



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

## DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY

DESIGN OF THE AUTONOMOUS SNOW GROOMER

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Arnošt Vespalec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. David Škaroupka, Ph.D.

BRNO 2017



## Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	<b>Bc. Arnošt Vespalec</b>
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	<b>Ing. David Škaroupka, Ph.D.</b>
Akademický rok:	2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### Design autonomní sněžné rolby

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

U současných sněžných roleb neexistuje řešení bez trvalé přítomnosti obsluhy, ačkoli dílčí pracovní procesy by bylo možné automatizovat a využít koncepci autonomního řízení. Vzhledem k vývoji v oblasti autonomních robotů lze předpokládat i využití jejich výhod v oblasti úpravy sněhových pokrývek. Jedním z příkladů, kde by autonomní rolba mohla být nasazena je například úprava povrchu méně náročných sjezdových svahů u geodeticky zmapovaných oblastí v lyžařských areálech.

Typ práce: vývojová - designérská

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

#### Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem je design autonomní sněžné rolby v podobě virtuálního parametrického modelu, který svým nastavením reaguje na výšku sněhové pokrývky.

Dílčí cíle diplomové práce:

- identifikace problémů souvisejících s nasazením autonomní rolby místo klasické,
- návrh koncepce upravování sněhové pokrývky pomocí autonomní rolby,
- návrh designu autonomní sněžné rolby,
- ověření a demonstrace funkčnosti navrženého řešení pomocí parametrizovaného modelu.

Požadované výstupy: publikace, průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 - 50 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

[http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP\\_DP/Zasady\\_VSKP\\_2017.pdf](http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2017.pdf)

**Seznam literatury:**

TEDESCHI, Arturo. AAD\_Algorithms-aided design: parametric strategies using grasshopper. Brienza, Italy: Le Penseur Publisher, 2014. ISBN 978-88-95315-30-0.

GENGNAGEL, Christoph, et al. (eds.). Computational design modelling proceedings of the Design Modelling Symposium Berlin 2011. Berlin: Springer, 2011. ISBN 978-364-2234-354.

LIDWELL, William, Kritina HOLDEN a Jill BUTLER. Univerzální principy designu: 125 způsobů jak zvýšit použitelnost a přitažlivost a ovlivnit vnímání designu. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3540-2.

FRANCE, Anna Kaziunas. Make: 3D printing. Sebastopol, CA: Maker Media, 2013. ISBN 978-145-7182-938.

LIDWELL, William a Gerry MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 15-925-3345-0.

MORRIS, Richard. The fundamentals of product design. Lausanne: AVA, c2009. ISBN 978-2-940373-17-8.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 1. 11. 2016



*Uz. Hartl*

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.  
ředitel ústavu

*Uz. Katolický*

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

---

## **ABSTRAKT**

Předmětem této diplomové práce je design autonomní sněžné rolby určené pro úpravu dobře geodeticky zmapovaných sjezdovek lyžařských areálů. Navržený design využívá inovativní přístup v oblasti detekce tloušťky sněžové pokrývky elektromagnetickým senzorickým systémem. Práce identifikuje a předkládá koncepci řešení specifických problémů autonomního provozu v lyžařských areálech, formou designérské vize. Tento koncept prezentuje a ověřuje pomocí parametrického modelu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Design, sněžná rolba, radlice, sněžná fréza, palivové články, tloušťka sněhu parametrický model.

## **ABSTRACT**

The subject of this master's thesis is the design of an autonomous snow groomer intended for the treatment of well-geodetically mapped slopes of ski resorts. Designed design uses an innovative approach to detecting the thickness of a snow cover by an electromagnetic sensor system. The work identifies and presents the concept of solving specific problems of autonomous operation in ski areas, in the form of a design vision. This concept is presented and verified using a parametric model.

## **KEYWORDS**

Design, snow groomer, ploughshare, snow thrower, fuel cells, snow thickness, parametric model.



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

---

VESPALEC, A. *Design autonomní sněžné rolby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 119 s. Vedoucí diplomové práce Ing. David Škaroupka, Ph.D..



## **PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE**

---

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design autonomní sněžné rolby vypracoval samostatně a seznam literatury obsahuje řádně uvedeny veškeré použité zdroje.

.....  
v Brně

.....  
podpis



## PODĚKOVÁNÍ

---

Touto cestou bych chtěl poděkovat především vedoucímu diplomové práce panu Ing. Davidu Škaroupkovi, Ph.D. za vedení, nápady a podporu v průběhu tvoření této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Martinu Doulíkovi z Pece pod Sněžkou, který mi objasnil spoustu praktických věcí týkající se sněžných roleb. Celému odboru průmyslového designu na akultě strojního inženýrství v Brně.

V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině, spolužákům, kamarádům a také skvělým lidem, kteří již nejsou mezi námi. Děkuji babičko.



**OBSAH**

<b>ABSTRAKT .....</b>	<b>5</b>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>KEYWORDS .....</b>	<b>5</b>
<b>BIBLIOGRAFICKÁ CITACE.....</b>	<b>7</b>
<b>PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE .....</b>	<b>9</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ.....</b>	<b>11</b>
<b>OBSAH .....</b>	<b>13</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>15</b>
<b>2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ.....</b>	<b>17</b>
2.1 Designérská analýza .....	17
2.1.1 Historický přehled .....	17
2.1.2 Současný stav .....	19
2.1.3 Současní zástupci produktových kategorií .....	20
2.1.4 Závěr designérské analýzy.....	31
2.2 Technická analýza .....	32
2.2.1 Úvod – pojem sněžná rolba .....	32
2.2.2 Součásti sněžné rolby .....	32
2.2.9 Senzory .....	48
2.2.10 Dílčí asistenční systémy .....	48
2.2.11 Reálné aplikace autonomních strojů.....	50
<b>3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE .....</b>	<b>52</b>
3.1 Identifikované problémy současných roleb .....	52
3.2 Specifikace technických parametrů současné produkce sněžných roleb.....	52
3.3 Cíl práce.....	53
3.4 Identifikace problémů souvisejících s nasazením autonomní rolby.....	53
3.5 Specifikace parametrů pro autonomní sněžnou rolbu .....	54
<b>4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU .....</b>	<b>55</b>
4.1 Metodika.....	56
4.1.1 Proces navrhování .....	56
4.1.2 Použité metody .....	56
4.1.4 Výběr variant .....	59
4.2 Varianta 1 .....	60
4.3 Varianta 2 .....	61
4.4 Varianta 3 .....	62
4.5 Vývoj finální varianty.....	63
<b>5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>65</b>
5.1 Proporce.....	66
5.2 Kompozice.....	66
5.3 Kapotáž.....	67
5.4 Korba a přístupové příčky .....	67
5.5 Pásky a blatníky.....	68
5.6 Osvětlení.....	68
5.7 Kapotáž senzorů .....	68
<b>6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>69</b>
6.1 Konstruktivně-technologické řešení .....	69

---

6.1.1 Rozměry sněžné autonomní rolby .....	69
6.1.2 Popis stroje.....	70
6.1.3 Rám a pásový podvozek .....	71
6.1.4 Pohonné ústrojí .....	72
6.1.6 Palivový článek.....	72
6.1.7 Ultrakapacitatory .....	73
6.1.8 Kontejnerový systém .....	73
6.1.9 Autonomní řízení .....	74
6.1.10 Parametrický model .....	75
6.1.10 Hardware autonomního řízení .....	80
6.1.11 Zorné úhly senzorického systému.....	82
6.2 Ergonomické řešení .....	83
6.2.1 Přístup z vnějšku.....	84
6.2.2 Servisní přístupy .....	85
<b>7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>85</b>
7.1 Barevné řešení.....	86
7.1.2 Barevné řešení 2.....	87
7.1.3 Barevné řešení 3.....	88
7.2 Grafické řešení .....	88
<b>8 DISKUZE .....</b>	<b>90</b>
8.1 Psychologické funkce .....	90
8.1.2 Výraz stroje.....	90
8.1.3 Přídavná zařízení.....	90
8.2 Ekonomické funkce .....	90
8.2.1 Marketingová analýza.....	90
8.2.2 Cílová skupina .....	93
8.2.3 Marketingová strategie .....	93
8.3 Sociální funkce .....	96
8.3.1 Společnost.....	96
8.3.2 Ekologie .....	96
8.4 Etika.....	96
<b>9 ZÁVĚR .....</b>	<b>97</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>98</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....</b>	<b>104</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....</b>	<b>107</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>108</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>109</b>

## 1 ÚVOD

**1**

---

Vedle vědy, technologie a umění je design velmi mocným nástrojem, jak úspěšně přetvářet myšlenky v reálno. Design se tak stává součástí našich životů už od nepaměti a je velkým hnacím motorem kupředu nejen v estetickém tvarování předmětů a strojů ale je také hnacím motorem k překonávání zakořeněných stereotypů.

Vývoj nových technologií a jejich aplikace jsou již exponenciálními funkcemi časové osy lidstva. V důsledku integrace těchto technologií je nevyhnutelné použití autonomních systémů, které mají nahradit člověka. Lidé, v závislosti na zaběhlém ekonomickém a technologickém implementačním systému, tuto integraci vnímají negativně, nicméně tato skutečnost se bude postupem času stupňovat v jeho prospěch.

Sněžné rolby tvoří skupinu strojů, ve které se nachází široké spektrum nekategorizovaných produktů určených pro různé operace na sjezdovkách i mimo ni.

Moderní sněžné rolby užívané v lyžařských areálech již disponují zařízeními, které usnadňují ve větší, nebo menší míře práci operátorovi. Pracovní náplň operátora v období sezóny je nepřetržitý provoz, který je spojen s rizikem únavy, a tedy nepozornosti operátora. Vlivem tohoto faktoru nastává v provozu řada nehod, kterým se dá zabránit různými způsoby.

Proto se tato diplomová práce zabývá designem sněžné autonomní rolby určené pro údržbu a úpravu lyžařských sjezdovek za specifických podmínek. Diplomová práce se bude zabývat i návrhem koncepce upravování sněhové pokrývky s využitím dostupných technologií a ověření správnosti koncepce parametrizovaným modelem.



## 2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

**2**

2.1

### 2.1 Designérská analýza

Přirozený vývoj produktu neustále pokračuje stejně tak, jako v přírodě, avšak v určité fázi je vývoj již už staré verze produktu zdánlivě završen tvarovým a designérským řešením. Tvarové a designérské řešení vyplývá z jednotlivých funkčních charakteristik a požadavků na produkt. Jedná se tedy o harmonizaci produktu vystávající z dílčích vývojových stádií tak, aby byla v souladu se všemi funkčními požadavky nebo jejími relevantními kompromisy.

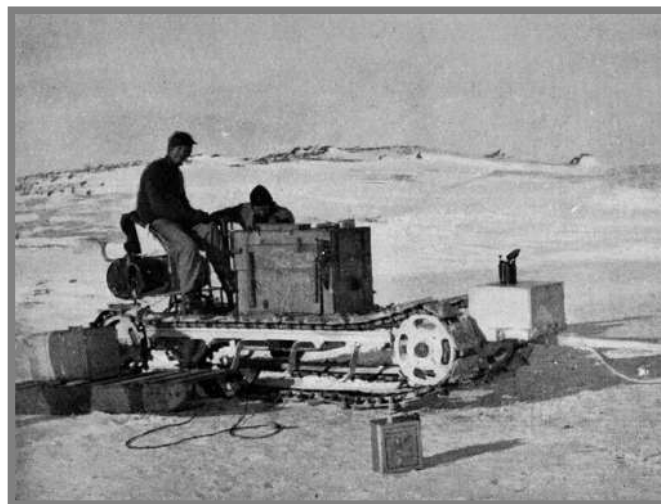
#### 2.1.1 Historický přehled

2.1.1

Počátky vývinu sněžných roleb je velmi obtížné určit, jelikož data vydání některých patentů nesouhlasí s daty vynalezení a opačně, proto se spíše jedná o výňatek klíčových vývojových událostí z celkové chronologie vývoje, který předznamenával vznik sněžných roleb.

Z pohledu historie byl pásový podvozek vynalezen již roku 1904 angličanem J. Boydellem, nicméně konstrukce byla prioritně určena pro těžké traktory k vykonávání fyzicky náročných úkonů na staveništi. [1]

Poprvé bylo použito vozidlo s pásovým podvozkem v extrémních podmínkách roku 1911, při dobývání Jižního pólu v expedici Terra Nova pod vedení kapitána Roberta Falcona Scotta. Tyto tzv.: motorové sáně sloužili k vykládání lodního nákladu a k manipulaci s těžkými břemeny se zásobami. Autorem konstrukce byl kapitán Robert Falcon Scott a konstruktér Reginald Skelton.[2,3]



Obr. 2-1 Motorové sáně před započatím cesty na Jižní pól [2]

Roku 1917 obdržel od patentního úřadu Virgil D. White povolení na modifikaci vozu Ford model T jako sněžného automobilu. Přední náprava byla nahrazena dvojicí lyžin, ty fungovaly na stejném principu řízení jako přední náprava. V zadní části byly namontovány dvě nápravy, které byly spojené speciálními řetězy upravenými pro zajištění trakce ve sněhu.[4]

Po první světové válce, se objevuje první stroj sloužící k pohybu a dopravě lidí v zasněženém terénu. Autorem je Joseph Armand Bombardier, nadaný kanadský konstruktér se po tragické životní události rozhodl zkonstruovat vozidlo schopné pohybu na sněhu. Roku 1936 tak vznikl předchůdce dnešních sněžných roleb a skútrů Bombardier B-7. Bombardier B-7 mohl převážet celkem 7 lidí včetně řidiče, k ovládní vozidla na sněhu sloužila přední dvojice lyžin. Pohonem byl 6 válcový spalovací motor s plochými hlavami válců od výrobce Chrysler. Jednoduchá převodovka umožňovala jízdu třemi rychlostními stupni včetně spáteční rychlosti. Poprvé se objevuje využití pružné pryže ke konstrukci pásů podvozku. Použitím jiného materiálu než byla ocel Bombardier dosáhl výrazného snížení váhy vozidla ve prospěch říditelnosti a spotřeby paliva. Náhon pryžových pásů a jeho vypínání zajišťoval systém ozubených kol za řidičem. Hlavní hnací ozubené kolo (rozeta) byla vyrobena z několika materiálů. Nosná kostra rozety byla vyrobena ze dřeva, vnější plášť tvořila pryž. Rozeta včetně její výroby podléhá patentu od roku 1937. Tato koncepce náhonu pásů za pomoci rozety s využitím plných kol jako nosného prvku vedených v kolejnici pryžových pásů se používá dodnes. [4,5]



Obr. 2-2 Bombardier B-7 r.v.: 1936 [4]

Prinoth P-15 historicky první rolba která byla komerečně používaná k úpravě terénu na sjezdovkách po celé Evropě. Autorem koncepce společnosti Prinoth je bývalý automobilový závodník Ernst Prinoth, který chtěl uplatnit výkon motoru k užítku člověka a šetřit tak lidské zdroje v nebezpečném prostředí.[6]



Obr. 2-3 Prinoth P-15 [6]

### 2.1.2 Současný stav

2.1.2

Ze začátku bylo nesnadné určení sněžných pásových vozidel. Nejdříve vznikaly dílčí úpravy automobilových vozidel pro familiární pohyb v zasněženém terénu.

Od prvotní ryze funkční výroby sněžných roleb se od 60. let 20. století začínají vyskytovat náznaky estetického řešení strojů. V současnosti působí na trhu dvě společnosti udávající tempo v konstrukčním, technologickém a designérském směru navrhování sněžných roleb, určených pro úpravu sjezdovek, expediční a pracovní účely. Nicméně rolba určená pro správu lyžařských sjezdovek se v podobě sofistikovaného autonomního vozidla na trhu zatím nevyskytuje.

#### **Dělení sněžných roleb dle výrobce Kässbohrer Pistenbully**

Při komunikaci se zástupci výše uvedené firmy se spíše jedná o obchodní rozdělení než adekvátní kategorizaci dle účelu použití, výkonu, velikosti. Použití roleb dle dělení je různorodé a závisí spíše na specifických požadavcích zákazníka a podmínkách terénu, pro které je sněžná rolba určena.

- Vozidla Nordic
- Vysokohorská vozidla bez navijáku
- Vysokohorská vozidla s navijákem
- Vozidla pro přípravu zábavních parků

#### **Dělení sněžných roleb dle výrobce Prinoth**

Na rozdíl od výrobce Kässbohrer firma Prinoth přímo dělí typy sněžných roleb dle kategorií, pro které operace jsou určeny.

- Vysokohorská vozidla
- Vozidla pro konstrukci parků
- Vozidla pro tvorbu běžkařských tratí
- Vozidla pro úpravu pozemní komunikace
- Vozidla pro úpravu krytých sjezdovek
- Převážná vozidla

### 2.1.3 Současní zástupci produktových kategorií

Mezi současné zástupce jsou zařazena vozidla určená pro operace ve vysokohorských podmínkách, spadají tedy mezi kategorii Vysokohorských vozidel. Mimo jiné jsou zde i dvě rolby sloužící jako přepravní vozidla od kanadské společnosti Sno-Cat. [17]

Velmi důležité jsou i koncepční řešení nejen sněžných roleb ale také i pásových vozidel určených pro vykonávání práce v extrémních terénních a atmosférických podmínkách z důvodu inspiračních zdrojů a vymezení.

#### **Kässbohrer Pisten Bully 600 Polar SCR**

Stroj vyráběný německou firmou Kässbohrer, jejíž historie sahá až do roku 1893. Za stroji PistenBully výroby Kässbohrer stojí tedy více než 100letá tradice plná inovací. [12]



Obr. 2-4 Pisten Bully 600 Polar SCR s navijákem [12]

#### *Designérské řešení*

Kompoziční dělení je v souladu s funkcí jednotlivých komponent, tedy kabina, blok umístění pohonné jednotky je v přijatelném poměru vůči podvozku a přidavným zařízením.

#### *Tvarové a kompoziční řešení*

Tvarování kapotáže však již nepůsobí tak příznivě. Celkový výraz charakterizující vozidlo se ztrácí za množstvím nesourodých ploch. Mohutný jeřáb, sloužící k ukotvení rolby při prudkém stoupání do svahu, je namontován na korbě ve střední části rámu vozidla, tvoří tak stěžejní prvek. Tvarování jeřábu ve spodní části vůči stroji rozbíjí celkový kompaktní charakter.

*Barevné a grafické řešení*

Vizuální stránka vozidla a přídatných zařízení (sněžná fréza) je zvládnuta velmi dobře. Červená barva v kombinaci se světelnou signalizací přispívá k dobré rozlišitelnosti i za snížené viditelnosti.

*Ergonomické řešení*

Přístupnost klíčových součástí, komponent a systémů pro servisní účely, je řešena jednotlivými bloky odnímatelné, odklopné kapotáže. Sněžná rolba je už od začátku koncipována tak, aby byl přístup pro údržbu a opravu maximálně komfortní. Vstup do kabiny je z hlediska bezpečnosti rizikový. Děje se tak prostřednictvím výstupu na pojezdové pásy s následným vstupem do kabiny. Vnitřní uspořádání kabiny je rozčleněno do dvou částí a to pro operátora vozidla a pro spolujezdce. Kabina mimo jiné nabízí horizontální zorný úhel v rozsahu plných 180° a vertikální 70°. Ovládací prvky vozidla s indikačním displejem jsou umístěny na pravé straně řidiče. [12]



Obr. 2-5 Pisten Bully 600 Polar SCR servisní přístup [12]



Obr. 2-6 Pisten Bully 600 Polar SCR kabina [12]

### **Prinoth Beast**

Společnost Prinoth byla založena roku 1951, nemá tedy tak bohatou zkušenost s vývojem sněžných rolb jako Pisten Bully, svými výsledky je však největším soudobým konkurentem na trhu. [14]



Obr. 2-7 Prinoth Beast [14]

#### *Designérské řešení*

Funkční požadavky vozidla vzhledem k designu jsou zachovány a podporuje tak jeho kompaktní tvar. Negativní je však vytrhnutí střední části vozidla z kontextu jako celku.

#### *Tvarové a kompoziční řešení*

Sněžná rolba s obchodním názvem Prinoth Beast je velmi dobře zvládnuta tvarováním jednotlivých komponent, toto tvrzení se však týká pouze střední části.

Tvarová návaznost střední části vozidla (kabina, motorový prostor) s pásovým podvozkem a navijákem není dostatečně řešena. Celková kompoziční nevyváženost vozidla spíše vypovídá o dvou vozidlech jiného typu než o jednom celku.

#### *Barevné a grafické řešení*

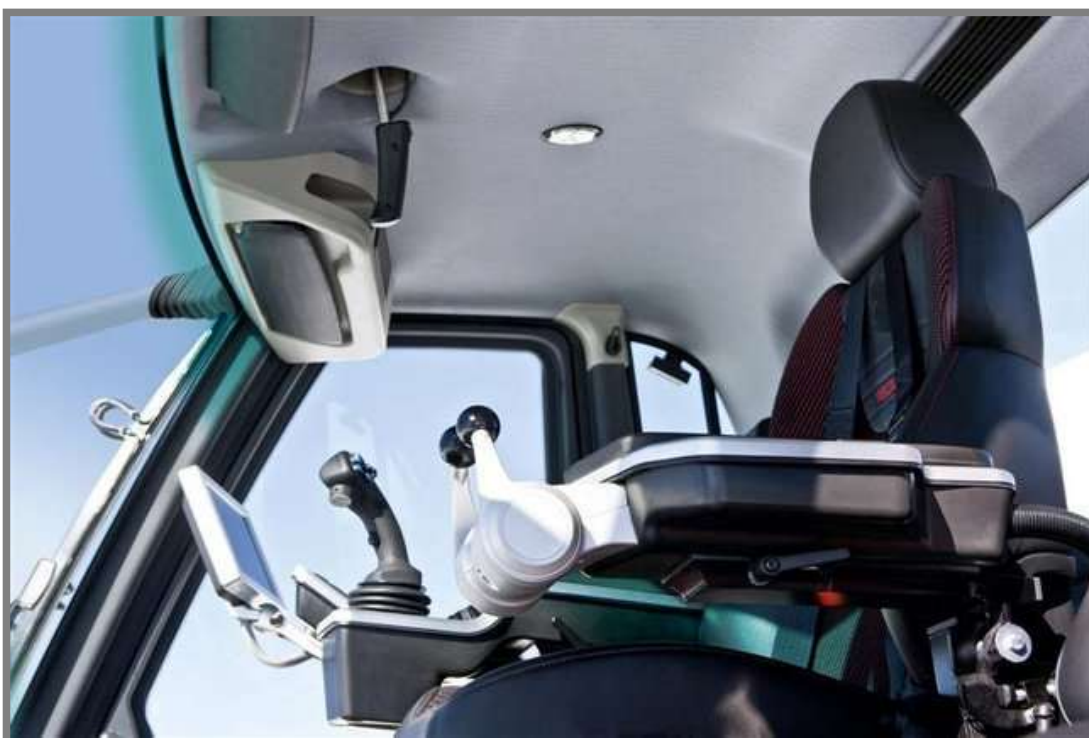
Barevné řešení je líbivé, není však vhodné s ohledem na riziko spojené s nedostatečnou viditelností za dobrých i špatných atmosférických podmínek i s použitím světelné signalizace.

### *Ergonomické řešení*

Stejně jako u předchozího případu rolby Pistenbully 600 Polar SCR, je přístup pro důležité součásti řešen odnímatelnou a odklopnou kapotáží. Důležitým aspektem je dispoziční umístění pohonu uprostřed vozidla, je tak docíleno velmi dobrého přístupu ke klíčovým komponentám pro servisního technika. Dispozičně stejné je i vnitřní uspořádání kabiny.



Obr. 2-8 Prinoth Beast servisní přístup [13]



Obr. -2-9 Prinoth Beast kabina [13]

### **Deer Forte DF 430**

Japonská společnost Ohara se svým 50-ti letým působením na trhu, není v oblasti konstrukce sněžných roleb žádným nováčkem, avšak oproti svým konkurentům v podobě společností jako je Pistenbully a Prinoth jím je, alespoň z pohledu sněžných roleb.



Obr. 2-10 Deer Forte DF430 [14]

#### *Designérské řešení*

Forde DF 430 je stroj nesporně technicky srovnatelný s jeho staršími konkurenty. Po straně designérské je však nevyřešen. Jedná se spíš o design patřící do minulosti tedy do 80. let minulého století.

#### *Tvarové a kompoziční řešení*

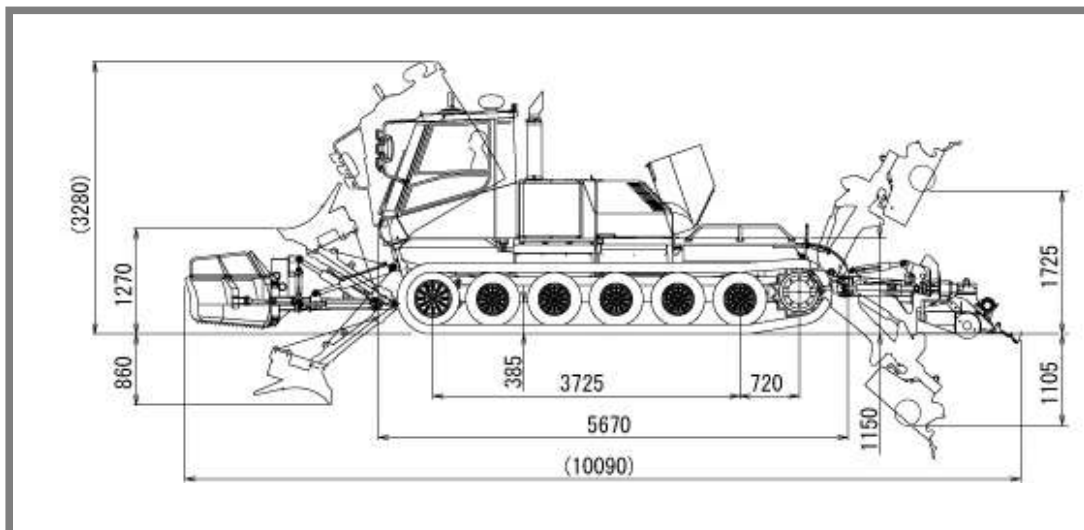
Jednoduché tvarování je příznivé jen pro výrobu. Nicméně jednoduché blokové členění stroje na první pohled vypovídá o hmotě celého vozidla a přispívá tak k navození pocitu stability a odolnosti vozidla. Kompoziční členění vozu je oproti konkurenci zvládnuto velice dobře, poměr kabiny vůči hnaným pásům, pohonné jednotce a přídatným zařízením je v poměrech 3:4:2:1. Jinými slovy kabina koresponduje s délkou a šířkou vozidla.

#### *Barevné a grafické řešení*

Kombinace černé a světle zelené barvy je typická pro společnost Ohara, která tuto rolbu vyrábí. Použití světle zelené barvy na spodní část kabiny podtrhuje stabilitu a odvádí tak pozornost od velikosti kabiny.

#### *Ergonomické řešení*

Přístup ke klíčovým komponentám je umožněno odklopnou kapotáží stejně tak jak u vozů konkurence. Kabina je konstruována pouze pro operátora, nabízí tedy větší komfort z hlediska výhledu do všech stran.



Obr. 2-11 Deer Forte DF 430 servisní přístup [14]



Obr. 2-12 Deer Forte DF 430 Kabina [14]

### **AZTEC Graphit**

Francouzská společnost Aztec je na trhu relativně nováčkem ale získává si své zákazníky nekonvenčním řešením pohonu. V kooperaci se svými partnery (Ohara, Caterpillar), společnost Aztec, vyvinula sněžnou rolbu, která používá jako zdroj elektrické energie palivové články [23]



Obr. 2-13 AZTEC Graphit přední pohled [23]



Obr. 2-14 AZTEC Graphit zadní pohled [23]

#### *Designérské řešení*

Stroj Aztec Graphit je jediná rolba svého druhu určená k úpravám sjezdovek, která užívá nekonvenčního zdroje energie a to v podobě vodíkových palivových článků. Působí vyváženě a přitom účelně.

### *Tvarové a kompoziční řešení*

Tvarování je odrazem kompromisu mezi oblým a hranatým tvaroslovím, které působí harmonicky. Podobně jako všechny rolby je vozidlo členěno do systematicky volených bloků.

### *Barevné a grafické řešení*

Výstražná kombinace barev je vhodná vzhledem k pracovním podmínkám a nasazení rolby. Žlutá barva patří mezi výstražné a nejkontrastnější barvy v kombinaci s černou. Je tedy lépe vnímaná jako ukazatel možného nebezpečí oproti červené barvě. [73]

### *Ergonomické řešení*

Přístup ke klíčovým komponentám je umožněno odklopnou kapotáží stejně tak jak u vozů konkurence.

## **Model 2000 Tucker Terra**



**Obr. 2-15** Model 2000 173 HP Tucker-Terra [16]

### *Designérské řešení*

Rolby Tucker Terra prioritně slouží k přepravě lidí a techniky v extrémních podmínkách zasněženého terénu. Nejsou tedy prioritně určeny k úpravám sjezdovek, nicméně v Kanadě se k těmto účelům používají.

#### *Tvarové a kompoziční řešení*

Kompoziční členění je velmi dobře patrné. Celé vozidlo se skládá z kabiny, motorové části za kabinou, platformy, nezávislého pásového podvozku a přídavných zařízení. Hlavní dominantu tvoří krabicově tvarovaná kabina a kaskádovité uspořádání motorové části. Vozidlo je vhodně odlehčeno velikostí oken a vhodným barevným řešením.

#### *Barevné a grafické řešení*

Barevné řešení koresponduje s prioritní funkcí vozidla, oranžová barva vozidla je vhodně zvolena kvůli rozlišení vozidla i za snížených podmínek viditelnosti ať už se jedná o blizzard nebo noční provoz.

#### *Ergonomické řešení*

I přes to, že se nejedná o typickou rolbu, je inspirativní účelné tvarování kabiny umožňující velmi dobrý výhled jak horizontální tak svislý. Vnitřní prostory jsou zařízené tak, aby bylo zajištěno maximální pohodlí pro přepravu většího počtu lidí. Jako špatné řešení může působit nastupování do celého vozu pomocí nevhodně umístěných stupaček pod ohbím vozidla. Je to velmi velká slabina, díky které může snadno dojít k zdravotnímu riziku spojené s úrazem.

### **2000 Fat Cat**

Firma Sno-Cat využívá jiné koncepce podvozku, čtyř pásů hnaných přes Kardanovu hřídel. K řízení rolby slouží natáčení přední a zadní dvojce pásů. Pásky jsou vedeny přes soustavu tlumících a vypínacích kladek. I přes to, že se nejedná o typickou rolbu, je inspirativní účelné tvarování kabiny umožňující dobrý výhled.



Obr. 2-16 2000 Arctic Fat-Cat [17]

*Tvarové a kompoziční řešení*

Podobně jako u předchozího modelu Tucker Terra je kompoziční členění velmi dobře patrné. Hlavní dominantu tvoří krabicově tvarovaná kabina a kaskádovité uspořádání motorové části. Vozidlo už nepůsobí odlehčeným dojmem, naopak spíše těžkopádným, to má však opodstatnění vzhledem k použití většího kabinového prostoru pro posádku.

*Barevné a grafické řešení*

Barevné řešení koresponduje s prioritní funkcí vozidla, oranžová barva vozidla je vhodně zvolena kvůli rozlišení vozidla i za snížených podmínek viditelnosti ať už se jedná o blizzard nebo noční provoz.

*Ergonomické řešení*

Účelné tvarování kabiny umožňuje velmi dobrý výhled v horizontálním směru, avšak ve svislém směru je řidič velmi omezen výhledem. Vnitřní prostory jsou zařízené tak, aby bylo zajištěno maximální pohodlí pro přepravu většího počtu lidí v extrémních podmínkách. Jako špatné řešení působí volba nastupování jako u předešlého vozidla.

**Progressive Evolution (konceptní design)**

Obr. 2-17 Progressive Evolution, konceptní design [18]

*Designérské řešení*

Velmi inspirativní po designérské stránce je tento koncept pásového vozidla. Jedná se pouze o inspiraci z uměleckého hlediska s vizí do budoucna.

*Tvarové a kompoziční řešení*

Příznivé je tvarování a vhodně umístěná hmota vozidla do pásového podvozku. Vozidlo nemá tendenci pocitově padat, naopak utvrzuje svoji stabilitu. Koncepce rozložení komponent a celkový charakter vozidla se nese v harmonickém duchu.

### *Barevné a grafické řešení*

Kombinací bílé a černé barvy je dosaženo čistoty tvaru. Zároveň koncentrace černé barvy ve středu velmi přispěla v optickém uvědomění si hmoty tam, kde je důležitá. Negativní je použití barvy v případě venkovního nasazení vozidla, zde by tato kombinace způsobila nízkou úroveň viditelnosti.

### **NEXO (konceptní design)**



Obr. 2-18 Nexo, konceptní design [78]

### *Designérské řešení*

Velmi zajímavý koncept sněžné rolby poháněné elektromotorem od designéra Anderase Siegismunda. Konceptní řešení je v modulárnosti rolby, tedy vozidlo je rozděleno do modulů, které lze měnit v případě potřeby.

### *Tvarové a kompoziční řešení*

Tvarově je vozidlo rozděleno do bloků a základních buněk. Návrh nám při prvním pohledu patrně naznačuje, že se jedná o modulárně řešené vozidlo. Kompoziční členění bohužel utrpělo výměnou za možnost modulárního přenastavení vozidla.

### *Barevné a grafické řešení*

Nevhodné použití barev je nepřijatelné, modrá barva zkrátka do prostředí, ve kterém se sněžná rolba pohybuje, je krajně nevhodná.

## Pisten Bully 300W



Obr. 2-19 Detaily stroje Pisten Bully 300W

Je výrobkem Ulmské firmy Kässbohrer, tato sněžná rolba byla poháněná šesti-válcovým motorem o objemu 7,2 l Mercedes-Benz OM 926 LA. Před samotným použitím je nutné stroj nechat 20 minut zahřát na optimální pracovní teplotu. Celková spotřeba paliva činí 18l na hodinu provozu s nádrží o kapacitě 190l. Jedná se o rozměrný stroj o délce téměř osmi metrů, šířkou pěti metrů a váhou necelých 11 tun včetně příslušenství zahrnující stavitelnou radlici a sněžnou frézu. Jedná se o starší model, nemá tedy tak propracované tvarování jako to bylo v případě modelu PistenBully 300 Polar Antarctic. [8]

### 2.1.4 Závěr designérské analýzy

2.1.4

Na základě provedené analýzy vyplynulo několik závěrů, které budou ovlivňovat návrh autonomní sněžné rolby

#### Design

Sněžné rolby jsou spíše funkční stroje, v tom samém duchu se budou orientovat i jednotlivé varianty stroje. Především jde o vytvoření souladu mezi funkční a estetickou stránkou věci.

#### Tvar a kompozice

Velkým problémem je korespondence návaznosti tvaru nadstavbové části vozidla na technické části sněžné rolby. Tvar a kompozice tedy bude respektovat a přejímat tvarosloví technicky neměnných komponent.

#### Barva a grafika

Barevnost je řešená z hlediska bezpečnosti kontrastní barevností. Některé věci není nutné měnit. Barevné řešení tedy bude respektovat barevnost a střídmost v užití grafiky, jako je tomu u soudobé celosvětové produkce sněžných roleb.

## 2.2 Technická analýza

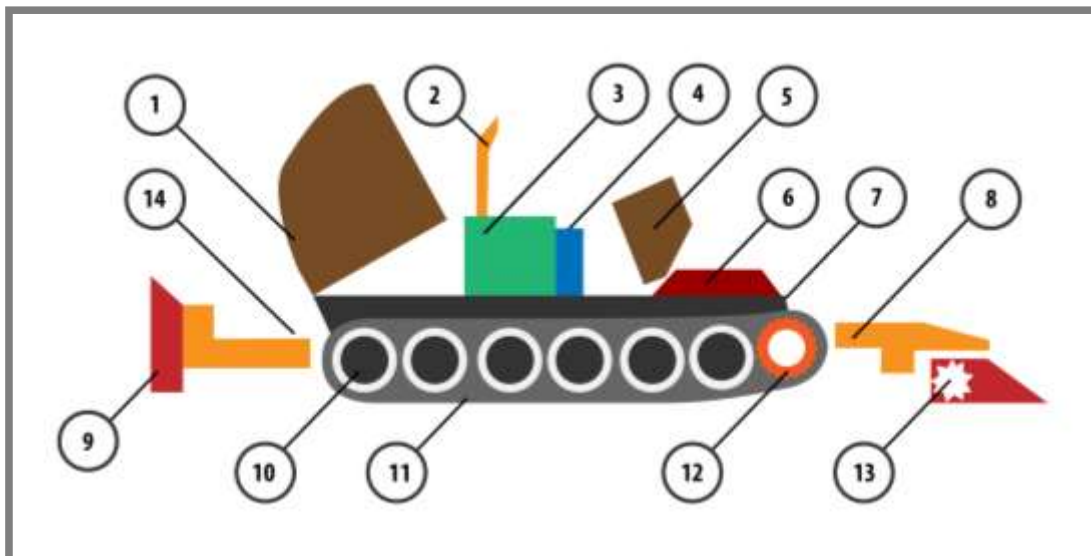
### 2.2.1 Úvod – pojem sněžná rolba

Jak již bylo uvedeno v designérské analýze pod pojmem sněžná rolba, se vyskytuje široké spektrum strojů určených pro povrchovou úpravu sjezdových svahů. Kategorizace těchto strojů není jednoznačně určena výkonem motoru nebo typem karoserie, jak tomu bývá u jiných vozidel. Kategorie jsou sice určeny podle použití v terénu a typu operací ale i v jednotlivých kategoriích se vyskytují rolby rozdílných velikostí a výkonnostních parametrů. Proto diplomová práce zaměřena na sněžné rolby nejvyšší výkonnostní třídy určené k úpravě sjezdovek ve vysokohorských lyžařských areálech. Výkon motoru těchto roleb je udáván v rozmezí 290/ 390 kW. Rozměry těchto strojů se pohybují orientačně kolem 9000 x 6000 x 3000 mm (D x Š x V).

### 2.2.2 Součásti sněžné rolby

Sněžná rolba je složitý stroj sestávající se z dílčích systémů, které musí splňovat široký rozsah technických kritérií a norem. Z tohoto důvodu se v technické analýze omezují pouze na stručný popis funkce sněžné rolby a popis soudobé technologie implementované do stroje. Technická analýza se zabývá rámem stroje, pohonem, pohonem pásového ústrojí, pásy, přídatnými zařízeními (radlice, fréza, tažné zařízení) a soudobými autonomními systémy užívaných v rolbách.

#### Schéma sněžné rolby



Obr. 2-20 Schéma sněžné rolby:

1-kabina; 2-výfukové ústrojí; 3-pohon; 4-chladicí systém; 5-kryt chladiče;  
6- korba s možností montáže navijáku; 7-rám; 8-hydraulické ovládání frézy; 9-polohovatelná radlice;  
10-19'' kola; 11-gumový pás; 12-hnací rozeta; 13-sněžná fréza, 14-hydraulické ovládání radlice

### 2.2.3 Rám

Nosným prvkem stroje je rám z oceli. Ten tvoří stavební základ pro nástavbu a pojížděcí ústrojí. V praxi se používají dva základní druhy konstrukce rámu, a to rámy svařované a dělené. Pro konstrukci rámu sněžných roleb se využívá pouze rámu svařovaných. Dělené rámy se používají u těžké techniky vykonávající zemní práce, kde je potřeba i vysoká nosnost rámu. [26]

#### Rámy svařované

Tento druh rámu má nejčastěji skříňovou konstrukci, která je tvořena středovým mostem. K tomuto středovému prvku jsou po stranách přivařeny příčné nosníky a k nim podélné nosníky, které slouží jako nosiče pásů.

Dříve byly hojně používány u všech typů sněžných roleb, dnes se používají u roleb, které nejsou určené k úpravám sjezdových svahů, pro jejich vysokou hmotnost a robustnost. [26]



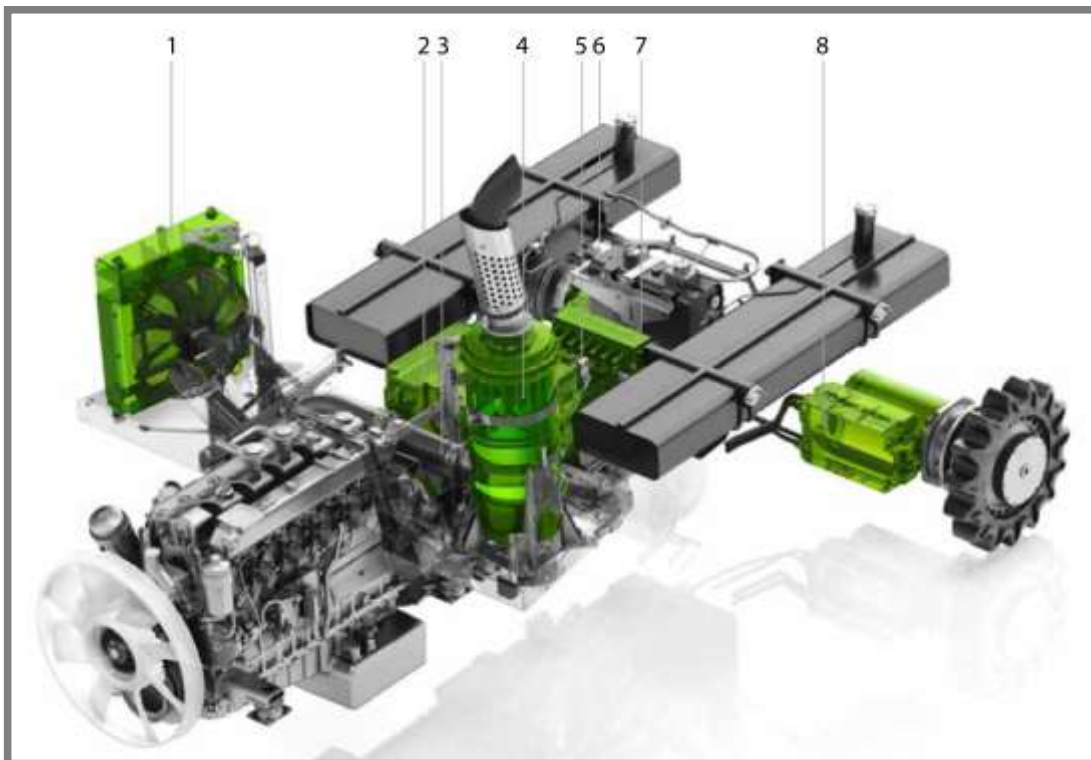
Obr. 2-21 Svařenec rámu [26]

## 2.2.4 Pohon

Pro pohon všech kategorií sněžných roleb se využívá elektromechanického nebo hydrostatického pohonu. Všeobecně je nejvíce rozšířen hydrostatický pohon, elektromotorický je v posledních letech na vzestupu. Pro pohon všech kategorií sněžných roleb se využívá pohonné jednotky v podobě vznětového motoru o výstupním výkonu od 100 kW do 400 kW. [30]

### Elektromechanický pohon

V minulém roce představila společnost Pistenbully historicky první sněžnou rolobu poháněnou diesel-elektrickým pohonem. Vznětový motor zůstal nezměněn, došlo pouze k výměně okruhu hydrostatického systému pro pojezd za dva trakční asynchronní elektromotory. [29; 30]



**Obr.2-22** Elektromechanický systém s pohonnou jednotkou Mercedes-Benz OM 460 LA 295kW [30]

1-tepelný výměník a náporový chladič hydraulického oleje; 2-dva AC generátory; 3-rozdělovací převodovka; 4-filtr pevných částí výfukového systému; 5- řídicí jednotka brzdného systému; výkonový spínač s brzdným rezistorem; 6-Jednotka výkonné elektroniky; 7- DC/AC měnič s napěťovým meziobvodem; 8-asynchronní trakční elektromotory s planetovou převodovkou o výkonu 140kW

### Elektromotorický systém

Pohonná jednotka je doplněna o dvojici elektrických generátorů, ty dodávají stabilní stejnosměrný proud, který DC/AC měnič napětí převede na střídavý a pošle do dvojice asynchronních elektromotorů pro pojezd a frézy. Hlavním benefitem tohoto systému je stabilní počet otáček v závislosti na požadovaném výkonu elektromotorů, okamžitá reakce elektromotorů bez časové prodlevy. S tím je spojené velké snížení spotřeby pohonných hmot. [30, 43]

### Hydrostatický pohon

U sněžných roleb se užívá koncepce hydrostatického pohonu. Hydrostatický pohon efektivněji využívá a distribuuje energii ze vznětového motoru. Pro přenos výkonu z hydrogenerátoru slouží radiální a axiální pístové hydromotory. V porovnání s elektromechanickým pohonem je velikost hydromotorů vůči elektromotorům řádově o 50% menší. Nevýhoda spočívá v nutnosti zahřívání celé soustavy před samotným provozem na provozní teplotu cca 60°. [33, 34]

### Hydrostatický systém

Hydrostatický systém se skládá z uzavřeného nebo otevřeného obvodu, který obsahuje soustavu hydraulických komponent. Tyto obvody potom zajišťují správné vykonávání funkcí, pro které jsou konstruovány. [35]

Při konzultacích s odborníkem se u sněžné rolby využívá obou obvodů. Uzavřený obvod má stanovený objem tlakové kapaliny, kde úbytek tlakové kapaliny v závislosti na netěsnosti soustavy hlídá a doplňuje pomocný generátor PHG. Na rozdíl od otevřené soustavy se v uzavřené soustavě více zahřívá tlaková kapalina, z toho důvodu je třeba jej chladit. [35]

### Hydrostatický obvod

Zabezpečuje chod dílčích systémů, ze kterých se skládá.

- Zadní přídavná zařízení - dynamický přítlak frézy a paralelní polohování frézy
- Čelní přídavná zařízení - ovládání radlice s 12-ti polohami
- Tažné zařízení
- Vypínání pásů
- Chladicí systém
- PHG generátor

### Alternativní pohony

V současnosti již fungují sněžné rolby na alternativní pohony využívající palivových článků na vodík nebo hybridní pohony na zemní plyn CNG. Příkladem je sněžná rolba Aztec Graphit. Do budoucna lze předpokládat vývoj cestou alternativních pohonů, v důsledku postupného zpřísnování emisních limitů v Evropě. Již se zavádí používání hybridního pohonu [23]

#### 2.5.4 Pohon pásového ústrojí

V závislosti na typu pohonu sněžné rolby závisí i samotné pásové ústrojí, které dává do pohybu celý stroj.

### Hydrogenerátor

Jedná se vlastně o čerpadlo, které je poháněné hnací jednotkou. Hnací jednotka dodává do hydrostatického systému konstantní nebo proměnnou energii ve formě množství průtoku tlakové kapaliny. Ta se přivádí pomocí tlakových hadic do hydromotoru, kde je tlaková energie (až 30MPa) přeměněna na mechanickou. Rozdíl mezi hydrogenerátory a hydromotory je minimální, hydrogenerátory často může fungovat stejně jako hydromotor. [35]

### Hydromotor

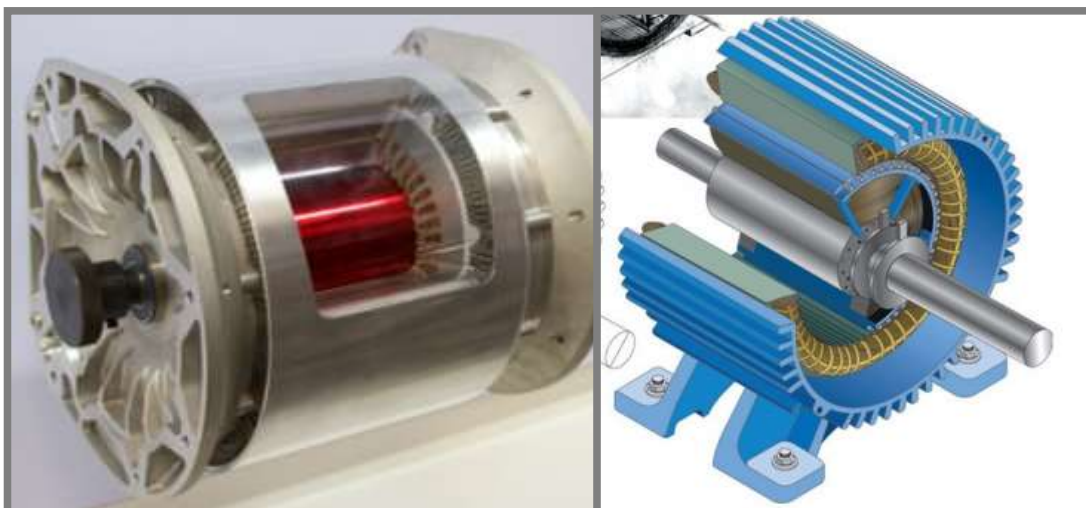
Pohon obou hnacích turasových kol zabezpečuje vlastní axiální neregulovaný pístový hydromotor (obr.31), k hydromotorům je přiváděno hnací médium v podobě hydraulického oleje pomocí vysokotlakých hadic od hydrogenerátoru. Vykonávají opačnou práci oproti hydrogenerátorům a mění tak tlakovou sílu na mechanickou. Hydromotory disponují vysokým počtem otáček až 3000 ot/min, pro redukci vysokých otáček je hydromotor osazen na výstupní hřídeli planetovou převodovkou. Řízení sněžné rolby se děje fyzicky smykem, technicky tedy regulací otáček turasových kol mechanickou změnou toku hydraulického oleje u hydromotorů.[26; 31; 35]



Obr.2-23 Řez axiálním pístovým hydromotorem [31]

### Elektromotor

Dělí se na komutátorové a bezkomutátorové. Komutátorové motory jsou nevhodné pro pohon strojů řízených elektromotory pro svoji nespolehlivost. Jako pohon se tedy využívá bezkomutátorových motorů. Princip je v točivém magnetickém poli vznikající ve statoru elektromotoru. Stator obsahuje cívky, které jsou natočeny v příslušném úhlu podle 3 fází, tedy ve  $120^\circ$ . Bezkomutátorové motory se dají rozdělit typologicky na synchronní a asynchronní. K pohonu se používají oba dva typy. [42]



Obr.2-24 Asynchronní motor [42]

Obr.2-25 Synchronní motor [47]

### Měnič napětí

Měniče napětí obecně dělíme na pět skupin podle charakteru vstupního a výstupního napětí. [42; 47]

- AC/AC měnič – usměrňovač
- AC/AC měnič – měnič frekvence
- DC/AC měnič – Střídač
- DC/AC měnič
- Transformátor

Měniče lze také rozdělit podle funkce a technologie na klasické a elektronické. Kde klasické pracují na principu elektromechanickém nebo elektromagnetickém a elektronické pracují na principech polovodičových součástek, jako jsou tranzistory a tyristory. [42, 47]

U elektromotorických systémů se používá nejčastěji DC/AC měnič. Může být také označován jako invertor nebo střídač. [42, 47]

### Hnací rozeta

Správný technický název je „Turasové kolo“, používá se jako hnací element pásových podvozků u těžké techniky. Hnací element se nachází v zadní části pásového podvozku. Přenáší tedy výkon z pojezdového hydromotoru na vodící řetěz pásu. Pro plynulý přenos výkonu s co nejmenšími dílčími ztrátami má turasové kolo po celém svém obvodu normou definované ozubení. Turasové kolo se nejčastěji vyrábí jako věnec s montážními otvory nebo jako jednotlivé segmenty.

U sněžných roleb se užívá ozubeného věnce montovaného na náboj kola, které je osazeno na výstupní hřídeli planetové převodovky. Technologicky je věnec rozety chráněn před atmosférickými účinky prostředí zalitím do tenké vrstvy polyuretanu. [26, 28]



**Obr. 2-26** Turasové kolo

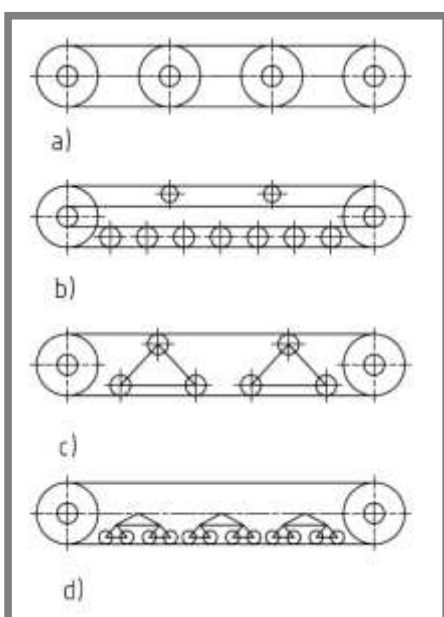


**Obr. 2-27** Detail turasového kola [28]  
(*Rolba Vulkollan 80 Sha*)

## Pásový podvozek

Typů konstrukce pásových podvozků je celá řada, moderní rolby však používají typ málokkladkového podvozku. Typ konstrukce zahrnuje uspořádání, tvar, počet pojezdových a podpěrných kladek, napínací kolo a kolo hnací. [26,33]

Moderní sněžné rolby využívají málokkladkového typu podvozku, kde se využívá dvojího typu konstrukce, a to jednořadého uspořádání vodících kol s hnacím turasovým kolem nebo dvouřadé uspořádání v podobě řazení vodících kol do jedné řady a hnacího turasového kola do druhé. U nových roleb se s dvouřadým uspořádáním už nesetkáváme. [33]



Obr.2-28 Typy konstrukce pásového podvozku [33]

- a) Málokkladkový,
- b) Mnohokladkový traktorový,
- c) Mnohokladkový vahadlový jednostupňový,
- d) Mnohokladkový vahadlový dvoustupňový

## Pásy

Použití pásů u sněžných roleb má svá specifika. Jejich konstrukce je velmi důležitá kvůli rozložení měrné hmotnosti. Každý pás se skládá zpravidla ze čtyř pryžových pásů a vodícího řetězu. K pryžovým pásům jsou přišroubovány profilované pojezdové lišty. Vypínání pásů zabezpečuje přední vypínací kolo pomocí elektronického systému v časovém intervalu jedné hodiny. Šíře pásů závisí na typu stroje a na specifických podmínkách terénu. [44]

## Opěrné desky

Slouží k přenosu trakční síly na podložku.

Vyrábí se v několika různých provedeních. Pro pohyb rolby na svahu se používají desky ve formě profilovaných pojezdových lišt. Vyrábí se ve třech materiálových provedeních, a to ve formě ocelových, hliníkových a pryžových profilů. Profily pro použití ve sněhu, jsou dvojího druhu. [45]

- Uzavřený profil
- Polo-uzavřený profil



Obr.2-29 Typy pásů

### *Vodiče kol (vodítka)*

Jsou montovány z vnitřní strany pryžových pásů a slouží k vedení pojezdových a hnacích truasových kol. Podle typu podvozku se dělí vodiče na jednořadé a dvouřadé.



Obr.2-30 Dvouřadý vodič kol a jeho uchycení na pásu

### Pojzdová kola

Pojzdová kola slouží jako nosný a vypínací prvek pásů k rovnoměrnému rozprostření hnací síly z hnacích turasových kol. U málokkladkového typu podvozku se po odborné konzultaci dá hovořit spíše o kolech než o kladkách. Pojezdová kola slouží jako vodící elementy pro pásy. U sněžných roleb se nejčastěji vyskytují tři typy pojezdových kol. Jejich rozměry se udávají v palcových řadách [46]

- Bezdušová plná kola (Obr. 39)
- Kola s pneumatikami (Obr. 40)
- Litá loukoťová kola (Obr. 41)



Obr.2-31 Bezdušová kola [46]



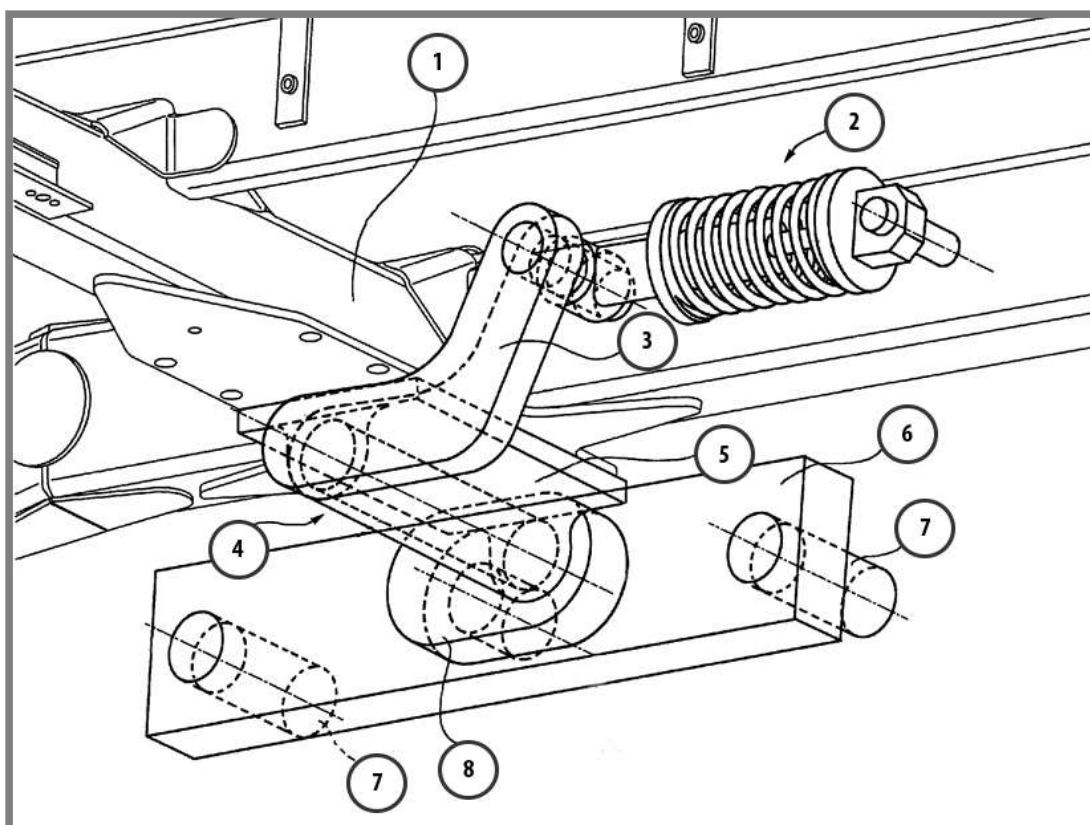
Obr.2-32 Kola s pneumatikami



Obr.2-33 Litá loukoťová kola [46]

### *Tlumení*

Tlumení podvozku sestává z mechanického spojení mezi rámem, vahadlem a částí hydraulického obvodu. Na vahadlu jsou dvě montáže pro vodící kola. Tlumič rážů je namontován na rámu rolby, kde přenos tlumící síly je vykonáván ramenem. To je přivařené k vahadlu. Tlumič se skládá ze dvou komor, které se plní v závislosti na požadované tlumící síle, tlumícím médiem z dvou expanzních komor. Každá z nich je oddělena membránou na dvě poloviny. Jedna polovina je naplněna vzduchem nebo jiným plynem a druhá nestlačitelnou hydraulickou kapalinou. V závislosti na množství hydraulické kapaliny v expanzních nádržích je možné upravovat nastavení tuhosti tlumiče. [38]



**Obr.2-34** Detail umístění a zapojení tlumiče [38]

1-rám svařence; 2-tlumič; 3-rameno tlumiče; 4-klika; 5-opěrná deska; 6-vahadlo, 7-montáž pro kola; 8-rameno vahadla

### 2.2.5 Přídavná zařízení

2.2.5

Přídavná zařízení stejně jak v případě stavební a zemědělské techniky i u sněžných roleb tvoří nedílnou součást. Velmi důležitým aspektem je vzájemná nekompatibilita přídavných zařízení napříč výrobci.

#### Přední přídavná zařízení

Mezi přední přídavná zařízení patří základní radlice, radlice pro konstrukci parků, nakladač na radlici, lžice na sníh, přední sněžná fréza určená k odklizení sněhu z komunikace, řezačka sněhu a transportní box. [48,49]

#### *Radlice*

Radlice slouží k rovnání sněžové pokrývky do relativní roviny za strojem. Radlice u sněžných roleb disponují většinou 12-ti nastavitelnými polohami. Operátor tak může flexibilně reagovat na změny terénu a umožňuje reagovat na vychýlení tlačného množství sněhu. [50]

Obecně jsou velikosti radlice různorodé dle výrobců. Výrobce Prinoth montuje na své roleby tři základní velikosti podle pracovní délky.[50]

Verze 2,5 m ... 2590 / 3100 mm s otevřenými křídly

Verze 2,8 m ... 2720 / 3250 mm s otevřenými křídly

Verze 3,1 m ... 3000 / 3650 mm s otevřenými křídly

Radlice je vyrobená z nosíkové konstrukce (Obr. 45). Skládá se ze tří základních částí - středová část, pravé a levé křídlo. Obě křídla radlice jsou připevněna pohyblivými čepy ke středové základní části, o jejich pohyblivost se stará dvojice hydraulických pístnic. Celá konstrukce má nosíkový charakter. Hlavní nosíkový rám u všech tří součástí se nachází ve spodní polovině radlice. Rám radlice je svařen dvěma podélnými a dvěma příčnými trubkami čtvercového průřezu z každé strany dílců. Spodní rám slouží jako opěrný bod pro hydraulické písty a opora pro vnější plech. Na hlavní nosný rám jsou navařeny trubky čtvercového a kruhového průřezu, které tvoří podpory pro krycí perforovaný vnější plech. Na vrchní část korby působí menší síly než na spodní, proto je spodní část vyrobena ze silnějších trubek. Na spodní části radlice je navařeno zubové ostří, to slouží k rovnoměrnému krájení vrstvy sněhu.



Obr.2-35 Detail radlice

## 2.2.6 Zadní přídatná zařízení

2.2.6

### *Sněžná fréza*

Mezi zadní přídatná zařízení patří sněžná fréza. Ta slouží ke kultivaci povrchu sněhu na sjezdových svazích. Skládá se z krytů pásů (blatníky), hydraulického systému, středové frézy, sněhové komory, postranních ovladatelných finišerů a středového finišeru vyrobeného z kaučuku. [51]

Dva ocelové vyztužené kryty zabraňují hromadění sněhu od pásů. K rozmělnění sněhu na homogenní směs slouží mohutná středová fréza s ostrými zuby. Otáčky středové frézy přizpůsobuje operátor v závislosti na informacích, které zprostředkovává senzor rychlosti rotoru. Díky tomu dokáže operátor v reálném čase upravit kvalitu výsledného povrchu. Ve sněhové komoře se kumuluje upravený sníh a kaučukové finišery srovnají tuto sněhovou hmotu do typického manšestru. [51]



Obr.2-36 Sněžná fréza Prinoth Posiflex tiller [51]

### 2.2.7 Tažné zařízení

Naviják není standardní výbavou sněžné rolby, používá se při úpravách velmi strmého svahu, které by rolba za normálních podmínek nebyla schopna vyjet. Maximální tažná síla, kterou dokáže vygenerovat tažné zařízení, závisí na konstrukci a typu rolby. Zpravidla však dokáží vyvinout tažnou sílu v rozmezí 40 – 44 kN. Tažné zařízení je modulární zařízení, montuje se na korbu sněžné rolby pomocí čepů s pojistnými prvky. [52, 53]



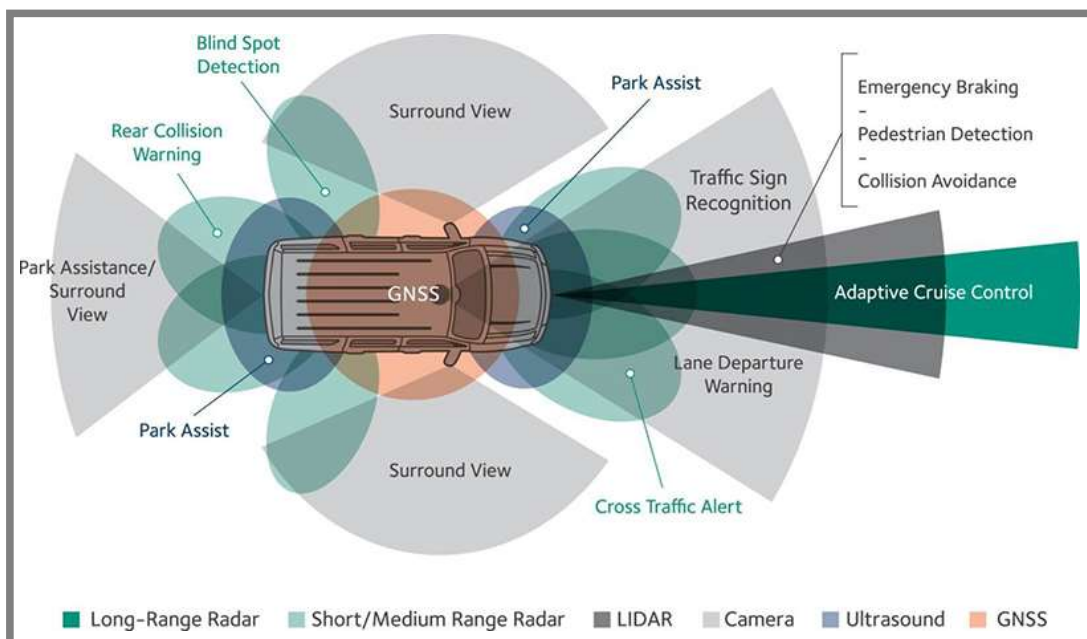
Obr.2-37 Tažné zařízení s nadstavbou Prinoth Automatic winch [52]

### 2.2.8 Autonomní řízení

Autonomně řízený stroj je zařízení, které dosahuje plnění svého předdefinovaného cíle předepsanou metodologií. Stroj vždy ověřuje cestu ke stanovenému cíli, v případě překážek však sám hledá nejjednodušší řešení, které vede k naplnění cíle. [56]

V současnosti neexistuje na trhu sněžná rolba, která by byla plně autonomní. Výrobci nabízejí implementaci dílčích převážně asistenčních systémů a nabízejí tak alespoň částečnou automatizaci, ta pomáhá při řízení sněžné rolby operátorovi.

Plně autonomní sněžná rolba musí kombinovat automatizaci vlastních zařízení a jejich propojení s centrální řídicí jednotkou v návaznosti na senzorickém systému blízkého a vzdáleného okolí.



Obr.2-38 Schéma integrace systémů autonomně řízeného automobilu [56]

## 2.2.9 Senzory

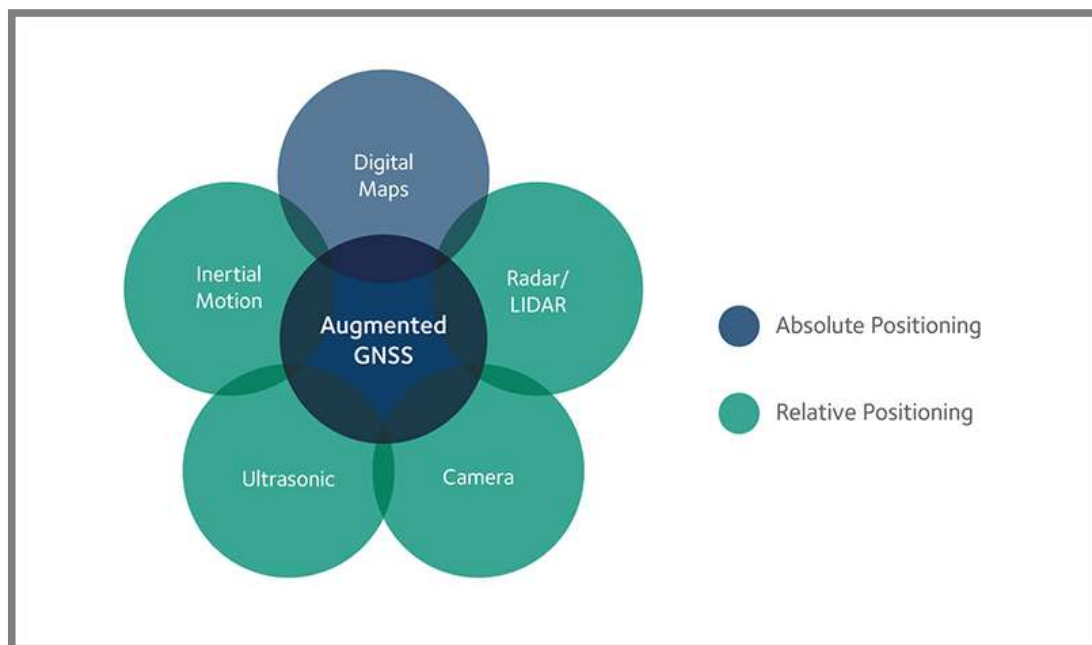
Dají se chápat různými způsoby a podle nich je i rozdělovat, obecně je však lze vnímat jako převodový stupeň mezi vyvolaným podnětem (měřená veličina) a vstupní veličinou (naměřenou veličinou). [57]

### Dělení podle vstupní veličiny:

- Geometrické veličiny (poloha, posunutí)
- Mechanické veličiny (rychlost, akcelerace, síla, tlak...)
- Teplotní veličiny
- Elektrické a magnetické veličiny
- Intenzita vyzařování (elektromagnetické = viditelné, infračervené a jiné spektrum, zvuk...)
- Chemických veličin
- Biologických veličin

### Integrace senzorů

Senzory pracující na bázi intenzity vyzařování elektromagnetického záření (radar, LIDAR, kamery) poskytují informace o vzdálenosti a pozici objektů, které jsou v blízkém nebo vzdáleném okolí stroje. Obecně pak popisují relativně přesnou lokalizaci stroje vůči překážkám. Při integraci jednotlivých technologií senzorických systémů s navigačními systémy GNSS, stroj získává tzv. šestý smysl, který dělá stroj autonomním [55, 57, 60]



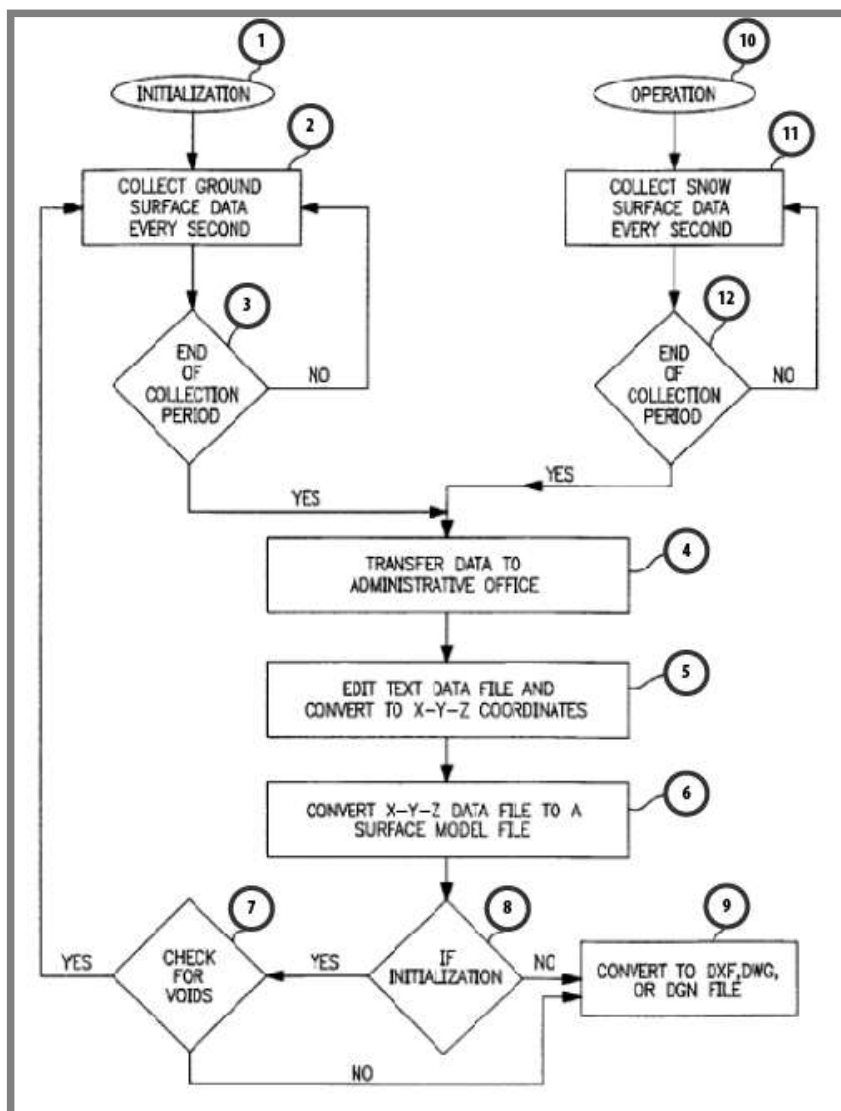
Obr.2-39 Schéma integrace senzorů [56]

## 2.2.10 Dílčí asistenční systémy

2.2.10

**Systém měření hloubky sněhu**

Systém metodicky sleduje hloubku sněhu s ohledem na terén povrchu nacházející se pod sněhem. Systém měření hloubky sněhu se může použít v kombinaci s globální systémem pro určování polohy (GPS) a zahrnuje inicializační jednotku pro generování dat, které reprezentují reálný povrch. Součástí systému je také vyhodnocovací jednotka hloubky sněhu, ta generuje data reprezentující sněhovou pokrývku. Dále je pak v systému zahrnuta analytická jednotka, ta komunikuje mezi inicializační a vyhodnocovací jednotkou a porovnává data terénu s daty sněhové pokrývky. Mocnost sněhu pak reprezentují data generované analytickou jednotkou. [58]



Obr.2-40 Vývojový diagram měření hloubky sněhu [58]

1-Iniciace sběru dat terénu; 2-sběr dat terénu; 3-Perioda sběru dat (repeat,until); 4-transfer dat do administrativy; 5-převod dat do koordinátů x,y,z; 6-převod dat do sítě terénu; 7-podmínka chyb; 8-kontrola chyb; 9- převod dat do 3D; 10- iniciace operace sběru dat sněhové pokrývky; 11-sběr dat sněhové pokrývky; 12-Konec sběru dat

### **SNOWsat**

Německá společnost Kässbohrer Pistenbully vyvinula tento systém pro efektivnější hospodaření se zdroji. Pro relativně přesný výpočet hloubky sněhu na sjezdovce využívá kombinaci dat z globálních navigačních systémů jako je GPS, GLONASS a GALILEO. [39,59]

Přepočítaná data pro korekci se vysílají v reálném čase přímo do palubního počítače GNSS v každé sněžné rohlbě, nebo pomocí opakovačů například ve vysokohorských střediscích se složitou topografií terénu. GNSS tyto údaje srozumitelnou formou operátorovi na displeji. [39]

---

### **2.2.11 Reálné aplikace autonomních strojů**

#### *Robo Plow*

Vozítko Robo Plow vyvinuté americkou společností SuperDroid Robots za účelem údržby pozemní komunikace pro automobily a auta v zimních podmínkách bez účasti člověka nebo za pomoci vzdáleného řízení. Jako pohon slouží elektromotor IG90 24-Vdc 127 ot/min, napájený dvojicí 24V a 12V baterií. Ostrý obraz je přenášen kamerou na vrchu vozidla přímo k operátorovi, dobrou viditelnost zajišťuje dvojice 80W reflektorů. Písty radlice jsou ovládány systémem na stlačený vzduch sestávající se z vzduchového kompresoru a expanzní nádoby.[7]



Obr. 2-41 Robo Plow, Vozidlo pro úpravu pozemní komunikace [15]

### **CASE IH Magnum**

Koncept autonomního traktoru vyvinutý americkou společností CNH za účelem obhospodařování velkých polí bez nutné účasti člověka nebo za pomoci vzdáleného řízení mobilním zařízením. Traktor disponuje AFS (advanced farming system) systémem řízení umožňující simultánní operace s jinými vozy (kombajn, sklízecí řezačka). K jeho orientaci slouží soustava senzorů (LiDAR, kamery). Ty jsou propojeny s řídicí jednotkou a GNSS systémem. [61]



**Obr. 2-42** CASE IH Magnum [61]

### 3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Na základě analytické rozhovorů s techniky, korespondencí s předními výrobci sněžných rolb Prinoth a PistenBully, došlo k vytvoření uceleného pohledu na celkovou problematiku.

#### 3.1 Identifikované problémy současných rolb

Jako zásadní problém je nutnost přítomnosti člověka při řízení sněžné rolby i při základní údržbě sjezdových svahů. S tím je spojený i faktor zvýšené možnosti úrazu při výstupu a vstupu do vozidla nebo venkovní manipulaci operátora sněžné rolby s jeřábem při ukotvení rolby v prudkých svazích.

Dále pak nejasnost obecného rozdělení sněžných rolb do kategorií určujících jejich použití, a neekonomická spotřeba paliva vznětového motoru. Je tedy nutností řešit určení rolby pro charakteristickou činnost omezenou v závislosti na limitech použitých technologií za účelem autonomie vozidla, parametrizace řešení kvůli ověření koncepce návrhu a nahrazení vznětového motoru ekvivalentní alternativou.

#### Obecné problémy

- Časová náročnost úkonů i při základní údržbě sjezdovky
- Monotónní práce nevhodná unavující člověka
- Efektivita
- Bezpečnost
- Kategorizace sněžných rolb
- Emise CO<sub>2</sub>

#### 3.2 Specifikace technických parametrů současné produkce sněžných rolb

Na základě provedené technické analýzy, kde je popsána soudobá technologie, došlo k vymezení orientačnímu prostoru a technickým parametrům současné produkce, kterými se bude práce zabývat.

Stroj	Maximální moment [Nm/ot]	Maximální výkon [kW/ ot]	Rozměry [V/ Š/ D]
<b>Pisten Bully 600 Polar SCR</b>	2200/ 1300	375/ 2900	2880/ 6400/ 9130
<b>Pisten Bully 600 E+</b>	1900/ 1300	295/ 1300	2880/ 6400/ 9130
<b>Prinoth Bison</b>	1726/ 1400	298/ 1700	3008/ 6504/ 8848
<b>Prinoth Leitwolf</b>	2460/ 1300	390/ 1800	3130/ 6520/ 9195
<b>Ohara DF 430</b>	1896/ 1400	310/ 2100	2720/ 6230/ 10090

Tab. 2-1 Shrnutí největších sněžných rolb

### Technické parametry

- Výkon minimálně 290kW
- Přibližná hmotnost 11 000 – 13000 kg
- Rozdílná velikost sněžných roleb cca 3000 x 6000 x 9000 mm (V/ Š/ D)
- Pohonná jednotka ve formě vznětového motoru
- Pohon pásů elektromotorický nebo hydrostatickým systémem
- Řešení přístupu k důležitým komponentám při servisních operacích výklopnými kryty

### 3.3 Cíl práce

3.3

---

Cílem diplomové práce je návrh designu autonomní sněžné rolby, která bude určena pro úpravu sněhové pokrývky sjezdovek bezpečně zmapovaných oblastí ve vysokohorských lyžařských areálech. Finální návrh se ubírá s pohledem na blízkou budoucnost s použitím dostupných technologií v oblasti autonomního řízení. Návrh respektuje estetické, ekonomické, funkční, konstrukční a technologické požadavky na autonomii řízení. V současné době na trhu neexistuje řešení bez přítomnosti operátora. Pomocí parametrizace modelu je možné experimentálně ověřit funkčnost koncepce návrhu.

#### Jmenovitě je záměrem dosažení těchto dílčích cílů:

- Identifikace problémů souvisejících s nasazením autonomní rolby
- Návrh koncepce upravování sněhové pokrývky pomocí autonomní rolby
- Návrh designu autonomní sněžné rolby
- Ověření a demonstrace funkčnosti navrženého řešení pomocí parametrizovaného modelu

### 3.4 Identifikace problémů souvisejících s nasazením autonomní rolby

3.4

---

Na základě identifikovaných problémů klasických sněžných roleb a jejich technických specifikací a technické analýzy, je možné očekávat následující problémy u autonomního vozidla.

#### Technické problémy

- Vhodná koncepce uspořádání vnitřních komponent
- Vhodná koncepce umístění sensorického systému
- Vhodná koncepce návrhu upravování sněhové pokrývky
- Volba vhodného sensorického systému
- Stanovení optimální výkonnostní řady stroje
- Určení systému pohonu pásů

### **Možné provozní problémy**

- Znečištění optických senzorických systémů
- Problémy spojené s použitím alternativního pohonu
- Přístup pro servis
- Palivo
- Psychologický dopad

---

## **3.5 Specifikace parametrů pro autonomní sněžnou rolbu**

Z technické analýzy vyplynulo, že tyto technické parametry jsou vhodné pro návrh autonomní sněžné rolby. Volba velikosti sněžné rolby vychází z účelnosti stroje, tedy pokrytí monotónních a dlouho trvajících pracovních úkonů, při kterých by šlo nahradit člověka. Takový stav nastává při údržbě rovinných ploch sjezdovek.

### **Volba technických parametrů autonomní rolby**

Z hlediska výkonu, efektivity a velikosti upraveného terénu za sněžnou rolbou, bylo logické shrnout největší sněžné rolby do tabulky (viz. výše), kde je možné porovnat jejich základní technické specifikace. Pro návrh designu autonomní sněžné rolby je určující výkon od 290 kW a velikost cca 3000 x 6000 x 9000 mm (V/ Š/ D).

### **Technické parametry**

- Výkon 290kW a více
- Přibližné rozměry 3000 x 6000 x 9000 mm (V/ Š/ D)
- Přibližná hmotnost 11 000 – 13000 kg
- Využití vodíkových palivových článků pro výrobu el. energie
- Pohon hnacích turasových kol asynchronními trakčními elektromotory
- Servisní moduly v podobě kontejnerů
- Návrh koncepce upravování sněhové pokrývky
- Vhodný systém zabezpečující informace z blízkého a vzdáleného okolí
- Parametrizace GPS údajů
- Demonstrace funkčnosti navržené koncepce upravování sněhové pokrývky

### **Designérské parametry**

- Design autonomní sněžné rolby
- Absence kabiny pro řidiče
- Problematika tvarového řešení
- Ergonomie přístupu při servisu

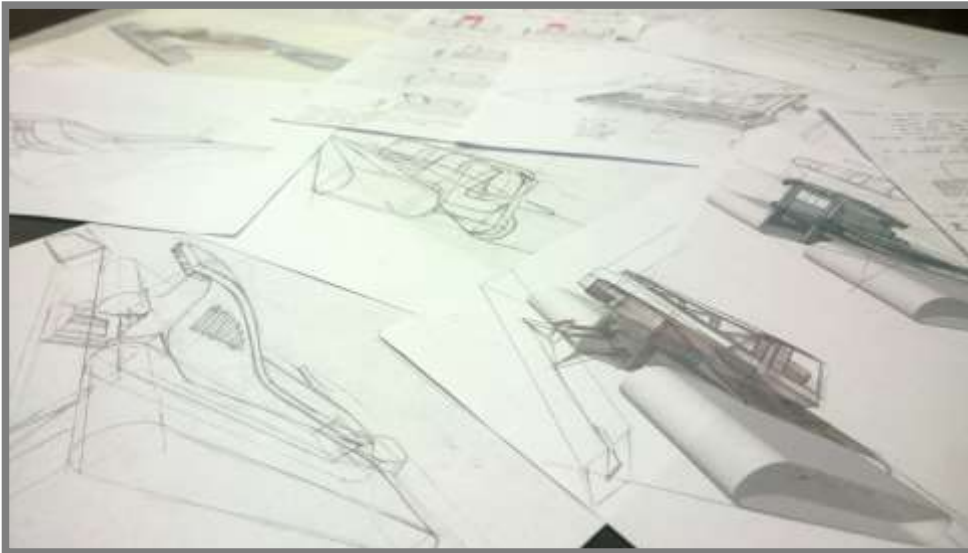
## 4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4

Řešení designu některých produktů na trhu jasně ukazuje vývojové tendence a budoucí vývoj technologií v oblasti použití sněžných rolb. Při tvoření variantních návrhů sněžné rolby, která je určena pro autonomní provoz, je velmi důležité postupovat systematicky a parametrizovat návrhy už v prvopočátcích. V návrzích jsou zohledněny vstupní parametry jako je technologie, konstrukce a ergonomie, které tvoří omezující limity pro tvarování některých částí a uspořádání vnitřních komponent.

Všechny varianty mají společný základ, a to ve využití ekvivalentní náhrady pohonné jednotky místo soudobého použití vznětového motoru jako agregátu pro výrobu elektrické energie. Pohonná jednotka má technologický základ ve využití palivových článků na vodík pro výrobu elektrické energie. Dále pak staví na stejném konstrukčním a technologickém základu v podobě stejné platformy málokladkového pásového podvozku. V konstrukci sněžných rolb se v minulosti využívala spousta podvozkových platforem. Evolucí však došlo k selektivnímu vyčlenění podvozku, který je technicky a technologicky nejlépe přizpůsoben pro sněžné rolby určené právě pro úpravu svahů v lyžařských areálech. Díky využití těchto technologií jsou možné i konstrukčně jiné koncepce uspořádání vnitřních komponent, na kterých je potom závislé konečné tvarování. Více bude technologie a konstrukce rozebrána v kapitole 6.

Neméně důležité je postihnout i samotnou podstatu sněžné rolby tak, aby byla vnímána její role a vztah k prostředí a člověku. Tvarosloví musí tvořit harmonii mezi funkcí stroje a funkcí lyžařského areálu.



Obr. 4-1 Proces 2D komunikace formou skic a koncepcí

## 4.1 Metodika

### 4.1.1 Proces navrhování

Průmyslový designer kombinuje při navrhování svoji přirozenou kreativitu se systematicky strukturovanými metodami a moderními technologiemi v podobě CAD (computer aided design) systémů. [75]

Proces navrhování začíná rozlišením problému navrhovaného objektu, jednoduchou schematizací problému a podloženými rozhodnutími. Klíčová rozhodnutí upřesňují designérský záměr a jsou vykonávána na základě obecně aplikovatelné rozhodovací analýzy a metod. [76]

Skici, jsou odrazem myšlenkových pochodů designéra a slouží jako sdělovací nástroj. Prvotní skici již vycházely z aplikace jednotlivých metod jako je mapování geneze návrhu a produktová gramatika, zohledňující základní konstrukční koncepcí rámu podvozku a uspořádání vnitřních komponent. Dalším krokem byla správná volba tvarové kompozice vůči proporcím vozidla pomocí systematického rozkreslování nápadů a myšlenek za účelem věcného vylepšení variant. V bodě kdy již byla vyčerpána 2D komunikace, nastupuje na řadu digitalizace hmotových modelů za pomoci 3D modelářů. Virtuálními modely došlo k ověření tvarového řešení vůči konstrukci a funkci. Tento proces neustále iteruje se zpětnou návazností na změnu kontextu návrhu až do bodu, kdy vznikne konečná verze navrhovaného produktu.

### 4.1.2 Použité metody

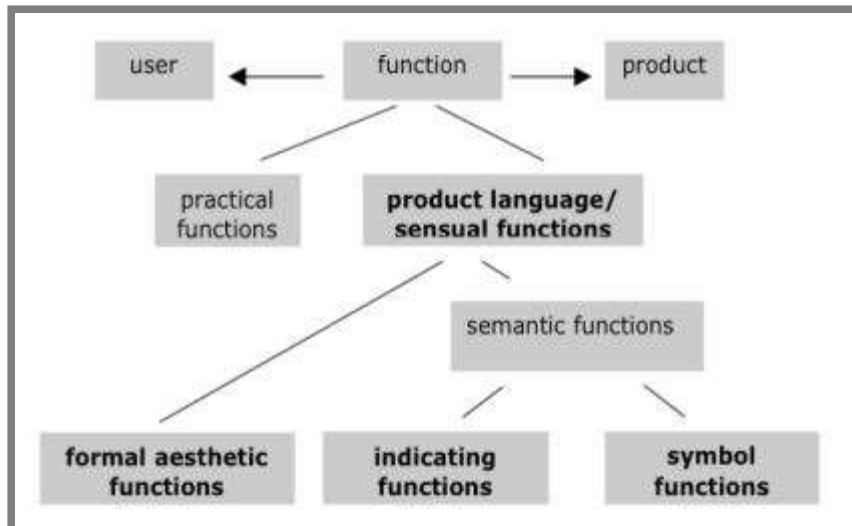
#### Virtuální podpora CAD

V dnešním světě je nespornou výhodou využívání CAD systémů pro počítačovou podporu v procesu navrhování. Jsou to softwarové nástroje, které nám umožňují přesně definovat výsledný design jak ve 2D ortografických projekcích, tak ve 3D perspektivě. Pro virtualizaci variantních návrhů bylo použito univerzálního programu Rhinoceros, který disponuje širokou škálou nástrojů a pluginů (grasshopper, T-splines, atd:..).

#### Produktová Gramatika

Jedná se o aplikovanou studii, která byla vyvinuta roku 1972 Tato studie informuje o konstrukci a čitelnosti gramatiky produktu. Tvarová gramatika je klíčová při vývoji designu a jednotlivých koncepčních návrhů. Jedná se o soubor pravidel, která jsou krok za krokem aplikovaná k vytvoření designu. [70]

Produktovou gramatiku, neboli produktový jazyk popisuje také Jochen Gros a Richard Fischer z akademie umění a designu Offenbach (Německo) jako praktický vztah funkce vůči uživateli a produktu. [74]



Obr. 4-2 Konceptní model teorie produktového jazyka Offenbach [74]

### Parametrický design

Parametrizace designu je založená na určitých vstupních podmínkách a údajích. Cílem parametrizace je vytvořit adekvátní 3D modely, které se mohou lišit tvarem v závislosti na omezeních vyplívajících ze vstupních podmínek (rozměry a vlastnosti komponent). [70]

### Mapování geneze návrhu

Jedná se o systematickou metodu generování designu a jeho vyhodnocování. Tato metoda je natolik flexibilní, že může vyhovět různým konstrukčním problémům v průběhu navrhování. [70]

### Hodnocení kritérií

Rozhodovací analýza je metoda, která napomáhá vykonávat klíčová rozhodnutí na základě určitých kritérií, které jsou předem stanovená. [76]

### Vylučovací metoda

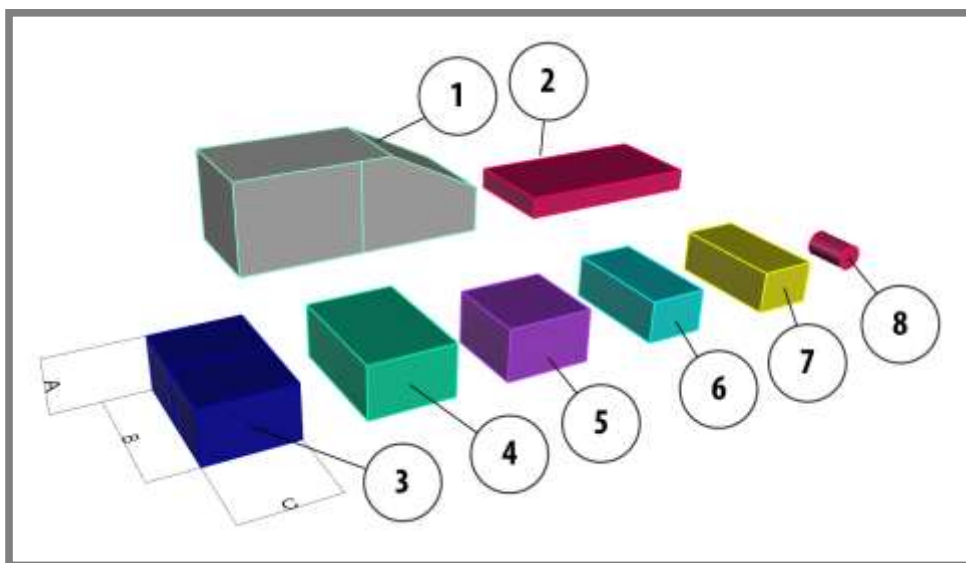
Amos Nathan Tversky byl kognitivní psycholog a psychologický teoretik, zabývající se rozhodovacími procesy. Je autorem vylučovací metody jejíž mechanismus je založen na racionálním zaměření-se na jeden problém u kterého se stanoví minimální kritérium a na základě tohoto kritéria se vyloučí ostatní možnosti které ho nesplňují. [77]

### 4.1.3 Kompozice vnitřních komponent

V první fázi navrhování konceptu sněžné autonomní rolby za pomoci CAD programu Rhinoceros bylo určeno velikosti komponent. K jejich uspořádání bylo využito metody mapování geneze návrhu, ta zohledňuje konstrukci rámu a umístění komponent, které nelze dispozičně měnit kvůli zachování funkce stroje.

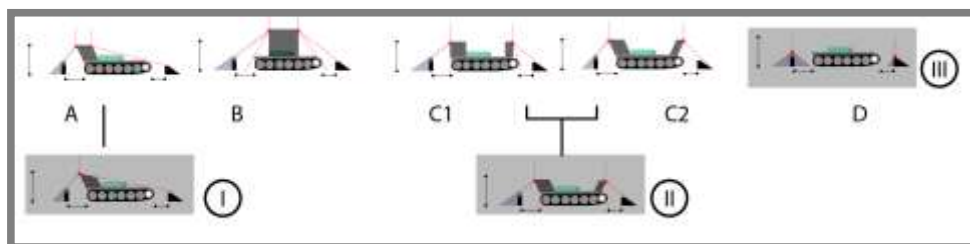
#### Postup metodou mapování geneze návrh

Prvním krokem byla selekce základní geometrie reprezentující reálné komponenty, které mohou být parametricky popsány rozměry a objemem a alespoň minimálně může být pozměněna jejich teoretická pozice vůči prostoru v rámu stroje.



**Obr. 4-3** Selekcce základních komponent:  
1-pohonná jednotka; 2-nádrž; 3-procesorová jednotka; 4-chladicí systém; 5-řídicí jednotka; 6- kompresor; 7 nádrž s hydraulickou kapalinou; 8-senzory

Druhým krokem je kombinace dispozice umístění jednotlivých komponent. V tomto kroku je patrná výhoda autonomního stroje, kde kabina pro operátora zaniká a uvolňuje tak prostor pro laboraci s vnitřními komponenty. Nejvíce je však celá koncepce ovlivněná polohou a umístěním senzorů.



**Obr.4-4** Typologie umístění senzorických systémů

Třetím krokem jsou přidány ostatní komponenty vozidla (kola, pásy, rám, radlice, fréza).

Na základě vstupních parametrů byla vyřešena dispozice umístění vnitřních komponent. Vznikly tak čtyři kompozice uspořádání základních geometrií důležitých komponent.

**Kompozice typu A**

- je klasické uspořádání vnitřních komponent, komponenty jsou uspořádány stejně jak u sněžné rolby řízené člověkem.

**Kompozice typu B**

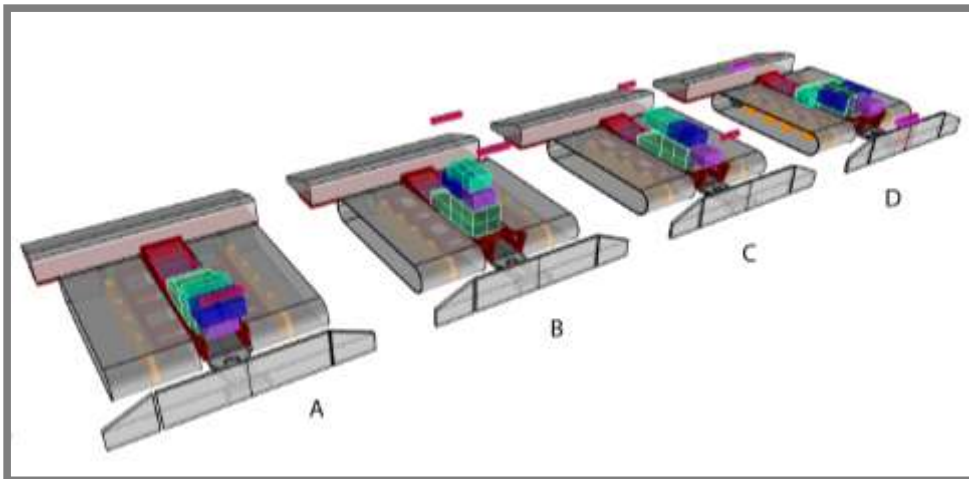
- centrické uspořádání, kde jsou komponenty situovány do ideálního těžiště stroje.

**Kompozice typu C**

- blokové uspořádání

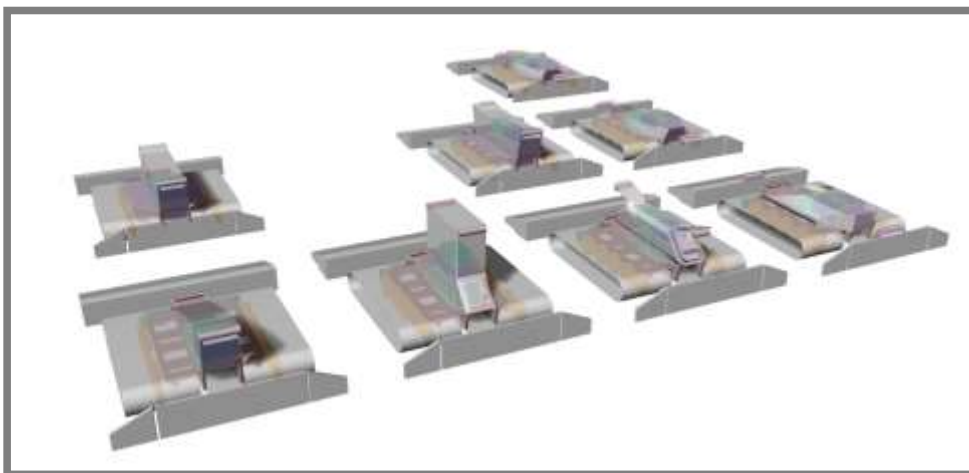
**Kompozice typu D**

- plošné uspořádání, kde jsou komponenty rozprostřeny, v jedné rovině.



Obr.4-5 Kompozice typu A,B,C,D

Čtvrtým krokem bylo dokončení konfigurace přidáním zjednodušené kapotáže, to poskytlo další možnosti umístění senzorického systému.



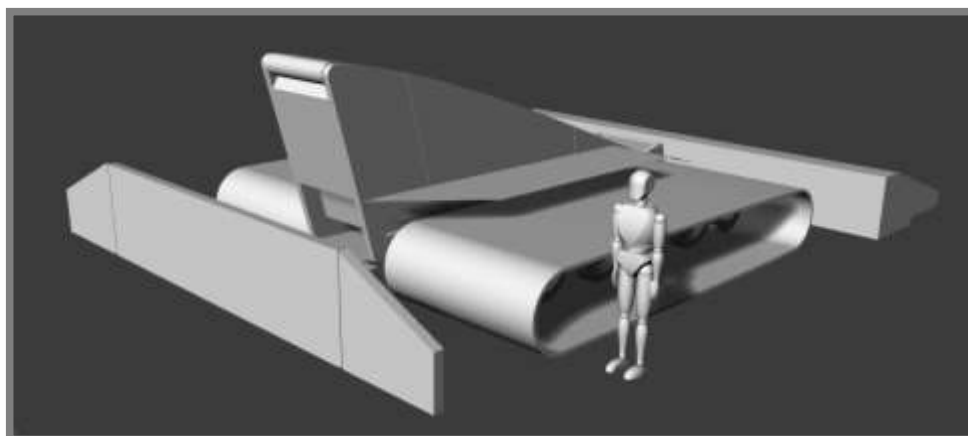
Obr.4-6 Rozšířená geneze návrhů

#### 4.1.4 Výběr variant

Selekci tří základních variant ovlivnila zejména metoda mapování geneze návrhu, metoda hodnocení kritérií a vylučovací metoda, kdy došlo k vyřazení slepých cest na základě technických a bezpečnostních podmínek, ty vycházejí z kapitoly analýzy problému a cílů práce. Zejména však vycházejí z obecných a technických problémů.

#### 4.2 Varianta 1

Prvotní tvarová studie dispozičně vychází z konfigurace typu A, jako je tomu u klasické sněžné rolby. Rozdílem je pouze odebrání kabiny a využití jejího prostoru pro umístění výpočetní a řídicí jednotky. Eliminace kabiny je jen zdánlivá, stále zůstává její charakter jako dominantní rys sněžné rolby.



Obr.4-7 Varianta 1 – perspektivní pohled



Obr.4-8 Varianta 1 – čelní pohled

Tvarové rysy se odvíjí od schematizované typologie umístění sensorického systému. V případě varianty 1 je tento systém umístěn ve stejné výšce, jako by bylo zorné pole operátora, avšak oproti výchozí pozici je současná pozice vychýlená dopředu. Důvodem je záběr úhlu senzoru. Toto umístění umožňuje tvarovou návaznost rámu na kapotáž.

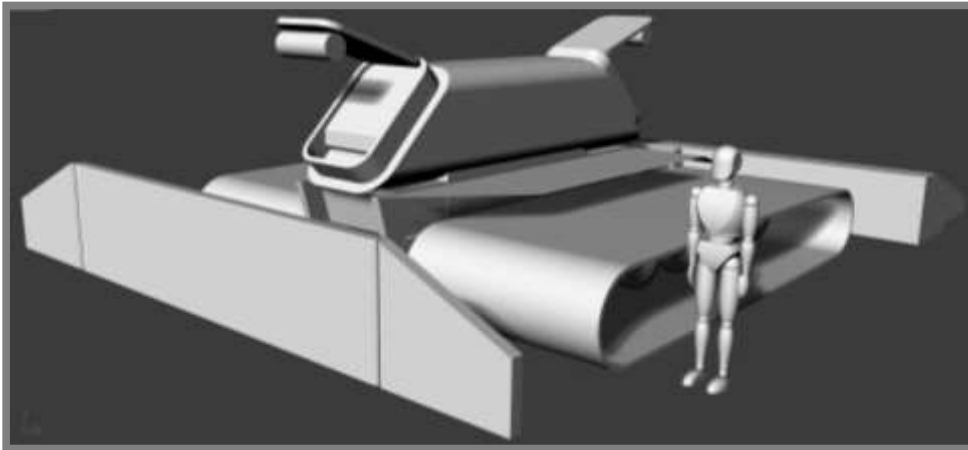
Z vertikálního směru je patrná lineární členitost stroje na třetiny, kde 2/3 zabírají pásy a 1/3 zabírá část s pohonem a vnitřním ústrojím. Z profilu tvarování zachovává dominantní část v přední části stroje, stejně jak tomu bylo u kabiny. Profilové tvarování je organické, vhodnou kombinací ostře lineárního a organického tvarosloví jasně poukazuje na mohutnost a sílu sněžné rolby.

Nevýhodou varianty je pouze možné vychýlení těžiště vozidla směrem dopředu, což by mělo za následek horší ovladatelnost.

### 4.3 Varianta 2

4.3

Tato varianta staví na kompozičním uspořádání vnitřních komponent typu C. Komponenty jsou rovnoměrně uspořádány v nadstavbě vozu. Tvarování nadstavby opticky uzavírá kompozici z přední a zadní strany tvořenou ze tří základních částí. Kvůli zachování správného monitoringu je sensorický systém nutno umístit na otevřená ramena, která při uzavření dávají tvaru kompaktnost a celistvost.



Obr.4-9 Varianta 2 – perspektivní pohled

Pásky jsou osazeny blatníky, ty umožňují bezpečnější pohyb na sněžné rolbě při údržbě, montáži příslušenství, převážení nákladu či zraněných osob. Blatníky však nejsou dostatečně široké tak, aby zabránily možnosti uklouznutí, nebo zamotání nohou do pásů.

Tvarování trupu v kombinaci s blokovým uspořádáním vnitřních komponent,



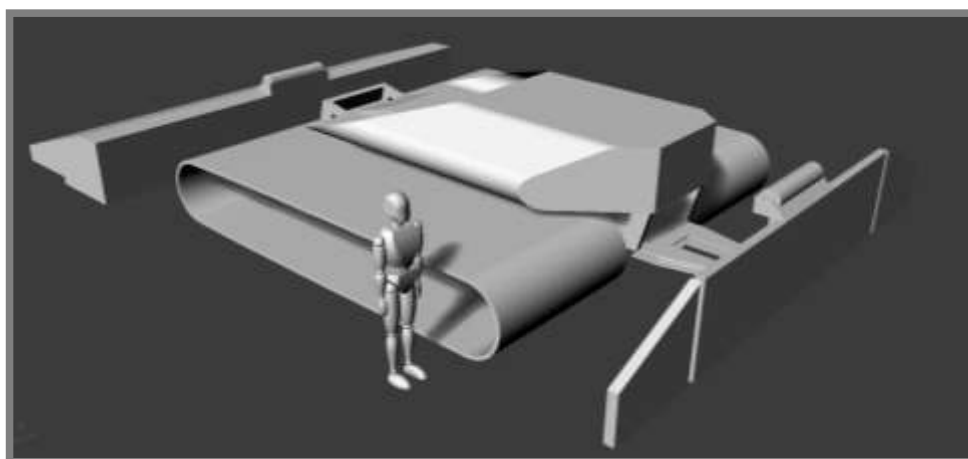
Obr.4-10 Varianta 2 – čelní pohled

umožňuje rozdělit jednotlivé vnitřní části podle systémů do kontejnerů, tak aby je bylo možné snadno demontovat za pomoci vysokozdvizného vozíku nebo halového jeřábu. Toto kontejnerové rozdělení by urychlilo údržbu a rychlou náhradu nefunkčních komponent.

V neprospěch varianty jasně hovoří absence jakéhokoli znaku identifikace směru jízdy. To by mělo za následek zdánlivou záměnu směru jízdy při vizuální kontrole vozidla, která by mohla končit poškozením sněžné rolby, majetku třetích osob nebo v krajním případě fatální kolizí s člověkem.

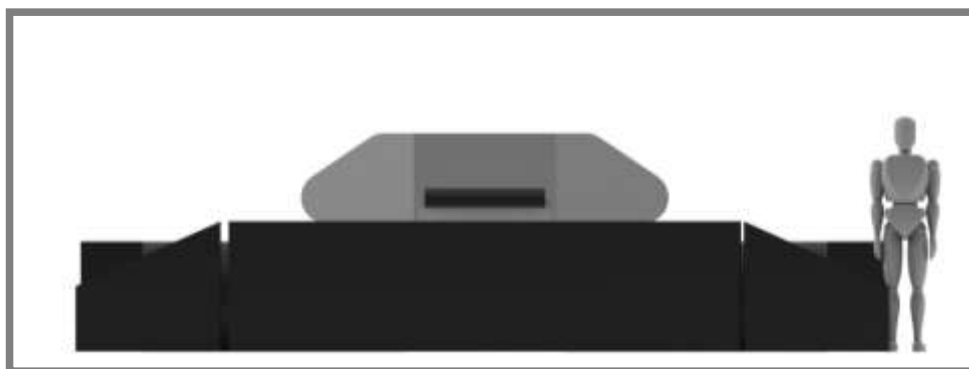
#### 4.4 Varianta 3

Třetí varianta staví na plošném uspořádání vnitřních komponent a umístění předních senzorů na radlici. Přednosti tohoto uspořádání umožňují výraznou redukci výšky nadstavby. Redukce výšky má za následek vyšší stupeň kompaktnosti tvaru vůči podvozkové části.



Obr.4-11 Varianta 3 – perspektivní pohled

Záměrem tvarování nadstavby je vytvořit tvarový mezistupeň mezi předním a zadním přídatným zařízením. Umístění čelních senzorů zároveň obohacuje tvarosloví radlice tak, že se začleňuje do sněžné rolby a navozuje dojem tvarové celistvosti.



Obr.4-12 Varianta 3 – čelní pohled

Výhody varianty vycházejí z plošného uspořádání komponent. Výhodou je umístění sensorického systému na přední a zadní přídatné zařízení, díky čemuž dochází k eliminaci slepých míst.

Nevýhodou je způsob umístění sensorického systému na přední přídatné zařízení. Z důvodu předpokládaného zanášení předního sensorického systému sněhovou hmotou

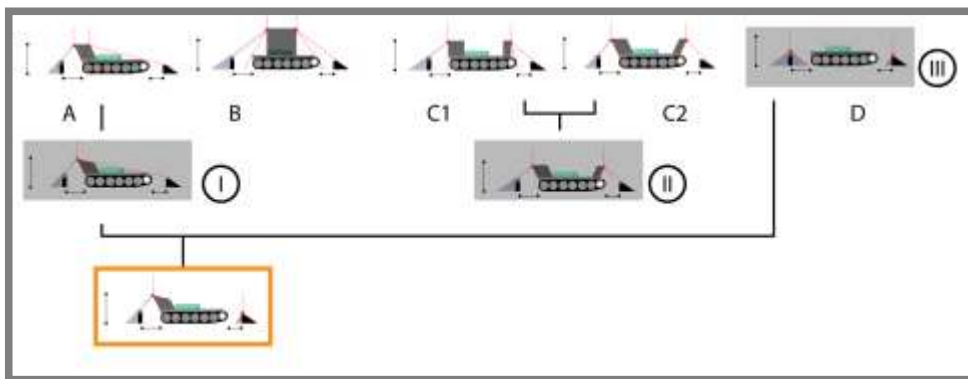
by mohlo dojít ke ztrátě kontinuity přijímaných dat a tedy k „oslepnutí“ sněžné rolby. Ztráta dat by měla za následek přerušení nebo zastavení rolby v její činnosti. Snížená viditelnost vozidla za normálních pozorovacích podmínek z důvodu výšky vozidla.

#### 4.5 Vývoj finální varianty

4.5

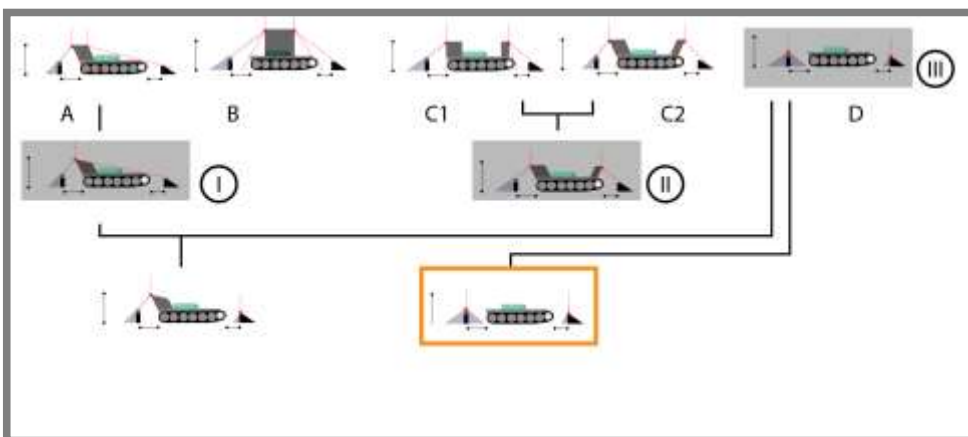
Vývoj a výběr finální varianty, ovlivnilo hlubší zhodnocení problematiky provozu autonomních strojů, člověka a možné konstrukce a estetického působení stroje s pohledem do budoucnosti. Logickou úvahou bylo zhodnocení kladů a záporů jednotlivých variant, kdy došlo k rekombinaci první a třetí varianty. Zejména však šlo o kombinaci umístění sensorického systému jak na přídavných příslušenstvích, tak na nadstavbě sněžné rolby a selekce plošného uspořádání vnitřních komponent.

Tento vývojový článek přebíral ze třetí varianty možnost umístění senzorů na přídavných zařízeních z hlediska bezpečnosti a kompozice uspořádání první varianty.



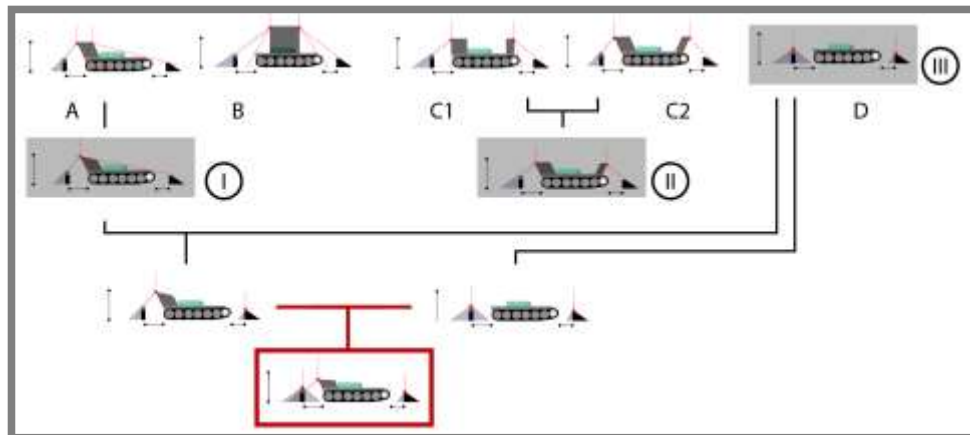
Obr.4-13 Rekombinace první a třetí varianty

Dalším krokem byla hypotéza využití třetí varianty i přes některé její nedostatky ve smyslu možného znečištění sensorického systému.



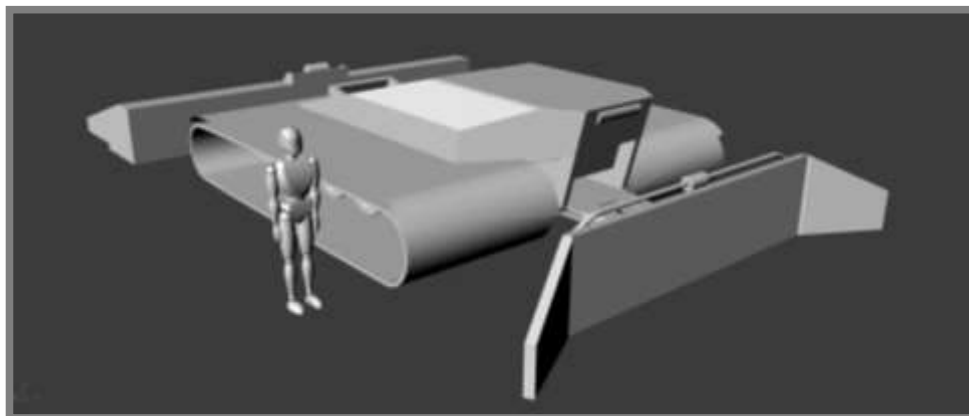
Obr. 4-14 Třetí varianta

Selekce výsledné verze vychází tedy z evolučního vývoje první a třetí varianty. Kde je použita kombinace umístění senzorů jak na přídavných zařízeních, tak na stroji samotném. Tato geneze byla nutná, jelikož i do variantních návrhů zasahovali omezující parametry nejvíce však ergonomie přístupu člověka.



Obr. 4-15 Selekcce finální varianty

Po rozklíčování základních charakteristických znaků vozidla následovalo zevrubné rozpracování designu jednotlivých částí podle jejich specifik a funkcí zastávající na vozidle. Ty nakonec utvořili celkovou formu a směr kterým se bude ubírat designérský návrh.



Obr. 4-16 Vývoj finální varianty

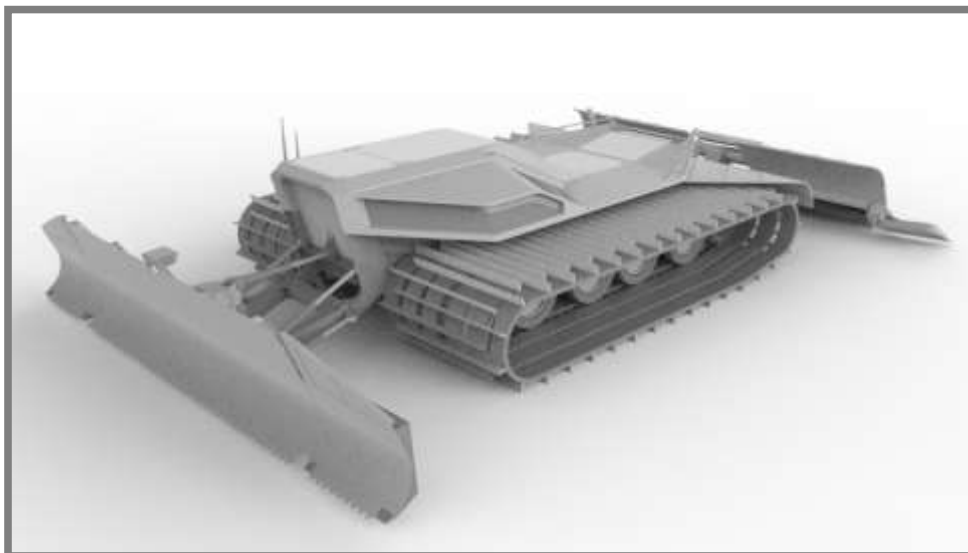
## 5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

5

Tvarové řešení finální varianty navazuje na vývojovou linii finální varianty. Při navrhování tvarové kompozice vozidla bylo použito metody produktové gramatiky.

Popisuje a odůvodňuje vývoj konečného tvarosloví a kompozičního členění. Konečné tvarosloví je odrazem použitých technologií s konstrukčními prvky. Řešení tvaru je výsledkem optimalizace, a to zejména technologických, konstrukčních, výrobních a dalších dílčích faktorů, které hrály významnou roli při navrhování.

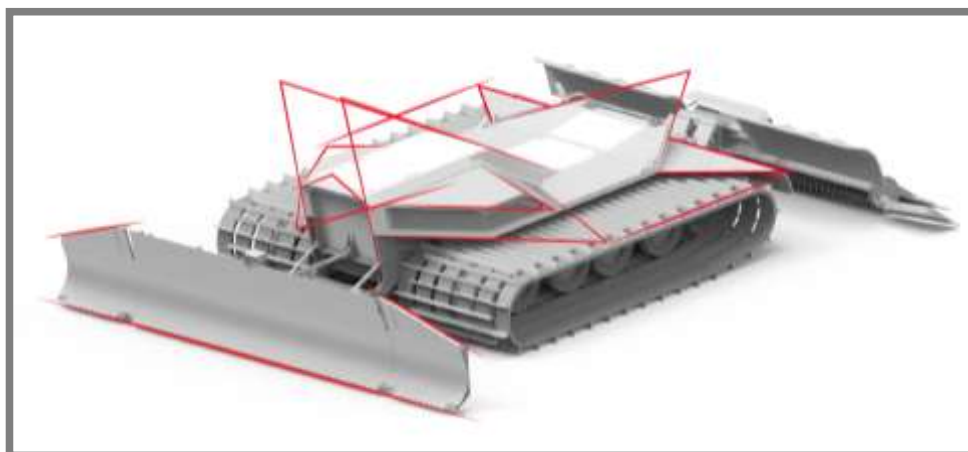
Návrh sněžné rolby plně využívá prostorového potenciálu střední části podvozku pro umístění pohonu. Nadstavba stroje v sobě ukrývá ostatní technické komponenty. Autonomní sněžná rolba svým, ačkoli nižším, tvarem nepostrádá robustnost a respekt. Naopak, rapidním snížením výšky vozidlo získalo na stabilitě, důvěryhodnosti a respektu.



Obr. 5-1 Tvarové řešení finální varianty

## 5.1 Proporce

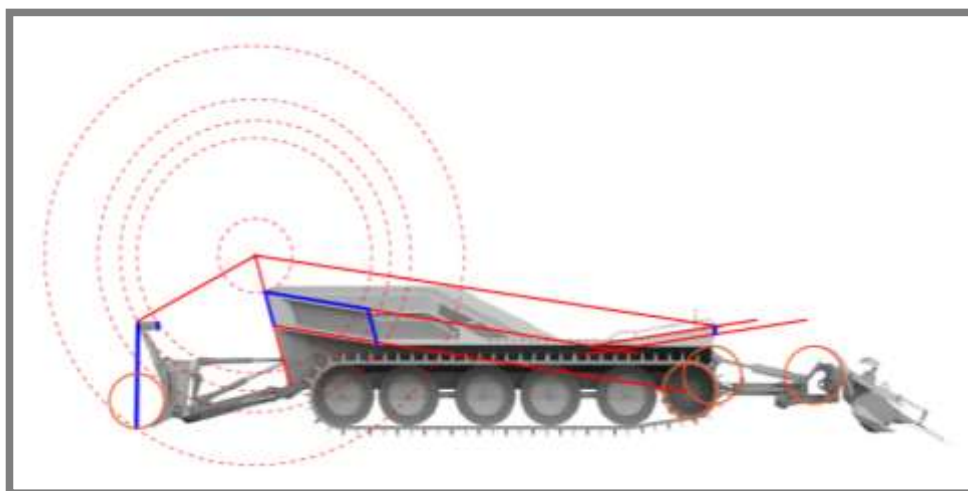
Proporční charakteristika sněžné rolby se odvíjí od technických, ergonomických, tvarových, funkčních a designérských nároků. Největší dopad na proporce vozu má umístění senzorů a plošné uspořádání vnitřních komponent. Primární hmota je patrná v podvozkové části, sekundární navazuje na hmotu podvozku s asociací na terciální uskupení hmoty přidavných zařízení. Dělením hmoty je dosaženo zachování rozdílů mezi jednotlivými hmotovými uskupeními, tento rozdíl vzniká v důsledku respektování funkce přidavných zařízení.



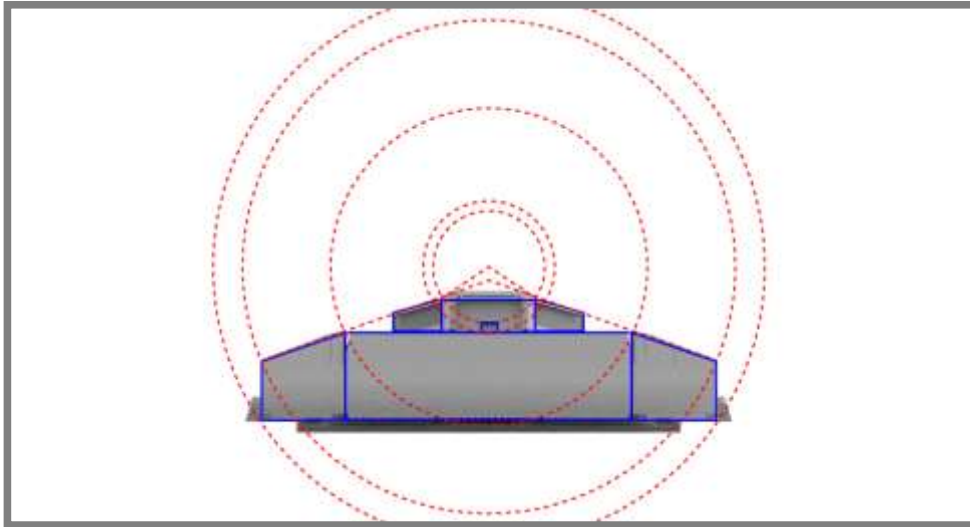
Obr. 5-2 kompoziční gramatika

## 5.2 Kompozice

Kompozice tvaru sněžné rolby lze členit do několika celků, které se odvíjejí od jejich funkce. Tvarová gramatika posloužila k jasné identifikaci autonomního stroje a jeho funkce. Souborem tvarových pravidel vycházející z dominantních prvků vozidla, jako jsou přidavná zařízení, bylo dosaženo komplexního tvarového řešení. Nosným prvkem kompozice je podvozek. Tvaru dominuje lineární členění, které se odvíjí od spojnice hlavních konstrukčních křivek. Ty vymezují prostor kapotáži a zároveň upozorňují na dynamiku pohybu sněžné rolby vpřed. Mezi profilovou a čelní gramatikou existuje spojitost formou systematického členění a uspořádání asociačních rovin.



Obr. 5-3 kompoziční gramatika z profilu



Obr.5-4 Čelní kompoziční gramatika

### 5.3 Kapotáž

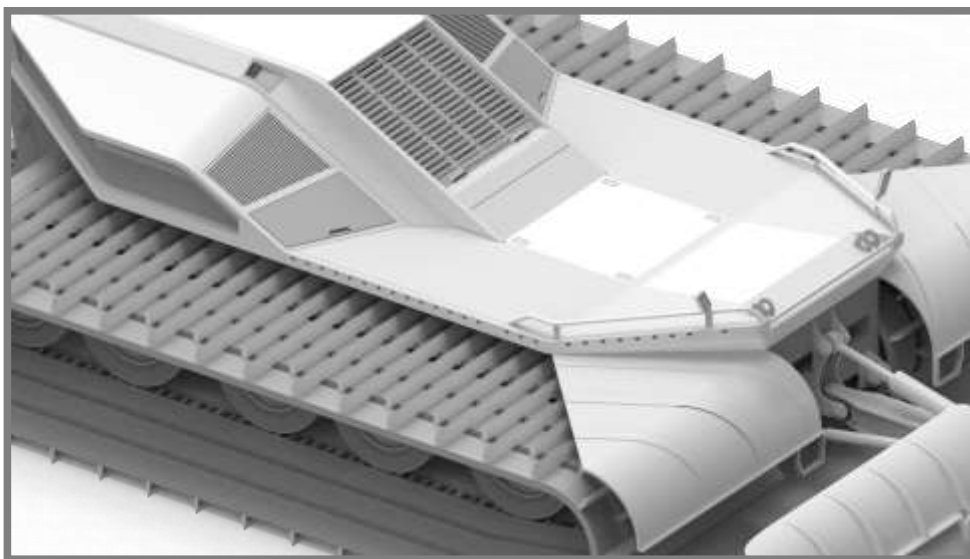
5.3

Vzhledem k tomu, že se jedná o stroj pracující na sjezdovkách, nevyhne se styku s vodou a vodními parami. Kapotáž zakrývá veškeré důležité komponenty. Je tvarována s ohledem na dynamiku pohybu stroje vpřed a působení atmosférických podmínek typických pro pracovní prostředí stroje. Ostré tvarosloví koresponduje s výraznými technickými prvky jako jsou přídavná zařízení a pásový podvozek. Tvarování kapotáže je záměrně zkosené z důvodu lepšího odtoku vody a kompaktnosti stroje.

### 5.4 Korba a přístupové příčky

5.4

Korba je tvarována s ohledem na možné využití v podobě univerzálního nákladového prostoru. Skládá se ze střední a zadní části, kde střední část je vetknuta do hlavní sekce rolby a zadní část je zvednuta o úhel, který upevňuje tvar v zadní části a zároveň slouží jako opěrný bod možného nákladu při jízdě do svahu.



Obr. 5-5 Usazení korby

### 5.5 Pásy a blatníky

Tvarování pásů je technologicky neměnné, a proto bylo nutné jejich tvarosloví zohlednit v návrhu. Pro jejich snadnější údržbu a demontáž byl tvar nadstavbové části na obou koncích zredukován. Tvar blatníků zabezpečuje odletující částice ledu a sněhu do frézy, to má vliv na výsledný povrch sjezdovky a je vybaven stupačkami, které slouží k výstupu na vozidlo.

### 5.6 Osvětlení

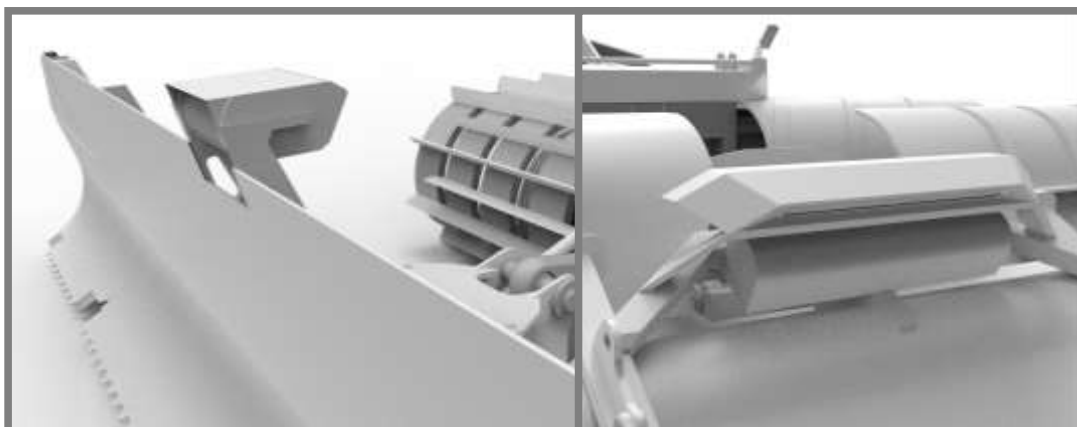
Jedná se o nepostradatelný prvek, který má vliv na tvarování. Tvarováním čelní plochy vozidla je docíleno efektu rozptylu světla a tedy jasné identifikace tvaru a dominanty vozidla ve směru jeho jízdy.



Obr. 5-6 Osvětlení autonomní sněžné rolby

### 5.7 Kapotáž senzorů

Tvarování kapotáže senzorů je opět s ohledem na funkci a jejich umístění u senzorů na radlici je zachován ryze technický a funkční ráz s předsazenou střechou a válcovým sklem pro snadnější stírání nečistot za pomoci stěrače nebo ofuku stlačeným vzduchem. Sensory na fréze koresponduje s tvarováním nadstavby sněžné rolby.



Obr. 5-7 Čelní a zadní kapotáž senzorů

## 6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

### 6.1 Konstrukčně-technologické řešení

6.1

Návrh autonomní sněžné rolby není pojat jen ve smyslu navržení esteticky krásného stroje, ale také zahrnuje konstrukční a technologické řešení z pohledu blízké budoucnosti a ukazuje tak jednu z alternativních cest vývoje těchto zařízení, které zohledňuje civilizační problémy naší doby. Z těchto důvodů byl zvolen technický koncept pohonu stroje vodíkovými palivovými články, kde odpad je v podobě čistých vodních par nezamořující životní prostředí.

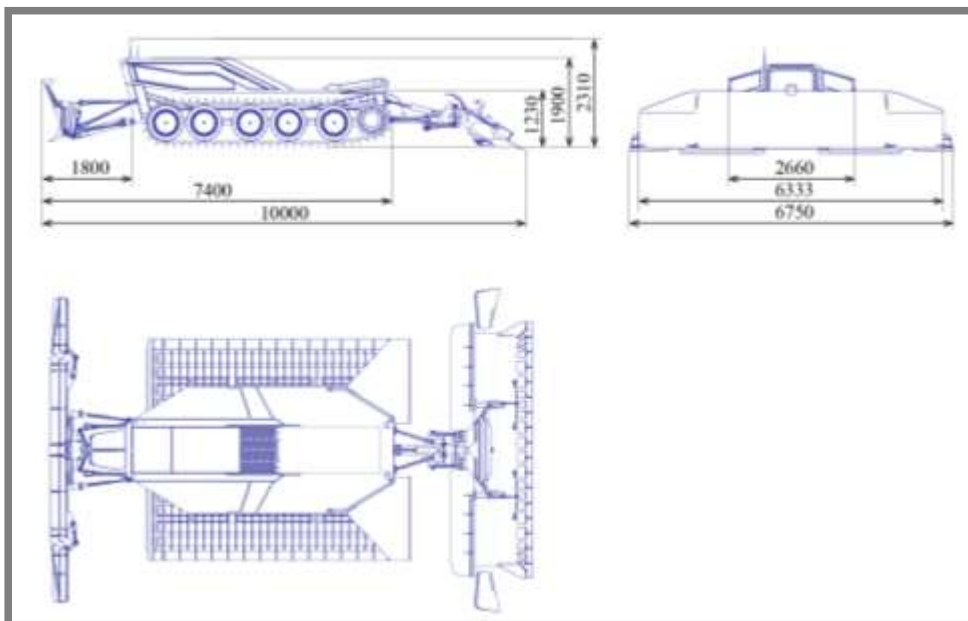
Konstrukční návrh autonomní rolby obsahuje tato řešení:

- Využití elektromotorů pro pohon pásů
- Využití alternativního pohonu v podobě vodíkových palivových článků
- Použití svařence rámového podvozku
- Ergonomie přístupu k sensorům a servisním otvorům
- Návrh koncepce upravování sněžové pokrývky pomocí autonomní rolby

#### 6.1.1 Rozměry sněžné autonomní rolby

6.1.1

Na základě kritické části DP došlo k typovému výběru sněžné rolby, kterou by měla autonomní sněžná rolba nahradit. Návrh autonomní rolby vychází z nejvyšší třídy sněžných roleb, jedná se o stroj, jehož základní rozměry s přídatnými zařízeními jsou 2310 x 6750 x 10000 mm (V x Š x D).



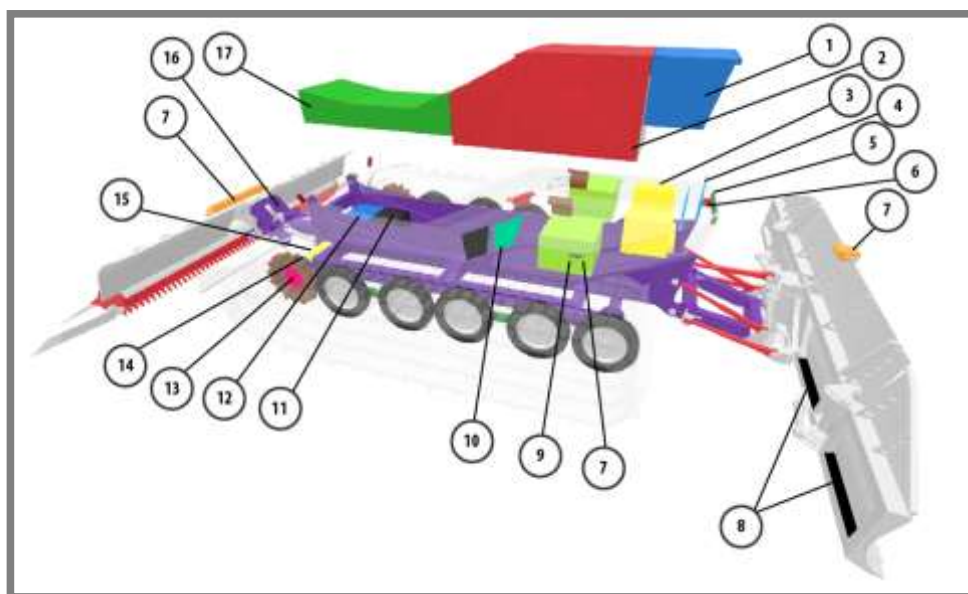
Obr. 6-1 Základní rozměry navržené sněžné rolby

### 6.1.2 Popis stroje

Cílem diplomové práce je návrh autonomní rolby, která je určena pro úpravu a údržbu méně náročných svahů sjezdovek u geodeticky bezpečně zmapovaných oblastí v lyžařských areálech.

Jedná se o stroj, jehož účelem je pokrýt nejvíce časově náročnou monotónní práci, za kterou byla doposud zodpovědná lidská obsluha. Jednotlivé pracovní procesy by bylo možné automatizovat a využít koncepci autonomního řízení. Vzhledem k vývoji na poli autonomních zařízení lze předpokládat využití těchto výhod v oblasti úpravy sněhových pokrývek.

řídí

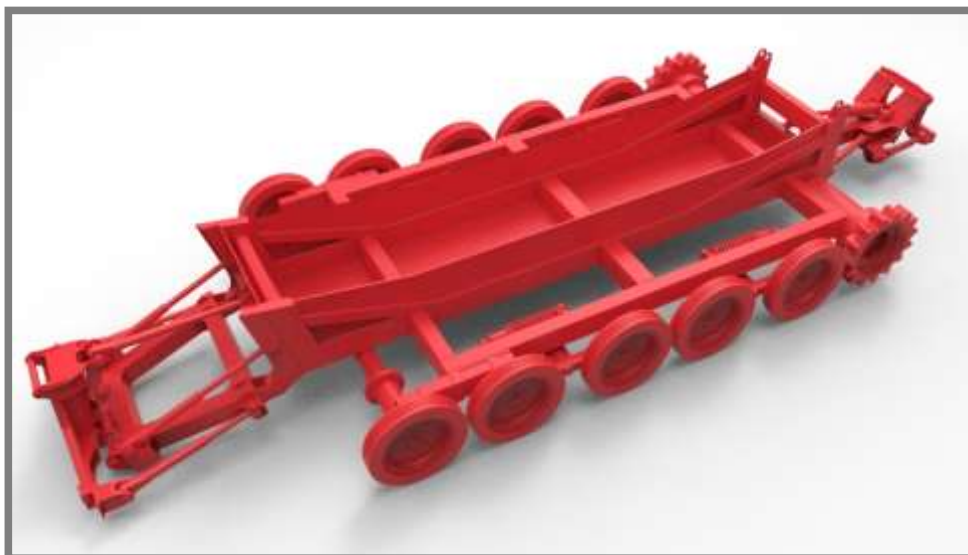


**Obr. 6-2** Konstrukčně technologické řešení

1- kontejner s centrální řídicí jednotkou; 2- kontejner s palivovým článkem, superkapacitami a bateriemi; 3-Řídicí jednotka; 4-Komunikační rozhraní, GPS; 5-Čelní světlomety; 6-Lidar VLP 16; 7-MultiSense senzory, lidar VLP 16 (vzadu); 8-Tlakové senzory; 9-Chladičí jednotka, DC měnič napětí; 10-Výstup chladiče; 11-Vzduchový kompresor; 12-Nádrž s hydraulickou kapalinou; 13-Snímač polohy; 14-Planetová převodovka; 15-Asynchronní elektromotor s kotvou na krátko; 16-Rám svařence; 17-Kontejner s palivem

### 6.1.3 Rám a pásový podvozek

Základ sněžné rolby tvoří svařovaná rámová konstrukce podvozku z oceli, která je vhodná z hlediska výroby, montáže a umístění dílčích komponent, které nese. Prostřední dvě dvojice kol jsou našroubovány na vahadlové montáži, která slouží pro přenos rázové síly do nastavitelných tlumičů. Tlumiče také slouží k úpravě geometrie pásů. Přední kolo slouží jako vypínací element gumových obručí pásů. Elektromotory jsou přišroubovány na planetové převodovce, která přenáší točivý moment prostřednictvím turasového kola na pás.



Obr. 6-3 Rám



Obr. 6-4 Pásový podvozek

### 6.1.4 Pohonné ústrojí

Pohonné ústrojí staví principálně na elektromotorickém systému, co se týká užití asynchronních elektromotorů s kotvou na krátko pro pojezd, jejich zapojení a řízení přes řídicí jednotku a DC měnič napětí. Rozdíl nastává v pohonné jednotce. Kde zdrojem elektrické energie jsou palivové články na vodík. V současnosti tuto technologii využívá společnost Aztec u svého produktu Aztec Graphit. [23]

### 6.1.5 Motory

Předpoklad konceptu je použití elektromotoru pro pohon každého hnacího turasového kola. Na trhu se vyskytuje spousta typů elektromotorů od různých výrobců jako je ATB, ABB, Raveo a Siemens nicméně pro aplikaci je nejvhodnější DC asynchronní elektromotor s kotvou na krátko díky svým předním vlastnostem v jednoduché konstrukci, spolehlivému provozu nenáročné údržbě a trakčním vlastnostem. [63]

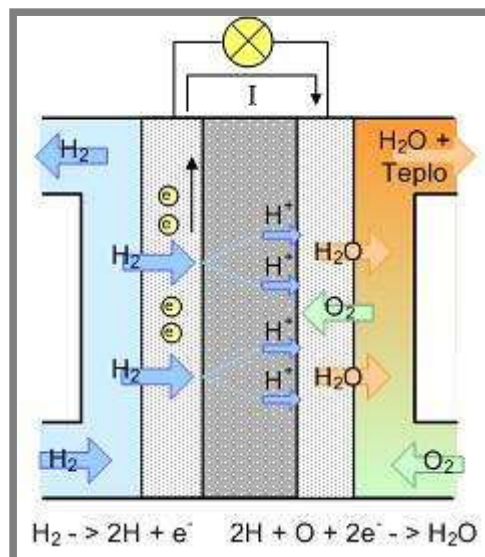
Pro pohon autonomní rolby je navrženo užití dvou asynchronních trakčních elektromotorů motorů o výkonu 120 kW typu ML3444 K/4 od společnosti Škoda Electric. [64]

### 6.1.6 Palivový článek

Je zařízení, které slouží k přeměně chemické energie na energii elektrickou přímou cestou. Účinnost palivových článků oproti tepelným strojům s generátorem el. energie (mechanickou cestou) je kolem 35-50%. Palivový článek je znám už před érou kosmonautiky, za jeho praktickým využitím však stojí výzkum v oblasti kosmonautiky, kde se využívaly jako zdroje pro lodě Apollo. [65,66]

Rozlišujeme dva základní typy palivových článků:

- Alkalický palivový článek
- Palivové články s polymerní membránou [66]



Obr. 6-5 Schéma palivového článku [66]

System palivového článku vychází z koncepce, kterou používá prototyp vodíkového autobusu TriHyBus vyvinutý konsorciem vedení ÚJV Řež a.s. Kombinací palivových článků, Li-ion baterií a ultrakapacitorů je možné dosáhnout výkonu požadovaného výkonu.

Použití palivových článků na vodík je stále problematické, nicméně vývoj stále pokračuje a je možné predikovat jeho zdokonalení a běžného využití ve vozidlech v blízké budoucnosti.

### 6.1.7 Ultrakapacitory

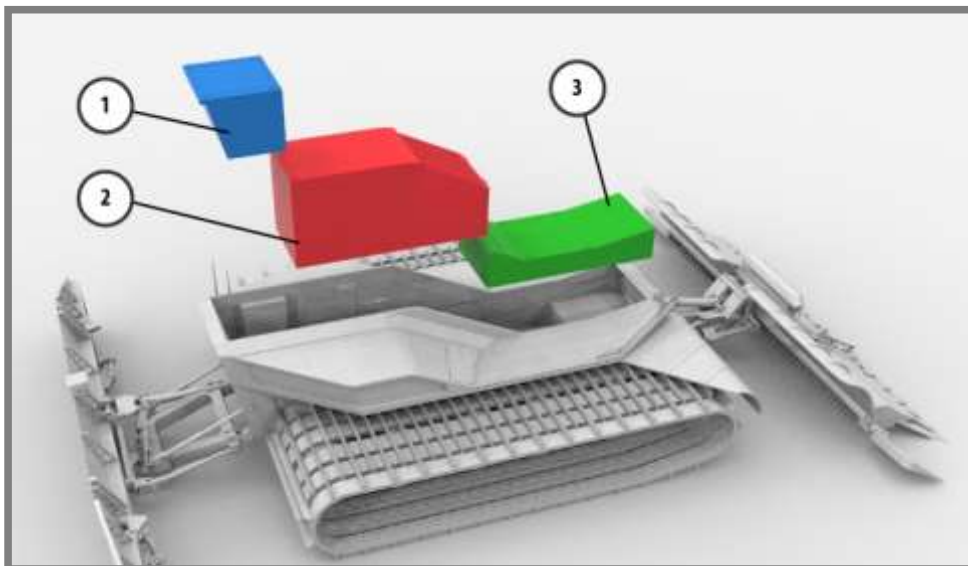
6.1.7

Známé jako superkondenzátory slouží ke krátkodobému uchování elektrické energie v elektrickém poli. Využívají se u vozidel na elektrický pohon k vyrovnávání proudového zatížení při rázovém odběru elektrické energie, které vznikají při rozjezdech. Slouží také při rekuperaci energie při brždění a dobíjení Li-ion baterií vozidla.

### 6.1.8 Kontejnerový systém

6.1.8

Soudobé rolby nemají řešeny důležité komponenty v podobě zásuvných modulů. Návrh počítá s využitím uspořádání jednotlivých systémů do kontejnerů, které by zjednodušily a zrychlily manipulaci při údržbě, opravě, přepravě, nebo při revizi důležitých komponent. Jejich vyjmutí je koncipováno za pomoci halového jeřábu, který je nedílnou součástí každé garáže v lyžařských střediscích. Vzhledem k použitým systémům a jejich propojení pomocí konektorů, by kontejnerový systém nebyl problém realizovat.



Obr. 6-6 Kontejnerový systém

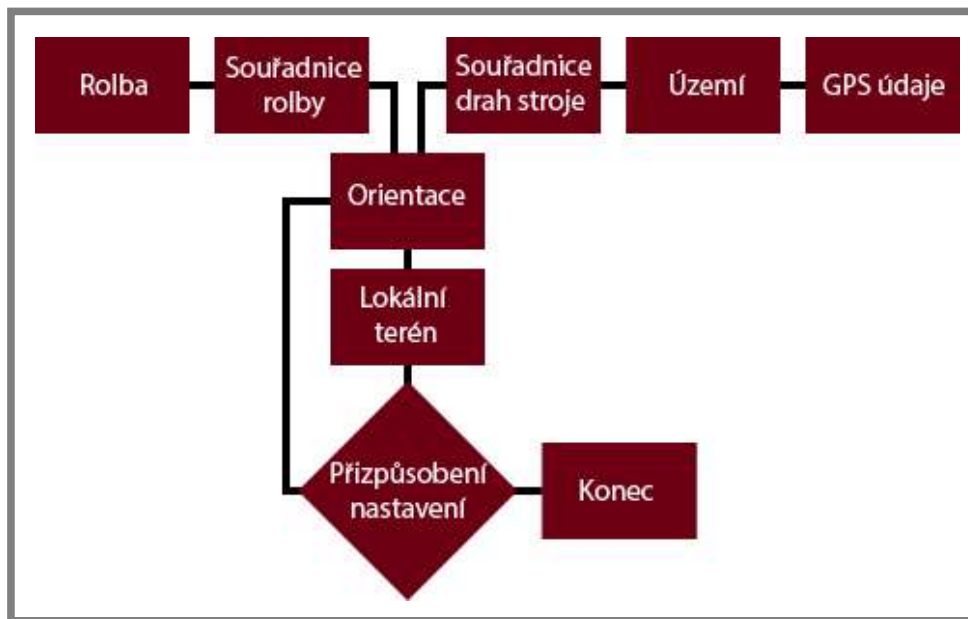
1-kontejner s centrální řídicí jednotkou; 2-Kontejner s palivovým článkem, ultrakapacitátory, bateriemi; 3-kontejner s palivem (H<sub>2</sub>)

### 6.1.9 Autonomní řízení

Diplomová práce se zabývá i koncepčním návrhem jednoduchého řízení autonomní rolby ve smyslu interakce sněžné rolby s terénem. Důvodem navržení zjednodušeného řízení je i potřeba nastínění možného řešení pohybu rolby na sjezdovce z důvodu ověření funkčnosti koncepce.

#### Návrh koncepce upravování sněžové pokrývky

Jakékoli autonomně řízené vozidlo a jeho funkčnost je přímo závislá na koncepci použitých technologií. Navrhovaná koncepce vychází částečně z amerického patentu pro měření hloubky sněhu, který je popsán v kapitole 2. [57]



Obr. 6-7 Schéma koncepce upravování sněžové pokrývky

Koncepce vychází z porovnávání satelitních dat terénu sjezdovky nezasněžené a zasněžené. Sněžná rolba by měla mít ve své centrální řídicí jednotce uložena tato data, která by se průběžně v určitém časovém intervalu za pomoci komunikačního rozhraní aktualizovala a porovnávala. Porovnávání by probíhalo mezi aktuální polohou sněžné rolby, senzory blízkého okolí rolby a radiomajáky umístěnými na sjezdovce z důvodu kalibrace družicových snímků. [55, 57]

Návrh má dvě větve. Pravé větvení zahrnuje stroj, v našem případě rolba a levé větvení terén, tedy území terénu, které definuje čtverec na základě GPS údajů. Data povrchu v podobě SRTM elevačních dat, jejichž autorem je NASA, jsou získána prostřednictvím generátoru terénu v podobě mračna bodů. [71, 72]

Mračno bodů je převedeno na síť, která slouží jako matematický model terénu řídicí jednotce. Následně by docházelo ke kalibraci dat prostřednictvím radiomajáků, jejichž poloha by byla přesně definována. Řídicí jednotka by následně vyhodnotila cestu sněžné rolby po vydefinovaném území a vydala by pokyn k orientaci (pojezdu) sněžné rolby do výchozí pozice start. Pomocí senzorů (kamery, Lidaru, radaru) by

získávala rolba informace o svém blízkém okolí, zejména však informace o tloušťce sněhové pokrývky, překážkách, a hromadícím se sněhu před radlicí. [55, 57, 60]

Neexistuje něco jako ideální rovina, proto by rolba porovnávala, průběžně aktualizované, data ze satelitu uložené v řídicí jednotce s daty ze senzorů v reálném čase a na základě porovnání by došlo k příslušné reakci rolby v podobě nastavení orientace přídatného zařízení (radlice) do sněhu. [57]

#### 6.1.10 Parametrický model

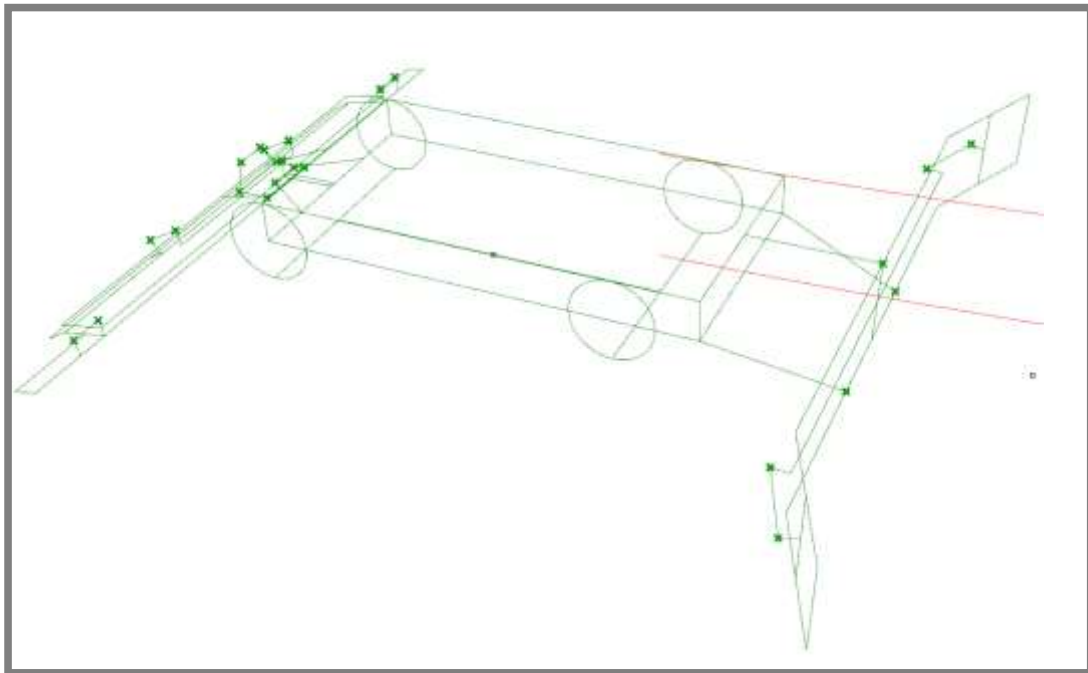
6.1.10

Parametrický model je ve své podstatě vytvořený skript v pluginu Grasshopper pro CAD software Rhinoceros, který popisuje optimální pohyby sněžné rolby vůči zasněženému terénu za určitých podmínek. Slouží tak k ověření funkčnosti koncepce autonomní rolby.

Skript respektuje schéma koncepce urovnávání sněhové pokrývky

#### Rolba

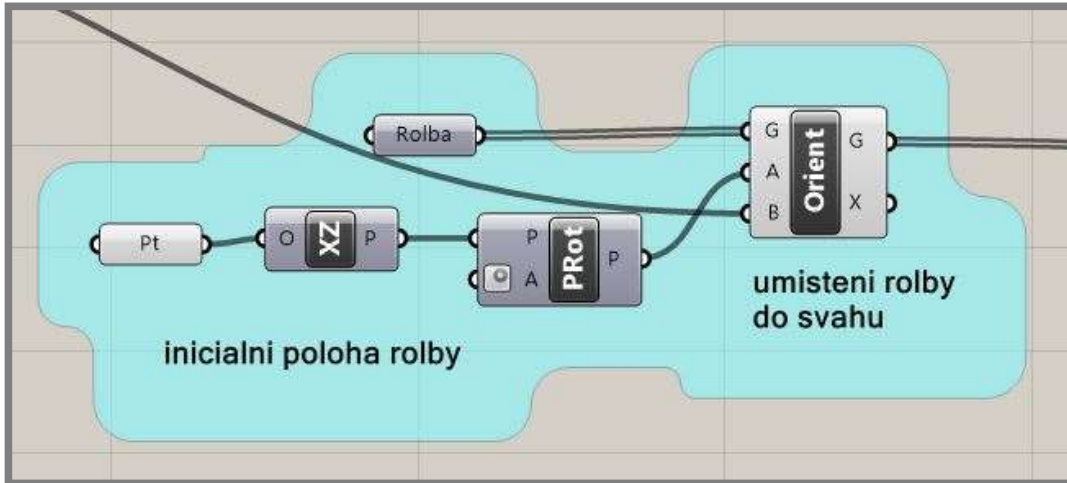
Prvním krokem byla parametrizace zjednodušeného modelu kinematiky radlice a frézy. Funkce radlice je upravovat terén před sněžnou rolbou a funkce frézy je kultivovat již upravený povrch za radlicí. Pro samotný skript má tedy smysl brát v úvahu pouze přední přídatné zařízení, radlici, kde je parametrizováno podélné a příčné nastavení v rovině XY vůči terénu.



Obr. 6-8 Parametrizace geometrie sněžné rolby

### Poloha rolby

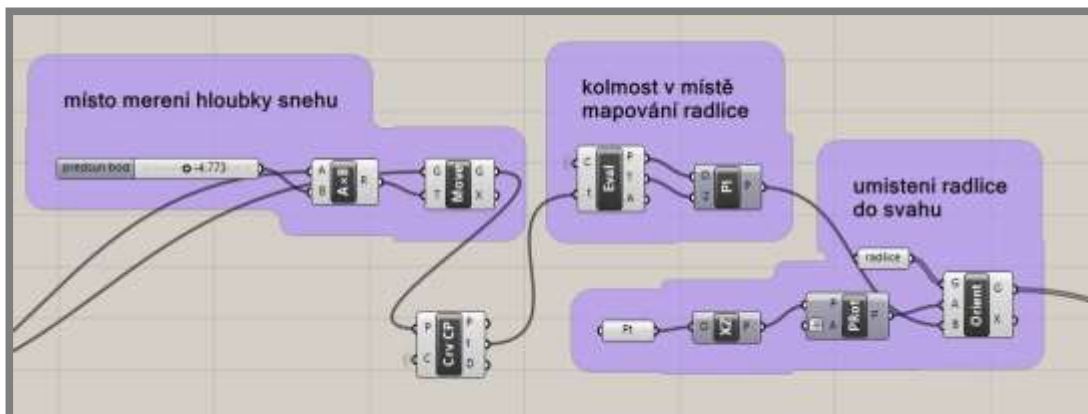
Poloha rolby je iniciována bodem ležícím na křivce upraveného terénu (viz terén) a její orientace je provedena příkazem *Orient*. Rolba je tak zarovnána do tečného směru roviny XY umístěné v iniciačním bodě.



Obr. 6-9 Orientace rolby

### Poloha radlice

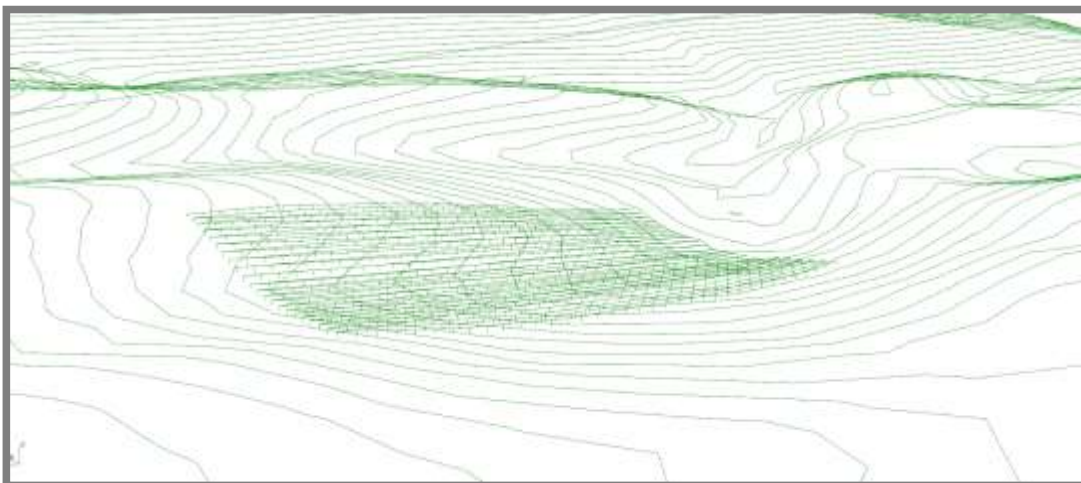
Mapování spodní hrany radlice je vztažené k bodu měření hloubky sněhové pokrývky. Tento bod se zároveň vyskytuje na křivce ideálně upravené sněhové pokrývky, a má fixní hodnotu vzdálenosti vůči rolbě. Orientace radlice je v kolmém, tedy normálovém směru vůči tečné rovině XY v bodě měření hloubky sněhové pokrývky.



Obr. 6-10 Umístění a orientace radlice

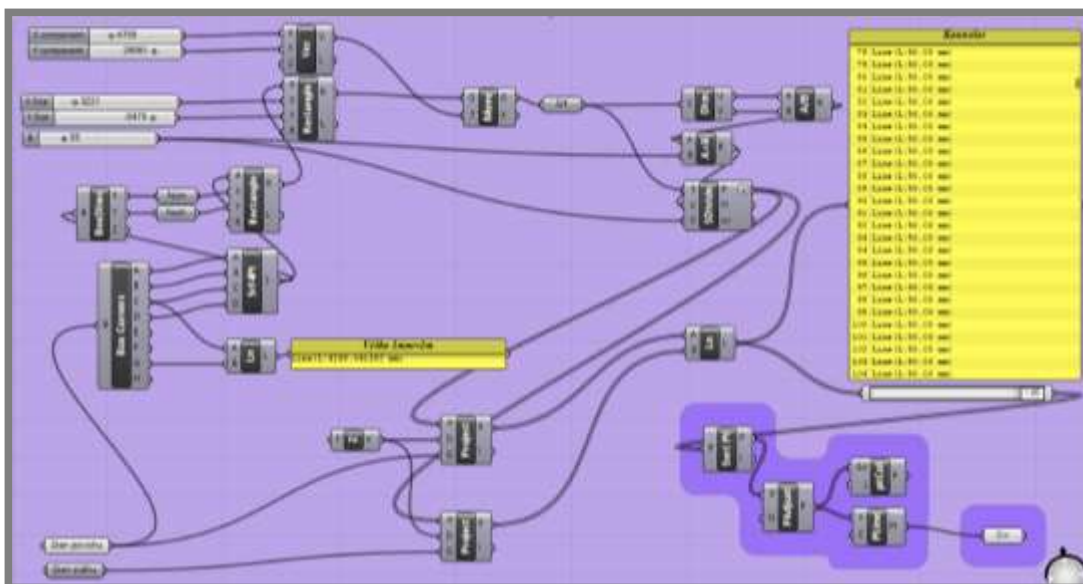
## Terén

Skutečný terén skutečné sjezdovky (Remzová, Jeseníky) je přejet z volně dostupných SRTM elevačních dat pomocí generátoru typografických map z těchto údajů. Terénní mapa sjezdovky Remzové v Jeseníkách je zvolena pro svoji rovinnost a dostupnost. [71]



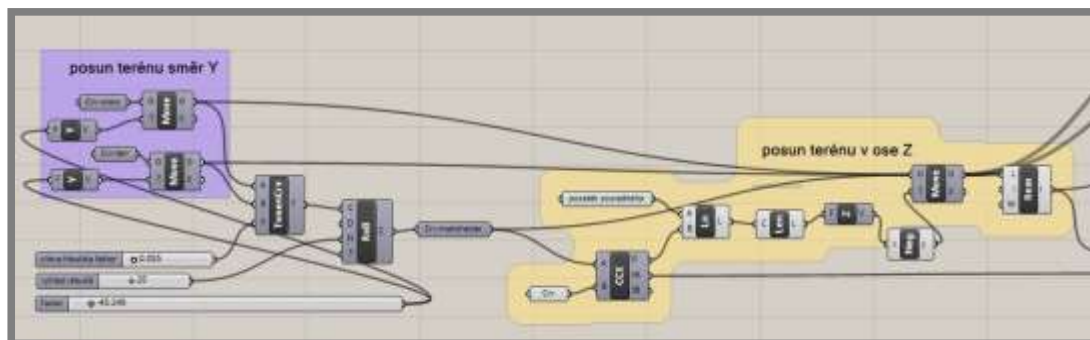
Obr. 6-11 Trasa sněžné rolby ve 3D

Formát dat je následně zpracován a vyhodnocen, kde dochází ke generování tras sněžné rolby na sněhové pokrývce. Tyto křivky by bylo možné použít ke skriptování sněžné rolby pro aplikaci ve 3D.

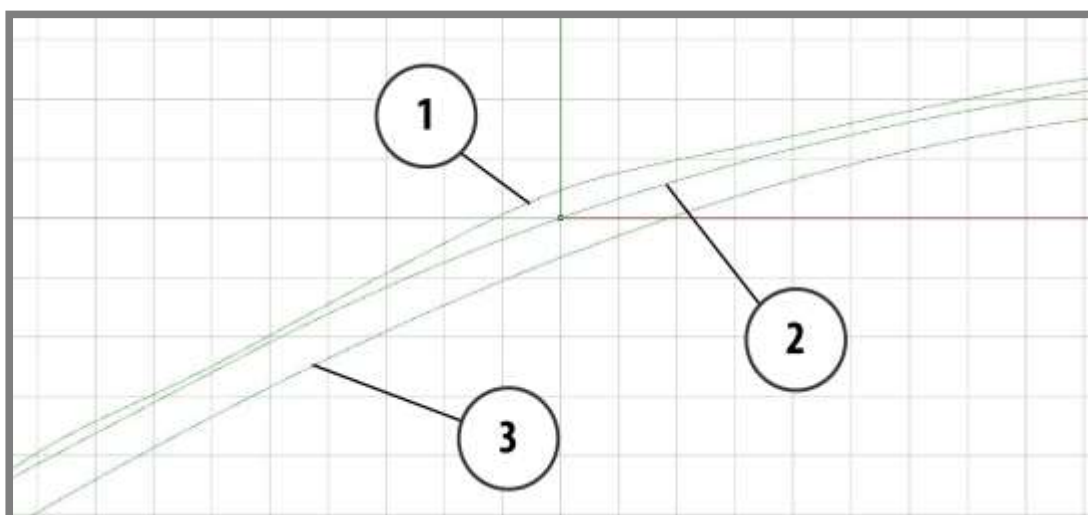


Obr. 6-12 Skript převodu SRTM dat

Pro naši aplikaci ve 2D však mocnost sněhu vůči terénu simulují dvě rozdílné křivky, které jsou od sebe vzdáleny o souřadnici Y. Křivka ideálně upravené sněhové pokrývky je generována funkcí Evaluate mezi křivkami symbolizujícími terén a sněhovou pokrývkou. Tento způsob simuluje zjišťování a vyhodnocování hloubky sněhové pokrývky pomocí radaru.



Obr. 6-13 Skript terénu

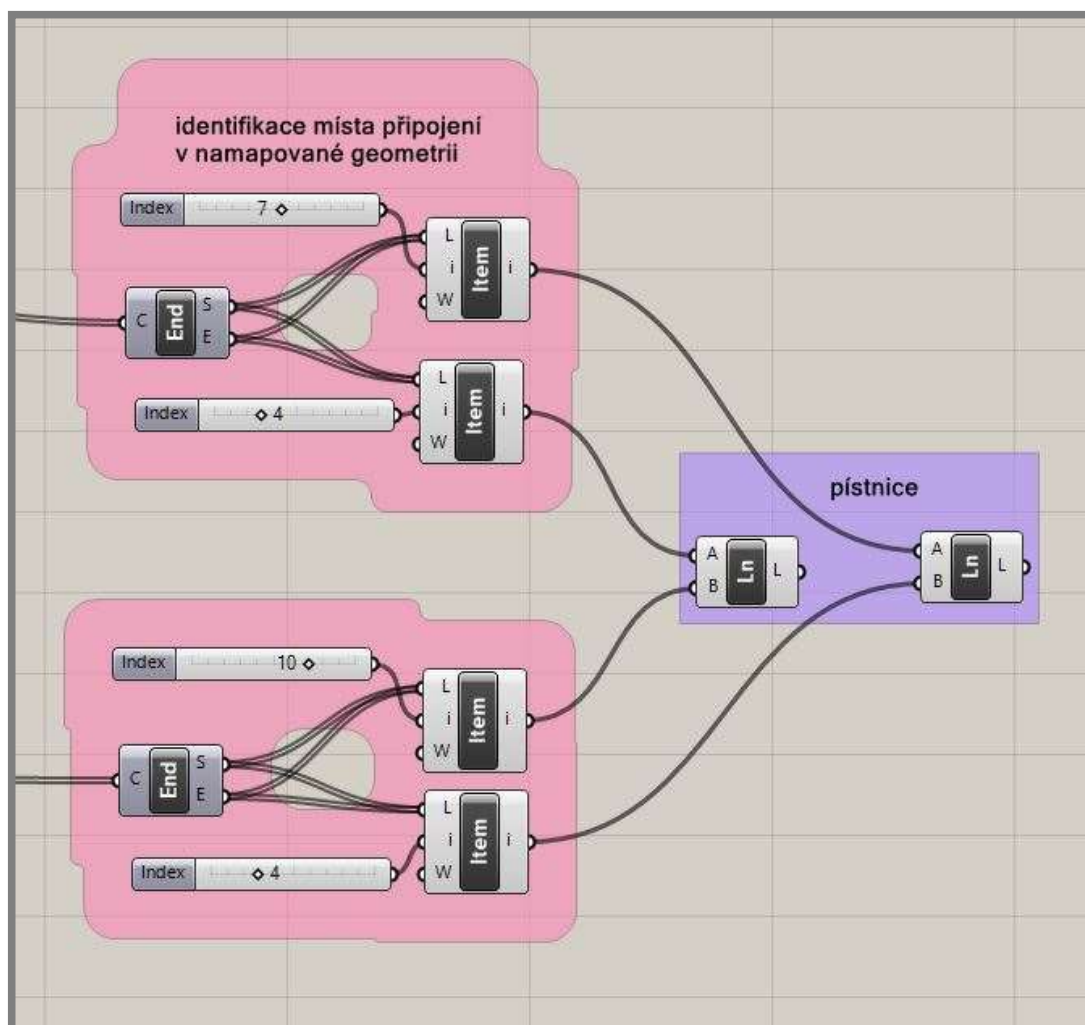


Obr. 6-14 Trasa sněžné rolby ve 2D

1- sněhová pokrývka; 2-ideálně upravená sněhová pokrývka; 3-terén

### Pístnice

Z mapované geometrie rolby a radlice jsou lokalizovány a identifikovány body. Tyto body jsou výchozí pozice pro připojení pístnic, kde pístnice jsou simulovány prostřednictvím úseček. Úsečky mají proměnlivou vzdálenost, která závisí na orientaci radlice vůči povrchu a rolbě, dají se tedy v budoucnu použít jako výstupy pro vysunutí reálných pístnic.



Obr. 6-15 Pístnice

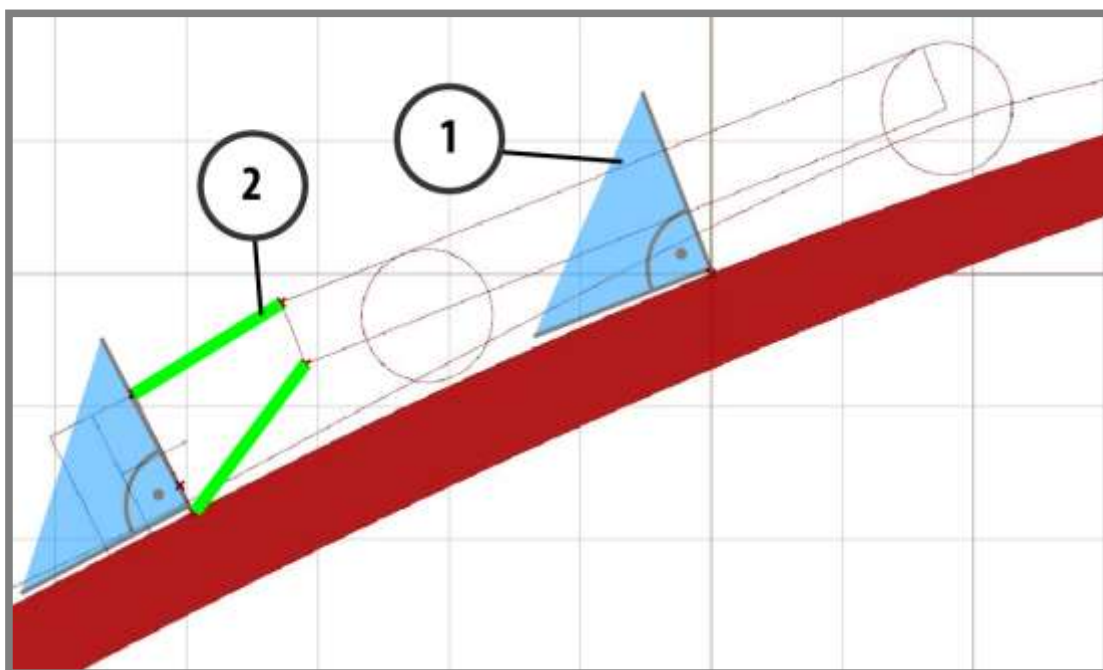
### Ověření funkčnosti

Pomocí výše uvedeného skriptu došlo k ověření koncepce autonomního řízení v těchto bodech:

- Parametrizace zjednodušené geometrie sněžné rolby
- Parametrizace skutečného terénu vůči sněhové pokrývce a generace trasy rolby
- Generování ideálního povrchu sjezdovky v podobě evaluační křivky mezi křivkami skutečného terénu a sněhové pokrývky.
- Ověření funkčnosti předního přídavného zařízení a rolby jako celku reagujícího na povrch zasněženého terénu ve 2D rovině YZ.

Simulace reakce předního přídavného zařízení v podobě skriptu v pluginu Grasshopper pro CAD program Rhinoceros, jednoduše popisuje koncepční návrh upravování sněhové pokrývky pomocí autonomní rolby.

Tento jednoduchý koncept poukazuje na možnost řešit tuto aplikaci ve 3D. S tím je ale spojená hlubší znalost problému, která je nad rámec této diplomové práce. Je tu tedy prostor pro další výzkum s možnou návazností na dizertační práci i v jiných oborech například v rámci řešení řízení autonomních robotů.



**Obr. 6-16** Spojení a orientace radlice vůči terénu a rolbě  
1- Orientace rolby a nastavení radlice; 2- Proměnlivá vzdálenost úseček

### 6.1.10 Hardware autonomního řízení

Součástí návrhu je výběr hardwaru autonomního řízení pro autonomní sněžnou rolbu. Ten vychází ze sensorických systémů soudobých autonomních vozidel a těžké techniky. Jmenovitě se jedná o využití sensorů pracujících na základě měření intenzity elektromagnetického záření a mechanické veličiny.

#### *Lidar VLP-16*

Měří vzdálenost od objektů pomocí laserového paprsku. Senzor počítá vzdálenost na základě doby letu laserového impulsu o určité vlnové délce od senzoru k objektu a zpět, tedy na základě známé rychlosti světla. Kombinací více zdrojů laserového záření pracujících na frekvenci 20kHz a detektorů do jednoho senzoru umožňuje měření až 1,3 mil. datových bodů za sekundu s dosahem do 100 m. Senzor má horizontální pokrytí v rozmezí 360°, a vertikální 30°. [62]



Obr.6-17 Lidar VLP-16 [62]

#### *MultiSense S7*

Návrh by využíval stereo kamery se zpracováním obrazu. Snímače MultiSense S7 poskytují vysokou přesnost, rychlou časovou odezvu a okamžité zpracování obrazu v 80° rozsahu jak horizontálním, tak vertikálním zorném poli. [67]



Obr.6-18 Sensorický systém MultiSense S7 [67]

### *SnowScan*

Pro určování tloušťky sněhové pokrývky je rolba vybavena radarem SnowScan. Radar dokáže v reálném čase vyhodnotit tloušťku sněhu. Radar je vhodný i pro ruční použití [68]

### *Snímač tahové a tlakové síly*

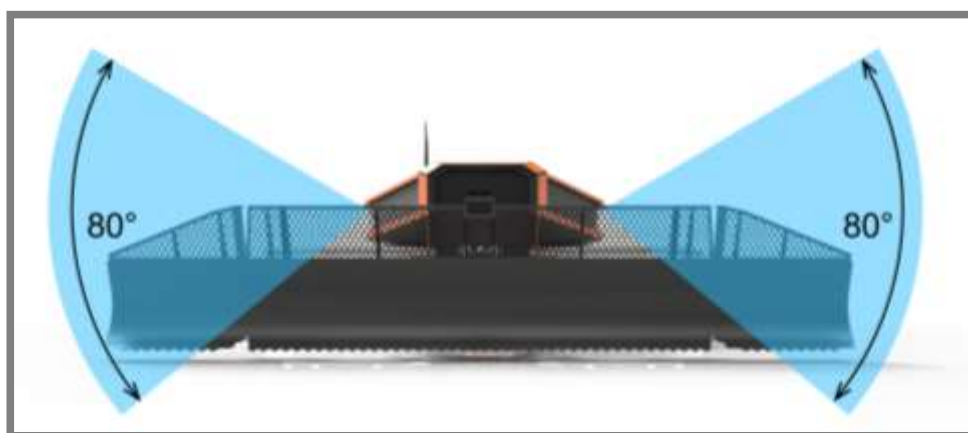
Pro rozpoznávání množství hromadícího se sněhu před radlicí mimo kamerového systému by byla sněžná rolba vybavená tlakovými senzory, které informují o procesorovou jednotku o nákladu. Rozsahy citlivosti přesných snímačů tlakové a tahové síly jsou v rozsahu od 0 až po stovky kN.[69]

### *Centrální řídicí jednotka*

Mozkem celého stroje je centrální řídicí jednotka. Stará se o chod dílčích systémů zejména však o vyhodnocování údajů ze senzorických systémů a softwarovou výbavou na ně reaguje v reálném čase.

## **6.1.11 Zorné úhly senzorického systému**

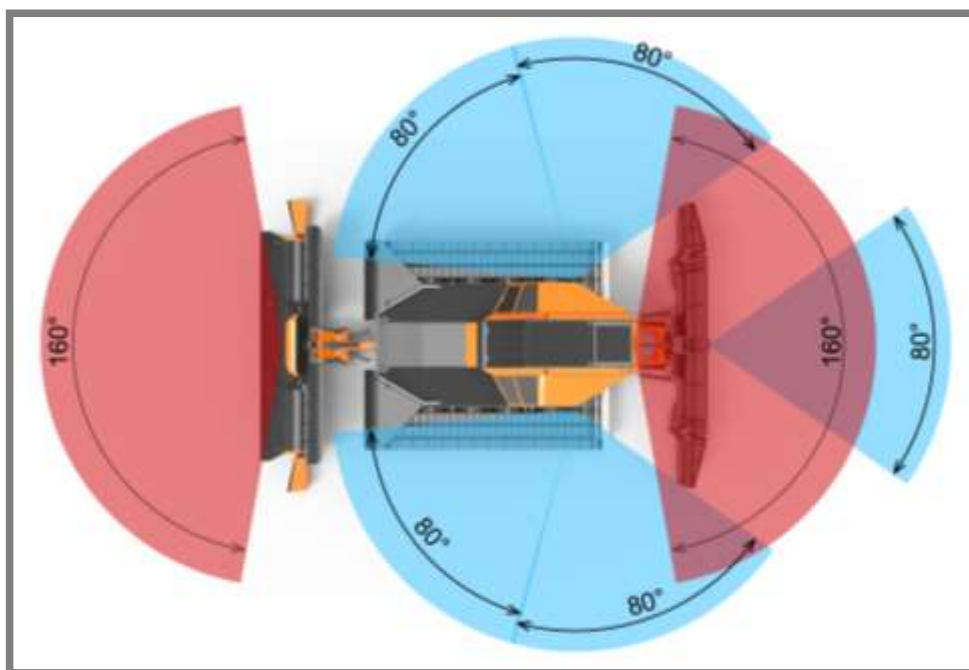
Autonomní rolba snímá své okolí pomocí výše uvedených senzorů. Kamery nejsou z hlediska konstrukce omezeny ve snímání obrazu. Naproti tomu Lidary mají omezení v horizontální i vertikální rovině. Nicméně toto omezení kompenzují kamery MultiSense. Je nutné podotknout že slepé místa budou vznikat vždy, proto byly senzory optimalizované co nejlépe (viz kap 4) aby tato místa byla co nejmenší. [62,67]



Obr.6-19 Zorné úhly snímače MultiSense S7 z čelního pohledu



Obr.6-20 Zorné úhly Lidarů VLP-16 a snímače MultiSense S7 z bokorysu

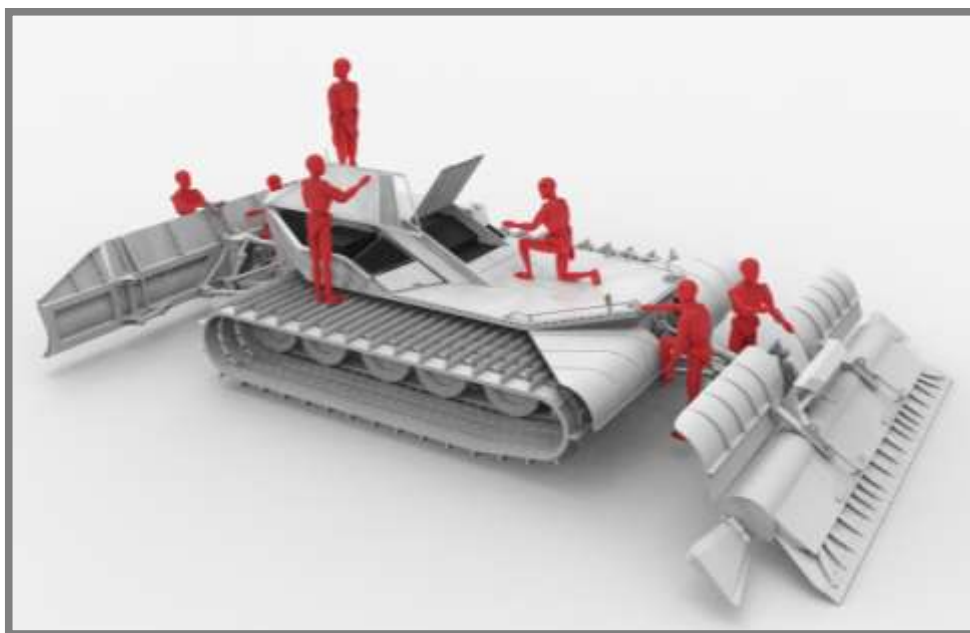


Obr.6-21 Zorné úhly Lidarů VLP-16 a snímačů MultiSense S7 z půdorysu

## 6.2 Ergonomické řešení

Ergonomické řešení se opírá o znalost provozu a práci se strojem. Soustředí se na vnější přístup k jednotlivým systémům z hlediska servisu, montáže a přepravy. ve vztahu člověka a stroje v prostředí. Pro modelovou situaci bylo použito 95 % percentilu rozměrů postavy průměrného dospělého muže, tedy 1860 mm. [73]

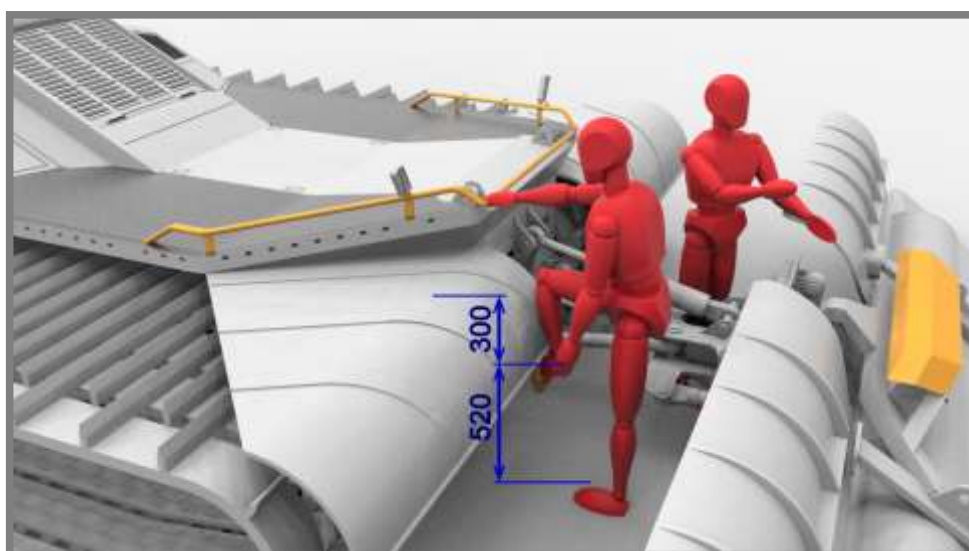
6.2



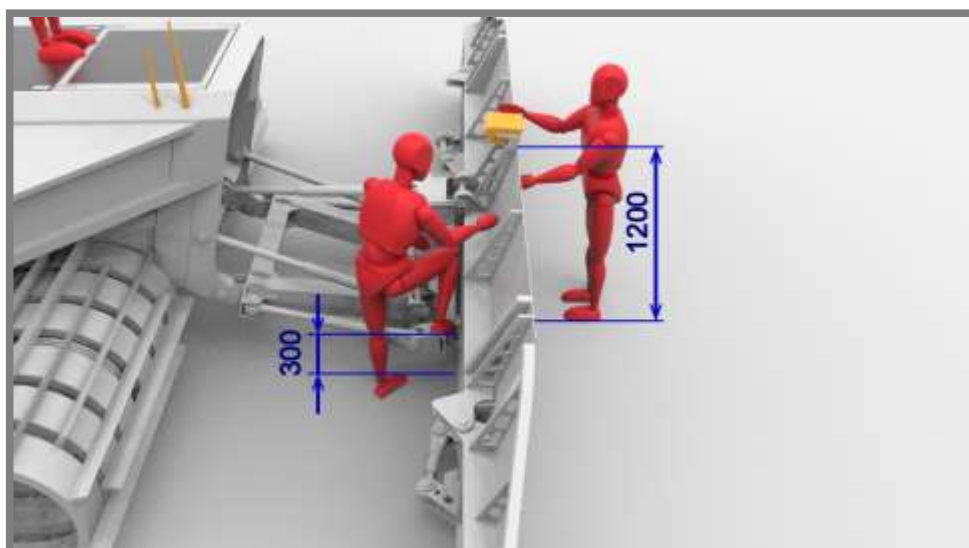
Obr.6-22 Ergonomie přístupu

### 6.2.1 Přístup z vnějšku

V průběhu práce došlo k iteracím umístění senzorického systému, na základě parametrů vyplívající z nasazení a použití stroje, umístění vychází relativně dobrých optických podmínek, přístupu servisního technika a relativní ochrany před znečištěním. Stejného kompromisu bylo dosaženo v případě vstupu člověka na korbu, kde je využito sérií madel a schodu na blatníku.



Obr.6-23 Přístup na korbu a k zadnímu senzorickému systému

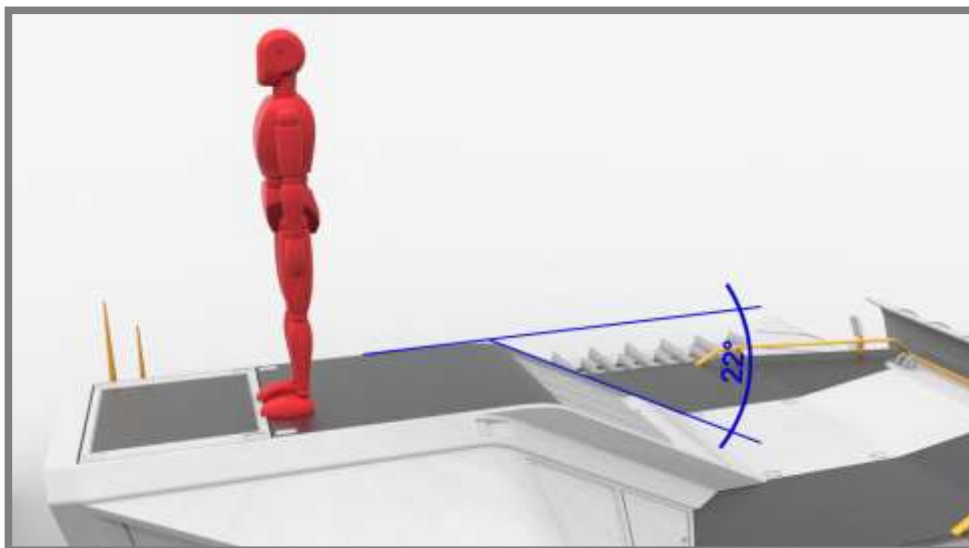


Obr.6-24 Přístup k přednímu senzorickému systému

### 6.2.2 Servisní přístupy

6.2.2

Je nutné upozornit na fakt, že na člověkem neřízené vozidlo je vstup povolen pouze když není v provozu. Vrchní část, kde jsou umístěny antény postrádá zábradlí z důvodu jeho výšky a četnosti údržby. Povrch vrchní části a korby je ošetřen plechem s diamantovým vzorem proti uklouznutí. Vstup na vrchní část rolby je umožněn po servisních dvířkách, které jsou pod sklonem  $22^\circ$ , a spadají do kategorie ramp a mírného schodiště, z tohoto důvodu byla servisní dvířka opatřena výstupky, zabraňující kluzkému povrchu.



Obr.6-25 Přístup na střechu ke komunikačnímu rozhraní



Obr.6-26 Servisní dvířka a úložný prostor s hasícím přístrojem

## 7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Barevné řešení konceptu a konečného produktu, je nedílnou součástí uceleného designérského řešení a má významný dopad na celkovou práci.

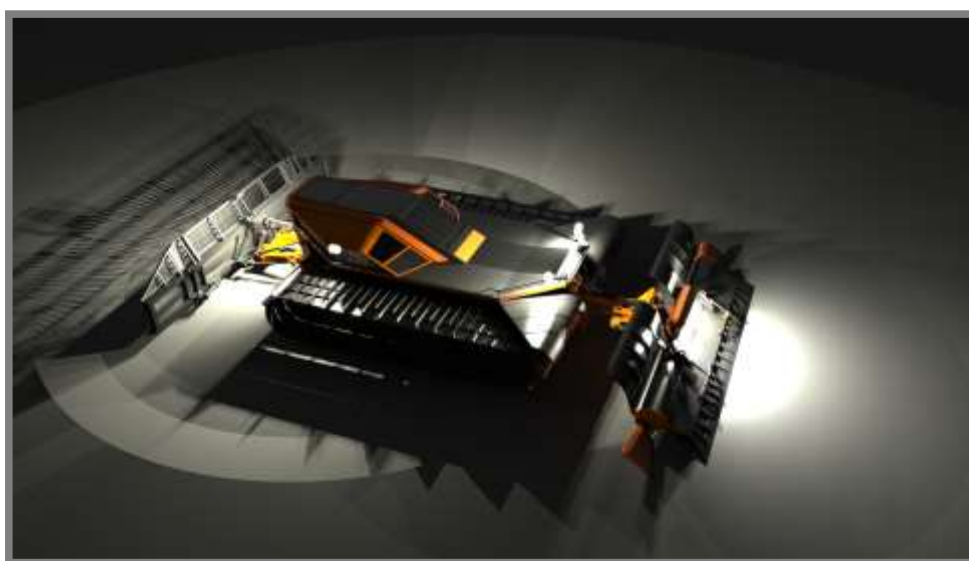
### 7.1 Barevné řešení

Barevná schémata vycházejí z technologických celků vozidla. Vozidlo je členěno na čtyři základní celky. Podvozek, přední a zadní přídatné zařízení s hydraulickým ovládáním a nadstavba, která ukrývá sofistikovanou techniku. Stroj je barevně schematizován, aby jasně ohraničil a definoval důležité komponenty. Zároveň slouží k bezpečné identifikaci směru stroje při práci.

U všech barevných řešeních je využito kombinace barevného kontrastu, kde dominantu tvoří barva oddělující pohledovou část od technické. Pro zdůraznění pohledové části jsou technické celky zbarveny v neutrálních až sytých barvách. Sněžná rolba je navržena do dobře geodeticky zmapovaných rovinných sjezdovek. Nemůže se, tedy stát, že by byla pro své barevné řešení nebo výšku přehlédnuta. Dalším aspektem, který mluví proti špatné viditelnosti je nadstandardní osvětlení stroje. [73]



Obr.7-1 Definiční barevné schéma



Obr.7-2 Viditelnost stroje

### 7.1.1 Barevné řešení 1

7.1.1

Varianta barevnosti vychází ze schématu kompozice. Je použita červená barva spadající mezi teplé barevné odstíny. Je typická pro stroje, u kterých je třeba zvýšené pozornosti. Sama o sobě zvyšuje při pohledu koncentraci člověka, což je u autonomně pracujícího stroje žádající efektem. Dále je tato barva typická pro stroje pracující v málo viditelných podmínkách

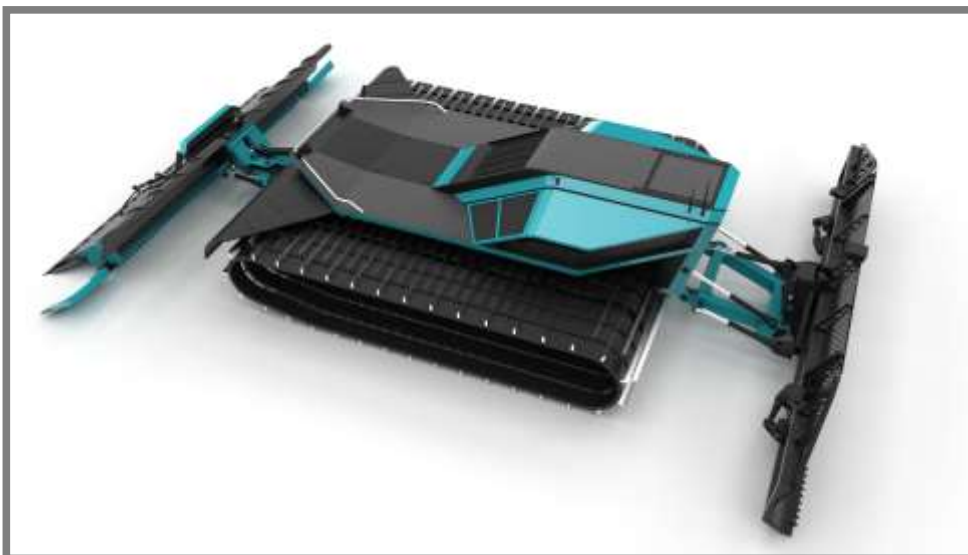


Obr.7-3 Barevné řešení 1

### 7.1.2 Barevné řešení 2

7.1.2

Tyrkysová barva patří mezi studené barvy, její efekt je zklidňující a navozuje dojem spolehlivosti u pozorovatele. Tento aspekt však může mít negativní dopad na práh vnímání člověka. Nejedná se o barevnou kombinaci, která by vzbuzovala zvýšenou pozornost při přímém pohledu natož v periferním vidění. Při takové barevnosti je vysoce pravděpodobné, že potenciální zákazník bude stroji věřit daleko více než u první varianty.



Obr.7-4 Barevné řešení 2

### 7.1.3 Barevné řešení 3

Oranžová barva patří opět mezi teplé odstíny barev. Jedná se tedy také o barvu, která působí varovným dojmem na pozorovatele a vzbuzuje v něm přiměřený respekt vůči stroji. Z designérského hlediska nejlépe ladí se sytými barvami a celkově dává stroji seriózní ráz.



Obr.7-5 Barevné řešení 3

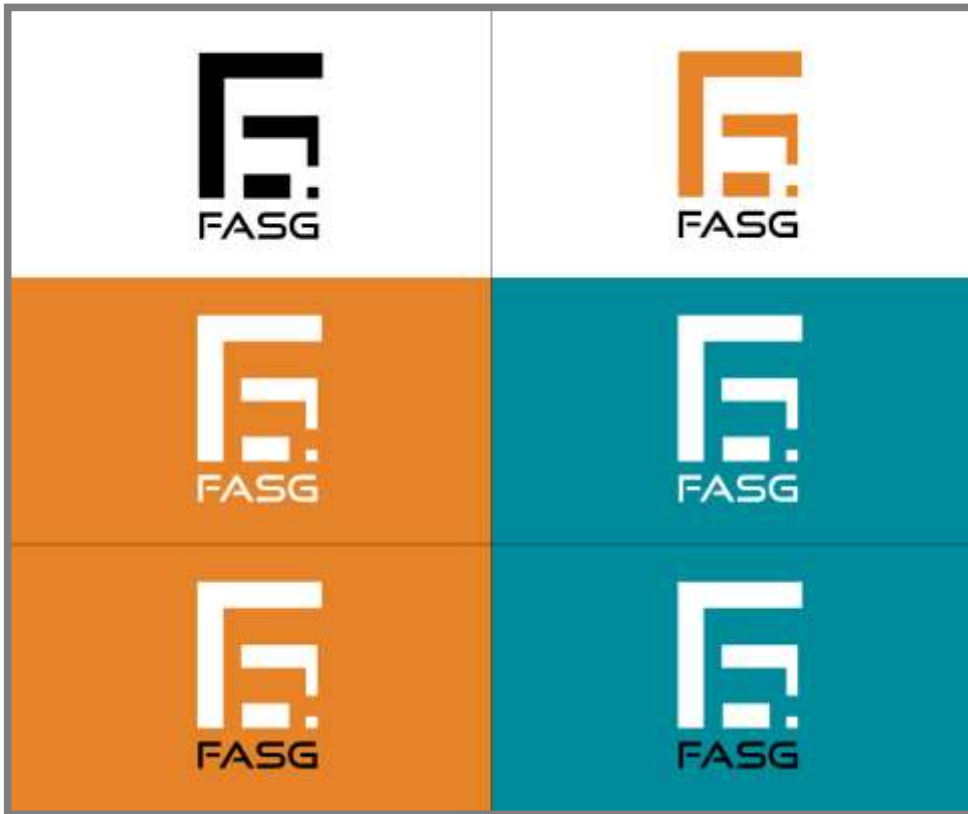
## 7.2 Grafické řešení

Návrh grafického řešení v případě vzdáleného ovládání autonomní sněžné rolby, stejně tak zpracování loga včetně vizuální identity společnosti není součástí této diplomové práce. Pro identifikaci autonomní sněžné rolby byl vytvořen logotyp technického charakteru. Logo vychází ze spojení písmen F a A. Zkratkové slovo FASG odpovídá čtyřslabičnému anglickému názvu Full Autonomous Snow Groomer.



Obr.7-6 Logo

Z grafického řešení vznikly tři varianty. Jedna varianta kombinuje barevnost loga a pozitivního logotypu v kontrastu s pozadím. Druhá varianta se skládá z pozitivu jak loga, tak logotypu a třetí varianta kombinuje logo formou negativu s pozitivním logotypem. V obou případech je zaručena dobrá viditelnost a čitelnost. Logo na stroji je umístěno na větrací mřížce a vyobrazeno nalakovaným emblémem.



Obr.7-7 Varianty grafického řešení logotypa



Obr.7-8 Umístění loga

---

## 8 DISKUZE

---

Návrh autonomního vozidla je vždy problematický, a je nutné počítat s tím že bude mít své zaryté zastánce i odpůrce. Z dnešního pohledu jsou autonomně řízené stroje vnímané spíše negativně nežli pozitivně. Jedná se tak jen u fyzických strojů jako jsou roboty, vozidla a drony. U virtuálních strojů jsme autonomii již ve větší míře akceptovali protože, si neuvědomujeme jejich takřka denní využívání k pracovním úkonům. Je tedy nutné předpokládat i bod zlomu u autonomně řízených strojů, kdy se stanou také každodenní zkušeností a lidé se přestanou ve větší míře bát.

---

### 8.1 Psychologické funkce

Jak již bylo nepřímo zmíněno, člověk se obecně bojí toho, co nezná a automaticky neznámé věci pokládá za hrozbu. Přimět společnost, aby přijala autonomně řízené stroje nelze jiným způsobem než pozvolnou integrací takových strojů do praxe. Použití autonomní rolby by bylo jistě pozvolným krokem k zvýšení povědomí o těchto vozidlech pro širokou veřejnost.

---

#### 8.1.2 Výraz stroje

Člověk vnímá převážnou část informací ze svého okolí pomocí zraku. Tvar a barva tedy mají obrovský dopad na konečný vliv na člověka. Tvar stroje je podmíněn tvarovým řešením, které je podrobněji popsáno v kapitole 5. Hlavním rysem je však absence kabiny pro řidiče. Celkový nízký charakter stroje zvýrazněn výstražnou barevnou kombinací může navozovat v lidech nepříjemný pocit nervozity. Tento pocit má však své opodstatnění, protože sněžná rolba je velký stroj a jsou omezeny jeho manévrovací schopnosti je nutné uměle vytvořit takový pocit, aby respekt člověka vůči stroji byl zachován.

---

#### 8.1.3 Přídavná zařízení

Je nutné si také uvědomit další úhel pohledu na sněžné rolby. Z hlediska povahy konstrukce a funkce je takřka nemožné jakýmkoli způsobem eliminovat pocit nebezpečí v pozorovateli i u klasických roleb. Přídavná zařízení v podobě radlice a frézy, tento pocit sama o sobě vyvolávají v pozorovateli. Tento fakt ale vnímám pozitivně, z hlediska prevence, před možným úrazem.

---

### 8.2 Ekonomické funkce

Ekonomickou funkci navrhovaného designu rozebírá marketingová analýza z pohledu konkurence a zavedení nového produktu na trh.

---

#### 8.2.1 Marketingová analýza

Slouží firmě jako nástroj pro průzkum trhu a jeho zhodnocení v minulosti i současnosti. Na základě získaných informací může podnik následně předpovídat svou trvanlivost na trhu. Jde tedy o pochopení vývoje trhu a koncového zákazníka. Analýza tedy vychází ze soudobých firemních subjektů v oboru konstrukce, prodeje a distribuce sněžných roleb na dnešním trhu. [24]

## **Analýza prostředí podniku**

Pro orientaci podniku na trhu je velmi důležité analyzovat podnikatelské prostředí, ve kterém se firma nachází a jakými faktory je podnik ovlivňován. Podnik musí své okolí sledovat a neustále se mu přizpůsobovat a zvyšovat tak svoji životaschopnost. Prostředí podniku se dělí na vnější a vnitřní. [25]

### *Vnější prostředí*

Vnější prostředí zahrnuje celkovou hospodářskou situaci podniku v závislosti na vzniklou situaci. Podnik musí reagovat a iniciativně přijímat změny. K určení symptomů těchto změn se nejčastěji používá metoda PESTLE. Reálně rozeznáváme dva druhy vnějšího prostředí, a to makroprostředí a mikroprostředí. [25]

### *Makroprostředí*

Do makroprostředí podniku spadají politicko-právní, ekonomické, technologické, legislativní a ekologické faktory. Jedná se o faktory, které podnik může v omezené míře ovlivnit, nebo je ovlivnit nemůže.

### *Politicko-právní faktory*

Dnes se technologické podnikání ze začátku nevyhne pomocí ze strany dotační politiky. Zahrnují politickou situaci ve společnosti tedy jmenovitě stabilitu krajiny, dotační politiku, vztah k průmyslu, vztah k importu a exportu aj.. Především ale hájí celospolečenské zájmy jak podniku, tak spotřebitele.

### *Ekonomické faktory*

Jedná se o faktory vznikající dopadem politicko-právních faktorů, HDP, kupní síly občanů, šetření, množství prostředků v oběhu.

### *Sociální faktory*

Určují nám sociální odraz toho, kde lidé vyrůstali, jaké měli zázemí a jaké mají potřeby. Stejný obraz, avšak v jiném měřítku je i u firem. Z hlediska cílení produktu autonomní rolby nám můžou tyto faktory poskytnout relevantní informace o sociální situaci a tendenci v horských areálech.

### *Technologické faktory*

Faktory, které mají jednoznačně nejvyšší vliv týkající se životaschopnosti a konkurenceschopnosti firmy. V posledních letech zažíváme technologický závod, kdy inovace zastaralé technologie je na vzestupu. Výrazné zvýšení poptávky jsou v oblasti použití automatických systémů, robotů a dronů. V budoucnu jistě budeme svědky rostoucího počtu autonomních vozidel.

### *Legislativní faktory*

Jsou zde zahrnuty zejména zákony, předpisy a nařízení, která chrání podnik před nezákonnou konkurencí a spotřebitele před nekalými praktikami některých podniků. Při vstoupení ČR do EU se tyto legislativní požadavky více zpřísnily. V případě porušení těchto zákonů, předpisů a nařízení hrozí firmě mnoha milionové sankce. [25]

### *Ekologické faktory*

V současnosti je velmi důležité brát na zřetel ekologii prostředí. Přírodní zdroje nejsou nekonečné a plýtvání jimi se nezvratně promítá do financí firmy. Je nutné efektivně řešit výrobu produktů s minimální ekologickou stopou (energie, fosilní paliva, chemické znečištění, omezené použití vody...). V případě autonomních vozidel je vyšší nárůst znečištění při výrobě elektrotechnických zařízení ale snížení produkce výrobků petrolejářského průmyslu.

### *Mikroprostředí*

Zahrnuje vše v bezprostředním firemním okolí tedy samotný podnik s jeho interním trhem, odběrateli, dodavateli, tržních zprostředkovatelů, konkurentů a veřejnost. K průzkumu a určení klíčových faktorů mikroprostředí slouží Porterova analýza pěti konkurenčních sil.

### *Konkurence*

Hlavními konkurenty ve výrobě sněžných roleb jsou dvě firmy, a to Prinoth a Kässbohrer Pistenbully. Obě tyto společnosti doposud experimentují s možností autonomního řízení roloby. Zatím se úspěšně zdařilo implementovat pouze dílčí autonomní systémy, které však stále vyžadují přítomnost člověka v kabině.

### Prinoth

- Velikost firmy – 3100 zaměstnanců
- Počet poboček – 60
- Počet prodejních a servisních míst – 124
- Roční obrat za rok 2015 – 726 000 000 €

Špičkou na trhu v distribuci, vývinu a prodeje víceúčelových pásových vozidel, a tedy nejen sněžných rolob je italská společnost Prinoth. Nesoustředí se pouze na výrobu sněžných rolob, nýbrž i specializované pásové techniky určené do extrémních podmínek stavenišť. [21]

Jejím cílem je naplnit potřebu zákazníků v globálním měřítku. Jako jediná firma na trhu se snaží o inovaci v podobě spolupráce ve vývoji autonomních systémů se společnostmi Leica Geosystems implementovaných zatím do sněžných rolob. Dalo by se říci, že marketingová strategie firmy Prinoth je ryze technologická. [21]

### Kässbohrer Pistenbully

Jedná se o druhou firmu v pořadí na celosvětovém trhu v produkci sněžných rolob. Společnost Pistenbully na rozdíl od společnosti Prinoth využívá strategie úzké specializace v oboru pásových vozidel určených k úpravám sněhové pokrývky s možností nasazení vozidel i v zemědělské sféře. Soustředí se tedy jen na malý segment trhu. Mezi hlavní cíle patří vývoj nových technologií a jejich implementace mezi soudobé výrobky s celkovou optimalizací. Mezi nové technologie, která tato společnost uvedla na trh je SNOWsat. Celkový celosvětový tržní podíl prodeje sněžných rolob společnosti Pistenbully čítá 60% tržního podílu. [22, 54]

*Potenciální konkurence*

Hrozba ze strany vstupu nového hráče na trh ve stejném odvětví. Jak se autonomní vozidla budou dostávat do čím dál většího povědomí, je nutné počítat s novými konkurenčními společnostmi.

*Substituční výrobky*

Na trhu je již dnes v omezené míře částečné autonomní systémy. Ty sice nenahradí plně autonomní vozidla, nicméně jedná se a bude se jednat o levnější variantu v případě úpravy běžného vozidla na vozidlo semi-autonomní. To může výrazně snížit počet zákazníků, podnik tedy musí dbát na to, aby jeho produkty nebylo možné jednoduše substituovat, čehož lze dosáhnout jedinečností nabízeného produktu.

*Dodavatelé*

Firmy, věnující se technologickému podnikání se nevyhne spolupráce s dodavateli součástí, součástek, softwarů a el. hardwaru.

Hrozba ze strany dodavatelů je tedy nákladově citelná v případě stoupne-li cena za dodané komponenty, snížení kvality výroby, časové nespolehlivosti dodávek.

*Zákazníci a spotřebitelé*

Je nutné, aby podnik naslouchal potřebám zákazníka a spotřebitele, pokud tak nejedná, snadno se může příliv zákazníků a spotřebitelů změnit na odliv

**8.2.2 Cílová skupina**

8.2.2

Autonomní sněžná rolba je produkt, který jsou prioritně určen převážně velkým specializovaným pracovištím a lyžařským střediskům, nicméně jsou a budou existovat společnosti, možná i dceřiné, které budou nabízet možnost výpůjčky specializovaného vozidla menším firmám i jednotlivcům.

Cílem jsou tedy prioritně velcí zákazníci v podobě velkých firem, sekundárně je cíleno na menší zákazníky v podobě menších firem, pro které nebudou složitější úkony spojené s užíváním a údržbou náročné.

Terciárně se cílí na jednotlivce s možností výpůjčky vozidla za menší peněžní obnos, kteří nebudou muset řešit složitější úkony spojené s provozem a údržbou vozidla, tu zabezpečují sekundární firmy.

Predikce je, že se bude jednat o technicky znalou, převážně mužskou, odbornou veřejnost ve věkovém rozmezí 25 – 60 let.

**8.2.3 Marketingová strategie**

8.2.3

„Strategie není jenom tvorba konkurenční výhody, je to zároveň i kreativní destrukce výhody konkurentů.“ [20]

Pro typologii autonomních vozidel úzce specializovaných pro použití v extrémních podmínkách se hodí využít následující:

### **Výrobní strategie**

Strategie úzké specializace je někdy nazývána jako strategie koncentrace. Hlavní myšlenka této metody spočívá v úzké specializaci, to vede k omezenému počtu nákupčí síly. Firma se tedy díky této strategii může prosadit v poměrně menším konkurenčním poli a realizovat tak projekty na které může uplatnit vyšší marži. [19]

### **Cenová úroveň**

Cena výsledného produktu v podobě autonomní rolby bude odpovídat situaci na trhu, cenové politice firmy a lokalizaci podpory prodeje. Její hodnota však výrazně nepřesáhne cenu soudobých roleb ovládané člověkem z důvodu odstranění funkční podpory pro řidiče a její nahrazení autonomními systémy.

### **Distribuce**

Distribuci a logistiku produktu je možné řešit více možnostmi například přímým prodejem a distribucí od výrobce. Dále pomocí dceřiné firmy zajišťující distribuci a prodej, a také prostřednictvím prověřených soukromých dodavatelů s přímou vazbou na prodejce. Z důvodu úzké specializace produktu je vyloučena velkoobchodní podpora distribuce, naopak maloobchodní distribuce a zahraniční export by byly podporovány. Logistika produktů takových velikostí není již problémem. Dnes se běžně dodávají těžké stroje určené pro těžbařský, výrobní aj. průmysl pomocí silniční a železniční dopravy.

### **Podpora prodeje**

Velmi důležitá bude vhodně zvolená reklamní prezentace produktu, reklama za každou cenu degraduje pozici firmy i produktu na trhu. Potenciál ukrývají celosvětové veletrhy. Díky kategorizaci mezi autonomní vozidla se otevírají úplně jiné možnosti produkt vystavovat nejen na veletrzích určených pro těžkou a zemědělskou techniku ale také i veletrhy zaměřené na robotiku a automatizaci. Hlavním cílem je vytvořit produkt, který sám bude reklamou.

### 8.2.4 SWOT analýza

8.2.4

Pro správné zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů, které ovlivňují úspěšnost podniku nebo podnikatelského záměru (produkt) na trhu, je využívána analytická metoda SWOT. Kriticky hodnotí silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby. [24]

	Pomocné dosažení cíle	Škodlivé dosažení cíle
Vnitřní původ	Šetření lidských zdrojů Šetření přírody Zvýšení bezpečnosti Snížení nákladů Konkurenční výhoda  <b>Strengths</b>	Složitější údržba Nepředvídatelné situace Možná nespolehlivost Četnost servisní údržby  <b>Weaknesses</b>
Vnější původ	Vyšší koncentrace řidičů Vývoj nové generace vozů Efektivita práce Náskok před konkurencí  <b>Opportunities</b>	Vysoké pořizovací náklady Poruchovost Komplikovaný Helpdesk  <b>Threats</b>

Obr.8-1 SWOT analýza

### **8.3 Sociální funkce**

Určují nám sociální odraz toho, kde lidé vyrůstali, jaké měli zázemí a jaké mají potřeby. Stejný obraz, avšak v jiném měřítku je i u firem. Z hlediska cílení produktu autonomní rolby nám můžou tyto faktory poskytnout relevantní informace o sociální situaci a tendenci v horských areálech.

#### **8.3.1 Společnost**

Na provozovatele lyžařských sjezdovek jsou kladeny vysoké nároky. Ty jsou spojené s vývojem soudobé společnosti, kdy je vše čím dál tím více dostupné uživateli. S touto skutečností jde ruku v ruce vyšší návštěvnost lyžařských areálů novými lyžaři. Z tohoto důvodu by se autonomně řízené vozidlo stalo potřebným pomocníkem, který by zastal časově náročnou a monotónní práci.

#### **8.3.2 Ekologie**

Výhodou navrženého stroje je jeho takřka bezemisní provoz. To dovoluje použití nových technologií v oblasti pohonu na vodíkové palivové články. Další výhodou tohoto pohonu je, že do budoucna toto palivo budou schopné produkovat farmy zabývající se chovem dobytka. Ze sociálního hlediska pak může tento stroj rozšířit do povědomí alternativní pohony a odbourat některé zažití mýty.

### **8.4 Etika**

Koncepční návrh v podobě autonomní sněžné rolby je vůbec první svého druhu. Čerpá ze soudobých technologií a konceptů pohonu na vodíkové palivové články, jejichž funkce byla prakticky potvrzena. Návrh počítá s postupným gradováním technologie a s jejím vývinem, který by umožnil v budoucnu hojně využívat tuto technologii pohonu.

Dnes je výroba vodíkového paliva už technologicky dobře zvládnutá, vodík je možné generovat i na farmách položených v horách. Jediným odpadem je vypařující se voda, a jedná se tedy o pohon s nulovou emisní stopou, nepočítaje výrobu stroje.

Do budoucna je nevyhnutelné, aby tyto technologie promlouvali do každodenního života, už jen z podstaty lidského bytí a soužití s jinými druhy na planetě Zemi.

## 9 ZÁVĚR

9

Diplomová práce zpracovává design autonomní sněžné rolby. Určení stroje bylo odvozeno ze základních vstupních parametrů ve smyslu šetření lidských zdrojů, umělé typizace klasických sněžných roleb a charakteru práce. Navržený stroj využívá nových a soudobých technologií a konstrukčních řešení s pohledem do blízké budoucnosti.

Základním předpokladem pro dosažení konceptu designu navržené autonomní rolby určené pro úpravu sněhových pokrývek v bezpečně zmapovaných oblastech lyžařských areálů, bylo detailní zpracování analýzy vývoje sněžných roleb od prvopočátku po současný stav. (viz kap. 2)

Dalším krokem byla analytická část, kdy formou kritické rešerše zabývající se soudobými produkty, jejich vývojem, konstrukčními prvky a designem došlo k identifikaci dílčích problémů. Problémů, které jsou spojené s nasazením autonomně řízené sněžné rolby. (viz kap. 3)

Orientace konceptu vzešla syntakticky použitím jednotlivých metod při výběru tří vhodných koncepčních variant a jejich důsledné geneze. Konečná kompozice návrhu je výsledkem aplikace několika metod. Zejména jsou to však metody gramatiky produktu, která vycházela z pravidel tvaru přídavných zařízení sněžné rolby. Tvarosloví sněžné rolby má tedy estetickou hodnotu s funkční návazností. (viz kap.4)

Diplomová práce se zabývala i problematikou úpravy sněhové pokrývky z pohledu autonomie. Byla navržena koncepce upravování sněhové pokrývky pomocí autonomní rolby. Koncepce staví na dostupné technologii a patentu systému měření hloubky sněhu, který byl pro sněžné rolby původně vyvinut. (viz kap.6)

Z hlediska ověření správnosti funkce autonomní rolby došlo k parametrizaci jednotlivých přídavných zařízení sněžné rolby, parametrizace pohybu sněžné rolby po křivce, měření hloubky sněhu mezi skutečným povrchem sjezdovky a sněhovou pokrývkou a k reakci předního přídavného zařízení na sněhovou pokrývku. (viz kap. 6)

Přínosem práce je design vozidla podložený metodami a využití parametrizovaného modelu jako koncepčního modelu autonomně řízené sněžné rolby na sjezdovce. Detailní zpracování reakce přídavných zařízení je nad rámec této práce. Tato oblast si proto zaslouží další výzkum s možnou návazností na dizertační práci.

Návrh je výsledkem upřesnění pojmu sněžné rolby a identifikaci problémů spojených s nasazením autonomně řízeného stroje současně s jejich řešením.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

---

- [2] Modeltfordsnowmobile. *Modeltfordsnowmobile* [online]. Westford, ©2000 - [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.modeltfordsnowmobile.com/lcmainbriefhistory.htm>
- [3] BARCZEWSKI, Stephanie L., 2007. *Antarctic destinies: Scott, Shackleton and the changing face of heroism*. 1. New York: Hambledon Continuum. ISBN 978-1-84725-192-3.
- [4] GREY, D.M. a D.H. MALE. *Handbook of Snow: Principles, Processes, Management & Use*. 15. Willowdale Ont: Permagon Press, 1981. ISBN 10: 1932846069
- [5] Bombardier: The evolution of mobility. In: *History* [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.bombardier.com/en/about-us/history.htm>
- [6] Prinoth. In: *History: The Pioneer: A Go-getter with a Sense for the Here and Now* [online]. [cit. 2016-05-12]. Dostupné z: <https://www.prinoth.com>
- [7] Breeuy Smoak. How to clear the snow from your driveway without moving a muscle. *Electronic product*. [online]. 19.6.2014. [cit. 2016-05-8]. Dostupné z: [http://www.electronicproducts.com/Electromechanical\\_Components/Motors\\_and\\_Controllers/How\\_to\\_clear\\_the\\_snow\\_from\\_your\\_driveway\\_without\\_moving\\_a\\_muscle.aspx](http://www.electronicproducts.com/Electromechanical_Components/Motors_and_Controllers/How_to_clear_the_snow_from_your_driveway_without_moving_a_muscle.aspx)
- [8] ČERNÝ, Ladislav. Auto: Nejlepší jízda na webu. In: *Pisten Bully 300W: Večerní úprava sněhu („rolba“)* [online]. ©2014 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/pisten-bully-300w-vecerni-uprava-snehu-rolba-82215>
- [9] Motorové sáně před započítím cesty na Jižní pól. *Marinersmuseum: Sir Robert Scott*. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://ageofex.marinersmuseum.org/index.php?type=explorersection&id=140>
- [10] Bombardier B7. *Panoramio*. [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.panoramio.com/photo/44522607>
- [11] Prinoth P-15. *Prinoth:History*. [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <https://www.prinoth.com/en/history/>
- [12] PistenBully 600 Polar ACR. *PistenBully*[online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.pistenbully.com/en/vehicles/alpine/600-polar-scr.html>
- [13] Prinoth Beast. *Novasport: Prinoth presenta su nueva Leitwolf* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.nevasport.com/noticias/art/31026/Prinoth-presenta-su-nueva-Leitwolf/>
- [14] Deer Forte. *Ohara corporation* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <https://www.oharacorp.co.jp/en/products/snowvehicles/df-430/>
- [15] Robo Plow. *Cdn: Wonderful engineering*. [online]. 19.6.2014. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www.cdn.wonderfulengineering.com>
- [16] Model 2000 173 HP Tucker-Terra. *Sno-cat*. [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.sno-cat.com/2000-173HP-Sno-Cat.html>
- [17] Model Fat-Cat. *Sno-cat*. [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: [http://www.sno-cat.com/photos/Accessories/2000-arctic-fat-cat\\_pg6-L.jpg](http://www.sno-cat.com/photos/Accessories/2000-arctic-fat-cat_pg6-L.jpg)
- [18] Koncept (Progressive Evolution). *s-media-cache-ak0*. [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com>

- [19] MACHÁKOVÁ, Hana. *Mezinárodní marketing: [strategické trendy a příklady z praxe]*. 4. vyd. Praha: Grada, 2015. Expert. ISBN 978-80-247-5366-9.
- [20] JAKUBÍKOVÁ, Hana. *Mezinárodní marketing :strategie a trendy. 2., rozš.* Vyd. Praha: Grada, 2013. Expert. ISBN 978-80-247-4670-8.
- [21] COMPANY: PRINOTH – *The Premium Brand* [online]. ©2016. Italy: PRINOTH [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <https://www.prinoth.com/en/company/>
- [22] GROOMERS [online]. ©2016. Germany: *Kässbohrer Geländefahrzeug* [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://www.pistenbully.com/en/vehicles/overview/all-vehicles.html/>
- [23] Le Versoud: Aztec à l'assaut des goliaths du damage. 2014. *Gresivaudan* [online]. Le Touvet: ZAC – Eurekalp, s. 1 [cit. 2016-10-27]. Dostupné z: <http://www.gresivaudan-magazine.fr/aztec-a-lassaut-des-goliaths-du-damage/>
- [24] Managementmania: SWOT analýza. 2016. *Managementmania* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>
- [25] *Marketingová analýza ako východisko pre formulovanie stratégie vybranej spoločnosti* [online]. 2013. Banská Bystrica [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: [https://is.bivs.cz/th/13658/bisk\\_m/DP\\_Marketingova\\_analyza\\_ako\\_vychodisko\\_pre\\_formovanie\\_strategie\\_\\_final\\_verzia\\_.pdf](https://is.bivs.cz/th/13658/bisk_m/DP_Marketingova_analyza_ako_vychodisko_pre_formovanie_strategie__final_verzia_.pdf). Bankovní institut vysoká škola Praha. Vedoucí práce Pavel Ceniga, doc. Ing. PhD.
- [26] RICHTER, Pavel, 2008. *Pásový podvozek stavebních strojů* [online]. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/1959>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí práce Jaroslav Kašpárek.
- [27] Australian Antarctic Division: Leading Australia's Antarctic Program: Badging our products. ©2008. In: *Australian Government: Department of the Environment and Energy* [online]. [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <http://www.antarctica.gov.au/about-antarctica/history/exploration-and-expeditions/modern-expeditions/this-week-in-antarctica/2008/badging-our-products>
- [28] *Polyuretan hotové výrobky* [online]. ©2016. Czech Republic: Polyplasty [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: <https://www.polyplasty.cz/polyuretan-hotove-vyrobky.html>
- [29] HALSALL, Mark. 2015. PistenBully 600 E+: A Greener Snow Groomer. *Snowgroomingmag* [online]., 1 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://snowgroomingmag.com/blog/pistenbully-600-e-a-greener-snow-groomer.html>
- [30] *PistenBully 600 E+: The diesel-electric power pack for maximum area performance* [online]. ©2014. 1. Germany [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: [file:///D:/%C5%A1kola/9.semestr/DIPLOMKA/Technick%C3%A1%20anal%C3%BDza/broschuere\\_600\\_eplus\\_en.pdf](file:///D:/%C5%A1kola/9.semestr/DIPLOMKA/Technick%C3%A1%20anal%C3%BDza/broschuere_600_eplus_en.pdf)

- [31] 3. Řízení pohonů. 2007. PAVLOK, Bohuslav, Lumír HRUŽÍK a Miroslav BOVA. *Hydraulická zařízení strojů: učební text*[online]. Ostrava: VŠB Ostrava, s. 123 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://www.338.vsb.cz/wp-content/uploads/2016/03/Pavlok-hydraulicka-zarizeni-stroju.pdf>
- [32] EOS DIN-SE - PTO pompen | Findynamica. [online]. Copyright © 2016 Findynamica. All rights reserved. [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <http://www.findynamica.nl/nl/documentatie/eos-din-se-pto-pompen>
- [33] JERÁBEK, K. a kol.: *Stroje pro zemní práce - silniční stroje*, 1. vydání, Ostrava : Vysoká škola báňská-Technická univerzita, 1996, 464 stran ISBN: 80-7078-389-3.
- [34] KOUKAL, Vít. 2015. *Pohonné systémy pojezdových ústrojí mobilních pracovních strojů*. Brno. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce DOC. ING. MIROSLAV ŠKOPÁN, CSC.
- [35] VANĚK, Antonín. 2003. *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. Praha: Academia. Česká matice technická (Academia). ISBN 80-200-1045-9.
- [36] MTU Report > Construction & Industrial > When winter ends. *MTU Report* > Home [online]. ©2010. [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <http://www.mtu-report.com/Construction-Industrial/When-winter-ends>
- [37] BØRRESEN, Espen. 2013. Trakkemaskin.no visit an environmentally friendly Interalpin '13. In: Trakkemaskin [online]. Norway: Hole Olsen Aktiv [cit.2016-12-16]. Dostupné z:<http://www.trakkemaskin.no/default.asp?cid=1&nid=1724>
- [38] *United States Patent: Snow groomer and relative control method*. 2013. USA. Uděleno 12.11.2013. Zapsáno 12.11.2013.
- [39] SNOWsat. [online]. © 2014 [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <http://www.pistenbully.com/en/innovation/efficiency/snowsathtml>
- [40] Synchronous Motor. *bitLanders, the Social content platform, real-time opinion chat, and rewards*. [online]. © 2016, bitLanders. All rights reserved. [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <http://www.bitlanders.com/blogs/synchronous-motor/201606>
- [41] Charged EVs | Elon Musk: Cooling, not power-to-weight ratio, is the challenge with AC induction motors. *Charged EVs | Electric Vehicles Magazine* [online]. © 2016. [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <https://chargedevs.com/newswire/elon-musk-cooling-not-power-to-weight-ratio-is-the-challenge-with-ac-induction-motors/>
- [42] FRYBERT, Jan, Ján LACKO, Peter MUDRÁK, Jan SLANINA a Martin TRAUTMAN. 2015. *Alternativní pohony*. Brno: Integrovaná střední škola automobilní. ISBN 978-80-260-7548-6.
- [43] Cranmore Adds Diesel Electric Snow Groomer. *Home* [online]. Dostupné z: <http://www.cranmore.com/The-Mountain/Resort-Information/Media-Room/ArtMID/679/ArticleID/35/Cranmore-Adds-Diesel-Electric-Snow-Groomer>
- [44] Rudolf Vašek - HALL: pneumatiky, pojezdová a hnací kola | Rudolf Vašek - autoservis, Kopřivnice. Rudolf Vašek - autoservis | *Rudolf Vašek - autoservis, Kopřivnice* [online]. © 2016. [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <http://www.vasekrud.cz/inpage/hall-pneumatiky-pojezdova-a-hnaci-kola/>

- [45] Rudolf Vašek - HALL: pojezdové lišty | Rudolf Vašek - autoservis, Kopřivnice. *Rudolf Vašek - autoservis | Rudolf Vašek - autoservis, Kopřivnice* [online]. © 2016. [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <https://www.vasekrud.cz/inpage/hall-pojezdove-listy/>
- [46] Track Belting, ©2017. *Fallline* [online]. Reno: Fallline [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: <http://www.fallline.com/ski-industry/track-belting/>
- [47] DUFFY, Owen C. a Gus WRIGHT, ©2016. *Fundamentals of medium/heavy duty commercial vehicle systems* [online]. 1. Burlington: Jones & Bartlett Learning [cit. 2016-12-16]. ISBN 978-128-4041-163. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=iVACgAAQBAJ&pg=PA431&lpg=PA431&dq=alternator+functions&source=bl&ots=4FLeg-R0Zy&sig=hhleA9qFWiLgP76-hxOHOHw6O8k&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwi13\\_2V1vTTAhVDIpoKHa0hDYw4FBDoAQhCMAQ#v=onepage&q=alternator%20functions&f=false](https://books.google.cz/books?id=iVACgAAQBAJ&pg=PA431&lpg=PA431&dq=alternator+functions&source=bl&ots=4FLeg-R0Zy&sig=hhleA9qFWiLgP76-hxOHOHw6O8k&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwi13_2V1vTTAhVDIpoKHa0hDYw4FBDoAQhCMAQ#v=onepage&q=alternator%20functions&f=false)
- [48] Additional Devices Prinoth Corporate. [online]. Dostupné z: <https://www.prinoth.com/en/snow-groomers/products/additional-devices/front-attachments-34/>
- [49] Front attachments. [online]. © 2014 [cit. 16.12.2016]. Dostupné z: <http://www.pistenbully.com/en/vehicles/attachments/front-attachments.html>
- [50] *ParkBlade: The Art of Designing Funparks*. © 2008. Germany. Dostupné také z: [http://www.pistenbully.com/fileadmin/content\\_pistenbully/modul\\_8\\_download/zubehoer\\_parkblade\\_EN.pdf](http://www.pistenbully.com/fileadmin/content_pistenbully/modul_8_download/zubehoer_parkblade_EN.pdf)
- [51] Additional Devices Prinoth Corporate. [online]. Dostupné z: <https://www.prinoth.com/en/snow-groomers/products/additional-devices/blades-31/>
- [52] *AlpinFlexTiller: Perfect slope appearance for the PistenBully 400 / 600*. © 2009. Germany. Dostupné také z: [http://www.pistenbully.com/fileadmin/content\\_pistenbully/modul\\_8\\_download/zubehoer\\_alpinflexfraese\\_EN.pdf](http://www.pistenbully.com/fileadmin/content_pistenbully/modul_8_download/zubehoer_alpinflexfraese_EN.pdf)
- [53] *AUTOMATIC WINCH: CLEARS OUT ALL FENCES*. Italy. Dostupné také z: [https://www.prinoth.com/fileadmin/user\\_upload/pdf/AUTOMATIC\\_Winch\\_4.5t\\_EN.pdf](https://www.prinoth.com/fileadmin/user_upload/pdf/AUTOMATIC_Winch_4.5t_EN.pdf)
- [54] HALAMKA, Jaroslav. © 2010. Podívejte se, jak se ovládá Rolls-Royce mezi sněžnými rolbami. Stojí 9 milionů. In: *Auto.idnes.cz* [online]. idnes [cit. 2016-12-16]. Dostupné z: [http://auto.idnes.cz/podivejte-se-jak-se-ovlada-rolls-royce-mezi-sneznyimi-rolbami-stoji-9-milionu-176-/automoto.aspx?c=A100310\\_142136\\_automoto\\_hig](http://auto.idnes.cz/podivejte-se-jak-se-ovlada-rolls-royce-mezi-sneznyimi-rolbami-stoji-9-milionu-176-/automoto.aspx?c=A100310_142136_automoto_hig)
- [55] SICILIANO, Bruno a Oussama KHATIB, © 2008. *Springer handbook of robotics*. 2nd edition. Verlag Berlin Heidelberg: Springer. ISBN 978-331-9325-507.
- [56] Robots, ©2017. BARA: *The British Automation & Robot Association* [online]. Wallington: BARA [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: <http://www.bara.org.uk/definition-of-robots.html>
- [57] ADÁMEK, *Obecné rozdělení senzorů*. Brno. Dostupné také z: [http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/uceb/DATA/s\\_1\\_2.htm](http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/uceb/DATA/s_1_2.htm)
- [58] *United states patent: System for monitoring the depth of snow*, 1998. USA. US 5761095. Uděleno 1998. Zapsáno 2.8.1998.

- [59] LÁSKA, Zdeněk, Martin TEŠNÁŘ, Jaroslav SLABÝ a Jan SUKUP, 2010. *Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi: učební texty k semináři* [online]. Brno: VUT v Brně. Dostupné také z: [http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura\\_08\\_1009.pdf](http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf)
- [60] High-Precision GPS for Autonomous Vehicles: Technology, Novatel [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.novatel.com/industries/autonomous-vehicles/#technology>
- [61] *CNH industrial* [online], ©2016. London: CNH [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://media.cnhindustrial.com/EMEA/CNH-INDUSTRIAL-CORPORATE/cnh-industrial-brands-reveal-concept-autonomous-tractor-development--driverless-technology-to-boost-/s/a2259742-061a-412a-8a12-d307baedd88>
- [62] FREQUENTLY ASKED QUESTIONS: How does Velodyne's LiDAR work?, ©2017. In: *Velodyne LiDAR* [online]. CA: Velodyne LiDAR [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <http://www.velodynelidar.com/faq.html>
- [63] *Raveo world of motion: ASYNCHRONNÍ MOTORY*, *Raveo world of motion* [online]. [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: <http://www.raveo.cz/asynchronni-motory>
- [64] *Projekt TriHyBus: český vodíkový autobus opět vyjede na linku* [online], ÚJV ŘEŽ: Proelektroniky.cz [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: <http://www.proelektrotechniky.cz/zajimave-projekty/6.php>
- [65] Palivový článek, ©2001-. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Palivov%C3%BD\\_%C4%8D1%C3%A1nek](https://cs.wikipedia.org/wiki/Palivov%C3%BD_%C4%8D1%C3%A1nek)
- [66] Palivové články-princip funkce a dělení, *Oenergetice* [online]. [cit. 2017-04-07]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/elektroenergetika/palivove-clanky-princip-funkce-a-deleni/>
- [67] *Carnegie robotics: MultiSense S7 and S7S* [online], ©2016. Pittsburg: Carnegie Robotics [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://carnegierobotics.com/multisense-s7/>
- [68] *SnowScan: Overview* [online], ©2017. Missisauga (Ontario): Sensors & Software [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <https://www.sensoft.ca/products/snowscan/overview/>
- [69] *8431/32 Přesný snímač tahové a tlakové síly* [online], ©2017. Brno: Meatest [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.meatest.com/produkty-8431-32-presny-snimac-tahove-a-tlakove-sily-detail-71>
- [70] C.C.CHIN, Ryan, ©2004. *Product Grammar: Constructing and Mapping Solution spaces*. The Catholic University of America. Masters of science in media arts and sciences. The Catholic University of America.
- [71] *Terrain2STL* [online], ©2017. Create STL models of the surface of Earth: Thatcher Chamberlin [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://jthatch.com/Terrain2STL/>
- [72] CGIAR-CS: Consortium for Spatial Information, ©2008. *CGIAR-CS: Consortium for Spatial Information* [online]. Washington: CGIAR-CS [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.cgiar-csi.org/data/srtm-90m-digital-elevation-database-v4-1>

- [73] CHUNDELA, Lubor, ©2013. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [74] STEFFEN, Dagmar, ©2007. *DESIGN SEMANTICS OF INNOVATION: Product language as a reflection on technical innovation and socio-cultural change* [online]. Department of Art and Design History: Bergische Universität Wuppertal, Germany [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: [http://www2.uiah.fi/sefun/DSIU\\_papers/DSIU\\_Steffen%20\\_%20Design%20Semantics%20of%20Innovation.pdf](http://www2.uiah.fi/sefun/DSIU_papers/DSIU_Steffen%20_%20Design%20Semantics%20of%20Innovation.pdf)
- [75] KUROWSKI, Paul M. a George K. KNOPF, ©2006. Educating Engineers about Product Design Methodology. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association*. 8. DOI: <http://dx.doi.org/10.24908/pceea.v0i0.3838>.
- [76] *Proces EIA - online učebnice: Rozhodovací analýzy a variantní řešení* [online], 2010. Brno: Redakční systém Framepublic [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://ucebnice-eia.zf.mendelu.cz/rozhodovaci-analyzy>
- [77] *Stanford: Amos Tversky, leading decision researcher, dies at 59* [online], CA: Stanford University [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: <http://news.stanford.edu/pr/96/960605tversky.html>
- [78] Tuvie: NEXO Snow Groomer with Unique Modular System, ©2017. Tuvie: *design of the future* [online]. Tuvie [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://www.tuvie.com/nexo-snow-groomer-with-unique-modular-system/>

**SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ**

Obr.2-1	Motorové sáně před započítím cesty na Jižní pól [9]	17
Obr.2-2	Bombardier B-7 r.v.: 1936 [10]	18
Obr.2-3	Prinoth P-15 [11]	18
Obr.2-4	Pistenbully 600 Polar SCR s navijákem [12]	20
Obr.2-5	Pistenbully 600 Polar SCR servisní přístup [12]	21
Obr.2-6	Pistenbully 600 Polar SCR kabina [12]	21
Obr.2-7	Prinoth Beast [14]	22
Obr.2-8	Prinoth Beast s servisní moduly [13]	23
Obr.2-9	Prinoth Beast kabina [13]	23
Obr.2-10	Deer Forte DF 430 [14]	24
Obr.2-11	Deer Forte DF 430 servisní bloky [14]	25
Obr.2-12	Deer Forte DF 430 kabina [14]	25
Obr.2-13	AZTEC Graphit přední pohled [23]	26
Obr.2-14	AZTEC Graphit zadní pohled [23]	26
Obr.2-15	Model 2000 300 HP Tucker-Terra [16]	27
Obr.2-16	2000 Arctic Fat Cat [17]	28
Obr.2-17	Progressive Evolution, koncepční design [18]	29
Obr.2-18	NEXO, koncepční design	30
Obr.2-19	Detaily stroje PistenBully 300W	31
Obr.2-20	Schema sněžné rolby [autor]	32
Obr.2-21	Svařenec rámu [27]	33
Obr.2-22	Elektromotorický systém s pohonnou jednotkou Mercedes-Benz OM 460 LA 9 [30 upraveno autorem]	34
Obr.2-23	Řez uzavřeného obvodu hydrostatického převodu [32]	36
Obr.2-24	Asynchronní motor [40]	37
Obr.2-25	Synchronní motor [41]	37
Obr.2-26	Turasové kolo [autor]	38
Obr.2-27	Detail turasového kola (rolba Vulkollan 80 Sha) [28]	38
Obr.2-28	Typy konstrukce pásového podvozku [33]	39
Obr.2-29	Typy pásů	40
Obr.2-30	Dvouřadý vodič kol a jeho uchycení	40
Obr.2-31	Bezdušová kola [36]	41
Obr.2-32	Kola s pneumatikami	41
Obr.2-33	Litá loukoťová kola [37]	41
Obr.2-34	Detail umístění a zapojení tlumiče [38 upraveno autorem]	42
Obr.2-35	Detail radlice [44]	44
Obr.2-36	Sněžná fréza Prinoth Posiflex [51]	45
Obr.2-37	Tažné zařízení s nadstavbou Prinoth Automatic [52]	46
Obr.2-38	Schema integrace systémů autonomně řízeného automobilu [56]	47
Obr.2-39	Schema integrace senzorů [56]	48
Obr.2-40	Vývojový diagram měření hloubky sněhu [58]	49
Obr.2-41	Robo Plow, Vozidlo pro úpravu pozemní komunikace [15]	50
Obr.2-42	Case IN MAGNUM [61]	51
Obr.4-1	Proces 2D komunikace skic a koncepcí [autor]	55
Obr.4-2	Koncepční model teorie produktového jazyku Offenbach [74]	57
Obr.4-3	Selekce základních komponent	58

Obr.4-4	Typologie umístění sensorických systémů	58
Obr.4-5	Kompozice typu A,B,C,D	59
Obr.4-6	Rozšířená geneze návrhů	59
Obr.4-7	Varianta 1-perspektivní pohled	60
Obr.4-8	Varianta 1-čelní pohled	60
Obr.4-9	Varianta 2-perspektivní pohled	61
Obr.4-10	Varianta 2-čelní pohled	61
Obr.4-11	Varianta 3-perspektivní pohled	62
Obr.4-12	Varianta 3-čelní pohled	62
Obr.4-13	Rekombinace první řady	63
Obr.4-14	Třetí varianta	63
Obr.4-15	Selekce finální varianty	64
Obr.4-16	Vývoj finální varianty	64
Obr.5-1	Tvarové řešení finální varianty	65
Obr.5-2	Kompoziční gramatika	66
Obr.5-3	Kompoziční gramatika z profilu	66
Obr.5-4	Čelní kompoziční gramatika	67
Obr.5-5	Usazení korby	67
Obr.5-6	Osvětlení autonomní sněžné rolby	67
Obr.5-7	Čelní a zadní kapotáž sensorů	68
Obr.6-1	Základní rozměrynavržené rolby	69
Obr.6-2.	Konstrukčně technologické řešení	70
Obr.6-3	Rám	71
Obr.6-4	Pásový podvozek	71
Obr.6-5	Schéma palivového článku [66]	72
Obr.6-6	Kontejnerový systém	73
Obr.6-7	Schéma koncepce upravování sněžové pokrývky	74
Obr.6-8	Parametrizace geometrie sněžné rolby	75
Obr.6-9	Orientace rolby	76
Obr.6-10	Umístění a orientace radlice	76
Obr.6-11	Trasa sněžné rolby ve 3D	77
Obr.6-12	Skript převodu SRTM dat	77
Obr.6-13	Skript terénu	78
Obr.6-14	Trasa sněžné rolby ve 2D	78
Obr.6-15	Pístnice	79
Obr.6-16	Podoba skriptu	80
Obr.6-17	Lidar VLP 16 [62]	81
Obr.6-18	Senzorický systém MultiSense S7 [67]	81
Obr.6-19	Zorné úhly snímače MulstiSense Sz z čelního pohledu	82
Obr.6-20	Zorné úhly snímače MulstiSense Sz z bokorysu	82
Obr.6-21	Zorné úhly snímače MulstiSense Sz z půdorysu	83
Obr.6-22	Ergonomie přístupu	83
Obr.6-23	Přístup na korbu a k zadnímu sensorickému systému	84
Obr.6-24	Přístup k přednímu sensorickému systému	84
Obr.6-25	Přístup na střechnu ke komunikačnímu rozhraní	85
Obr.6-26	Servisní dvířka a úložný prostor s hasicím přístrojem	85
Obr.7-1	Definiční barevné schéma	86
Obr.7-2	Viditelnost stroje	86

Obr.7-3	Barevné řešení 1	87
Obr.7-4	Barevné řešení 2	87
Obr.7-5	Barevné řešení 3	88
Obr.7-6	Logo	88
Obr.7-7	Varianty grafického řešení loga	89
Obr.7-8	Umístění loga	89
Obr.8-1	SWOT analýza	95

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

---

Tab. 1	Shrnutí největších sněžných roleb	52
--------	-----------------------------------	----

---

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

CAD	Computer Aided Design
AC	Alternating Current
DC	Direct Current
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GLONASS	Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistěma
GALILEO	Evropské GNNS
ÚJV	Ústav Jaderného Výzkumu
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
NASA	National Aeronautics and Space

## SEZNAM PŘÍLOH

---

Zmenšený náhled návrhu designérského posteru (A4)  
Zmenšený náhled návrhu ergonomického posteru (A4)  
Zmenšený náhled návrhu technického posteru (A4)  
Zmenšený náhled návrhu prezentačního posteru (A4)  
Fotografie modelu (A4)

Prezentační poster (A1)  
Ergonomický poster (A1)  
Technický poster (A1)  
Designérský poster (A1)  
Skript koncepce upravování sněhové pokrývky (A2)

Model 1:15



## NÁVRH DESIGNÉRSKÉHO POSTERU

**DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY**  
Designérský plakát

**Tvarová kompozice**  
Základ sněžné rolby tvoří svařovaná rámová konstrukce podvočku z oceli, která je vhodná z hlediska výroby, montáže a umístění dalších komponent, které nese.

**1. BAREVNÉ ŘEŠENÍ**  
Základ sněžné rolby tvoří svařovaná rámová konstrukce podvočku z oceli, která je vhodná z hlediska výroby, montáže a umístění dalších komponent, které nese.

**2. BAREVNÉ ŘEŠENÍ**  
Základ sněžné rolby tvoří svařovaná rámová konstrukce podvočku z oceli, která je vhodná z hlediska výroby, montáže a umístění dalších komponent, které nese.

**FINÁLNÍ BAREVNÉ ŘEŠENÍ**  
Na základě kritické části DP došlo k rytmovému výběru sněžné rolby, kterou by měla autonomní sněžná rolba nahradit. Návrh autonomní rolby vychází z nejvyšší třídy sněžných rolb, jedná se o stroj, jehož základní rozměry s přídatnými zařízeními jsou 2310 x 6750 x 10000 mm (V x Š x D).

**T** VÝROBNÍ ÚČENÍ FAKULTA  
TECHNICKÉ STROJNÍHO  
V BRNĚ INŽENÝRSTVÍ

**K** ÚSTAV  
KONSTRUKČNÍ

**X** Ústav průmyslového  
designu

DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY: DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Arnošt Vespařík / vedoucí práce: Ing. David Škaroupka, Ph.D. / VUT v Brně / FI / ÚK / DFD / 2016/17



## PŘÍLOHY- NÁVRH ERGONOMICKÉHO POSTERU

# DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY

## Ergonomický plakát









### ZORNÉ ÚHLY SENZORŮ

Autonomní rolba snímá své okolí pomocí senzorického systému založeném na měření elektromagnetické intenzity záření. Ke snímání svého okolí využívá dva LIDARY umístěné na předním a zadním přídatném zařízení.

Kamery nejsou z hlediska konstrukce řady omezeny ve snímání obrazu. Naproti tomu LIDARY mají omezení v horizontální i vertikální rovině. Některé toto omezení kompenzují kamery MultiSense.

Je nutné podotknout že slepá místa budou vznikat vždy, proto bylo umístění senzorů optimalizované v rámci gmeze variant tak, aby byla slepá místa byla co nejmenší.

### ERGONOMIE PŘÍSTUPU

Ergonomické řešení se opírá o znalost provozu a práci se strojem. Soustředí se na vnější přístup k jednotlivým systémům z hlediska servisu, montáže a přepravy, ve vztahu člověka a stroje v prostředí.













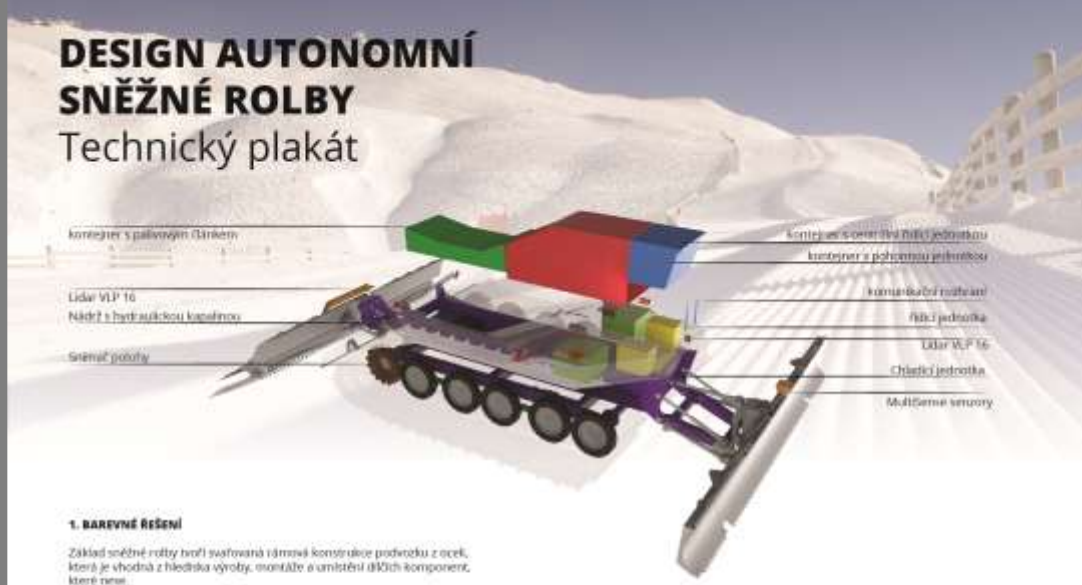
DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY: DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Arnošt Vespalec / Vedoucí práce: Ing. David Škarsupka, Ph.D. / VUT v Brně / FSI / UK / DPO / 2016/17



# NÁVRH TECHNICKÉHO POSTERU

## DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY

### Technický plakát




konžektor s palivovým článkem  
Lidar VLP 16  
Nádrž s hydraulickou kapalinou  
Smetací pásy

Anténa se sennými řídicí jednotkou  
konžektor a pohonnou jednotkou  
komunikační rozhraní  
řídící jednotka  
Lidar VLP 16  
Chladič jednotka  
MultiSense senzory

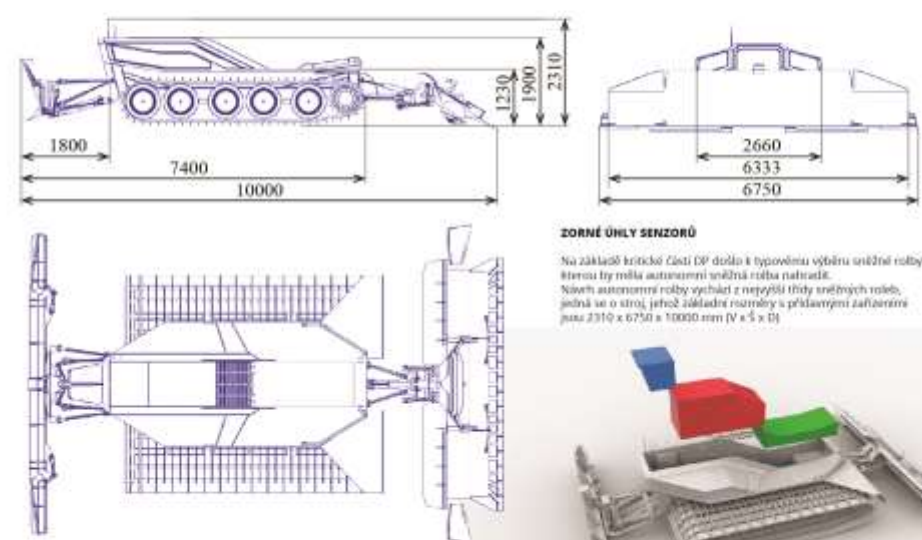
#### 1. BAREVNÉ ŘEŠENÍ

Základ sněžné rolby tvoří svařovaná rámová konstrukce podvozku z oceli, která je vhodná z hlediska výroby, montáže a umístění dílčích komponent, které nese.



#### PODVOZEK


Základ sněžné rolby tvoří svařovaná rámová konstrukce podvozku z oceli, která je vhodná z hlediska výroby, montáže a umístění dílčích komponent, které nese.



1800  
7400  
10000  
1230  
1900  
2310  
2660  
6333  
6750

#### ZORNÉ ÚHLY SENZORŮ

Na základě kritické části DP došlo k typovému výběru sněžné rolby, kterou by měla autonomní sněžná rolba nahradit. Nověti autonomní rolby vychází z nejvyšší třídy sněžných rolb, jedná se o stroj, jehož základní rozměry a příslušenství zahrnují jasu 2310 x 6750 x 10000 mm (V x Š x D).



**T** VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
**F**AKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
**K** ÚSTAV KONSTRUKČNÍ  
**X** Ústav pro Empirické inženýrství

DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY: DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Arnold Vespalec / Vedoucí práce: Ing. David Škarnupka, Ph.D. / VUT v Brně / PSI / GK / OPD / 2016/17



## NÁVRH SUMARIZAČNÍHO POSTERU

DESIGN AUTONOMNÍ  
SNĚŽNÉ ROLBY

Sumarizační plakát

**ERGONOMIE PŘÍSTUPU**

Ergonomické řešení se opírá o zmalost provozu a práci se strojem. Soustředí se na vnější přístup k jednotlivým systémům z hlediska servisu, montáže a přepravy, ve vztahu člověka a stroje v prostředí.

**KOMPOZIČNÍ GRAMATIKA**

Na základě kritické části DP došlo k typovému výběru sněžné rolby, kterou by měla autonomní sněžná rolba nahradit.

Návrh autonomní rolby vychází z nevyšší třídy sněžných rolb, jedná se o stroj, jehož základní rozměry s přídatnými zařízeními jsou 2310 x 6750 x 10000 mm [V x Š x D].

DESIGN AUTONOMNÍ SNĚŽNÉ ROLBY: DIPLOMOVÁ PRÁCE / Autor: Bc. Arnošt Vespalec / Vedoucí práce: Ing. David Škarsupka, Ph.D. / VUT v Brně / FSI / UK / DPO / 2016/17



## FOTOGRAFIE MODELU

---

