiné přesnější obhospodařování půdy, kontrolu nad nevyužitou půdou, úsporu nákladů, lokalizaci traktorů, přesnou navigaci a sdílení informací. Koncept uvedený celosvětově firmou CNH Industrial v roce 2016 minimalizuje překryvání a vynechanou půdu při práci traktorů díky pokročilemu využití GPS s uváděnou přesností až 25 mm. Majitel farmy nebo provozovatel může sledovat průběh pracovního výkonu online na svém počítači / tabletu.

„Většina technologií potřebných pro autonomní vozidla, jako je detekce překážek, je v současné době už dostupná. Tím, jak bude automobilový průmysl tyto technologie více využívat, zvýší se jejich dostupnost a dá se očekávat snížení nákladů. I když možná neuvidíme plošné zavedení bezdrátových autonomních traktorů v dohledné době, jednotlivé technologie budou dostupné v nových traktorech už mnohem dříve,“ shrnuje marketingový manažer Dan Stuart.



Scania AXL - plně autonomní nákladní vozidlo bez kabiny

Požadavky na nákladní vozidla a úsporu nákladů nejen v těžařském průmyslu představují příležitost pro inovace a rozvoj modulů s inteligentním řídicím prostředím. Scania představila koncem roku 2019 těžké samořiditelné nákladní vozidlo AXL, které vychází z klasické koncepce nákladních vozidel, ovšem s absencí kabiny.

„S konceptem vozu Scania AXL děláme významný krok směrem k inteligentním dopravním systémům budoucnosti, ve kterých samořiditelná vozidla budou hrát přirozenou roli.“ - Henrik Henriksson, prezident a generální ředitel Scania.

OSOBNÍ ZKUŠENOST

Venturi Antarctica

Společnost Venturi, která se specializuje na elektromobily, pracuje na několika výzvách, mezi něž patří i vývoj vozidla schopného provozu v obtížném terénu při extrémních teplotách kolem -50°C v rámci projektu nazvaného "Mission 03: Antarctica". Jedná se o první elektrické vozidlo, které je schopné provozu na sněhu. Po počátečních zkouškách v Kanadě jsou vozidla i vzhledem k nulovým emisím testována pro využití na Antarktidě. S dojezdem kolem 50 km a rychlostí asi 20 km/h při své váze kolem 2 tun můžou být vhodným prostředkem pro vědce věnující se výzkumu.



V rámci řešerše jsem chtěl mít také osobní kontakt s danou problematikou. Vyhledal jsem tedy schopného operátora rolby a strávil jsem s ním více než čtyři hodiny při jeho běžné práci. Následně jsem měl možnost si sám ovládání rolby vyzkoušet.

Práce rolbaře není vůbec jednoduchá a monotónní, jak se možná může zdát. Její ovládání představuje velmi komplexní činnost, kterou nelze srovnávat s prací bagristy. Spočívá ve schopnostech operátora bleskově koordinovat pohyby na základě rychlého promyšlení a vyhodnocení aktuální situace. Každý den se sjezdovka upravuje dle proměnlivého stavu povrchu, počasí, podmínek, apod. Novější stroje výrazně usnadňují tuto práci díky desítkám systémů, ovšem schopný operátor musí zvládat pracovat s rolbou i bez nich. V průměru za jeden večer plného provozu, tzv. rolbování, je spotřeba jedné sněžné rolby zhruba 250 litrů nafty a operátor stráví úpravou zhruba 5-10 hodin (obvykle pracuje dlouho do noci).

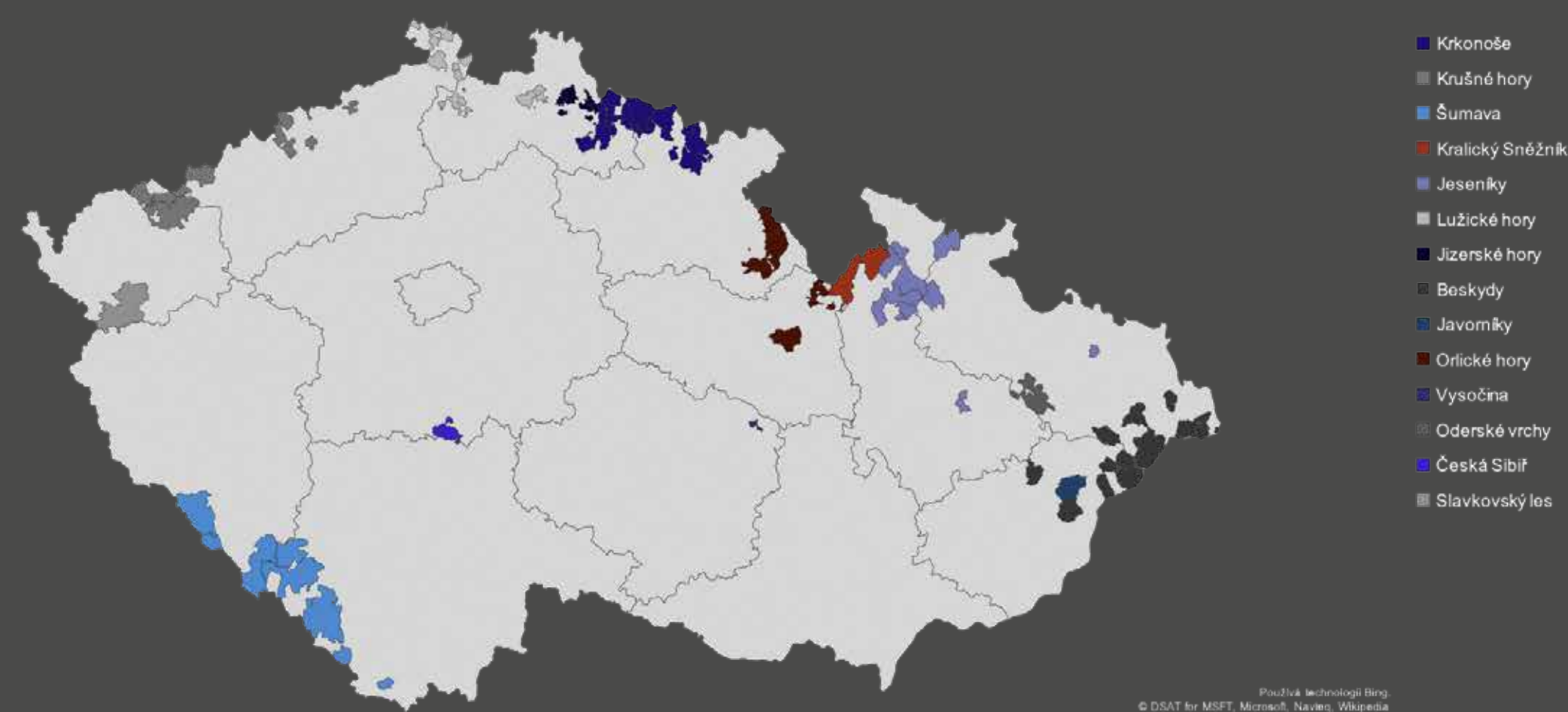
Obtížnost samotné práce rolbaře mě překvapila, zejména jeho dlouhá pracovní doba a vysoká spotřeba nafty. Domnívám se, že by provozovatelé lyžařských středisek a operátoři uvítali možnost optimalizace nákladů a času spojeného s rolbováním.



DOTAZNÍK

Pro komplexní analýzu jsem sestavil kvalitativní dotazník určený pro operátory sněžných roleb a management lyžařských středisek. Dotazník jsem zanesl do 200 největších lyžařských středisek v Evropě a do 130 po celé České republice. Převážně se jednalo o střediska ve Francii, Itálii, Rakousku a Švýcarsku. Vzhledem k situaci s COVID-19 na jaře roku 2020 byla návratnost dotazníků velmi nízká (v zahraničních oblastech nebylo možné zastihnout kompetentní osoby). Závěry jsou kvůli nízké návratnosti omezené, ale umožňují si udělat představu o situaci v České republice.

Obdržené dotazníky reprezentují 146 km sjezdovek v České republice. Z výzkumu a předchozí rešerše vyplývá, že menší lyžařská střediska používají z důvodu úspory nákladů starší vyřazené stroje ze zahraničí. Větší areály na našem území využívají maximálně deset strojů převážně značky PistenBully a Prinoth.



obr - lokalita lyžařských areálů v ČR s více než 1500 m sjezdovek

Z výsledků spokojenosti se současnými produkty vyplývá, že většina respondentů je spokojena. Více jak 50 let vývoje umožnilo eliminovat konstrukční a technické nedostatky. Hlavním vnímaným nedostatkem jsou především ovládací prvky rolby.

Další z otázek se zaměřila na vývoj plně autonomní rolby. Z výsledků vyplývá, že většina uživatelů si dokáže představit, že v budoucnu dojde k částečnému využití plně autonomních roleb, tj. k rozšíření stávající flotily kombinací autonomní a klasické sněžné rolby. Existuje však skupina respondentů, která si plnou autonomitu nedokáže představit. Mezi důvody může být obtížnost úpravy sjezdovek (proměnlivé klimatické podmínky, vlastnosti sněhu), nebo obava o ztrátu pracovního místa.

Ověřil jsem si také vhodnou aplikaci plně autonomní sněžné rolby - vysokohorské vozidlo bez navijáku. Další možnou aplikací jsou úpravy běžkařských tratí. V současné době minimálně využívaný prostor korby byl respondenty označen jako vhodný pro zásobování nebo pro přepravu zasněžovací techniky. Mezi hlavní zmiňovaná pozitiva autonomní rolby jsou úspory mzdových nákladů, zkrácení pracovní doby a rovnoměrné rozložení vrstvy sněhu.

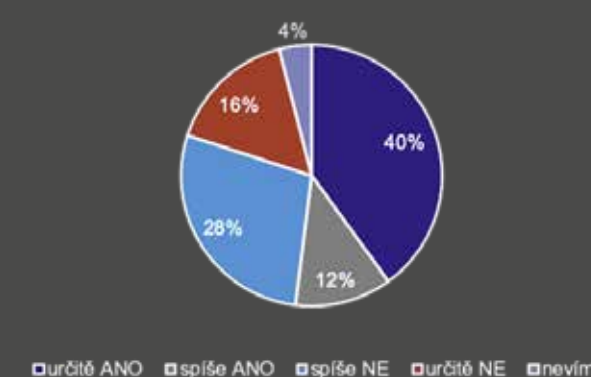
Graf 11: autonomní rolby



Graf 12: činnost autonomní sněžné rolby



Graf 13: využití rolby pro zásobování přilehlých horských chat



VÝSTUP ANALÝZY

Sněžné rolby jsou velice specifickým dopravním prostředkem, který lze jen stěží správně kategorizovat. Na oligopolním trhu sněžných roleb převažují produkty německé firmy, která se uchytila díky své značce PistenBully. V tomto segmentu za posledních padesát let vývoj dospěl do velmi vyspělé fáze - od samotné kultivace sněhové pokrývky, vybavení kabiny, ovládacích prvků, po asistenty/senzory pro práci se sněhem.

Pokud bychom hledali příležitosti rozvoje v tomto segmentu, lze očekávat častější využití alternativních pohonů - již od roku 2012 jsou na trhu rolby s hybridním pohonem. Poslední novinkou mezi sněžnými rolebami je jejich plná elektrifikace, která je aktuálně v procesu testování. Spotřeba v řádu stovek litrů nafty za jeden den práce rolby je zcela běžnou záležitostí a elektrický pohon dokáže snížit lokální emise a také dodat plný kroutící moment při jakékoliv rychlosti. Pokud by došlo k masivnějšímu rozšíření těchto technologií, pozitivní dopady na životní prostředí a na úsporu nákladů by byly významné. Spolu s rozvíjejícími se technologiemi a trendy v automobilovém průmyslu se nově objevuje myšlenka plně autonomního systému pro provoz rolby. Příkladem takto využívané technologie je samostatný robot od firmy Left Hand Robotics RT-1000, určený k odstraňování sněhové pokrývky z chodníků.

Častou obavou se zdá být případná kolize s okolím. Díky senzorickému systému a dostupným technologiím by měla mít autonomní rolba dokonalý přehled o svém okolí a ke kolizím by nemělo docházet. V současné době již probíhá zkušební provoz autonomních vozidel v různých prostředích a vyhodnocování dat. I přesto je nezbytně důležité, aby byla vozidla vybavena výstražnou signalizací, jako je tomu u aktuálních roleb v souladu s vyhláškami. Komunikace s okolním světem v takové míře jako je tomu u autonomních vozidel, která jsou schopná komunikovat například s chodci, není v tomto případě vyžadována.

Do budoucna ovšem nelze předpokládat úplnou náhradu stávající koncepce - člověk je v této činnosti nepostradatelnou jednotkou. Zatím neexistuje způsob, jakým by šlo efektivně nahradit různorodou práci operátora rolby. Ta je přímo závislá na mnoha faktorech a mění se ze dne na den. Pokud by to ve vzdálené budoucnosti bylo možné, práce by se pravděpodobně přesunula na vzdálené operátory. Unikátní pozice rolbaře by tím zanikla.

Na základě předchozí rešerše jsem došel k závěru, že se budu zabývat návrhem plně autonomní sněžné rolby, která by mohla doplnit aktuální flotilu lyžařských středisek. Kdyby došlo k plnému nahrazení klasické rolby ovládané člověkem, pracovní pozice spojené s touto činností by se přesunula do oblasti IT (dálkové ovládání, programování). V mém návrhu pracuji s možností propojení autonomního systému spolu s elektrickým pohonným ústrojím. Z designérského hlediska taková kombinace umožňuje nová řešení v kompozičním dělení hmot, které jsou u momentálně nesourodé kvůli vyčnívající kabině a pohonnému ústrojí. Takto navržená autonomní rolba je vhodná pro terénně nenáročné či závěrečné úpravy sjezdovek po předchozím hrubém urovnání. Výrazně by tak zkrátila pracovní dobu operátorům.

FORMULACE VIZE

V rámci své diplomové práce se budu věnovat koncepčnímu návrhu exteriéru plně autonomní sněžné rolby s elektrickým pohonem a nákladovým prostorem pro účely zásobování, převoz techniky a jiného vybavení. Představím nové tvarové řešení vycházející z konstrukčních předpokladů, které se za poslední roky osvědčily jako nejlepší řešení: pásový podvozek s hnací rozetou, přední polohovatelná radlice, zadní sněžná frézka a celkové půdorysné rozměry (délka 10000 mm, šířka 4500 mm).

Dominantním rysem rolby zůstane přední část s absencí kabiny řidiče. V těchto místech bude nově uloženo pohonné ústrojí rolby. Výška autonomní rolby bude určena přední radlicí, rozmístěním senzorického systému a technologickým řešením jednotlivých komponentů: baterií, řídicí jednotkou atp. Umístění senzorů reflektuje a eliminuje jejich možné znečištění. Nová koncepce přináší nečekané tvarové možnosti. Těch je možné docílit také díky celkovému snížení rolby.

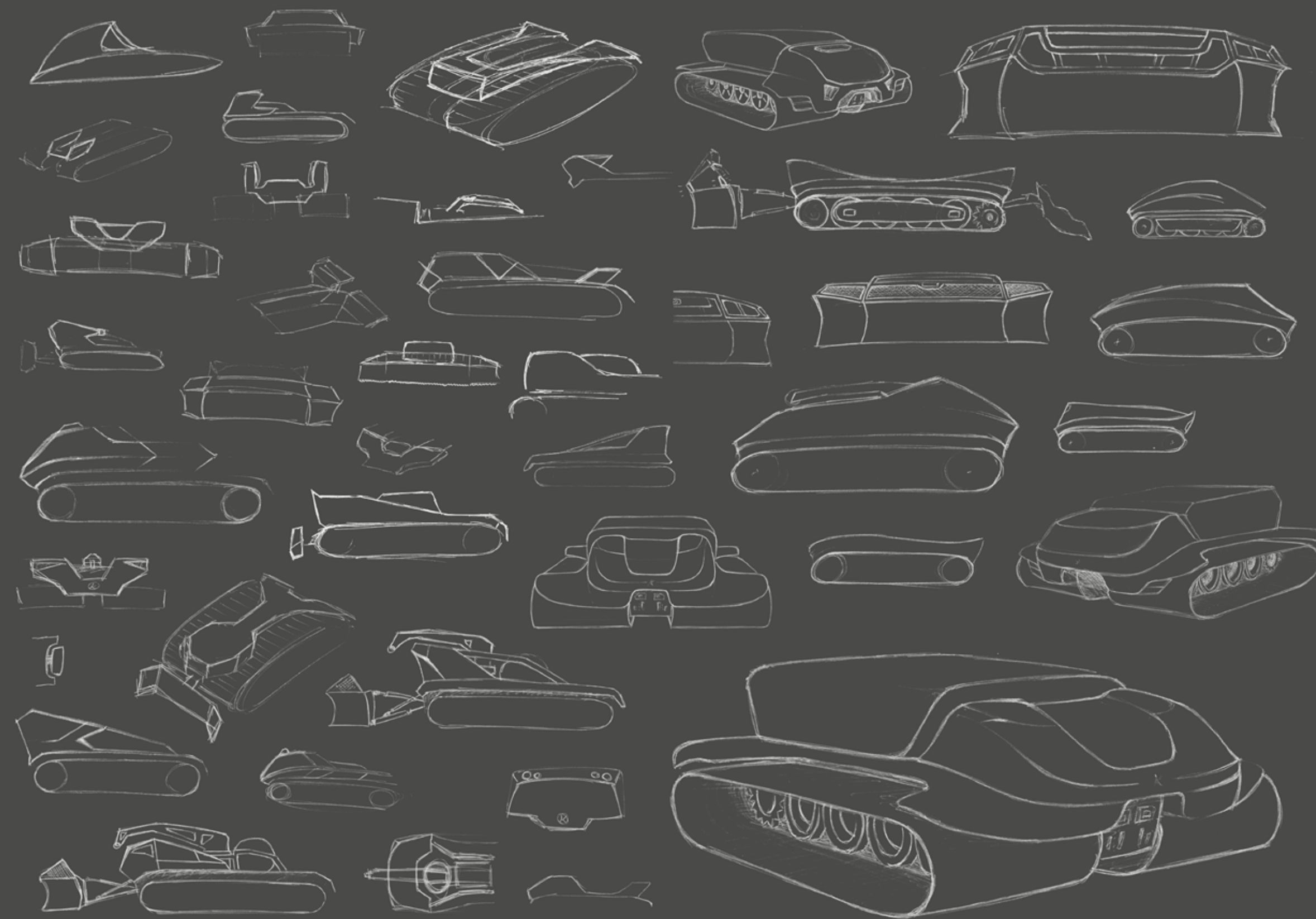


Ke zmírnění negativní dopadů na životní prostředí je použit čistě elektrický pohon. Jeho hlavní předností jsou nulové lokální emise a na rozdíl od konvenčního motoru schopnost využít plného kroutícího momentu v jakékoliv situaci. K nabíjení dochází v uzavřených prostorách lyžařského areálu, kde jsou vhodné teplotní podmínky pro dlouhodobou životnost baterie sněžné rolby. Baterie je nabitá po osmi hodinách, což mimo jiné odpovídá obvyklé provozní době střediska. Takto připravená rolba je schopná šesti hodinového provozu.

Realizace mé vize bude představovat několik výhod. Především dojde k úspoře mzdových nákladů lyžařských areálů. Řidičům, kteří upravují sjezdovky do nočních hodin, se zkrátí pracovní doba. K zvýšení efektivity povede jak možnost nasazení autonomní sněžné rolby samostatně v noci, tak využití klasické rolby při současném synchronním ovládní rolby autonomní. Dalším přínosem je nákladový prostor umožňující převoz technického materiálu a případné zásobování horských chat v nejbližším okolí.

RÁMCOVÝ HARMONOGRAM

- 02/2020 - identifikace možností a výběr tématu diplomové práce
- 03/2020 - rešerše a analýza současných produktů
- 03/2020 - osobní zkušenost s řízením rolby a technická diskuze s odborníkem
- 04/2020 - mapování možností s využitím skicování
- 05/2020 - vytvoření modelu z hlíny na základě vybrané varianty
- 05/2020 - prostorové 3D modelování s finální optimalizací návrhu



PROVĚŘENÍ VARIANT - SKICI, MODEL

V první fázi návrhu jsem řešil možnosti uspořádání komponentů u nové koncepce autonomní sněžné rolby. Chtěl jsem opustit klasické tvarosloví a tak jsem si jako výchozí bod přední radlice a opláštění rolby jsem chtěl následně řešit v návaznosti na ní. Tento krok jsem ale při snaze plochy navázat rychle přehodnotil. Dominantní musí zůstat samotná rolba, ikdyž přední radlice obsahuje více funkcí než u konvenční rolby. Po geometrickém rozdělení hlavních hmot jsem využil skic k nalezení vhodné varianty pro další postup. Tím byla práce s hmotovým modelem z hlíny v měřítku M1:18. Model posloužil k ověření návazností a poskytl vhodný podklad pro modelování a dokončení projektu v 3D počítačovém programu.



obr x a y - finální hmotový model z hlíny v

SYNTÉZA - VÝSLEDNÝ NÁVRH

Výsledná podoba konceptu znázorňuje vizi sněžné rolby budoucnosti, která představuje samostatně fungující jednotku v rámci flotily lyžařských areálů. Bere v úvahu nejnovější trendy v oblasti ekologie a ochrany životního prostředí. Využitím elektrického motoru nedochází k lokálnímu znečištění škodlivými emisemi.

DESIGN

Z estetického hlediska bylo cílem vytvořit dynamický návrh, který bude tvořit jeden kompaktní celek. Největší změnou je výška, která je díky absenci kabiny operátora o třetinu nižší než klasická. Napojením předního modulu na nákladový prostor došlo k plynulejší návaznosti hmot a celkové tvarové stabilitě. Charakteristickým prvkem je jemná linka, která plynule přechází od přední části podél celého profilu rolby. Výraz rolby utváří rovněž vepředu umístěné blatníky. Vhodně vyvažují zadní část a jsou nejen estetickým ale i funkčním prvkem. Jednoznačně novým prvkem je přesun hlavního osvětlení z kabiny rolby na přední radlici. Toto světlo je zároveň polohovatelné, čímž umožňuje vhodně osvětlit požadovaný terén. Součástí radlice je nezbytný prvek autonomního řízení, kterým je jeden ze senzorů.

Červená barva, která byla vybrána, představuje výrazný kontrast v horších viditelnostních podmínkách. Bývá také spojována s rizikem ve formě různých signalizačních upozornění. Není proto náhodou, že stejnou barvu využívá největší výrobce Kässbohrer, který by časem ve svém portfoliu mohl obdobný produkt představit. Vzhledem k převážně nočnímu provozu bylo nutné umístit výstražná světla na nejvíce viditelná místa rolby.



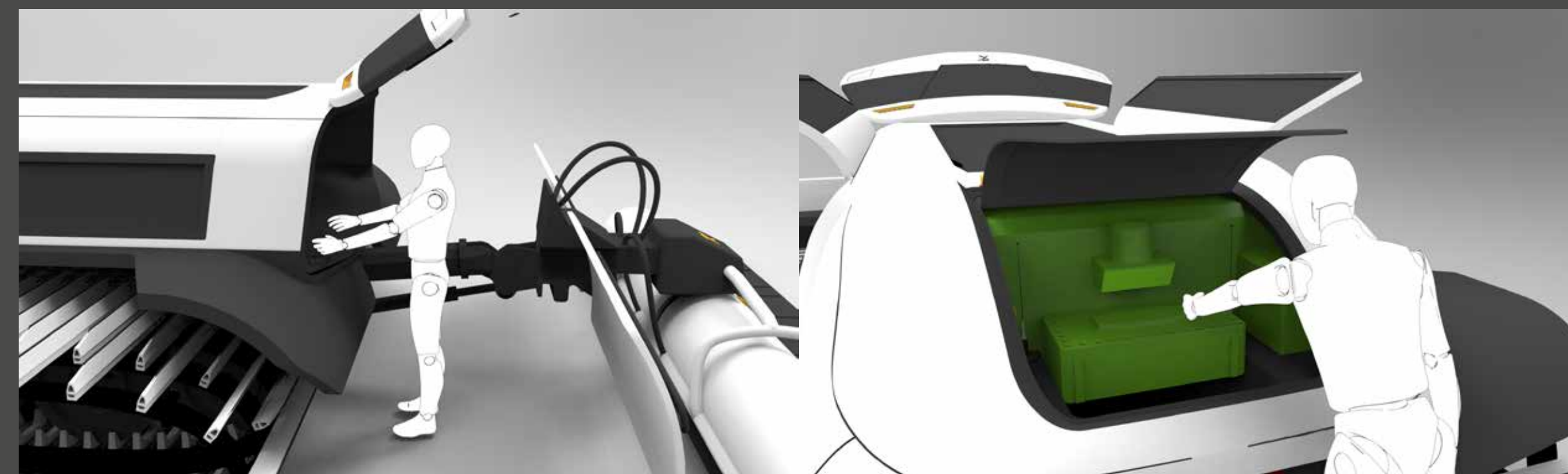


ERGONOMIE

Samostatnost rolby nepředstavuje vysoké nároky na ergonomii, nicméně dochází k interakcím s vozidlem při převozu materiálu nebo při případném servisu. Můžeme tedy přístupy rozdělit na provozní a servisní.

Hlavní provozní přístup je ze zadní strany, kde se otevírá celé zadní víko a v případě potřeby lze využít i bočních stran, které nabízí také dostatečně velký prostor k manipulaci. Snahou bylo eliminovat horší přístupnost kvůli pásovému podvozku, který se musí u klasické rolby překonávat jako překážka. Prostor je využíván pro zásobování nebo pro převoz techniky má nákladovou hranu ve výšce 1,1 metru nad zemí. Všechny prostory se otevírají tlačítky umístěnými na rozích víka nákladového prostoru.

V případě servisního přístupu je možné dostat se k centrální řídicí jednotce, sensorům, bateriím, a dalším důležitým komponentům jednoduše z přední strany, kde je k tomu uzpůsobena kapotáž. V případě složitějšího servisu je potřeba demontovat pásy.



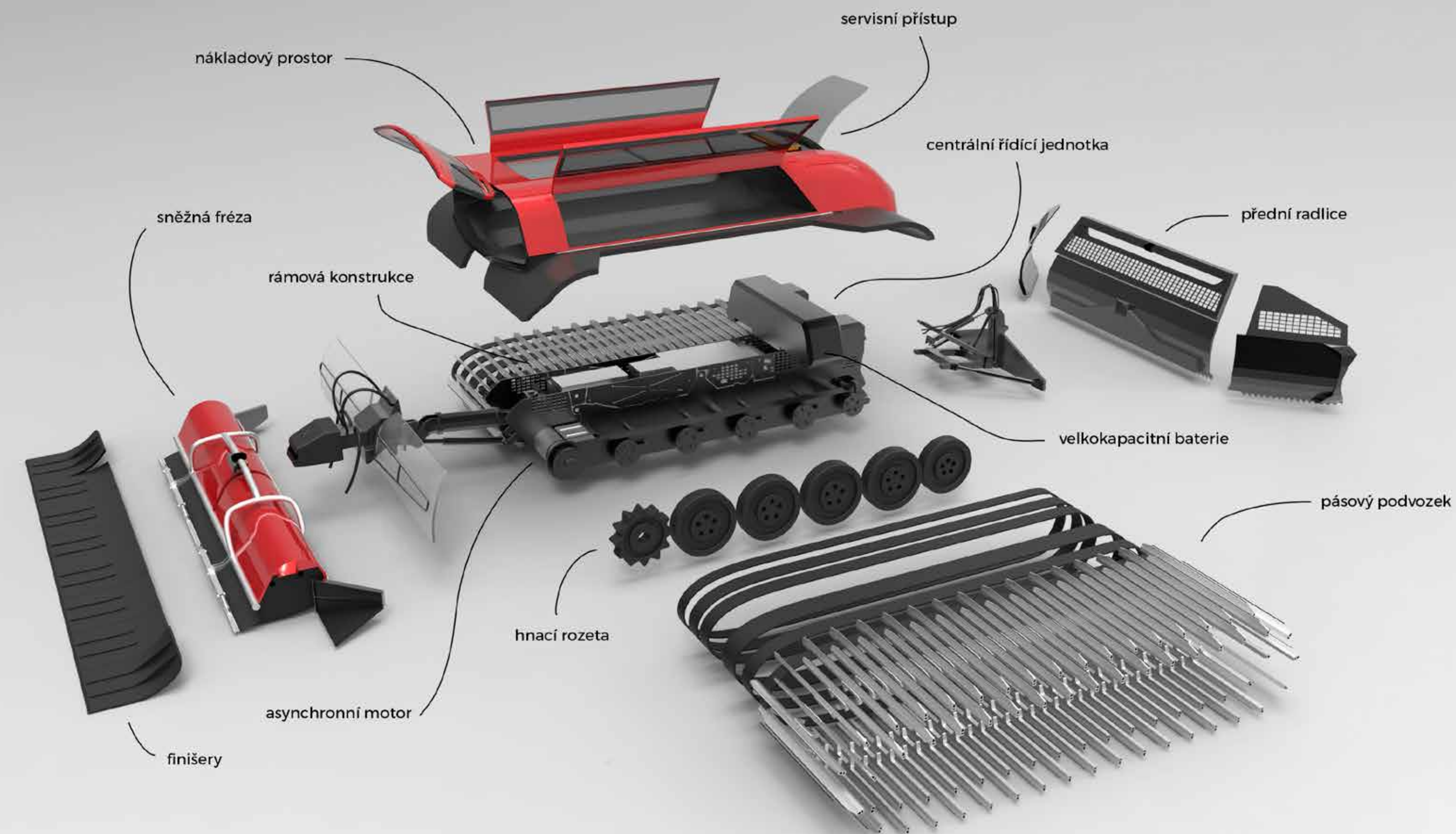
AUTONOMIE

Současnou trendem je automatizace, neboli snaha o nahrazení lidského faktoru. V případě dopravních prostředků je nutné klást velký důraz na správnou orientaci v terénu, suplovat tím lidský zrak. Obecně můžeme říct, že pro autonomní vozidla je důležitější jejich software než hardware. Proto je důležité umístění sensorického systému, na základě kterého může autonomní rolba vyhodnocovat různé situace a vyhnout se kolizím.

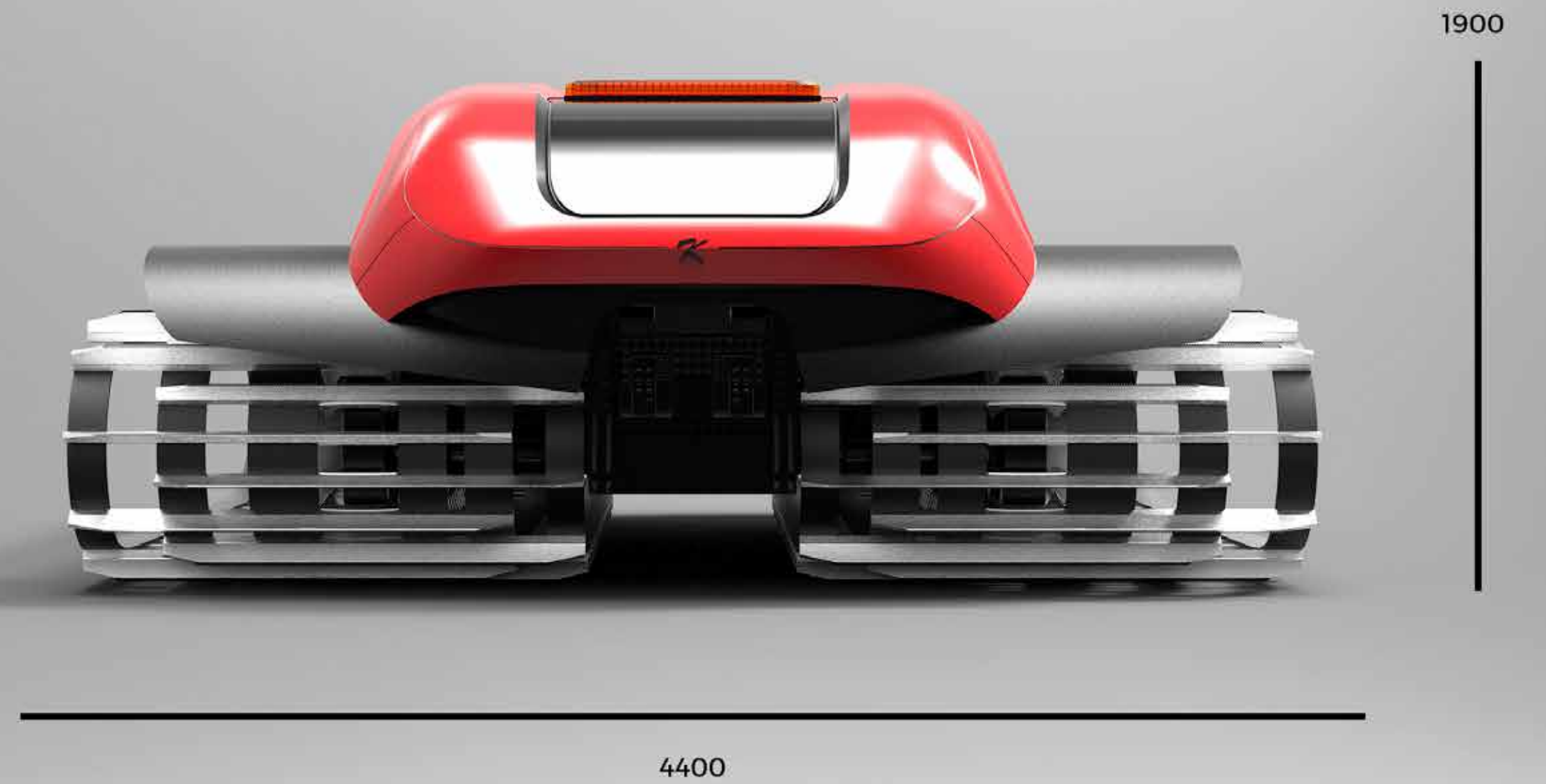
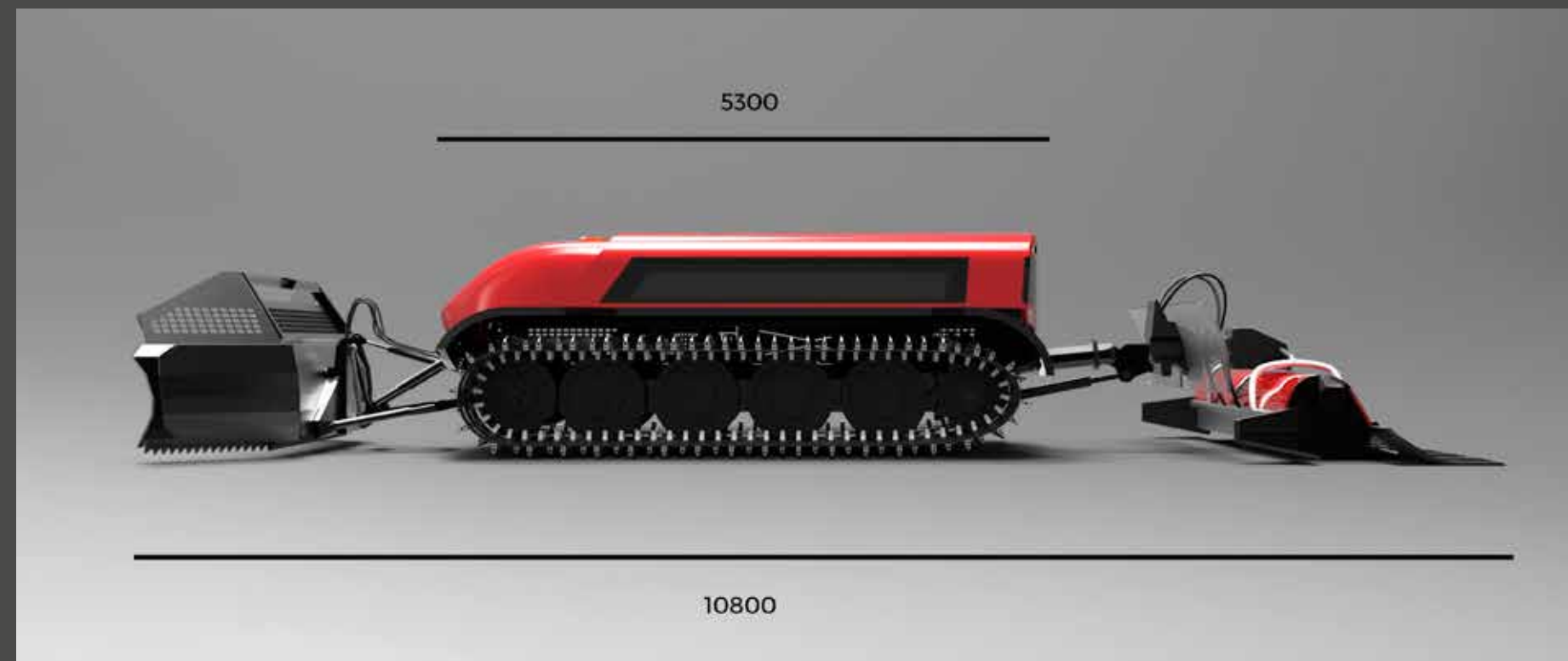
Pro komplexní přehled o okolí rolby v návrhu využívám kombinaci kamer, radarových a lidarových senzorů. Konkrétně se jedná o lidary Velodyne AlphaPrime, které pomocí laserových paprsků měří vzdálenosti a sestavují 3D mapu oblasti v dosahu, a stereo kamer MultiSense S7, které snímají prostorový obraz a zpracovávají ho s vysokou rychlostí a přesností. Kombinace senzorů může sloužit jako záloha nebo zdroj dvojitěho ověření informací o terénu.

Kromě výše zmíněných senzorů je autonomní rolba vybavena systémy, které již běžně využívají dnešní sněžné rolby. Za zmínku stojí radar SnowSAT, pomocí něhož rolba dokáže v reálném čase určit hloubku sněhové pokrývky. Systém se skládá z tříbodového měření umístěného ve spodní části radlice. Radlice se hýbe ve dvanácti směrech, což dodává přesnější informace ohledně hloubky sněhu. V neposlední řadě ovlivňuje autonomní systém předpověď počasí a orientační body, které musí být rozmístěny v okolí trasy a slouží pro určení pracovní oblasti rolby.

Všechny tyto informace představují vstupy, které jsou následně zpracovávány centrální řídicí jednotkou, která je zároveň zodpovědná za chod jednotlivých operací rolby. Jedná se o sběr, vyhodnocování dat a zasílání signálů pomocí softwaru, který je provázán se sensorickými systémy



TECHNICKÝ VÝKRES



ZÁVĚR - REFLEXE

Ve své diplomové práci jsem se zabýval koncepčním designem autonomní sněžné rolby na elektrický pohon.

V analytické části jsem provedl důkladnou analýzu současných produktů, včetně obdobných průmyslových strojů s technologií autonomních systémů. Dále jsem si krátce práci rolbaře vyzkoušel. Při této příležitosti jsem komunikoval s odborníkem, který mi blíže představil problematiku a nastínil možnosti optimalizace.

Sestavil jsem dotazník zaměřený na zmapování aktuální situace. Byl zaměřen na řidiče sněžné rolby a management lyžařského střediska. Dozvěděl jsem se, že v současné době není možné zcela nahradit operátora rolby, nicméně částečná kombinace konvenční a autonomní rolby by mohla být vhodným řešením pro úspory nákladů a času, včetně omezení negativního dopadu na životní prostředí vzhledem k využití elektrického pohonu.

Následně jsem si pomocí skic prověřil varianty hmotového řešení a na jejich základě jsem pracoval s modelem z hlíny v měřítku M1:18. Tento postup mi pomohl lépe porozumět konkrétní tvarové návaznosti a doladit nedostatky, které by nebylo možné prověřit formou skic. V poslední fázi jsem projektu jsem přenesl hmotový model do 3D modelovacího programu. Zde jsem ověřil geometrickou jednoduchost základních křivek, kružnic a přímek.

Vzhledem k rozsahu práce představuje výsledný návrh koncepční model. Projekt by bylo možné dále rozvíjet do větší hloubky a ověřit si více podrobností, které nebylo možné zjistit vzhledem k situaci v lyžařských areálech na celém světě v souvislosti v COVID-19.

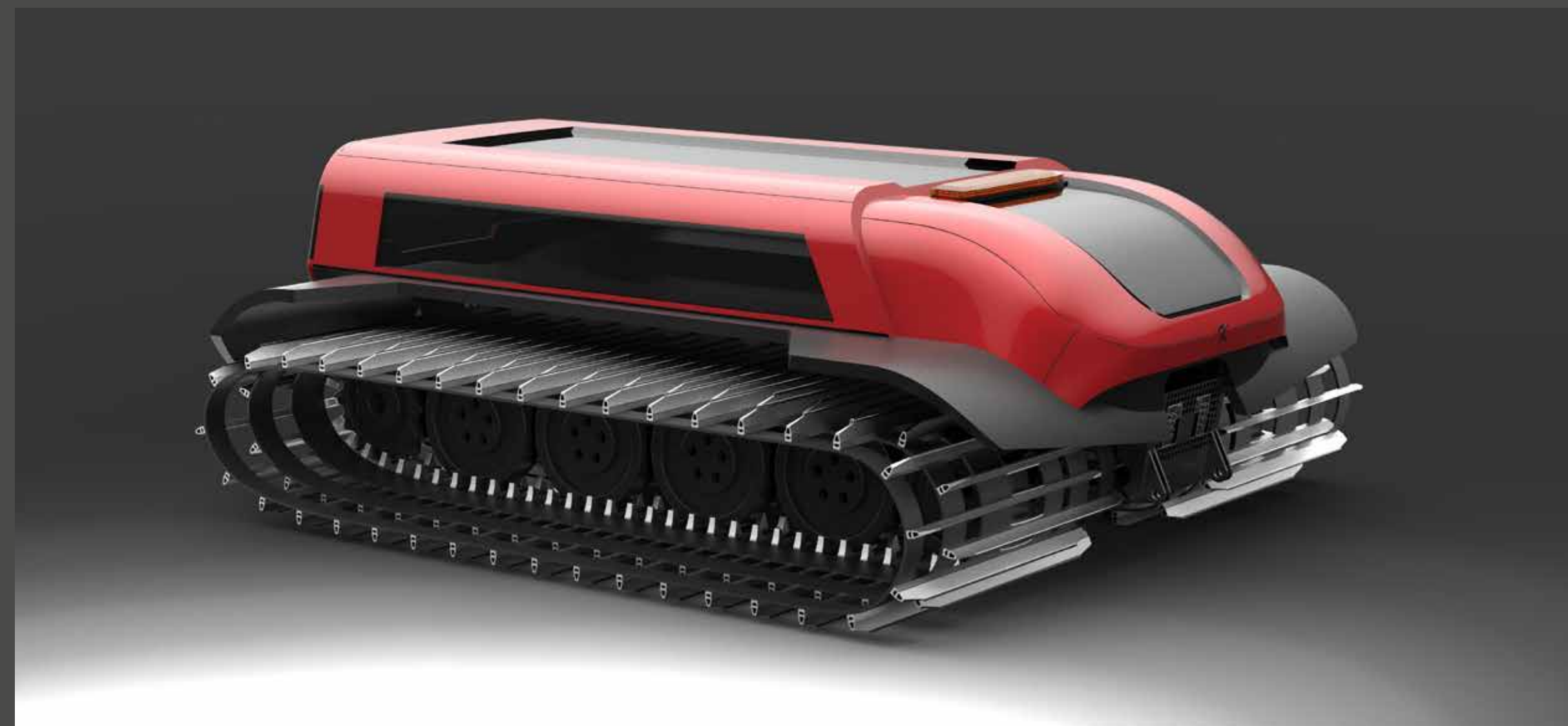
I přesto byl pro mě projekt velmi přínosný především z hlediska jeho komplexnosti a celkové náročnosti spojené s tvarovým návrhem v jednotlivých fázích.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce MgA. Martinu Tvarůžkovi a asistentovi Ing. Tomáši Bláhovi za odborné konzultace mé diplomové práce. Za ochotu a čas při analytické části patří díky Markovi Dolejšovi z Pece pod Sněžkou, který mi blíže představil práci řidiče rolby a pomohl mi při distribuci dotazníku.

Dále bych rád poděkoval všem, kteří si udělali čas a vyplnili dotazník

V neposlední řadě také děkuji své rodině, spolužákům a kamarádům za podporu a pomoc během studia.



ZDROJE

[1] Alpha Prime™: Powering Safe Autonomy. Velodyne Lidar [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://velodynelidar.com/products/alpha-prime/>

[2] Avinor to Test Autonomous Snowploughs at Oslo Airport This Winter. Businesswire [online]. 2018 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.businesswire.com/news/home/20180921005363/en/Avinor-Test-Autonomous-Snowploughs-Oslo-Airport-Winter>

[3] Den s rolbařem v Rokytnici nad Jizerou. Skiareál Rokytnice nad Jizerou [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: https://www.skiareal-rokytnice.cz/hodnoceni/den-s-rolbarem-v-rokytnici-nad-jizerou_1/

[4] LEICH, Jeff. Chronology of Snow Grooming: Notes for 2001 Exhibit. New England Ski Museum [online]. 2012 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: http://newenglandskimuseum.org/wp-content/uploads/2012/06/ski_grooming_timeline.pdf

[5] MASIA, Seth. Slope Grooming: How it Started. Skiing History [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.skiinghistory.org/history/slope-grooming-how-it-started>

[6] Mission 03: Antarctica: The first electric polar exploration vehicle. Venturi [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.venturi.com/en/antarctica/>

[7] MultiSense S7. Carnegie Robotics [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://carnegierobotics.com/multisense-s7>

[8] Nový koncept bez kabiny - představujeme Scania AXL. Scania [online]. říjen 2019 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.scania.com/cz/cs/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2019/10/nova-bezdratova-koncepce---pedstavujeme-koncept-scania-axl.html>

[9] PistenBully. Mattro [online]. 9.5.2019 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.mattro.systems/site/references/pistenbully>

[10] Ploughing a lone furrow. Airsideint International [online]. 25.5.2018 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.airsideint.com/issue-article/ploughing-a-lone-furrow/>

[11] RT-1000 Robot. Left Hand Robotics [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://lefthandrobotics.com/rt-1000-robot/>

[12] The Runway Snowbot [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.runwaysnowbot.com/>

[13] Scott's Antarctic Motor Sledges. Captain Antarctica [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://captainantarctica.com.au/scotts-antarctic-motor-sledges/>

[14] Snowbot. Left Hand Robotics [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://lefthandrobotics.com/snowbot/>

[15] Three points ahead! Pisten Bully [online]. 12.6.2018 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.pistenbully.com/deu/en/news-fans/news-press/detail/news/three-points-ahead-1.html>

[16] VESPALEC, Arnošt. Design autonomní sněžné rolby [online]. 2017 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=149851

[17] Velarray™. Velodyne Lidar [online]. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://velodynelidar.com/products/velarray/>

[18] WEISS, Chris. Venturi Antarctica all-electric exploration rover set to bite into polar ice. Net Atlas [online]. 12.12.2018 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://newatlas.com/venturi-electric-antarctica-polar-vehicle/57622/>

[19] World First. Pisten Bully [online]. 8.5.2019 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.pistenbully.com/deu/en/news-fans/news-press/detail/news/world-first.html>

[20] YARHI, Eli. Joseph-Armand Bombardier. The Canadian Encyclopedia [online]. 2017 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/joseph-armand-bombardier>

