



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 KRÁČIVÉHO RYPADLA

DESIGN OF WALKING EXCAVATOR

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Filip Wenzl

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. David John

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	Bc. Filip Wenzl
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	Ing. David John
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 kráčivého rypadla

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kráčivé rypadlo je určeno pro práci v obtížně průchodném terénu, signifikantním prvkem tohoto typu rypadel je podvozek s nezávisle ovládanými nohama zajišťujícími tak stabilitu stroje. Uplatňuje se koncepce uspořádání všech funkčních prvků do jednoho bloku – otoče, který je rotačně spojen s kráčivým podvozkem.

Typ práce: vývojová - designéřská

Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je navrhnout design kráčivého rypadla těžké kategorie (10-12 t).

Dílčí cíle diplomové práce:

- studovat pracovní proces nakládání, vykládání a převozu materiálu s cílem identifikace problematických oblastí,
- navrhnout design svršku vytvářejícího s podvozkem tvarově jednotný a vyvážený celek,
- vhodně řešit ergonomii pracoviště řidiče včetně komfortního sezení, umístění ovládacích prvků a výhledu,
- řešit problematiku přesunu stroje,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a realizovatelnost návrhu.

Požadované výstupy: funkční vzorek, průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designéřský 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:

Seznam literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

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 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

TICHÁ, Jana a Jan KAPLICKÝ. Future systems. Vyd. 1. Praha: Zlatý řez, 2002. ISBN 80-901562-6-6.

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

V Brně, dne 4. 11. 2016



M. Hartl

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

J. Katolický

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

ABSTRAKT

Tématem diplomové práce je design kráčivého rypadla. Práce se zabývá koncepčním řešením inovativní možnosti dálkového ovládání a popisuje konstrukční, technologické a ergonomické aspekty tohoto řešení s ohledem na současné trendy.

KLÍČOVÁ SLOVA

kráčivé rypadlo, dálkové ovládání, virtuální realita

ABSTRACT

The theme of this diploma thesis is design of walking excavator. Specifically, the thesis is focused on innovative possibility of remote control and describe structural, technological and ergonomic aspects of this solution in respect of current trends.

KEYWORDS

walking excavator, spider excavator, remote control, virtual reality

BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

WENZL, F. Design kráčivého rypadla. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 65 s. Vedoucí diplomové práce Ing. David John.

PODĚKOVÁNÍ

Na prvním místě bych rád poděkoval svým rodičům za podporu při studiu a vloženou důvěru ve mně. Dále bych rád poděkoval Katě za neutuchající podporu v těžkých situacích. Další díky patří vedoucímu mé diplomové práce Ing. Davidu Johnovi, který mé myšlenky dokázal usměrnit správným směrem a všem, se kterými jsem diplomovou práci konzultoval.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

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

.....
V Brně dne

.....
Podpis

OBSAH

1 ÚVOD	5
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ.....	6
2.1 Krátký historický přehled	6
2.1.2 MUK 3000	7
2.2 Designérská analýza	7
2.2.1 Kaiser S12	7
2.2.2 Menzi MUCK M545	9
2.2.3 Euromach R125	10
2.2.4 Batemag p70	11
2.3 Technická analýza	11
2.3.1 Základní členění stroje.....	11
2.3.2 Konstrukce svršku	12
2.3.3 Pracovní zařízení	12
2.3.4 Kabina.....	13
2.3.5 Pohon aktivních částí stroje.....	14
2.3.6 Části hydraulického systému	15
2.3.7 Pohonná jednotka	15
2.3.8 Chlazení provozních kapalin	16
2.3.9 Kráčivý podvozek.....	17
2.3.10 Hydrostatický pohon	18
2.3.11 Rozměry	18
2.3.12 Hmotnost	20
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE.....	21
3.1 Zhodnocení designérských problémů	21
3.2 Zhodnocení technických problémů	21
3.1.3 Zhodnocení ergonomických problémů	22
3.2 Cíle práce	22
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	23
4.1 Kabina jako samostatný prvek.....	23
4.1.1 Stabilní základna	23
4.2 Možné způsoby sundávání kabiny.....	24
4.2.1 Varianta A: Výsuvné rameno	24
4.3.2 Varianta B: Otočné rameno	24
4.3.3 Varianta C: Výklopné rameno	25
4.3.4 Zhodnocení variant	26
4.4 Tvarové varianty.....	26
4.4.1 Varianta I.....	27
4.4.2 Varianta II.....	28
4.4.3 Varianta III	29
5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ	30
5.1 Tvarově kompoziční řešení	30
5.2. Svršek	31
5.2.1 Přední část	31
5.2.2 Boční část na straně výložníku	32
5.2.3 Zadní část.....	33
5.2.4 Část na straně kabiny.....	33
5.2.5 Kabina.....	34

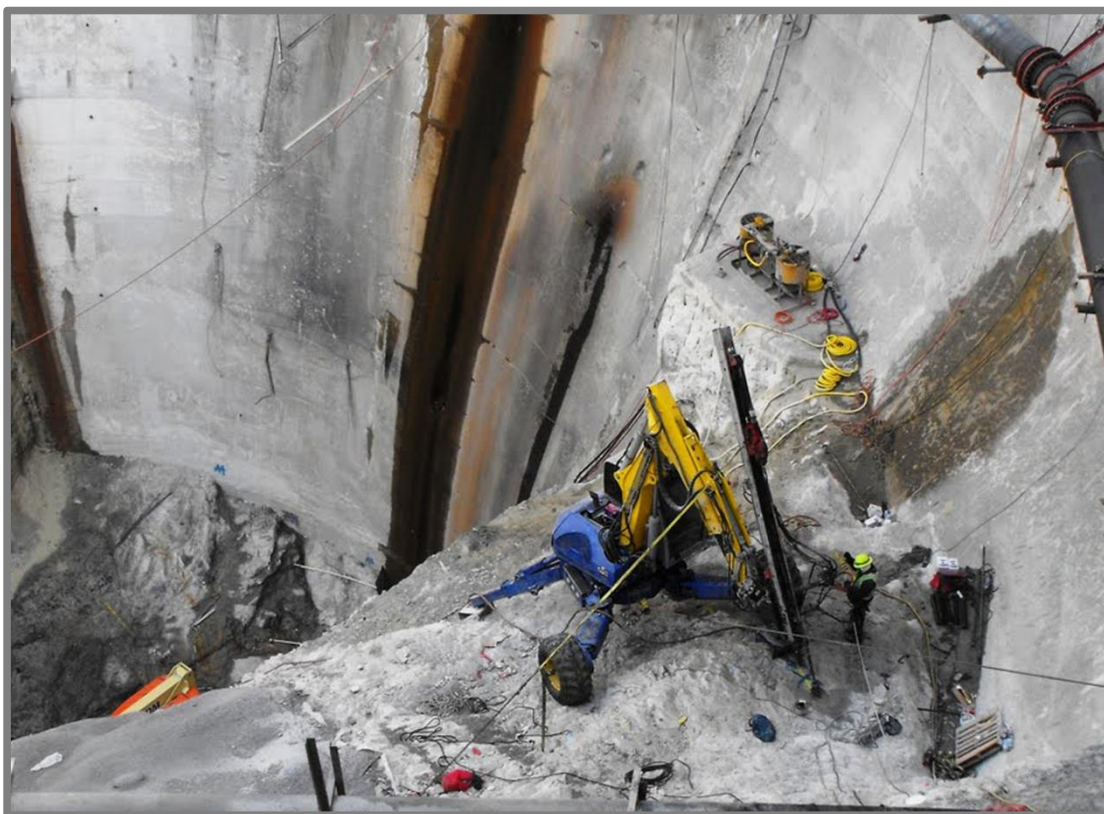
5.2.6 Pracovní zařízení.....	35
5.3 Podvozek.....	35
5.4 Stroj jako dvě samostatné části	36
6 KONSTRUKČNĚ TECHNICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	37
6.1 Konstrukčně technické řešení	37
6.1.1 Princip vykládání kabiny	37
6.1.2 Konstrukce výložného zařízení.....	39
6.1.3 Uchycení kabiny na stroji	40
6.1.3 Kabina jako samostatný celek.....	41
6.1.4 Konstrukce kabiny	41
6.1.5 Dálkové ovládání	42
6.1.4 Konstrukce svršku.....	44
6.1.5 Parametry jednotlivých komponent	45
6.1.8 Celkové rozměry	46
6.2 Ergonomické řešení	49
6.2.1 Viditelnost.....	49
6.2.3 Bezpečnost	51
6.2.4 Přístup do kabiny	51
6.2.5 Servisní přístup	51
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ.....	52
7.1 Barevné provedení	52
7.2 Alternativní barevné varianty	53
7.2.1 Modrošedá varianta.....	53
7.2.2 Žlutošedá varianta.....	53
7.2.3 Zelenošedá varianta	54
7.2 Grafické řešení	54
8 DISKUZE	55
8.1 Estetická hodnota návrhu	55
8.2 Psychologické aspekty návrhu.....	55
8.3 Sociální funkce návrhu	55
8.4 Marketingová studie	55
8.4.1 Podnikatelská strategie	56
8.4.2 Analýza tržních příležitostí.....	56
8.4.3 Marketingová strategie	57
8.4.4 SWOT analýza	57
9 ZÁVĚR	59
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY	60
11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	63
12 SEZNAM PŘÍLOH.....	65

1 ÚVOD

Člověk od nepaměti přetvářel svět kolem sebe k obrazu svému. Zvědavost, chuť objevovat a zlepšovat sebe i své okolí patří k jeho základním vlastnostem. Rozvoj lidské civilizace a růst počtu obyvatel s sebou nese zvýšené nároky na zajištění zdrojů energie, dostatečné infrastruktury, obytného prostoru a rostoucí životní úrovně. S tím se pojí budování staveb na dříve nemyslitelných místech nebo velkého rozsahu. Zároveň se také na celém světě za poslední desetiletí výrazně zvýšil důraz na bezpečnost práce. Vzhledem k rostoucí automatizaci ve všech odvětvích průmyslu a rozvoji výpočetní techniky se otevírají možnosti přenést tento vývoj i do oblasti stavebních strojů

Proto jsem se rozhodl si jako téma své diplomové práce zvolit design kráčivého rypadla. Jsou to univerzální stavební stroje, které se používají pro práci v náročném terénu, při vodohospodářských pracích, nebo při nejrůznějších demolicích, kam se stavební stroje s tradičním pásovým či kolovým podvozkem nedostanou. Je to významný pomocník, jehož vynález posunul hranice možností stavebních prací.

Ve své práci chci navrhnout nový design, který využije nejnovějších technologií tak, aby posunul hranice možností těchto strojů. Zásadní inovací je předpoklad dálkového ovládání stroje, aby nemohlo dojít k ohrožení obsluhy v rizikových situacích. Součástí řešení bude návrh oddělitelné kabiny od zbytku stroje, tedy návrh mechanismu sundávání kabiny. Tvarové pojetí by mělo reflektovat použití stroje jako samostatného funkčního celku, který působí při práci v terénu obratně, sebejistě a bezpečně.



Obr. 1-1 Kráčivé rypadlo v akci [1]

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Krátký historický přehled

Za průkopníky v oblasti kráčivých rypadel jsou považováni Lichtenštejňan Josef Kaiser ml. a Švýcar Ernst Menzi, jejichž výrobky se později staly synonymem pro tento druh strojů. Josef Kaiser byl výrobcem zemědělských přívesů a rozmetadel chlěvské mrvy, Ernst Menzi pak vlastnil továrnu na výrobu zemědělské techniky a pro J. Kaisera dodával nápravy pro jeho výrobky. Zlomovým pro ně však byl rok 1963, kdy Josef Kaiser odcestoval do Anglie na výstavu zemědělských strojů, kde uviděl vůbec první kráčivé rypadlo na světě, Smalley 360. Jednalo se o stroj vynálezce Richarda Smalleyho, minirypadlo s hmotností okolo 1t postavené místo podvozku na čtyřech nohách, což mu zajišťovalo nebývalou stabilitu. R. Smalley toto minirypadlo vyráběl od počátku 60. let.

J. Kaiser přesvědčil E. Menziho, aby minirypadlo koupili a využili ho pro přestavbu na stroj vhodný do alpských podmínek, který by později začali prodávat. V roce 1965 tak spatřil světlo světa jejich první společný produkt, rypadlo MUK 2000, vyráběné v Menziho továrně. Tento stroj byl prodáván pod značkami Kaiser MUK 2000 a Menzi MUK 2000, podle oblasti, které si mezi sebou oba společníci rozdělili. Po dvou letech výroby byl stroj od základu přepracován a vylepšen, vznikl tak MUK 3000, první kráčivé rypadlo svého druhu na světě. [2]



Obr. 2-2 Kráčivé rypadlo MUK3000 [2]

2.1.2 MUK 3000

Jedná se o poměrně jednoduchý stroj (obr. 2-2) poháněný zprvu dvouválcovým dieslem o výkonu 19kW, který byl později nahrazen výkonnějším motorem Hartz (29 kW). Vlastní pojezd chyběl a tak se po staveništi rypadlo pohybovalo díky odstrkování, či přitahování se pomocí výložníku. To mu umožnilo dostat se i do míst, kam se pásová rypadla (kolová) vůbec nedostala. Bylo vybaveno čtyřmi nohami, z nichž dvě měly kola a dvě ostré drapáky pro zachycení se na svahu. Drapáky mohly být vybaveny plochými deskami pro práci na silnici, či speciálními bačkorami pro práci v bažinách. Tato konfigurace umožňovala rypadlu práci i v 70% svahu. Už u prvních MUKů 3000 byla jejich kabina odhlučněná a uložena na čtyřech sponách, aby ji bylo možné sklopit dopředu při údržbě motoru a hydrauliky, případně i snadno odmontovat. Převoz rypadla na korbě nákladního auta byl stejně snadný jako dnes – MUK si na ni vyšplhal sám. Další možností převozu bylo osadit dopředu přídatné kolo a rypadlo zapřáhnout za dopravní prostředek jako přívěs. Na kratší vzdálenosti také mohl vložit lopatu do korby nákladního vozu nebo dempru, nadzvednout se na ní a nechat se převézt na zadních kolech. [2]

Ve stejném roce, kdy bylo rypadlo MUK 3000 uvedeno na trh se po vzájemných neshodách pánové Kaiser a Menzi rozdělili a rozhodli se věnovat výrobě kráčivých rypadel každý samostatně. Menzi pokračoval ve výrobě pod názvem MUCK 3000, Kaiser našel jako společníka firmu MORO, se kterou později vytvořil jeho první samostatný model Kamo X3. V dnešní době jsou firmy Menzi a Kaiser vedoucími firmami v oblasti inovací a designu těchto strojů.

2.2 Designérská analýza

Současné kráčivé bagry jsou na mnohem vyšší technické úrovni, než jejich první zástupce. Za posledních 40 let došlo k rozvoji zejména elektroniky, která se dnes stará o řízení a koordinaci jednotlivých systémů. Standardem jsou dnes bagry se čtyřmi nezávisle ovládanými nohami, které mohou být vybaveny dvojicí, či čtveřicí poháněných kol, v závislosti na daném typu a modifikaci. Silně se také posunula ergonomie práce, stroje jsou ovládány dvojicí joysticků, kabiny bývají dobře odhlučněné a klimatizované. Nejvýznamnějšími výrobci kráčivých bagrů jsou dnes firmy Kaiser, Menzi MUCK, Euromach a společnost OSMA s jejich stroji Batemag. Každá společnost tyto stroje vyrábí v několika základních provedeních, které se mezi sebou liší hlavně výkonem, počtem hnaných náprav, případně lepší výbavou. Pro porovnání jsem vybral největší modely jednotlivých značek.

2.2.1 Kaiser S12

Kračivé bagry od firmy Kaiser se vyznačují poměrně promyšleným a agresivním designem. Stejně je tomu tak i u posledního modelu této firmy z roku 2013 Kaiserem s12 (obr. 2-3). Celá svrchní část je designována jako velmi kompaktní uzavřený celek, který působí velmi lehce v kontrastu s poměrně masivními nohami. To má za následek, že celý stroj působí velmi obratně. Design svršku vychází z tvaru zkoseného čtyřúhelníku s asymetricky umístěnou kabinou. Hrany motorového prostoru jsou výrazně zkosené, všechny zlomy jsou však výrazně změkčeny zaoblením. Přední a zadní hrany jsou symetricky výrazně zaobleny, přední po vzoru rozsahu pohybu výložníku, zadní pak z důvodu výrazného oddělení svršku

od podvozku. Výrazný tvarový prvek je boční mřížka chladiče, která kopíruje tvar svršku.



Obr. 2-3 Kaiser S12 [3]

Kabina vychází z tvaru čtverce s vypouklými stranami. Vepředu tato hrana tvoří dominantní prvek, vzadu pak plynule navazuje na profil boční části. Dobrý výhled do všech stran zajišťují velká okna a také relativně vysoko posazené místo řidiče, významnou měrou se na něm podílí i kompaktní tvar motorové části. Kabina je tedy zároveň prostorná, čímž přináší pohodlí pro obsluhu. Horní hrana je tvarována po vzoru vršku kapoty. Sloupky jsou tmavě lakované, a tak celá kabina působí spolu s okny jako jeden blok.



Obr 2-4 Menzi MUCK M545

2.2.2 Menzi MUCK M545

2.2.2

Svršek tohoto rypadla vychází z klínovitého tvaru, jehož hrany jsou výrazně zakulaceny, hlavně v horní části. Větrací otvory jsou tvarovány velmi ostře. Boční věrně kopíruje profil motorového prostoru a jeho horní hrana pak plynule pokračuje až na zadní stěnu, kde určuje tvar zde umístěných větracích otvorů (obr. 2-4). Lze si také povšimnout proměnné tvrdosti linek vymežujících tvar. Spodní část svršku je v návaznosti na podvozek poměrně ostře tvarována, stejně tak i střecha je tvarována velmi výrazně. Naproti tomu střední část stroje, zejména horní hrana motorového prostoru, je tvarována velmi měkce. Barevné provedení strojů Menzi MUCK dává vždy výrazně vyniknout linkám a tvarovým prvkům stroje. Stejně je tomu i u tohoto modelu. Spodní část svršku a kabina jsou lakovány světle šedou barvou v kombinaci s kontrastní žlutou barvou bočních panelů a výložníku. Spáry jsou záměrně ponechány poměrně široké, opět ve světle šedém provedení, což se výraznou měrou podílí na zvýraznění tvarových prvků. Podvozek je barevně proveden stejně jako kabina a spodní část svršku, což ho dělá velmi výrazným v porovnání se stroji ostatních výrobců. Kola jsou opět lakována stejně jako nejvýznamnější prvky stroje.



Obr. 2-5 Euromach R125 [4]

2.2.3 Euromach R125

Design bagru Euromach R125 (obr. 2-5) je založen podobně jako ostatní stroje této značky, na jednoduchém tvarování. Motorový prostor je odvozen z prostého kvádrů, horní a spodní hrany jsou skoseny pod úhlem 45° . Asymetricky posazená kabina má tvar na výšku postaveného kvádrů, s kratší horní stěnou. Hrany kabiny jsou při pohledu z boku výrazně zaoblené, boční okna jsou však plochá, v souladu s výrazem a jednoduchostí celého designu. Pro stroje Euromach je typické červeno-černé provedení, jako na modelu r65, můžeme se však setkat i s jinými barevnými kombinacemi, které se však řídí stejnými pravidly. Motorový prostor a výložník jsou lakovány výraznou červenou barvou, od kterých je opticky odděleno místo řidiče lakováno světle šedým odstínem. Podvozek má tmavě šedou barvu, která jej dělá oproti zbytku stroje nenápadným. Kola jsou pak obdobně jako na ostatních kráčivých bagrech lakována stejně jako svršek, v tomto případě červeně.



Obr. 2-6 Batemag p70 [5]

2.2.4 Batemag p70

2.2.4

Design bagrů Batemag (obr. 2-6) je na rozdíl od konkurence založen na velmi čistém a jednoduchém designu. Tvarování svršku je velmi měkké a elegantní, přestože půdorysně vychází z tvaru obdélníku. Horní hrany motorového prostoru a kabiny jsou výrazně zaobleny. U motorového prostoru oblouk začíná prakticky hned u spodní hrany. To také napomáhá zlepšenému výhledu z kabiny. Výrazným prvkem je obdélníkový větrací otvor vsazený doprostřed boční stěny. Kabina tvoří samostatný prvek ve hmotě stroje. Může zato výrazné tvarové vyčlenění z těla svršku díky zaoblené spodní hraně a také kontrastní barevné provedení vzhledem ke zbytku stroje. Kostru kabiny tvoří černě lakované sloupky, okna jsou také mírně zatmavená. Zbytek svršku a výložník jsou naopak lakovány bíle, podvozek a některé další funkční prvky pak mají neutrální tmavě šedou barvu.

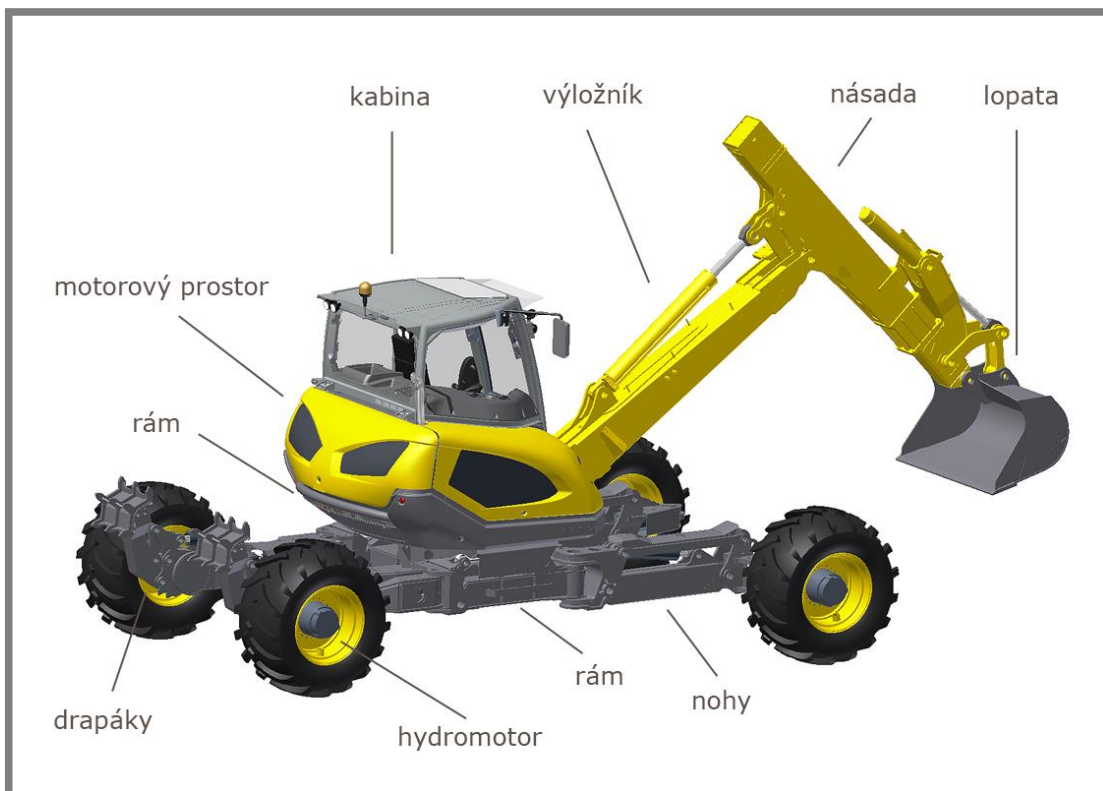
2.3 Technická analýza

2.3

2.3.1 Základní členění stroje

2.3.1

Přestože na trhu figuruje několik výrobců těchto strojů, všechny fungují na stejné koncepci. Jednotlivé značky, či modely se liší ve výkonových parametrech a také pokročilosti řídicích systémů. Kráčivé rypadlo se skládá ze dvou hlavních částí, otočného svršku s pracovním zařízením a kráčivého podvozku. Toto uspořádání je výhodné z hlediska umístění všech klíčových částí stroje (místo pro operátora, řídicí systém, pohonná jednotka, výložník, hydraulický systém, nádrž) pohromadě na jedné platformě, tzn. nejjednodušší technické řešení. [6-9] V následující kapitole popíšu jednotlivé nejdůležitější komponenty tvořící funkční celek.



Obr. 2-7 Základní části kráčivého rypadla [10]

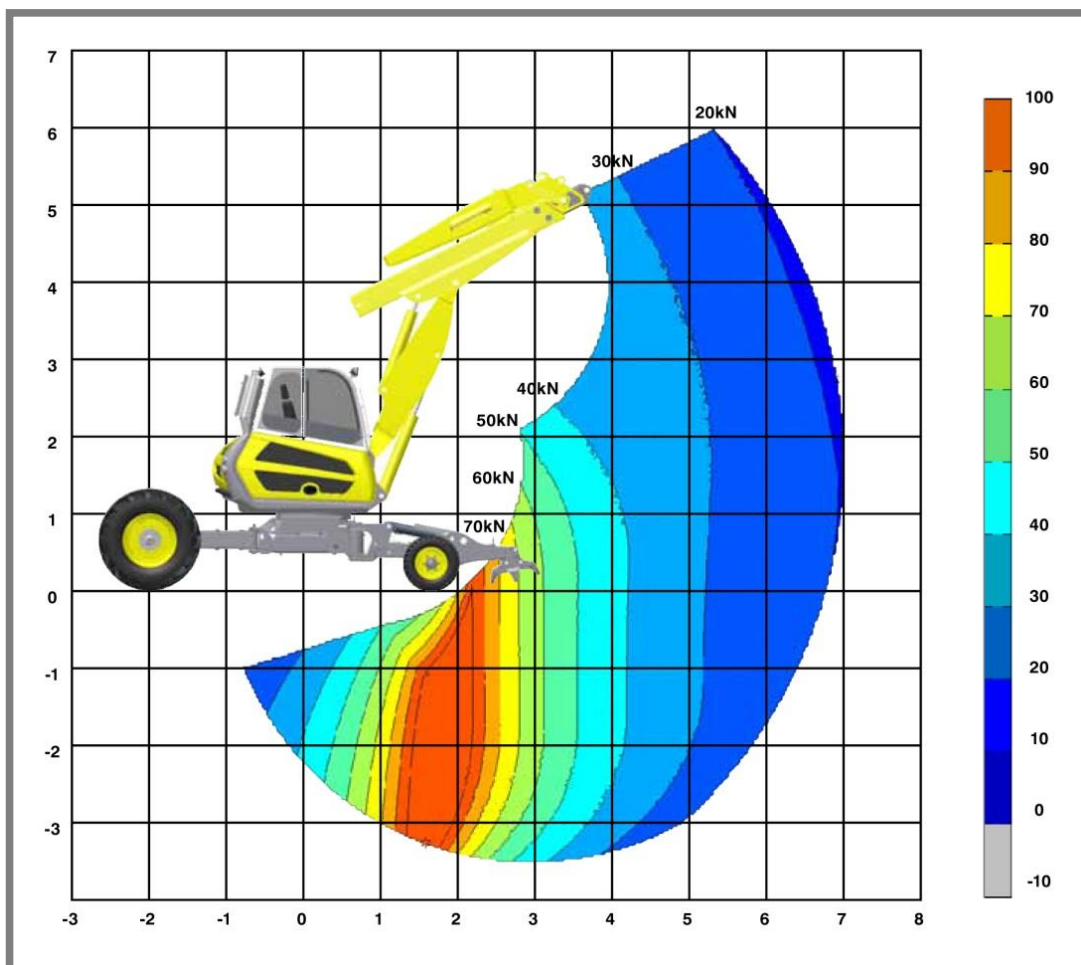
2.3.2 Konstrukce svršku

Otočný svršek se skládá z nejdůležitějších částí stroje. Mezi tyto části patří: Pracovní zařízení, kabina, hydraulický systém a pohonná jednotka. Hlavní nosnou část tvoří plochý rám svařený z ocelových plechů, na který jsou namontovány všechny komponenty. Všichni výrobci používají trojúhelníkovou koncepci (obr. 2-7), kdy na jedné straně jsou vedle sebe umístěny kabina a pracovní zařízení, tak aby měl operátor co nejlepší přehled o místě výkopu, a za nimi pak motorová část, kde je motor uložen vzadu napříč, na pravém boku je umístěn chladič provozních kapalin [6-9] Svršek je rotačně spojen s podvozkem. Jeho otáčení kolem svislé osy zajišťuje vlastní axiální pístový hydromotor a planetové soukolí. [6-9]

2.3.3 Pracovní zařízení

Pracovní zařízení se skládá ze tří prvků, výložníku, násady a pracovního nástroje. Pracovní zařízení je rotačně spojeno se svrškem. Z důvodu zvětšení flexibility a rozšíření dosahu jsou stroje všech výrobců vybaveny násadou teleskopickou. Nástroj je k násadě přichycen pomocí rychloupínacího systému, který umožňuje jeho snadnou výměnu. K pohonu jednotlivých částí slouží sestava hydraulických válců. Na plný rozsah pohybu postačuje pět okruhů, [6-9] které zajišťují zvedání/klesání, ohyb v kloubu, teleskopické vysouvání násady a ovládání pracovního nástroje. Většina výrobců uplatňuje horizontální uložení hlavního hydraulického válce, Stroje značky menzi pak mají hlavní hydraulický válec uložen horizontálně uvnitř svršku. [6-9] Obr. 2-8 představuje maximální dovolené zatížení výložníku v závislosti

na poloměru zvedání stroje Menzi MUCK A91. Rozsah pohybu pracovního zařízení rypadel jednotlivých výrobců je na je uveden na obrázcích 2-15 — 2-16

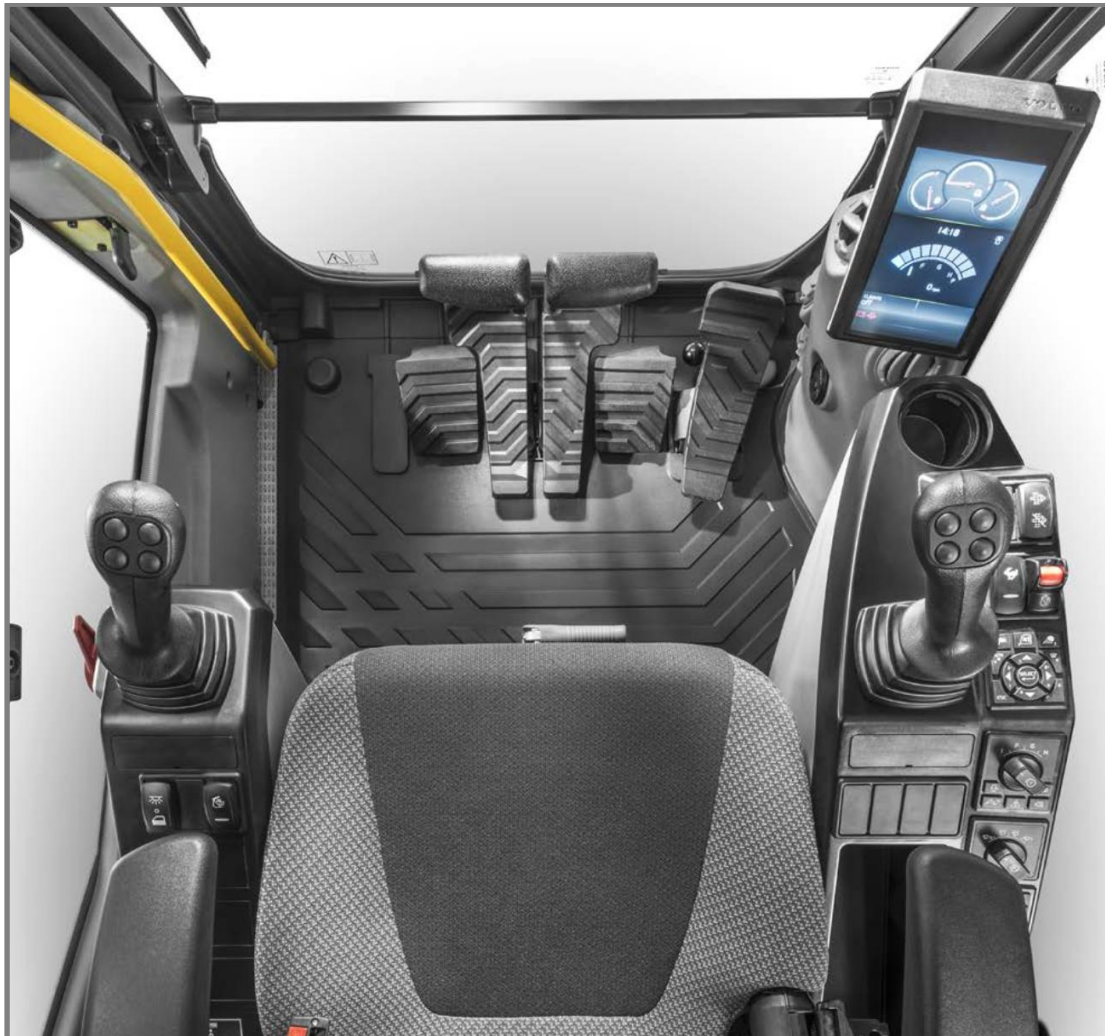


Obr. 2-8 Maximální dovolené zatížení výložníku stroje Menzi MUCK A91 [11]

2.3.4 Kabina

Kabina chrání operátora před úlomky horniny a nepřízní počasí a jsou zde umístěny všechny ovládací prvky. Její základ tvoří pevný ocelový rám. Pro bezpečné a pohodlné ovládání stroje je důležitý co nejlepší výhled z místa řidiče, proto jsou jednotlivé stěny bohatě prosklené. Z ergonomického hlediska je důležité zajištění pohodlného sezení i po dlouhé době práce. Z toho důvodu je kabina vybavena polohovatelným křeslem na vzduchovém odpružení.

2.3.4



Obr. 2-9 Ovládací prvky rypadla [12]

Ovládání

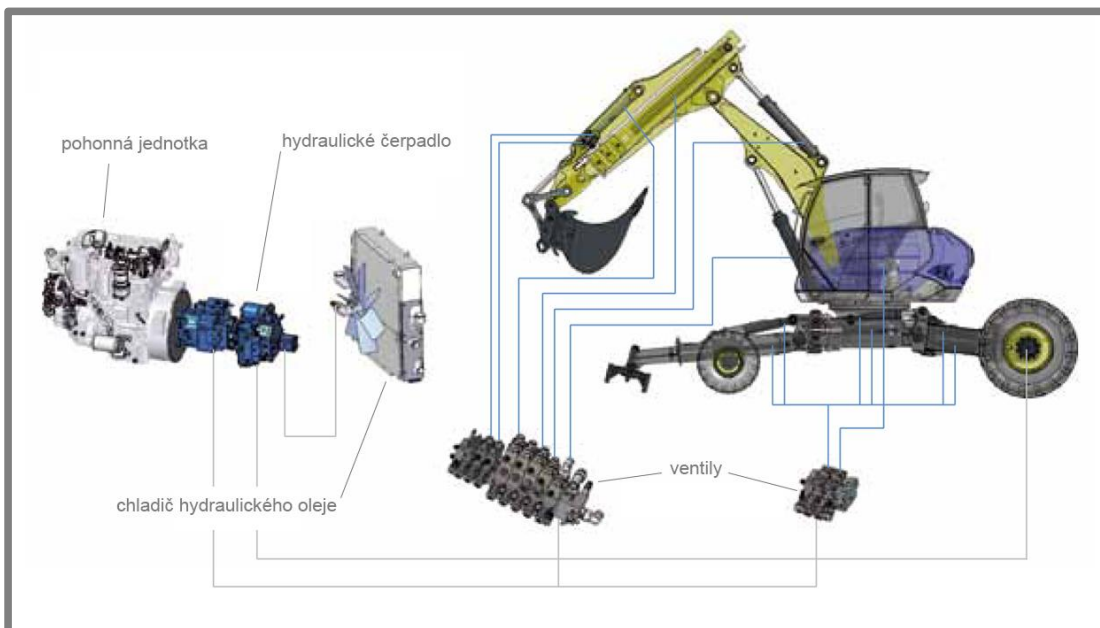
Kráčivé rypadlo se ovládá obdobně jako ostatní rypadla pomocí dvojice joysticků umístěných v madlech křesla a navíc také vyhledem k množství ovládaných okruhů pomocí 3-4 pedálů. [6-9]

2.3.5 Pohon aktivních částí stroje

V dnešní době je pro pohon aktivních částí strojů tohoto určení jednoznačně nejvhodnějším řešením použití soustavy hydraulických válců, které umožňují vyvinout velkou sílu a přitom je lze přesně plynule ovládat. Hydraulické válce využívají k pohonu pístu kapalinu, konkrétně hydraulický olej, který je pod tlakem čerpán do komory a tím vytlačuje píst. [13]

2.3.6 Části hydraulického systému

Na obr. 2-10 je jako modelový příklad schematicky zobrazen hydraulický systém stroje Kaiser S12.



Obr. 2-10 Schéma hydraulického systému stroje Kaiser S12 [7]

Pohonná jednotka je spojena s dvojicí hydraulických čerpadel. Ty čerpají olej ze zásobníku do jednotlivých okruhů hydraulického systému. Rypadlo při práci vykonává sérii na sebe navazujících jednotlivých úkonů. Pohon všech hydraulických válců, tedy ovládání výložníku a nohou, zajišťuje jedno čerpadlo. Operátor pak pomocí ventilů ovládá jednotlivé okruhy a tím i pohyb jednotlivých částí. Druhé čerpadlo je potom vyčleněno pro pohon hydrostatických motorů v kolech rypadla. Čerpadla musejí mít dostatečný výkon pro dosažení dostatečného tlaku a průtoku. Jejich počet se pohybuje v rozmezí 2-4 v závislosti na vybavenosti stroje. [6-9] Další dvě čerpadla je možné použít na obsluhu speciálního hydraulického okruhu na výložníku pro pohon speciálních nástrojů, nebo pro další volitelné vybavení, jako např. naviják. Hydraulická čerpadla poskytují průtok 160-290 l/min při pracovním tlaku 280-400 bar v závislosti na určení hydraulického okruhu. [7,11]

2.3.7 Pohonná jednotka

Řídicí systém je schopen efektivně přerozdělovat dostupný výkon mezi několik okruhů naráz, anebo soustředit všechnu sílu jen na jeden válec. [14] Proto je důležité, aby v zájmu efektivity měl k dispozici konstantní, co možná nejvyšší točivý moment pro pohon čerpadel.

Dieslový agregát

Těmto nárokům plně vyhovuje dnes běžně používaný dieslový agregát, který dodává stabilní točivý moment v optimálních otáčkách. V dnešních strojích se používají čtyřválcové motory s výkonem cca 90 - 120kW. [6-9] Na obrázcích 2-11 a 2-12 jsou uvedeny podrobné parametry pohonných jednotek strojů Menzi M545 a Kaiser s12.

Motor		
Deutz TCD 4.1 L4	max. výkon max. točivý moment	115 kW / 157 PS @ 2000 ot/min 610 Nm @ 1600 ot/min
Objem		4100 ccm
Počet válců		4
Emisní norma EU		97/68 IIIB US EPA Tier 4i
Pracovní napětí		24 V
alternátor		100 A
Objem palivové nádrže (otoč/podvozek)		435 l (205 l / 230 l)

Obr. 2-11 Výkonové parametry pohonné jednotky stroje Menzi M545 [6]

Motor		
Perkins 1204E-E44TA	max. výkon max. točivý moment	110 kW / 150 PS @ 2000 ot/min 560 Nm @ 1400 ot/min
verze HP Perkins 1204E-E44TTA	max. výkon max. točivý moment	129 kW / 175 PS @ 2000 ot/min 750 Nm @ 1400 ot/min
Objem		4400 ccm
Počet válců		4
Emisní norma EU		97/68 IIIB US EPA Tier 4i
Pracovní napětí		24 V
alternátor		100 A
baterie		2 x 80 Ah – 800 CCA
Objem palivové nádrže (otoč/podvozek)		
S10 a S12 4x4		410 l (140 l / 270 l)
S12 Allroad		280 l (140 l / 140 l)

Obr. 2-12 Výkonové parametry pohonné jednotky stroje Kaiser s12 [7]

2.3.8 Chlazení provozních kapalin

Jelikož je stroj založen na hydraulickém principu, je k jeho provozu potřeba hydraulický olej. Ten se při pracovním cyklu výrazně zahřívá, a proto je potřeba jej dostatečně účinně chladit. K tomu slouží velký chladič umístěný na boku, nebo v zadní části stroje. K němu jsou přidruženy také vodní a olejový chladič pro pohonnou jednotku. [6-9]

2.3.9 Kráčivý podvozek

K pohybu rypadla po silnicích slouží 4 kola upevněná na nezávisle ovládaných nohách. Uspořádání podvozku v podobě čtyř nohou (obr. 2-13) vychází z logické potřeby zajištění stabilní základny i v extrémních podmínkách. Dobrá stabilita je velmi důležitá, protože stroj má velkou hmotnost a pracuje s velkými momenty, jeho převrácení může bezprostředně ohrozit na životě operátora stroje nebo osoby v jeho okolí.



Obr. 2-13 Podvozek kráčivého rypadla [15]

Základ tvoří ocelový rám, rotačně spojený se svrškem. K němu jsou pomocí otočných kloubů připojeny nohy. Jednotlivé části jsou poháněny hydraulickými písty. Jejich uspořádání umožňuje ovládání nohou vertikální i horizontální rovině. U poháněných kol jsou nohy vybaveny dalším kloubem, který umožňuje jejich srovnání ve směru jízdy. Dalším aktivním prvkem jsou výsuvné, či výklopné drapáky, které zvětšují dosah podvozku a v případě potřeby zvyšují stabilitu. Výrobci nabízejí možnost modifikace podvozku v závislosti na přáních zákazníka. Kola mohou být nahrazena pásy, či úplně vynechána (obr. 2-14). V závislosti na technickém provedení a výbavě se tedy může konkrétní provedení lišit. [6-9]



Obr. 2-14 Podvozek v úpravě pro demolicí komínů [16]

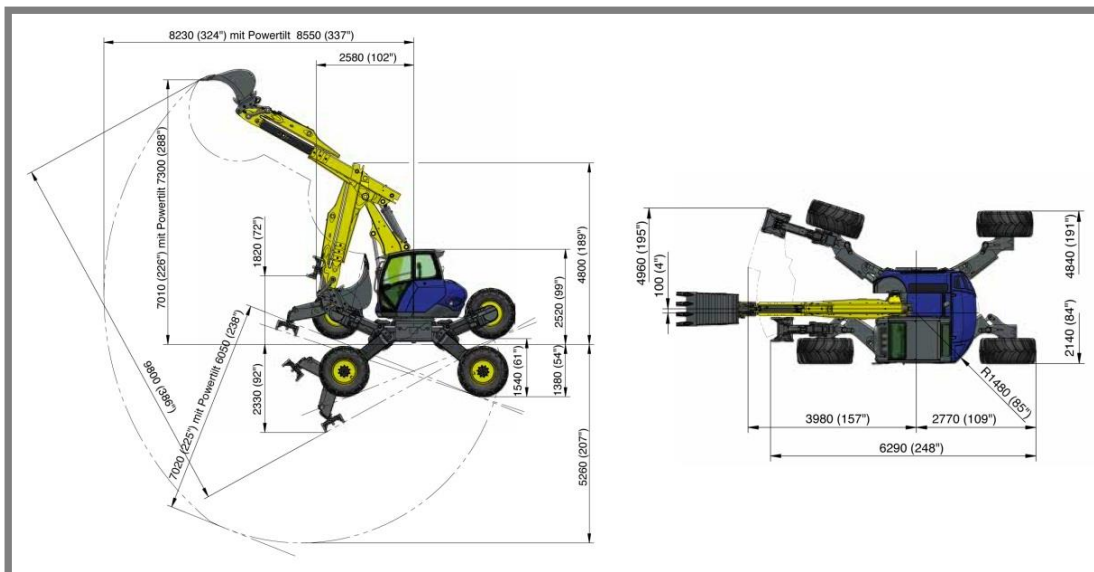
2.3.10 Hydrostatický pohon

Protože je žádoucí, aby se nohy mohly pohybovat v co největším rozsahu, k pohonu kol se při dnešní koncepci nabízí jediná možnost pohonu a to hydrostatický motor. Kola jsou poháněna pomocí hydrostatických motorů umístěných v jejich nábojích. Hydrostatický motor funguje na opačném principu než čerpadlo. Převádí hydrostatický tlak kapaliny na rotační pohyb. [17] Protože k rozpohybování stroje je potřeba velký točivý moment, je pro obsluhu těchto motorů vyčleněn samostatný hydraulický okruh s vlastním čerpadlem. Podle uspořádání podvozku mohou být poháněna dvě, nebo všechna čtyři kola. K pohonu se používají čerpadla schopna vyvinout průtok 170-180 l/h a tlak 400 bar. [6-9]

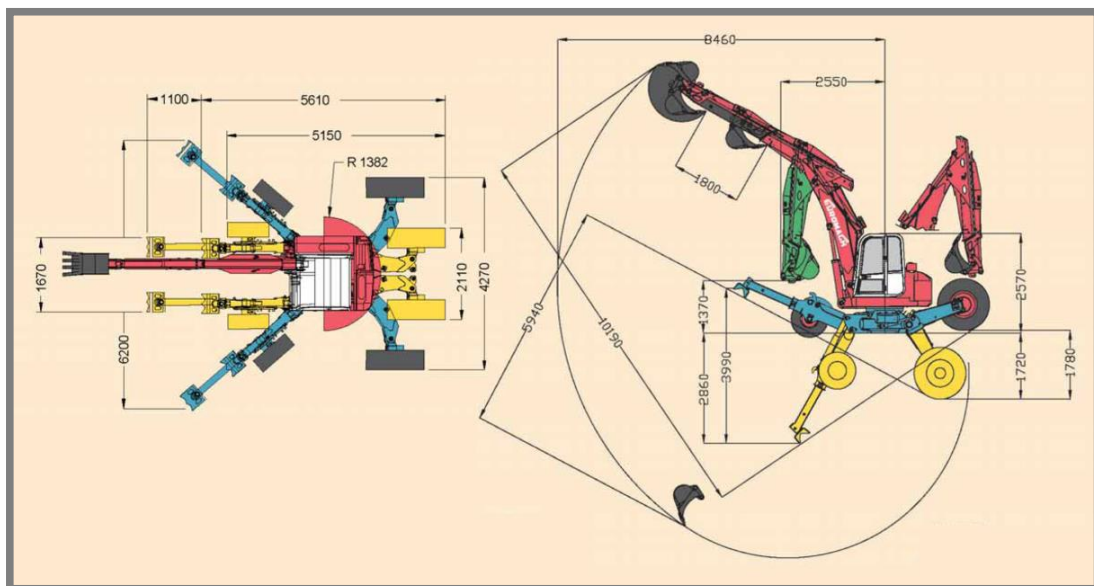
Dnešní rypadla se pohybují maximální rychlostí okolo 15 km/h a vyznačují se poměrně dobrou stoupavostí až do 70 % na nezpevněných cestách. [6-9]

2.3.11 Rozměry

Celkové rozměry se de facto odvíjí od požadované časové výkonnosti stroje (tzn. množství vykonané práce – typicky množství přemístěné zeminy za 1 hodinu). [18] Tato hodnota se přímo odvíjí od velikosti lopaty, rozměrů výložníku a rychlosti pohybu (resp. výkonu pohonného systému). Ostatní části stroje, jako pohonná jednotka nebo rozměry svršku, jsou v zásadě dimenzovány tak, aby dokázaly zajistit funkčnost tohoto ústrojí. Na obrázcích 2-15 a 2-16 jsou pro představu zobrazeny celkové rozměry a pracovní dosah strojů, Kaiser S12, Euromach r105 Co největší dosah stroje je samozřejmě důležitý z hlediska množství práce, kterou je možné provést z jednoho místa bez nutnosti stroj posunovat. Hloubkový, nebo výškový dosah pak přímo limitují použitelnost stroje.



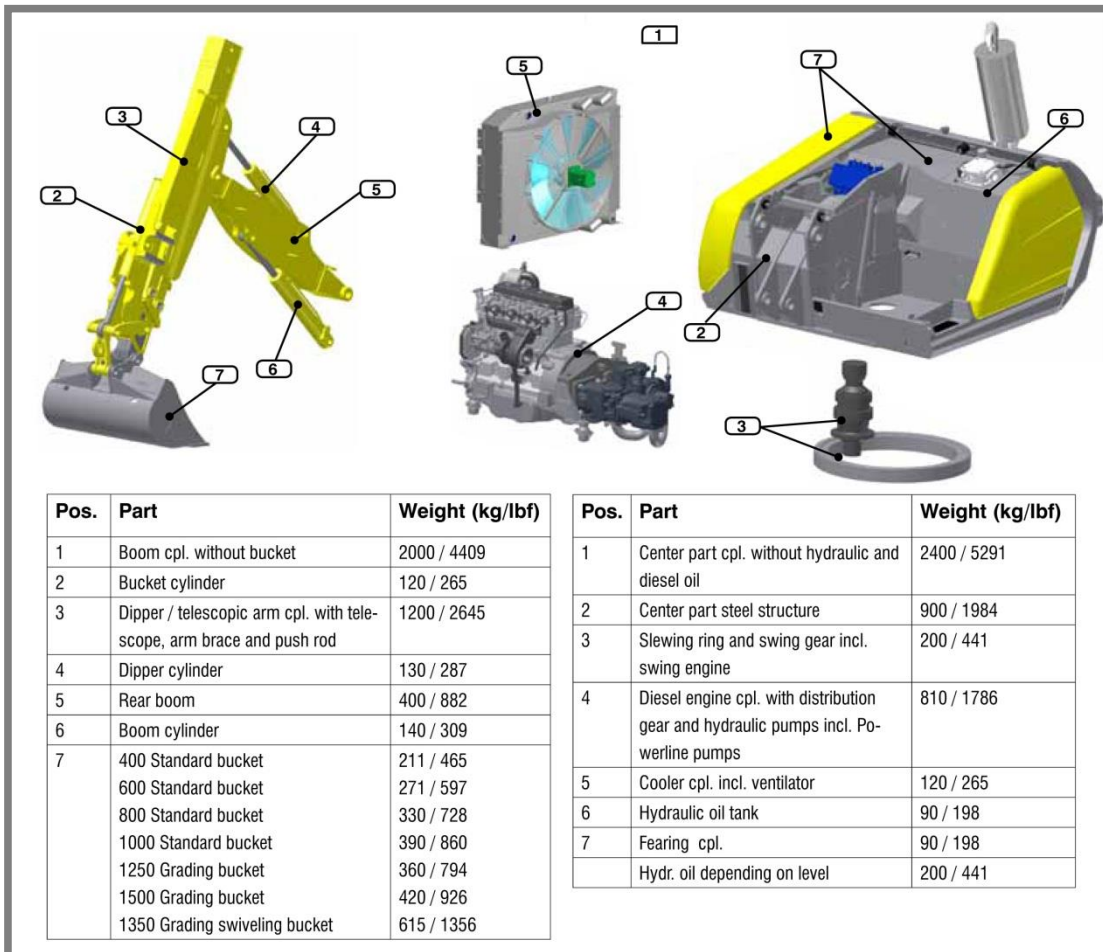
Obr. 2-15 Pracovní dosah stroje Kaiser S12 [7]



Obr. 2-16 Pracovní dosah stroje Euromach r105 [8]

2.3.12 Hmotnost

Vzhledem k tomu, že dochází v rameni výložníku, potažmo v jednotlivých nohách k přenosu obrovských sil, je nutné, aby jednotlivé prvky byly dostatečně dimenzované. To se ale odráží na jejich vysoké hmotnosti, což samozřejmě zvyšuje nároky na výkonost hydraulického systému a pohonné jednotky. Celková hmotnost se pohybuje v rozmezí 10-12t, z toho cca 5500 kg připadá na otočný svršek (2000kg pracovní zařízení, 3000 kg konstrukce svršku a komponenty, 600 kg kabina) a 5000 kg – 6000 kg připadá na podvozek v závislosti na jeho provedení. [10]



Obr. 2-17 Hmotnost jednotlivých částí stroje [6]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Kráčivé rypadlo je univerzální stavební stroj zkonstruovaný pro práci v neprůchodném a složitém terénu. Z tohoto důvodu musí splňovat požadavky kladené na klasická hydraulická rypadla, tzn. velký pracovní dosah, vyměnitelnost pracovních nástrojů a dostatečný výkon, aby bylo možné dosahovat co nejlepších pracovních výkonů. Hlavní věcí, která kráčivá rypadla od klasických odlišuje, je podvozek tvořený nezávisle ovládanými nohami, které stroji zajistí stabilitu v extrémních podmínkách a dovolí mu překonávat i svislé překážky

3.1 Zhodnocení designerských problémů

3.1

Rozvoj techniky a výrobních technologií přináší širší možnosti v oblasti designu strojů, u kterých je hlavním kritériem především jejich praktická stránka. I přesto se setkáváme s relativně složitým, nápaditým až agresivním designem těchto strojů. Jelikož v tomto odvětví panuje silná konkurence a jednotliví výrobci nabízejí vzájemně si konkurující produkty, jejich design může nakonec hrát rozhodující roli. Zatímco design podvozku je podřízen konstrukčním nárokům, tvar svršku je ryze záležitostí designerské invence. Existuje několik zásad, které pozitivně ovlivňují celkový design. Celý svršek by měl tvořit kompaktní uzavřený tvar, jednak z praktických důvodů, jako je malý prostor potřebný k otočení svršku, nebo neméně důležitý dobrý výhled z místa řidiče. Dalším důsledkem jsou proporce stroje, které v kombinaci se silnými nohami a barevně sladěnými koly vytváří dobrou kompozici a rozložení hmoty. Tvar by měl být uzavřený i ze spodu, právě z důvodu jeho relativní samostatnosti vzhledem k podvozku. Důležitý je také tvar kabiny, který by měl tvarově a výrazově korespondovat se zbytkem stroje. Dobře působí, když je celé místo řidiče opticky odděleno a tvoří jednotlivý objekt, což se projeví hlavně na tvaru a barevném provedení sloupků. Podvozek je podřízen zejména konstrukčním nárokům. Co se designu týče, ten je tedy omezen převážně na barevné provedení. Velmi dobře výslednému dojmu prospívá, když jsou nohy lakovány relativně nenápadně oproti zbytku a kola naopak kontrastní barvou, zpravidla stejnou jako převážná část svršku.

3.2 Zhodnocení technických problémů

3.2

Funkční a technologické požadavky na kráčivý bagr jsou co možná největší průchodnost terénem a stabilita při práci, díky perfektně rozloženému těžišti, dále velký dosah lžíce, univerzálnost ve smyslu výměnných nástrojů. Důležitým aspektem jsou také kompaktní rozměry v nepracovním režimu, jelikož si musíme uvědomit, že kráčivá rypadla jsou po silnicích přepravována na podvalníku. Maximální povolená šířka vozu pro provoz na pozemních komunikacích je 2,55 m. [19] Dalším problémem je co nejmenší zatížení půdy na nestabilních svazích, tudíž co nejmenší hmotnost. Z technologického hlediska je nutné umístění všech klíčových částí stroje (místo pro operátora, řídicí systém, pohonná jednotka, výložník, hydraulický systém, nádrž) pohromadě na jedné platformě, tzn. nejjednodušší technické řešení. Osvědčila se "trojúhelníková" koncepce (obr. 3), kdy na jedné straně jsou vedle sebe umístěny kabina a výložník, tak aby měl operátor co nejlepší přehled o místě výkopu, a za nimi pak motorová část. [22-25] Hlavní nosnou část tvoří plochý rám, na který jsou namontovány všechny komponenty. Rám je doplněn o výztuhy, které vytváří další přichytné body a také kostru pro povrchovou kapotáž. Důležitý je také dobrý přístup

k vnitřním částem v případě servisu a co největší nádrže pro provozní kapaliny, zejména palivo, aby mohl stroj pracovat co nejdéle bez nutnosti doplnění.

3.1.3 Zhodnocení ergonomických problémů

Po ergonomické stránce je důležitá pevná konstrukce kabiny kvůli bezpečnosti řidiče, dále pak co nejlepší výhled z ní, osvětlení prostoru před strojem a v neposlední řadě dobrý komfort, protože řidič často v kabině tráví více než osm hodin denně. Jelikož jsou kráčivá rypadla používána v extrémních terénech často na nestabilním podkladu, ale také k demolici výškových budov a komínů, může velmi snadno dojít k situacím, kdy je ohrožen život obsluhy. Je tedy výhodné, aby bylo možné stroj ovládat na dálku. Nejjednodušším řešením by bylo stroj ovládat dálkovým vysílačem, což ale není možné, protože se stroj ovládá i s pomocí pedálů. Dále není vhodné, aby byl operátor při celodenní práci vystaven nepříznivému počasí. Tyto problémy řeší inovativní možnost sundání kabiny, které nenabízí žádný z výrobců. Operátor tak ovládá stroj z bezpečné vzdálenosti a z místa, na které je zvyklý.



Obr. 3-18 Rypadlo při práci [20]

3.2 Cíle práce

- design kráčivého rypadla s možností dálkového ovládání
- design svršku vytvářející s podvozkem tvarově jednotný a vyvážený celek
- koncept technického řešení sundávání kabiny a jejího přichycení ke stroji
- koncept zajištění samostatnosti kabiny
- vhodné ergonomické řešení
- mezní rozměry stroje (šířka x délka) 2 550 mm x 6 000 mm
- hmotnost stroje do 12t

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Možnost oddělit kabinu od stroje je velmi výhodná z hlediska zvýšení bezpečnosti obsluhy v riskantních situacích, výhodou je také rozšíření možností využití těchto strojů díky možnosti je přepravit na pracovní místo nezávisle na operátorovi a v neposlední řadě i zvýšení komfortu obsluhy díky práci v klidném a nehlukném prostředí. Konstruktivně technologické řešení sundávání kabiny a jejího fungování jako samostatného celku se výraznou měrou promítne do výsledného designu stroje. V následující kapitole tedy nejprve popíšu možné varianty technického řešení.

Kabina se sundává pomocí výložného zařízení, které je součástí svršku, a tvoří přidaný technický prvek oproti kráčivým rypadlům současně koncepce. Není tedy potřeba žádného dalšího stroje k manipulaci. Výškový rozdíl mezi umístěním kabiny na stroji a na zemi činí cca 1 200 mm. [6-9] Tento rozdíl je potřeba překonat součinností výložného zařízení a výsuvných nohou.

4.1 Kabina jako samostatný prvek

4.1

Aby mohla kabina fungovat jako nezávislý samostatný celek, je potřeba zajistit následující vlastnosti:

- zajištění stabilní základny
- zdroj elektrické energie
- dálkové ovládání stroje
- zprostředkování obrazu

Na designu stroje se z výše uvedených promítne technické řešení zajištění stabilní základny, ostatním aspektům se budu věnovat v konstrukčně technologickém řešení finálního návrhu.

4.1.1 Stabilní základna

4.1.1

Aby bylo možné kabinu složit vedle stroje i na nerovném povrchu je třeba ji vybavit stabilní výškově nastavitelnou základnou, která umožní kabinu udržet ve vodorovné poloze. Nejjednodušším technickým řešením i s ohledem na zástavbový prostor, je použití čtyř nohou umístěných v rozích kabiny. Vysouvání nohou je možné řešit několika způsoby.

Hydraulické vysouvání

Vysouvání nohou zajišťují hydraulické písty, které jsou napojeny na samostatný hydraulický okruh, který je součástí kabiny. Napojení na nastávající hydraulický systém svršku je nevhodné z hlediska problematiky zajištění těsnosti v místě spojení. Do kabiny je tedy kromě nohou nutné umístit i čerpadlo a tlakovou nádrž. Výhodou tohoto řešení je velký výškový rozsah pohybu pístů, tím pádem menší nároky na výškový rozsah pohybu výložného zařízení.

Pneumatické vysouvání

Pneumatické vysouvání vyžaduje použití nádrže na stlačený vzduch, která musí být součástí kabiny, tak aby bylo možné kabinu různě přesouvat. Tlakový vzduch lze dodávat pomocí kompresoru umístěného buď přímo na kabině, nebo na svršku. Výhody jsou stejné jako u hydraulického vysouvání.

Lineární aktuátory

Nohy jsou vysouvány pohybem šroubovice lineárního aktuátoru, který je součástí samotné nohy. Toto je velkou výhodou, jelikož k pohonu slouží elektrický motor a není potřeba žádných přídavných zařízení, jako v předešlých případech. Sníží se tak i hmotnost kabiny a zvětší se užitečný prostor uvnitř. Toto řešení bylo vybráno jako finální.

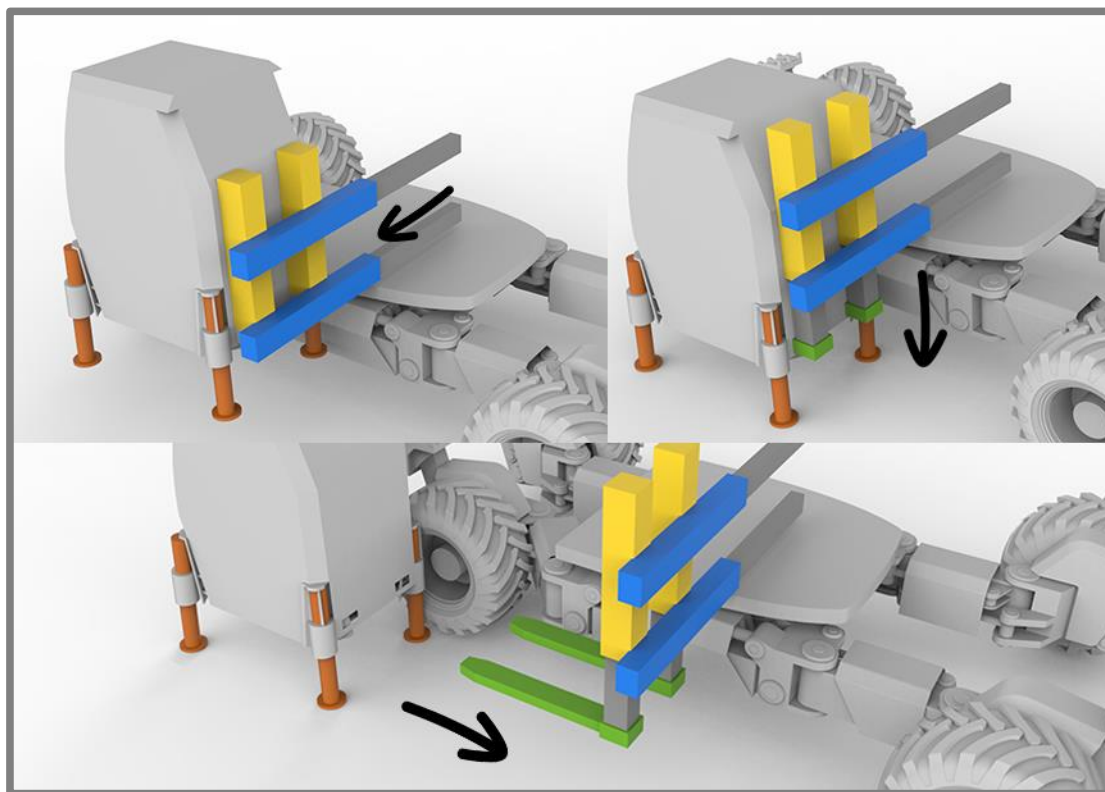
4.2 Možné způsoby sundávání kabiny

Kabina se sundává pomocí výložného zařízení, které je součástí svršku. Pracoval jsem se třemi různými variantami výložného zařízení.

4.2.1 Varianta A: Výsuvné rameno

Výložné zařízení se skládá ze dvou horizontálních a dvou svislých nosníků. Pohyb nosníků zajišťují hydraulické válce. Kabina je na rameni uložena na dvou lyžinách, podobně jako je tomu u vysokozdvizného vozíku. Vykládání a nakládání kabiny probíhá ve třech krocích.

- vysunutí kabiny mimo stroj v horizontální rovině
- vysunutí nohou kabiny a její spuštění dolů
- popojetí celého stroje směrem vzad



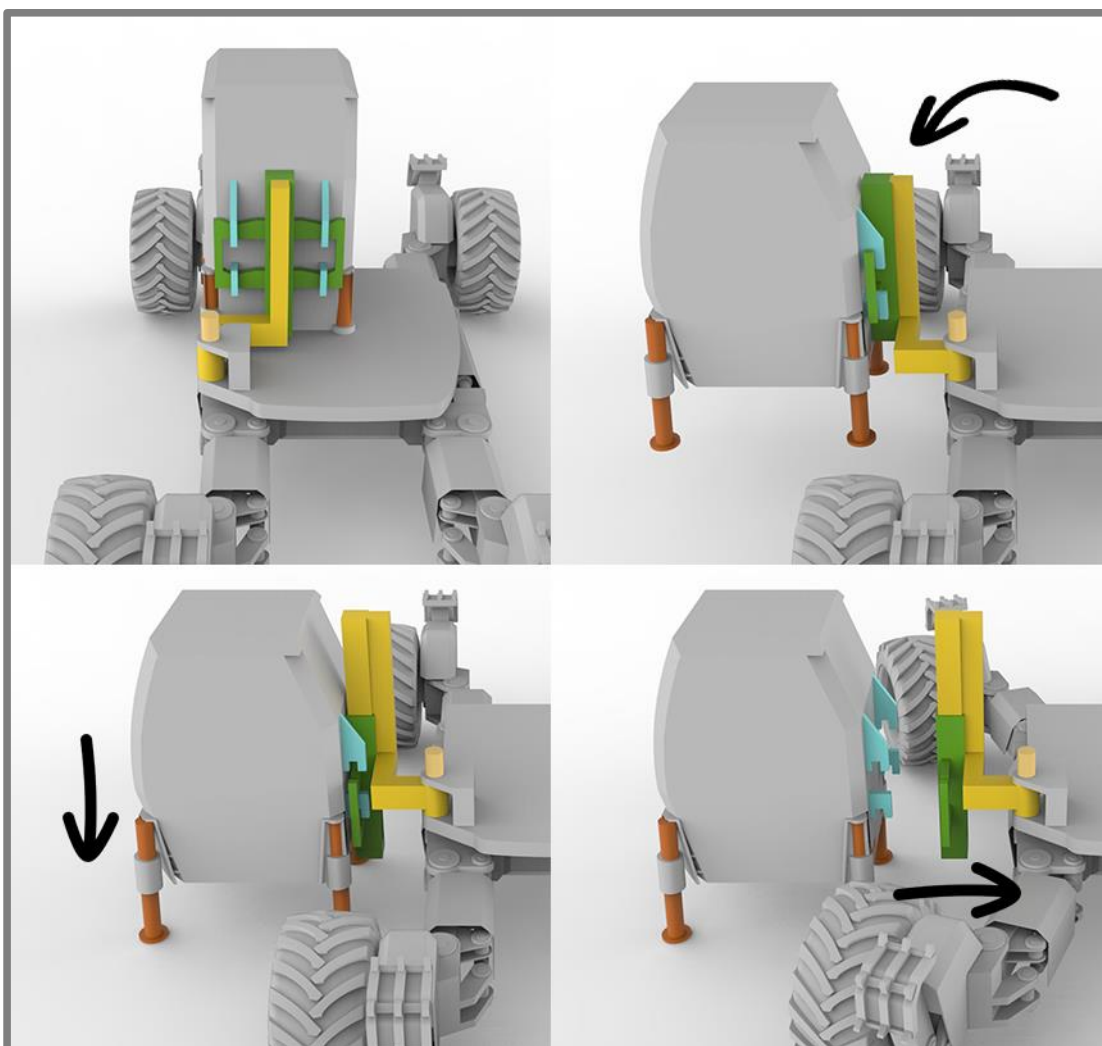
Obr. 4-19 Vykládání pomocí výsuvného ramene

4.3.2 Varianta B: Otočné rameno

Tato varianta využívá rameno, které je na otočném kloubu uchyceno k rámu svršku, a možností stroje pohybu v horizontální rovině. Ramenem otáčí elektromotor. Na

rameni je kabina uchycena pomocí háků, které zapadají do roštu na výložném rameni. Sundávání a nakládání kabiny probíhá ve čtyřech krocích.

- kabina je otočena pomocí elektromotoru kolmo směrem ke stroji
- vysunutí nohou kabiny a položení dolů na zem pomocí hydraulického pístu
- uvolnění háků z roštu pohybem pístů dále dolů
- pohybem stroje směrem do boku



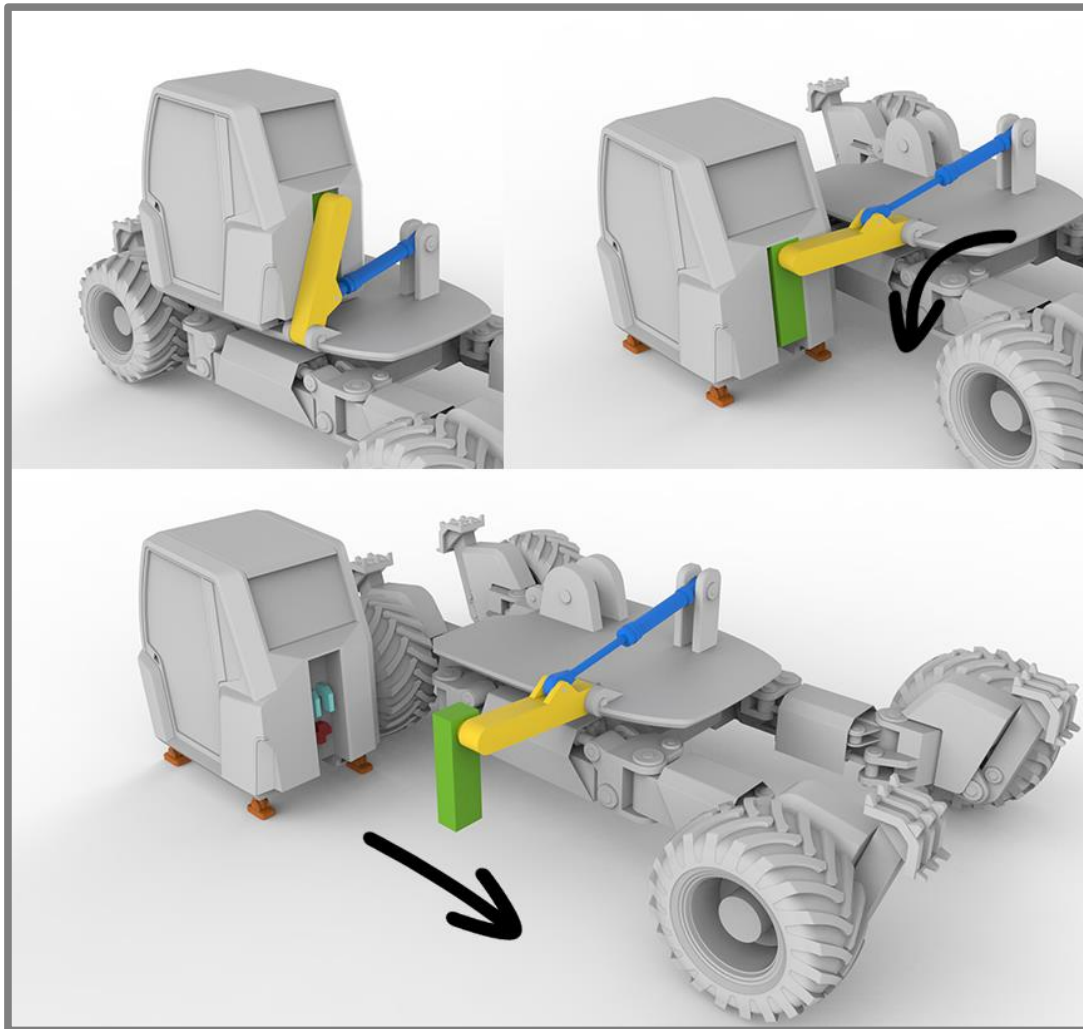
Obr. 4-20 Vykládání pomocí otočného ramene

4.3.3 Varianta C: Výklopné rameno

Kabina je pomocí háku zavěšena na výklopném rameni, které je spojeno se svrškem. Jeho pohyb zajišťuje hydraulický píst. Vyložení a naložení kabiny probíhá ve třech krocích.

- částečné vyklopení ramene tak, aby se kabina dostala mimo stroj
- vysunutí nohou kabiny a položení na zem
- uvolnění zámku výklopného ramene od kabiny a popojetí stroje směrem vzad

4.3.3



Obr. 4-21 Vykládání pomocí výklopného ramene

4.3.4 Zhodnocení variant

Z konstrukčního hlediska by se mělo výložné zařízení skládat z co nejméně prvků, být technologicky co nejjednodušší, nejlevnější a nejsnáze ovladatelné. Z těchto důvodů se jako nejlepší jeví varianta výklopného ramene, která je použita pro finální řešení. Skládá se z jednoho pohyblivého členu, poháněného jedním hydraulickým válcem a má nejmenší zástavbové prostory. Podrobně se technickými aspekty budu zabývat v kapitole konstrukčně technického řešení..

4.4 Tvarové varianty

Pro tvarové varianty popsané níže je společným prvkem běžné uspořádání komponent na svršku a výložný mechanismus v podobě výklopného ramene. Varianty jsou koncipovány tak, aby kabina, pokud je na stroji, tvarově bez přerušení navazovala na kapotáž. Design zohledňuje nutnost použití výsuvných nohou kabiny, respektuje ergonomické požadavky v podobě snadného přístupu do kabiny a dobrého výhledu z ní. Společným prvkem je agresivní tvarování linií odkazující na použití stroje k rozrušování zeminy. Na jednotlivých variantách jsem si ověřil působení použitého tvarování na celkový výraz stroje.



Obr. 4-22 Varianta I, zadní pohled

4.4.1 Varianta I

4.4.1

Tvar svršku vychází z kapkovitého tvaru s výrazně zaoblenou přední hranou kopírující pohyb výložníku při práci. Zadní strana je zkosená což celý svršek opticky odlehčuje. Důležitým prvkem je pás obepínající stroj v horizontální rovině, vytvářející v zadní části výrazný prolis, který jednak opticky tlačí hmotu dopředu a zároveň také rozrušuje kapkovitý tvar a posunuje tak pozornost směrem k výložníku.



Obr. 4-23 Varianta I, boční pohled

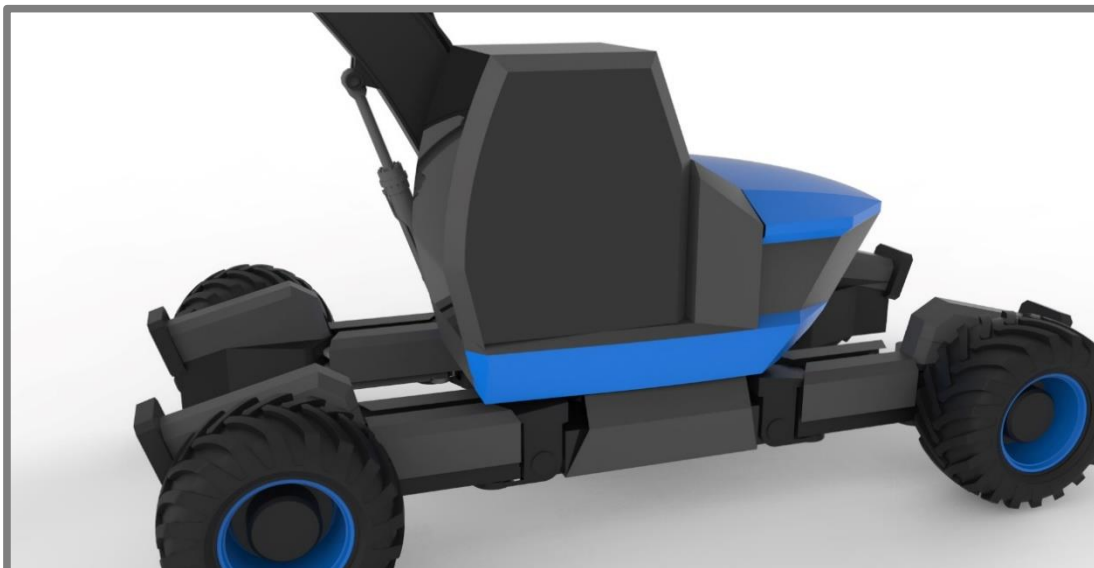
Přesto, že je svršek tvarován agresivně, díky různobarevnému lakování jednotlivých dílů karoserie vzniká harmonický dojem. Napomáhá tomu stejně široký barevný pás, obepínající stroj kolem dokola při pohledu z boku. Horní hrana se tak v přední části kolem svršku vrací zpět dozadu a v zadních rozích vybíhá zpět nahoru a schovává se pod horizontální pás. Ten se na obou stranách po bocích rozšiřuje, jeho tvarování však kopíruje vnější tvar svršku. Na pravé straně svršku je přiznán radiátor chladiče, což odkazuje na technickou a mechanickou podstatu stroje, coby účelového pracovního prostředku. Na straně kabiny je tvarování karoserie uzpůsobeno tak, aby evokovalo vmáčknutí kabiny do hmoty svršku. Horní barevná linka se působením hmoty kabiny stáčí směrem dolů a podél prahu dveří pokračuje dopředu.



Obr. 4-24 Varianta II, zadní pohled

4.4.2 Varianta II

Tvar svršku v bokorysu vychází z protaženého zkoseného čtyřúhelníku a působí tak dynamicky. Stroj obepínají dvě horizontální linie, které odkazují na otáčivý pohyb svršku. Tyto linie rozdělují hmotu svršku, tak, že spodní část je silnější než horní, což svršek opticky usazuje na rámu podvozku. Na levé a pravé straně vytvářejí prolis, který se v zadní části vytrácí a zadní hrana tak ostrým zlomem navazuje na horní část kapotáže. Na pravé straně tvar svršku připomíná obrácené písmeno C. Vykládací zařízení je zde přiznáno, jeho okrytování navazuje na karoserii a rám kabiny a tyto dvě části tak opticky spojuje. Na straně řidiče je kabina svým tvarem koncipována jako samostatný celek, který je na otočném svršku posazen. Rám kabiny je na přední straně vypouklý a navazuje spodní hranu karoserie



Obr. 4-25 Varianta II, boční pohled

4.4.3 Varianta III

Třetí varianta sází na zdůraznění klínovitého tvaru, což působí dobře z hlediska optického odlehčení svršku a jeho vyzvednutí nad podvozek. Dominantní jsou horizontální a diagonální linie, které svršek rozdělují na dvě části, horní a spodní. Tento výrazový prvek je podpořen i odlišným lakováním, takže při pohledu na stroj horní část působí, jako by byla položena na části spodní a svým šípovitým tvarem vytváří dynamický dojem a soustředí pozornost na výložník, coby nejdůležitější část stroje.



Obr. 4-26 Varianta III

Vepředu u čepu hydraulického čepu výložníku se kryt ostře láme a ohýbá směrem pod stroj, což evokuje uchycení horního dílu pod svrškem v místě ložiska otáčení. Zadní horní hrana je zaoblená a tvarově navazuje na horní hranu spodní části svršku. Takto jsou oba díly karoserie vzájemně spojeny a vytváří uzavřený celek.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Výsledné tvarové řešení ve své podstatě vychází z variantní studie III. Výsledné řešení bylo zpřesněno podle konstrukčních, výtvarných a provozních aspektů, kterým se bude tato kapitola dále věnovat. Design zohledňuje inovativní možnost sundávání kabiny ze svršku. Mechanismus sundávání vychází z varianty C.



Obr. 5-27 Finální řešení

5.1 Tvarově kompoziční řešení

Celkový design je koncipován tak, aby stroj jako celek působil lehkým, obratným, až agresivním dojmem. Toto odkazuje na použití stroje v nepřístupném, často nebezpečném terénu ve kterém se stroj musí neohroženě pohybovat. Tomuto riziku stroj čelí a poskytuje bezpečné útočiště pro operátora. Celkový výraz má v pozorovateli vyvolat dojem, že stoj v sobě ukrývá velkou sílu a je schopen podat dobrý pracovní výkon. Tento dojem podporuje výrazné barevné členění. Design je vystaven na jednoznačných ostrých liniích, je však prostý zbytečných tvarových prvků a ctí tvarovou čistotu.



Obr. 5-28 Perspektivní pohled



Obr. 5-29 Tvarové řešení svršku

5.2. Svršek

Celý svršek je tvarován tak aby oproti podvozku tvořil samostatný uzavřený celek, protože se při práci může dostat i poměrně vysoko nad hmotu podvozku. Základní hmotu tvoří dvě protnutá tělesa, kapotáž motorové části a kabina, ke kterým je přidáno pracovní zařízení coby technický prvek. Kapotáž motorové části vychází z geometrizovaného kapkovitého určeného několika liniemi, které tvar vzájemně propojují. Při pohledu z boku vybíhají od místa uložení čepu hlavního hydraulického válce dvě linie. Spodní vodorovná kopíruje tvar rámu a v zadní je zaoblením otočena nahoru. Horní linie vybíhá směrem nahoru, kopíruje pohyb výložníku a v horní pak plynule ubíhá směrem dozadu a dále ven ze stroje. Při pohledu shora se hmota svršku odpředu dozadu postupně zužuje. Pro design je určující diagonální linie, která obepíná celý svršek a celou kapotáž dělí na dvě sdružené části. Vzadu vytváří ostrou hranu, a určuje tvar celého svršku, na bocích se pak podřizuje vnějším liniím, zanořuje se do hmoty svršku a vytváří lem, který vymezuje prostor pro umístění mřížky chladiče, resp. návaznost dílů kabiny na zbytek kapotáže.

5.2

5.2.1 Přední část

Krytování přední části je koncipováno tak, aby byly zakrytovány a chráněny funkční prvky pracovního zařízení. Díly kapotáže jsou tak vytaženy až k místu uchycení čepu hlavního hydraulického válce. Odtud vybíhá horizontální linie, která navazuje na tvarování bočního lemu. Boční zkosená plocha vybíhá směrem nahoru, kde se postupně splývá s horní částí kapotáže.

5.2.1



Obr. 5-30 Přední část

5.2.2 Boční část na straně výložníku

Jelikož je stroj asymetrický, liší se i tvarování bočních částí na straně výložníku a na straně kabiny. Dominantním prvkem je zde rozměrná mřížka chladiče, jejíž tvar respektuje určující tvarové linie. Tím že otevírá průzor dovnitř stroje, odebírá celkovou hmotu svršku, což pozorovateli jasně napoví, že vnější krytování slouží k ochraně vnitřních komponent a stroj tak opticky odlehčí. Horní a spodní část karoserie propojuje nenápadná krytka, která ukrajuje část hmoty z horní části. V přední části lemuje tvar spodní části a vzadu pak prostřednictvím konstrukční spáry v lemu navazuje na prolis pro mřížku. Za ní jsou rozmístěny kamery, využívané při dálkovém ovládní.



Obr. 5-31 Boční pohled

5.2.3 Zadní část

Tvarování zadní části má za úkol svršek opticky odlehčit a podpořit agresivní výraz. Dominantní je zde lem obepínající svršek vzadu vytváří ostrou hranu, která jasně definuje tvar karoserie. Na tento lem v horní části plynule navazuje horní krytování, optickému propojení těchto dvou částí napomáhají navazující konstrukční spáry horního a zadního víka. S přechodem na boční stěny však dominantní úlohu přebírá horní část a zlom se plynule vytrácí a přechází v prolis na bocích. Boční hrany jsou zaobleny a plynulým přechodem spojují boční a zadní část. Výrazným prvkem jsou zadní světla umístěná pod zadní hranou. Z psychologického hlediska světla dopravních prostředků významnou měrou určují jejich výraz, protože je člověk podvědomě vnímá jako oči. Tvarování světel je ostře řezané korespondující s celkovým výrazem stroje. Mezi světly je umístěna krytka kamerového systému, která kopíruje tvar zadní hrany a na bocích plynule navazuje na světla.



Obr. 5-32 Zadní perspektivní pohled

5.2.4 Část na straně kabiny

Design principiálně vychází ze stranově symetrického pojetí, jednotlivé tvarové prvky jsou koncipovány stejně jako na druhé straně. Jsou však rozměrově a tvarově upraveny, aby působily dojmem bezpečného zasazení kabiny do hmoty svršku. Přestože je možné kabinu od stroje fyzicky oddělit, je vzhledem k nárokům na co nejmenší rozměry svršku a kinematiku výložného zařízení design koncipován tak, aby pokud je kabina na stroji, tvořila se zbytkem jednoduší celek. Na možnost vyložení kabiny dostatečně odkazují dvě vertikální spáry krytu vykládacího zařízení.



Obr. 5-33 Navázání kabiny na hmotu svršku

Boční linie horní části přicházející zezadu se v místě B sloupku kabiny stáčí dolů a dále dopředu pokračuje jako práh. Takto je jasně definováno místo, kde dochází k rozdělení při sundání kabiny. I na této straně jsou kamery pro dálkové ovládání, jsou však umístěny pouze na svršku, krycí lišta tedy v místě kabiny plní pouze estetickou funkci. Výložné zařízení svou konstrukcí mírně vystupuje nad hmotu zbytku svršku. Krytování horní části je tedy na této straně vypouklé, tak aby bylo výložné zařízení ukryto. Vypouknutí se postupně snižuje a v zadní části plynule navazuje na ostatní díly. Slouží také jako kryt pro koncovku výfuku. Spodní část vytváří lem, který se táhne po celé délce stroje a v přední části vytváří podestu pro kabinu. Vepředu podesta tvoří rampu pro umístění reflektorů a kamer důležitých pro ovládání stroje. Je po stranách zkosená v návaznosti na tvarové řešení předního čela kabiny.

5.2.5 Kabina

Kabina funguje hlavně jako ochranná klec, poskytující ochranu operátorovi. Je tvarována konzervativněji než ostatní části svršku. Její tvar je v kontrastu se zbytkem svršku vystavěn na dvou vertikálních liniích, které se promítají ve tvarovém pojetí sloupků kabiny a také symetrickém uspořádání světel. V přední části se sloupky rozšiřují a vytváří prostor pro umístění výsuvných nohou. Při pohledu z boku jsou přední sloupky a okno vypouklé a ve spodní části plynule navazují na hmotu podesty. Střecha kabiny je mírně zkosená, což napomáhá dojmu jejího usazení na stroji. V zadní části se sloupky zanořují do hmoty stroje. Tvarování oblasti pod zadním oknem navazuje na tvarování krytu výložného zařízení a linie se postupně rozbíhají ke sloupkům kabiny, coby nosného prvku.



Obr. 5-34 Vertikální členění kabiny

5.2.6 Pracovní zařízení

Design pracovního zařízení je striktně řízen konstrukčními nároky. Omezuje se tedy pouze na barevné zpracování. Výložník je vyveden v tmavé barvě, teleskopická násada je pak nalakována jako aktivní prvek oranžovou barvou. Na násadě jsou umístěny reflektory, které osvětlují místo práce v případě ovládání na dálku.

5.2.6

5.3 Podvozek

Design podvozku se řídí konstrukčními a technologickými požadavky na jeho funkci. Skládá se z kovových nohou svařených z ocelových plechů a soustavy hydraulických válců. Všechny tyto části přísně podléhají konstrukčním nárokům. Design se tak pouze soustředí na tvarování plechového okrytí, které je uzpůsobeno funkci podvozku. Kryt hydraulických válců na základním rámu, a kryty válců na stabilizátorech vzájemně spojuje společná horizontální linie, podle které jsou plechy naohýbány. Zkosené linie pak při pohledu z boku navozují dojem, že je síla, kterou svou hmotností působí svršek na podvozek, je rozváděna směrem ke kolům a postupně rozměňována. Kryty hydraulických válců ovládajících drapáky jsou navrženy tak, aby hmotu drapáků v klidové poloze plynule spojily se zbytkem podvozku.

5.3



Obr. 5-35 Stroj při dálkovém ovládní

5.4 Stroj jako dvě samostatné části

V případě ovládní stroje na dálku, je kabina fyzicky oddělena od svršku. V místě po ní na svršku vzniká prostor, který odhaluje část výklopného zařízení a zámek. Výklopné zařízení je z větší části v návaznosti na okolní díly okrytováno, aby byly chráněny vnitřní komponenty. To samé platí i u kabiny. V případě samostatného stání je v zadní části odhalen zámek a závěsné háky. Tím pádem obě části na pozorovatele působí jako vzájemné protějšky a je na první pohled jasné, že samotný stroj má někde protějšek, který ho ovládá a kabina pak jasně dokazuje, že je součástí většího celku.



Obr. 5-36 Kabina jako samostatný prvek

6 KONSTRUKČNĚ TECHNICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6

Kapitola shrnuje konstrukčně technické řešení kráčivého rypadla s inovativní možností dálkového ovládání stroje, které se významně pojí i s ergonomickými aspekty.



Obr. 6-37 Výložné zařízení

6.1 Konstrukčně technické řešení

6.1

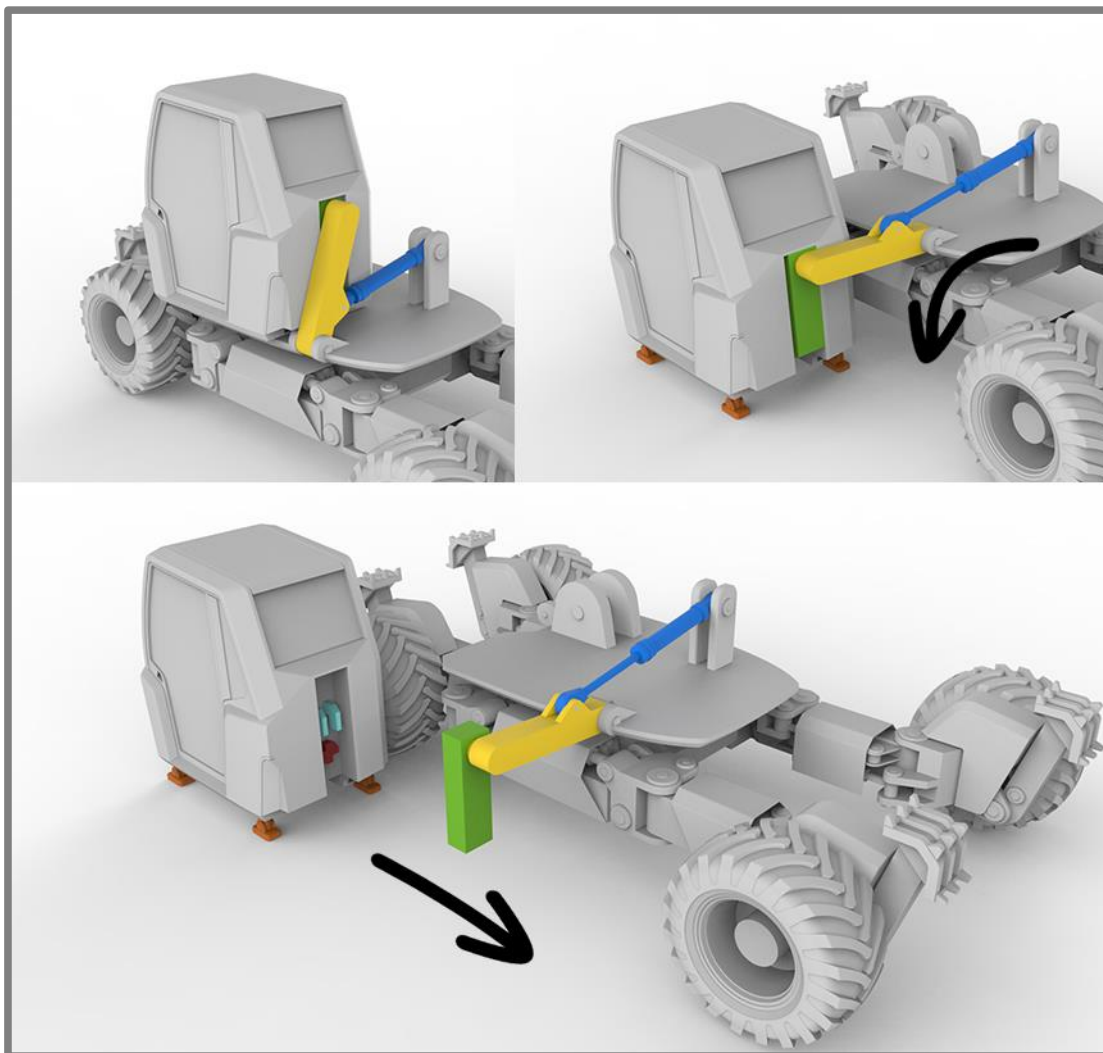
Konstrukčně technické řešení v základu vychází z řešení použitého u současných strojů. Základ tvoří otočný svršek, na kterém je umístěn pracovní nástroj a kabina a dále jednotlivé komponenty tvořící funkční celek. Stroj se pohybuje na kolovém podvozku na nezávisle ovládaných nohách. Všechny aktivní části jsou poháněny prostřednictvím hydraulického systému. Nejprve se ale budu věnovat inovativnímu řešení dálkového ovládání s oddělitelnou kabinou. To s sebou přináší konstrukčně technické aspekty v podobě konstrukce výložného zařízení, které zajistí bezpečnou manipulaci s kabinou. Dále pak zajištění samostatnosti kabiny a řešení bezpečného dálkového ovládání prostřednictvím virtuální reality.

6.1.1 Princip vykládání kabiny

6.1.1

Kabina se skládá pomocí výklopného ramene směrem do boku, tento proces probíhá ve třech krocích.

- částečné vyklopení ramene tak, aby se kabina dostala mimo stroj
- vysunutí nohou kabiny a položení na zem
- uvolnění zámku výklopného ramene od kabiny a popojetí stroje směrem vzad



Obr. 6-38 Princip vykládání

Výškový rozdíl mezi posazením kabiny na svršku a zemí činí 1100 mm při základním postavení nohou, nejméně však 900 mm. Tento rozdíl vymezuje součinnost výklopného zařízení a výsuvný nohou.

Nakládání probíhá v opačném pořadí než vykládání. Operátor najíždí se strojem ke kabině s předním podvozkem v transportní poloze. Jelikož ke kabině najíždí blízko, vzdálenost mezi kolem a kabinou činí 300 mm, je tento proces je řízen automaticky. Výškový, případně poziční rozdíl je kompenzován pohybem podvozku stroje.

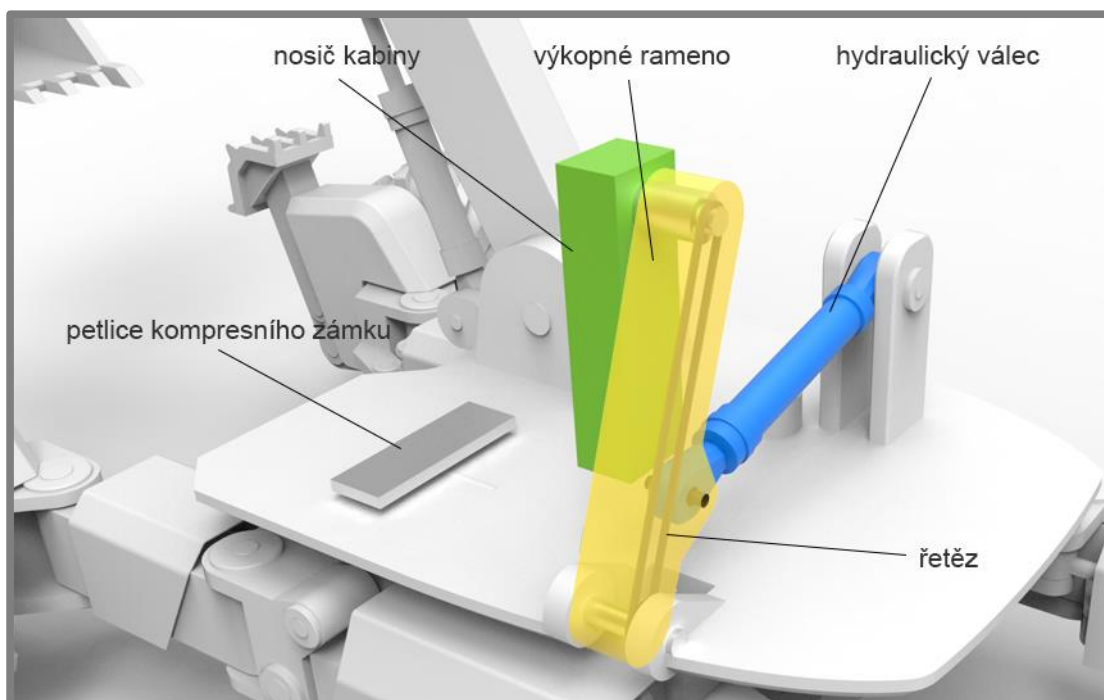


Obr. 6-39 Složení kabiny na zem

6.1.2 Konstrukce výložného zařízení

6.1.2

Výložné zařízení slouží k manipulaci s kabinou, která samotná váží Skládá se ze tří hlavních prvků. Výklopného ramene, nosiče kabiny a hydraulického válce.

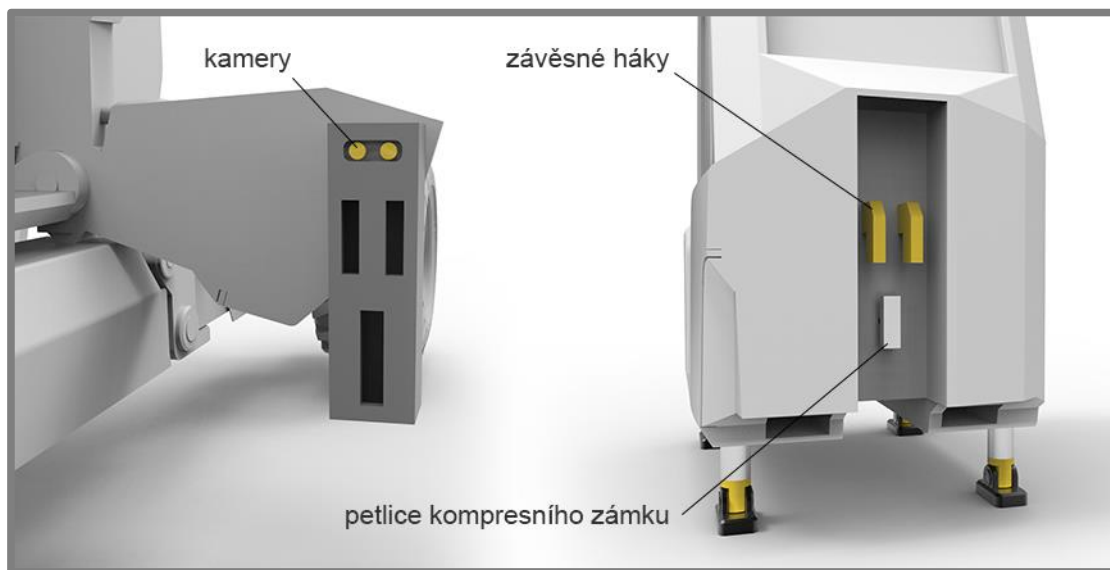


Obr. 6-40 Části výložného zařízení

Nosič kabiny

Nosič kabiny tvoří masivní nosník uchycený pomocí otočného čepu na výklopné rameno. Slouží jako úchopné zařízení pro manipulaci s kabinou. V jeho horní části jsou dva otvory pro háky umístěné na kabině, otvor dole slouží pro západku

kompresního zámku. V horní části jsou za ochranným krytem umístěny dvě kamery, obstarávající obraz z pohledu operátora.



Obr. 6-41 Nosič kabiny

Výklopné rameno

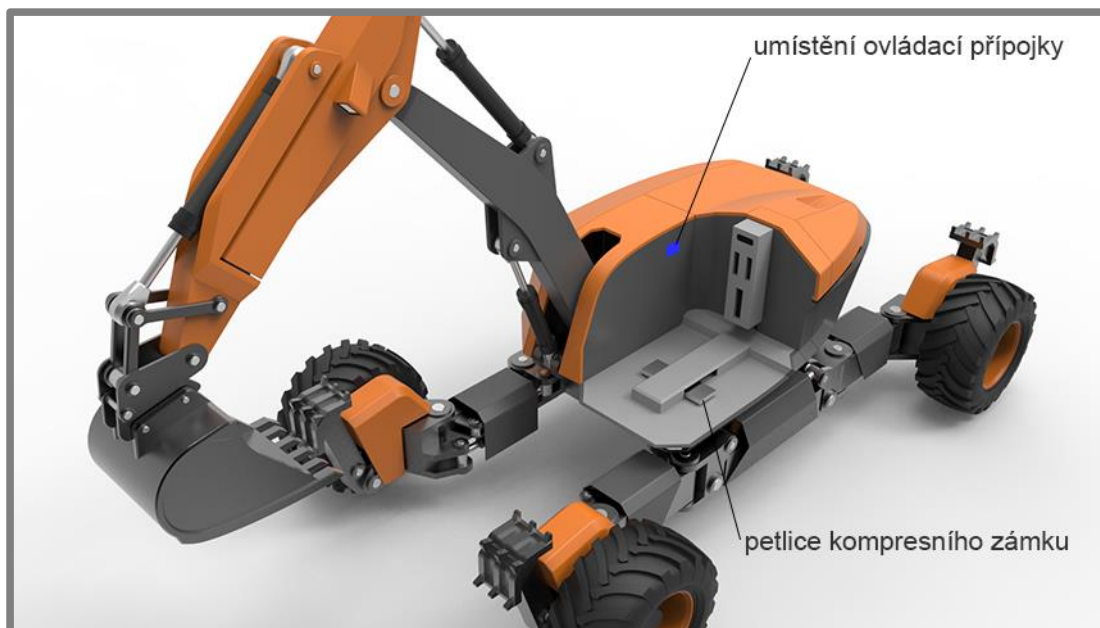
Výklopné rameno je hlavní kinetický prvek, který jedním pohybem dostává kabínu mimo svršek a současně ji snáší dolů. Tvoří ho rameno uchycené pomocí čepu k hlavnímu rámu. Rozsah pohybu ramene je 120° a během tohoto otočení překonává výškový rozdíl 900 mm. Stálou svislou pozici nosiče kabiny obstarává řetěz spojující oba čepy a brání tak i rozhoupaní kabiny při manipulaci s ní.

Hydraulický válec

Hydraulický válec slouží k zajištění pohybu výklopného ramene. V rámu je uchycen napříč tak, aby úhel mezi osou otáčení výklopného ramene a uchycením válce neklesl pod 30° . Celková hmotnost kabiny je 770kg (600kg rám + 66kg baterie+20kg nohy + 80kg operátor). [21,22] Podle mých výpočtů činí síla potřebná k vyzvednutí kabiny pomocí ramene 3,9 kN, čemuž odpovídá dostatečné dimenzování válce o průměru 150 mm, který je napojen na okruh pro pohon pracovního nástroje. [23]

6.1.3 Uchycení kabiny na stroji

Je samozřejmě nezbytné, aby kabina při umístění na stroji byla se svrškem pevně spojena, tak aby se zamezilo jakémukoliv pohybu a byla zaručena požadovaná pevnost kvůli bezpečnosti obsluhy.



Obr. 6-42 Uchycení kabiny na stroji

Jeden přichytný bod tvoří samotný nosič kabiny, se kterým je kabina pevně spojena prostřednictvím háků a kompresního zámku. Po vyzvednutí kabiny na podestu je kabina přichycena pomocí druhého kompresního zámku umístěného v rámu svršku. Otáčení kompresního zámku zajišťuje elektromotor.

V případě umístění kabiny na svršku je stroj ovládán pomocí přípojky, která zajišťuje také přívod elektrické energie. Ta se automaticky vysouvá/ zasouvá a do příslušného otvoru je směřována naváděcím trnem.

6.1.3 Kabina jako samostatný celek

6.1.3

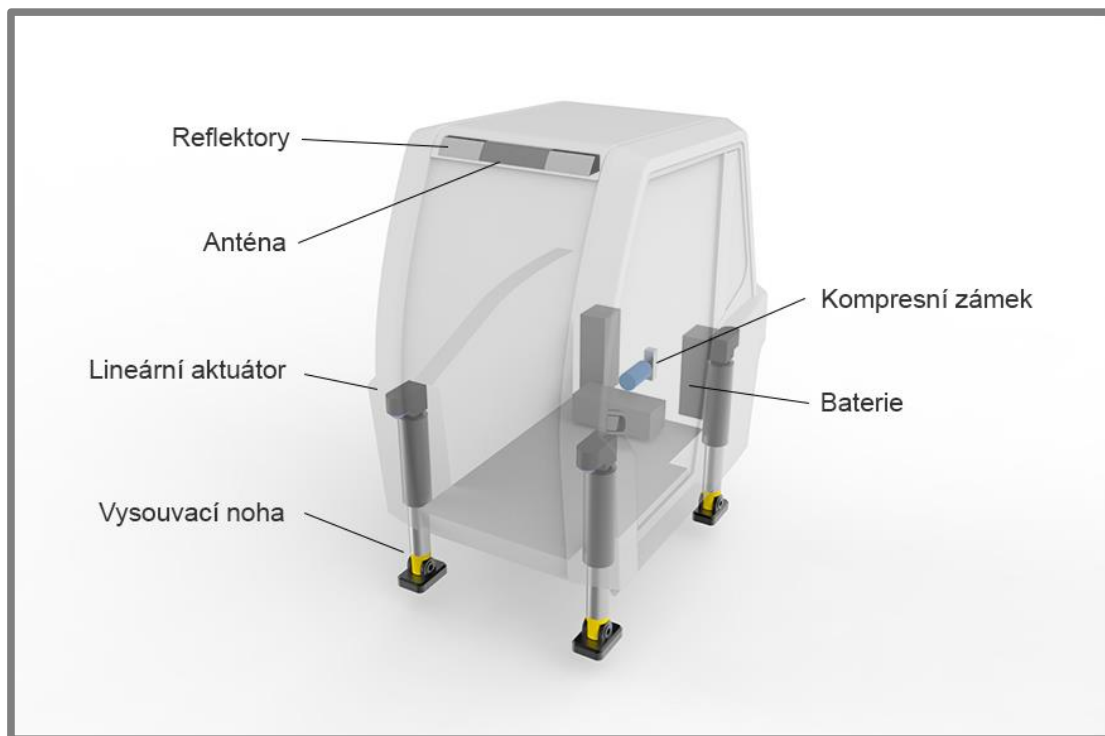
Aby kabina fungovala jako samostatný celek, je potřeba zajistit následující atributy:

- tuhá konstrukce
- bezpečné dálkové ovládání stroje a zprostředkování obrazu
- zdroj elektrické energie
- stabilní základna

6.1.4 Konstrukce kabiny

6.1.4

Konstrukci kabiny tvoří samostatný kovový rám zajišťující dostatečnou tuhost při manipulaci s ní. V zadní části jsou umístěny háky a kompresní zámek pro přichycení k nosiči kabiny. Profil podlahy je přizpůsoben v návaznosti na konstrukční řešení kompresního zámku na podestě stroje. Kabina je ve spodní části vybavena dvěma otvory, aby se dala převážet pomocí vysokozdvížného vozíku. Pro přesun pomocí jeřábu se dají na střechu našroubovat závěsná oka.



Obr. 6-43 Komponenty kabiny

6.1.3 Dálkové ovládání

Vzhledem k podmínkám použití stroje musí mezi strojem a operátorem probíhat zabezpečená komunikace prostřednictvím bezdrátového spojení na vzdálenost 150-400m. Aby operátor měl co nejlepší přehled o okolí stroje a mohl jej bezpečně dálkově ovládat, je potřeba mu zprostředkovat co nejvěrnější obraz z místa, odkud by normálně stroj řídil. K tomu slouží sestava kamer rozmístěných na stroji tak, aby zabíraly prostor v rozsahu 360°. Snímaný obraz je převeden na virtuální prostředí, které je operátorovi zprostředkováno pomocí masky pro virtuální realitu (dále jen VR maska).

Komunikační a ovládací systém stroje se skládá z těchto částí:

- VR maska
- Soustava kamer na stroji
- Hardware zpracující obraz
- Vysílač/přijímač signálu

Maska pro virtuální realitu

VR maska je nejvhodnější variantou z hlediska hodnověrnosti obrazových dat. Soustava senzorů snímá pohyb hlavy operátora a promítaný obraz na ně reaguje. To umožní operátorovi stroj dálkově ovládat s pocitem, jako by byl na stroji přítomen.

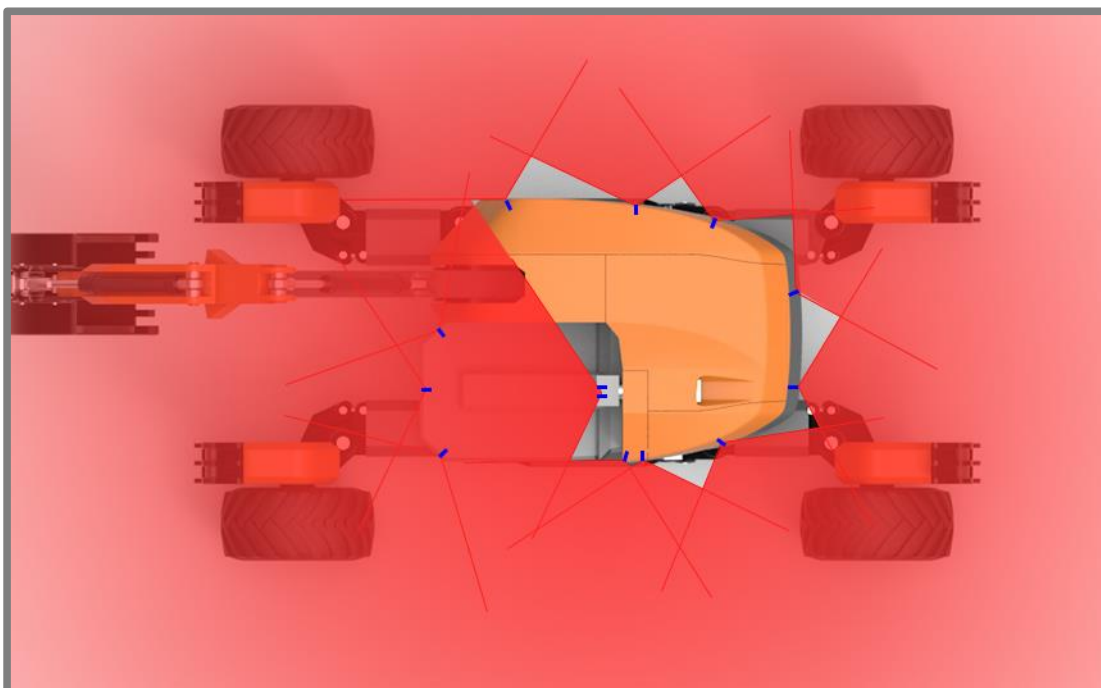
Pro bezproblémové použití je ze zdravotního hlediska důležité, aby obraz byl v rozlišení nejméně 1920×1080 pixelů pro každé oko při frekvenci 60 Hz s co nejnižší latencí. [24]

Vysílač/přijímač signálu

Na trhu není běžně dostupné řešení, které by umožňovalo přenos videa duálního videa ve FullHD rozlišení při požadované frekvenci 60Hz bez použití směrové antény. [25] Je proto použito řešení dvou videotransmitterů vysílají obraz pro každé oko zvlášť. Obraz je přenášén v kvalitě FullHD při frekvenci 60 Hz s latencí pod 1ms na vzdálenost až 1000m. [26] Přenos ovládacích povelů je realizován prostřednictvím samostatné antény.

Soustava kamer

Soustava kamer je koncipována tak, aby umožnila vytvoření virtuálního prostředí. Základ tvoří dvojice kamer umístěných v nosiči kabiny, které snímají stereoskopický obraz před strojem z místa, odkud se operátor normálně dívá. Další kamery jsou umístěny po obvodu stroje, 3 v přední části podesty, 3 na každém boku a 3 vzadu. Snímají tak obraz okolo svršku v rozsahu 360°.



Obr. 6-44 Rozmístění kamer na stroji

Hardware zpracující obraz

Obraz z jednotlivých kamer je konstantně snímán a poskládán do virtuálního prostředí. Toto virtuální prostředí slouží jako zdroj dat pro zobrazení na VR brýlích. To klade velké nároky množství zpracovaných dat potažmo na výpočetní výkon zpracujícího HW. Z praktických důvodů s ohledem na množství přenášených dat mezi strojem a kabinou a velkou spotřebu elektrické energie je umístěn přímo na stroji. Obrazová data přijímána kabinou v podobě dvou separátních obrazů jsou zpracována zde umístěným HW. [27]

Zdroj elektrické energie

Pro zajištění efektivního a bezpečného ovládání stroje je potřeba zajistit zdroj elektrické energie po dobu, kdy je kabina oddělena od stroje. Stálý příkon činí cca

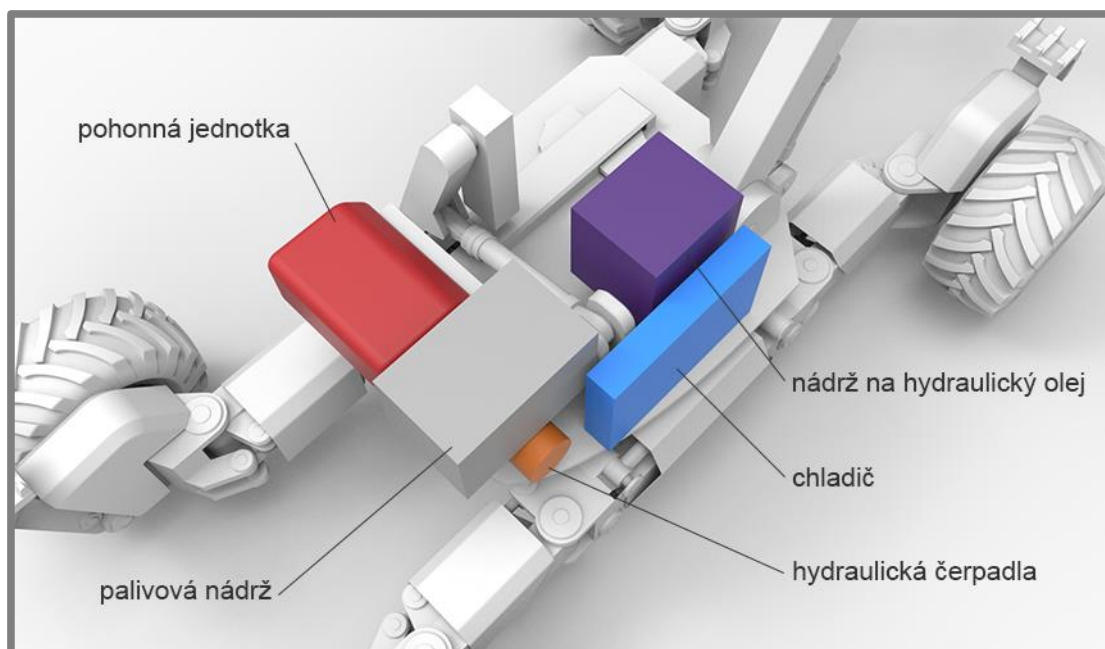
760 W (500 W hardware, 40 W brýle, 10 W transmitter 10 W anténa + 200W rezerva pro ostatní systémy. [28,29] Jako zdroj energie jsou použity 3 články M2994 společnosti Samsung SDI. Každý článek poskytuje 2,8 kWh energie a pracuje při nominálním napětí 24 V. Rozměry každého článku jsou 457 x 185 x 154 mm. Dohromady poskytují 8,4 kWh energie, což vystačí 10 hodin provozu. Jejich celková hmotnost činí 66 kg. [21] Baterie jsou umístěny v zadní části kabiny, což příznivě ovlivňuje těžiště, které posouvá více dozadu směrem k nosiči kabiny. Aby bylo možno kabinu a rypadlo používat odděleně co nejdéle, je kabina vybavena přípojkou pro externí dobíjení.

Výsuvné nohy

Kabina je posazena na čtyřech výsuvných nohách umístěných v rozích kabiny. Vysouvání probíhá prostřednictvím lineárních aktuátorů, které jsou napájeny z baterií Každý z aktuátorů vyvíjí sílu až 3000 N což představuje dostatečnou rezervu při zvedání kabiny o hmotnosti 750 kg. Jejich maximální zdvih činí 300 mm. [22]

6.1.4 Konstrukce svršku

Konstrukce zbytku svršku vychází z řešení použitého u dnešních rypadel. Základ tvoří svařovaný ocelový rám, ke kterému jsou namontovány jednotlivé komponenty. Díly karoserie jsou kvůli úspoře hmotnosti vyrobeny z plastu. Rozložení komponent je zobrazeno na obrázku 6-45.



Obr. 6-45 Rozmístění jednotlivých komponent

6.1.5 Parametry jednotlivých komponent

Vzhledem k tomu, že můj návrh se po technické stránce vychází ze strojů dnešní koncepce, jednotlivé komponenty mají následující technické parametry. [6,7]

Pohonná jednotka

- přeplňovaný dieslový motor Perkins 1204E-E44TTA
- počet válců: 4
- objem: 4,5 l
- výkon: 130 kW
- točivý moment: 750 Nm @ 1400 ot./min
- rozměry (š×v×h): 650×850×800 mm
- hmotnost: 450 kg

Hydraulický systém

- počet čerpadel: 3
- parametry: pracovní: 290 l/min @ 300 bar
pojezdové: 180 l/min @ 400 bar
přídavné: 190 l/min @ 350 bar

Nádrže

- palivo: celkem 350 l
- hydraulický olej: 200 l

Hmotnost

- celková: 12000 kg
- svršek: 5750 kg
- podvozek: 6000 kg

6.1.6 Konstrukce podvozku

Podvozek je rotačně spojen se svrškem. Skládá centrálního rámu, k tomu jsou připojeny 4 stabilizátory, každý vybavený poháněným kolem a výklopným drapákem. Podvozek je vyroben řezáním, ohýbáním a svařováním plechů. Zvedání/klesání nohou je realizováno pomocí hydraulických válců umístěných na hlavním rámu, pohyb do stran a srovnání kol zajišťuje dvojice hydraulických válců umístěných na stabilizátorech. Vyklápění drapáků je realizováno pomocí samostatného hydraulického válce. Hydraulické ústrojí podvozku je chráněno plechovými kryty. Kola jsou poháněna pomocí hydrostatických motorů umístěných v nábojích jejich nábojích. Kola jsou obuta do pneumatik pro těžké zemědělské a lesní přívěsy v rozměru 600/55 R26.5.



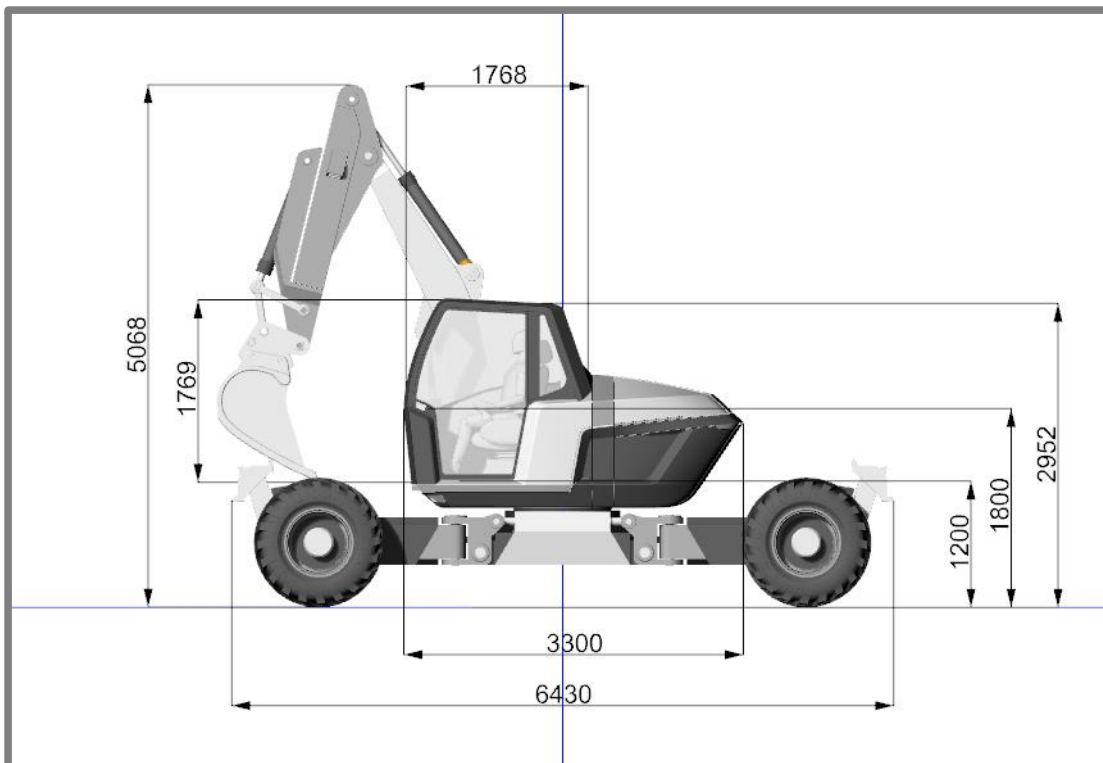
Obr. 6-46 Konstrukce podvozku

6.1.7 Konstrukce pracovního zařízení

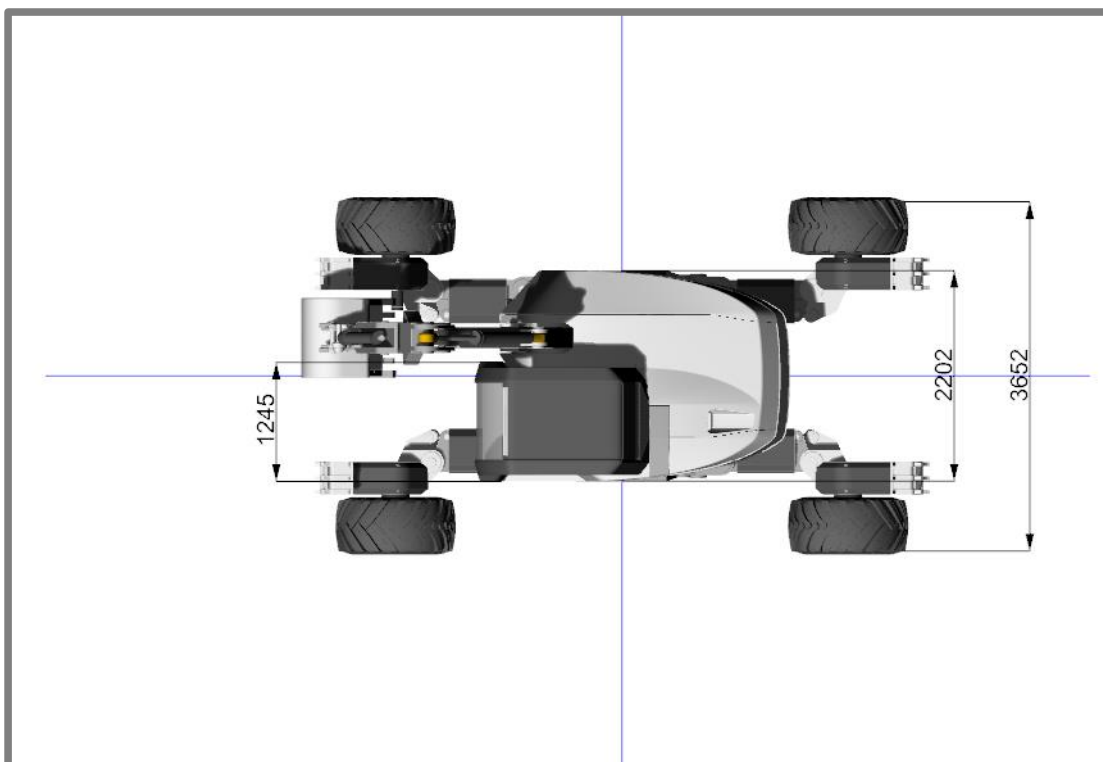
Pracovní nástroj se skládá ze dvou ramen, výložníku a teleskopické násady. Ty jsou vyrobeny ze svařovaných plechů. Součástí je rychloupínací zařízení pro snadnou výměnu pracovních nástrojů. Pracovní zařízení ovládá soustava 4 hydraulických válců zajišťující zvedání/klesání výložníku, ohyb násady v kloubu, teleskopické vysouvání a pohyb pracovního nástroje

6.1.8 Celkové rozměry

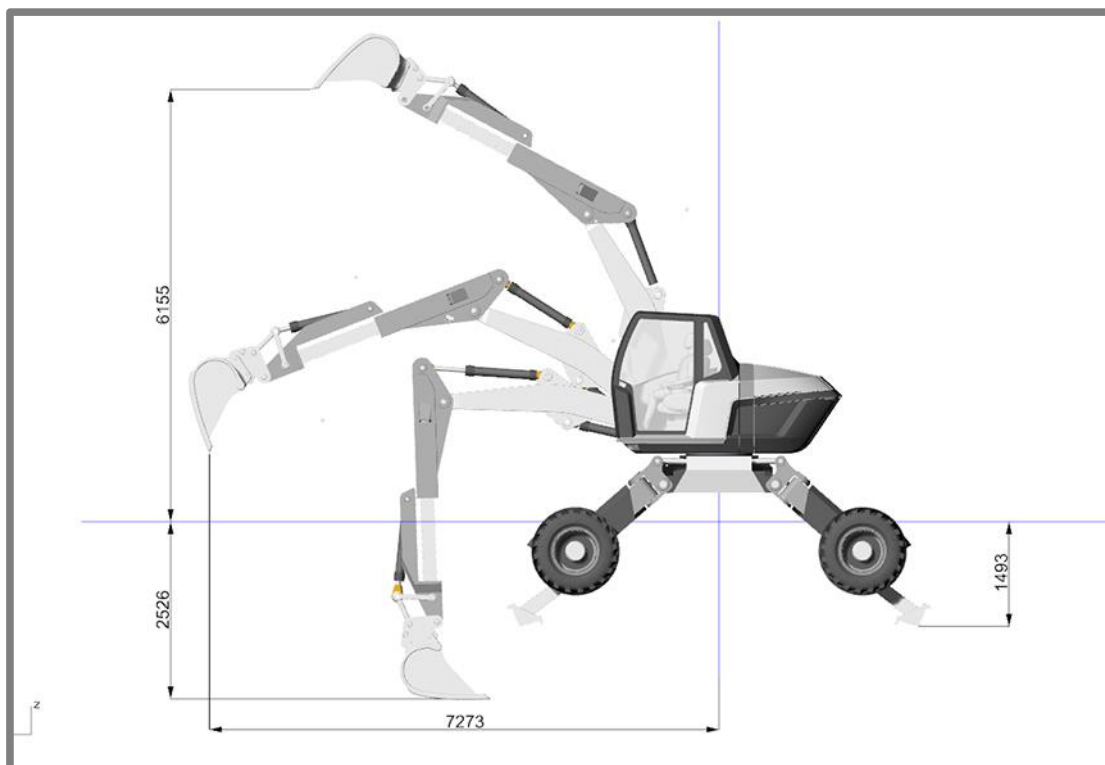
Celkové rozměry stroje a rozsah pohybu aktivních částí je srovnatelný s ostatními výrobci. V transportní poloze jsou rozměry stroje 2500 mm × 6077 mm, což vyhovuje stanovenému cíli.



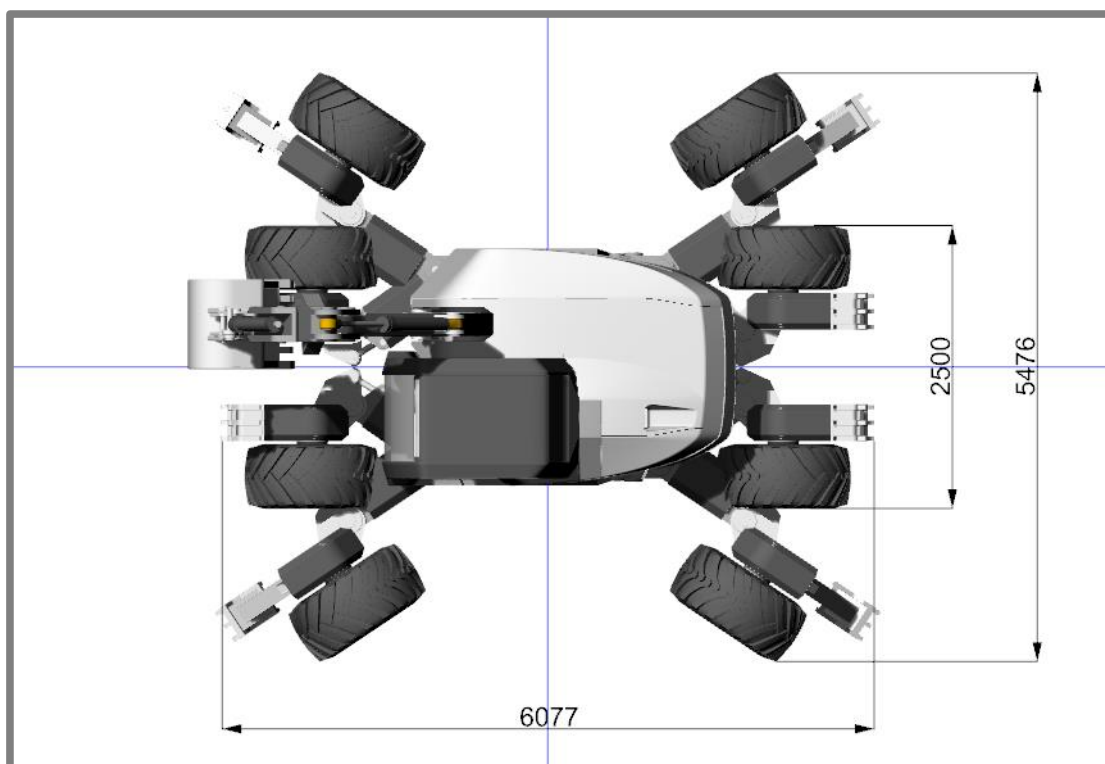
Obr. 6-47 Celkové rozměry, boční pohled



Obr. 6-48 Celkové rozměry, horní pohled



Obr. 6-49 Pracovní dosah



Obr. 6-50 Rozsah pohybu nohou

6.2 Ergonomické řešení

6.2

Ergonomie práce se strojem ruku v ruce souvisí s pracovním výkonem operátora. Třemi zásadními prvky v této oblasti jsou dobrý výhled, komfort ovládání, přístup do kabiny a bezpečnost.



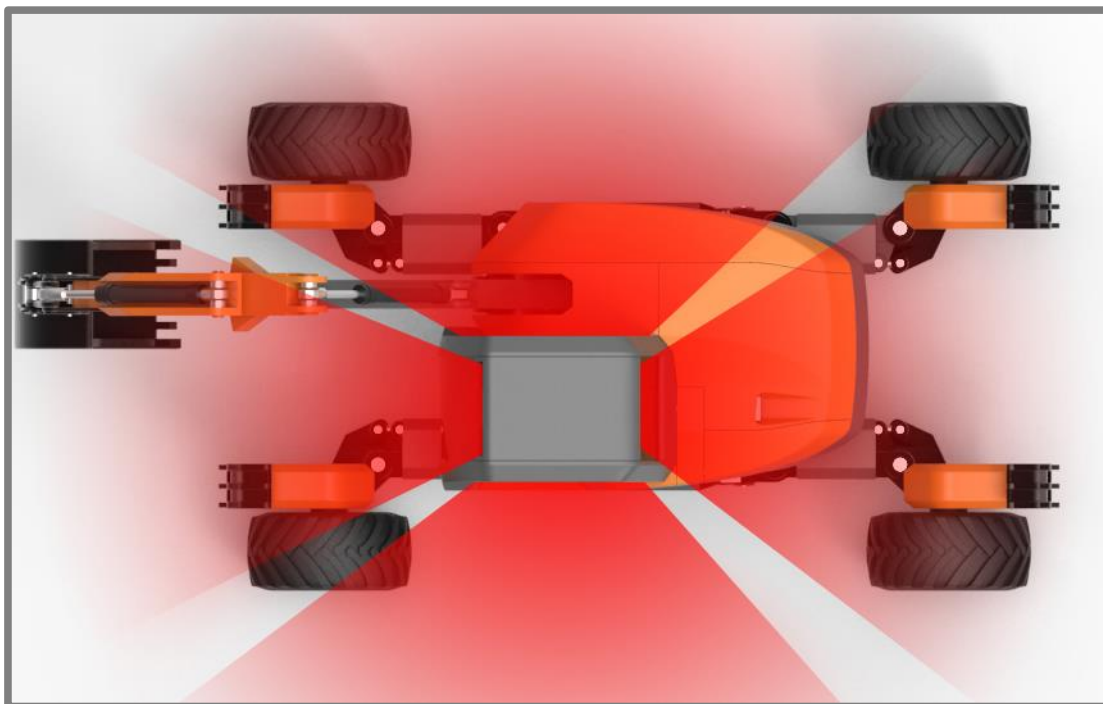
Obr. 6-51 Výhled z kabiny, boční pohled

6.2.1 Viditelnost

6.2.1

Dobrý výhled na všechny strany je zásadní pro bezpečnou práci se strojem. Ten operátorovi zajišťuje bohaté prosklení všech stěn. Stejně dobrý přehled o prostoru kolem stroje v případě ovládání na dálku operátorovi poskytují VR brýle.

Pro práci v noci je stroj vybaven reflektory přední části, které osvětlují prostor před strojem. Dvojice je umístěna v horní části kabiny, další čtyři jsou umístěny v přední rampě a dva doplňkové jsou na násadě pracovního zařízení. Ty slouží k osvětlení místa práce z výšky v případě ovládání stroje na dálku.



Obr. 6-52 Výhled z kabiny, horní pohled

6.2.2 Komfort

Dobrá komfort kabiny je zásadní s ohledem na to, že operátor v kabině tráví mnoho hodin v kuse. Kabina poskytuje dostatečně velký vnitřní prostor, takže se operátor při práci necítí stísněně. Pohodlí operátora při práci zajišťuje pohodlné ergonomické nastavitelné křeslo. Otřesy a vibrace tlumí vzduchové odpružení křesla. Důležitý je dobrý dosah na všechny ovládací prvky. Ty hlavní, joysticky a pedály pak umístěny v přímém dosahu končetin. Doplňkové ovládací prvky jsou umístěny po pravé ruce operátora. Neméně důležité je dobré odhlučnění, zejména v zadní části, kde umístěn motor.

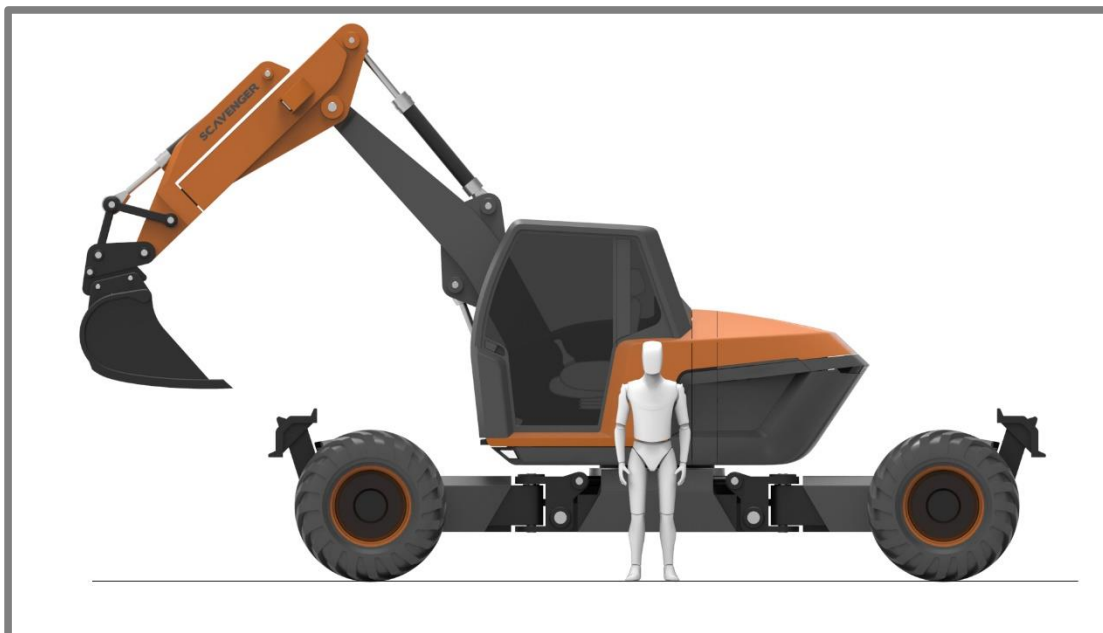


Obr. 6-53 Pozice operátora v kabině

6.2.3 Bezpečnost

6.2.3

Zásadní funkcí kabiny je ochrana obsluhy před úlomkou hornin. Tu primárně zajišťuje tuhý rám v kombinaci s pevnostním sklem. Významnou inovací v oblasti bezpečnosti je možnost dálkového ovládání. Díky němu se operátor může vyhnout jakémukoliv ohrožení.



Obr. 6-54 Stroj v porovnání s člověkem

6.2.4 Přístup do kabiny

6.2.4

Nástupní hrana (obr. 6-47) je umístěna ve výšce 1200 mm nad zemí. Klika dveří je umístěna co nejnižší, těsně nad krytem předních přední nohy ve výšce 1800 mm a tak je pořád v pohodlném dosahu ze země. Dveře se otevírají směrem proti směru jízdy, aby nezavazely při nastupování. K výstupu do kabiny jako schod slouží levý přední stabilizátor podvozku.

6.2.5 Servisní přístup

6.2.5

Servisní přístup k vnitřním částem stroje je zajištěn pomocí odklápění horní a zadní kapoty a bočních dílů karoserie. Horní kapota je poměrně rozměrná a těžká, proto je její otevírání usnadněno pneumatickými písty.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Barevné provedení stroje se vždy odvíjí od vizuálního stylu vyrábějící společnosti, aby s ním korespondoval. Takto se od sebe jednotlivé značky vzájemně odlišují. Mnou navržený stroj je koncipován jako nový produkt a proto jsem zvolil vlastní barevnost. Barvené provedení stroje je pro vnímání člověka velmi podstatné, jelikož vnímá nejprve tvar a potom barvu a první dojem hraje zásadní roli v utvoření si názoru na celek.

7.1 Barevné provedení

Výsledné barevné řešení podtrhuje základní hmotové prvky. Spodní část svršku spolu s celým podvozkem opticky potlačena oproti výrazně oranžově lakované horní části na kterou je vztahována pozornost. Dává vyniknout ostrému šípovitému tvarování což přispívá k odlehčenému a dravému dojmu. Tenká linka krytu postranních kamer tento dojem podtrhuje. Rám kabiny je vyveden taktéž v šedém odstínu, což evokuje možnosti jejího oddělení od zbytku hmoty svršku. Rám dveří a oken je vyveden v tmavé barvě, aby opticky nerozbíjel tvar boční části kabiny. Konstrukční části podvozku spolu s výložníkem jsou vyvedeny v grafitově černé barvě. Plechové okrytování, coby součást kapotáže barevně koresponduje s ostatními tmavými díly karoserie. Oranžové lakování teleskopické násady a disků kol je opticky zvýrazňuje jako koncové aktivní prvky stroje a přispívá také k vymezení potenciálně nebezpečného prostoru.



Obr. 7-55 Barevné provedení

7.2 Alternativní barevné varianty

7.2



Obr. 7-56 Modrošedá varianta

7.2.1 Modrošedá varianta

7.2.1

Modrošedé provedení působí klidnějším, méně agresivním dojmem. Kabina a horní část svršku jsou lakovány stejně, což je pojí v jeden celek. Kryty podvozku barevně korespondují s šedým lakováním spodu svršku a opticky přiznávají mohutnost podvozku.



Obr. 7-57 Žlutošedá varianta

7.2.2 Žlutošedá varianta

7.2.2

Žlutošedé provedení upřednostňuje kapotáž svršku před zbytkem stroje. Ostatní prvky jsou lakovány světle šedou barvou, což je opticky upozaduje. Stoj získává agresivní výraz, svršek může připomínat vosí zadek. Linka krytu kamer vytváří výrazný grafický prvek odkazující na diagonální linii vymežující tvar.



Obr. 7-58 Zelenošedá varianta

7.2.3 Zelenošedá varianta

Zelenošedá varianta je koncipována jako konzervativní řešení. Barevnost odkazuje na použití stroje v přírodě, může také připomínat armádní techniku. Posunutí barevnosti do spodní části stroj uzemňuje a dává mu mohutný vzhled.

7.2 Grafické řešení

Grafické řešení se u kráčivého rypadla v podstatě omezuje pouze na umístění loga výrobce. Název mého designu vychází ze slovní hříčky spojení slov “excavate“ - v překladu vybagrovat, vyhloubit a “avenger“ – v překladu mstitel. Při rychlém vyslovení těchto slov za sebou dojdeme ke slovu Scavenger, tedy česky Mrchožrout. Název zní ostře a jasně, což se hodí ke stroji toho typu. Svým významem odkazuje na fakt, (a zde se omlouvám za použití hovorových výrazů) že stroj přechroustá cokoli, v přeneseném významu, že jde přes mrtvoly. Logotyp vychází z písma Boris Black Boxx, jehož autorem je Manfred Klein. Grafická úprava písmen “A“ a “V“ odkazuje na použití stroje v horském prostředí a na jeho schopnost překonávat svíslé překážky.



Obr. 7-59 Logotyp

8 DISKUZE

Zadáním diplomové práce bylo navrhnout design kráčivého rypadla. Jelikož se jedná o technicky komplikované zařízení, při návrhu jsem vycházel z ověřeného technického řešení, které je principiálně stejné u všech výrobců těchto strojů. Mnou navržená možnost dálkového ovládní stroje výraznou měrou přispívá k bezpečnosti práce a pohodlí operátora, který je při obsluze fyzicky oddělen od stroje, a tak nemůže dojít k jeho ohrožení. Výhodou je také práce v klidném a nehlukném prostředí, které přispívá k lepším pracovním výkonům. Toto řešení je inovativní a nastiňuje možný vývoj těchto strojů do budoucna. K problému jsem přistupoval s předpokladem praktické proveditelnosti na základě dnes dostupných technologií. Z navrhovaných způsobů sundávání kabiny byl vybrán konstrukčně nejjednodušší způsob v podobě sundávání pomocí výklopného ramene. Ostatní dva návrhy jsou konstrukčně i technicky proveditelné, a dobře splňují zamýšlený cíl, jejich konstrukce však byla vyhodnocena jako příliš složitá sestávající se z přílišného množství prvků, což se pojí se zbytečně velkou přidanou hmotností a nároky na zástavbový prostor. Oba aspekty totiž hrají důležitou roli v přímé návaznosti na technické nároky kladené na tyto stroje v podobě co nejnižší hmotnosti a kompaktních rozměrů. Dálkové ovládní je řešeno s ohledem na zprostředkování věrného obrazu z místa práce. Rozhodl jsem se pro použití masky pro virtuální realitu, které zajistí operátorovi dobrý rozhled v rozsahu 360° a tím věrně napodobí běžné ovládní. V případě použití monitoru by totiž rozhled do stran byl omezen, resp. by vyžadoval manuální ovládní a zdržoval od práce. VR maska ale vyžaduje výkonný hardware pro zpracování obrazu, což zvyšuje nároky na kapacitu baterií.

8.1 Estetická hodnota návrhu

8.1

Design je koncipován jako agresivně laděný v souladu se současnými trendy. Tvarově, co se týče rozložení hmot a jednotlivých prvků, se stroj podobá modelům ostatních výrobců. Díky tomu je umožněno lepší přijetí stroje trhem, jelikož se u lidí často objevuje prvotní odmítavá reakce vůči novým nebo jiným věcem, než na které jsou zvyklí. Oproti současným modelům se však snaží vyvarovat přílišnému přetvarování a ctí tvarovou čistotu.

8.2 Psychologické aspekty návrhu

8.2

Díky ostrému tvarování v kombinaci s barevným laděním na pozorovatele působí obratným lehkým a svébytným dojmem, což zvyšuje důvěru v dobré pracovní výkony. Dálkové ovládní je pro běžného pozorovatele zajímavou, dosud nevídanou věcí. Pro potencionálního kupce je pak možnost pracovat v klidném a nehlukném prostředí jistě lákavá.

8.3 Sociální funkce návrhu

8.3

Dálkové ovládní výraznou měrou přispívá k pohodlí a bezpečí operátora při práci a zásadním způsobem zlepšuje jeho pracovní podmínky.

8.4 Marketingová studie

8.4

Do analýzy jsem zahrnul všechny nejvýznamnější výrobce kráčivých rypadel. Jsou to společnosti Kaiser AG, Menzi AG, Euromach, a OSMA.

Všichni výrobci sídlí v Evropě, kde mají vývojová centra. Prostřednictvím svých poboček nebo smluvních partnerů nabízejí prodej a servis po celém světě. Žádná ze společností se nezabývá výrobou pouze těchto strojů, v jejich portfoliu najdeme i další typy rypadel a ostatní stavební a zemědělské stroje nebo příslušenství. Všechny výše zmíněné společnosti vyrábějí kráčivá rypadla založená na stejné koncepci, mnou navrhovaná možnost oddělení kabiny od stroje je inovativní prvek který jinde není použit, a proto v následující kapitole budu popisovat fiktivní společnost přinášející nový produkt na trh.

8.4.1 Podnikatelská strategie

Stručná analýza a hodnocení zdrojů podniku

Společnost sídlí v Evropě, kde má svá vývojová centra a výrobní kapacity. Využívá vysokou míru technické vyspělosti a kvalitu infrastruktury regionu, potažmo kvalitu subdodavatelů. Na vývoji se podílí lidé z celého světa. Ve svých centrech společnost stroje kompletně vyvíjí. Výrobu a kompletaci strojů si zajišťuje sama, jednotlivé komponenty, které jsou univerzální, jako například pohonná jednotka, nebo hydraulické válce zajišťují subdodavatelé podle potřeb společnosti.

Popis současného sortimentu výrobků

Společnost využívá svých kapacit k vývoji a výrobě i ostatního sortimentu stavebních a užitkových strojů a jejich komponent. Pro svá kráčivá rypadla nabízí také různé pracovní nástroje. Pro podporu prodeje společnost nabízí i marketingové a doplňkové produkty.

Stručný popis ekonomické a finanční situace podniku

Ekonomická situace podniku je dobrá vzhledem k celosvětové rostoucí poptávce po stavebních strojích po odeznění finanční krize. Velký nárůst prodeje je zejména v Asii, spojený s velkým ekonomickým rozmachem tamního regionu, zejména Číny.

Stanovení cíle a formulování strategie

Rozvoj lidské civilizace a růst počtu obyvatel s sebou nese zvýšené nároky na zajištění zdrojů energie, dostatečné infrastruktury, obytného prostoru a rostoucí životní úrovně. S tím se pojí budování staveb na dříve nemyslitelných místech nebo velkého rozsahu. Zároveň se také na celém světě za poslední desetiletí výrazně zvýšil důraz na bezpečnost práce. Vzhledem k rostoucí automatizaci ve všech odvětvích průmyslu a rozvoji výpočetní techniky se otevírají možnosti přenést tento vývoj i do oblasti stavebních strojů. Použití oddělitelné kabiny znamená výraznou konkurenční výhodu v oblasti bezpečnosti obsluhy a tím pádem i posunutí hranice možností použití těchto strojů.

8.4.2 Analýza tržních příležitostí

Konkurenční faktory

Zaměření stroje je vysoce specializované a panuje zde silně konkurenční prostředí. Jednotlivé společnosti mají silné zázemí a celosvětovou distribuční síť. Konkurojí si jednak cenou a na straně druhé stupněm elektronické výbavy. Za výrobce jednodušších strojů lze považovat společnosti Euromach a OSMA, společnosti Kaiser AG a Menzi AG mezi sebou výrazně soutěží i na poli designu.

Nová společnost však využívá silné konkurenční výhody v oblasti bezpečnosti obsluhy a také image technologického inovátora. Po uvedení nového produktu na trh je pravděpodobné, že konkurence bude podobný trend následovat ve snaze vyrovnat se výhodám. Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím zájem zákazníků je snadná dostupnost těchto strojů, protože jde o velké a náročně přepravitelné stroje, musí dopravu zajistit prodejce, nelze využít standartních postupů přepravy. S tím se pojí vybudování kvalitní distribuční sítě.

Analýza a prognóza poptávky

Poptávka po těchto strojích celosvětově roste spolu s oživením stavebního průmyslu. Do budoucna se dá předpokládat pokračování tohoto trendu.

8.4.3 Marketingová strategie

Výrobková strategie

Všechny současně dostupná kráčívá rypadla se vyznačují stejnou koncepcí. Mnou navrhovaný výrobek se od konkurence značně odlišuje, což mu zajišťuje silnou konkurenční výhodu. Nedílnou součástí výrobkové strategie jsou faktory ovlivňující prodej: marketing, cenová politika, dostupnost a servis.

Cenová úroveň

Vzhledem k použití nových technologií a složitější konstrukci je cena produktu vyšší než u konkurence. Dá se předpokládat v rozmezí 15-20 mil. Kč v závislosti na další výbavě. Jelikož jde o velkou částku, jsou tyto stroje často prodávány na splátky a tak musí být zajištěn odpovídající finanční servis.

Distribuce

Distribuce je zajištěna prostřednictvím vlastních poboček, případně smluvních partnerů zabývajících se touto činností.

Podpora prodeje

Jelikož jde o specializované a komplikované stroje, které vyžadují značnou investici, zákazník vyžaduje osobní zkušenost se strojem. Proto je důležité zajistit kontakt prostřednictvím předváděcích akcí, ať už soukromých, nebo na veletrzích. Dále je důležité zajistit propagaci prostřednictvím specializovaných médií. Velkoplošná kampaň zde není účinná, jelikož se jedná o velmi úzkou skupinu zákazníků. Prodej lze podpořit také prostřednictvím doprovodných produktů, jednak čistě reklamních, nebo prodeje ochranných pomůcek apod. Další možnost je využití spolupráce z některou ze společností vyrábějící stavebnice, či hračky.

8.4.4 SWOT analýza

SWOT analýza se řadí mezi základní metody strategické analýzy, a to právě z důvodu jejího integrujícího charakteru získaných, sjednocených a vyhodnocených poznatků, ze kterých jsou generovány alternativy strategií dalšího rozvoje organizace. SWOT je zkratka z anglického originálu, kde S = Strengths (Silné stránky), W = Weaknesses (Slabé stránky), O = Opportunities (Příležitosti), T = Threats (Hrozby). SWOT je tedy zkratkou pro vnitřní silné a slabé stránky organizace a příležitosti a hrozby z vnějšího prostředí organizace. [30]

8.4.3

8.4.4

	POMOCNÉ	ŠKODLIVÉ
VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ	Silné stránky S <ul style="list-style-type: none">• stabilní zázemí• technologické know how• výrobní kapacity	Slabé stránky W <ul style="list-style-type: none">• vysoké pořizovací náklady• vysoké náklady na vývoj produktů• technologická náročnost výroby
VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ	Příležitosti O <ul style="list-style-type: none">• rozvoj výpočetních technologií• oživení stavebního odvětví• zájem společnosti o nový produkt	Hrozby T <ul style="list-style-type: none">• malosériová výroba• opoždění ve vývoji oproti konkurenci

Obr. 8-60 SWOT analýza

9 ZÁVĚR

Při vypracování diplomové práce jsem vycházel z poznatků získaných z provedených analýz a osobní návštěvy distributora strojů Menzi pro Českou republiku. Dílčí aspekty technického a designerského řešení jsem konzultoval s vedoucím práce.

Hlavním cílem bylo zejména zvýšení bezpečí operátora stroje při práci v podobě možnosti dálkového ovládání stroje. Toto řešení je v této oblasti inovativní a nese s sebou vyřešení velkého množství technických aspektů, ze kterých jsem ty nejdůležitější popsal ve své práci.

Můj návrh představuje vizi, kam by se tyto stroje mohly rozvíjet v blízké budoucnosti. Dálkové ovládání stroje v kombinaci s perfektním přehledem o místě výkonu se v posledních letech stává reálně proveditelnou možností. Podařilo se mi dosáhnout návrhu, který splňuje všechny konstrukční a technické požadavky kladené na tyto stroje. K ovládání kráčivých rypadel se vzhledem k množství aktivních prvků používají i nožní pedály z čehož vyplývá, že nejvhodnějším řešením je možnost oddělení celé kabiny. Použití vlastního výložného zařízení, činí stroj samostatným a dokáže tak flexibilně reagovat na nastalé situace. Výložné zařízení je koncipováno tak, aby umožnilo bezpečné vyložení a naložení kabiny při využití stávajícího hydraulického systému stroje a zabíralo co nejméně místa, což je u těchto strojů důležitý faktor. Oddělitelná kabina funguje jako samostatný nezávislý celek a poskytuje obsluze přirozené pracovní prostředí a ochranu před vnějšími vlivy. Použití masky pro virtuální realitu pak umožňuje stroj ovládat bezpečně s dobrým přehledem o okolním prostředí. Zvolené baterie vystačí na 10 hodin samostatného provozu, což je dostatečná doba pro celodenní provoz. V případě potřeby delšího použití v odděleném režimu je možné kabinu nabíjet pomocí externí zásuvky.

Ostré tvarování v kombinaci s výrazným barevným pojetím propůjčují stroji svébytný a neohrožený výraz, což je velmi důležité z psychologického hlediska pro pocit bezpečí operátora. Výraznou měrou se také podílejí na lehkém a obratném dojmu při pohybu stroje v terénu. Finální řešení splňuje ergonomická kritéria a technologické požadavky na provoz stroje. Cíle vyplývající ze zadání práce se mi podařilo splnit.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

- [1] *Spyder excavator* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://clementerappresentanze.it/immagini/photos/index.php?p=50>
- [2] Kaiser MUK 3000 - možnosti přepravy. bagry.cz [online]. [cit 2014-04-18] Dostupné z: http://bagry.cz/cze/clanky/veterani/otisovo_parni_rypadlo_aneb_povidani_o_prvnim_bagru_na_sвете
- [3] Novinka - KAISER S12 - Bauma 2013. Viacar - Kráčejší bagry [online]. [cit2014-04-18] Dostupné z: [http://bagry.cz/cze/forum/stavebni_stroje/kracejsici_bagr/\(offset\)/1480](http://bagry.cz/cze/forum/stavebni_stroje/kracejsici_bagr/(offset)/1480)
- [4] Euromach r65 Euromach.com [online]. [cit 2014-04-18] Dostupné z: <http://www.euromach.com/public/Products.aspx?Type=0>
- [5] Batemag p70. Forum Macchine [online]. [cit 2014-04-18] Dostupné z: <http://www.forum-macchine.it/showthread.php?p=599763>
- [6] Menzi MUCK M5 Brochure. Menzi MUCK AG, 2013 Dostupné z: <http://www.edmaebi.com/Brochures/menziM5.pdf>
- [7] Kaiser s10/s12 brochure. Kaiser AG, Dostupné z: <http://www.kaiser.li/international/bagger/produkte/kaisers1012/>
- [8] Euromach r105 brochure. Euromach S.R.L. Dostupné z: http://www.mmtitalia.it/macchine_edili/marchi/euromach/modelli/escavatori_ragno/euromach_r105
- [9] Batemag p100 brochure. OSMA SNC Dostupné z: http://www.mmtitalia.it/macchine_edili/marchi/batemag/modelli/escavatori_ragno/batemag_p100_4wd
- [10] Menzi MUCK Schreitbagger. *Menzi muck* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <https://www.menzimuck.com/produktgruppen/menzi-muck-schreitbagger/#fndtn-tab-367>
- [11] Menzi MUCK A91 Maintenance and operational manual. Menzi MUCK AG, 2011, dostupné z: <http://www.menzimuck.com/pdf/en/multi/ba-eb/ba-a91f-0611-en.pdf>
- [12] Volvo CE intros EC160E excavator with power, fuel efficiency boosts (PHOTOS). *Aggregates manager* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.aggman.com/volvo-ce-intros-ec160e-excavator-with-power-fuel-efficiency-boosts-photos/>

- [13] BRAIN, M. How Hydraulic Machines Work. How Stuff Works. [online]
Dostupné z: <http://science.howstuffworks.com/transport/engineequipment/hydraulic1.htm>
- [14] LIN, Tianliang, Qingfeng WANG, Baozan HU a Wen GONG. Development of hybrid powered hydraulic construction machinery. *Automation in Construction*. 2010, vol. 19, issue 1, s. 11-19.
DOI: 10.1016/j.autcon.2009.09.005.
Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092658050900140X>
- [15] Ibex teleoperated. *Ibex* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <https://ibex.ethz.ch/>
- [16] Camiones especiales o raros. *Forocoches* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://m.forocoches.com/foro/showthread.php?t=3610388&page=10>
- [17] General construction and application of hydraulic motors. *Hydraulicmania.com*. [online]
Dostupné z: http://www.hydraulicmania.com/hydraulic_motors.htm
- [18] VANĚK, Antonín. Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Vyd. 1. Praha: Academia, 2003, 526 s., 526 s. ISBN 80-200-1045-9.
- [19] Vyhláška č. 341/2014 Sb.: Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341>
- [20] Menzi Muck - Anything is possible. *Excavators* [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.excavators-uk.com/menzi-muck.html>
- [21] Smart Battery Systems for Energy Storage. *Samsungsdi* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: http://www.samsungsdi.co.kr/upload/ess_brochure/Samsung%20SDI%20ESS%20brochure.pdf
- [22] Acme Screw Linear Actuator. *Techdrives* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.techdrives.co.uk/Multimedia/Linear%20Actuators/cla20-cla28.pdf>
- [23] Trelleborg Sealing Solutions. *Trelleborg* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: https://www.tss.trelleborg.com/apps/hydraulic_cylinder/
- [24] Explained: How does VR actually work? *Wearable* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://www.wearable.com/vr/how-does-vr-work->

explainedragno/euromach_r105

- [25] The freedom of VR without the wires. *Wireless VR* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.displaylink.com/vr>
- [26] Sky link family. *Amimon* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.amimon.com/broadcast-production-market/sky-link-family/>
- [27] Can your PC run the HTC Vive? Minimum system requirements revealed. *Trusted reviews* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.trustedreviews.com/news/can-i-run-the-htc-vive>
- [28] Inside the headset. *Vive* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <https://www.vive.com/eu/product/>
- [29] LIN, Tianliang, Qingfeng WANG, Baozan HU a Wen GONG. *Development of hybrid powered hydraulic construction machinery*. Automation in Construction. 2010, vol. 19, issue 1, s. 11-19.
DOI: 10.1016/j.autcon.2009.09.005.
Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092658050900140X>
- [30] GRASSEOVÁ, Monika; DUBEC, Radek; ŘEHÁK, David. Analýza podniku v rukou manažera. 2. vyd. Brno : BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0032-2.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1-1	Kráčivé rypadlo v akci [1]
Obr. 2-2	Kráčivé rypadlo MUK300 [2]
Obr. 2-3	Kaiser S12 [3]
Obr. 2-4	Menzi MUCK M 545
Obr. 2-5	Euromach r 125 [4]
Obr. 2-6	Batemag p70 [5]
Obr. 2-7	Základní části kráčivého rypadla [10]
Obr. 2-8	Maximální dovolené zatížení výložníku stroje Menzi MUCK [11]
Obr. 2-9	Ovládací prvky rypadla [12]
Obr. 2-10	Schéma hydraulického systému stroje Kaiser S12 [7]
Obr. 2-11	Výkonné parametry pohonné jednotky stroje Menzi M545 [6]
Obr. 2-12	Výkonné parametry pohonné jednotky stroje Kaiser S12 [7]
Obr. 2-13	Podvozek kráčivého rypadla [15]
Obr. 2-14	Podvozek v úpravě pro demolici komínů [16]
Obr. 2-15	Pracovní dosah stroje Kaiser S12 [7]
Obr. 2-16	Pracovní dosah stroje Euromach r105
Obr. 2-17	Hmotnost jednotlivých částí stroje [6]
Obr. 3-18	Rypadlo při práci [20]
Obr. 4-19	Vykládání pomocí výsuvného ramene
Obr. 4-20	Vykládání pomocí otočného ramene
Obr. 4-21	Vykládání pomocí výklopného ramene
Obr. 4-22	Varianta I, zadní pohled
Obr. 4-23	Varianta I, boční pohled
Obr. 4-24	Varianta II, zadní pohled
Obr. 4-25	Varianta II, boční pohled
Obr. 4-26	Varianta III
Obr. 4-27	Finální řešení
Obr. 5-28	Perspektivní pohled
Obr. 5-29	Tvarové řešení svršku
Obr. 5-30	Přední část
Obr. 5-31	Boční pohled
Obr. 5-32	Zadní perspektivní pohled
Obr. 5-33	Navázání kabiny na hmotu svršku
Obr. 5-34	Vertikální členění kabiny
Obr. 5-35	Stroj při dálkovém ovládní
Obr. 5-36	Kabina jako samostatný prvek
Obr. 5-37	Výložné zařízení
Obr. 6-38	Princip vykládání
Obr. 6-39	Složení kabiny na zem
Obr. 6-40	Části výložního zařízení
Obr. 6-41	Nosič kabiny
Obr. 6-42	Uchycení kabiny na stroji
Obr. 6-43	Komponenty kabiny
Obr. 6-44	Rozmístění kamer na stroji
Obr. 6-45	Rozmístění jednotlivých komponent
Obr. 6-46	Konstrukce podvozku

Obr. 6-47	Celkové rozměry, boční pohled
Obr. 6-48	Celkové rozměry, horní pohled
Obr. 6-49	Pracovní dosah
Obr. 6-50	Rozsah pohybu nohou
Obr. 6-51	Výhled z kabiny, boční pohled
Obr. 6-52	Výhled z kabiny, horní pohled
Obr. 6-53	Pozice operátora v kabině
Obr. 6-54	Stroj v porovnání s člověkem
Obr. 7-55	Barevné provedení
Obr. 7-56	Modrošedá varianta
Obr. 7-57	Žlutošedá varianta
Obr. 7-58	Zelenošedá varianta
Obr. 7-59	Logotyp
Obr. 8-60	SWOT analýza

12 SEZNAM PŘÍLOH

- zmenšený náhledový designerský poster (A4)
- zmenšený náhledový ergonomický poster (A4)
- zmenšený náhledový technický poster (A4)
- zmenšený náhledový prezentační poster (A4)
- fotografie modelu (A4)

- prezentační poster (A1)
- ergonomický poster (A1)
- technický poster (A1)
- designerský poster (A1)
- fyzický model M1:20

DESIGN KRÁČIVÉHO RYPADLA

Designérský
plakát

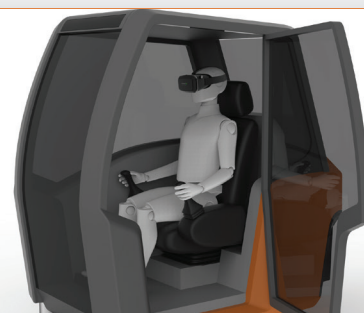
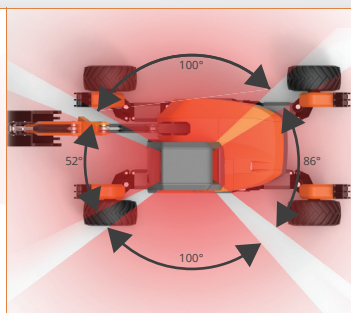
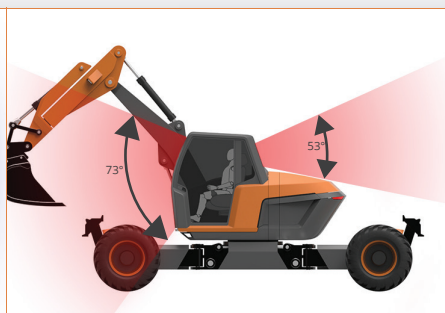
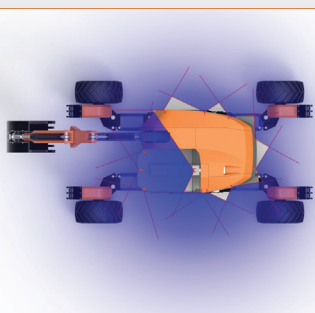


Svršek stroje se vůči podvozku při práci pohybuje, proto je jeho tvarování uzpůsobeno tak, aby tvořil samostatný uzavřený celek. Jeho tvar vychází z geometrizované kapky, určujícím výrazovým prvkem je diagonální linie, které obepíná stroj kolem dokola a svršek dělí na dvě barevně odlišené části. Centrální hmota celého stroje je opticky potlačena použitím šedého odstínu, aktivní koncové prvky jsou pak zvýrazněny sytě oranžovou barvou, která poutá pozornost a vymezuje potenciálně nebezpečný prostor kolem stroje.

Horní barevná část svršku tak získává šípovitý tvar, který se směrem od výložníku zužuje, což opticky odlehčuje zadní část a naopak směřuje pozornost na výložník, jakožto nejdůležitější část stroje. Na straně kabiny pak vytváří barevně oddělený práh, který spolu s tmavě lakovaným rámem kabiny evokuje možnost jejího oddělení od stroje. Kinematika výložného zařízení je taková, že při nakládání a vykládání je kabina vyklopena kolmo ke stroji, proto boční kryt kabiny barevně a tvarově navazuje na kapotáž svršku, a celé výložné zařízení ukrývá uvnitř. Při dálkovém ovládání pak toto tvarování dává jasně najevo, že kabina a svršek jsou dva vzájemně propojené objekty.

DESIGN KRÁČIVÉHO RYPADLA

Ergonomický plakát



Ergonomie práce se strojem ruku v ruce souvisí s pracovním výkonem operátora. Čtyři zásadní prvky v této oblasti jsou: dobrý výhled, komfort ovládání, přístup do kabiny a bezpečnost. Dálkové ovládání výrazně přispívá k bezpečnosti práce, v případě potřeby se díky němu může obsluha vyhnout jakémukoliv riziku.

Dobrý výhled na všechny strany je zásadní pro bezpečnou práci se strojem. Ten operátorovi zajišťuje prosklení všech stěn kabiny, zejména pak velké panoramatické okno vpředu. Stejně dobrý přehled o prostoru kolem stroje v případě ovládání na dálku operátorovi poskytuje použití masky pro virtuální reality. Díky nim operátor vidí pracovní prostor v úhlu 360°.

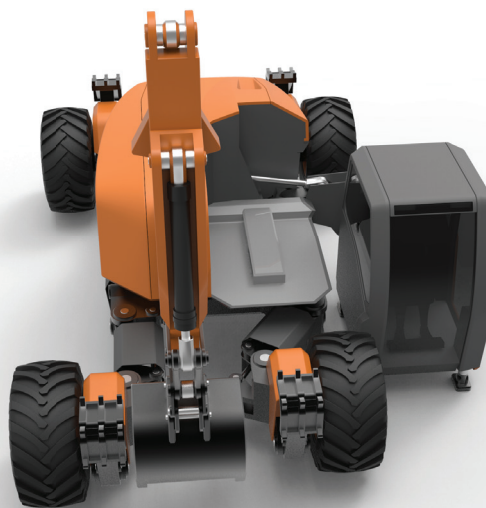
Pohodlí operátora při práci zajišťuje polohovatelné křeslo na vzduchovém odpružení. Pro práci v noci je stroj vybaven reflektory v přední části, které osvětlují prostor před strojem. Dva jsou umístěny v horní části kabiny, čtyři v přední rampě a dva doplňkové na násadě, které slouží k osvětlení místa práce z výšky v případě ovládání stroje na dálku.

Nástupní hrana je umístěna ve výšce 1200 mm, klika dveří ve výšce 1800 mm. K nastupování slouží přední stabilizátor. Dveře se otevírají proti směru jízdy stroje, aby nepřekážely při nastupování. Přístup k vnitřním částem umožňují odklápěcí díly kapotaže.

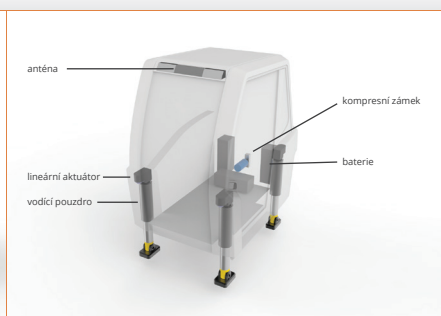
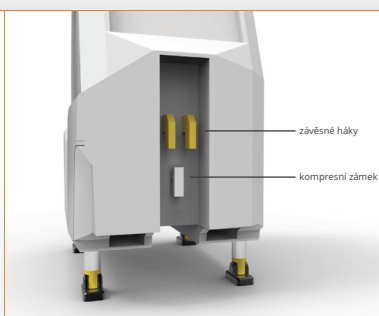
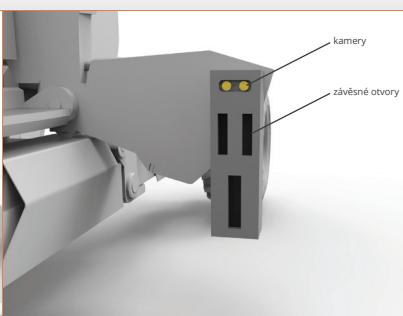
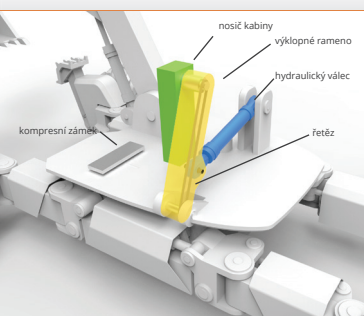
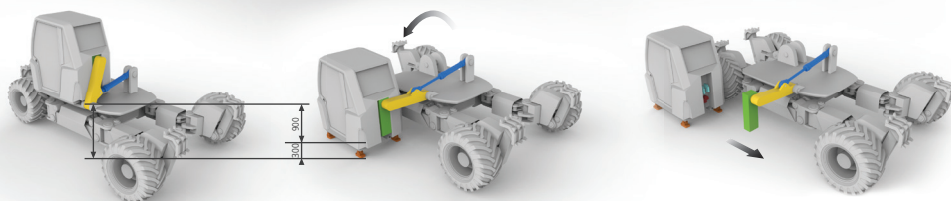


DESIGN KRÁČIVÉHO RYPADLA

Technický plakát

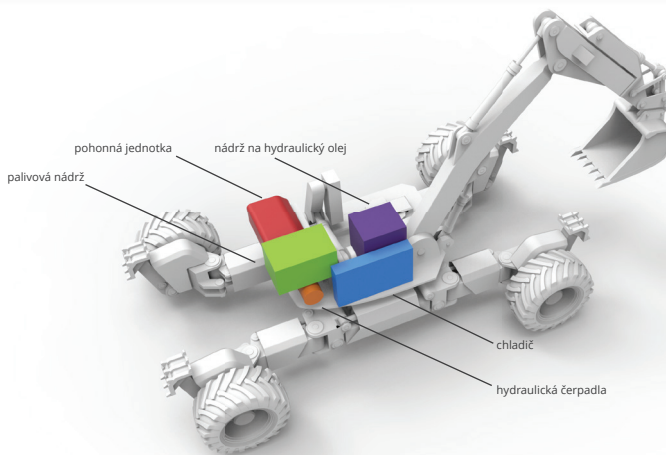


Výložné zařízení se skládá ze tří prvků - nosiče kabiny, výklopného ramene a hydraulického válce. K udržení svislé polohy kabiny při manipulaci s ní slouží řetěz spojující čepy. Kabina se vyklápí pomocí hydraulického pístu, po odemčení kompresního zámku dojde k uvolnění kabiny a stroj se vzdálí popojetím dozadu. K pevnému uchycení kabiny na stroji slouží druhý kompresní zámek umístěný na podestě. Kabina stojí na čtyřech nohách, které jsou vysouvány lineárními aktuátory. Kapacita baterií pro samostatný provoz je 8,4 kWh, postačující na 10 hodin provozu.

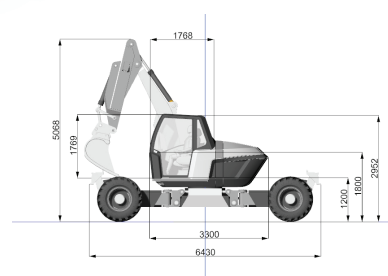
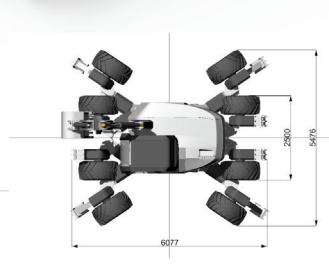
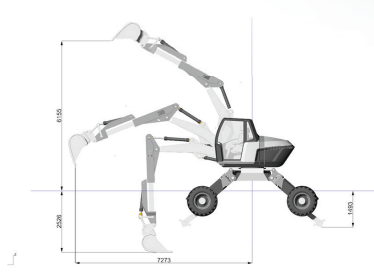
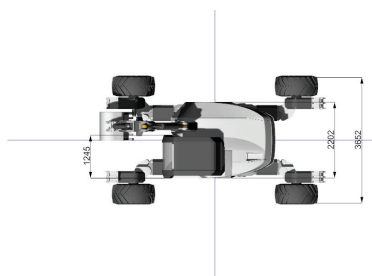


Hlavní funkční část tvoří otočný svršek, na kterém je umístěn pracovní nástroj, kabina a další komponenty. Stroj se pohybuje na kolovém podvozku na nezávisle ovládaných nohách. Všechny aktivní prvky jsou ovládány pomocí hydraulického systému, který je rozdělen na tři části, každou s vlastním hydraulickým čerpadlem.

Pohon hydraulických čerpadel zajišťuje čtyřválcový dieslový agregát o objemu 4,5 l s maximálním výkonem 130 kW. Objem nádrže na hydraulický olej je 200 l, objem palivové nádrže je 200 l + 150 l. Hydraulický olej a provozní kapaliny jsou chlazeny ve sdrúženém chladiči na pravém boku. Otáčení svršku kolem svislé osy zajišťuje vlastní axiální pístový hydromotor a planetové soukolí.



Parametry hydraulických čerpadel:
Pracovní - průtok 290 l/min, tlak 300 bar
Pojezdové - průtok 180 l/min, tlak 400 bar
Přídavné - 190 l/min, tlak 350 bar.



DESIGN KRÁČIVÉHO RYPADLA

Sumarizační plakát



Stroj je určen k použití v náročném terénu, ke svahovým úpravám, regulaci vodních toků a k demolicím výškových budov. Použití kráčivého podvozku mu umožňuje překonat svislé překážky. Stroj je tvořen dvěma základními prvky: kolový podvozek a otočný svršek s komponenty (pracovní nástroj, kabina a hydraulický systém).

Design stroje je koncipován tak, aby jako celek působil lehkým, obratným, až agresivním dojmem. Celkový výraz má v pozorovateli vyvolat dojem, že stroj v sobě ukrývá velkou sílu a je schopen podat dobrý pracovní výkon.

Oproti dosavadní koncepci se vymezuje inovativní možností oddělení kabiny operátora, což zásadně přispívá k bezpečnosti práce. Stroj lze pak dále ovládat na vzdálenost 150-400m i více, dle terénu. Obraz z kamer na stroji je přenášen do brýlí pro virtuální realitu. Výložné zařízení se skládá ze tří prvků - nosič kabiny, výklopné rameno a hydraulický válec. Aktivní prvky stroje jsou ovládány hydraulickým systémem.

Koncepce stroje splňuje čtyři zásadní prvky: dobrý výhled, komfort ovládání, přístup do kabiny a bezpečnost.

