



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování

Brno University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Institute of Machine and Industrial Design

DESIGN PRACOVNÍHO STROJE PRO ZHUTŇOVÁNÍ KRAJNIC

DESIGN OF THE MACHINE FOR A ROADSIDE COMPACTING

Bc. Michaela Šoltysová

Autor práce
Author

Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

Vedoucí práce
Supervisor

Diplomová práce
Master's Thesis

Brno 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav konstruování
Studentka: **Bc. Michaela Šoltysová**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. Dana Rubínová, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

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 pracovního stroje pro zhutňování krajnic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vibrační válce se sedící obsluhou jsou většinou koncipovány jako tandemové a jsou určeny ke zhutňování podloží ve městech s požadavkem nízkého hluku a maximální izolace obsluhy od vibrací. Hutnění krajnic bývá standardně řešeno pomocí ručně vedených hutnicích strojů, u širších krajnic tandemovým válcem nižší kategorie. Stávající stroje v dané oblasti vykazují jistou úroveň technické propracovanosti, ale po tvarové stránce jsou si podobné, často bez vizuální návaznosti pracoviště obsluhy na funkční části válců. Významný je u těchto zařízení ergonomický aspekt v podobě dobré ovladatelnosti stroje, komfortního sezení, viditelnosti na okraje běhounů a pohodlného servisního přístupu.

Typ práce: vývojová – designéřská
Projekt: specifický vysokoškolský výzkum

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je návrh designu pracovního stroje pro zhutňování krajnic s kabinou, který bude určen sedící obsluze. Dva bokem vedené běhouny budou umístěné na ramenech, poháněné a vibrující.

Dílčí cíle diplomové práce:

- studovat pracovní proces zhutňování materiálu s cílem identifikace problematických oblastí,
- navrhnout inovativní design stroje odrážející princip pracovního procesu,
- vhodně řešit ergonomii ovládání umožňující pohodlné řízení pravákům i levákům,
- zaměřit se na dostatečný výhled řidiče na okraje běhounů
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a realizovatelnost návrhu.

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

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

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2018.pdf

Seznam doporučené literatury:

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

JEŘÁBEK, K. a kol.: Stroje pro zemní práce – silniční stroje, Ostrava, 1996.

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.

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

VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, ISBN 80-20-1045-9, Praha 2003.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Tato diplomová práce řeší koncept pracovního stroje pro zhutňování krajnic. Po zanalyzování současné situace na trhu je jejím cílem nejen nahrazení vibrační desky zařízením s kabinou a vibračními běhouny, z důvodu usnadnění práce, ale především také design samotného stroje, jenž respektuje veškeré konstrukční a ergonomické požadavky s důrazem na estetiku, a vyplňuje tak mezeru na trhu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Stroj, zhutňování krajnic, vibrační válec, krajnice, vibrace, design

ABSTRACT

Subject of this master thesis deals with the concept of the machine for a roadside compacting. After analysing of current market situation the aim of this work is not only to replace the vibration plate by new machine with a cab and vibration rollers but also mainly the design of the machine. The reason is easier work and it fulfils all constructional and ergonomic requirements and puts emphasis on aesthetic. So it fills a gap in the market.

KEYWORDS

Machine, roadside compacting, vibration roller, roadside, vibration, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠOLTYSOVÁ, Michaela. *Design pracovního stroje pro zhutňování krajnic*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. 64 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma Design pracovního stroje pro zhutňování krajnic pod vedením Ing. Dany Rubínové Ph.D. zpracovala samostatně s využitím zdrojů, které jsou řádně uvedené v seznamu literatury.

.....
V Brně dne

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Daně Rubínové Ph.D. za ochotu a cenné informace, které mi předala na konzultacích během naší spolupráce. Dále děkuji panu doc. Ing. Janu Brandejsovi CSc. za mnoho důležitých rad a svému strýci Zdeňkovi Levíčkovvi za jeho praktický náhled na danou problematiku. A v neposlední řadě děkuji svým rodičům za trpělivost a podporu při studiu.

OBSAH

TITLE OF DIPLOMA	8
ABSTRAKT	7
KLÍČOVÁ SLOVA	7
ABSTRACT	7
KEYWORDS	7
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	7
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI PRÁCE	7
PODĚKOVÁNÍ	8
OBSAH	11
1 ÚVOD	13
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1 Designérská analýza	14
2.1.1 Historický vývoj	14
2.1.2 Analýzy stávajících produktů	17
2.3 Technická analýza	26
2.3.1 Zhutňování	26
2.3.2 Vibrace	26
2.3.3 Pracovní stroje	28
2.3.4 Pracovní nástroje	40
2.3.5 Krajnice	45
2.3.6 Materiál	45
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	46
3.1 Analýza problému	46
3.2 Cíl diplomové práce	48
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	49
4.1 Použité stroje	49
4.2 Společné technické řešení variant	49
4.2.1 Pohon	49
4.2.2 Další prvky v motorové sekci	50
4.2.3 Běhoun a druh vibrace	50
4.3 Další technické řešení varianty I	50
4.4 Další technické řešení varianty II	52
4.5 Technické řešení varianty III	53
4.6 Tvarové řešení	54
4.6.1 Design varianty I	54
4.6.2 Design varianty II	57
4.6.3 Design varianty III	61
5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ	65
5.1 Kompoziční řešení	65
5.2 Velikost pracovního stroje	73
5.3 Hlavní uspořádání pracovního stroje	73
6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	74
6.1 Technické řešení	74
6.1.1 Rozměry pracovního stroje a jeho hmotnost	76
6.1.2 Technické vlastnosti pracovního stroje	76

6.1.3 Funkční uspořádání	77
6.1.4 Materiál	83
6.2 Ergonomické řešení	84
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	89
7.1 Barevné řešení	89
7.2 Grafické řešení	93
8 DISKUZE	94
8.1 Psychologická funkce	94
8.2 Sociologická funkce	95
8.3 Ekonomická funkce	95
9 ZÁVĚR	96
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	97
11 SEZNAM OBRÁZKŮ	99
12 SEZNAM TABULEK	102
13 SEZNAM PŘÍLOH	103
FOTOGRAFIE MODELU	104
ZMENŠENÝ POSTER SUMARIZAČNÍ	105
ZMENŠENÝ POSTER DESIGNÉRSKÝ	106
ZMENŠENÝ POSTER TECHNICKÝ	107
ZMENŠENÝ POSTER ERGONOMICKÝ	108

1 ÚVOD

Součástí výstavby silnic jsou nejen jízdní pruhy, ale také neméně důležité krajnice, které vozovku zpevňují a rozšiřují ji pro její využití v krajních případech, čímž je odstavení vozu, náhlé nutné vyhýbání apod. Tyto krajnice se do dnešní doby hutní pomocí ručního zařízení a z tohoto důvodu práce trvá příliš dlouho a je častokrát nekvalitně zhotovena.

Pro hutnění materiálu na silnicích a jejich krajnicích je zapotřebí několika strojů. Velice užitečným zařízením je tandemový vibrační válec, sloužící pro hutnění velkých ploch, jehož součástí je kabina pro obsluhu. Je tedy chráněna před nepříznivými podmínkami a může jej obsluhovat téměř každý. Dalším, ale již méně praktickým, je tandemový vibrační válec s ochranným rámem. Zde je již řidič vystaven klimatickým podmínkám, nemůže tedy práci vykonávat v kterémkoli počasí. Stejně tak je toho i u vedeným vibračních válců, u kterých je navíc dělníkovi práce ztížena z důvodu těžké váhy stroje. Je již tedy určena pro fyzicky zdatnější. Výhodou je však jejich velikost, díky které ho lze používat právě na stavbu základních vrstev krajnic.

Posledním a klíčovým zařízením je vibrační deska. Jedná se o zařízení, jež slouží pro hutnění krajnic. Práce s nimi je velice náročná a častokrát neefektivní z důvodu nutné přítomnosti dvou zaměstnanců. Navíc jsou nuceni pracovat i za nepříznivých klimatických podmínek a kvůli váze desky a přenosu vibrací do rukojeti škodí jejich zdraví a nutí je tak své zaměstnání brzy opouštět.

Předmětem diplomové práce je tedy koncepční návrh a design pracovního stroje pro zhutňování krajnic pro firmu Krajnice Levíček. Jedná se o zařízení, které se pohybuje pomocí čtyř kol a v jeho přední a zadní části má umístěna ramena, na jejichž koncích se nachází vibrační běhouny. Ty se pomocí ramen přemísťují do stran pro hutnění krajnic, zároveň s nimi lze naklánět v kolmé ose ke směru jízdy stroje pro kopírování hutnicího povrchu.

Důvodem jeho sestavení je nahrazení vibračních desek, s cílem současnou práci mnohonásobně dělníkovi usnadnit. Navržený stroj, nejen z hlediska ergonomického, celkově práci zefektivňuje, karoserie se pak snaží celkový produkt sjednotit v jeden celek. Vzniká tak zcela jedinečné zařízení, jehož návrh má potenciál vyplnit mezeru na trhu.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

V dnešní době se pro zhutňování zeminy vyskytuje na trhu řada strojů. Vibrační desky, vedené vibrační válce nebo tandemové vibrační válce. Vibrační válce, malé či velké, se používají již několik let a jsou nepostradatelnou součástí stavby silnic. Vibrační desky pak slouží především pro úpravu krajnic. Během jejich užívání je dělníkovi práce natolik ztížena, že je zapotřebí tyto stroje nadále zlepšovat po stránce technické i ergonomické pro maximální pohodlí obsluhy bez následku na jejich zdraví.

2.1.1 Historický vývoj

Až do 18. století se pro stavbu silnic používaly vápencové kostky. Jednu z nejstarších vozovek je cesta Via Appia, kterou nechal začít stavět již v roce 312 př. n. l. censor Appius Claudius Caecus v říši římské. Velká změna nastala až v 18. století s výstavbou šterkových silnic. Ty už bylo ovšem třeba udusávat pro jejich zpevnění. Prvním strojem, který na to byl použit, byl těžký železný válec tažený koněm, který je již předchůdce současného tandemového vibračního válce. [1, 2]

Velký přelom nastal v době průmyslové revoluce. Přesněji v roce 1765, kdy James Watt vynalezl parní stroj. I v případě železného válce se tento princip později použil a v roce 1860 ve Francii tak vznikl první parní válec, jehož výrobcem byla společnost, kterou vlastnil Thomas Aveling. [3]

V roce 1990 byl do válce vložen jediný olejový válcový motor, jenž byl poháněn benzínem. Tak vznikl první motorový válec, jehož palivo bylo později nahrazeno naftou. [3]



Obr. 2-1 Parní válec [4]

Ve 30. letech 20. století nastává poslední rozvoj tandemových válců, kdy je stroji dodána poslední jeho funkce – vibrace. Doposud bylo hutnění závislé pouze na hmotnosti stroje, díky které působil určitou silou na zhutňovací silnici. Vibrace však umožnily snížit jeho celkovou hmotnost a zajistit kvalitnější výslednou práci. [3]



Obr. 2-2 Motorový válec [4]

Vznikaly i další stroje, ručně vedené, praktické pro použití na menších plochách nebo kde nebylo zapotřebí velkých tandemových vibračních válců.



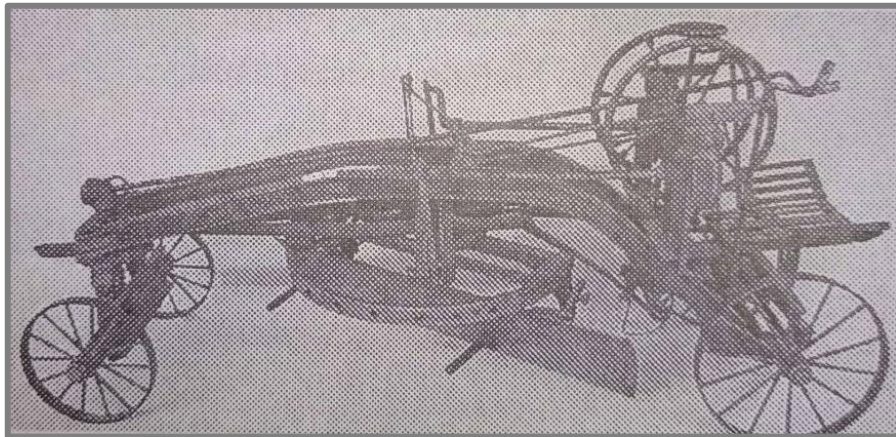
Obr. 2-3 Tandemový vibrační válec Ammann s vodící kladkou, 1967 [5]

Postupem času se začaly zpevňovat i krajnice silnic pro větší bezpečnost řidičů. V takových případech bylo využito stejných zařízení. Od doby, kdy se začalo využívat vibrací, vzniklo nové ruční zařízení – vibrační deska. Ta se od tandemových válců lišila tím, že se neválela, ale díky vibrační deskou narážela na zeminu a tím ji hutnila. Jde o jednosměrný či dvousměrný ruční stroj, který je právě díky své malé velikosti využíván na zhutňování krajnic dodnes.

Jelikož je studie pracovního stroje pro zhutňování krajnic založena na dvou strojích, graderu a teleskopickému manipulátoru, za zmínku stojí i jejich předchůdci.

Grader je traktorový stroj, určen pro plošnou úpravu stavebních dokončovacích prací, jakožto vyrovnávání, rozhrnování zeminy, případně lze na zadní část nasadit další přídatné pracovní části například radlice, trny a další pro větší využití stroje.

Prvním z nich je grader z roku 1885, konstruovaný J. D. Adamsonem. Důvodem vzniku takového stroje bylo potřeba nahrazení ruční práce pro údržbu povrchu komunikací. Následujícím strojem se stal grader se dvěma nápravami, kde již přední náprava byla říditelná, a mezi nimiž byl umístěn pracovní nástroj radlice. [8]



Obr. 2-4 Grader se dvěma nápravami [8]

Manipulátor se řadí mezi multifunkční stroje, které lze využít v mnoha pracích. Především v nakládacích, vykládacích, zásobovacích, údržbářských a montážních. Lze na něj tedy upevnit mnoho pracovních nástrojů, například různé druhy lopat, vidlice pro zdvih palet, rypadlové podkopové zařízení, dozerové radlice a další.

Historie manipulátoru je velice mladá. Univerzální stroje, jež by měly nahrazovat větší množství jiných zařízení, začaly vznikat až v 80. letech minulého století. Jedním z nich je například manipulátor od firmy JCB, jenž byl vyroben v roce 1985. [10]



Obr. 2-5 Teleskopický manipulátor JCB [10]

2.1.2 Analýzy stávajících produktů

2.1.2

V současnosti se na trhu vyskytuje velké množství výrobců, jež vyrábí stroje určené k hutnění, jimiž jsou malé tandemové vibrační válce, velké válce s kabinou, s pevným rámem, kloubové válce, ruční válce nebo vibrační desky.

Stejně tak mnoho firem vyrábí zařízení, z nichž vychází diplomová práce. Jsou jimi gradery nebo teleskopické manipulátory. Mezi nejvýznamnější výrobce se řadí Ammann, Dynapac, Volvo, Hamm, Wacker Neuson, Caterpillar, Bomag a JCB.

Vibrační válec ručně vedený MR7005

Designérské řešení

Model válců duplex je navržen s důrazem na jeho funkčnost. Jeho jednoduché tvarování neodpoutává pozornost, zároveň však plní svou funkci i po stránce estetické.

Ergonomické řešení

Intuitivní úchop, ergonomická držadla, výšková variabilita. To vše napovídá tomu, že návrh stroje je propracován do posledního detailu. Díky třem držadlům, z každé strany jedno a třetí zepředu, zajišťuje obsluhu snadnou manévrovatelnost. Vhodně zvoleno je také tlačítko pro spouštění vibrací/stop. Je umístěno co nejbližší obsluze pro její největší bezpečnost. Proměnlivé naklápění je pak vhodné pro muže s různou výškou.

Vhodně řešena jsou i místa nutná pro manipulaci. Tedy vysouvání nádrží na vodu či odklop krytu na motor. V takovém místě se nachází prohlubeň či úchyt, dostatečně velký pro pohodlné užívání. Co se bezpečnosti týče, není zde pozapomenut ani ochranný rám kolem vibračních válců, jenž člověku nedovolí přiblížit se na vzdálenost životu nebezpečnou.

Kompoziční a tvarové řešení

Dá se říci, že celkový tvar vychází z kvádrů. Jak již bylo zmíněno, protvarování je zaměřeno především na jeho funkční stránky. Jedná se o různé úchyty či mřížku pro větrání na horní ploše. Je rozdělen na dvě části, horní, kde je uložen motor s dalšími komponenty, a dolní se samotnými válci. A ačkoli se jedná o dva, zcela odlišné segmenty, podařilo se tyto dvě části propojit ochrannými rámy, které ze stroje dělají jednotlivý ucelený tvar.

Barevné a grafické řešení

Vedený vibrační válec je rozdělen i po stránce grafické. Motor v horní části je obklopen tmavým krytem, zatímco rám, jež slouží pro bezpečnost, má barvu červenou. Výběr barev tedy zdařile následuje podstatu oddílů. Design je řešen do posledního detailu včetně loga, umístěného z přední části, jež tónově ladí s užitou červenou barvou.



Obr. 2-6 Vibrační válec ručně vedený MR7005 [11]

Tandemový vibrační válec Dynapac

Designérské řešení

Dominantním prvkem modelu válce firmy Dynapac je horizontální členění stroje na dva segmenty, jenž se opakuje v obou dílech a celému stroji tak dodává na jednotnosti a vizuální harmonii. [6]

Ergonomické řešení

Následující stroj již využívá zpětných zrcátek, která mnohonásobně ulehčí dělníkovi práci. Stejně jako předchozí typ válce i následujícímu nechybí zaoblený úchyt v části ovládání. Navíc je zde přidán ještě jeden po bočních stranách sedadla. Obsluze se tak pohodlně nejen nastupuje, ale také vstává ze sedu. Samotná sedačka s ručními opěrkami je více protvarována a ergonomicky uzpůsobena pro co nejpřirozenější a nejpohodlnější posed. Naneštěstí i válec od Dynapac nemá polohovací jak ovládací panel, tak sedačku. Dalším negativem je jediný schod situován příliš vysoko pro muže nižšího vzrůstu. [6]

Kompoziční a tvarové řešení

Tvarově vyvážený válec ve spodní části respektuje jeho funkční stránku. Zde je jeho tvar velice jednoduchý a pravidelný, a ačkoli je tomu v části horní zcela naopak, kde stroj díky svému zkosení, zaoblení a mírné vypouklosti vypadá více ladně, celkový design působí velice harmonicky a zdařile. [6]

Barevné a grafické řešení

Klíčovou roli zde hraje opět jeho dělení na část funkční, kde je riziko ušpinění, a proto je zvolena barva tmavě šedá, a na část pohledovou, výrazně odlišenou pomocí žluté barvy, jež díky své zřetelnosti zajišťuje dostatečnou viditelnost stroje na silnici. [6]



Obr. 2-7 Tandemový vibrační válec Dynapac [6]

Válec s posedem Wacker Neuson RD 24

Designérské řešení

Podobně jako design předchozího modelu, i válec od firmy Wacker, přestože se jedná o válec kombinovaný, je založen na jeho rozdělení. Liší se v několika detailech, které ho však posouvají o třídu výše a přidávají mu tak na hodnotě. Velice důmyslně je řešeno vizuální navázání předního a zadního segmentu. [7]

Ergonomické řešení

I zde se vyskytuje jediný schod pro nástup, který může být problémem pro osoby s malou výškou. Ovšem díky dvou úchopům je jim zajištěna maximální pomoc pro přidržení. Výhodou kombinovaných tandemových vibračních válců je absence jednoho válce, který je nahrazen koly s širokými pneumatikami, a na řidiče jsou tedy přenášeny menší vibrace od válce předního. [7]

Kompoziční a tvarové řešení

Válec je tvarovaný do malých detailů, jako jsou úkoso mimo hlavní osy, zúžení, dominantní větrací mřížka v přední části nebo plynulé navázání jednoho tvaru na druhý. Vhodně navazují na hlavní dělicí spáru, díky které design působí hravě a dynamicky. [7]

Barevné a grafické řešení

Opět se na modelu vyskytuje barva žlutá, dostatečně výstražná a viditelná při práci. S kombinací s tmavým podvozkem, bezpečnostním rámem a větrací mřížkou utváří z produktu celkově sladěný ucelený stroj. Vhodně řešen je i nápis firmy, který se vyskytuje na dobře viditelném místě a svou barvou zapadá a nenarušuje design. [7]



Obr. 2-8 Válec s posedem Wacker Neuson [7]

VOLVO DD105

Designérské řešení

Nyní se již jedná o válec, který má běhouny o větším poloměru a šíři a řidič sedí v uzavřené kabině. Ta dává designu stroje nový rozměr. V případě firmy Volvo působí válec staticky, a to díky svislému optickému zužování směrem dolů. [9]

Ergonomické řešení

Řidič se do kabiny dostává pomocí tří schodů, ovšem je nutno si dveře otevřít ještě před nástupem z důvodu umístění pomocných madel uvnitř kabiny. Z tohoto důvodu je klika umístěna níže pro snadný přístup. Kabina je podpírána čtyřmi úzkými rámy pro co největší viditelnost obsluhy na běhouny, která je ale naopak ubráná v místě ohnutí skla v úseku zpětných zrcátek. Tento model již umožňuje dělníkovi měnit polohu sedadla i ovládacího panelu do stran dle potřeby. Výhodou strojů s kabinou je taktéž více úložného prostoru pro osobní věci nebo jídlo. [9]

Kompoziční a tvarové řešení

Volvo DD105 se pyšní svým jednoduchým, zároveň ale velice působivým designem. Klíčem toho je vrstvení jednotlivých komponentů. Žlutá vystupuje více do prostoru a dodává tak modelu na plastičnosti. Poměrově ovšem kabina působí velmi mohutně vzhledem ke spodní části, kde je umístěn motor. Z produktu tak máte pocit mírné nevyváženosti. [9]

Barevné a grafické řešení

Žlutá barva je oblíbená i ve firmě Volvo, zde ovšem není zvolena příliš prakticky. Nachází se buďto na střeše, kde je z ní vidět úzký pruh nebo v místě, kde je v pohledu zepředu a zezadu zakryta běhouny a neplní tak funkci výstražnou, ale jen zdobnou.



Obr. 2-9 VOLVO DD105 [9]

Grader New Holland RG 140.B

Designérské řešení

Design stroje grader je již více roztríštěný. Skládá se z mnoha celků, která jsou různě tvarována. Jedná se o stroj s kabinou, jenž se liší od ostatních mohutnou přední nápravou s pracovním zařízením. Proto zde hraje důležitou roli grafika, která se snaží stroj zcelistvit.

Ergonomické řešení

Z hlediska ergonomického je zde kladen velký důraz na pohodlí řidiče. Kabina se z velké části skládá z plexiskla, které umožňuje obsluze dobrý výhled na práci. Schůdky po obou stranách pak usnadňují nástup a výstup. Menší nevýhodou může být jejich sklon v horní části, který nástup ztěžuje. Z tohoto důvodu stroji nechybí madla pro podporu a větší stabilitu. Pro dobrý výhled je zadní motorová část mírně sklopena dozadu a stejně tak přední část nevystupuje příliš do výšky.

Kompoziční a tvarové řešení

Zde je trochu v nesouladu stroj a pracovní nástroj. Nástroj je navržen více geometricky, kdežto kabina s motorovým prostorem se snaží o kulatější tvarosloví v základním tvaru, více propracován je pak pouze v detailech v místech větracích mřížek a dalších. Ve výsledku působí grader nesourodě a jako dva různé celky. Ačkoli je tedy kladen důraz na estetickou stránku celku s kabinou, přední pracovní část je v porovnání velmi opomenuta. Přestože se jedná o dominantní segment.

Barevné a grafické řešení

Co je vhodně řešeno, je barevnost. V modelu od firmy New Holland se jedná o klíčový faktor pro dobrý design. Díky použité žluté barvě se produkt snaží o kompaktnost. Navíc lze říci, že je i barevně odlišen oddíl funkční, mezi něž se řadí pracovní nástroje, kola a kabina, od části krytovací.



Obr. 2-10 Grader New Holland RG 140.B [12]

Grader NOBAS BG 110 TA-5

Designérské řešení

Jak již bylo zmíněno u předchozího modelu, jedním z nejtěžších úkolů je produkt co nejvíce sjednotit. Kvůli tvarové různorodosti je i zde řešením jeho grafická stránka.

Ergonomické řešení

Nástupní a zároveň výstupní schůdky jsou tentokrát navrženy rovně, což umožňuje snazší nastupování. Ovšem i přesto zde nechybí úchyty pro dobrou stabilitu. Je možné nastoupit z obou stran, což je praktické ve stísněných prostorech. Stejně řešen je i kryt pro motor, který zajišťuje dobrou viditelnost směrem dozadu.

Kompoziční a tvarové řešení

I zde není vhodně řešeno celkové zkompletování. Zatímco kabina je více organická, pracovní nástroj je navržen do hranatějších rysů. Je i více protvarován z důvodu mnoha vyskytujících se prvků. Grader tak působí více jako stroj, k němuž lze připevnit do přední části pracovní nástroj. Jedná se však přitom o část, která tak odlišuje stroj od jiných produktů a určuje jeho funkci. Trochu detailněji je navržen kryt pro motorový prostor, kde se nachází prvky estetické a zároveň je plocha mírně vypnutá. Díky tomu je kapota pevnější a po stránce vizuální dodává objektu na mohutnosti. Stejně tak je tvarována střecha kabiny, která ji dodává na aerodynamičnosti a pevnosti.

Barevné a grafické řešení

Návrh grafiky žluté a šedé se snaží o sloučení celého graderu. Bohužel však nebylo dodrženo oddělení částí funkčních a krytovacích. Kombinace tedy nemá určitý řád a vyvolává spíše více chaosu než sjednocení.



Obr. 2-11 NOBAS BG 110 TA-5 [12]

Teleskopický manipulátor MERLO Turbofarmer

Designérské řešení

Nízký široký manipulátor díky svému konstrukčnímu zařízení spočívá ve skupině strojů s kvalitním designérským řešením. Je odlišný od jiných zemních strojů, a přestože se jeho tvarosloví během užívání teleskopického ramene mění, celkový design stroje působí stále jednoduše a harmonicky.

Ergonomické řešení

Díky jeho nízkému těžišti a malým schůdkům je velice snadné nastoupit do kabiny, ačkoli má přístup pouze z jedné strany. Ta je zpevněna trubkovým ochranným rámem, jenž je z důvodu dobré viditelnosti minimalizován. Ze stejného důvodu pak uložení motoru nepřesahuje výšku poloviny kabiny. Důraz je taktéž kladen na pohodlí obsluhy, která má nastavitelné sedadlo.

Kompoziční a tvarové řešení

Tvarosloví stroje je spíše geometrického rázu. Důvodem je snaha manipulátor stmelit s teleskopickým ramenem, jehož řez tvarově vychází z obdélníku. Celkově není složen z mnoha ploch. Jsou buďto rovinné nebo vypouklé pro větší pevnost a kopírují funkční části. Mírně opomenut je návrh blatníků, které jsou k manipulátoru spíše přidány z důvodu umístění světel. Za zmínku však stojí krytí motorové části, jež se stává díky svým detailům, prolisům a hranám, dominantním prvkem.

Barevné a grafické řešení

Ani zde není příliš co vytknout. Grafické řešení manipulátoru pouze podtrhuje jeho tvarosloví. Odlišuje funkční prvky, jako pracovní nástroj, blatníky, odklápěcí části kapoty, od krycích ploch. Kombinace černé a zelené skvěle podtrhuje funkčnost zařízení, navíc podtržena bílou dveřní grafikou pro rozbití velké plochy.



Obr. 2-12 Merlo Turbofarmer 1 [13]



Obr. 2-13 Merlo Turbofarmer 2 [13]

Teleskopický manipulátor Manitou MT 10Z3Z3

Designérské řešení

Stejně jako předchozí model teleskopickému manipulátoru, i zde se jedná o relativně kompaktní stroj, jež vyplývá z konstrukčních prvků. Využití rádiusů a oblých hran je natolik dobře zvoleno, že rozdíl mezi kapotou a pracovním nástrojem, se vcelku ztrácí.

Ergonomické řešení

Do kabiny lze opět snadno díky nízkému uložení a pomocnému schodu snadno nastoupit. Vstup dovnitř je umožněn díky intuitivnímu úchopu a díky prostorné prosklené části je snadné vidět ven. Horní kapoty pro krytí motoru se nachází ve výšce kol a mírně se svažuje z boční strany směrem dolů. Lze tak dobře vidět i na pravou stranu stroje.

Kompoziční a tvarové řešení

U modelu od firmy Manitou je dominantní částí samotná kabina. Kapotáž kopíruje její tvar ze všech stran, proto navenek působí stroj jako celek velice harmonicky. Stejný prvek je zopakován u kol, kde se kapotáž přizpůsobuje i jim. Jednotlivé části spolu souvisí až na pracovní nástroj, jenž je spíše hranatějšího rázu než zbytek zařízení. Ovšem na první dojem je tento fakt snadno přehlédnutelný díky vypouklým plochám a detailům, jež manipulátor utvářejí.

Barevné a grafické řešení

Barevné odlišení je zvoleno dle funkcí jednotlivých částí. Tmavá barva se nachází na kolech, sloužících pro pojezd, spodní části stroje z důvodu menší viditelnosti nečistot, stejně tak na blatnících, na větracích mřížkách o motoru, na pracovním nářadí na konci teleskopického ramene a taktéž na kabině. Červená pak zakrývá veškerý zbytek. Lze říci, že středová část je záměrně červená oproti zbylým černým součástím. Vhodně zvolena je i šedá barva na dveřích, která naznačuje pohyb dveří a užívání řidiče. Stejná barva je i užita na schodu, opět pro řidiče a stejně tak i na discích kol, kde je díky tomu naznačen zmiňovaný pohyb. Detail šedého loga z druhé strany, tak barevně celek dotváří.



Obr. 2-14 Manitou MT 10Z3Z3 1 [14]



Obr. 2-15 Manitou MT 10Z3Z3 2 [14]

Shrnutí

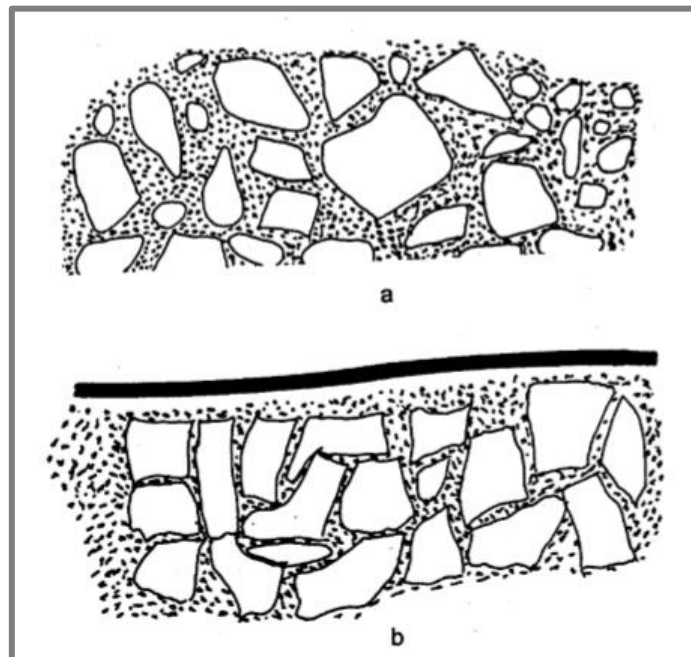
Jak lze vidět z předchozích zařízení, velký důraz je kladen na jejich viditelnost. Bez výjimky má každý z nich pestrá barva kapotáže z důvodu bezpečnosti při práci. U tandemových vibračních válců pro sedící obsluhu je taktéž bráno v potaz ušpinění stroje, a proto jejich spodní část tvoří prakticky tmavé barvy. Vhodně řešena je také kabina vibračního válce Volvo, jež je z velké části prosklena pro dobrý výhled řidiče. Stejně tak je to i u všech ukázek graderů. Jejich velkou nevýhodou pro užití hutnění krajnic je však velikost a s tím související horší stabilita, kterou ovšem teleskopické manipulátory, díky jejich šíři a nízkému těžišti, mají mnohonásobně lepší a jsou vhodným základem pro stroj určený k hutnění.

2.3 Technická analýza

Ke zhutnění krajnic, jež primárně neslouží k jízdě motorových vozidel, není zapotřebí takové síly, které je třeba pro zhutňování různých vrstev silnic. Navíc díky vibracím, jež hrají klíčovou roli, a které zkvalitňují samotný výsledek, lze snížit statické zatížení povrchu, tedy nahradit těžké běhouny lehčími typy. Z tohoto důvodu je možné s běhouny více pracovat a využít je i pro udusávání krajnic nižších tříd, jejichž šíře nedosahuje větších rozměrů.

2.3.1 Zhutňování

Jedná se o technologický proces, během kterého dochází ke zvyšování objemové hmotnosti zeminy působením statického nebo dynamického zatížení.



Obr. 2-16 Skladba zeminy a) před zhutněním, b) po zhutnění [15]

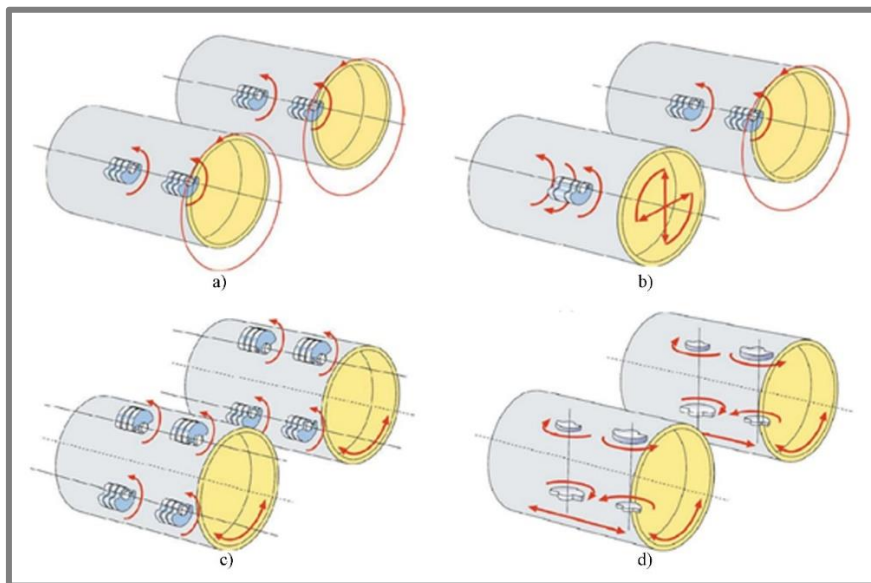
2.3.2 Vibrace

Úkolem válců je tedy dostatečně zhutnit živici. Dynamické zatížení alias vibrace od válců způsobují rychlé narážení válce na materiál a narušují tak strukturu částic, které se rozkmitají do hloubky. Tím je narušeno tření mezi částicemi a dochází k jejich

přeskládání. Materiál následně ztrácí na objemu z důvodu vytlačení zbytku vzduchu a kapalin mezi částicemi na povrch. [14]

Druhy vibrace

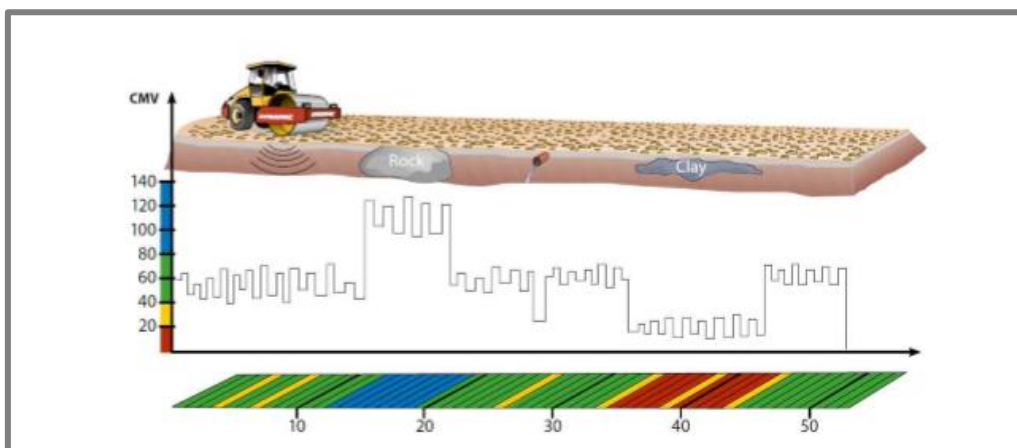
První možností jsou a) tradiční vibrace, během kterých vzniká kruhová vibrace díky rotujícímu excentrickému závaží na jednom hřídeli, jež se natáčí vůči sobě. Další variantou je b) vibrace řízená, jež je dosažena dvěma excentrickými závaží, rotujícími proti sobě. Dále pak c) oscilace, kde jsou závaží uložena nesouose. Potkávají se v horizontální poloze, z čehož vzniká horizontální kmitání. Poslední možností je d) nutace, které vytváří taktéž pohyb horizontální, kde jsou závaží uloženy kolmo na osu rotace. [14]



Obr. 2-17 Druhy vibrací [16]

Při zatížení dochází k deformacím pružným neboli dočasným, kdy se částice po ukončení hutnění vracejí do původní polohy, nebo plastickým, tedy trvalým.

Schéma procesu hutnění



Obr. 2-18 Proces hutnění, barevné odlišení velikosti zhutnění dle tvrdosti povrchu [16]

2.3.3 Pracovní stroje

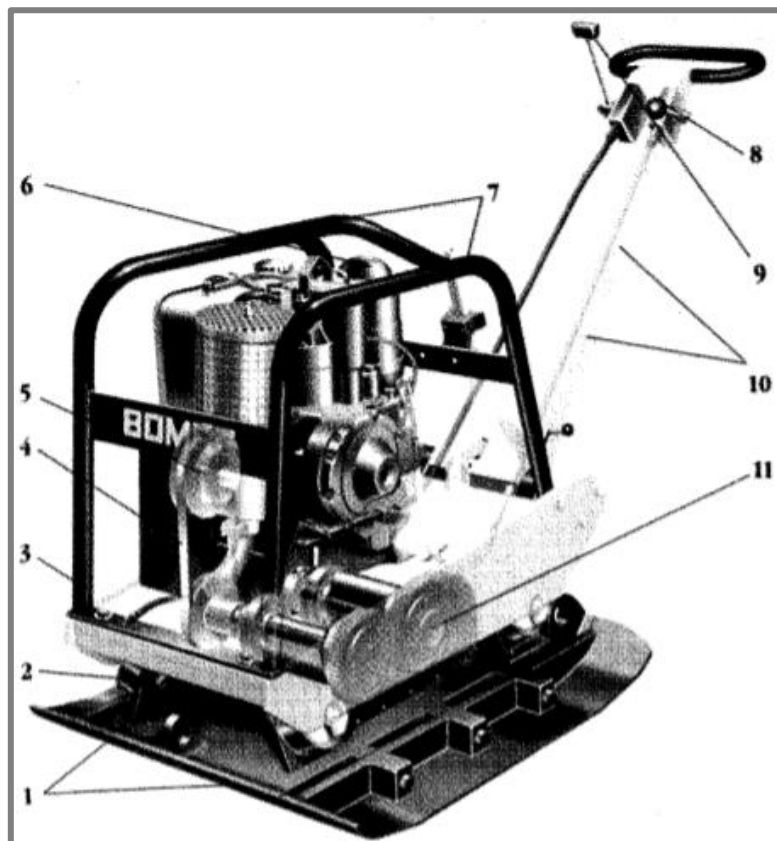
Jelikož současná studie vychází z několika různých zařízení, v následující kapitole budou představeny jednotlivé stroje a popsány jejich komponenty.

Vibrační deska

Podstatou vibrační desky je kmitání aktivní desky, jež vyvolává budič vibrací. Díky němu se deska nadzvedne 1 až 5 mm nad zem a poté díky své hmotnosti a odstředivé síle, která se vytvoří během práce budiče a je několikrát větší než hmotnost stroje, působí na podloží, ve kterém vzniká plošné napětí neboli hutnění. Neméně podstatnou funkcí vibrační desky je pak posuvný pohyb. [15]

Schéma vibrační desky firmy Bomag s dvousměrným pohybem

Vibrační deska se skládá z již zmiňované aktivní desky (1), pryžového pružícího prvku (2) pro tlumení vibrací, odpružené plošiny (3), klínového řemene (4), odstředivé spojky (5), motoru (6), ochranného rámu (7), páky pro regulaci jízdy a rychlosti posuvu (8), páky pro regulaci otáček (9), rukojeti (10) a ze dvou výstředníkových hřídelí s regulovatelnými výstředníky (11). [15]



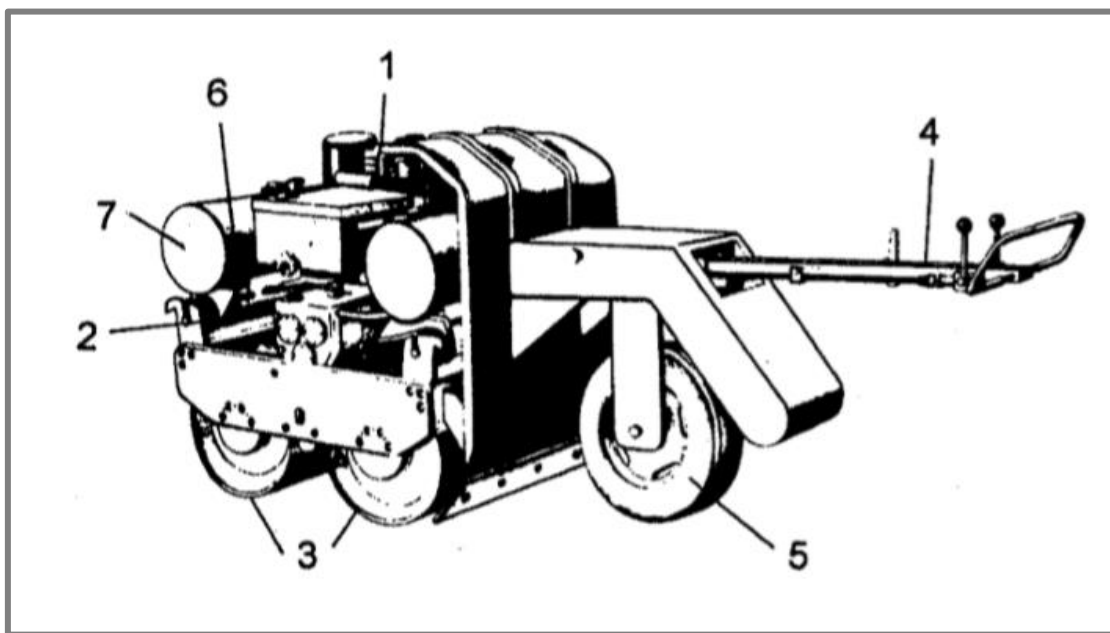
Obr. 2-19 Schéma vibrační desky BOMAG [15]

Vedený vibrační válec

Vibrační válec vedený, zvaný duplex, slouží pro zhutnění krajnice, se dle konstrukce skládá ze dvou běhounů s malým rozvorem, jehož ovládání závisí na osobě, jež stroj vede. Ovlivňuje jak jeho pojezd, tak vibrace buďto z ovládací desky nebo z oje mimo stroj. [15]

Schéma vedeného vibračního válce

Zařízení se dle číslování skládá ze vznětového motoru (1), převodovky (2), dvou hladkých ocelových běhounů (3), řídicí oje (4), řídicího pneumatikového kola (5), horní odpružené plošiny (6) a nádrže pro ostřikovací vodu (7) pro nelepení materiálu na běhouny. [15]



Obr. 2-20 Schéma vedeného vibračního válce [15]

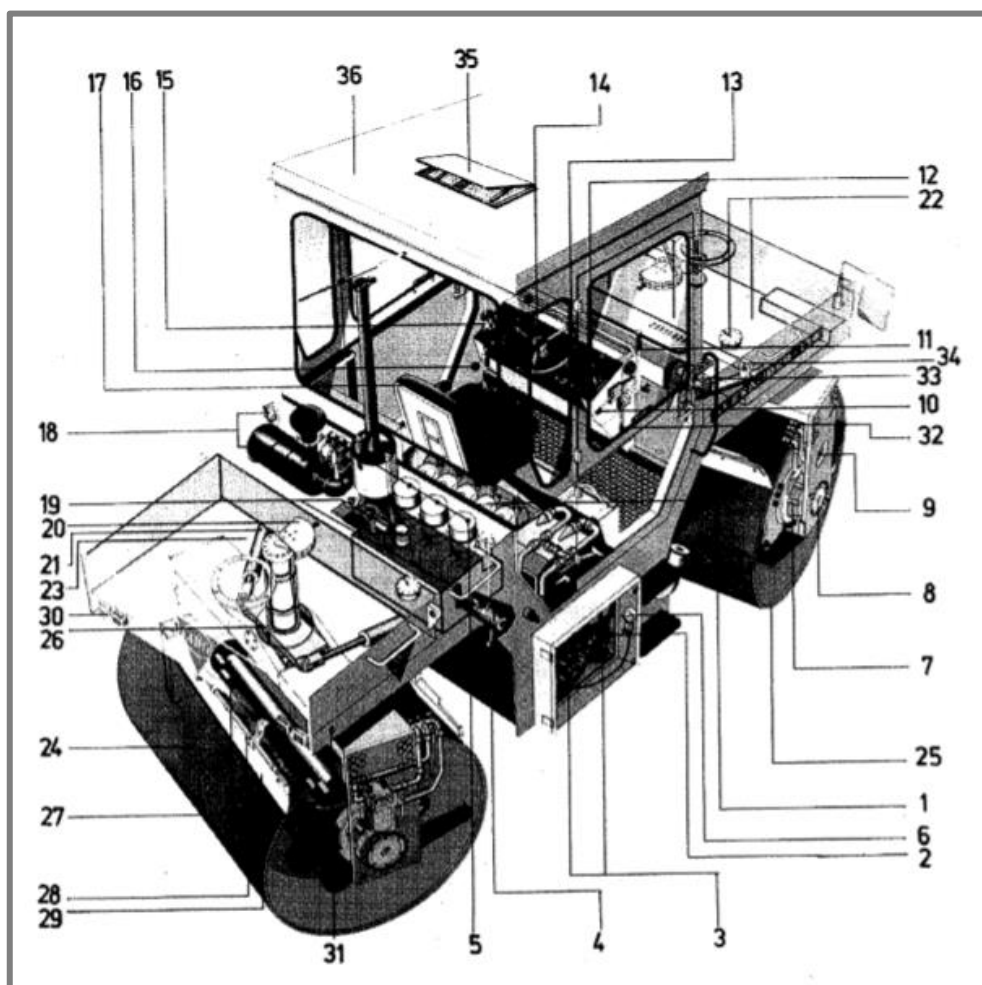
Tandemový vibrační válec

Tandemový vibrační válec má konstrukci s tuhým nebo kloubovým rámem. Běhouny využívá nejen k vibračním účinkům a celkovému hutnění materiálu, ale také k pojezdu stroje a obsluha již u takového zařízení sedí v krytované kabině. Stroj je určen pro hutnění silnic nebo pro krajnice 1,5 m a více široké.

Schéma tandemového vibračního válce firmy ABG s tuhým rámem

Technické uspořádání stroje se v tomto případě stává už komplikovanější. Základem je vznětový motor (1), který pohání veškeré pracovní a pojezdové části. Dalšími komponenty jsou regulační pojezdový hydrogenerátor (2), regulační hydrogenerátor pro pohon budiče vibrace (3), čerpadlo pro vstřikování vody (4), sací čističe pro hydraulickou kapalinu (5), tlakoměr hydraulického okruhu (6), pojezdové hydromotory v obou běhounech (7), brzdy na obou osách (8), omezovací ventil obou hnacích hydromotorů (9), páka pro přestavování otáček motoru (10), páka pro ovládání

brzd (11), tlačítková páka pro jízdní automatiku (12), přístrojová deska (13), řídicí kolo (14), omezovač jízdní automatiky (15), stavěcí páka pro volbu řízení (16), sedadlo strojníka (17), suchý čistič (18), nálevka do nádrže hydraulických olejů (19), škalový ukazatel, natočení předního a zadního běhounu (20), přímočaré hydromotory pro řízení běhounů (podobně i zadní) (21), plnicí otvor nádrže na vodu – 1000 l (22), ukazatel stavu ostřikovací vody (23), říditelný ocelový běhoun (24), zkosení konce běhounu (25), kyvně otočný závěs běhounové části s tlumičem vibrace (26), dvoustupňový přestavitelný výstředník vibrace (27), ostřikovač tlakové vody (28), přestavitelný stírač (29), zadní světla stroje (30), zástrčka pro připojení pracovních reflektorů (31), páka pro regulaci topení v kabině (32), kyvný čep s přímočarým hydromotorem pro zdvih kabiny (33), úchytky pro možnosti zdvihu stroje jeřábem při nakládce (34). [15]



Obr. 2-21 Schéma tandemového vibračního válce [15]

Ovládací přístrojový panel

Schéma ovládacího panelu zobrazuje vizuální indikátory

Vibrace zapnuté (1), nízká hladina paliva (2), přehřev motoru (3), výměna vzduchového filtru (4), počítadlo provozních hodin (5), tlak motorového oleje (6), teplota chladicího systému (7), parkovací brzda (8), nízké napětí akumulátoru (9). [18]

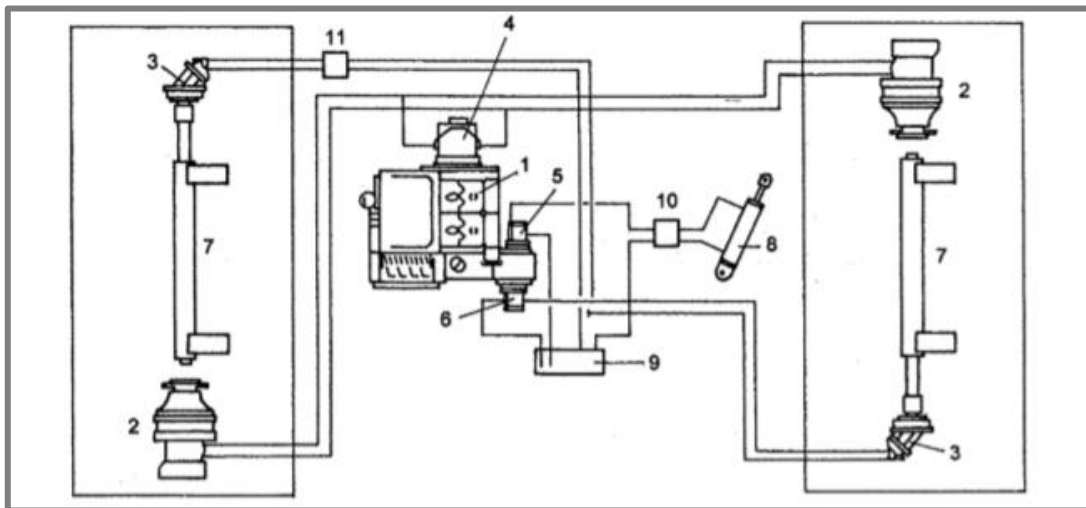


Obr. 2-22 Schéma ovládacího panelu [18]

Průměrná rychlost jízdy válce činí 10 km/hod stejně jako pracovní rychlost s vibrační a je schopný stoupat po povrchu zvyšující se o 35 % vzhledem k původní vozovce. Tyto vlastnosti se mění, pokud se nejedná o válec tandemový ale kombinovaný neboli válec s jedním válcem a dvěma koly. Rozdílná je váha tandemových válců, která začíná přibližně na 1000 kg a dosahuje až nad 10 000 kg. Výška pak nesmí přesahovat 2,5 m z důvodu jeho přepravy. [16]

Schéma hydrostatického pohonu pojezdu vibračního budiče a řízení tandemových válců.

Vznětový motor (1), pojezdový hydromotor (2), hydromotor pro pohon budiče vibrace (3), hydrogenerátor pro pojezd (4), hydrogenerátor pro řízení (5), hydrogenerátor budiče vibrace (6), výstředníková hřídel (7), přímočarý hydromotor pro řízení (8), nádrž pro hydraulický olej (9), řídicí ventil (10), ventil pro spínání vibrace (11). [15]



Obr. 2-23 Schéma hydrostatického pohonu tandemových válců [15]

Pracovní stroj s hutnicí deskou

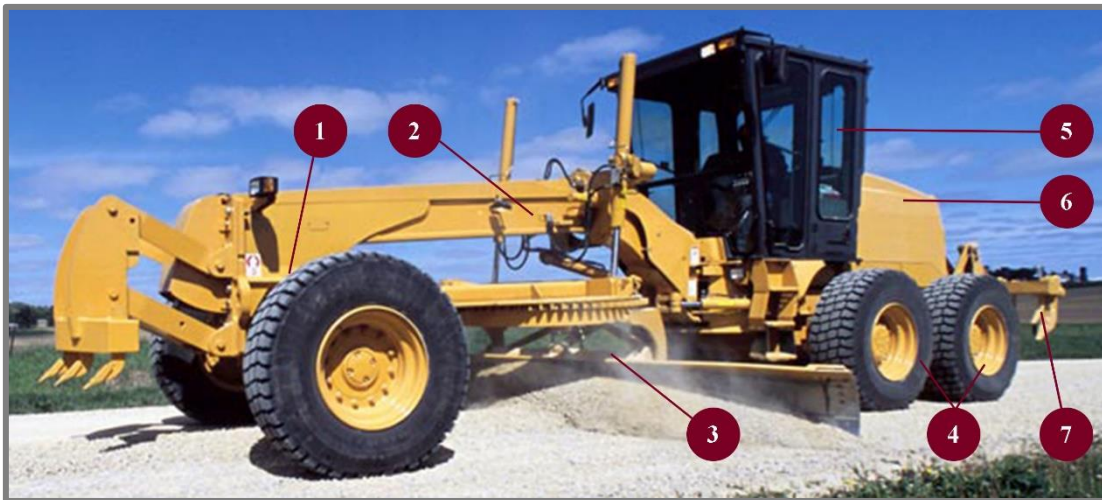
Posledním modelem, který se ovšem nevyskytuje na současném trhu, je vibrační deska, jež německá firma, zabývající se stavbou krajnic, připevnila na bok finišeru. Uspadňuje tak sice práci obsluze, neplní však svou funkci dostatečně kvalitně. Deska je upevněna v jedné výšce, a tak se nepřizpůsobuje množství materiálu a hutní ho na všech místech stejně. Dochází proto k nerovnoměrnému zhutnění.



Obr. 2-24 Pracovní stroj s hutnicí deskou [19]

Grader

Stroj grader se dělí na říditelnou nápravu (1), nosný rám (2), pracovní radlici (3), dvě hnací nápravy (4), kabinu (5), motor (6) a přídatné zadní pracovní zařízení (7). Vyrábí ho již nespočet firem, mezi které se řadí například Caterpillar, New Holland nebo XCMG. V následující kapitole jsou dále popsány jednotlivé části.



Obr. 2-25 Grader [20]

Konstrukční provedení a podvozek

Kolový tříosý podvozek je složen z jedné přední a dvou zadních náprav, přičemž rozvor mezi přední a zadními je neobvykle veliký z důvodu snadné ovladatelnosti. Základem stroje je svařovaný skříňový nebo trubkový rám, jenž je uložen právě na přední a zadní nápravě. Rozložení hmotnosti pak činí 30 % v přední nápravě s pracovním zařízením a 70 % ve zbytku stroje. [15]

Pohon

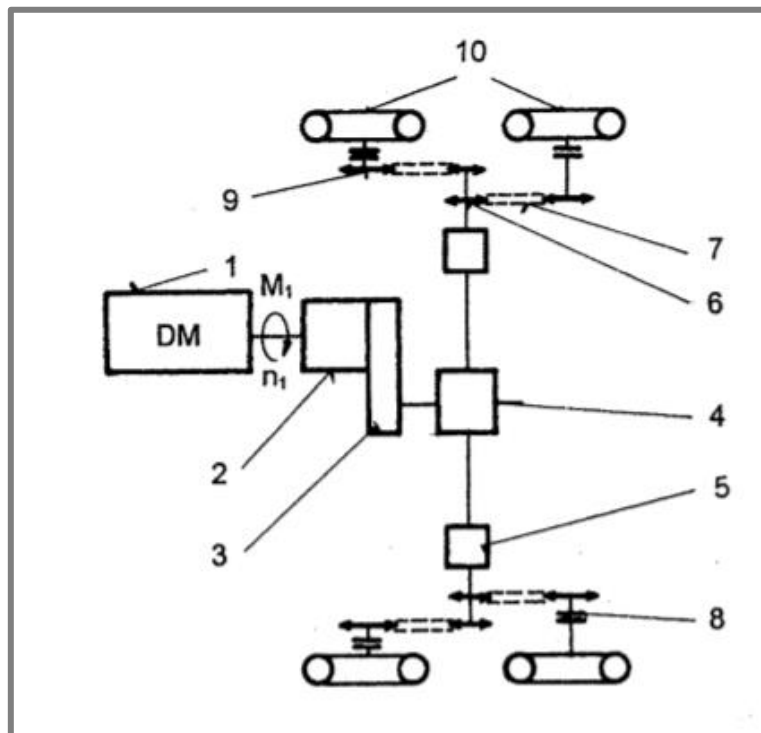
V dnešní době se na trhu vyskytují gradery jak s pohonem všech šesti kol, tak s pohonem dvou zadních náprav, kterým se pak říká nápravy hnací. Druhý příklad je častější a využívá značení podle počtu řízených os, počtu poháněných os a součtu všech os. [15]

Druhy značení: 1 x 2 x 3
 2 x 2 x 2

Zadní hnací nápravy mohou být také spojeny pomocí čelních ozubených kol nebo řetězovými stranovými převodovkami, které jsou poháněny hydrodynamicky. Hydrodynamický pohon pak byl upřednostněn před přenosem točivého momentu motoru mechanickými převody. [21]

Celkové uspořádání pohonu graderu vypadá následovně.

Stroj je poháněn vznětovým motorem (1), na který navazuje hydroměnič (2), jehož úkolem je přenos točivého momentu z hnací hřídele na hnanou. Následuje převodovka s koly ve stálém záběru (3), která mívá pouze tři až čtyři převodové stupně a spolu s hydroměničem utvářejí převodových stupňů devět až dvanáct, což vystačí pro veškerá zatížení stroje v různých provozních podmínkách. Dále se vyskytuje rozvodovka (4) neboli diferenciál, který se stará o rozdělení pohonu na dvě hřídele. Tedy na dvě strany, kde se dále nachází koncový planetový převod (5), řetězové kolo (6), řetěz (7), brzdy (8), řetězové kolo (9) a pneumatiková kola v tandemu (10). [15]



Obr. 2-26 Grader [15]

Hydraulický okruh graderu pro pohyb ramene

Díky motoru je kapalina, přesněji hydraulický olej, poslán do hydrogenerátoru, který určuje tlak a průtok kapaliny. Zde vzniká z mechanické energie, energie tlaková, která pokračuje do rozvaděče. Odtud směřuje do námi požadovaných pístových hydromotorů, kde mění energii kapaliny na přímočarý pohyb, jenž je provázen určitou výstupní silou a rychlostí. [15]

Technické parametry graderů

Stroje se rozdělují na lehké, střední, těžké a velmi těžké v závislosti na výkonu motoru, hmotnosti a délky radlice. Jedná se o hlavní parametry, které určují další vlastnosti stroje. Druhy graderů jsou konkrétněji popsány v následující tabulce. [15]

Třída	Lehké	Střední	Těžké	Velmi těžké
Výkon motoru (kW)	35 – 55	65 - 90	100 - 140	160 – 220
Hmotnost (t)	6 - 9	10 – 12	13 - 15	17 – 24
Délky radlic (m)	2,7 – 3,2	3,6 – 3,8	3,6 – 4	3,8 – 4,2

Tab. 1 Dělení graderů [15]

Kabina

Prostorná, zvukově izolovaná kabina stroje je v dnešní době upravena pro posed strojníka, avšak v několika případech lze spatřit kabinu i pro postoj. Jejím hlavním úkolem je jej chránit před nepříznivými podmínkami, především počasím, je tvořena pevným ochranným rámem a z velké části prosklena z důvodu co největší viditelnosti obsluhy. Obsluha je usazena do polohovacího pohodlného křesla pro dlouhodobé sezení, jež je dostatečně blízko ovládání stroje. Rozmístění ovládacích komponentů je pak rozmístěno pro co nejpříjemnější ovládání. V kabině pak nechybí topení ani odmrazovací trysky. [8]

Ovládání je pak možné mechanické (1) nebo elektrohydraulické (2). V prvním případě se jedná o ovládání starších graderů, jehož součástí je nejen volant a palubní informační přístroje, ale i mnoho různých ovladačů – klasických pák pro pohon a řízení pracovních nástrojů. Nové technologie umožnily instalovat automatizovaný systém řízení a navigace, což umožňuje vyšší produktivitu a vysokou přesnost práce. K ovládání pak slouží dva boční joysticky a několik ovládacích panelů s tlačítky. [8]



Obr. 2-27 Mechanické ovládání graderu [8]



Obr. 2-28 El. – hydraul. ovládání graderu [8]

Teleskopický manipulátor

Jedná se o multifunkční stroj, díky jehož značně velké šíři je navíc dostatečně stabilní pro různý pohyb teleskopického ramene a je vhodný i na těžší terén.

Základní členění

Stroj se dělí na přední (1) a zadní (2) nápravu, nosný rám (3), teleskopický výložník (4), jenž je uložen mezi kabinou (5) a motorem (6), a pracovním nástrojem (7). Takové uspořádání je vhodné pro dobrý přehled nad prací. I manipulátor se řadí mezi zařízení, jež vyrábí více firem, za zmínku stojí Merlo, New Holland, Wacker Neuson nebo Caterpillar. Samotné stroje se pak mohou lišit konstrukcí, velikostí či použitým pracovním náradím. [15]



Obr. 2-29 Teleskopický manipulátor [8]

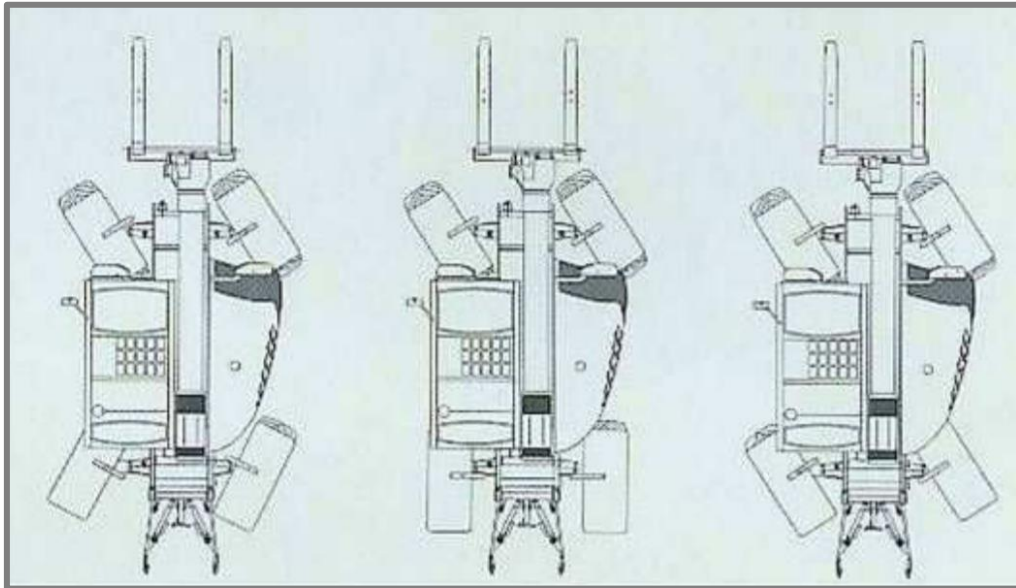
Konstrukční provedení a podvozek

Kolový podvozek tvoří přední a zadní náprava. Má nejen velký rozvor, ale co je pro něj především typické, je neobvykle veliký rozchod. Důvodem je dostatečná stabilita při manipulaci s teleskopickým výložníkem. Tvar žebřinového či příhradového rámu do písmene „H“ pak napomáhá rozložení hmotnosti, zároveň také jistí správnou tuhost nosného celku. Celkové rozložení hmotnosti je v poměru 40:60. Díky tomu není zapotřebí využívat dalšího protizávaží pro zajištění již zmiňované stability stroje. [22]

Řízení náprav

V případě pohonu manipulátoru se setkáváme s více možnostmi řízení náprav. Většinou se jedná o tři varianty:

- Řízení obou náprav, kde je podstatou malý poloměr otáčení, praktický do menších prostorů
- Řízení přední nápravy, což je vhodné pro přemísťování na větší vzdálenosti, kde není zapotřebí velká manipulace
- Řízení pomocí tzv. „krabího chodu“, jehož velikou výhodou je snadná manipulace stroje blízko jiných objektů a přiblížení k nim [23]



Obr. 2-30 Řízení náprav [23]

Pohon

V současnosti se využívají dva druhy pohonu. Hydrodynamický pohon, tedy s mechanickou převodovkou a hydrodynamickým měničem, nebo hydrostatický pohon.

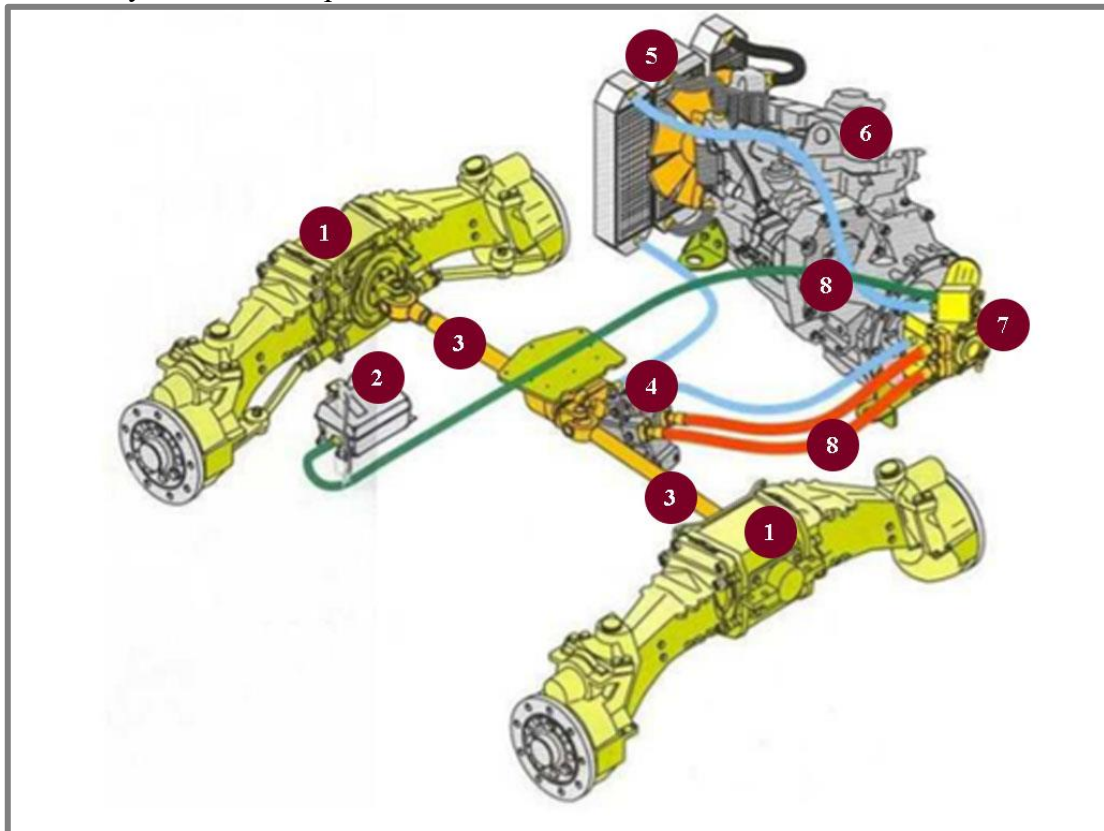
Hydrodynamický pohon

V podstatě funguje jako pohon stroje grader. Točivý moment, jenž způsobuje vznětový motor, je přenášen na hydrodynamický měnič, kde se buďto zvyšuje nebo snižuje a tím tedy mění počet otáček. Následně moment pokračuje do mechanické převodovky neboli diferenciálu a z něj je pomocí kardanové hřídele přenášen na přední a zadní nápravu. Důležitou výhodou využívaného pohonu je tlumení nárazů a kmitů, díky čemuž se prodlužuje životnost konstrukce stroje. [23]

Hydrostatický pohon

Mechanický výkon spalovacího motoru je přetvářen na výkon hydraulický pomocí hydrogenerátoru, který se vyskytuje hned za motorem. Jeho objem je konstantní nebo proměnný, většinou s dvoustupňovou převodovkou. Hydraulický olej je následně přenášen hydraulickým vedením do hydromotoru, kde se výkon přetransformuje zpět na výkon mechanický. Zde je předností různost os hydrogenerátoru a hydromotoru. [23]

Schéma hydrostatického pohonu



Obr. 2-31 Hydrostatický pohon [23]

Dle číslování schématu: nápravy (1), nádrž na olej (2), kloubový hřídel (3), hydromotor (4), chladič systém (5), spalovací motor (6), hydrogenerátor (7) a tlakové hadice na olej (8). [23]

Hydraulický okruh manipulátoru

Hydraulický pohon pro pracovní nástroje funguje na stejném principu jako hydraulika pro gradery. Viz str. 29 – 30.

Základní parametry manipulátorů

Konstrukce je určena jak dosahem a nosností teleskopického ramene, jejichž rozmezí se pohybuje od 2000 kg do 6000 kg a výškovým dosahem od 5,5 m do 23 m, tak rozměrovými parametry základního stroje. [8]

Dělení manipulátorů závisí na velikosti stroje. Lze je rozdělit do tří velikostních skupin podle výkonu hnacího motoru:

- Malé, do 60 kW
- Střední, do 80 kW
- Velké, nad 80 kW [8]

Na trhu se tak vyskytuje nespočet množství strojů, od mnoha firem, s různou konstrukcí rámu, velikostí výložníku a kabiny. Primárním návrhem stroje je však vždy jeho funkce.

Kabina

Základem kabiny s ochranným rámem je dostatečný výhled na konanou práci, snadnou manipulaci a prostor pro obsluhu. Díky jejímu návrhu je také eliminován počet tzv. „slepých míst“. Součástí je také klimatizace a možnost otevření zadního okna. Kabina firmy New Holland model LM Elite se skládá z elektronicky ovládané, multifunkční páky, umístěné na loketní opěrce odpruženého sedadla. Její poloha je tak závislá na poloze sedadla, což zajišťuje maximální pohodlí při ovládání. Páka obsahuje tlačítko neutrálu, řadicí tlačítka a tlačítka pro změnu směru jízdy. Dále se v kabině nachází volant, nastavitelný ve dvou směrech, výškově a jeho sklon, podstatnou součástí jsou také palubní informační tabule. [23]



Obr. 2-32 Kabina manipulátoru [23]

Souhrnně se především jedná o velmi těžké stroje, ve většině případů o velkých rozměrech a rychlosti pojezdu, jež nedosahují vysokých hodnot, což bude podstatné pro finální návrh pracovního stroje pro zhutňování krajnic.

	Provozní hmotnost (kg)	Hmotnost nákladky (kg)	Pracovní rychlost pojezdu (km/h)	Rychlost posuvu (m/min)
Vibrační deska	250	-	-	27
Ručně vedený vibrační válec	1 300	-	2,5	-
Tandemový vibrační válec	3 000	-	13	-
Tandemový vibrační válec s kabinou	9 500	-	13	-
Grader	24 000	-	50	-
Teleskopický manipulátor	11 000	5 000	30	-

Tab. 2 Shrnutí strojů 1 [15]

	Délka (mm)	Šířka (mm)	Výška (mm)	Pracovní šířka (mm)
Vibrační deska	1 500	500	1 300	700
Ručně vedený vibrační válec	2 320	760	1 200	800
Tandemový vibrační válec	2 600	1 400	2 600	1 300
Tandemový vibrační válec s kabinou	4 300	1 700	2 950	1 500
Grader	10 200	2 500	3 300	4 200
Teleskopický manipulátor	5 000	2 400	2 500	-

Tab. 3 Shrnutí strojů 2 [15]

2.3.4 Pracovní nástroje

K hutnění povrchu se užívá vibračních běhounů, velikých dle potřeby. Aby bylo však možné užít jej na krajnice, musí být uchycena na pohyblivých ramenou, díky nimž se dostaví do požadované polohy.

Vibrační běhoun

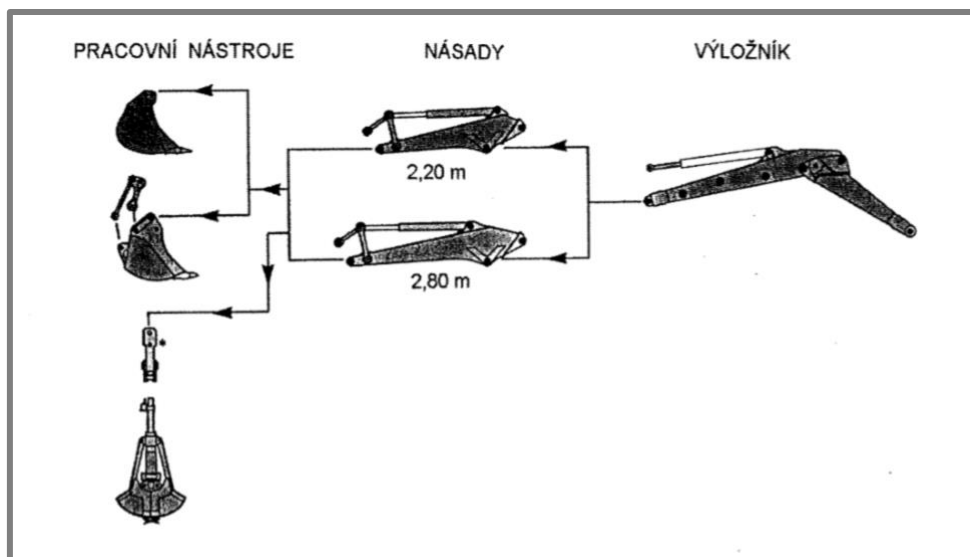
Pro zhutňování krajnic je nejvhodnější použití válců menších rozměrů. Podle provozních hmotností byly technické parametry vedených vibračních běhounů, systému Duplex, rozděleny do tří tříd. Tyto běhouny jsou vhodné pro lehké zhutňovací práce u hornin, stabilizačních podkladů i živičných povrchů. [15]

Třídy	1	2	3
Provozní hmotnosti (kg)	300 - 600	600 - 1000	1000 - 1300
Lineární zatížení běhounu (kg/cm)	4,5 - 5	5,5 - 7	7 - 8,5
Výkon motoru (kW)	4 - 6,5	5 - 9,5	7 - 10
Pracovní šířka (mm)	550 - 650	600 - 750	750 - 800
Průměr běhounu (mm)	350 - 400	440 - 500	500 - 550
Rychlost pojezdu (km/h)	1,6 - 2,5	0 - 2,5	0 - 4
	-	-	0 - 2,5
Stoupavost S (%)	40/35	40/25	40/40
Frekvence vibrace f (Hz)	55 - 60	55 - 63	42 - 55
Amplituda A (mm)	0,4 - 0,45	0,4 - 0,5	0,5
Odstředivá síla na jeden běhoun F_g (kN)	8 - 12	15 - 40	35 - 45
Objem nádrže na vodu (l)	50 - 60	50 - 60	50 - 70

Tab. 4 Dělení vibračních běhounů [15]

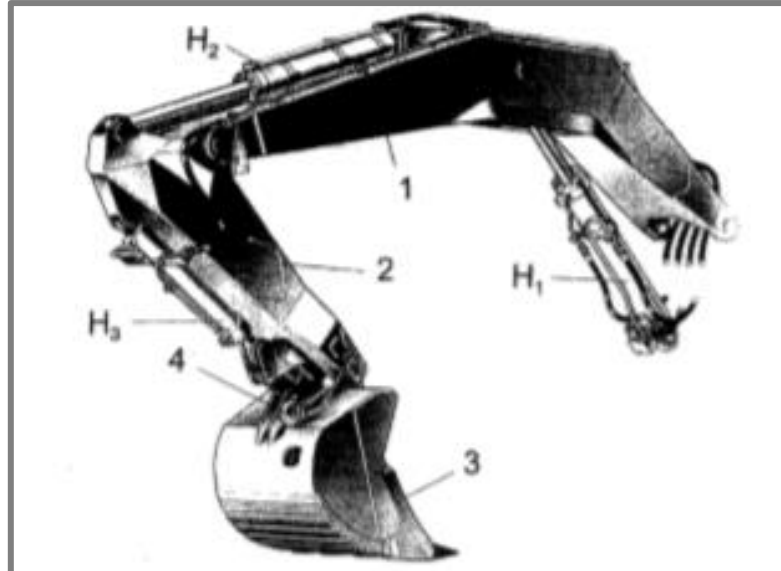
Hydraulické rameno

Hydraulické rameno se skládá ze tří hlavních částí. Výložníku, násady různé velikosti a pracovního nástroje. Lze jej připevnit na řadu strojů, kde plní svou funkci právě dle konečného nástroje. [15]



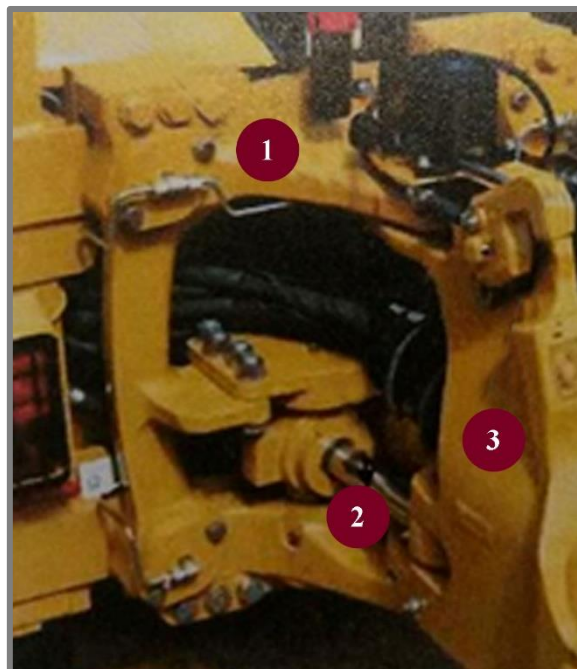
Obr. 2-33 Složení hydraulického ramene [15]

V následujícím schématu jsou vidět jednotlivé hlavní části pod čísla 1, 2, 3. Součástí jsou avšak také uchycovací zařízení (4), hydromotor pro zdvih výložníku (H1), hydromotor pro ovládání násady (H2) a hydromotor pro ovládání pracovního nástroje (H3). [15]



Obr. 2-34 Složení hydraulického ramene s hydromotory [15]

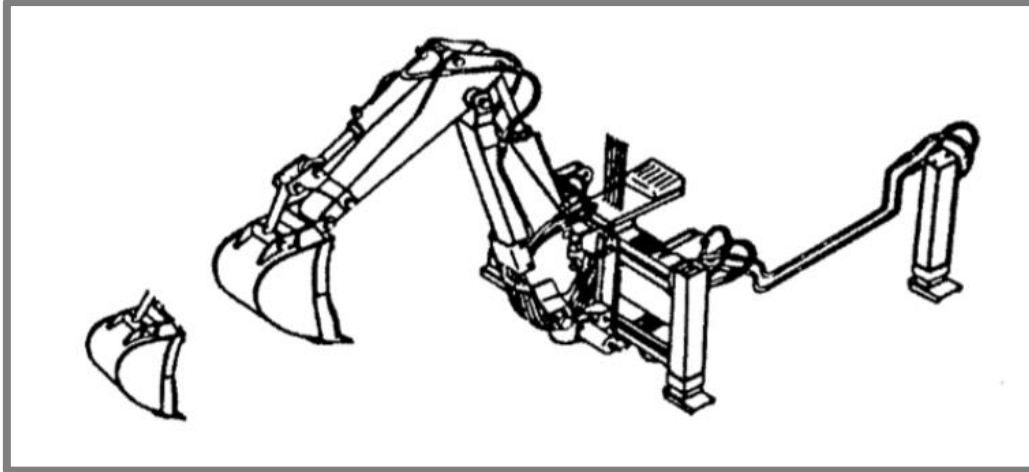
Přípevnění hydraulického ramene z odlívaných dílů se pak skládá z přesuvného rámu (1), hydromotorů natáčení (2) a otočného kozlíku (3). [8]



Obr. 2-35 Přípevnění hydraul. ramene z odlívaných dílů [8]

Podkop s bočním posuvem

Jedná se o součást s podstavci, v dnešní době často využívanou pro posuv pracovního nářadí do stran. Hydraulické rameno je připevněno otočným ke konstrukci bočního posuvu, která drží na konstrukci celého stroje. [15]



Obr. 2-36 Podkop s bočním posuvem [15]

Příkladem podkopu je nástroj s hydraulickým rozvaděčem od firmy Gherardi. Je vhodný pro kolové i pásové podvozky a zajišťuje větší stabilitu nástroje. Jeho hmotnost začíná na 670 kg a končí na 890 kg v závislosti na jeho celkové velikosti. [24]



Obr. 2-37 Podkop Gherardi [24]

Teleskopické rameno

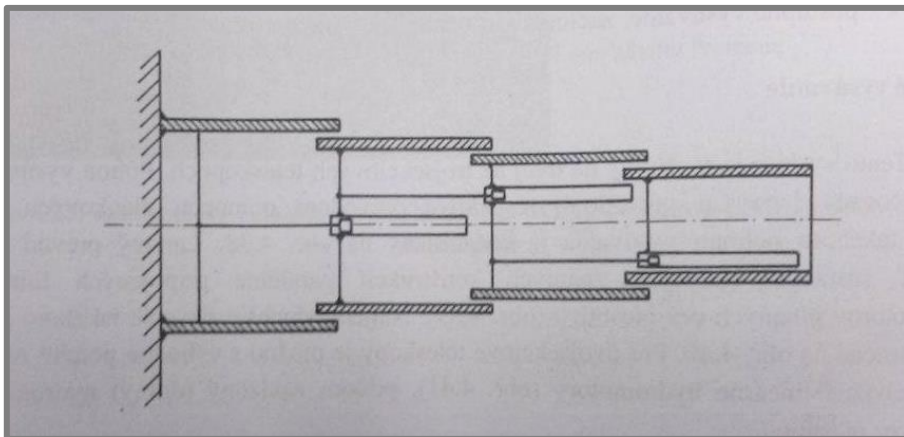
Dalším nástrojem, který lze využít, je teleskopické rameno neboli výložník, který se skládá z několika částí o různých průměrech. Lze ho tak vysunout do požadované délky a upevnit na něj závaží podle jeho velikosti a hmotnosti. Lze ho uchytit na rám stroje i konstrukci bočního posuvu. [15]



Obr. 2-38 Teleskopické rameno [25]

V praxi se nejčastěji používají tři způsoby pro vysouvání:

- Současné vysouvání všech výsuvných sekcí
- Postupné vysouvání, začínající vnitřní sekcí
- Postupné vysouvání, začínající vnější sekcí [8]



Obr. 2-39 Vysouvání teleskopu lineárními hydromotory [8]

2.3.5 Krajnice

Návrh studie se zabývá hutněním krajnice silnice, proto je již následující text zaměřen na definování práce na krajnici.

Krajnice je šířkový prvek koruny pozemní komunikace mezi dopravním pásem a hranou koruny. Skládá se zpravidla ze zpevněné části a nezpevněné části, která je k osazování směrových sloupků či svodidel. Do šířky zpevněné části krajnice se funkčně (nikoliv stavebně) započítává i šířka přilehlého vodicího proužku. [17]

Rozdělení krajnic dle silnice

Silnice	Šíře zpevněné krajnice [m]	Šíře nezpevněné krajnice [m]
Jednopruhová	0,5	-
Dvoupruhová	0,5 - 1,5	0,5
Čtyřpruhová	2,25 - 3	0,5
Šestipruhová	2,25 - 3	0,5 / 1

Tab. 5 Dělení krajnic [17]

2.3.6 Materiál

Zeminy lze třídit v mechanice zemin na soudržné, které obsahují jílu, těžké hlíny, spraše apod., dále na nesoudržné, tj. sypké zeminy a na směsi předchozích zemin. [15]

Druhy použitého materiálu:

- živočišné recykláty
- betonové recykláty
- písky
- štěrkopísky
- humusy [15]

Shrnutí

Dle technické analýzy je stejně jako u analýzy designérské nejhodnějším strojem pro hutnění krajnic teleskopický manipulátor. Na jeho konstrukci lze připevnit pracovní nástroj vpředu i vzadu a po odstranění teleskopického ramene se zvětší kabina pro řidiče. Díky jeho šíři má snížené již zmíněné těžiště a tím je zaručena dostatečná stabilita při přesouvání válců do strany. Zároveň je lépe říditelný u důvodu užití volantů a možnost řízení krabího chodu. U stroje grader, který zabočuje pomocí smyku, je ovládání odkázáno na páky či joysticky, čímž zneprůstňuje požadovaný úhel zatočení. Je však díky jeho výšce zajištěna dostatečná viditelnost na běhouny, se kterými bude moci pohybovat vpravo i vlevo. To u teleskopického manipulátoru kvůli vybranému rameni nebude možné, problém však vyřeší větší kabina a rozšířené ovládání stroje.

Díky sériové výrobě strojů lze klást větší důraz na estetiku strojů, což se již v dnešní době na jednotlivých produktech odráží. U starších typů byla primární jejich technická stránka, jednalo se o pár vyrobených kusů z důvodu nižšího počtu firem pro stavební práce jakožto cílových skupin, což znamenalo méně zakázek, a proto je nebylo možné kvůli finančním možnostem firmy vzhledově a ergonomicky zdokonalovat.

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

V dnešní době probíhá hutnění krajnic pomocí ručně vedených válců či vibračních desek. Tyto desky jsou ovládány ručně, většinou dvěma dělníky. Důvodem je nejen jejich vysoká váha, ale také sklon krajnic, který může dosáhnout až 8°. Z tohoto důvodu se deska během hutnění sune postupně od silnice pryč a je třeba, aby jedna obsluha vedla a druhá ji držela v jednom směru. A ačkoli tyto desky užívají tlumících prvků kvůli vibracím, určité vibrace se přesto do rukojeti přenášejí a člověku nejen práci stěžují, ale škodí taky jeho zdraví. Velice často jsou také tyto krajnice natolik široké, že naneštěstí je potřeba jeden úsek zpracovat většinou na třikrát. Prvně z jednoho kraje, poté z druhého a na závěr středem, přičemž je nutno, aby deska z obou stran přesahovala již zhutněný povrch. Jedná se tedy o velice náročnou a komplikovanou práci, jež je nutno dělat ve dvou, jak je zmíněno, navíc i v nepříznivých podmínkách během chladných deštivých či letních horkých dní.

Nejedná se tedy o zaměstnání, které by člověk mohl vykonávat delší dobu. Není to možné především z hlediska zdravotního. Těžkou desku navíc neunesou každý, a proto tuto práci vykonávají většinou silní muži, kteří ovšem toto povolání brzy opouští z důvodu bolavých rukou, zad a dalších. Ve finále firmám pro stavbu krajnic chybí pracovní síla, která za náročnou práci není dostatečně ohodnocena.

Na trhu tak chybí stroj, jenž by zmíněný problém řešil. Přestože je zhutňování krajnic v současnosti řešitelné ať už jedním nebo druhým typem, v případě ručně vedených vibračních desek jsou hlavní nevýhodou škody na zdraví, zdlouhavá a náročná práce pro obsluhu, stejně jako u vibračních desek i v případě válců omezení v jejich šíři a nesnadná manipulace stroje na krajnicích. Specializovaný stroj v současnosti na trhu evidentně chybí, proto ji například německá firma Straßenverbreiterung řeší hutnicí deskou, dodatečně připevněnou na bočnice finišeru. Jedná se však o provizorní řešení, které sice usnadňuje práci obsluze, neplní však svou funkci dostatečně kvalitně. A to z důvodu upevnění desky v jedné výšce, přičemž se nepřizpůsobuje povrchu a hutní jej na všech místech stejně. Dochází proto k nerovnoměrnému hutnění.

Další motivací k návrhu speciálního stroje pro úpravu krajnic byla spolupráce s firmou Levíček, odkud vzešla první inicializace potřeby takového řešení. Firma Levíček se zabývá pokládáním krajnic a autodopravou, na trhu se pohybuje přes 20 let a jejich potřeby a poznatky z prostředí stavby silnic a krajnic jsou východiskem pro tuto práci.

Je zde tedy prostor pro návrh stroje, který by zmíněný problém řešil. Stroj, který by umožnil lidem pohodlně pracovat i v nepříznivých podmínkách. Který by šetřil nejen jejich zdraví a umožnil jim zůstat na takové pozici delší dobu, ale i čas, kdy zvládne hutnit krajnici po celé její šíři, případně vícekrát při jednom projetí zařízení. Navíc, jež by bylo možné obsluhovat pouze jedním člověkem. Tím by se plat dvou dělníků použil pro zaměstnance jednoho, čímž by se zvýšil i počet zájemců na danou pozici a jejich motivace k práci.

U mnoha obdobně zaměřených produktů, ze kterých bude současná práce ve svém řešení vycházet, není navíc kladen důraz na vhodnou ergonomii a estetiku. Je to z toho důvodu, že tyto stroje se na trhu vyskytují již řadu let a byly vyráběny v době, kdy poptávka takovýchto strojů nebyla příliš vysoká. Firmy neměly dostatek finančních prostředků pro vylepšování ať již hutnicích či jiných zařízení a jejich jediným aspektem byla technická stránka. Postupem času, jak je již známo, se kladl větší důraz na člověka a jeho bezpečí, což jde ruku v ruce i s počtem vyráběných strojů. Jelikož se počet poptávajících firem, jakožto cílových skupin, navýšil, tyto stroje se začaly vyrábět sériově, což umožnilo jejich další úpravy a vylepšení. I přesto, že se ve většině případech jedná o stroje vážící několik tun a jejich rozměry dosahují několika metrů. Příkladem může být změna materiálu karoserie z plechových ploch na plastové bloky, což při určitém množství vyrobených produktů snížilo náklady na výrobu a umožnilo tak například využít klimatizace uvnitř kabiny.

3.2 Cíl diplomové práce

Cílem diplomové práce je tedy návrh specifického pracovního stroje pro zhutňování krajnic s kabinou, který bude určen sedící obsluze. Tento stroj by měl zaplnit mezeru na trhu mezi ručně vedenými vibračními deskami a vibračními válci, z nichž ani jeden typ není pro činnost zhutňování krajnic ideální. Důvody jsou pak popsány v analýze problému.

Jelikož se jedná o stroj s nízkým těžištěm pro dobrou stabilitu, jeho výška bude dosahovat maximálně 2 m. Jeho šíře přesáhne 1,5 m, délka pak vyjde z použitého pracovního zařízení. Předpokladem je však délka stroje více jak 4 m. Hmotnost bude činit přibližně 10 t a rychlost pojezdu by měla při práci na krajnici být okolo 3 km/hod. Zároveň by však při uložení běhounů před a za stroj měla dosahovat až 70 km/hod pro jeho přemístění bez pomocného zařízení. Pracovní šířka neboli šíře zpracovávané krajnice pak činí vzdálenost od 0,75 m po 1,5 m

Poptávajícími společnostmi jsou firmy pro stavbu krajnic. Jelikož jich není v České republice mnoho, trh zakázek se zaměřil i na zahraničí. Z tohoto důvodu se jedná o sériovou výrobu produktu. Počet vyrobených kusů přesáhne tisíc a výše, což umožňuje zhotovení jednotlivých dílů kapoty pomocí vstřikování či lisování plastů. Užitým materiálem pro výrobu kapoty je tedy plast, čímž se cenová hladina jednoho kusu sníží. Cenové rozpětí stroje je tedy odhadováno od 1 250 000 Kč do 1 500 000 Kč.

Na jeho konstrukci půjde vpředu i vzadu upevnit pracovní zařízení – hydraulická či teleskopická ramena s vibračními běhouny, jejichž šíře samostatně či společně obsáhne širší krajnice. S těmito běhouny bude moci pohybovat do stran dle potřeby. Jeho kabina bude z určité části prosklená pro dobrou viditelnost při hutnění, zároveň však bude karoserie dostatečně chránit řidiče před silnými slunečnými paprsky.

Nejžádanějším cílem je pak stroj jako celek sjednotit a co nejvíce se vymezit proti členitosti. Vznikne tak zařízení, jež nahradí ručně vedené vibrační desky a bude svým řešením jedinečné, vyplní mezeru na trhu a umožní práci na krajnicích vykonávat i fyzickým slabším či ženám.

Díličními cíli diplomové práce jsou:

- stroj, jehož konstrukce umožňuje pracovní zařízení vpředu i vzadu
- nahrazení vibrační desky vibračními běhouny
- možnost vysunutí vibračních běhounů do stran pro zhutnění krajnice
- posuvné či otočné sedadlo společně s ovládacím panelem pro lepší viditelnost řidiče na kraje běhounů
- snadné a intuitivní ovládání
- eliminovat členitost stroje neboli zjednodušení tvaru karoserie

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4

Variantní studie pracovního stroje pro zhutňování krajnic jsou ovlivněny jejich konstrukční stránkou. Návrh stroje se skládá z různých součástí strojů jiných a utváří tak dohromady zcela nový produkt na trhu. Jednotlivé tvarové řešení tak vyplývá z technických komponentů, jejichž hlavním cílem je celkový vzhled stroje sjednotit a zaručit snadnou ovladatelnost.

4.1 Použité stroje

4.1

První návrh pracovního stroje vychází ze zařízení grader. Jedná se o zemědělský stroj pro zarovnávaní zeminy, avšak díky svému technickému uspořádání je vhodným i pro současnou studii. Přední náprava, společně s pracovním nástrojem je odstraněna a nahrazena hydraulickým ramenem s vibračním běhounem. Stejně rameno se nachází i v části zadní a vytváří tak ze stroje zcela nový produkt.

Pro návrh dalších dvou variant je použit podvozek ze stroje teleskopický manipulátor. Po odstranění velkého teleskopického ramene je možné namísto něj upevnit rameno pro vibrační běhoun. Druhé rameno lze taktéž upevnit do přední části namísto pracovního nástroje.

4.2 Společné technické řešení variant

4.2

Jednotlivé návrhy, ačkoli se od sebe viditelně liší, mají konstrukční či technologické řešení stejné. Proto budou popsány v následující sekci společně.

4.2.1 Pohon

4.2.1

Pohon pro všechny návrhy pracovního stroje je hydrostatický, který využívá hydrogenerátorů pro regulovatelnost průtoku hydraulického oleje a mění energii mechanickou na tlakovou energii kapaliny. Pohon pro řízení, pohyb ramen a vibrací a druh vibračního běhounu jsou navrženy stejně ve všech třech variantách.

Pohon ramen

Pro pohyb ramen nám slouží pohon hydraulický. Hydrogenerátor, umístěný v motorové části, a jenž přijímá pohon z motoru, je napojen na akumulátor, rozvaděč a pístové hydromotory, které slouží k pohybu různých částí ramene. K ovládání je pak zapotřebí joysticku v kabině obsluhy.

Pohon řízení

Sestavení takového pohonu způsobuje smýkavý pohyb kol při zatáčení stroje. K takovému řízení kol nám slouží dvě páky. Pravá pro pravou stranu kol, levá pak pro levou stranu. Pohybem pák směrem dopředu a dozadu regulujeme množství oleje a jeho průtok, což má za následek různý počet otáček. Při nižší straně otáček na levé straně pak dochází k zatočení stroje doleva. V motorové části se pak nachází další hydrogenerátor pro řízení, nádrž na hydraulický olej, akumulátor, řídicí ventil a hydromotor.

Pohon vibrace

Další součástí stroje, neméně důležitou, je pohon vibračních válců. K pohonu poslouží hydrogenerátor pro řízení, za který bude umístěn ještě rozvaděč. Společná bude také

nádrž a akumulátor, kdežto ventil pro spínání vibrace a hydromotory, uchycené z boční strany válce, již slouží pouze pro hutnicí techniku.

4.2.2 Další prvky v motorové sekci

V motorové části taktéž nesmí chybět chladicí soustava, nádrž na palivo a nádrž na vodu pro postřík válců během hutnění, z důvodu nelepení materiálu na běhouny.

4.2.3 Běhoun a druh vibrace

Pro návrh byl zvolen vibrační válec o průměru a 500 mm a pracovní šířce 750 mm. Dle norem je váha jednoho běhounu mezi 300 až 500 kg. Běhoun je menších rozměrů, jelikož na krajnice není třeba širšího záběru. V případě rozsáhlejší krajnice lze jeden z válců vysunout pro pracovní šíři až 1500 mm. [15]

Pro vibrační účinek byla vybrána tzv. tradiční vibrace. Vzniká díky jednomu či více rotujících excentrických závaží na jedné hřídeli, jež se nachází v ose běhounu. Různých amplitud pak lze docílit změnou natočení závaží vůči sobě. Výhodou je jednoduchá konstrukce a použití pro všechny druhy materiálu. [16]

4.3 Další technické řešení varianty I

Pohon pojezdu

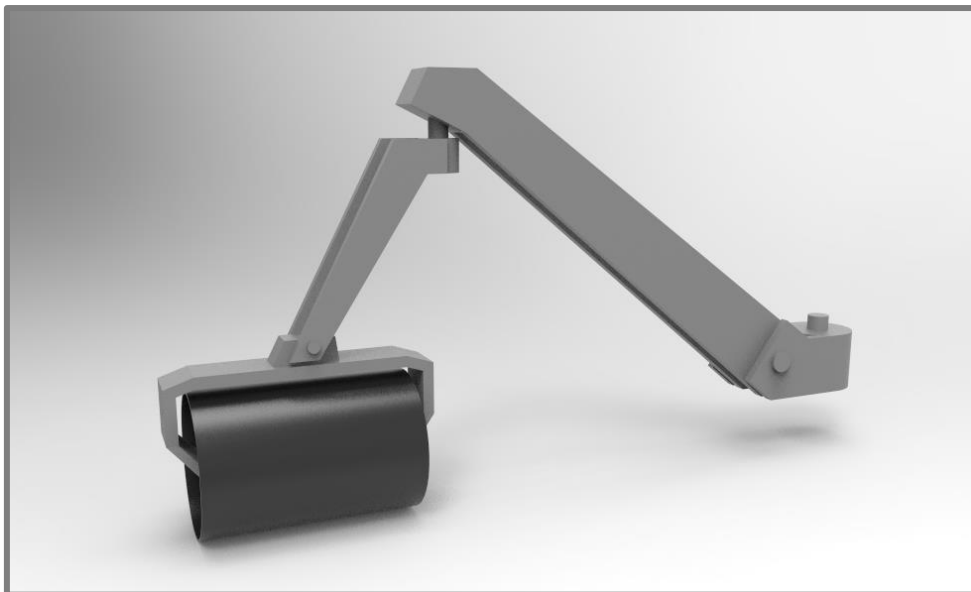
Jeho hydrostatický pohon se skládá ze spalovacího motoru, jenž se vyskytuje v zadní části. Z něj nadále pokračuje pohon přes třecí spojku do náhonové skříně pro pohon regulačního hydrogenerátoru. Z něj je pohon poslán do každé strany stroje, do dvou bočních kol. K třetímu hydrogenerátoru je nadále připojen pomocný generátor s nádrží na hydraulický olej, následuje filtr, akumulátor, rozvaděč, rotační hydromotor, řetězová boční převodovka a rozvodovka, koncový převod a hnací kola. [15]

Konstrukce a rám

Kolový podvozek se skládá ze dvou zadních náprav, které jsou uloženy na trubkovém rámu s možností upevnění pracovních nástrojů v přední i zadní části stroje.

Hydraulické rameno

Pro první návrh byla použita dvě ramena, jedno uchycené mezi koly v přední části a druhé mezi koly v části zadní. Skládá se z výložníku, násady a vibračního běhounu, jenž je připevněn díky uchycovacímu zařízení. Každá část pak má svůj pístový hydromotor pro jeho ovládání. Celkově jich tedy obsahuje čtyři. Celé rameno drží na stroji pomocí šnekového ozubeného kola, které taktéž umožní s ramenem otočit do stran. Součástí ramene musí být i tlumicí prvek, který zamezuje přenosu vibrací do ramene a následně do stroje.



Obr. 4-1 Hydraulické rameno

Pneumatika

Pro pojezd jsou zvoleny pneumatiky Mitas 14.00-24 16PR. Stejně, jako užívá stroj grader. Důvodem je jistota zatížení kol, se kterými lze jet i mimo asfaltovou silnici.



Obr. 4-2 Pneumatika Mitas [26]

4.4 Další technické řešení varianty II

Pohon pojezdu

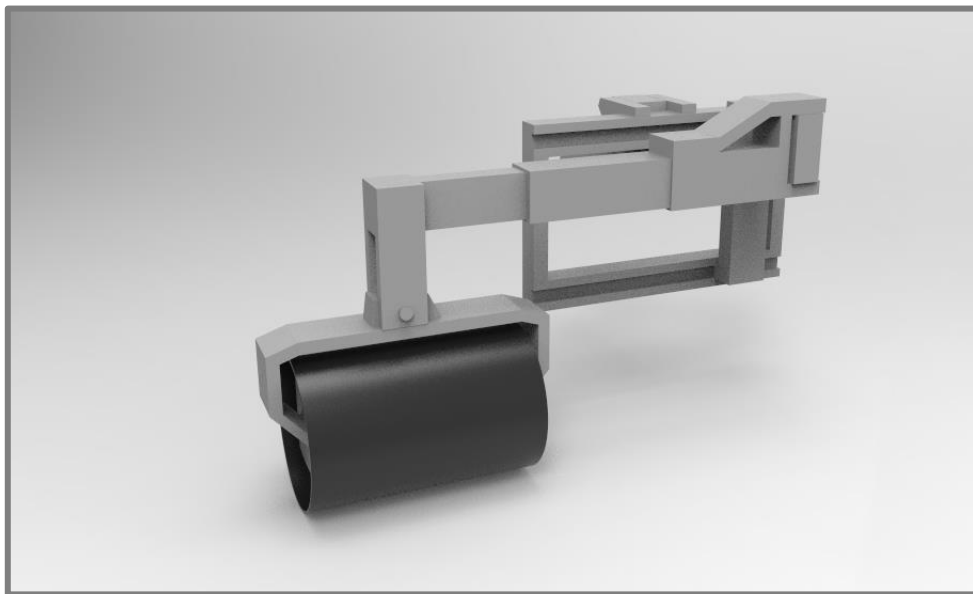
Impuls přichází od vznětového motoru, na který je přes spojku napojen hydrogenerátor, z něhož se hydraulický olej, čerpaný z nádrže, přes akumulátor, dostává do centrálního hydromotoru. Následně je pohon poslán do převodovky a diferenciálu, pomocí něhož je převeden z kloubové hřídele na přední a zadní nápravu.

Konstrukce a rám

Základ stroje tvoří příhradový rám s přední a zadní nápravou. Ty jsou řízeny pomocí tzv. krabího chodu pro plynulé najetí ke krajnici a přesné práci.

Teleskopické rameno s posuvnou konstrukcí

Jedná se o výsuvné rameno, jež se skládá z několika částí o různé velikosti průměrů, a na jehož konci se taktéž vyskytuje tlumicí prvek pro zmírnění přenosu vibrací do ramene a stroje. Díky hydraulickému zařízení je postupně vysunováno na požadovanou vzdálenost. Celé je pak upevněno na posuvné konstrukci, která mimo posuv zajišťuje díky hydraulickým pístům také sklon ramene, tedy i vibračního běhounu, pro přizpůsobení povrchu krajnice.



Obr. 4-3 Teleskopické rameno s posuvnou konstrukcí

Pneumatika

V druhém případě slouží k pojezdu stroje pneumatiky Michelin Power CL 280/80 - 18 TL 132 A8 IND (10,5 - 18).



Obr. 4-4 Pneumatika Michelin [27]

4.5 Technické řešení varianty III

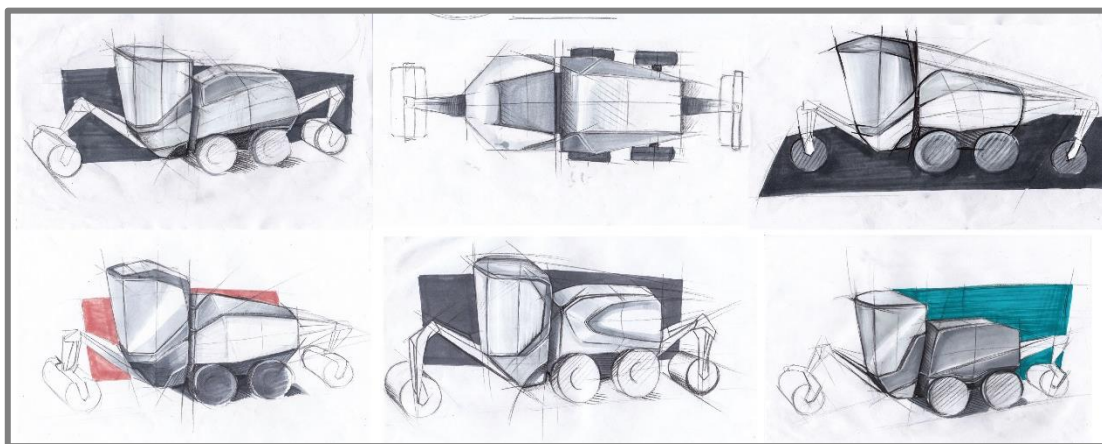
4.5

Třetí návrh pracovního stroje je kombinací předešlých dvou. Je použit stejný rám s podvozkem a pneumatiky jako u varianty druhé. Má taktéž stejný hydrostatický pohon. Změnou je hydraulické rameno, jež využívá varianta první. Nemění se pak ani druh běhounu a vibrace.

4.6 Tvarové řešení

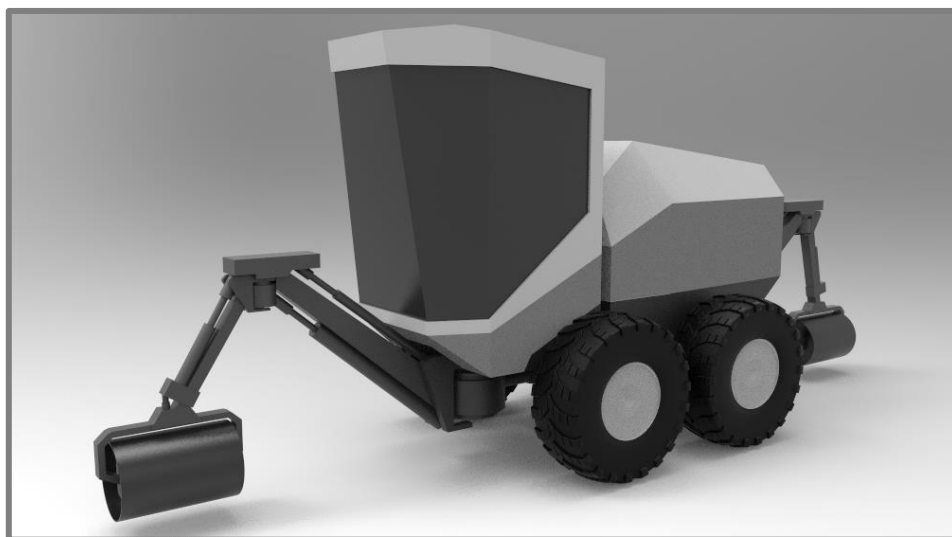
Variantské návrhy se skládají ze čtyřkolového podvozku, motorové části, kabiny a pohyblivých ramen, na nichž jsou upevněny vibrační běhouny. Celkové tvarování se tak snaží respektovat technické parametry a technologické postupy stroje s respektem k ergonomii a vizuálnímu dojmu.

4.6.1 Design varianty I



Obr. 4-5 Skici varianty I

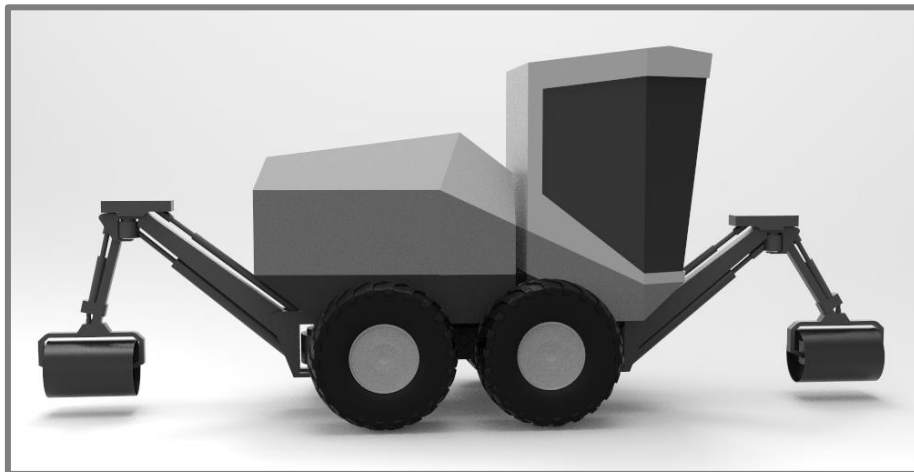
Jak již bylo zmíněno, základem pro variantu I je stroj grader. Kabina společně s motorem utváří dominantní celek, z něhož pak vychází ostatní komponenty. Kabina je umístěna v přední části, pod níž vystupuje do popředí hydraulické rameno s válcem. Za ní se pak nachází uložení motoru, jež se snaží tvaroslovím navazovat. Za ní z tvaru vystupuje druhé rameno.



Obr. 4-6 Perspektiva varianty I

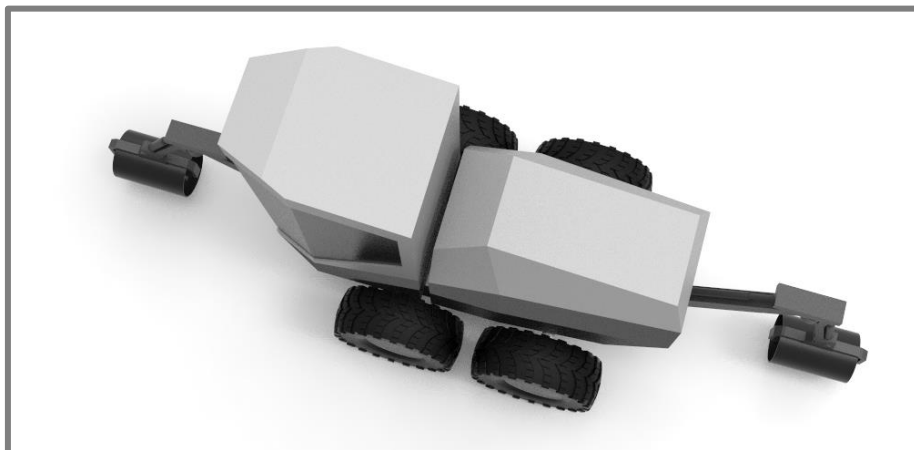
Kabina je vpředu pod daným úhlem vysoká a z velké části prosklená, což umožňuje komfortní přehled o situaci na pracovišti. Křivka, jež určuje sklon kabiny, je pak zopakována i v motorové sekci při zkosení horních hran. Aby se na kabině nedržely nežádoucí předměty, je směrem dopředu i dozadu zkosená. Zadní úhel se taktéž

vyskytuje u horního zkosení motorového sektoru. Spodní segment je pak graficky rozdělen na tři úseky, jež plynuje pokračují po boční stěně až ke konci stroje. Postupně se rozšiřují, naznačují tak pohyb stroje směrem dopředu. Snaží se taktéž plynule navazovat na pracovní zařízení a utvářet tak pomyslnou křivku od úplného předku až po konečný zadní běhoun. Upozorněním na toto propojení je také barevné odlišení jednotlivých pasáží. V klidové poloze ramen s válci by pak přední rameno nemělo přesahovat výšku prostřední části motorového uložení v místě lomu. Stejně tak by zadní rameno mělo výškově korigovat s koncovou výškou zmiňovaného sektoru.



Obr. 4-7 Boční pohled varianty I

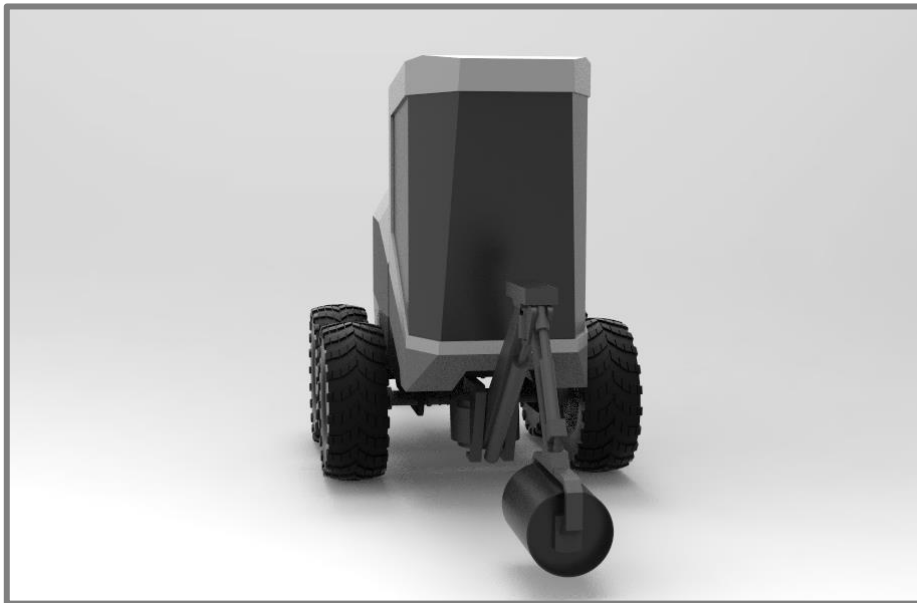
V pohledu shora lze vidět zúžení stroje v předu i vzadu. Důvodem je celkové odlehčení, v části kabiny i z hlediska dobré viditelnosti, v sektoru motorovém je upřednostněn protáhlý zúžený tvar pro celistvost stroje. Díky zúžení taktéž navazuje na pracovní nářadí. Horní zadní část je v hranách zkosená, celkově tedy zmenšena i v tomto prostoru, což umožňuje lepší viditelnost i do prostoru za strojem.



Obr. 4-8 Horní pohled varianty I

Přední plocha kabiny se směrem dolů rozšiřuje. Příčinou je nejen boční zkosení kabiny, ale i mnohokrát zmiňovaná viditelnost. Tento prvek taktéž napomáhá těžišti, které se snaží opticky položit co nejnižše stroje. Vzhledem k poměru výšky a šířky stroje se totiž nachází výše. Pro co největší spojitost mezi kabinou a pracovním

nářadí je hmota uprostřed kabiny, v její spodní části, odebrána. Její boční stěny se pak opticky střetávají v nejvyšším bodě uloženého ramene.

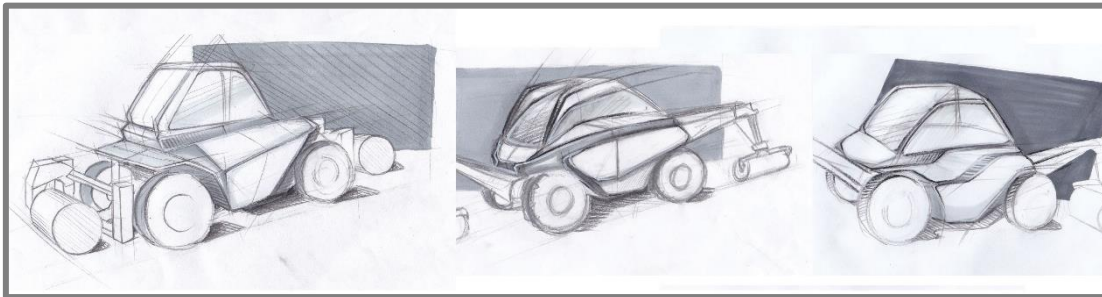


Obr. 4-9 Přední pohled varianty I

Celkově se jedná o návrh, jenž splňuje téměř veškeré požadavky pro práci na silnicích. Přesněji pro zhutňování krajnic. Z důvodu vysoké kabiny, tedy posazení řidiče ve vhodné výšce, je umožněno výborné viditelnosti na přední běhoun. Nelze to ale říci o běhounu zadním, který je mírně zakrytí motorovou částí a kvůli němuž se již řidič musí otáčet a naklánět šikmo dozadu. Velkým plusem je využití pracovního nářadí na obě strany, čímž není nikterak omezen pro práci na pravé či levé straně vozovky. Nedostatkem by pak mohlo být těžiště celého stroje, které se může stát hrozbou v okamžiku přemísťování běhounů.

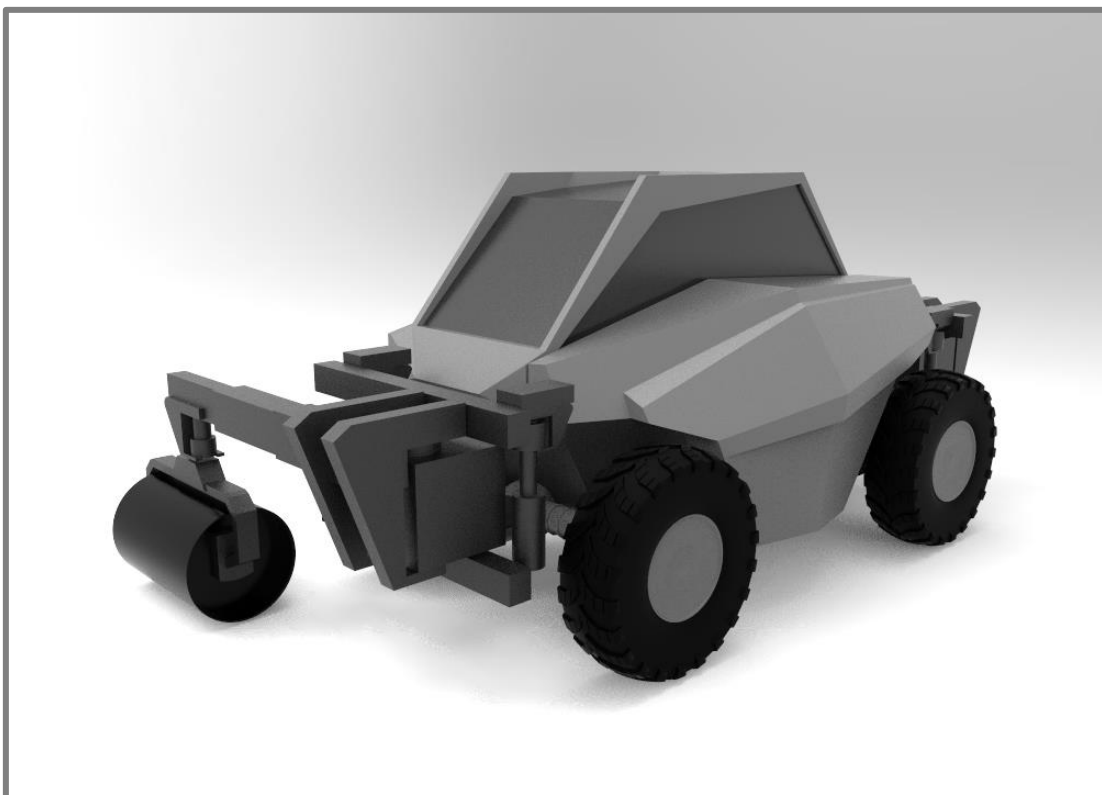
4.6.2 Design varianty II

4.6.2



Obr. 4-10 Skici varianty II

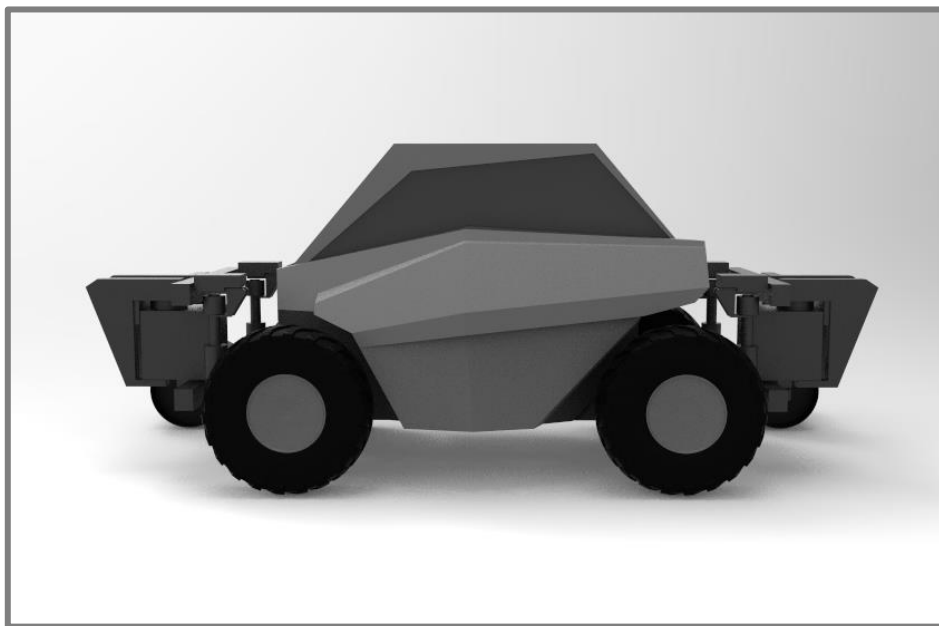
Druhý návrh vychází ze stroje teleskopický manipulátor. Kabina se nachází z důvodu viditelnosti na krajnici na pravé straně, po jejím levým boku je pak umístěn motor. Společně se snaží formovat celek, jež utváří celkový vzhled stroje. Na něj navazuje teleskopické rameno s běhounem vpředu i vzadu, jenž je posuvné pouze do pravé strany.



Obr. 4-11 Perspektiva varianty II

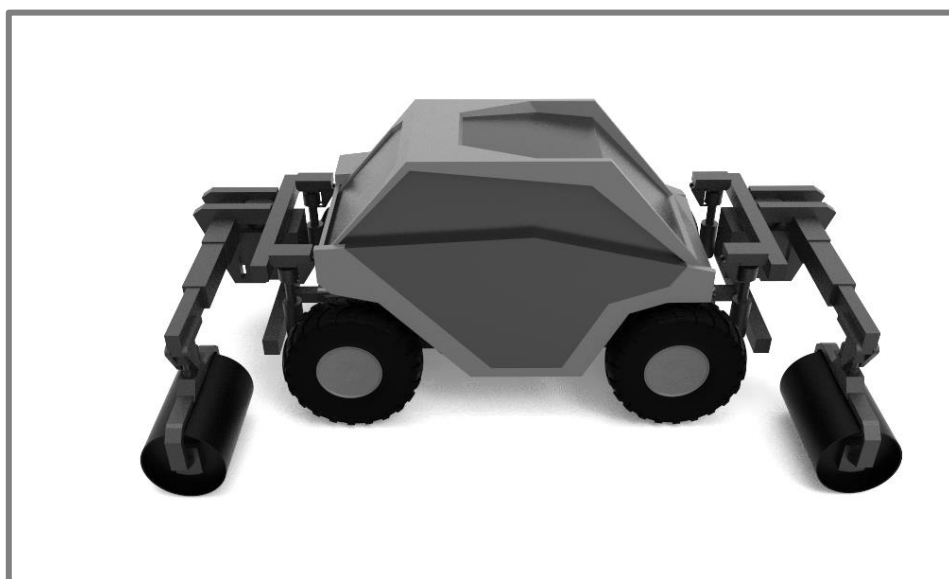
Tvarosloví motorové části je v jeho přibližné půlce rozbito vertikální hranou, jež vede po jeho celém krytování. Od ní se kapota směrem dopředu i dozadu zužuje z důvodu co nejpřesnější návaznosti na pracovní nářadí. Dominantním prvkem pak je vystupující část, v níž se nachází komponenty, určené pro snadnou a rychlou obsluhu. Směrem dolů hmoty naopak ubývá pro snadný přístup osoby ke stroji. Tvarování rámu kabiny

se pak směrem dozadu zmenšuje pro naznačení pohybu stroje, jež zároveň dodává zařízení na aerodynamičnosti.



Obr. 4-12 Boční pohled varianty II

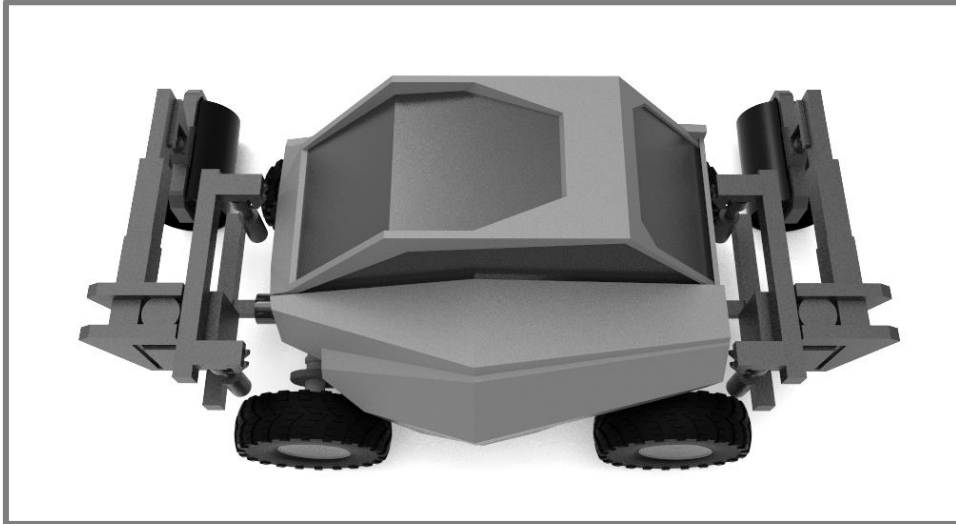
Vstup do kabiny je umístěn na její pravé straně. Tato plocha je z velké části prosklena a víceméně kopíruje její obrys. Ve výšce horní části krytu motoru se nachází zlom, od něhož celá plocha vystupuje do prostoru, čímž se snaží držet symetrii v rámci obrysu s levou stranou stroje. Výška pracovního náradí pak plynuje navazuje na lom, jenž tak opět vytváří pomyslnou linii a vizuálně tak rozděluje stroj na spodní pracovní část a horní, určenou pro obsluhu zařízení.



Obr. 4-13 Boční až horní pohled varianty II

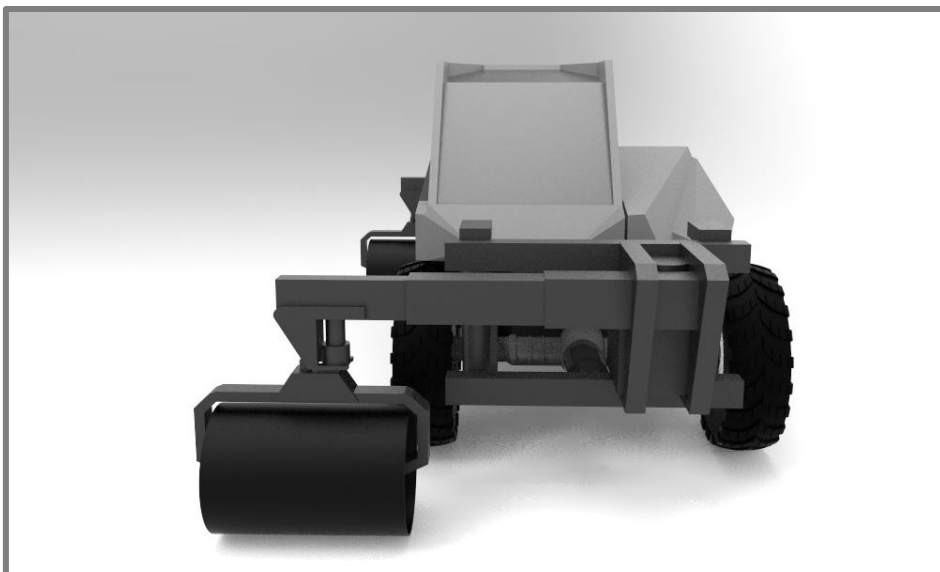
Horní plocha kabiny je z velké části prosklena pro dostatek světla uvnitř kabiny. Prosklená je pak i její zadní část. Spojení a krytí rámu se tak nachází v horní zadní

hraně, která tak i opticky spojuje boční stěny. Krytování v horní ploše se směrem dopředu rozšiřuje a končí v místě, které propojuje vertikála s lomením bočního krytu motoru.



Obr. 4-14 Horní pohled varianty II

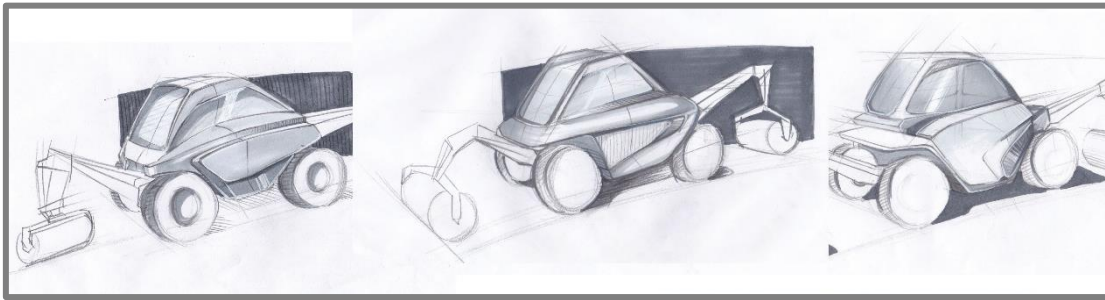
Jak lze vidět, pracovní nářadí je instalováno tak, že s ním lze sunout pouze na jednu stranu. Z tohoto důvodu je umístěna i kabina. Jedná se tedy celkově o asymetrický tvar stroje, který se však snaží díky svým proporcím a uspořádáním působit co nejrovnoměrněji. Příkladem toho je uchycení teleskopického ramene na opačné straně kabiny. Jelikož není podstatný rozsáhlý výhled do levé strany stroje, nemusí být prosklená jeho celá plocha, zároveň lze navýšit uložení motoru, jež v současné variantě dosahuje přibližně výšky poloviny kabiny. Přední strana kabiny se pak tvarově snaží navázat na přední plochu krytu motoru, čímž propojuje dva odlišné celky.



Obr. 4-15 Přední pohled varianty II

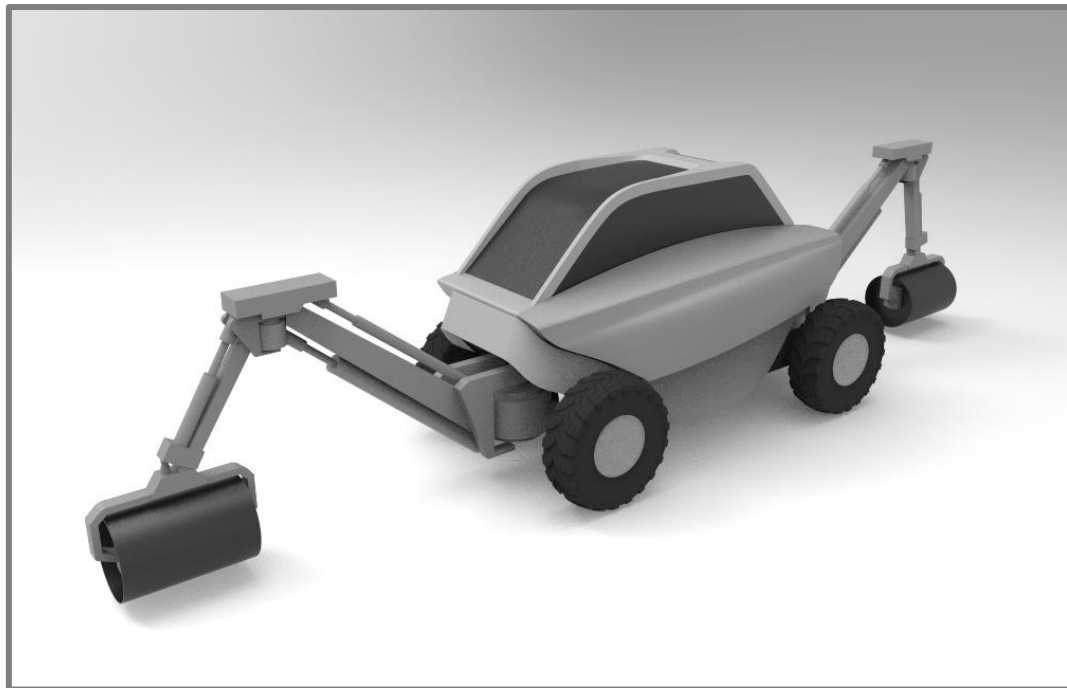
Druhý návrh pracovního stroje pro zhutňování krajnic je díky své šířce a níže položenému těžišti spolehlivější v rámci stability. Díky otočnému sedadlu uvnitř kabiny a možnému řízení v opačném směru, lze se strojem pracovat po obou stranách komunikace. Vhodně řešena je boční téměř celoprosklená plocha, která zajišťuje maximální výhled na práci. Konstrukce pro běhouny je v tomto případě jednodušší a s tím i souvisí její výrobní cena. Díky nízkému uložení nepřekáží ve výhledu řidiče a dodává stroji na mohutnosti a kompaktnosti.

4.6.3 Design varianty III



Obr. 4-16 Skici varianty III

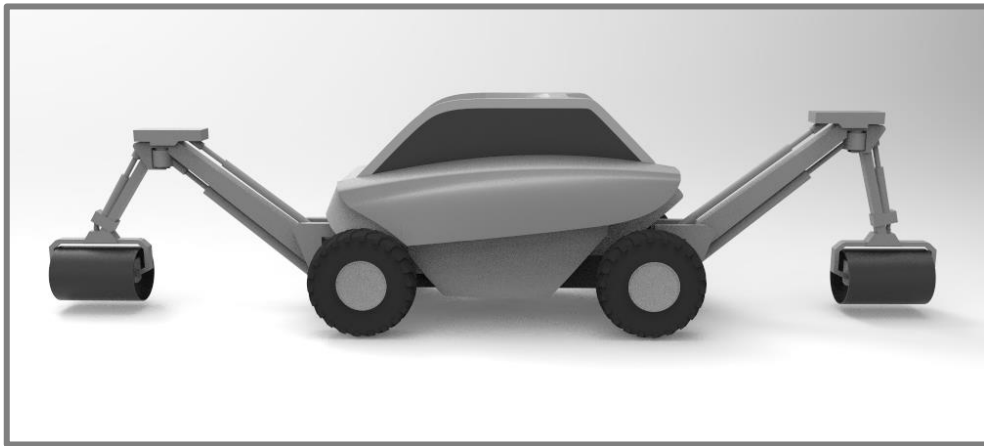
Stejně jako předchozí varianta, i třetí návrh vychází ze stroje grader. Tentokrát je však organičtějšího tvarosloví. Kabinu má umístěnou na pravé straně, vedle ní po levé se nachází motorový segment. Odlišné je však pracovní zařízení stroje. Je zde využito pohyblivé rameno s běhounem v přední a zadní části, stejně jako u varianty první.



Obr. 4-17 Perspektiva varianty III

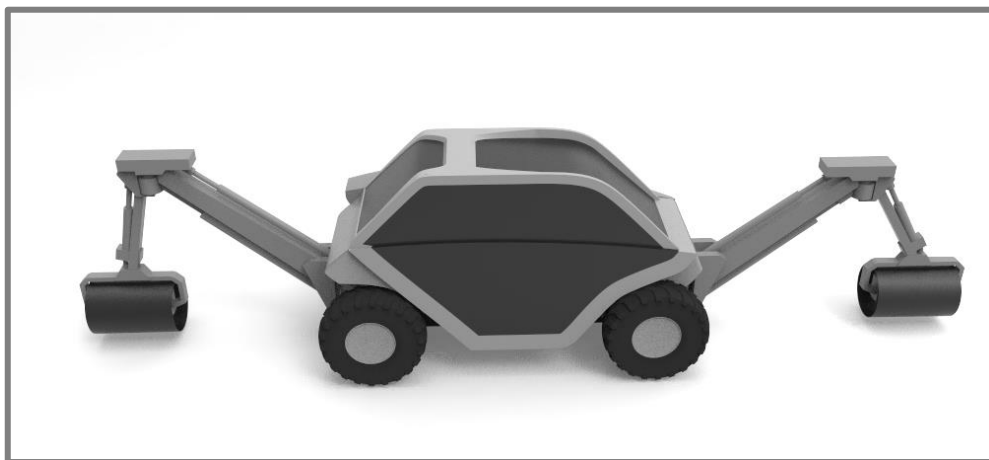
V poslední variantě je dominantním prvkem horní část motorového krytování, jež vystupuje do boku. Důvodem je taktéž uložení často užívaných součástí. Směrem dozadu se zužuje jakožto náznak pohybu vpřed, tudíž i náznak aerodynamičnosti. Její protažení naznačuje propojení prostředního sektoru s pracovním náradím vpředu i vzadu, prolis v pomyslné hraně bočního krytu pak celkový objem odlehčuje a zároveň kryt zpevňuje. Zakončení bočního krytování je pak vyrovnáno s nejpřednější hranou kabiny, čímž je dosaženo mírného souladu dvou odlišných celků. Stejně jako předchozí varianta i zde je úbytek materiálu ve spodní části pro lehký přístup ke stroji a jeho snadnou obsluhu. Minimalisticky pak bylo navrženo krytování rámu kabiny,

jenž se snaží plnit svou funkci, svým tvarováním korespondovat se zbylou kapotáží, avšak nenarušovat celkový vzhled stroje.



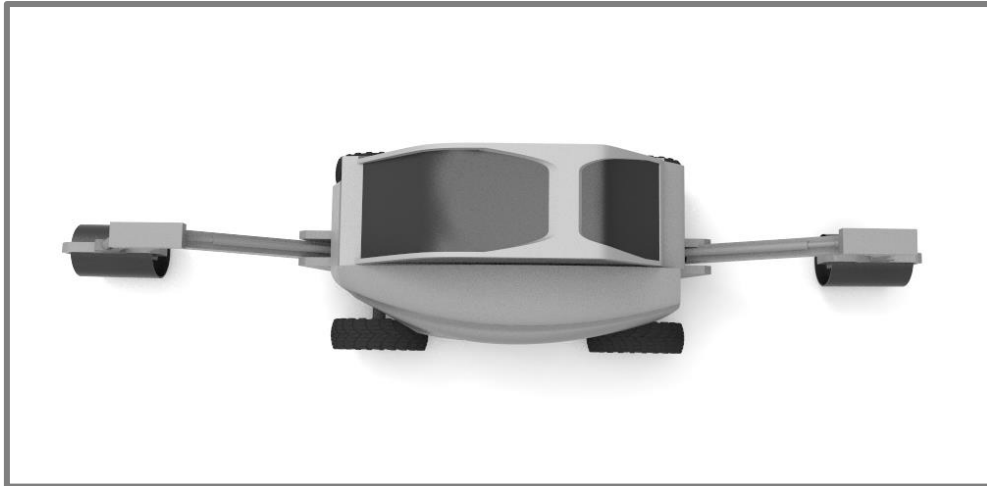
Obr. 4-18 Boční pohled varianty III

Opačná pravá strana je, stejně jako u varianty druhé, celá prosklená. Taktéž kopíruje horní linku krytu motoru v levé části stroje, čímž dělí rozsáhlou plochu na dva segmenty, kde ten spodní mírně vystupuje do boku a rozděluje tak prostor kabiny na část funkční a výhledovou. Což je mimo jiné jeden z důvodů využití skla pro celou plochu.



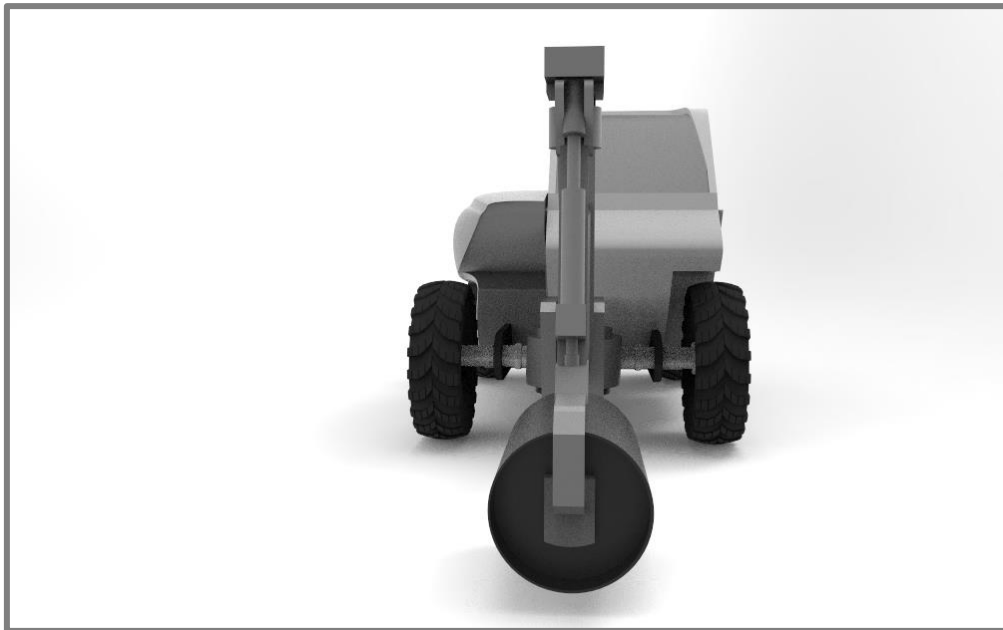
Obr. 4-19 Boční až horní pohled varianty III

V pohledu shora lze vidět minimální využití krytování. Kabina je tak více osvětlená a opticky prostorná. Spojení dvou bočních rámců kabiny se nachází pouze v jednom místě, a to v horní části, kterou nelze z pohledu osoby spatřit. I ukončení kabiny a bočního krytování motoru v zadní části stroje se nachází v jedné linii, ačkoli ne výškově. Zaoblený tvar boku se snaží celkově stroj zhmotnit, zároveň však také zmírnit jeho ostrost.



Obr. 4-20 Horní pohled varianty III

Co se vyváženosti týče, horní plocha krytu motorové části se nachází ve výši lomení kabiny, tedy v místě přechodu ze skla na kapotu. Vytváří tak opticky linii, jež je nicméně nabourána kabinou. Ta nemá žádný výrazný prvek na druhé straně stroje, kvůli čemuž uspořádání celků více navozuje dojem nevyrovnanosti. Sklon zadní skleněné plochy kabiny se pak rozšiřuje směrem dolů, čímž zajišťuje nejen dobrý výhled řidiče na běhouny.



Obr. 4-21 Zadní pohled varianty III

Kombinací první a druhé varianty vzniklo zařízení, jež zajišťuje dobrou viditelnost řidiče, který má lepší přehled o dění kolem sebe. Tvarově však prostřední část stroje příliš nekorresponduje s pracovním náradím geometričtějšího tvarosloví. Nevytváří tak pocit celku ale dvou odlišných prvků. Vibrační běhouny může využívat z obou stran, na stranu levou, především na zadní běhoun, je však špatný výhled, což by mohlo způsobovat nekvalitně odvedenou práci. Jednou z nevýhod je mimo jiné špatná viditelnost řidiče na silnici při stavu uložení běhounů, a z toho důvodu se nelze pracovní zařízení pro zhutňování krajnic přemísťovat samo, ale za pomoci jiného zařízení, čímž je navýšena cena použití stroje.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Finální návrh pracovního stroje pro zhutňování krajnic vychází z varianty druhé. Využívá jako základ teleskopického manipulátoru. Tedy podvozek, rozmístění technologických komponentů a pneumatiky. Kabina pro obsluhu stroje, jež se nachází na pravé straně stroje, nabyla co do velikosti díky absenci teleskopického ramene, čímž je řidiči umožněna lepší manipulace se zařízením. Díky jejímu zvětšení bylo také možné přidat druhý řídicí panel pro ovládání stroje v opačném směru.

Jedná se o zařízení, jež je určeno na stavby, a tudíž tomu odpovídá i jeho celkový vzhled. Design stroje působí robustně, bytelně a především spolehlivě. Zaručuje jistotu nepřevrnutí zařízení při vysouvání vibračních běhounů a zároveň také dbá na jeho estetickou stránku, aby se zaměstnanec cítil při práci příjemně a měl chuť jej obsluhovat.

5.1 Kompoziční řešení

Krytování pracovního stroje lze rozdělit dvěma způsoby. Horizontálně na sektor krytovací a funkční neboli horní a dolní část, nebo vertikálně na sektor kabinový a motorový. Jelikož se nejedná o symetrické zařízení, naopak o velmi členité a komplikované, tvarováním se snaží být dosaženo co největší kompaktnosti. Úkolem návrhu stroje je tedy především všechny tyto části sloučit do jednoho celku. Tuto úlohu nezastává pouze tvarování kapoty, ale také její barevné řešení.



Obr. 5-1 Perspektiva finální varianty

Dominantním prvkem je jeho krytování levé části. Směrem dopředu i dozadu se horní segment zužuje, čímž naznačuje pohyb stroje do obou směrů. Jedná se o místo uložení motoru, proto se v jeho střední části nachází průchody pro jeho odvětrávání.



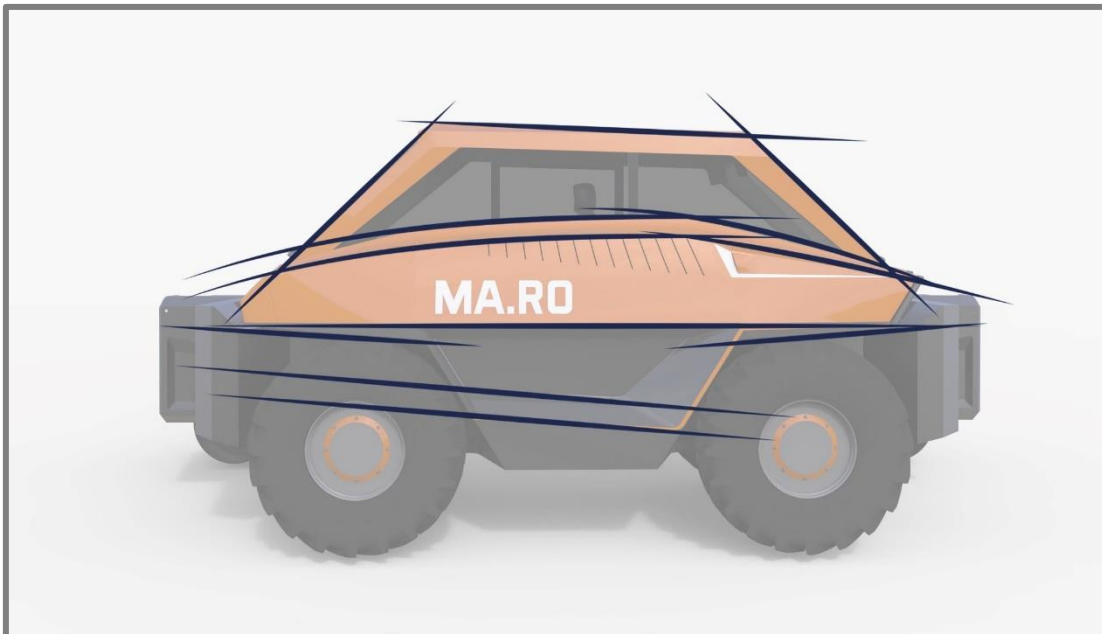
Obr. 5-2 Boční pohled finální varianty

Díky prolisu na zadní bočnici je upozorněno na ventil pro tankování paliva. Pro snadný přístup pak celý vrchní díl více vystupuje do prostoru než spodní, kterému naopak na objemu úložného prostoru ubývá. Důvodem je ovšem také zpevnění kapoty



Obr. 5-3 Detail I finální varianty

S tímto protvarovaným segmentem pak harmonizuje zbytek stroje. Její linie, jež se několikrát opakují, se soustřeďují do centra dění, tedy k vibračním běhounům, čímž zdůrazňují jeho funkci.



Obr. 5-4 Linie finální varianty

Z pohledu z boku lze vidět, že určitý sklon, tedy naznačení směru funkčních částí, se nachází i na střeše kapoty. Ta se směrem dozadu snižuje, což také zajišťuje odstranění všech nežádoucích objektů, které se na střeše vyskytnou. Tomu pak napomáhá i sklon v jejích bočních hranách, který je navíc mírně prohnutá a jež se směrem dozadu ztrácí.



Obr. 5-5 Detail II finální varianty

V přední části pak na tuto část plynule navazuje horní osvětlení, které zastupuje osvětlení míst, kam nedosáhne dolní osvětlení. Tedy těsně před přední pracovní nástroj. Směrem z boku mírně vystupuje, čímž mírně rozbíjí již čelní plochu a upozorňuje tak na mírně ohnuté sklo, jež lze vidět i z bočního pohledu.



Obr. 5-6 Detail III finální varianty

Boční dominantní krytování plynule přechází v přední masku, jejímž úkolem je právě stroj co nejvíce sjednotit, přičemž její tvarování taktéž navazuje na přední pracovní nástroj. Z pravé strany z ní plynule vystupuje kabina jakožto druhý nejvýraznější část stroje. Ve své střední části více vystupuje a směrem do stran naopak na materiálu ubývá. Důvodem je nejen navázání na další krytové komponenty, ale také zpevnění ploch a umístění spodních hlavních světel.



Obr. 5-7 Detail IV část finální varianty

Přední světla taktéž tvarově kopírují zbytek stroje. Využívá linií z přední kapoty, které pak tvarově respektují i vnitřní světelné součásti. Celkově jsou pak mírně zapuštěny dovnitř, přičemž úhel sklonu se směrem ke středu zvětšuje.



Obr. 5-8 Přední část finální varianty

Díky rozsáhlému využití skla je dosaženo výborné viditelnosti nejen na běžný silniční provoz při přemísťování stroje na jiné stavby, ale především také na hutněné krajnice zásluhou pravé strany kabiny, v horní části prakticky zcela prosklené.



Obr. 5-9 Perspektiva II finální varianty

Ve výhledu do pravé strany se pouze vyskytují dva sloupky, jež drží střechu kabiny a do kterých jsou vsazeny dveře pro nastupování a vystupování. Jejich spodní část pak koresponduje s druhou stranu stroje, čímž ho opět uceluje v jedno kompaktnější zařízení.



Obr. 5-10 Dveře finální varianty

Spodní část kabiny se do stran zužuje a směrem dopředu a dozadu plynule navazuje v další komponenty. Dozadu se napojuje na zadní část, která je barevně odlišena od zbytku horní kapotáže. Reflektuje zadní tvar kabiny i motorové části a spojuje tak stroj z pohledu zezadu do jednoho bloku.



Obr. 5-11 Zadní pohled finální varianty

Po stranách, v dostatečné výšce, aby přesáhla zadní pracovní nástroj, se do něj zapouští zadní osvětlení, jež rozděljuje na brzdová světla a ostatní světla křivka, vyskytující se v tvarování zadní části krytu motoru. Celek se pak nakloněn tak, aby dával co nejvíce prostoru právě pro zadní pracovní nástroj.



Obr. 5-12 Detail V finální varianty

Zadní sklo je na závěr mírně vpuštěno dovnitř. S předním sklem využívají tmavého zabarvení pro ukrytí všech funkčních prvků ve spodní části skla. Horní část se pak v krajích zaobluje, což dává prostor pro zadní horní světla, která tvarově napodobují okolní hrany a která jsou určena ke stejným účelům jako ta vpředu.



Obr. 5-13 Zadní sklo finální varianty

5.2 Velikost pracovního stroje

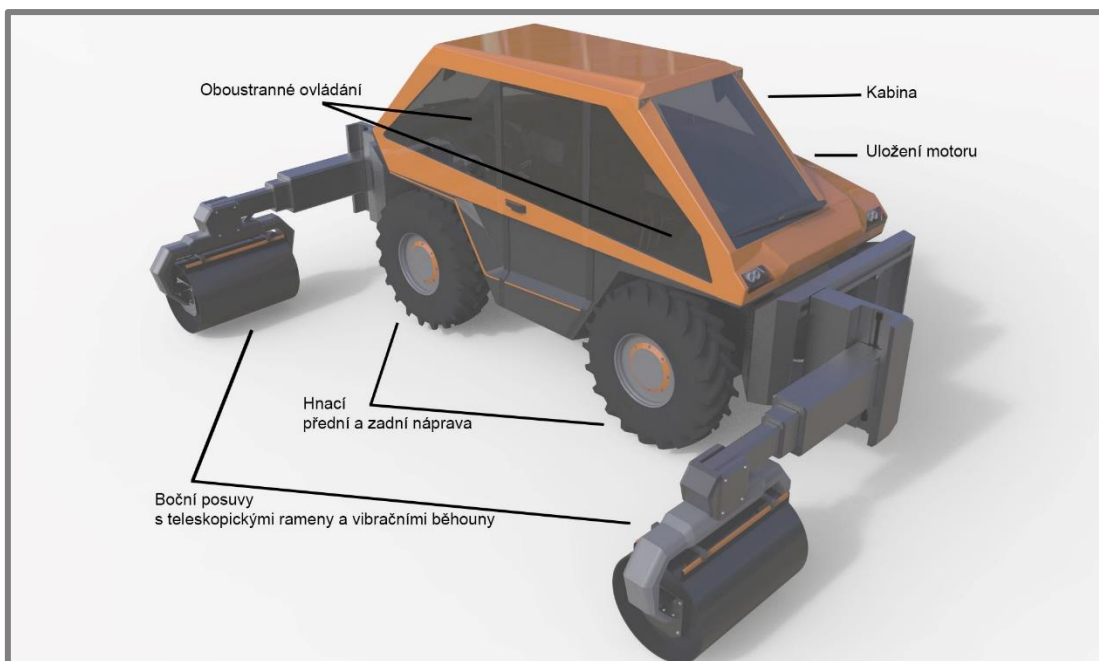
5.2

Velikost stroje je přizpůsobena potřebám hutnění a pohodlnému ovládní. Celková výška je tedy ovlivněna dobrou viditelností na pracovní proces a dostatečným místem pro sedící obsluhu. Jeho šíře dosahuje větších rozměrů nejen kvůli dostatku místa v kabině, ale také pro co nejnižší položené těžiště zařízení z důvodu jistoty nepřevrácení při vysouvání vibračních běhounů do stran. Při práci se tedy jeho pracovní šíře zvětšuje.

5.3 Hlavní uspořádání pracovního stroje

5.3

Celý stroj je rozdělen na střední část a pracovní nástroje vpředu a vzadu. Ty se skládají z bočních posuvů s teleskopickými rameny, na nichž jsou upevněny vibrační běhouny, se kterými lze pohybovat do strany. Ve střední části se pak nachází samotná kabina s možným oboustranným ovládním stroje a motorová část. Pro pojezd využívá obou hnacích náprav.



Obr. 5-14 Hlavní uspořádání finální varianty

6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Technické řešení

V následující kapitole budou popsány základní rozměry pracovního stroje pro zhutňování krajnic, jeho technické vlastnosti a vnitřní uspořádání.

V současné studii se řeší návrh pracovního stroje, jehož hlavním úkolem je práci co nejvíce dělníkům usnadnit a zároveň celkový proces zefektivnit. Vzniká tedy stroj, který využívá již dnes používaných technických komponentů, jenž jsou osvědčené a plní svou funkci dostatečně dobře. Celkový návrh tedy vychází ze stroje teleskopický manipulátor, od něhož si převzal podvozek, konstrukci a uspořádání kabiny a motorové části.

Právě díky této konstrukci lze v jeho přední a zadní části připevnit pracovní nástroj, se kterým lze pohybovat do stran. Důvodem, proč s válci ještě takto manipulovat, je samovolné přemístění stroje ze stavby na další pracovní místa.



Obr. 6-1 Poloha běhounů I



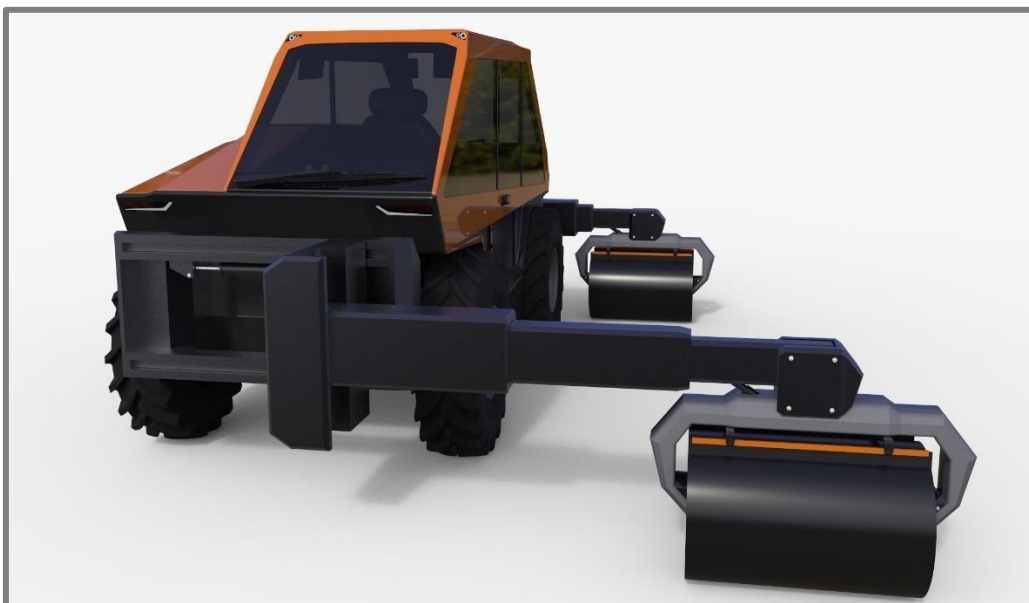
Obr. 6-2 Poloha běhounů II

Po ukončení pracovního procesu je jednoduše zasune před a za stroj a nehrozí tak žádné nebezpečí při přejezdu na pozemních komunikacích.



Obr. 6-3 Složení běhounů

Navíc, sám řidič si může určit vzdálenost válců od stroje při pracovním procesu. Pro jeho dobrou viditelnost na krajnici si stanoví vzdálenost stroje od krajnice a dle šíře krajnice využije válce pro hutnění. Ty se buďto překrývají, tudíž hutní krajnici o přibližné šíři 750 mm a která je již zhutněna dvakrát při jednom přejezdu, nebo se částečně překrývají pro větší rozměry krajnic.



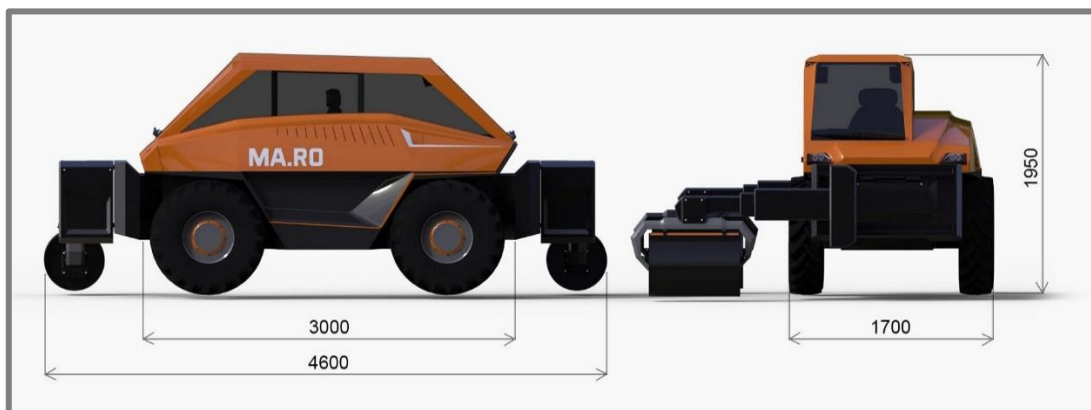
Obr. 6-4 Poloha běhounů III

Druhým, neméně důležitým důvodem, proč právě konstrukce teleskopického manipulátoru, je pak její šířka, který zaručuje dostatečně nízko položené těžiště. Je zde tedy vysoká pravděpodobnost nepřevržení stroje při práci na krajnicích.

Pracovní stroj pro zhutňování krajnic je určen pro krajnice jednoruhové až dvoupruhové, a to z toho důvodu, že ty vícepruhové se již hutní klasickými tandemovými vibračními válci. Dle předpisů se tedy jedná o krajnice od 0,5 m po 1,5 m, což zcela vyhovuje použitým vibračním běhounům.

6.1.1 Rozměry pracovního stroje a jeho hmotnost

Od uspořádání stroje se odvíjí jeho jednotlivé rozměry. Tou nejpodstatnější je pracovní šířka, která díky použití dvou vibračních běhounů začíná na 750 mm a končí na 1500 mm. Šířka kabiny dosahuje 900 mm a její délka činí 2910 mm, což zaručuje dostatek místa pro řidiče. Šířka v přejezdové poloze je 1800 mm, naopak jeho maximální šířka pro práci na krajnicích udává 3300 mm. Vzhled stroje se tedy během jeho používání velice mění, a proto je důležité myslet na jeho veškeré možné polohy a upravit tomu celkový design stroje. Délka stroje zůstává konstantní a to 4600 mm, bez pracovního nástroje vpředu a vzadu pak 3000 mm. Výška stroje dosahuje necelých 2000 mm.



Obr. 6-5 Rozměry pracovního stroje

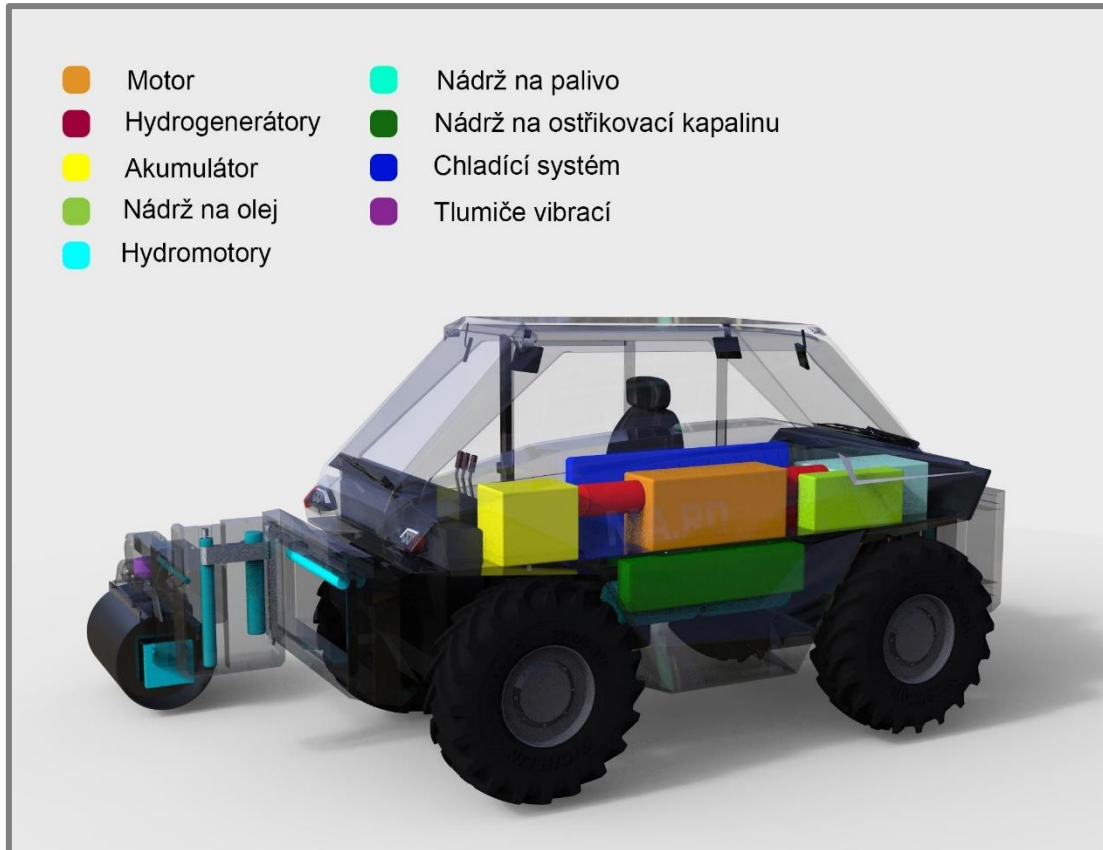
Hmotnost stroje se odvíjí od používaných technologických komponentů. Při využití dvou vibračních běhounů, dvou teleskopických ramen a dvou bočních posuvů se hmotnost stroje vyšplhá až k 10 t.

6.1.2 Technické vlastnosti pracovního stroje

Základ stroje:	Teleskopický manipulátor
Pracovní nástroje:	Teleskopická ramena s bočními posuvy Vibrační běhouny
Vibrace:	Kruhové
Podvozek:	Kolový
Rám:	Příhradový
Řízení:	Hnací přední i zadní náprava, využití tzv. krabího chodu
Pohon:	Hydrostatický

6.1.3 Funkční uspořádání

Téměř všechny vnitřní technické součásti se nachází na levé straně stroje vedle kabiny. Jejich rozmístění je dáno jejich funkcemi nebo snadnému přístupu. Ať již kvůli tankování, doplňování tekutin či případným opravám.



Obr. 6-6 Vnitřní uspořádání pracovního stroje

Pohon

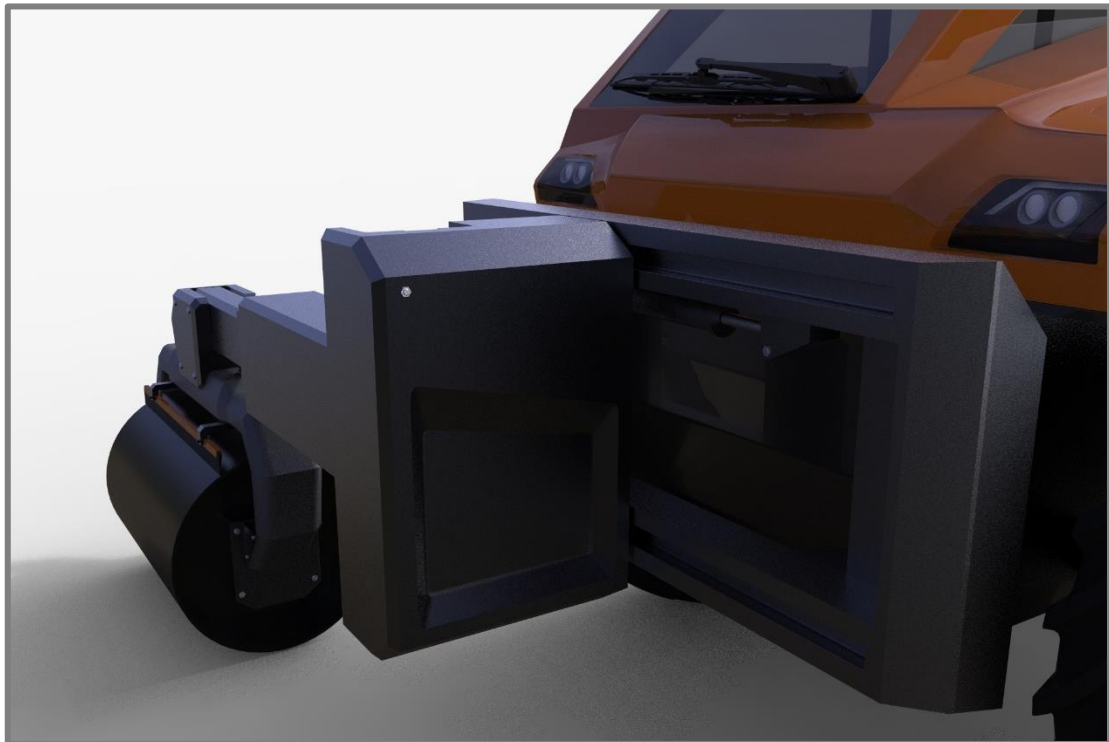
Pohonnou jednotkou je diesellový motor. Pohání čtyři různé okruhy a to pojezd, řízení, pohyb teleskopických ramen a vibrace. Následně tedy budou tyto okruhy popsány zvlášť a detailněji.

Pro pohon pojezdu se za motorem nachází regulační hydrogenerátor, skrz který se mechanický výkon přetváří na výkon hydraulický. Vedle něj je pak ještě umístěn další pomocný generátor pro nádrž na hydraulický olej. Následně je hydraulický výkon pomocí hydraulického vedení přenášen do hydromotoru, kde se výkon přetváří zpět na výkon mechanický, který pokračuje dále přes převodovku a diferenciál na přední a zadní nápravu.

Pohon pro řízení funguje na stejné bázi jako pohon pojezdu. Na motor má napojen vlastní hydrogenerátor, skrz něj se výkon dostane až do hydromotorů.

Pohon pro pohyb bočního posuvu, teleskopických ramen, uvolnění ramene v ose z a náklon válce pro jeho přizpůsobení povrchu zajišťuje třetí hydrogenerátor, který výkon přetváří stejně jako předchozí dva pohony. Změnou v tomto případě je výskyt

rozvaděče, umístěný před hydromotory, jenž je nutný pro oddělení obvodů a dosažení tak pohybu dané části dle potřeby.



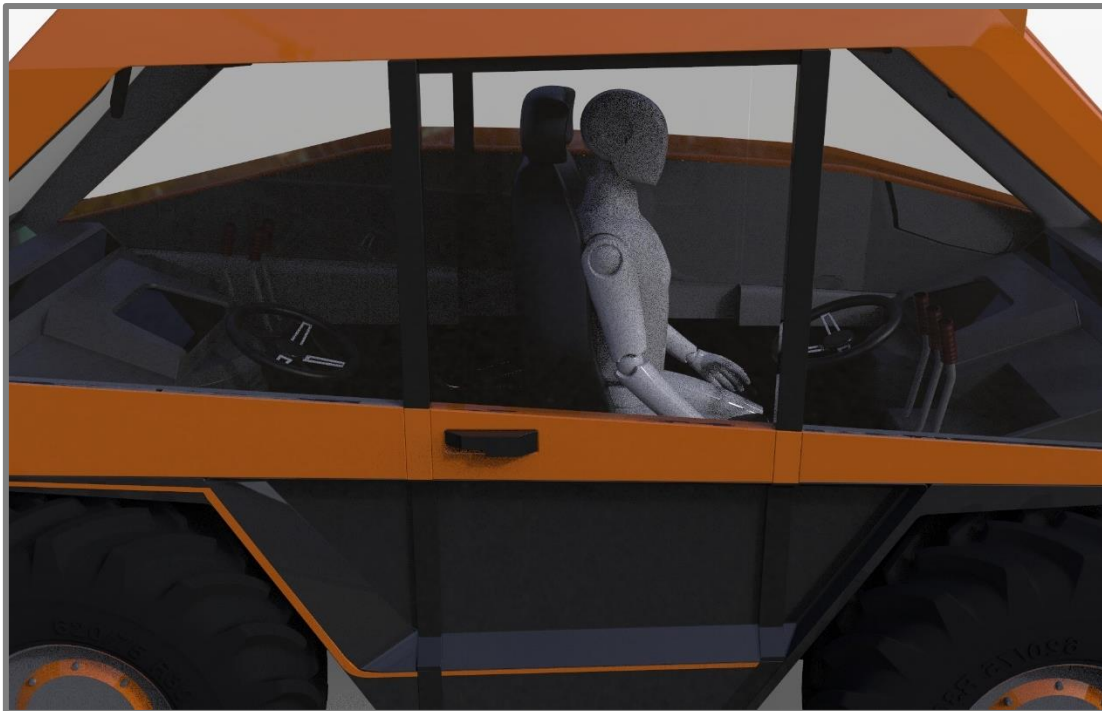
Obr. 6-7 Detail pracovního nástroje

Posledním je pohon vibrací, který je napojen na hydrogenerátor pro řízení. Jelikož stroj využívá dvou vibračních běhounů, je taktéž nutný výskyt rozvaděče, který výkon rozdělí do více hydromotorů.

Důvodem většího množství použitých hydrogenerátorů je nejen kvůli snadnému oddělení okruhů, ale především kvůli bezpečnosti při práci. Proto má vždy pohon pro pojezd svůj vlastní hydrogenerátor. Nenastane tak situace, že při jakémukoli poškození hadic či jiných komponentů při pohybu válců nebudeme schopni stroj ovládat.

Kabina

Aby práce na krajnicích byla co nejjednodušší, lze stroj řídit i v opačném směru. Není tudíž zapotřebí se se strojem vracet na začátek jeho pracovního procesu. I když tedy lze s běhouny posouvat pouze do jednoho směru, lze stroj ovládat v jakékoli situaci. Tedy na pravé i levé straně vozovky, ve směru i proti směru jízdy. Nelze tedy opomenout, že se uvnitř kabiny musí nacházet otočné sedadlo.



Obr. 6-8 Kabina

Pro ještě lepší přehled o práci na krajnici nám neslouží boční zrcátka, ale již kamerový systém, která nám přenáší obraz na čtyři obrazovky, umístěné uvnitř kabiny. Dvě vpředu a dvě vzadu.



Obr. 6-9 Kabina zevnitř



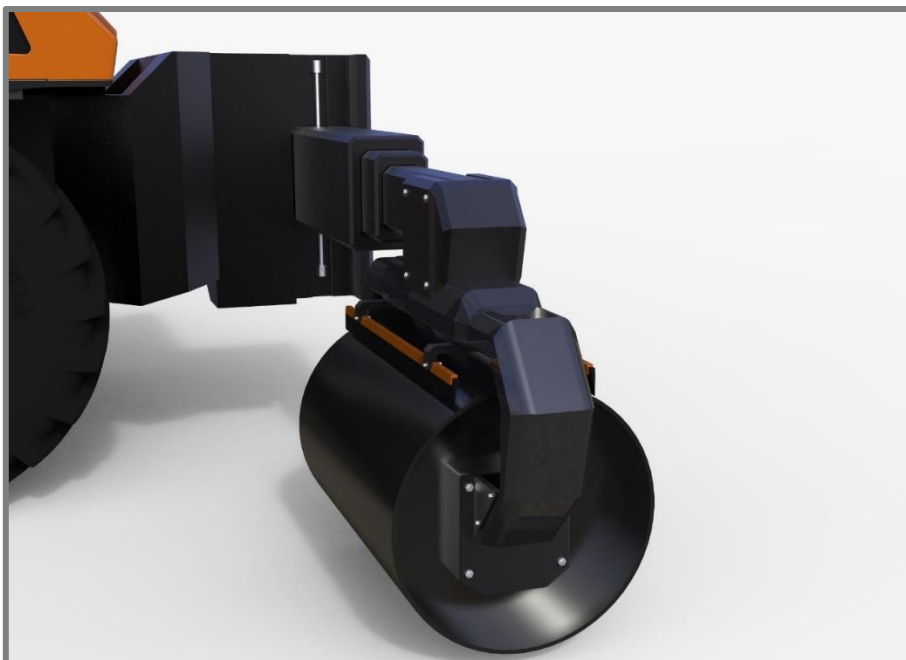
Obr. 6-10 Kabina detail

Pneumatiky

Pro jezd slouží pneumatiky od formy Michelin, řada Michelin Power, typ 132 A8.

Vibrační běhouny

Pro hutnění jsou zvoleny dva vibrační válce o šířce 750 mm. Provozní hmotnost jednoho pak činí přibližně 500 kg. O průměru měří 500 mm a jeho rychlost je až 2,5 km/h. Ke chlazení je nutno zapotřebí nádrží na vodu o objemu až 30 l pro jeden běhoun.



Obr. 6-11 Vibrační běhoun

Vibrace

Válce využívají tradičních vibrací, kde vzniká kruhová vibrace pomocí rotujícímu excentrickému závaží na jednom hřídeli, které se natáčí vůči sobě. Viz Obr. 2.17.

Tlumení vibrací

Pro zmírnění vibrací a jejich co nejmenšímu přenosu z válce do stroje je na konec teleskopického ramene vložen silentblok, gumokovový tlumič.

Aby se válce přizpůsobovaly hutnímu povrchu a konaly tak stoprocentní práci, je nad válcem umístěn pístový hydromotor, který zajišťuje jeho přibližně požadovaný sklon. Důležitým faktorem je taktéž uvolnění válce v ose z. Celé rameno je tedy ve dvou místech pomocí pístu možno v ose z uvolnit. Částečné uvolnění ramene se nachází na dvou pístech z toho důvodu, aby při sklonu vozovky 8° nedocházelo k poškození pracovního zařízení.

Na válcích nesmí chybět kropící systém. K tomu slouží nádrže na vodu v motorové části a postřikovače nad válci, které je očišťují a chladí i s právě ztuhlým povrchem. K očištění slouží také škrabáky z důvodu neodržení se materiálu na válcích.

Osvětlení

Osvětlení je důležitým prvkem každého vozidla, které se pohybuje na komunikacích. Důvodem je bezpečnost, tedy aby řidič viděl a byl viděn. A i pracovní stroje, které jsou určeny pro fungování během dne, musí disponovat osvětlením. Mohou nastat situace, kdy se viditelnost sníží natolik, že nelze bez světla nadále pracovat. Příkladem může být mlha. V případě pracovního stroje pro zhutňování krajnic je to nutností i z důvodu samostatného přemísťování bez pomoci jiného zařízení.

Přední i zadní světla se na pracovním stroji skládají téměř ze stejných částí, jako klasická vozidla. Jelikož je vozidlo oboustranné, zepředu i zezadu se nachází světla obrysová, potkávací, dálková, brzdová, mlhová a směrová.

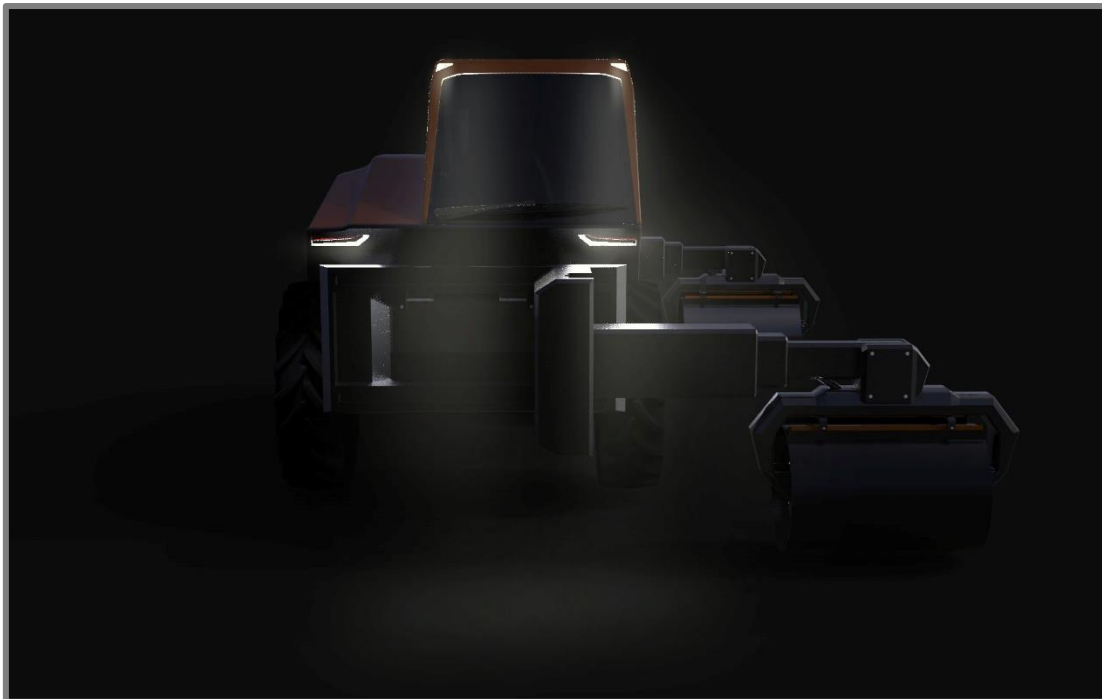


Obr. 6-12 Přední osvětlení

Pro dostatečnou viditelnost před stroj jsou ještě do horní části kabiny vloženy zepředu i zezadu dvě světla navíc, která dosáhnou těsně před válce. Zaručují tak maximální bezpečnost při obsluze stroje.



Obr. 6-13 Noční osvětlení, přední světla



Obr. 6-14 Noční osvětlení, zadní světla

6.1.4 Materiál

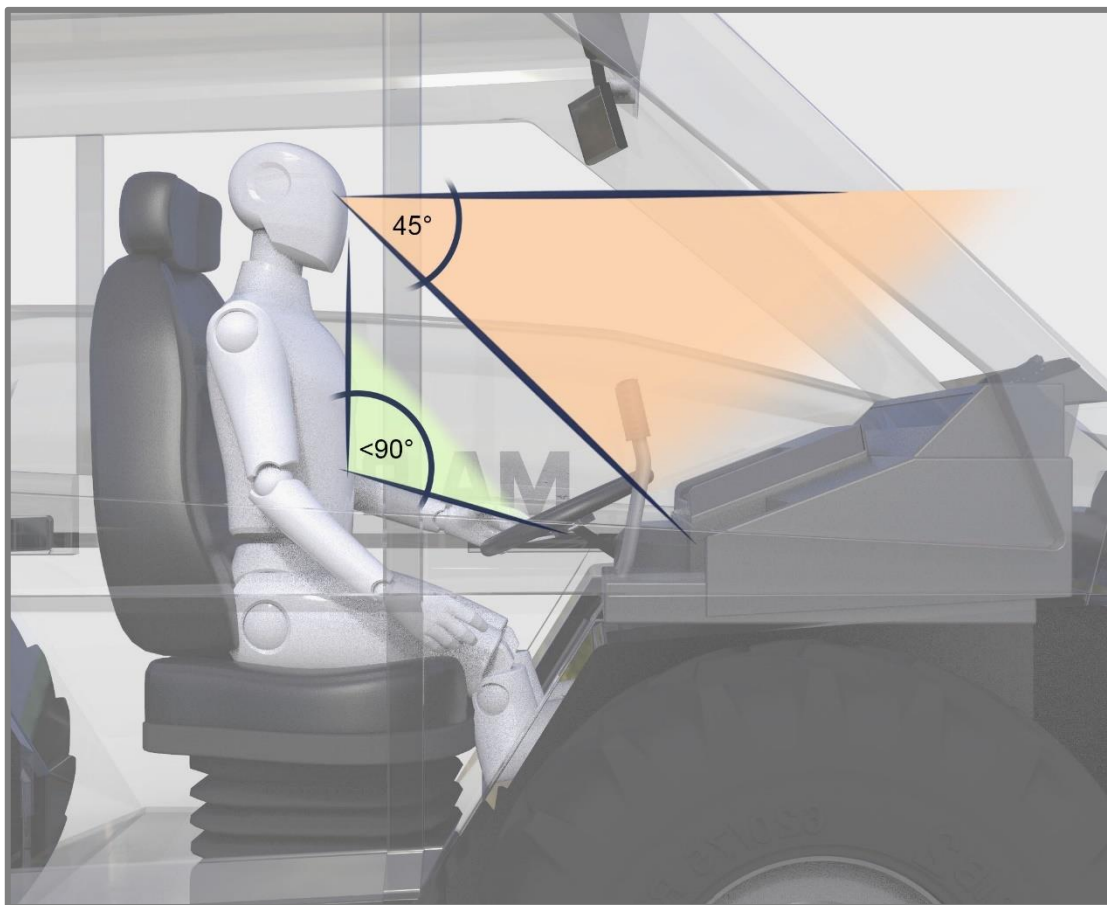
Pro výrobu karoserie je zvolena technologie laminování a ohýbání. Jednotlivé díly jsou pevné, lehké, přesné, jejich tloušťka činí několik málo milimetrů a dají se lehce sundat ze stroje v případě nutnosti opravy motoru či jiných situací. Navíc je lze snadno a rychle povrchově upravovat dle potřeb zákazníka.

6.1.4

6.2 Ergonomické řešení

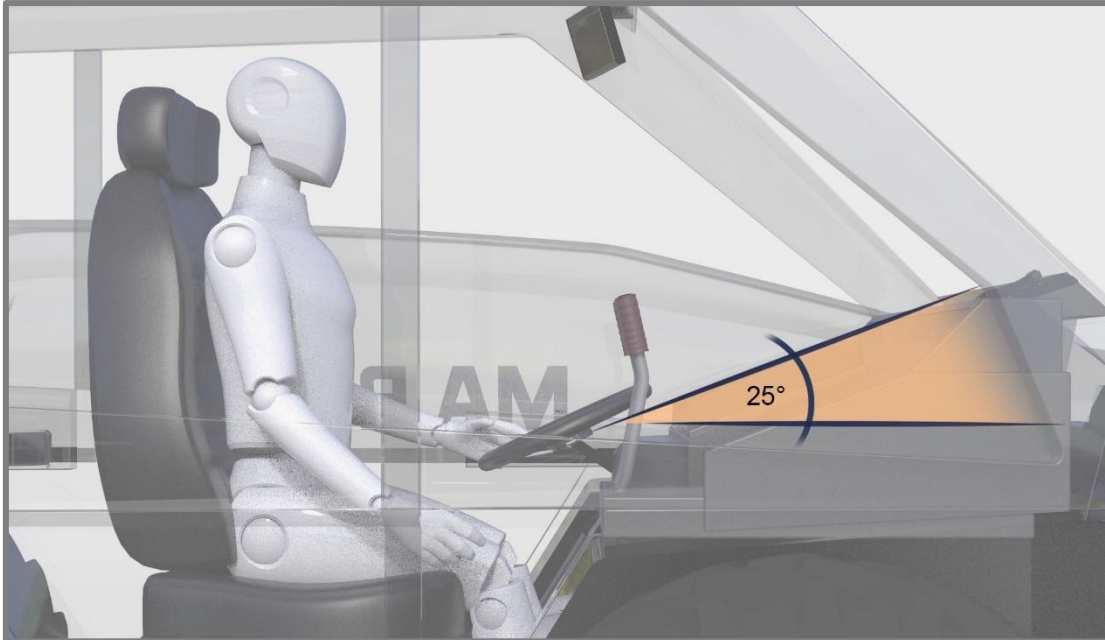
V rámci ergonomie je kladen velký důraz právě na pohodlí obsluhy. Aby při práci řidič dobře viděl na krajnice, aby se mu pohodlně sedělo a vydržel tak svou práci vykonávat několik hodin.

Důležitý je tedy prostor uvnitř kabiny. Řidič musí mít kolem sebe dostatek místa, zároveň je však nutno neumisťovat věci příliš daleko. V takovém případě by se musel jedinec stále natahovat či zohýbat, což by vedlo k jeho brzké únavě. Nejdůležitějším faktorem je tedy umístění sedačky, jež se nachází v dostatečné vzdálenosti od volantu a dalších ovládacích prvků. Řidič tedy sedí vzpřímeně a ruce má natažené pod úhlem mírně větším jak 90° od těla pro osobu vysokou 180 cm.

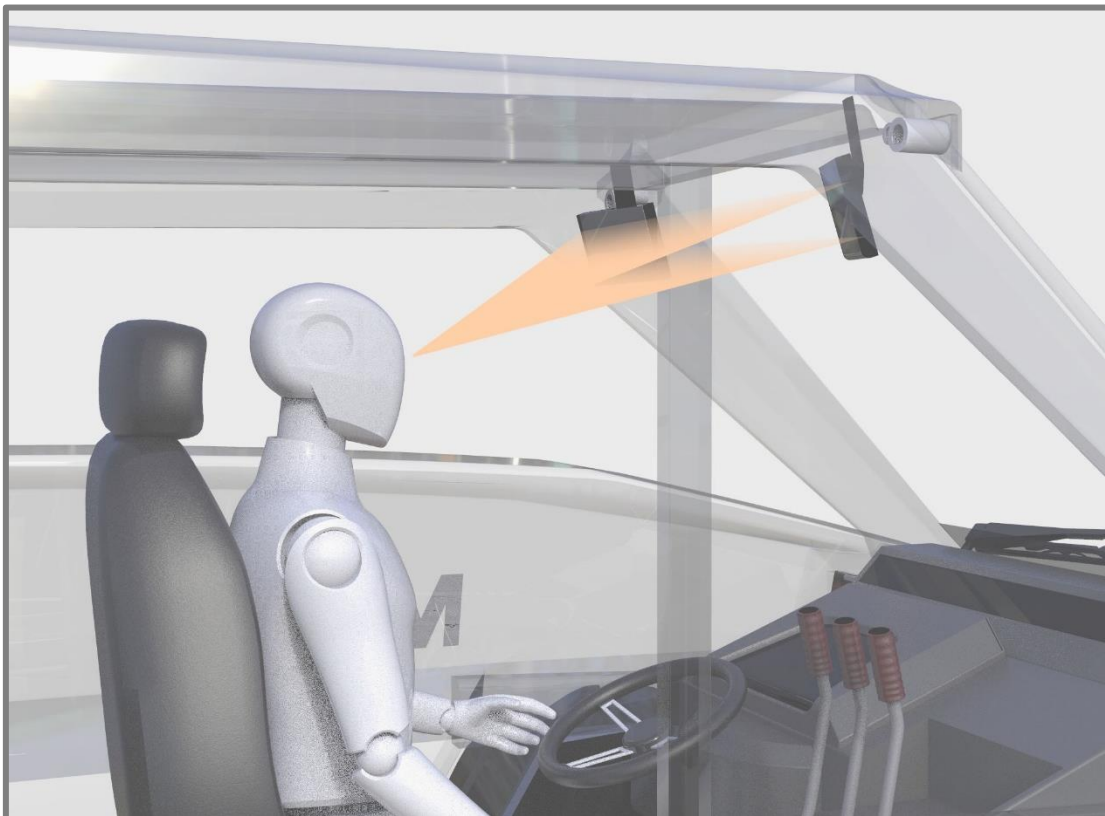


Obr. 6-15 Výhled, posed

Ovládací panel se nachází přímo před sedícím řidičem, nad volantem, v klasické poloze. Je pod úhlem 25° od horizontály, což zjednodušuje čtení potřebných informací. Také obrazovky se nachází o trochu výše, než je horizontála ve výšce očí. Nepřekáží tak ve výhledu a řidič má na ně stále pohodlný výhled.

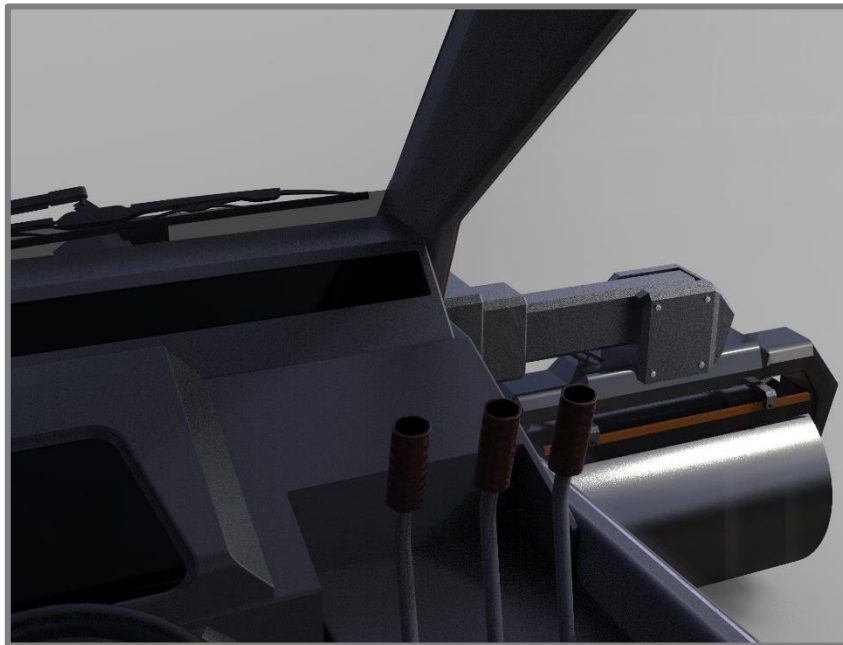


Obr. 6-16 Poloha informačního panelu



Obr. 6-17 Výhled na obrazovky

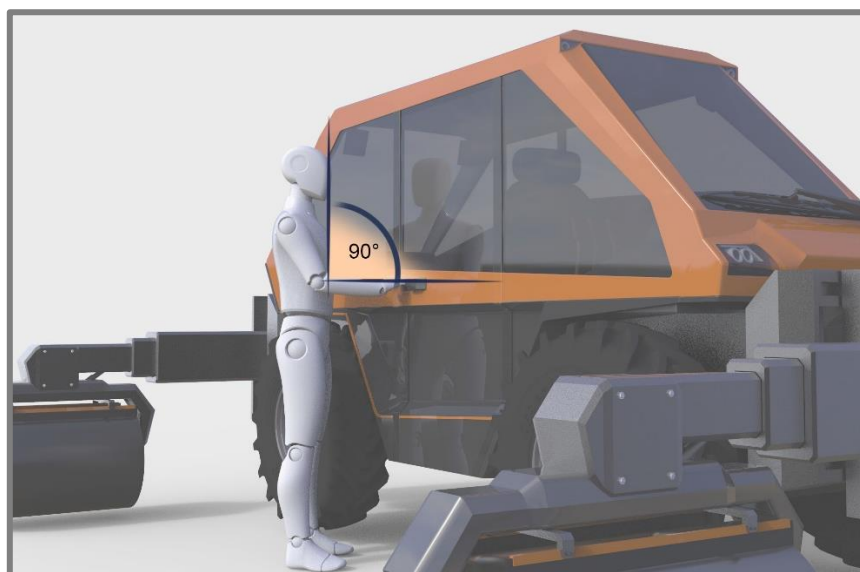
Co se výhledu týče, boční sloupky se směrem dolů zužují, což má za následek lepší viditelnost ven z kabiny. Ve výšce očí pak měří na šíři 180 mm.



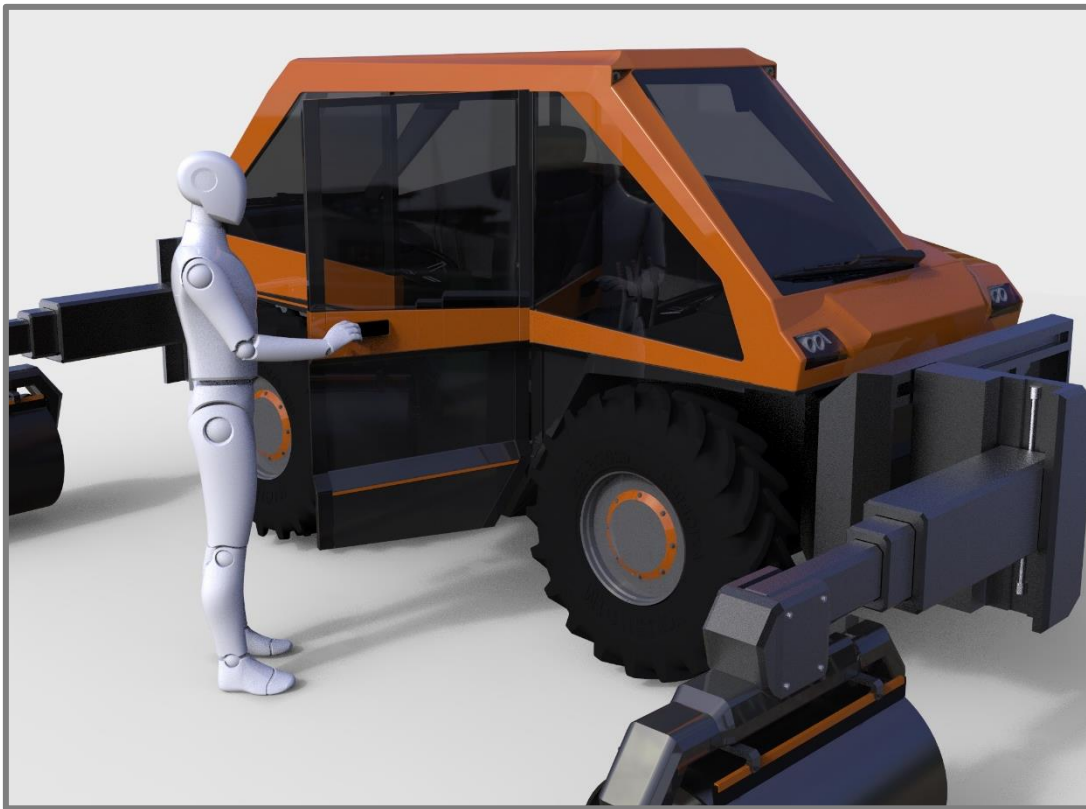
Obr. 6-18 Výhled na pracovní nástroj

Stejným způsobem je pak uspořádání vnitřních prostor i z druhé strany kabiny pro pojezd v opačném směru.

Při nástupu do kabiny se rukojeť nachází v příjemné poloze vzhledem k tělu. Tedy pod úhlem přibližně 90°. Dveře jsou umístěny do středu kabiny, mezi kola, což zaručuje pohodlný přístup a snadnou manipulaci s nimi. Jsou široká 750 mm, tudíž dostatečně velká pro různou sortu lidí. Prostor pro nohy při nástupu a výstupu je tak co nejvíce uvolněn.



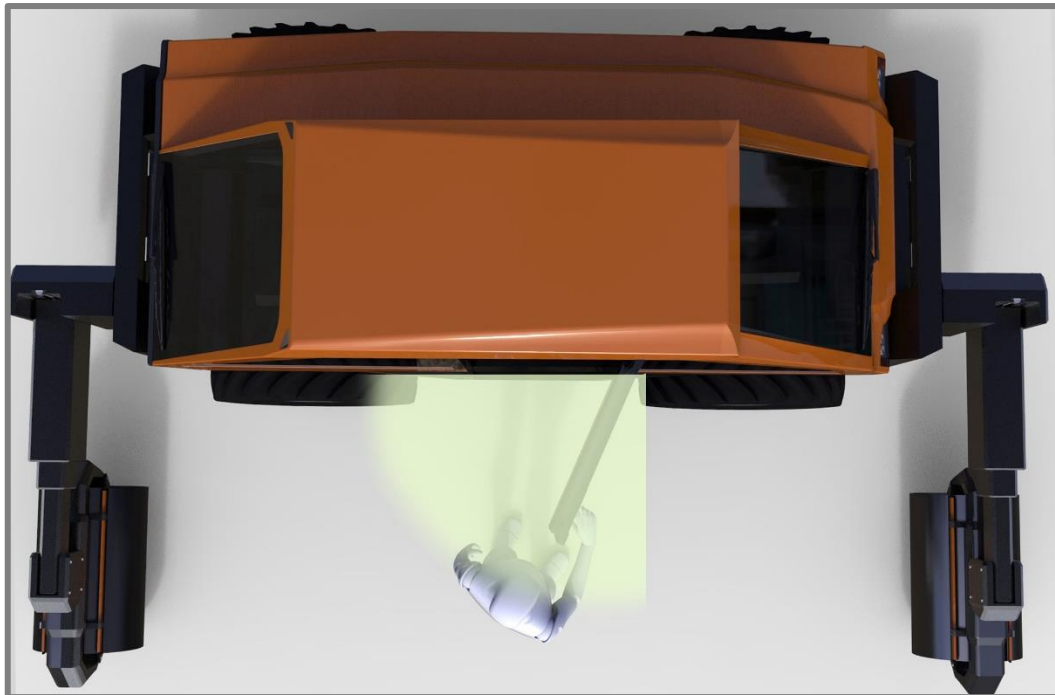
Obr. 6-19 Výška madla



Obr. 6-20 Přístup ke dveřím I



Obr. 6-21 Přístup ke dveřím II



Obr. 6-22 Prostor pro otevírání dveří

Údržba stroje

Nedílnou součástí je také údržba stroje. Velice často se musí doplňovat palivo, a proto je důležité, aby měl řidič snadný přístup k nádrži. Krytka se nachází ve výšce, snadno dosažitelné, navíc je blíže ke středu, kde je prostor pro nohy pod podlahou stroje.



Obr. 6-23 Tankování

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Barevné a grafické řešení je také velice podstatnou složkou celkového designu produktu. Ve většině případech má nejen funkci vizuální, ale i funkční. Častokrát na něco upozorňuje, například na nebezpečí či odlišuje od ostatních komponentů. Na každý produkt má tedy barva určitý vliv, který se přenáší na jeho uživatele. V mnoha případech má barva naopak uklidňovat. Zásadní je proto barvy a grafiku dobře volit dle potřeb a požadavků na zařízení.

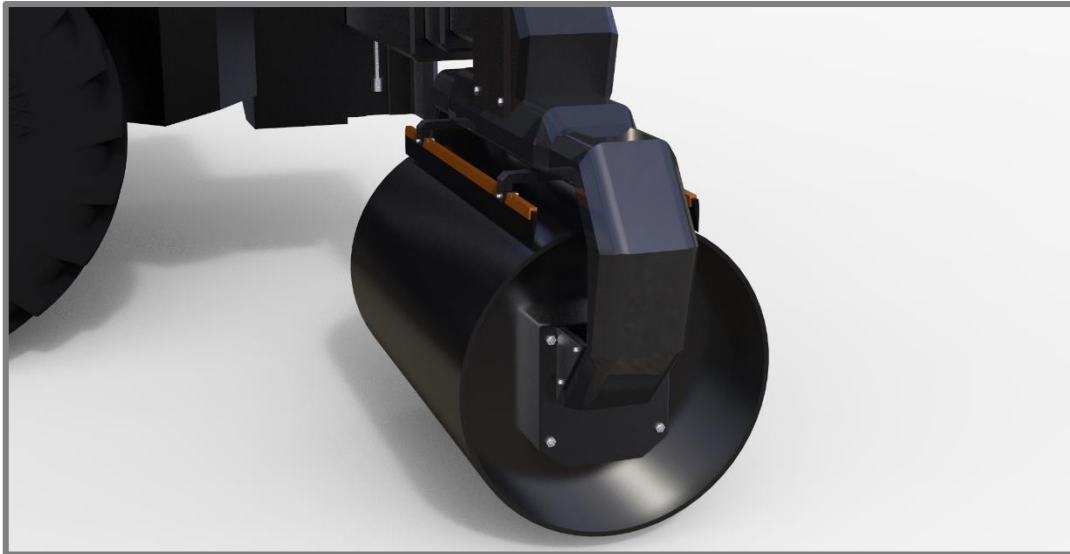
7.1 Barevné řešení

Barevné řešení pracovního stroje pro zhutňování krajnic dosti závisí na prostředí, kde se produkt bude využívat. Jak již bylo mnohokrát zmíněno, jedná se o stroj, jehož cílem je hutnit krajnice, tudíž s ním bude zaměstnanec pracovat na stavbách po dobu celého dne, v dobrých i méně příznivých podmínkách. Stroj MA.RO proto musí být dostatečně viditelný i z dálky, aby se zabránilo případným nehodám. Zároveň se však vyskytuje v prostředí, kde se velice rychle ušpiní a z důvodu prakticky neustálého používání není čas o stroj dennodenně pečovat. Proto není rovněž vhodné volit pro takové zařízení světlé barvy.

Pracovní stroj pro zhutňování krajnic MA.RO je navržen tak, aby dostatečně upozorňoval okolí na svou přítomnost. Jako hlavní barva je zvolena oranžová, jakožto barva, která se užívá také jako varování. Nachází se z většiny na střední části stroje, aby byla dobře vidět a celé zařízení ucelovala, což je jedním z cílů diplomové práce. Upozorňuje tedy na kabinu a motorovou část. Aby však MA.RO nepůsobilo příliš horizontálně odděleně, oranžové prvky se nachází i ve spodní části. Je zvláště oblast vybraní materiálu pro zpevnění plochu a dále jako funkční prvek, disky kol. V neposlední řadě se vyskytuje na škrabácích běhounů. Lze teda říci, že je oranžová barva využita v místech, kde upozorňuje na funkci stroje či jeho část.



Obr. 7-1 Barevné řešení



Obr. 7-2 Detail barvy

Druhou doplňující barvou je barva šedá až černá. Jejich hlavní funkcí je především zakrytí nečistot na zařízení, druhou pak doucelit objekt. Společně s oranžovou se tedy vzájemně doplňují a vytvářejí s produktu zcela nový, bezpečný, vizuálně pohledný stroj.

Další použitou barvou, která se vyskytuje v místě tankování a na logotypu je barva bílá. Jedná se o neutrální odstín, který celý produkt podtrhuje a pomocí detailů mu přidává na hodnotě. Světlý odstín se opakuje též uvnitř kabiny, jako polstrování. Je zde proto zajištěna i kompatibilita mezi exteriérem a interiérem stroje. Šedivé disky, tmavá klika, přiznané ocelové šrouby a další detaily pak celý produkt dotváří a dodávají mu na robustnosti a pevnosti.



Obr. 7-3 Interiér

Mimo finální barevné řešení vznikly během navrhování další barevné varianty, jakožto možné modely pro výrobu.

Další variantou je žlutý odstín, který se na stroji vyskytuje ve stejném měřítku jako barva oranžová. Jedná se taktéž o velice výraznou barvu, kterou lze na dálku vidět. Chybí zde však barva bílá, která by v kombinaci se žlutou zanikala, a proto ji nahradila již použitá barva, tmavě šedá.



Obr. 7-4 Barevné řešení - žlutá

Posledním, více odlišným řešením, je varianta tmavě šedé barvě se světle hnědou. Jedná se o odstín, který vystihuje pracovní prostředí stroje a reflektuje jeho funkci. Barevně odlišena je pouze kabina, zbytek stroje je v tmavě šedé, čímž je vizuálně oddělena motorová část od části pro sedící obsluhu. Ta je doplněna grafikou v barvě bílé a světle hnědé, díky čemuž stroj působí industriálně.



Obr. 7-5 Barevné řešení – světle hnědá

Pro upřesnění použitých barev následuje tabulka, jež zobrazuje jednotlivé barvy dle celosvětově uznávaného standardu pro stupnici barevných odstínů.



Obr. 7-6 Použité barvy RAL

7.2 Grafické řešení

Mimo barvy, již zmiňovaná grafika velice výrazně pozmění samotný vizuál stroje. Proto je třeba dbát na i na detaily ve formě polepů, log a dalších.

Logotyp

Logo pracovního stroje je akronymem anglické složeniny Machine for roadsides. Přejata jsou vždy první dvě písmena z klíčových slov. Společně pak s frází, pro snadné hutnění, v angličtině, for easy compaction, utváří celkový reklamní logo pro další marketing.



Obr. 7-7 Logotyp MA.RO

Návrh loga alias názvu byl navržen tak, aby vizuálně korespondoval se zbytkem pracovního stroje. Nejedná se tudíž o zdobné písmo, naopak o jednoduché, lehce čitelné a aby působilo ostře. Vybraným fontem je Aero Matics a jeho řezy. Je použito i více odstínů pro dané části.

Na stroji je umístěno v bílé barvě na boční straně stroje, na dostatečně viditelném místě, kde nikdy nebude překryto.



Obr. 7-8 Aplikace loga

8 DISKUZE

Mimo technologického, tvarového, barevného či grafického řešení je ještě neméně důležitou oblastí psychologická, sociologická a ekonomická funkce. A každá z nich má svůj podstatný význam.

8.1 Psychologická funkce

Psychologická funkce je jedna z aspektů, na který je třeba brát ohled. Kterýkoli nový výrobek je vždy navrhován pro jeho uživatele a pro to, aby plnil svou funkci. Musí být tedy snadno ovladatelný, jeho ovládání lehce pochopitelné a nesmí v člověku vzbouzet negativní energii. Design produktu by měl být navrhnout tak, aby se dotýčný na práci se stroji těšil a neodpoutával myšlenky jinam. Možnosti, jak toho docílit je několik. Může se jednat o tvarové řešení produktu, o jeho barevné zpracování či použití grafiky. Zde je pak podstatné taktéž rozlišit hranici mezi stránkou estetickou, příjemnou pro člověka a funkční, konkrétněji bezpečnostní.

Jelikož se jedná o zařízení, jenž je určeno na stavby, v případě pracovního stroje MA.RO, jde zde kladen velký důraz právě na bezpečnost. Ačkoli tedy může na řidiče působit oranžová barva agresivně, je přesto zvolena pro zbystření ostatních zaměstnanců. Kompromisem pak je prostředí uvnitř kabiny, které se naopak snaží řidiče pomocí barev uklidnit a navodit příjemnou atmosféru během práce se zařízením. Taktéž bylo nutno pracovat s různými povrchy materiálů. Nenachází se proto uvnitř kabiny žádné lesklé povrchy, které by odpoutávaly jeho pozornost a narušovali jeho soustředění.

Pracovní stroj pro zhutňování krajnic ovšem produkuje určité vibrace, které se nepodaří silentbloku utlumit a které se přenesou do stroje, respektive do sedačky řidiče. Proto by měla být sedačka v rámci možností odpružena a povrch volantů a pák vyroben z příjemného materiálu, který nedře do dlaní a řidiči dovolí stroj obsluhovat co nejdéle. Další, méně příjemnou součástí zařízení, je hluk, jež během své činnosti vyvozuje. Jedná se o nárazy během hutnění povrchu, proto by kabina měla být taktéž odhlučněna. Aby však řidič mohl v uzavřené kabině pobývat více hodin i při vysokých denních teplotách či mrazech, její součástí bude i klimatizace a topení. V takovém případě je řidiči poskytnuto dostatečně velké pohodlí pro osmihodinovou pracovní dobu.

V rámci pohodlí řidiče je možno také zmínit i dostatek úložného prostoru uvnitř kabiny na odkládání osobních věcí, jídla a pití. Takový prostor by měl být nejlépe uzavíratelný a umístěný mimo přímý sluneční svit.

8.2 Sociologická funkce

Současná situace dopravy si žádá čím dál více pozemních komunikací, které je třeba rychle a efektivně stavět či opravovat. MA.RO je zařízení, o který bude stoupat zájem nejen v České republice, ale i v zahraničí. Procento potencionálních zákazníků tedy bude narůstat, tudíž se bude zvětšovat množství vyrobených produktů. Situaci, která si nyní žádá mnoho pracovní síly a hodin strávených nad vibrační deskou, to tudíž mnohonásobně zlepší.

Dopadem bude i větší zájem o zaměstnání na pozici obsluhy stroje. Vzhledem k nutnosti pouze jednoho člověka, což je velký posun od práce s vibrační deskou, se také navýší plat. Navíc práce nebude fyzicky náročná, tudíž je vhodná i pro ženy. Díky jednoduchosti a efektivitě práce proto naroste i motivace zaměstnanců takovouto práci vyhledávat a zůstat v ní spokojeni několik let.

8.3 Ekonomická funkce

Z důvodu zcela nového prototypu je v tuto chvíli nelehké odhadnout jeho přibližnou cenu. Jako základ lze vzít v potaz, že se jedná o stroj, který by mohl vyplnit mezeru na trhu a ocitl by se tudíž ve středu zájmu mnoha stavebním firmám. Jeho poptávka by tudíž byla v okamžiku vysoká, což by mělo pozitivní dopad na jeho výrobu, ze který by se v průběhu stala produkce sériová. A jelikož se jedná o zařízení, jež je potřeba prakticky po celém světě, kde se nachází pozemní komunikace, počet zákazníků by se stále navyšoval.

Cílovou skupinou mohou být firmy, které vlastní své pracovní zařízení a sami hledají zakázky na práci na stavbách. Druhou možností jsou firmy, které pouze stavební stroje kupují za účelem jejich pronájmu další osobě. Jedná se ovšem o stroj s dlouholetou záruční dobou, jehož předpokladem je deseti a více letá životnost. Záleží ovšem na tím, jak často se s ním bude manipulovat.

Vzhledem ke všem pracovním součástem, jenž se na stroji vyskytují, se ale cena produktu navýší. Jedná se o dva hutnící běhouny, u kterých tedy lze přibližně vycházet z cen tandemových vibračních válců, jenž se vyskytují na trhu. Dále jde o dvě teleskopická ramena, dva boční posuvy a hydrauliku. A ačkoli je složen z více komponentů, využívá dnes již všem známé pracovní procesy. Cenová hladina je proto odhadnuta okolo 1 500 000 Kč, může se však v řádu desítek tisíc lišit.

Marketingová strategie

Jak je zmíněno výše, pracovní stroj pro zhutňování krajnic je zařízení, které se stane nepostradatelnou součástí všech staveb silnic. V současnosti neexistuje okres, ve kterém by neprobíhaly stavební opravy. Zařízení by proto našlo maximální využití. Produkt tedy bude cílen na trhy i za hranice České republiky, do Evropy a dále do celého světa, konkrétně do zemí s dopravní sítí. Díky sériové produkci klesnou náklady na jeho výrobu, a proto je možné předpokládat, že se v průběhu již prvního desetiletí navrátí původní investice a firma, jež se bude výrobou zařízení zabývat, půjde do zisku.

9 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala návrhem prototypu stroje, který dokáže zhutnit povrch krajnice dle její potřeby a lze jej ovládat z kabiny. Zároveň ke svému transportu nepotřebuje další zařízení a může se tudíž pohybovat po pozemních komunikacích.

Na základě podnětu od firmy Krajnice Levíček, která je zaměřena právě na stavbu krajnic, byla prvně zmapována současná situace na trhu. Jelikož však historie stavebních strojů nesahá příliš daleko, produktů, které se dnes užívají pro hutnění, není mnoho.

Díky designérské analýze bylo možné zhodnotit veškeré výhody a nevýhody jednotlivých produktů. V technické analýze následně proběhlo kompletní probádání problematiky hutnění k pochopení veškerých technologických procesů a zhodnocení dnes užívaných strojů.

Zásadním problémem současnosti je lhostejnost k zaměstnancům, kteří jsou dodnes nuceni hutnit povrch krajnic, dlouhých několik kilometrů, pomocí vibračních desek, jež jim zásadně ničí jejich zdraví. Z tohoto důvodu, po několika konzultacích a poradách s firmou Levíček byl navržen zcela nový stroj. Ten danou situaci nejen řeší, ale zároveň má potenciál z něj vytvořit i výnosný obchod.

Dnešní stavební stroje jsou již natolik propracované, že je možné daný stroj sestavit z jejich technických komponentů, Pro svůj základ využívá konstrukci teleskopického manipulátoru, na kterou jsou připevněny dva vibrační běhouny. Zepředu a zezadu. Ty drží teleskopická ramena s bočními posuvy, díky čemuž lze s běhouny pohybovat do strany. Díky odstranění velkého teleskopického ramene uprostřed původního teleskopického manipulátoru se zvětšil prostor pro kabinu, v níž je umístěn další ovládací panel. Stroj lze tedy řídit v obou směrech, na pravé i levé krajnici komunikace.

Mimo konstrukční návrh je jeho nedílnou součástí také design, který dokáže prodej několikanásobně zvýšit. Velký důraz je kladen na jednoduchost a kompatibilitu stroje. Tomu napomáhá jeho celkové tvarosloví a barevné řešení, jež rozbíjí jeho vertikální dělení kabiny s motorovou částí.

Lze tedy konstatovat, že bylo dosaženo vytyčených cílů diplomové práce. Pracovní stroj pro zhutňování krajnic MA.RO splňuje svou funkci hutnění, mnohonásobně zaměstnanci usnadňuje práci, umožňuje jej řídit ženou, jeho design působí uceleně a díky volbě výrazných barev je dostatečně viditelný na stavbách pozemních komunikací.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *ROADS, AND THOSE IN TRING.: A BRIEF HISTORY OF ROAD BUILDING*. [online]. [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: http://gerald-massey.org.uk/Tring/c_chapter%2010.htm
- [2] *Antický svět: Via Appia* [online]. 2016 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.antickysvet.cz/26125n-via-appia>
- [3] *RITCHIEWiki: Roller* [online]. 2010 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.ritchiewiki.com/wiki/index.php/Rollersteam-up.co.uk>
- [4] *Road Roller Association* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://r-r-a.org.uk/>
- [5] OTRUBA, Radim. Design tandemového válce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 104 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.
- [6] *BESTRENT* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://bestrent.sk/index/>
- [7] *VMP Stavební technika: Válec s posedem Wacker Neuson RD 40* [online]. 2016 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.vmphk.cz/product/detail/21/>
- [8] MAZURKIEVIČ, Izidor, Ladislav GULAN, Gregor IZRAEL a Metod GLATZ. *Mobilné pracovné stroje: zemné stroje*. V Bratislave: Slovenská technická univerzita, 2014, 253 stran : barevné ilustrace. ISBN 978-80-227-4190-3.
- [9] *Construction equipment* [online]. 2017 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <https://www.volvoce.com/ceska-republika/cs-cz/products/compactors/asphalt/dd105/>
- [10] *Bagry.cz* [online]. 2018 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <http://bagry.cz/>
- [11] *Staves: Vibrační válec ručně vedený MR7005*. *Staves* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.staves.cz/prodej-stavebnich-stroju/vibracni-valec-rucne-vedeny-mr7005-451>
- [12] New Holland construction: Graders RG140.B. *New Holland construction* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://construction.newholland.com/lar/en/Equipment/Graders/Pages/RG140B>.
- [13] CIME: MERLO MODELÝ TURBOFARMER. *CIME* [online]. [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.cime.cz/teleskopicke-manipulatory/merlo-turbofarmer-ii/>
- [14] *Hyperinzerce* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://hyperinzerce.cz/>
- [15] VANĚK, Antonín. *Moderní strojní technika a technologie zemních prací*. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1045-9.
- [16] ŘEZNÍČEK, Milan. *Studie typových řad tandemových vibračních válců*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 44 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.
- [17] VINAŘ, Petr. *Uplatnění prvků pasivní bezpečnosti při kolizích s objekty infrastruktury* [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/66069/F6-BP-2016-Vinar-Petr-bpVinar.pdf?sequence=-1>. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze.

- [18] *Tandemový vibrační válec CB14B* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://zeppelin.cz/blob.php?idProduct=37963172&type=pdf&dbPrefixTable=katalog&lng=cs>
- [19] *HOHBERG GmbH: IHR PARTNER IM STRASSENBAU* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.hohberg-gmbh.de/>
- [20] *ESCO* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <http://www.escocorp.com/en/Pages/default.aspx>
- [21] *Stavební technika: Grejdry New Holland. Stavební technika: stroje, vozidla pro stavebnictví, manipulační technika, nářadí* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.stavebni-technika.cz/clanky/grejdry-new-holland>
- [22] *NEW HOLLAND LM. Eagrotec* [online]. [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: http://www.eagrotec.cz/obrazky-soubory/prospekt-lm_web-58a04.pdf?redir
- [23] *POSPÍŠEK, Vít. Konstrukční řešení pojzdových ústrojí manipulátorů* [online]. Brno, 2013 [cit. 2017-12-10]. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v brně. Vedoucí práce Ing. Jirí Pospíšil, CSc.
- [24] *CIME bau: PODKOPY S BOČNÍM POSUVEM GHERARDI. CIME bau: CIME-BAU – STAVEBNÍ, BETONÁŘSKÁ A KOMUNÁLNÍ TECHNIKA* [online]. Pelhřimov [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.cime-bau.cz/podkopy/gherardi-s-bocnim-posuvem/>
- [25] *MONTECO* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.monteco.cz/>
- [26] *Mitas: 14.00 - 24 TG-02 (R-4) 153 A8. Mitas* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <http://www.mitas-tyres.com/cz/product/1014503680000/>
- [27] *EM Tyre Trade spol. s.r.o.: Michelin Power. EM Tyre Trade spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <http://www.otr-pneumatiky.cz/pneumatiky-na-stavebni-stroje/michelin-power-cl-280-80-18-tl-132-a8-ind--10-5-18-/>

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1 Parní válec [4]	14
Obr. 2-2 Motorový válec [4]	15
Obr. 2-3 Tandemový vibrační válec Ammann s vodící kladkou, 1967 [5]	15
Obr. 2-4 Grader s dvěma nápravami [8]	16
Obr. 2-5 Teleskopický manipulátor JCB [10]	17
Obr. 2-6 Vibrační válec ručně vedený MR7005 [11]	18
Obr. 2-7 Tandemový vibrační válec Dynapac [6]	19
Obr. 2-8 Válec s posedem Wacker Neuson [7]	20
Obr. 2-9 VOLVO DD105 [9]	21
Obr. 2-10 Grader New Holland RG 104.B [12]	22
Obr. 2-11 Grader NOBAS BG 110 TA-5 [12]	23
Obr. 2-12 Merlo Turbofarmer 1 [13]	24
Obr. 2-13 Merlo Turbofarmer 2 [13]	24
Obr. 2-14 Manitou MT 10Z3Z3 1 [14]	25
Obr. 2-15 Manitou MT 10Z3Z3 2 [14]	25
Obr. 2-16 Skladba zeminy a) před zhutněním, b) po zhutnění [15]	26
Obr. 2-17 Druhy vibrací [16]	27
Obr. 2-18 Proces hutnění, odlišení velikosti zhutnění dle tvrdosti povrchu [16]	27
Obr. 2-19 Schéma vibrační desky BOMAG [15]	28
Obr. 2-20 Schéma vedeného vibračního válce [15]	29
Obr. 2-21 Schéma tandemového vibračního válce [15]	30
Obr. 2-22 Schéma ovládacího panelu [18]	31
Obr. 2-23 Schéma hydrostatického pohonu tandemových válců [15]	32
Obr. 2-24 Pracovní stroj s hutnicí deskou [19]	32
Obr. 2-25 Schéma graderu [20]	33
Obr. 2-26 Pohon graderu [15]	34
Obr. 2-27 Mechanické ovládání graderu [8]	35
Obr. 2-28 El. - hydraul. ovládání graderu [8]	35
Obr. 2-29 Teleskopický manipulátor [8]	36
Obr. 2-30 Řízení náprav [23]	37
Obr. 2-31 Hydrostatický pohon [23]	38
Obr. 2-32 Kabina manipulátoru [23]	39
Obr. 2-33 Složení hydraulického ramene [15]	41
Obr. 2-34 Složení hydraulického ramene s hydromotory [15]	42
Obr. 2-35 Připevnění hydraul. ramene z odlívaných dílů [8]	42
Obr. 2-36 Podkop s bočním posuvem [15]	43
Obr. 2-37 Podkop Gherardi [24]	43
Obr. 2-38 Teleskopické rameno [25]	44
Obr. 2-39 Vysouvání teleskopu lineárními hydromotory [8]	44
Obr. 4-1 Hydraulické rameno	51
Obr. 4-2 Pneumatika Mitas [26]	51
Obr. 4-3 Teleskopické rameno s posuvnou konstrukcí	52
Obr. 4-4 Pneumatika Michelin [27]	53
Obr. 4-5 Skici varianty I	54
Obr. 4-6 Perspektiva varianty I	54
Obr. 4-7 Boční pohled varianty I	55

Obr. 4-8 Horní pohled varianty I	55
Obr. 4-9 Přední pohled varianty I	56
Obr. 4-10 Skici varianty II	57
Obr. 4-11 Perspektiva varianty II	57
Obr. 4-12 Boční pohled varianty II	58
Obr. 4-13 Boční až horní pohled varianty II	58
Obr. 4-14 Horní pohled varianty II	59
Obr. 4-15 Přední pohled varianty II	59
Obr. 4-16 Skici varianty III	61
Obr. 4-17 Perspektiva varianty III	61
Obr. 4-18 Boční pohled varianty III	62
Obr. 4-19 Boční až horní pohled varianty III	62
Obr. 4-20 Horní pohled varianty III	63
Obr. 4-21 Zadní pohled varianty III	63
Obr. 5-1 Perspektiva finální varianty	65
Obr. 5-2 Boční pohled finální varianty	66
Obr. 5-3 Detail I finální varianty	66
Obr. 5-4 Linie finální varianty	67
Obr. 5-5 Detail II finální varianty	67
Obr. 5-6 Detail III finální varianty	68
Obr. 5-7 Detail IV finální varianty	68
Obr. 5-8 Přední část finální varianty	69
Obr. 5-9 Perspektiva II finální varianty	69
Obr. 5-10 Dveře finální varianty	70
Obr. 5-11 Zadní pohled finální varianty	71
Obr. 5-12 Detail V finální varianty	71
Obr. 5-13 Zadní sklo finální varianty	72
Obr. 5-14 Hlavní uspořádání finální varianty	73
Obr. 6-1 Poloha běhounu I	74
Obr. 6-2 Poloha běhounů II	74
Obr. 6-3 Složení běhounů	75
Obr. 6-4 Poloha běhounů III	75
Obr. 6-5 Rozměry pracovního stroje	76
Obr. 6-6 Vnitřní uspořádání pracovního stroje	77
Obr. 6-7 Detail pracovního nástroje	78
Obr. 6-8 Kabina	79
Obr. 6-9 Kabina zevnitř	79
Obr. 6-10 Kabina detail	80
Obr. 6-11 Vibrační běhoun	80
Obr. 6-12 Přední osvětlení	82
Obr. 6-13 Noční osvětlení, přední světla	82
Obr. 6-14 Noční osvětlení, zadní světla	83
Obr. 6-15 Výhled, posed	84
Obr. 6-16 Poloha informačního panelu	85
Obr. 6-17 Výhled na obrazovky	85
Obr. 6-18 Výhled na pracovní nástroj	86
Obr. 6-19 Výška madla	86
Obr. 6-20 Přístup ke dveřím I	87

Obr. 6-21 Přístup ke dveřím II	87
Obr. 6-22 Prostor pro otevírání dveří	88
Obr. 6-23 Tankování	88
Obr. 7-1 Barevné řešení	89
Obr. 7-2 Detail barvy	90
Obr. 7-3 Interiér	90
Obr. 7-4 Barevné řešení - žlutá	91
Obr. 7-5 Barevné řešení - světle hnědá	92
Obr. 7-6 Použité barvy RAL	92
Obr. 7-7 Logotyp MA.RO	93
Obr. 7-8 Aplikace loga	93

12 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Dělení graderů [15]	23
Tab. 2 Shrnutí strojů 1 [15]	35
Tab. 3 Shrnutí strojů 2 [15]	35
Tab. 4 Dělení vibračních běhounů [15]	36
Tab. 5 Dělení krajnic [17]	40

13 SEZNAM PŘÍLOH

13

1. Fotografie modelu
2. Zmenšený poster sumarizační
3. Zmenšený poster designérský
4. Zmenšený poster technický
5. Zmenšený poster ergonomický
6. Sumarizační poster A1
7. Designérský poster A1
8. Technický poster A1
9. Ergonomický poster A1
10. Model M 1:10

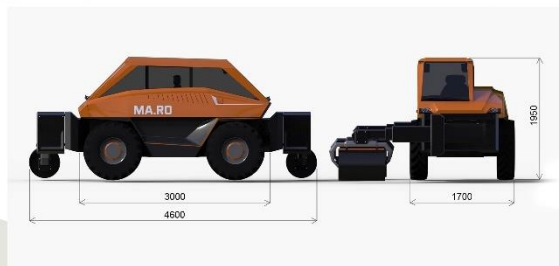
FOTOGRAFIE MODELU



ZMENŠENÝ POSTER SUMARIZAČNÍ

MA.RO

FOR EASY COMPACTION



ZMENŠENÝ POSTER DESIGNÉRSKÝ

MA.RO

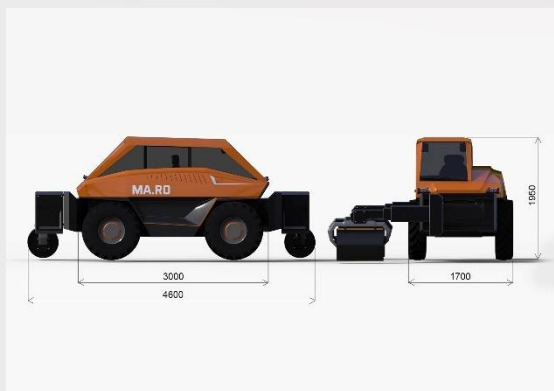
FOR EASY COMPACTION



ZMENŠENÝ POSTER TECHNICKÝ

MA.RO

FOR EASY COMPACTION



- Motor
- Hydrogenerátory
- Akumulátor
- Nádrž na olej
- Hydromotory
- Nádrž na palivo
- Nádrž na ostřikovací kapalinu
- Chladicí systém
- Tlumiče vibrací



ZMENŠENÝ POSTER ERGONOMICKÝ

