



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN SAMOJÍZDNÉ VŘETENOVÉ SEKAČKY

DESIGN OF MOBILE REEL MOWER

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAN MROVĚC

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. akad. soch. MIROSLAV ZVONEK,
ArtD.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Mrověc

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

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 samojízdné vřetenové sekačky

v anglickém jazyce:

Design of mobile reel mower

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu samojízdné vřetenové sekačky. Návrh má splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vytvořit design samojízdné vřetenové sekačky.

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové, kompoziční, barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně technologické řešení a ergonomické řešení
7. Diskuze
8. Závěr
9. Seznam použitých zdrojů

Forma diplomové práce: průvodní zpráva, digitální data, postery (prezentační, designérský, ergonomický, technický), fyzický model

Typ práce: designérská; Účel práce: vzdělávání

Výstup práce: průmyslový vzor; Projekt: Specifický vysokoškolský výzkum

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

Zásady pro vypracování práce:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2015.pdf

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.
JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.
NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.
TICHÁ,J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.
WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.
Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce dokumentuje analýzu a postup navrhování designu samojízdné vřetenové sekačky při respektování obecných předpokladů průmyslového designu. Práce je zaměřena na srovnání technologií současných výrobců zahradní techniky a vhodný výběr a následnou aplikaci technického a tvarového řešení na nový produkt.

KLÍČOVÁ SLOVA ČESKY

Sekačka, vřetenová sekačka, samojízdná sekačka, golfová sekačka, sekačka drah, sekání, sečení, trávník, golfové hřiště, design, design sekačky.

ABSTRACT

In this diploma thesis is documented an analysis and an approach of designing a self-propelled mobile reel mower with respect of general assumptions of industrial design. Thesis takes aim on a comparison of technologies of present manufacturers of garden equipment and proper choice and following application of technical solution and shape solution on a new product.

KEYWORDS

Mower, reel mower, self-propelled mower, mobile mower, golf mower, fairway mower, mow, mowing, turf, golf course, design, design of mower.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MROVĚC, J. *Design samojízdné vřetenové sekačky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 121s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD..

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne

L.S.

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

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

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

.....

v Brně dne

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří především rodičům za podporu během celého studia a mé přítelkyni za inspiraci a oporu. Děkuji vedoucímu práce panu doc. akad. soch. Miroslavu Zvonkovi za odborné vedení práce. Děkuji panu Vladimíru Molíkovi za pomoc při výrobě modelu. Rovněž děkuji 3D studiu FaVU za profesionální 3d tisk převážné části modelu. Děkuji také ostatním vyučujícím a doktorandům za podnětné rady a připomínky k designu a technickému řešení.

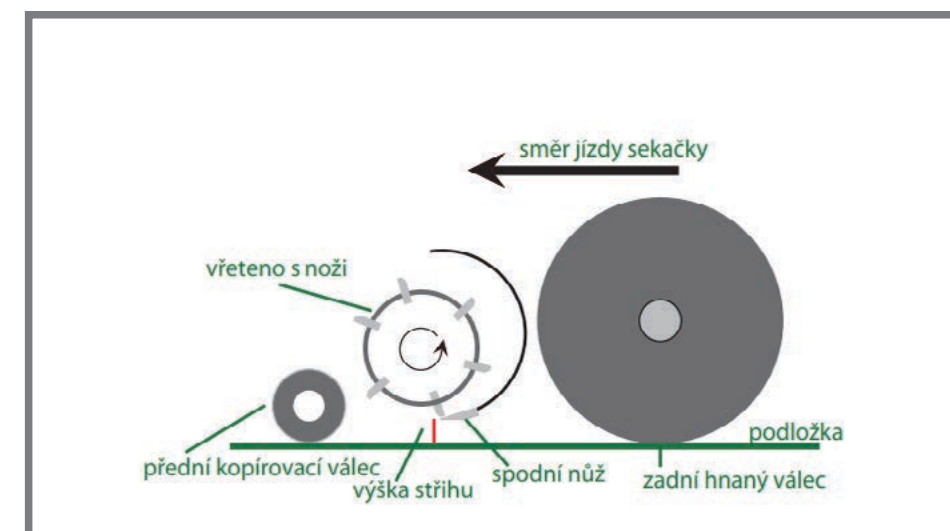
OBSAH

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	13
1.1 Rozdělení sekaček	13
1.2 Vývojová analýza	15
1.2.1 První výrobci vřetenových sekaček 19. století	15
1.2.2 První motorizované sekačky	17
1.2.3 Vřetenové sekačky ve 20. století	19
1.3 Technická analýza	22
1.3.1 Hmotnost vřetenové sekačky	22
1.3.2 Konstrukční řešení podvozku	23
1.3.3 Pohon sekačky	29
1.3.4 Vřetenové sekací jednotky	32
1.3.5 Baterie	38
1.3.6 Ergonomie	40
1.4 Designérská analýza	43
1.4.1 John Deere	43
1.4.2 Toro	48
1.4.3 Jacobsen	52
1.4.4 Produkty, které inspirují	56
2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	59
2.1 Analýza problému	59
2.2 Cíle práce	59
3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	61
3.1 Varianty I. iterace - tři koncepční řešení	62
3.1.1 Varianta I-A	62
3.1.2 Varianta I-B	64
3.1.3 Varianta I-C	64
3.1.4 Volba směru:	65
3.2 Varianty II. iterace	66
3.2.1 Varianta II-A	66
3.2.2 Varianta II-B	68
3.3 Varianty III. iterace - cesta k finálnímu řešení	70
4 TVAROVÉ ŘEŠENÍ	73
4.1 Cíle designu	73
4.2 Základní pohledy	73
4.2.1 Pohled zprava	73
4.2.2 Pohled zepředu	74
4.2.3 Pohled zleva	75
4.2.4 Pohled zezadu	75
4.2.5 Pohled shora	76
4.2.6 Detail blatníku	76
4.3 Shrnutí tvarového řešení	77
5 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	79
5.1 Úvod do konstrukčně technologického řešení	79
5.1.1 Parametry společné všem variantám technického řešení	79
5.2 Plně elektrická varianta	80
5.2.1 Výhody a nevýhody plně elektrického typu	80
5.2.2 Parametry plně elektrické varianty	80

5.2.3	Modifikace plně elektrické varianty	81
5.3	Hybridní varianta	84
5.3.1	Výhody a nevýhody hybridního typu	84
5.3.2	Parametry hybridní varianty	84
5.4	Finální konstrukčně technologické řešení	87
5.4.1	Podvozek	87
5.4.2	Pohon	87
5.4.3	Baterie	88
5.4.4	Provozní doba sekačky	88
5.4.5	Vřetenové sekací jednotky	89
5.4.6	Elektronika	89
5.5	Aplikace konstrukčně technologického řešení na finální tvarové	90
5.5.1	Konstrukce podvozku	90
5.5.2	Umístění motorů, baterií a elektroniky	91
5.5.3	Ovládání vřetenových sekacích jednotek	92
5.6	Ergonomie	96
5.6.1	Nastupování	96
5.6.2	Prostor řidiče, paluba a ovládací prvky.	96
5.6.3	Poloha řidiče	98
5.6.4	Skříň a její interiér	99
5.6.5	Nabíjení	100
5.6.6	Sedadlo	100
6	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	101
6.1	Barevné varianty karoserie s neutrálními doplňky	101
6.2	Barevné varianty karoserie s tónovanými doplňky	103
6.3	Logo	104
7	DISKUZE	105
7.1	Sociální aspekty	105
7.1.1	Ekologický provoz	105
7.1.2	Provozní doba sekačky	105
7.1.3	Estetická funkce	105
7.2	Ekonomické aspekty	105
7.2.1	Ergonomie versus cena	105
7.2.2	Návratnost investic	105
7.3	Psychologické aspekty	106
7.3.1	Pracovní motivace	106
7.3.2	Charakter sekačky	106
	ZÁVĚR	107
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	109
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	115
	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	117
	SEZNAM PŘÍLOH	121

ÚVOD

Vřetenová sekačka patří do skupiny jednoúčelových strojů sloužících k sekání trávy, které tvoří jedna nebo více motorem hnaných žacích jednotek a ruční nebo motorový pojezd. Od ostatních typů sekaček se liší způsobem sekání, který je založen na principu stříhání stébel trávy spirálovitými noži, jež rotují proti pevnému vodorovnému noži. Jednoduchý a efektivní princip je znázorněn na obrázku č. 1.



Obr. 1 Schéma vřetenového ústrojí [39]

Tento typ sekačky má za sebou nejdelší historii a vývoj. Přesto se princip sečení ani po necelých dvou staletích v podstatě nezměnil a dodnes se tato technologie používá k údržbě anglických trávníků v parcích, na golfových a fotbalových hřištích a všude tam, kde chce mít majitel co největší kvalitu trávníku. Je to dáno nejšetrnějším způsobem sečení, který stonky stříhá jako nůžky.

Všechny ostatní typy sekaček vykazují horší výsledky, od lištových, jejichž kvalita sečení je bezmála srovnatelná, přes rotační, kde je ke kvalitnímu stříhu třeba mnohem vyšší výkon a perfektně nabroušený nůž, až po strunové, které stébla trávy spíše trhají. Důsledkem nekvalitního sečení stonky potřebují delší dobu na regeneraci a mají mnohem nižší obranyschopnost odolat plevelům.

Mezi kladné vlastnosti vřetenových sekaček patří velmi dobré kopírování terénu, nejnižší možná výška sečení, a to až na 2 mm, a velmi vysoká efektivita, respektive nízká spotřeba energie. Srovnáme-li tyto parametry např. s nejrozšířenější rotační sekačkou, její rotující nůž při nízké pozici na nerovném terénu často zajede do hlíny, minimální výška sečení je oproti vřetenové 20 mm, a výkon motoru aspoň 3 kW, který by měla kvalitní rotační sekačka mít, stačí dokonce vřetenovému rideru. Na druhou stranu vřetenové sekačky nejsou určeny do vysoké trávy, ani na nepravidelné sečení.

Jak jsme se hned na úvod dověděli, vřetenová sekačka seče trávu nejefektivněji a nejšetrněji. Proto na trhu existují takovéto jednoúčelové samojízdné stroje s vícero vřetenovými sekacími jednotkami, jejichž typickým představitelem je např. Jacobsen LF-4677 z roku 2012 (Obr. 2).



Obr. 2 Jacobsen LF-4677, 2012 [75]

Motivace pro výběr tématu:

- Ekologie - ekologické technické řešení
- Estetika - estetické skloubení technických a ergonomických částí stroje
- Komplexnost a složitost - složitý stroj skládající se z mnoha součástí
- Unikátnost - unikátní designéřské téma
- Výzva - osobní výzva zvládnout a dotáhnout práci k uspokojivému výsledku

Motivační hesla, která jsem si stanovil, mohu krátce rozvést. Onen typický model na obrázku výše je poháněn spalovacím motorem a hydraulickým rozvodným systémem. Existují dnes modernější varianty, avšak ideální by bylo emise zcela odstranit - tím spíše, že sekání golfových hřišť nebo jiných podobných lokalit má vést k co nejlepší kvalitě trávníku, aby přilákala veřejnost k příjemnému sportovnímu zážitku nebo odpočinku.

Nový tichý stroj může na takových místech působit estetickým dojmem, nikoli rušivým. Toho se pokusím docílit promyšleným tvarováním karoserie, ergonomické části i sekacích jednotek se sběrnými koši. Při analýze se mi nepodařilo najít žádné koncepční návrhy ani studentské práce na dané téma. Problematika je řešena interně ve velkých společnostech (hlavně USA). Motivací je přinést tomuto produktu čerstvé a neobvyklé tvarové řešení při využití současných technologií.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1.1 Rozdělení sekaček

Během vývoje sekaček vzniklo mnoho typů, z nichž každý se je zkonstruován se zaměřením na dílčí potřeby uživatelů, ať už jde o velikost stroje, efektivitu, nenáročnost, cenu nebo odolnost. Pojdme si udělat stručný přehled.

Sekačky lze rozdělit:

- 1) Podle principu sekání
 - a) Vřetenové sekačky
 - b) Rotační sekačky
 - c) Bubnové a diskové sekačky
 - d) Lištové sekačky
 - e) Strunové sekačky
 - f) Cepové sekačky
 - g) Mulčovací sekačky s robustním mulčovacím nožovým systémem
- 2) Podle způsobu pojezdu
 - a) Nesené v ruce
 - b) Dvoukolové
 - c) Tříkolové
 - d) Čtyřkolové s ručním pojezdem
 - e) Ridery (malotraktor s žacíím ústrojím řízený sedícím uživatelem)
 - f) Vznášedlové
- 3) Podle pohonu
 - a) Ruční
 - b) Akumulátorové
 - c) Elektrické
 - d) Motorové
 - e) Solární
- 4) Podle provedení
 - a) Třída hobby
 - b) Farmářská třída
 - c) Profesionální třída

Tato práce se zabývá vřetenovými ridery, tedy malotraktory s více vřetenovými sekacími jednotkami, které se dále dají dělit zejména podle velikosti na tzv.:

- I) Zastříhávací - z anglického „Trim mower“; tyto jsou nejmenší, obsahují 3 vřetena, slouží spíše pro osobní údržbu zahrad nebo údržbu parků ve městech;

(Pozor, termín „trimovací“ nezní sice špatně, ale záměrně jsem se mu v této práci vyhnul, protože je již v praxi používán u speciální operace, a to u stříhání srsti psů.)

II) Greenové - z anglického „Greens mower“, které obsahují 3 až 5 vřetenových sekacích jednotek, jsou vhodné pro menší a komplikovanější travnatou plochu v poměru ke golfovému hřišti.

III) Dráhové - z anglického „Fairway mower“, ty největší sekačky vyvíjené pro co nejlepší a nejefektivnější sekání obrovských ploch, zejména na golfových hřištích. Mají 5 - 7 vřeten, vysokou rychlost sekání a velký dojezd.

1.2 Vývojová analýza

1.2.1 První výrobci vřetenových sekaček 19. století

Dle historických pramenů první, komu se podařilo patentovat stroj na sekání trávy, byl britský inženýr Edwin Beard Budding v roce 1830. Inspiroval se stroji v místní textilní továrně, které hladce zastříhávaly pás s látkou. Proti vodorovnému noži rotují nože spirálovité, čímž při správném seřízení nožů dochází k dokonalému střihu stébel trávy. Jeho společníkem byl John Ferrabee, majitel slévárny, který se postaral o finance, administrativní záležitosti a rozjetí sériové výroby. Dvě z Buddingových prvotních sekaček, které byly zkonstruovány s ozubeným převodem, byly prodány do Regent's Park Zoological Gardens v Londýně a do Oxford Colleges. Dodnes jsou jeho původní modely k vidění v muzeu ve Stroudu, v Londýnském muzeu věd a v Muzeu Milona Keynesa (Obr. 3).

1.2

1.2.1



Obr. 3 Náčrtek první vřetenové sekačky z 18. století [9]

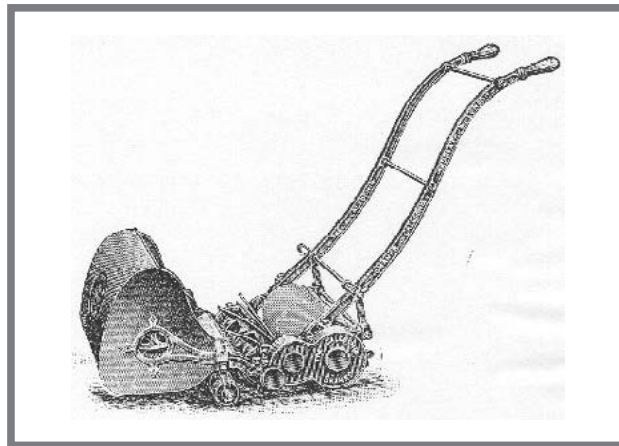
Tyto prvotní stroje byly vyráběny z litiny a jejich hlavním znakem byl velký zadní válec a žací vřeteno v přední části stroje. Litinová ozubená kola přenášela výkon zadního válce k přednímu žacímu vřetenu. Celkově byly tyto stroje nápadně podobné moderním sekačkám.



Obr. 4 Originální sekačka od E. Buddinga v muzeu ve Stroudu [10]

Budding a Ferrabee poskytli svoje technické řešení sekacího stroje ostatním firmám a dovolili jim vyrábět na základě licence kopie svého stroje. Nejúspěšnější z těchto firem byla firma Ransomes se sídlem v Ipswichi, která začala s výrobou sekaček počátkem roku 1832. Firma od té doby vyrábí sekačky prakticky nepřetržitě a v současné době patří mezi největší světové výrobce zahradního vybavení a strojů k péči o trávníky.

O 10 let později se objevily typy sekaček, které bylo možné tahat zvířaty. Pravděpodobně první takovou nepatentovanou sekačkou byla v roce 1841 sedmadvacetipalcová vřetenová sekačka tažená poníkem od skotského zakladatele známé společnosti Alexandra Shankse z Arbroath.



Obr. 5 Vřetenová sekačka Caledonia od Shankse, 1895 [11]

V 50. letech 18. století na trhu začaly konkurovat další společnosti. Thomas Green & Son z Leeds představili sekačku nazvanou „Silens Messor“ (Obr. 6). Jak název napovídá, sekačky byly narozdíl od svých předchůdců tiché, protože pohon vřetene byl zajištěn řetězovým převodem ze zadního válce, nicméně jejich cena byla o něco vyšší. Společnost Shanks vyvinula řadu Caledonia, zatímco Ransomes sekačku Automaton (Obr. 7). Všechny tehdejší typy obsahovaly ozubený nebo řetězový převod pohonu na vřeteno a k nadstandardní výbavě patřily sběrací koše.



Obr. 6 Vřetenová sekačka Silens Messor od Green & Son [12]



Obr. 7 Vřetenová sekačka Automaton od Ransomes [13]

60. léta byla ve znamení vzestupu sériové výroby. Například Ferrabee's company na svém vrcholu v roce 1862 vyrobila přes 5000 strojů v 8 různých variantách. Amariah Hills byl prvním američanem, který získal patent pro design své vřetenové sekačky v roce 1868, a do boje s konkurencí se zapojily také USA.

V roce 1870 Elwood McGuire z Richmondu (Indiana) navrhl sekačku, která se stala velmi oblíbenou mezi širokou veřejností, protože byla menší, lehčí a mohl ji tak snadněji ovládat člověk. Do té doby bylo běžné, že sekačky táhli koně, kteří měly samozřejmě často příležitost trávník svou vahou poškodit - nepomohly ani kuriózní kožené široké koňské boty, které měly koně na kopytech.

1.2.2 První motorizované sekačky

Převratná byla 90. léta 18. století, protože se začaly vyrábět první motorizované sekačky. Sekání s použitím zvířecí nebo lidské síly znamenalo těžkou a zdoluhavou práci, proto bylo žádoucí tento proces pomocí techniky co nejvíce usnadnit a urychlit. V roce 1893 nechal James Sumner z Lancashire patentovat první parní sekačku, která jako palivo využívala benzín nebo parafin. Tehdy ještě trvalo několik hodin, než se Sumnerův těžký dvoutunový stroj o záběru 40 palců, tedy asi 1 metr, zahřál na provozní teplotu, proto následovalo mnoho dalších patentů a vylepšení, které vedly ke stále lepším a efektivnějším prototypům.

1.2.2



Obr. 8 Vřetenová parní sekačka Coldwell z USA, 1901 [14]

Parní stroje však neměly budoucnost, a počátek 20. století ovládly sekačky se spalovacími benzínovými motory. Společnosti Ransomes, Sims a Jefferies představily své benzínové modely v roce 1902 a dominovaly na trhu až do I. světové války. Další konkurenceschopné sekačky pocházely od známých firem jako Shanks nebo Greens.

Již ve 20. letech 19. století se také začaly konstruovat první elektrické sekačky, které braly energii kabelem z elektrického vedení. Konstrukteři si byli dobře vědomi toho, že elektrický pohon je efektivnější, levnější a méně zatěžující životní prostředí. Elektrina však tenkrát ještě nebyla takovou samozřejmostí jako dnes, baterie ani zdaleka nedosahovaly současných kapacit a dlouhý kabel velmi znesnadňoval samotný proces sekání. Řešení od Ransomes na obrázku č. 9 využívalo ramene, které drželo kabel mimo tělo sekačky a táhlo jej za sebou.



Obr. 9 1. úspěšná komerční sekačka v UK Electra od Ransomes, 1926 [15]

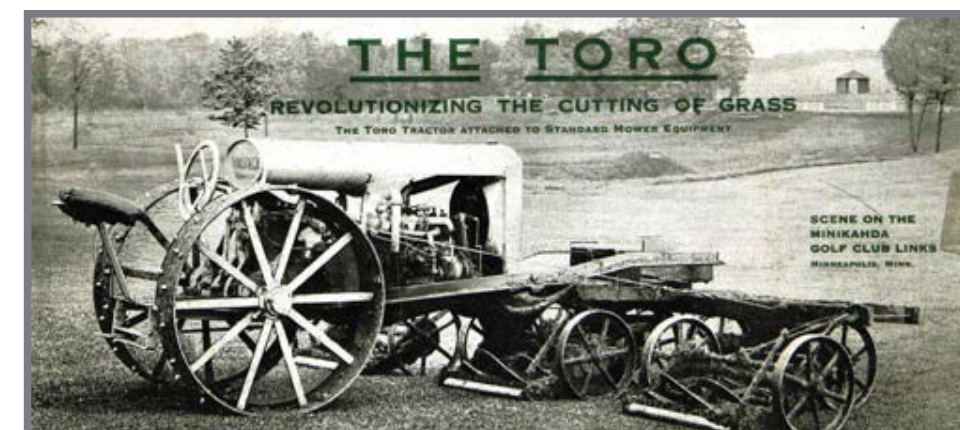
1.2.3 Vřetenové sekačky ve 20. století

Největšími průmyslovými centry pro výrobu sekaček byly v meziválečném období Spojené státy americké a Spojené království. Významným výrobcem byla od roku 1919 Worthington Mower Company, která se specializovala již na sekačky s vícero sekacími jednotkami. Tuto společnost později převzala Jacobsen Corporation, dnes jeden z předních výrobců golfových sekaček na trhu. Pro zajímavost jméno zakladatele Mister Worthington ještě stále označuje rámy jejich sekacích jednotek. Jacobsen zastupují u svého zrodu dvě jména - Knud a Oscar Jacobsenovi, kteří v roce 1921 představili účelovou samochodnou vřetenovou sekačku na plyn (Obr. 10). Její nože byly schopny denně posekat 4 akry, což bylo naprosto dostačující pro golfová hřiště, parky nebo hřbitovy.



Obr. 10 Vřetenová samochodná sekačka 4 Acre od Jacobsen, 1921 [17]

Silným konkurentem na trhu se stala dnes světoznámá společnost Toro, specializovaný výrobce golfových sekaček. Se svou stoletou historií se firma zajímala o golfová hřiště od roku 1918, kdy vyrobila svůj první dráhový válcovací traktor, a v zápětí o rok později první dráhovou sekačku pro golfové kluby v Minneapolis, jak je vidět na obrázku č. 11. Sekačka měla dřevěný rám a sekací jednotky byly ovládány lanky.



Obr. 11 První motorizovaná vícevřetenová dráhová sekačka od Toro, 1919 [18]

Kluby se společností po té úzce spolupracovaly, objednávaly a testovaly další stroje a zařízení. Toro tak velmi rychle rostla, v roce 1922 měla svého prvního distributora a na konci roku 1925 už jich měla sedmnáct. Úspěch Toro také zaznamenala především díky své zákaznické politice a poskytování pečlivého servisu.

Jednou z nejúspěšnějších společností, která se objevila po I. světové válce, byla britská společnost Atco, jež v roce 1921 vyrobila 900 kusů dvaadvaceti-palcových strojů Standard prodávaných za 75 liber (Obr. 18). Během pěti let se podařilo zvednout roční produkci na desetitisíce kusů. Ceny byly sníženy a sortiment různých modelů bohatě vzrostl. Další společností, která v této době slavila úspěchy, byla Qualcast. Modely jako E-sidewheel nebo Panther válcovací sekačka, byly prodávány po milionech, protože za cenu pár liber si je mohl dovolit každý, kdo měl doma aspoň malý kus trávníku, který potřeboval jednou za týden posekat.

Britská společnost Dennis specializovaná především na osobní a nákladní automobily pro válečný průmysl po I. světové válce expandovala se svou výrobou na další produkty, sekačky nevyjímaje. V roce 1922 vznikla jejich první motorová ruční vřetenová sekačka. Jejich sekačky byly po té jako první obohaceny o diferenciál v zadním válci, který umožňoval zatáčení bez poškození trávníku.



Obr. 12 Úspěšná řada sekaček Standard od Atco, 1921 [16]

Průmysl ve 30. a 40. letech byl samozřejmě silně ovlivněn II. světovou válkou a ekonomickou situací. Zatímco bylo enormní množství financí investováno do válečného průmyslu, o sekání trávy příliš velký zájem nebyl. A tak, až na několik překvapivých pokusů o inovaci rotačních sekaček na elektrický pohon, jedinými změnami bylo zvýšení výkonu spalovacích motorů a menší a lehčí design. Po II. světové válce však nastal bouřlivý rozvoj a silní výrobci začaly s masivní produkcí rotačních sekaček, především v zemích mimo USA a UK, a to v Austrálii a v zemích severní Evropy. Rotační sekačka Victa dokonce patří mezi národní symboly Austrálie, v Evropě se dařilo společnostem jako Stiga, Solo, Flymo a Husqvarna.

V 80. letech přišly na scénu moderní lehké dráhové sekačky se třemi a více vřetenovými sekacími jednotkami. Důraz byl kladen především na to, aby bylo minimalizováno možné poškození trávníku během sekání. Mezi nejsilnější společnosti v tomto odvětví průmyslu, které se věnují konkrétně dráhovým sekačkám, dodnes patří Toro, Jacobsen a John Deere.



Obr. 13 Klasický model od Tora, 2004 [57]

1.3 Technická analýza

1.3.1 Hmotnost vřetenové sekačky

Všeobecným cílem v konstruování vřetenových riderů je co nejnižší hmotnost, aby tak sekání bylo co nejšetrnější k povrchu a zároveň se minimalizoval potřebný výkon a namáhání komponent stroje. Nicméně důležitější, než snižovat celkovou hmotnost sekačky, je pro výrobce především co nejmenší tlak pneumatik na trávník, resp. minimalizace poškození trávníku, s čímž nesouvisí pouze celková hmotnost, ale také šířka a typ pneumatik, akcelerace, rychlost a maximální poloměr otáčení.

Hmotnosti vybraných typů sekaček na trhu:

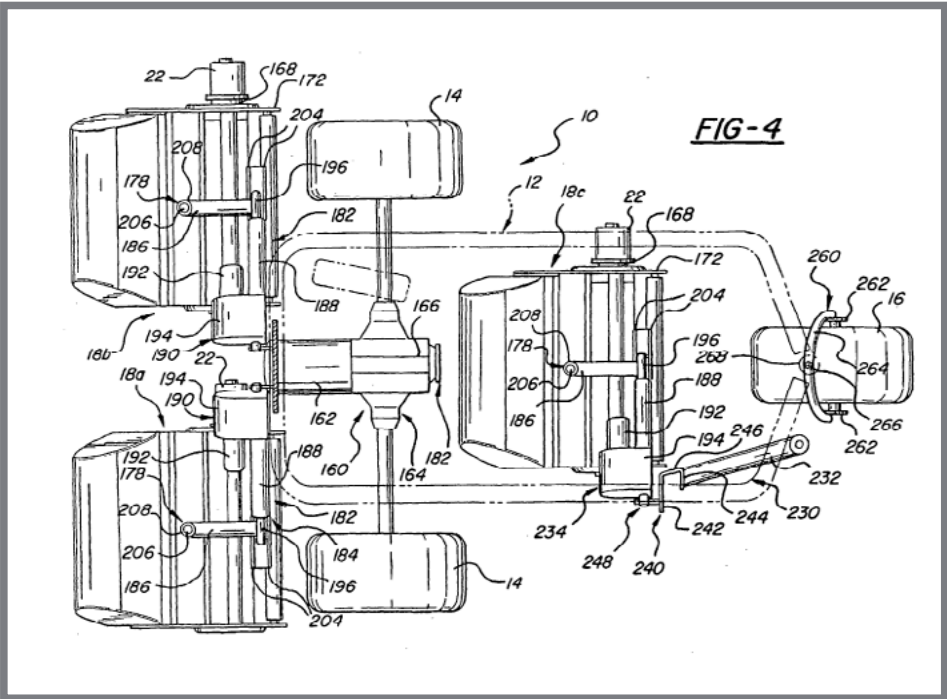
Typ sekačky	Firma	Hmotnost
Reelmaster® 3550-D	Toro	708 kg bez sekacích jednotek 900 kg s 5 sekacími jednotkami
Reelmaster® 5610	Toro	1276 kg bez sekacích jednotek 1326 kg s 5 sekacími jednotkami
Reelmaster® 7000-D	Toro	1574 kg bez sekacích jednotek 1937 kg se 7 sekacími jednotkami
Deere 7500	John Deere	1014 kg s 5 sekacími jednotkami
Deere 8500	John Deere	1061 kg s 5 sekacími jednotkami
Deere 8000 E-Cut Hybrid Fairway Mower	John Deere	967 kg s 5 sekacími jednotkami
Jacobsen LF-510 2WD	Jacobsen	970 kg bez sekacích jednotek 1242 kg s 5 sekacími jednotkami
Eclipse 322 Battery	Jacobsen	624 kg bez sekacích jednotek 756 kg s 3 sekacími jednotkami
Eclipse 322 Hybrid Gas	Jacobsen	589 kg bez sekacích jednotek 721 kg s 3 sekacími jednotkami
Eclipse 322 Hybrid Diesel	Jacobsen	613 kg bez sekacích jednotek 745 kg s 3 sekacími jednotkami

1.3.2 Konstrukční řešení podvozku

Základem pro konstrukční řešení vřetenových riderů je rám se dvěma nápravami, počet a velikost kol, počet a rozmístění sekacích jednotek, umístění motoru a umístění kabiny řidiče.

Podvozek se 3 koly a 3 sekacími jednotkami

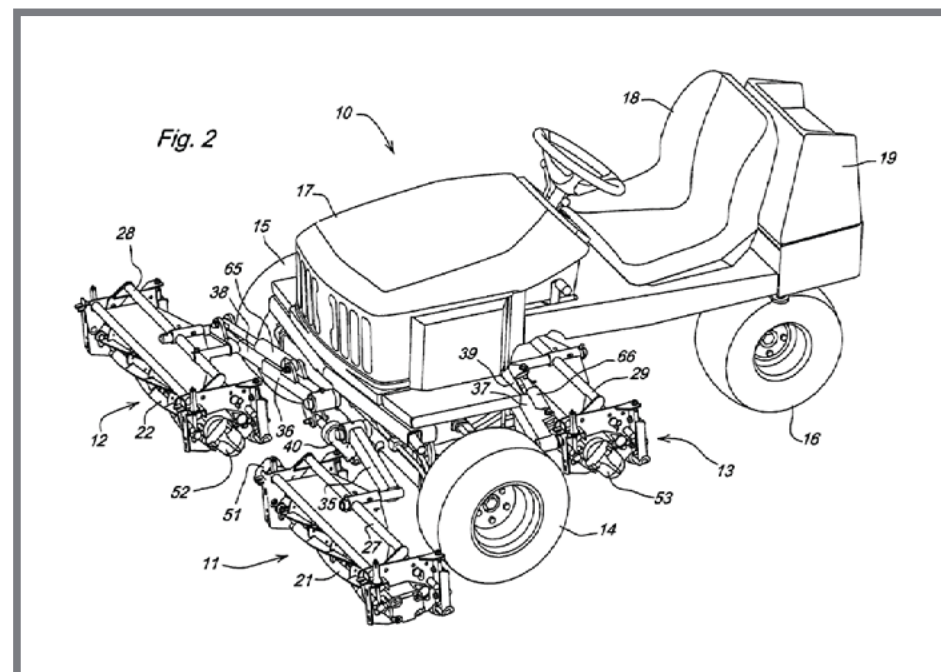
Konstrukční provedení sekačky na obrázku č. 14 je nejčastěji použito u zastříhávací sekačky. Rám je nesen dvěma nápravami, z nichž přední náprava má 2 kola a zadní obvykle pouze 1. Sekačka obsahuje 2 vřetenové sekací jednotky vpředu před přední nápravou a 1 vřetenovou sekací jednotku mezi přední a zadní nápravou pod kabinou řidiče. Zadní vřeteno seká mezeru mezi předními dvěma vřeteny a musí být umístěno s určitým přesahem, aby při otáčení sekačky nedocházelo ke slepým místům sekání, tedy místům, kde po přejetí sekačky zůstanou nedosekané ostrůvky.



Obr. 14 Podvozek se 3 koly a 3 sekacími jednotkami [22]

Popis obrázku č. 14:
10 - podvozek třívřetenové sekačky, 12 - rám, 14 - přední kola, 16 - zadní kolo, 18 - vřetena, 22 - motory na vřetenech.

Celkový vzhled sekačky určuje poloha motoru. Na obrázku č. 15 lze vidět variantu s motorem vpředu zkombinovaným s náhonem předních kol. Zadní kolo je nehnané a řízené, aby bylo dosaženo co nejmenšího průměru otáčení.

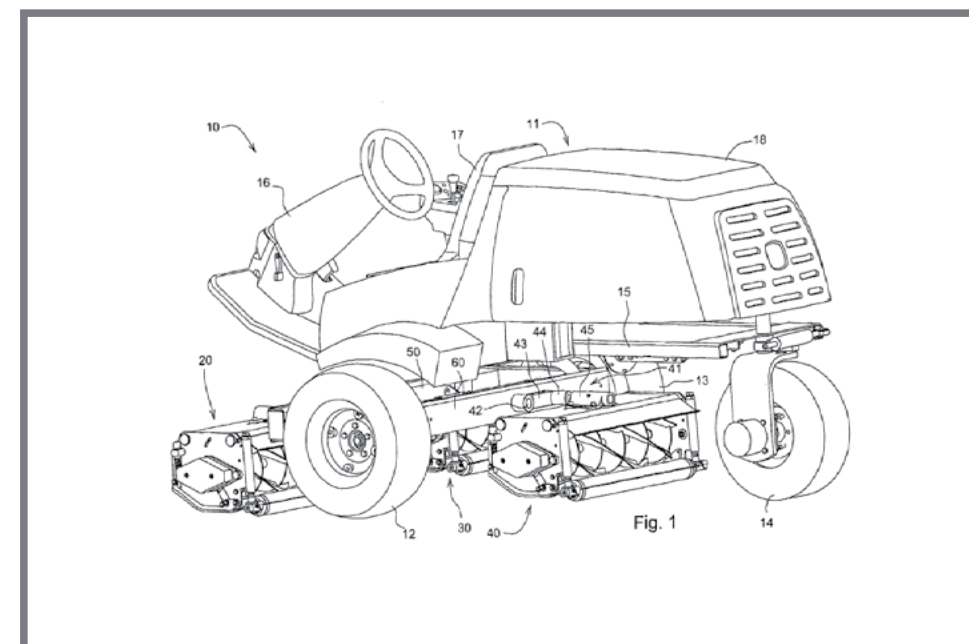


Obr. 15 Třívřetenový traktor s motorem vpředu [23]

Popis obrázku č. 15:

10 - třívřetenová sekačka, 11+12 - přední vřetena, 13 - zadní vřeteno, 14+15 - přední kola, 16 - zadní kolo, 17 - skříň, 18 - sedadlo, 21+22 - nože, 27-66 - mechanismy zvedacích ramen.

Druhou variantou je náhon a řízení na zadním kole. Motor je umístěn za řidičem, což je ergonomicky příznivější, protože řidič vidí mnohem lépe před sebe a na sekací jednotky a nepřekáží mu přední část karoserie tak, jako je to u předchozího traktůrku (Obr. 16).



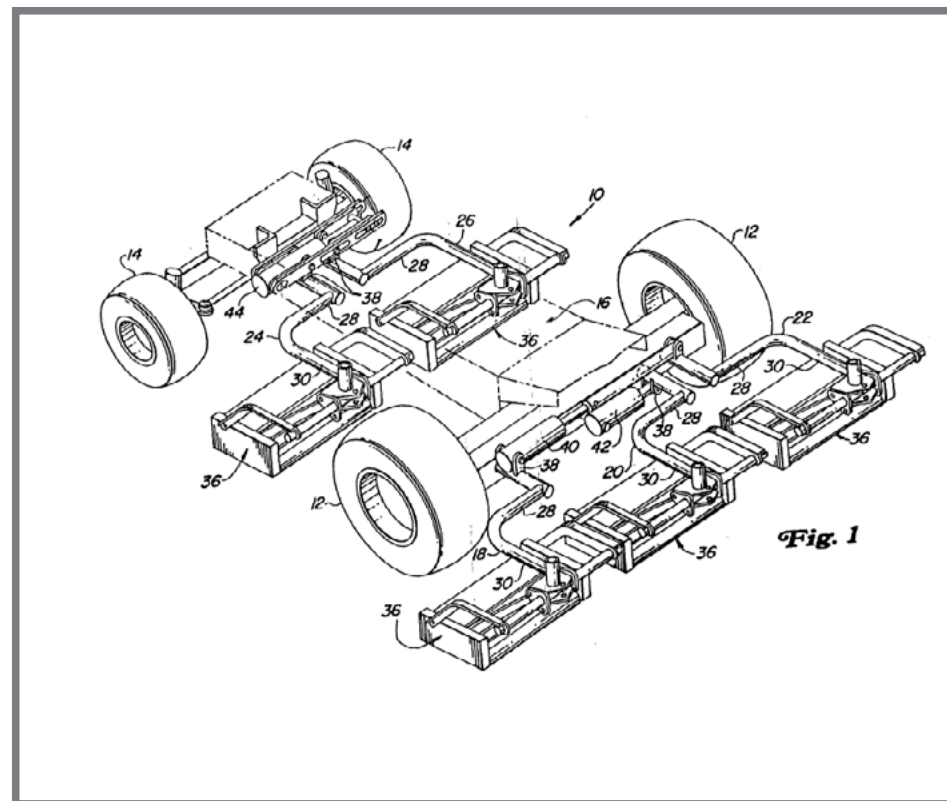
Obr. 16 Třívřetenová sekačka s motorem vzadu [40]

Popis obrázku č. 16:

10 - třívřetenová sekačka, 11 - karoserie, 12+13 - přední kola, 14 - zadní hnané a řízené kolo, 15 - rám, 16 - řídicí sloupek, 17 - sedadlo, 18 - skříň, 20+30+40 - vřetena.

Podvozek se 4 koly a 5 sekacími jednotkami - 3 jednotky vpředu

Tento typ konstrukce je nejrozšířenější na trhu, jsou na něm postaveny greenové i dráhové sekačky. Přední náprava obsahuje pár větších kol obvykle s průměrem 24 palců, což odpovídá asi 60 cm. zadní náprava obsahuje pár menších hnanych a řízených kol. Před přední nápravou jsou umístěny 3 vřetenové sekací jednotky a mezi přední a zadní nápravou pod kabinou řidiče jsou jednotky 2.

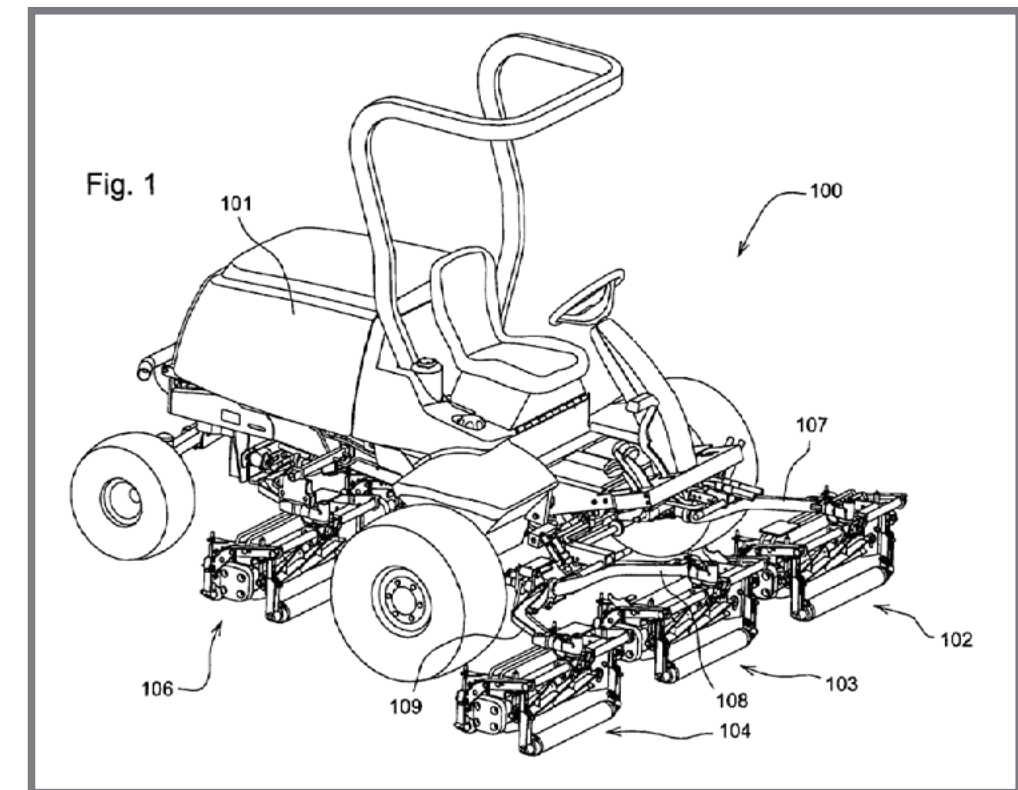


Obr. 17 Podvozek se 4 koly a 5 sekacími jednotkami - 3 jednotky vpředu [34]

Popis obrázku č. 17:

10 - podvozek pětivřetenové sekačky, 12 - přední kola, 14 - zadní kola, 16 - rám, 18-30 - mechanismy zvedacích ramen, 36 - vřetena, 38-40 - hydraulické písty.

Na obrázku č. 18 je nakreslen standardní model postavený na tomto typu konstrukce. Sedadlo řidiče je umístěno kousek za přední nápravou, motor za sedadlem pohání zadní pár řízených kol. Běžnou součástí konstrukce je masivní vertikální ochranný rám, který může nést odmontovatelnou střechu nad kabinou řidiče sloužící jako ochrana proti nepříznivým vlivům počasí. Možná je i zasklená verze kabiny, výrobci ji dnes však již nabízí jen zřídka (např. John Deere) nebo vůbec.



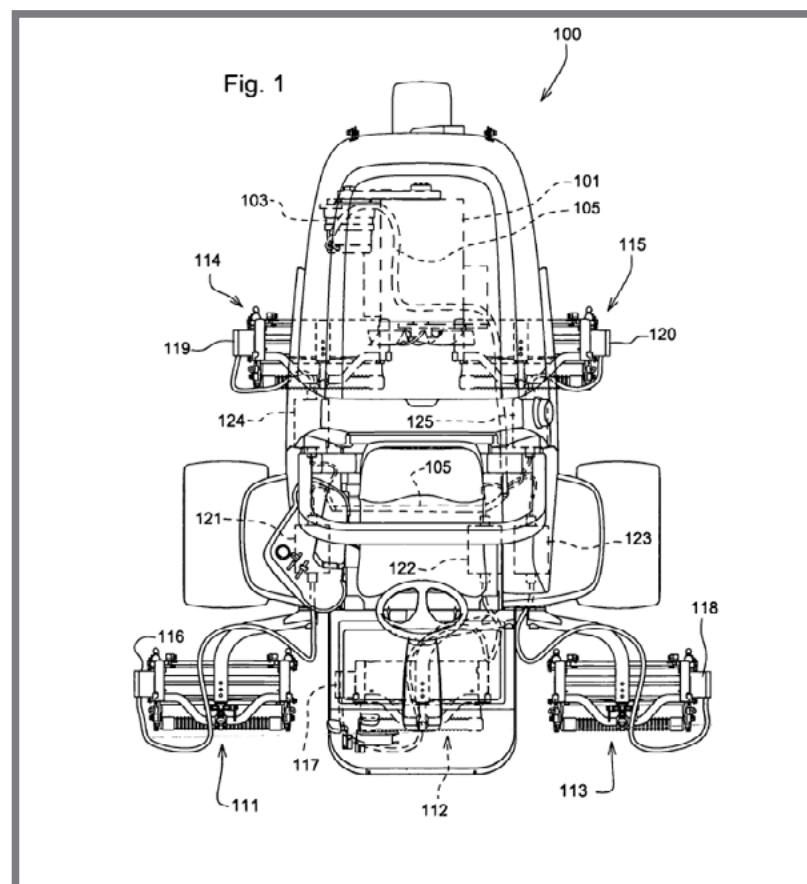
Obr. 18 Standardní pětivřetenová samojízdná sekačka [41]

Popis obrázku č. 18:

100 - pětivřetenová sekačka, 101 - skříň, 102-106 - vřetena, 107-109 - zvedací ramena.

Podvozek se 3 koly a 5 sekacími jednotkami

Tento typ konstrukce je v patentu [43] z roku 2013 uveden jako nosný pro moderní lehkou dráhovou sekačku. Má velmi podobné parametry jako předchozí typ se 4 koly na obrázku č. 19. Liší se zadní nápravou obsahující pouze jedno kolo, na které je přiveden pohon a řízení.



Obr. 19 Podvozek se 3 koly a 5 sekacími jednotkami [43]

Popis obrázku č. 19:

100 - pětivřetenová sekačka, 101 - spalovací motor, 103 - motor, 105 kabeláž,
111-115 - vřetena, 116-120 - elektrické nebo hydraulické motory na vřetenech,
121-125 - ovládací prvky vřeten.

1.3.3 Pohon sekačky

V této kapitole, jsou popsána různá konstrukční řešení všeho, co souvisí s pohonem, tedy umístění a typ motoru, ovládání vřeten atd.

Typ se spalovacím motorem

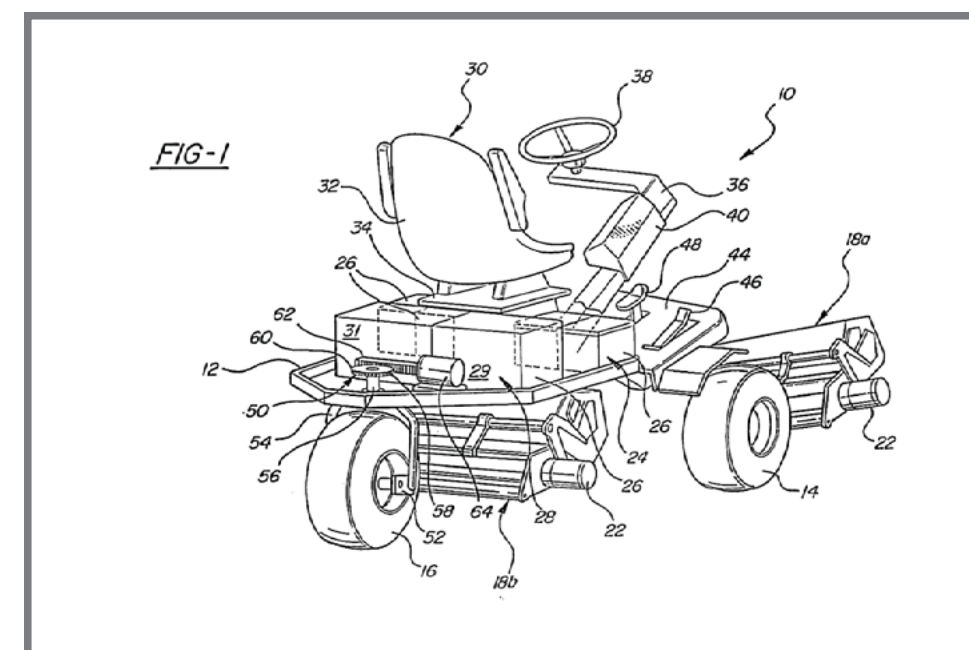
Standardní typ sekačky minulého století. Naftový motor je hlavním zdrojem energie. Olověný akumulátor slouží pouze pro operace jako startování nebo osvětlení stejně, jako je tomu nejčastěji v automobilovém průmyslu.

Hybridní typ

Hybridní typ sekačky patří mezi moderní jak z konstrukčních a ekonomických, tak i ze sociálních důvodů. Kombinuje energii z baterií a ze spalovacího nebo plynového motoru.

Výhody:

- Méně emisí
- Menší hlučnost motoru
- Ekonomický provoz



Obr. 20 Třívřetenová hybridní sekačka [25]

Popis obrázku č. 20:

10 - třívřetenová hybridní sekačka, 12 - rám, 14 - přední kola, 16 - zadní kola,
18a+18b - vřetena, 22 - elektromotory na vřetenech, 24 - napájecí zdroj, 26 - baterie,
28 motor-generator, 29 - spalovací motor, 30 - kabina řidiče, 31 - generátor, 32 - seda-
dlo, 34 - podpěra sedadla, 36 - ovládací rameno, 38 - volant, 40 - ovládací modul, 44
- podlaha, 46 - pedál pohonu, 48 - pedál brzdy, 50 - mechanismus řízení, 52 - konzole,
54 - zavěšení zadního kola.

Plně elektrický typ

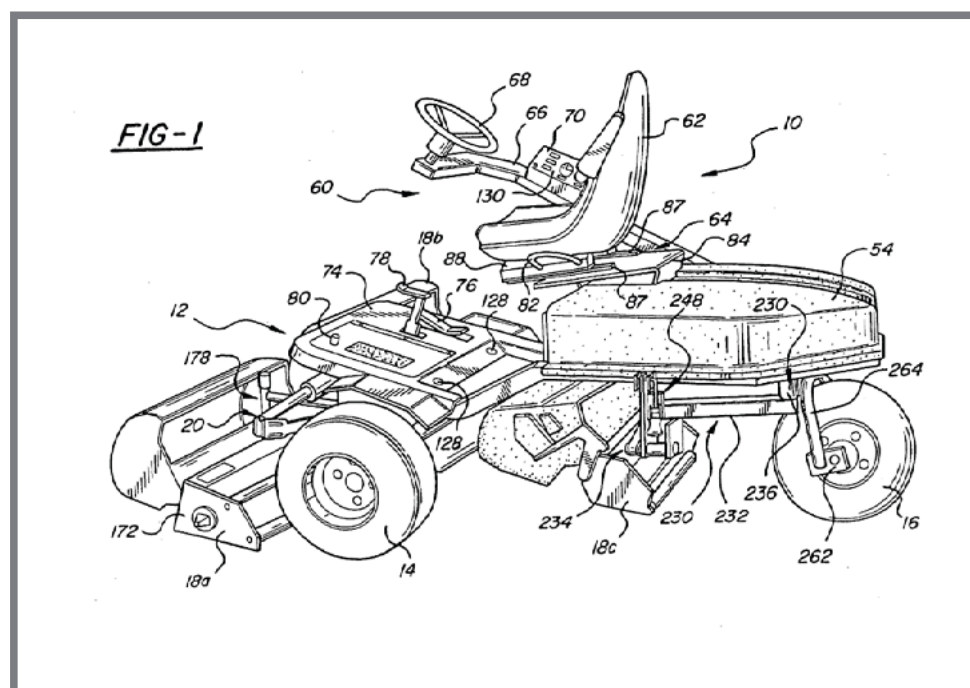
Plně elektrický rider nepotřebuje spalovací motor. Celý chod sekačky je zajištěn energií z baterií. Baterie jsou napojeny na řídicí jednotku, která rozvádí elektrickou energii do hlavního elektromotoru zajišťujícího pohon kol a do elektromotorů, které řídí provoz vřetenových jednotek.

Výhody

- Velmi tichý provoz
- Bez hydraulických zařízení a bez oleje, který může vytéct a znečistit prostředí
- Žádný spalovací motor znamená žádné emise

Nevýhody

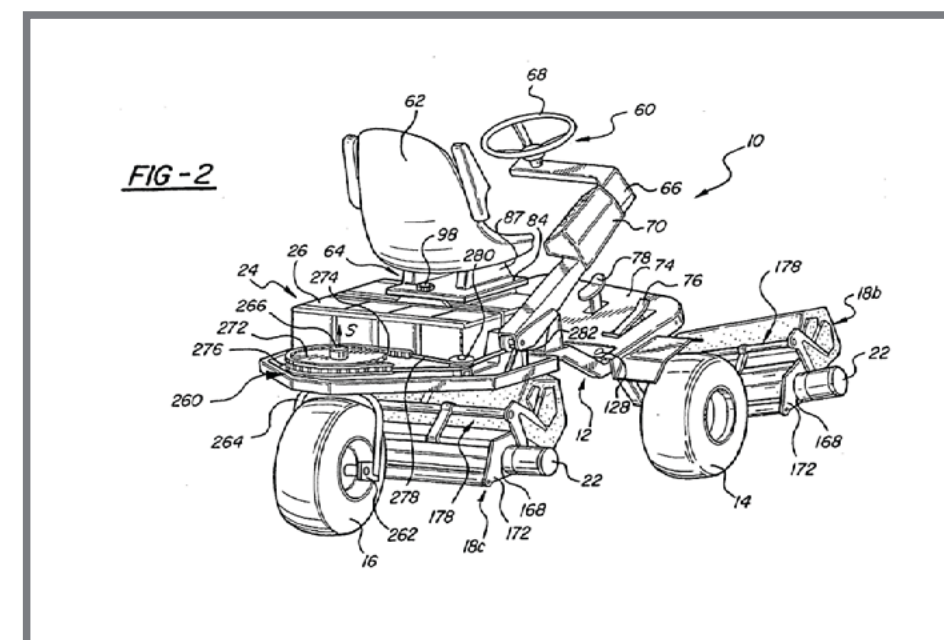
- Provoz je limitován kapacitou baterií
- Nabíjení baterií je narozdíl od doplnění palivové nádrže mnohem delší proces.



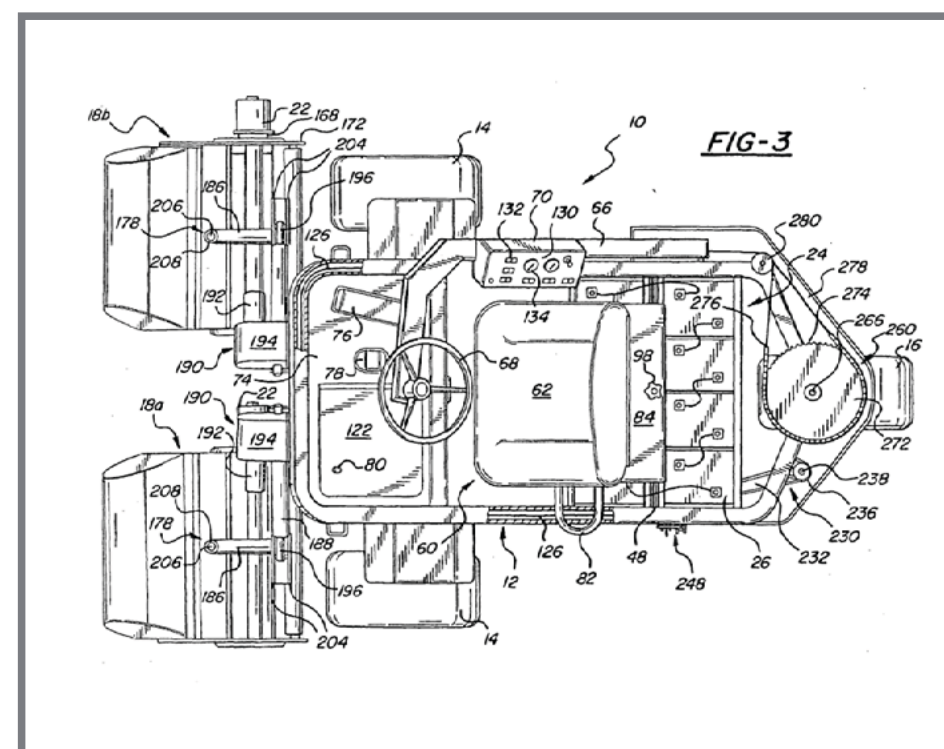
Obr. 21 Třívřetenová elektrická sekačka [22]

Popis obrázků č. 21, 22 a 23:

10 - třívřetenová elektrická sekačka, 12 - rám, 14 - přední kola, 16 - zadní kolo, 18 - vřetena, 22 - elektromotory na vřetenech, 24 - zdroj, 26 - baterie, 60 - kabina řidiče, 62 - sedadlo, 64 - podpora sedadla, 66 - ovládací rameno, 68 - volant, 70 - ovládací modul, 74 - podlaha, 76 - brzdový pedál, 78 - pedál pohonu.



Obr. 22 Třívřetenová elektrická sekačka - zezadu [22]

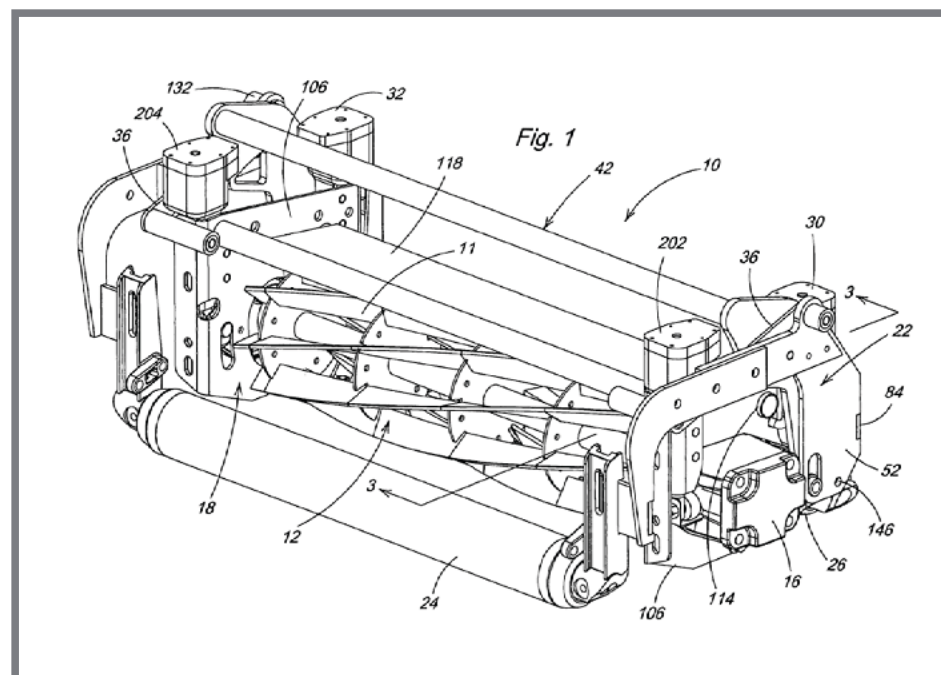


Obr. 23 Třívřetenová elektrická sekačka - shora [22]

1.3.4 Vřetenové sekací jednotky

Princip fungování vřetenových sekacích jednotek byl již vysvětlen. Nyní budou blíže popsány její parametry a komponenty.

Popis základních komponent jednotky



Obr. 24 Vřetenová sekací jednotka [30]

Popis obrázku č. 24:

3 - hřídel, 10 - vřetenová sekací jednotka, 12 - vřeteno, 16 - motor, 18 - vnitřní rám, 22 - vnější rám, 24 - přední kopírovací válec, 26 - zadní kopírovací válec, 30+32+202+204 - servomotory, 36 - vzpěry, 42 - tažný rám, 52+106 - postranní díly vnějšího rámu, 118 - kryt

Rozměry jednotek

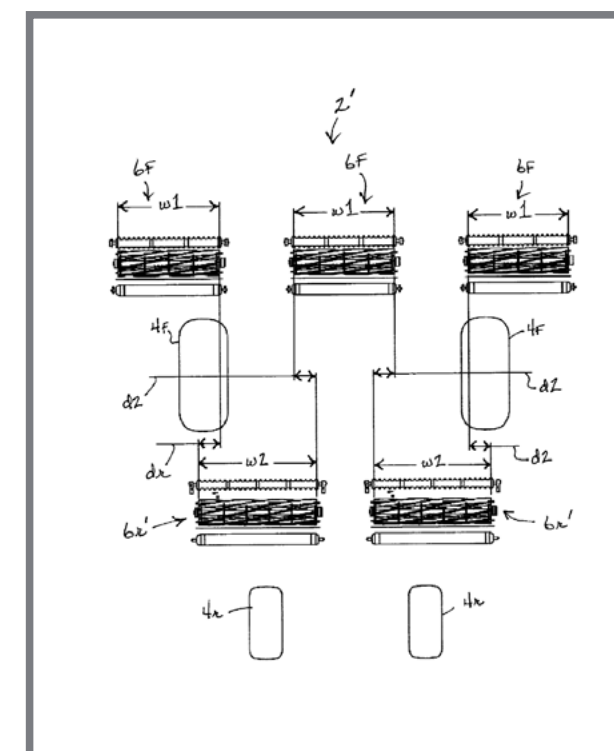
Hlavním udávaným rozměrem vřetenové jednotky je šířka, která se běžně pohybuje v rozmezí od 18 do 28 palců, což je přibližně od 457 do 711 mm. Větší vřetenové jednotky jsou vhodné pro rozlehlé pozemky s nízkými převýšeními, jsou efektivní z energetického a ekonomického hlediska, takže se používají hlavně u sekaček dráhových. Menší vřetenové jednotky jsou výhodné z hlediska univerzality, mohou sekat komplikovanější terén a jsou skladnější v transportním módu sekačky. Používají se proto především u zastříhávacích a greenových sekaček.

Geometrie sestavy jednotek u současných riderů

Pětivřetenový rider s 3 vřetenovými sekacími jednotkami vpředu lze v dnešní době vidět u všech předních výrobců jako jsou John Deere, Jacobsen, Ransomes a další. Na obrázku č. 25 z patentu [26] z roku 2013 je ukázán princip přesahu zadních sekacích jednotek. Přesah musí korespondovat s principem zatáčení na následujících obrázcích č. 26 a 27. Vřetena ovládá komplexní mechanismus, který řídí, jak mají zatáčet kolem svislé osy během zatáčení rideru a jak se mají natáčet při kopírování svahu.

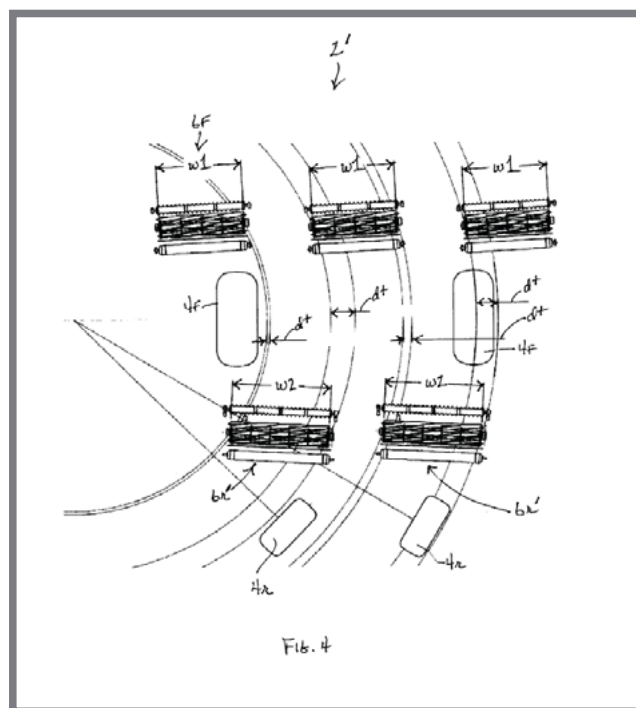
Popis obrázku č. 25, 26 a 27:

4F - přední kola, 4r - zadní kola, 6F - přední vřetenova, 6r - zadní vřetena, w1 - záběr předních vřeten, w2 - záběr zadních vřeten, d2 - přesahy, d+ - pozitivní přesahy.



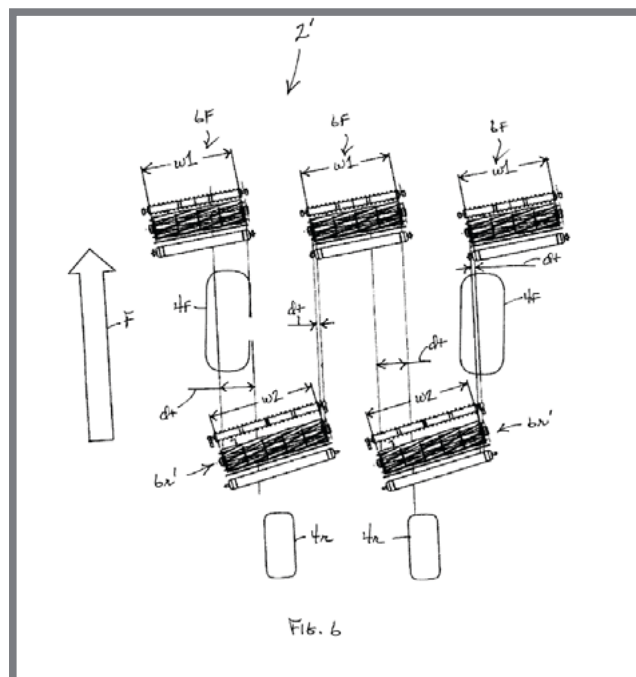
Obr. 25 Geometrie přesahů vřeten 3 + 2 [26]

Obrázek č. 26 ukazuje obrázek sekačky, která zatáčí a vřetena jsou natočena o 3 stupně tak, aby kopírovala poloměr otáčení.



Obr. 26 Geometrie při natočení vřeten v zatáčce [26]

Obrázek č. 27 ukazuje sekačku jedoucí příčně po svahu kopce.

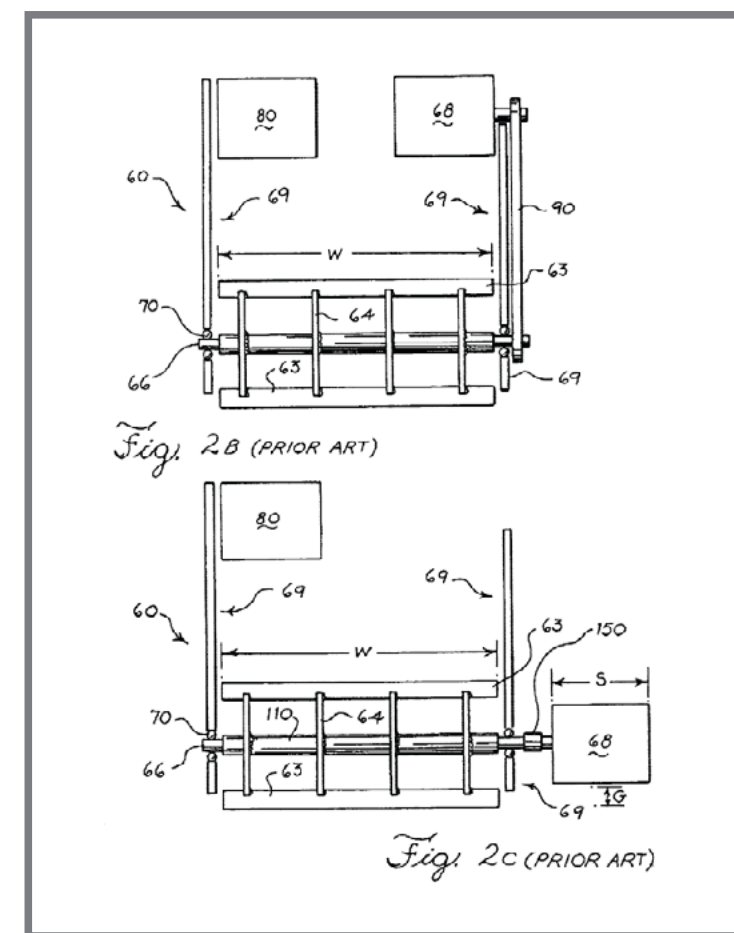


Obr. 27 Geometrie při natočení vřeten ve svahu [26]

Pohon jednotek

Dříve byl pohon jednotek vyřešen pomocí převodových mechanismů, například hřídele, řetězů nebo pásů, které převádí krouticí moment na vřetena. Později se začaly vyrábět hydraulické rozvody do jednotek pomocí hadic s olejem, což bylo velmi výhodné z hlediska rovnoměrného rozdělení výkonu do všech vřeten.

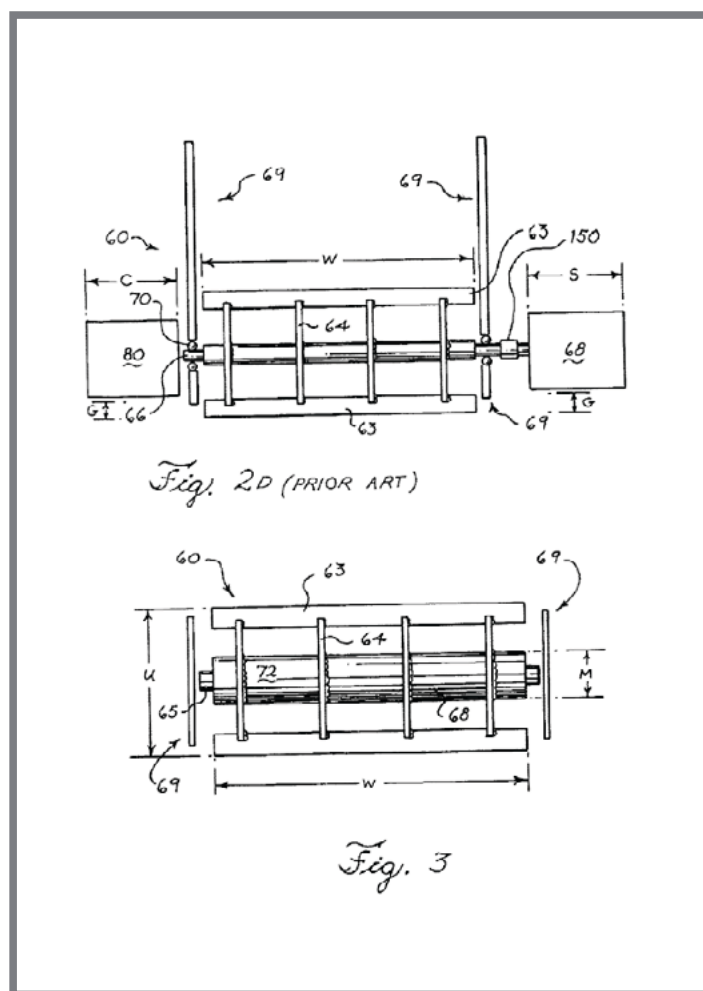
Na moderních sekačkách nalezneme již vřetenové sekací jednotky s elektromotory umístěnými přímo na jednotlivých vřetenech. Výhoda spočívá v eliminaci nebezpečí možného úniku kapaliny a kontaminaci prostředí. Je několik konstrukčních možností uložení elektromotoru na sekacích jednotkách. V patentu [33] z roku 2004 je popsán výhodný princip uložení elektromotoru.



Obr. 28 Různé umístění elektromotoru u vřetene [33]

Popis obrázků č. 28 a 29:

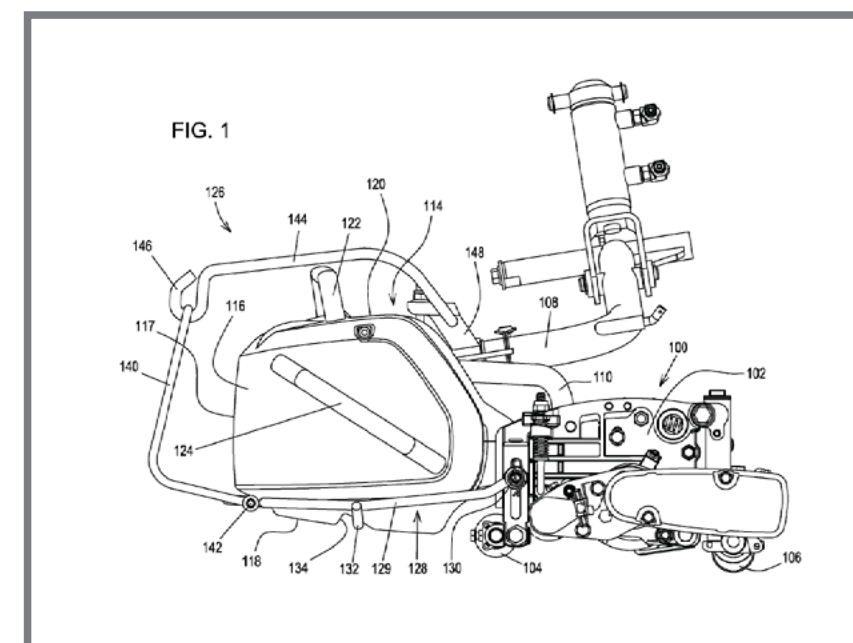
63 - nože, 66 - hřídel, 68 - motor, 69 - části krytu, 70 - ložiska, 72 - kryt motoru, 80 - protizávaží, 90 - převodový mechanismus.



Obr. 29 Umístění elektromotoru u vřetene nebo uvnitř [33]

Sběrný koš

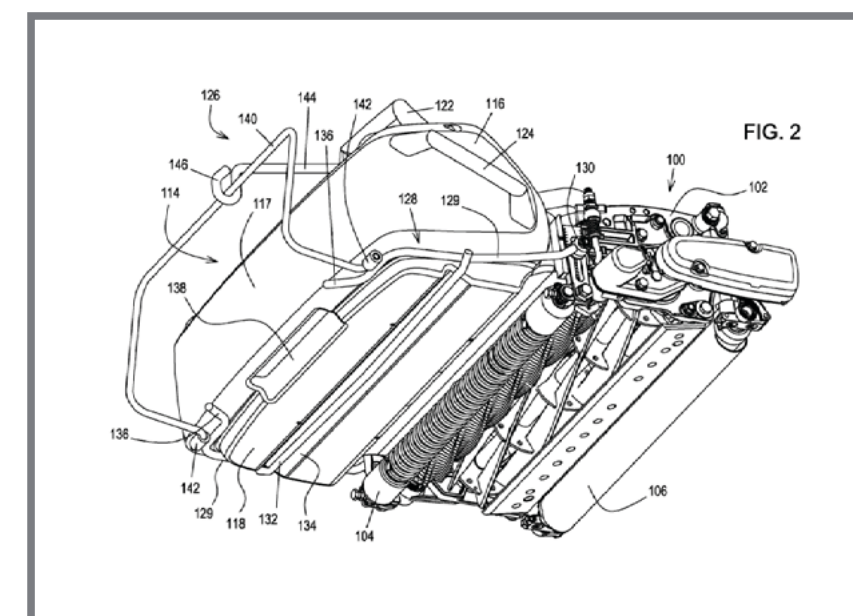
Sběrný koš je standardní výbavou vřetenové sekačí jednotky. Používá se pro sběr posekané trávy právě během sekání, pokud je to vyžadováno. U vícevřetenových sekaček je velmi důležitá snadná a rychlá montáž a demontáž koše, aby frekventované vysypávání netrvalo příliš dlouho. Další důležitou věcí je, aby plnicí se koš nezatěžoval příliš vřeteno a nesnižoval tak výšku sekání. Patent [55] z roku 2014 popisuje konstrukční řešení, většinu hmotnosti sběrného koše převádí na konzolu zvedacího ramene.



Obr. 30 Schéma patentu pro nasazení sběracího koše [37]

Popis obrázků č. 30 a 31:

100 - vřeteno, 102 - boční díly, 104 - přední kopírovací válec, 106 - zadní kopírovací válec, 108 - zvedací rameno, 114 - sběrač trávy nebo sběrný koš, 116 - boční části koše, 117 - přední část koše, 118 - spodní část koše, 120 - horní část koše, 122+124 - držáky, 126 - nosič, 128 - sběrný koš, 129-140 - rám, 146 - hák, 148 - konzola.



Obr. 31 Schéma patentu pro nasazení sběracího koše - zdola [37]

1.3.5 Baterie

Existuje celá řada tvrzení, že baterie neboli akumulátory jsou budoucností průmyslu v 21. století. Investují se velké prostředky do jejich výzkumu a vývoje, aby uspokojily potřeby zákazníků. Projevuje se to například u běžně užívaných mobilních zařízení, jako jsou notebooky, mobilní telefony, tablety atd., které v posledních letech zaznamenaly obrovské pokroky v poměru cena / výkon.

Je velmi pravděpodobné, že baterie nakonec vytlačí spalovací motory také v dopravním průmyslu. Již v dnešní době jsou běžné elektrické skútry, golfové vozítka a řada elektromobilů. U sekaček to však zatím tak běžné není.

Parametry plně elektrické třívřetenové sekačky od firmy Jacobsen

Elektrická sekačka Eclipse 322 od Jacobsenu je jednou z mála svého druhu. Jsou v ní použity dnes již zastaralé ale levné trakční olověné akumulátory v sérii po 6 článcích o napětí 8 V a kapacitě 190 Ah s hlubokým cyklem, které zajistí chod třívřetenového rideru s pohonem o 3 koních (asi 2,2 kW) a příkonem každé vřetenové sekací jednotky 1,3 koně (asi 1 kW) po dobu 3 až 4 hodin.

Přehled baterií na trhu

a) Olověný akumulátor

Dodnes používaný nejčastěji v automobilovém průmyslu. Zápornou katodu tvoří houbovité olovo, kladnou katodu oxid olovičitý (PbO₂). Elektrolytem je zředěná kyselina sírová.

Výhody:

- Nízká cena
- Vysoké proudy, které je schopen akumulátor poskytnout

Nevýhody:

- Malá hustota energie na kilogram (30-40 Wh/kg)
- Nižší účinnost dobíjení (70-92%)
- Menší počet dobíjecích cyklů (500-800)
- Nutná ekologická likvidace (tento proces je dnes už velmi dobře technologicky zvládnutý)

b) NiCd akumulátor

Výhody:

- Nevadí mu úplné a dlouhodobé vybití, dokonce jsou skladovány zcela vybité
- Již dostačující počet dobíjecích cyklů – více jak 2000

Nevýhody:

- Menší hustota energie na kilogram (40-60 Wh/kg)
- Nižší účinnost dobíjení (66-90%)
- Dražší výroba a tedy i vyšší cena zejména oproti olověným bateriím
- U NiCd baterií se projevuje paměťový efekt
- Rychlé samovybíjení (až 20% / měsíc)
- Nutná ekologická likvidace – baterie jsou velmi toxické

c) NiMH akumulátor

Výhody:

- Cena – NiMH baterie jsou celkem levné
- Rozumně ekologické
- Udržení napětí až do úplného vybití

Nevýhody:

- Nižší hustota energie na kilogram (30-80 Wh/kg)
- Nízká účinnost dobíjení (66%)
- U některých typů rychlé samovybíjení (až 20% / měsíc)
- Oproti NiCd akumulátorům menší počet dobíjecích cyklů (cca 1000+)
- U NiMH baterií se projevuje paměťový efekt

d) Li-Ion akumulátor

Výhody:

- Málo toxické
- Velmi vysoká hustota energie! (160 Wh/kg)
- Možnost tvarovat baterii dle svých požadavků
- Nemá paměťový efekt
- Malé samovybíjení
- Vysoké nominální napětí
- Dobrá dobíjecí účinnost (80-90%)

Nevýhody:

- Velmi rychlé stárnutí baterie (životnost 2-3 roky, snížení kapacity o 20%/rok při 20°C)
- Při špatném zacházení explozivní
- Při úplném vybití je téměř vždy zničená

e) LiFePO₄ akumulátory

Výhody:

- Téměř plochá křivka až do úplného vybití akumulátoru
- Vysoký počet dobíjecích cyklů (2000 - 3000)
- Netoxické
- Nemá paměťový efekt
- Bezpečné oproti jiným typům lithiových baterií
- Vysoká životnost (3-10 let)
- Vynikající dobíjecí účinnost (95%)
- Levné oproti jiným lithiovým bateriím
- Vyšší hustotu energie (80-120 Wh/kg) – dnes se již dají běžně koupit baterie s hustotou 170 Wh/kg a více

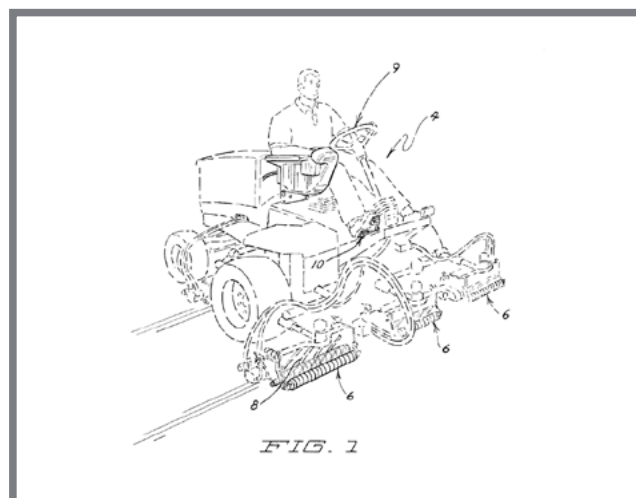
Nevýhody:

- Rychlé dobíjení snižuje životnost
- Možnost předčasného selhání při větším množství hlubokých cyklů (vybití pod 33%)

1.3.6 Ergonomie

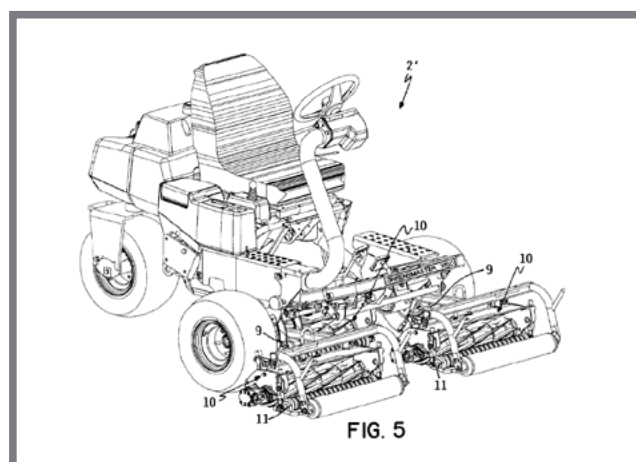
Řízení a ovládání sekačky

Existuje několik variant, jak je vyřešeno řízení a ovládání sekačky. Na obrázku č. 32 je zobrazena varianta s volantem, jehož osa směřuje dolů mezi nohama řidiče. Často bývá osa zakrytována. Po pravé straně je potom ovládací panel, kterým lze manipulovat se vřetenovými sekacími jednotkami.



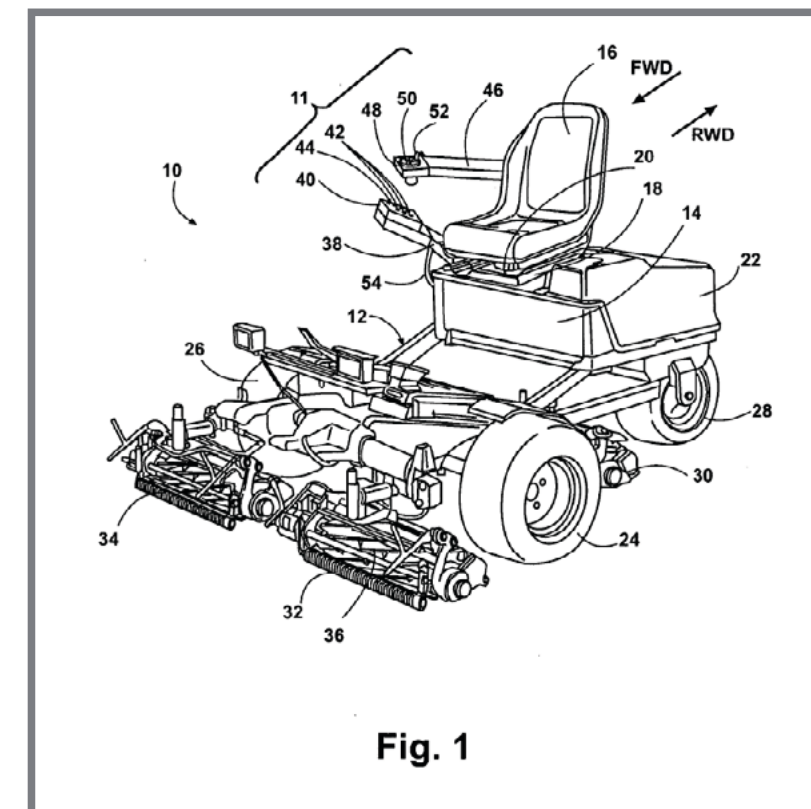
Obr. 32 Posazení řidiče za volantem na svislé ose [42]

Obrázek č. 33 ukazuje příklad umístění volantu na rameni, které může mít také různý tvar i průřez. Profil může být kulatý nebo čtvercový či obdélníkový. Skrze profil vede řídicí ocelové lanko.



Obr. 33 Typ sekačky s volantem na rameni [43]

Další obrázek č. 34 je návrh podle patentu [36] z roku 2007. Ten místo klasického obouručního volantu doporučuje malé řídicí kolo o průměru asi 12 cm s vertikálním držadlem, které lze snadno a rychle ovládat.



Obr. 34 Ergonomie ovládacího modulu bez volantu [36]

Popis obrázků č. 34 a 35:

10 - vřetenová sekačka, 11 - řídicí systém, 12 - rám, 14 - zadní část sekačky, 16 - sedadlo, 18 - podpěrný rám sedadla, 20 - zařízení pro nastavení sedadla, 22 - skříň, 24 - přední hnaná kola, 26 - zadní řízené kolo, 28 - volant, 30-36 - vřetenová sekací jednotka, 38-44 - ovládací rameno, 46-52 - řídicí rameno, 78 - osa definující začátek sedadla.

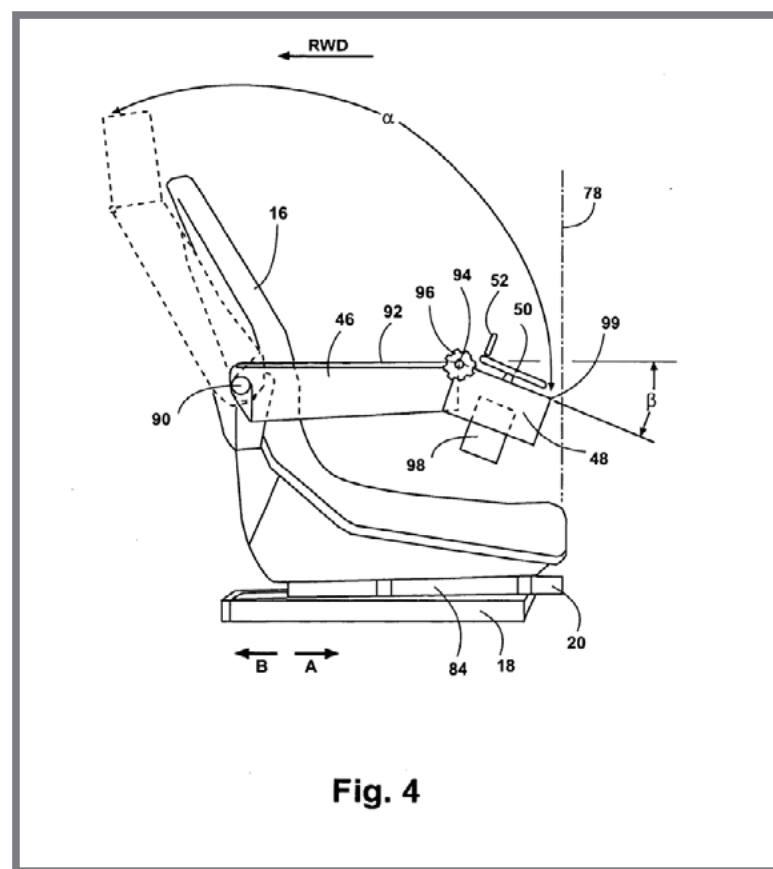


Fig. 4

Obr. 35 Ergonomie podpěry s ovládacím modulem [36]

Úhel α ukazuje otočení řídicího ramene a úhel β ergonomické natočení řídicího mechanismu směrem dopředu dolů.

Běžnou součástí vícevřetenové sekačky je také střecha kabiny, kterou lze přimontovat k rámu kabiny. Musí splňovat ergonomické parametry a bezpečnostní podmínky.



Obr. 36 John Deere 3235 [63]

1.4 Designérská analýza

1.4.1 John Deere

Americká společnost John Deere patří mezi největší výrobce zemědělských strojů na světě již od počátku 20. století. Bohatou tradici této společnosti ctí design v pro ni typické zelené barvě se žlutým akcentem. Logo s jelenem symbolizuje přínos pro zemědělský průmysl. Osobitým stylem designu je optický důraz na základnu a obliba většího počtu světlometů v přední masce.

John Deere 3235

Prvním produktem z řady 3235 z roku 1998 je klasický pětivřetenový čtyřkolový model s menšími zadními řízenými koly. Dominantním prvkem sekačky je odmontovatelná kabina se zpětnými zrcátky. Kabina se často vyskytuje i u dalších typů sekaček, ale je pouhým doplňkem. Výrazná velikost předních kol opticky podporuje objem přední části sekačky a dodává jí stabilitu. Skříň v zadní části logicky směřuje svým objemem ke kabině, resp. k přední části stroje s prostorem pro řidiče. Zadní perforovaná plocha odvádí teplo z motoru, větším otvorem prochází nenápadný výfuk.

John Deere 3235B

Novější model 3235B z roku 2001 výrazněji mění pouze skříň motoru. Ne, že by to bylo nutné, měkce tvarovaná zád' k ostřejšímu původnímu zbytku příliš nesedí. Kaskáda v horní části tvarově na nic nenavazuje. Hrubá zakulacená perforace skříně na eleganci příliš nepřidá, celkově působí proti subtilnímu zbytku sekačky dost masivně a těžce. Ergonomicky příhodné může být černé madlo, které je na obrázku vidět pod nápisem společnosti. Je však otázkou, do jaké míry je třeba tuto část zvýrazňovat, pro snadnější odklopení skříně by spíše stačil tvarově méně násilný prolis nebo madlo umístěné z přední strany.



Obr. 37 John Deere 3235B [64]

John Deere 3235C

Pokračování řady 3235 dostalo nový moderní zevnějšek pro C-model z roku 2006. Přibyl vertikální ochranný rám, který je pro samojízdné sekačky typický. Plechové kryty a blatníky byly v přední ergonomické části nahrazeny plastovými a dominantní zelenou barvu utlumila černá. Volant na mocnějším sloupku působí stabilněji a celkově přední část dobře sedí k zadní skříni.



Obr. 38 John Deere 3235C [65]

Skříň s kaskádovitým profilem využívá svých předností, navazuje na tvar plastových dílů, v zadní části vykrojena pro perforovaný kryt, v bocích jsou otvory pro snadnější manipulaci. Operátor má k dispozici ergonomický nastavitelný řídicí panel. Přibyla také podpora hlavy. Přední světla jsou velmi minimalisticky začleněna do řídicího sloupku. Vydařený kompaktní design ale nemá dořešenou přední část, kde vystupují

ostré hrany rámu nesoucího podlahu s řídicími pedály, navíc je obětí nevzhledné technologie v podobě mnoha hadic, které se místy neuspořádaně proplétají.



Obr. 39 John Deere 3235C z boku [66]

John Deere 8700

Moderní řady 7000 - 8700 svým designem navazují na 3235. Charakter jim dávají 3 výrazné světlomety a protvarovaný ochranný rám. Jsou opět o něco zelenější.



Obr. 40 John Deere 8700 [61]

Pro zajímavost je ukázána varianta s kabinou (Obr. 40). Je zjevné, že prezentace tohoto produktu se vždy obešla bez kabiny, stejně tak i jeho použití je nejčastěji viděno s řidičem ve volném prostoru, protože kabina stejně jako u starých modelů k sekačce

po estetické stránce vůbec nesedí. Snad ani není třeba poukazovat na disharmonii mezi kabinou, ochranným rámem, skříní i blatníky.



Obr. 41 John Deere 8700 s kabinou [62]

John Deere 7500

Nejmodernější varianty hybridních sekaček, mezi které patří 7500A konečně nabízí tvarové inovace. Přední část rámu se již zbavila ostrých hran, početné hadice byly nahrazeny pro oko příjemnější kabeláží s elektromotory po stranách vřetenových sekačích jednotek. Liší se také kulatý vertikální rám s držadlem. Je podpořena pro Deera typická horizontální linie. Masivní černé plastové kryty vystupující horizontálně z úrovně blatníků podtrhávají komplikovanější zád' stroje. Silná stránka tohoto motivu tkví ve větší harmonii mezi barevnými plochami, jejichž základ tvoří velká kola s objemnými černými pneumatikami. Právě pneumatiky a plastové díly se navzájem dobře doplňují a vytváří vyváženou kompozici.



Obr. 42 John Deere 7500 [60]

John Deere 8000

Model 8000 se od předchozích liší velikostí kol, velikostí sekačích jednotek a použitím zadní nápravy s jedním řízeným kolem. Lehká dráhová sekačka s menšími koly, která má být šetrnější k povrchu, nicméně tak vůbec nepůsobí. Výtvarně se jedná o disproporční variantu, v níž hmotné tělo sekačky opticky tlačí na malá kola.



Obr. 43 John Deere 8000 [67]



Obr. 44 John Deere 8000 se řidičem [68]

1.4.2 Toro

Rovněž americká společnost s bohatou tradicí, která se již od svých začátků specializovala na sekání trávy se vřetenovými sekacími jednotkami. Typickým prvkem designu je řez tělesem po křivce a posun jeho části. Využívá vlastních moderních technologií. Dokladem tohoto tvrzení je jejich nejmodernější třívřetenový „drobek“ s inovativním odpružením vřeten.

Reelmaster 5400D

Také v případě Tora se podíváme nejprve na starší typ Reelmaster z roku 1998, který má podobný charakter jako starší modely od Johna Deera. Konstrukční funkční koncept zvýrazňuje nádrž vyvedena mimo prostor skříně. Zadní partie je opticky více zatížena a směřuje k menším zadním kolům. Řídící sloupek je nízký a volant na holé hřídeli působí dost nestabilně. Ovládací panel je stejně jako u Deera 3235 neergonomicky umístěn v nižších partiích.



Obr. 45 Reelmaster 5400D [58]

Reelmaster 5410

Mezi nejnovější produkty Tora patří řady Reelmaster 5410 - 5610. Sekačka na první pohled působí velmi dynamicky především díky zadní části. Dostala novou plastovou tvář se dvěma světlomety a logem uprostřed, specifický hranatý plechový kryt pod volantem zmizel.



Obr. 46 Reelmaster 5410 [55]

Rám kabiny ctí celkovou dynamiku kompozice a tvarově ji doplňuje. Podpořena je sladěnost tvarového motivu stříšky a skříně.



Obr. 47 Reelmaster 5410 s předním rámem [56]

Reelmaster 3550D

Další novinka, tzv. lightweight pětivřetenový typ 3550D s podvozkem na 3 kolech, disponuje nízkou hmotností. Jemně se změnily křivky předního krytu se světly a logem. Nad ním se kroutí asymetrické rameno s volantem a dalšími ovládacími prvky. Za všimnutí stojí zadní kolo, které je na rozdíl od většiny konkurence připojeno k rámu sekačky jednostrannou vidlicí o odpovídající šířce v poměru k ostatním hmotám.



Obr. 48 Reelmaster 3550D [59]

Greensmaster

Velmi vydařený design třívřetenových modelů. Nejsou pouze zmenšenými disproporčními kopiemi svých velkých pětivřetenových předchůdců. Tato kategorie je povýšena na samostatný logicky uspořádaný celek po konstrukční i výtvarné stránce.

Na obrázku č. 49 je ukázán vývoj této sekačky až po poslední horkou novinku Greensmaster Triflex 3300, která svým technickým a designérským provedením vrhá ostrý stín na svou konkurenci.



Obr. 49 Greensmaster, vlevo 3150 [51], uprostřed 3250 [52], vpravo 3300 [53]

Minimalistický design odhaluje promyšlenou konstrukci. Esteticky přiznány jednotlivé funkční celky (jednotlivé části rámu sekačky, spalovací motor, nádrž, elektro-

motory..). Odlehčená perforovaná vidlice při zadním kole podtrhuje záměr subtilního lehkého designu.



Obr. 50 Greensmaster Triflex 3300 [74]

Zdůrazněny jsou praktické funkce jako odklopení subtilní perforované ocelové podlažky pro snadný přístup k zadní sekací jednotce. Kulaté profily rámu podvozku sladěny s ramenem držícím volant.



Obr. 51 Greensmaster Triflex 3300 se řidičem [54]

1.4.3 Jacobsen

Do třetice z USA pochází také firma Jacobsen, která má také za sebou téměř 100 let vývoje. Dlouhá léta barví její organický nápaditý design světlý teplý odstín červené. Modely Jacobsenu představují různé tvarové kombinace a experimenty. Od roku 2011 je sourozencem britského Ransomes pod mateřskou společností Textron Company a pyšní se zeleným pruhem od Ransomes. Jako jediná ze srovnávaných výrobců má na trhu plně elektrický typ.

Jacobsen 305

Příjemný organický tvar zadní skříně, kde teplá světle červená barva společnosti v tomto tmavém modelu je spíše barevným akcentem. Pohled zezadu vysvětluje logiku komplikovaného tvaru blatníků, kde je zopakován motiv žebrování použitý na zadním perforovaném krytu.



Obr. 52 Jacobsen 305 [47]

Hydraulika velmi dobře uspořádána, hadice svázaný k sobě. Zpředu sekačka však vypadá s nadsázkou řečeno jako okno na kolečkách.



Obr. 53 Jacobsen 305 zepředu [46]

Jacobsen LF3800 a LF570

Pro Jacobsen je charakteristické útulné prostředí kolem řidiče, jehož je docíleno pomocí mohutných plastových krytů. Ty zároveň částečně přebírají funkci absentujících blatníků. Organická skříň s logem společnosti kopíruje tvar zadních kol. I přes svůj značný objem je odlehčena zadním tmavým plastovým žebrováním. Stříška s nenápadným motivem zalomené křivky vizuálně hraje s liniemi obvodu skříně.



Obr. 54 Jacobsen LF3800 4WD [50]

Níže je pohled shora na přední část modelu LF570, velmi podobného modelu na předchozím obrázku č. 55.



Obr. 55 Jacobsen LF570 [73]

Jacobsen LF3810

Velmi originální vzhled je docílen komplexní karoserií, která vytváří celistvou kompozici. Toto je od Jacobsenu sochařská studie mezi samojízdnými sekačkami. Kabina na stroji působí velmi přirozeně, její křivky korespondují s celkovým tvarem. Parabolicky zakřivená přední část v horizontálním i vertikálním směru se doplňuje se zakřivením zadní části, to vše vsazeno mezi horizontální linie podvozku a střechy kabiny.



Obr. 56 Jacobsen LF3810 [49]



Obr. 57 Jacobsen LF3810 bez kabiny [48]

Eclipse 322

Poslední představený produkt této firmy je nejnovější Eclipse 322 dodávaný ve třech variantách s pohonem diesel-hybridním, gas-hybridním nebo plně elektrickým. Zdařilý celek má tvář s jedním reflektorem, pod nímž jsou umístěny dva symetrické písty, které zvedají ramena se vřeteny. Zadní část je odlehčena otvory ve skříni, které svou výškou korespondují s černým ochranným rámem i plastovými díly v přední části pod řidičem.



Obr. 58 Eclipse 322 [45]



Obr. 59 Eclipse 322 [44]

Další výrobci

V předchozích podkapitolách byli uvedeni tři největší výrobci se svými řadami sekaček, aby bylo názorné, kam vývoj po tvarové i technické stránce směřuje. Autor se zabýval také produkty dalších výrobců jako je Ransomes, Baroness, Hustler, Shibaura nebo Hayter, nicméně další kapitola v této práci je věnována designu, který může inspirovat. Má-li čtenář zájem doplnit si povědomí i ostatních zmíněných výrobcích, nechť si vyhledá katalogy uvedených společností.

1.4.4 Produkty, které inspirují**Vize Husqvarny**

Takto švédská designérka stvárnila design moderní zahradní samojízdné sekačky pro Husqvarnu. Přestože sekací jednotky jsou rotační a nikoli vřetenové, koncept má určitě, co říct, po tvarové stránce i k této práci.



Obr. 60 Husqvarna Panthera Leo [69]

Výhodou tohoto modelu je malý objem energetických a pohonných jednotek, jelikož je pracováno s moderními technologiemi. Vysoký výkon, který rotační nože potřebují, a energie uchovaná v lithiových bateriích tak mohou být skryty kdesi pod sedadlem řidiče a sekačka může zůstat v měřítku malého roztomilého vozítka.

Inspirativní je volant s digitálním ovládacím displejem a rameno, které jej drží. Z ergonomického a bezpečnostního hlediska chybí operátorovi určité zázemí, minimálně loketní opěrky, bezpečnostní pás, případně nějaký ochranný rám. Netypická barevnost by na trhu jistě vyčnívala, ovšem sněhově bílý smoking by zejména v dolních partiích na travnatém povrchu velmi rychle ztratil při nejmenším svůj lesk.



Obr. 61 Husqvarna Panthera Leo shora [70]

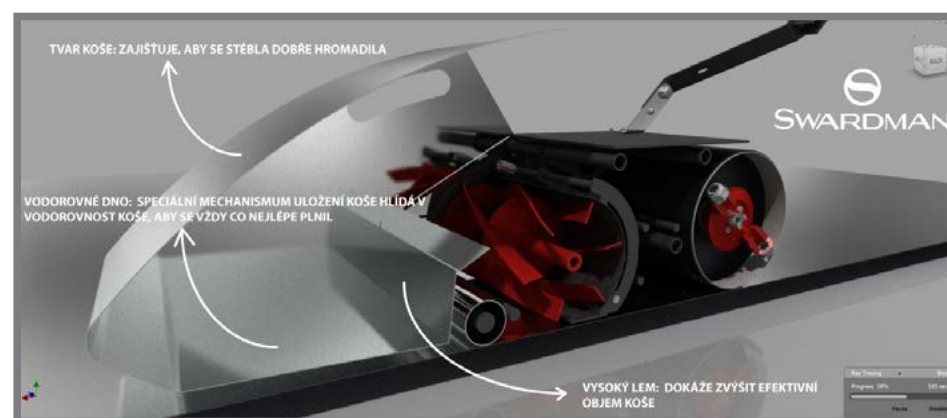
Sekačka Edwin od českého výrobce Swardman

Je povzbudivé, že pořekadlo o zlatých českých ručičkách má na poli vřetenových sekaček svého silného zástupce. Inženýr Tomáš Šena stojí v čele dynamické společnosti Swardman, s níž si uskutečnil sen vyrobit prototyp luxusní vřetenové sekačky pojmenované po britském vynálezci Edwinu B. Buddingovi.



Obr. 62 Edwin od Swardman [72]

Stroj svým tvarem předbíhá konkurenci. Sběrný koš je zde základem kompozice.



Obr. 63 Edwin od Swardman [71]

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

2.1 Analýza problému

- Vřetenová sekačka je v současnosti stále nejefektivnější.
- Absence plně elektrických vřetenových sekaček na trhu.
- Současné sekačky používají pouze olověné akumulátory.
- Objevení celé řady patentů, zkoumání možnosti jejich využití.
- Konstrukční, často nesourodé tvarování současných modelů.

Předchozí kapitoly byly věnovány současnému stavu poznání vývoje, technologie a designu samojízdných vřetenových sekaček. Existuje více druhů a liší se především podle toho, na co jsou primárně určeny. Liší se svou velikostí, hmotností, podvozkem, počtem a velikostí kol a samozřejmě také počtem vřetenových jednotek a jejich parametry jako např. různý počet nožů, různý průměr a odlehčená nebo robustní konstrukce.

Nicméně v zásadě lze sekačky rozlišit podle počtu sekacích jednotek na třívřetenové a pětivřetenové. Přimontujeme-li k té pětivřetenové dvě další vřetena do zadní řady, dostaneme sedmivřetenovou dráhovou sekačku, jinak se však od té pětivřetenové neliší. Nalezl jsem a prostudoval řadu patentů k technickému řešení většiny typů, z nichž nejpodstatnější pro mou další práci byly řešení geometrie a vhodné konfigurace sekacích jednotek, různé typy pohonu stroje i vřeten a ovládání stroje.

Zanalyzoval jsem modely řady výrobců, nejčastěji jsem se setkal s pětivřetenovými typy se spalovacím motorem a hydraulickým rozvodným systémem, který necitlivě svými propletenými hadicemi komplikuje tvar a nepůsobí na uživatele přátelským dojmem. Podle průzkumu trhu nejnovější modely používají motor-generátor, který dobíjí olověné baterie. Design se liší prvky typickými pro danou značku, ale tvarová řešení jsou obecně často podřízena převážně konstrukčnímu myšlení, jednotlivé celky nejsou výtvarně příliš provázány. Třívřetenové modely mi osobně přišly rozličnější a našel jsem mezi nimi zatím jedinou plně elektrickou sekačku na trhu.

2.2 Cíle práce

- Design samojízdné vřetenové sekačky na současný trh.
- Záběr sekačky 2,5 metru, 5 vřetenových sekacích jednotek.
- Vhodné konstrukční i tvarové řešení pro nízkou hmotnost stroje.
- Ochrana životního prostředí, návrh s elektrickým nebo hybridním pohonem.
- Inovace technického řešení, využití moderních technologií a nejnovějších patentů.

Pětivřetenovou sekačku jsem zvolil proto, že mezi takovými sekačkami vidím široké možnosti v tvarové i technické inovaci. Dosud mezi nimi neexistuje plně elektrická varianta jako je tomu u třívřetenového modelu od Jacobsenu. Rovněž dle mého názoru převažuje variabilita tvarů u třívřetenových modelů.

Mezi mé dílčí cíle tvarového a ergonomického řešení patří lehký kompaktní design, pohodlný nástup do stroje, ergonomická paluba, zajištění co největšího přehledu řidiče o sekacích jednotkách a v neposlední řadě svébytný tvar přední masky s integrovanými světly, tedy dodat sekačce tvář.

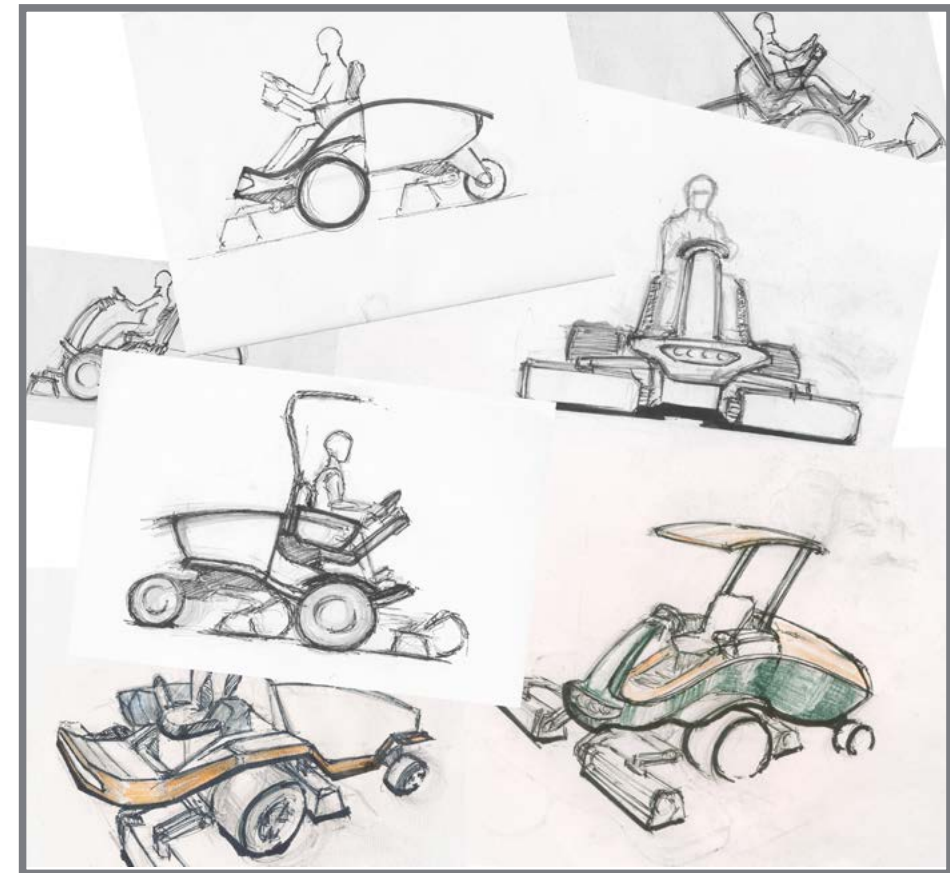
Dílčími cíli konstrukčně technologického řešení je vhodná volba podvozku a rozmístění sekacích jednotek, výběr a umístění hnacího motoru, vhodná konfigurace a velikost sekacích jednotek, vhodný pohon sekacích jednotek a rovněž také výběr baterií a výpočet reálné provozní doby.

3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Cíle práce byly již sice definovány, ale nejprve bylo nutné ujasnit si řadu dalších otázek. Jedná se o složitý stroj s mnoha možnými řešeními. Abych pronikl do dané problematiky dostatečně hluboko, musel jsem se velmi brzy rozhodnout, kterým směrem se ve tvarování sekačky vydat. Jinak totiž bude proporčně vypadat sekačka s podvozkem na čtyřech kolech a jinak s podvozkem na třech kolech, reakcí na to bude především tvar a šířka skříně v zadní partii, a na tvar skříně zase zareaguje tvar komponent s ovládacími prvky v prostoru řidiče. Jelikož je ergonomická část vozu odkryta, je nutné její hmotu brát v úvahu již od samého začátku navrhování.

Prvotní fází vlastního navrhování bylo volné skicování a rozdělení hmoty. Hmotově lze sekačku rozdělit na základní funkční části, kterými jsou:

- Podvozek se vřeteny.
- Prostor řidiče se sedadlem a ovládacími prvky.
- Skříň chránící pohonné jednotky a další technické komponenty.
- Ochranný rám se střešou.



Obr. 64 Prvotní volné skicování

Součástí volného skicování bylo hledání jednotícího prvku. Ač jsou zatím takové skici na hony vzdáleny od finálního řešení, jde o zkušenosti s tvarem a funkcemi stroje. Jen je nutné přiznat si včas omyly a poučit se z nich.

3.1 Varianty I. iterace - tři koncepční řešení

První sada variant se týká rozmístění hmot sekačky s ohledem na menší nároky na objem technických komponent vzhledem k použití modernější technologie, aby tvořily kompozičně vyvážený celek.

Položil jsem si tyto základní otázky pro volbu směru:

- Podvozek na 3 nebo 4 kolech?
- Ovládání pomocí volantu na středním řídícím sloupku nebo postranním ramenu?
- Řízení pomocí volantu nebo joysticku?

Řešení zmíněných otázek lze mezi sebou kombinovat, já jsem koncepčně namodeloval tři varianty těchto řešení, jak přibližně mohou vypadat.

- Varianta I-A: 4 kola, střední řídící sloupek s volantem
- Varianta I-B: 3 kola, postranní rameno s volantem
- Varianta I-C: 3 kola, bez volantu, joystick nebo jiný ovladač umístěn přímo na postranním ovládacím panelu.

3.1.1 Varianta I-A

Na trhu nejčastěji se vyskytující varianta pětivřetenové sekačky. Čtyři kola vedou k lepšímu rozložení hmotnosti a je-li trakce na zadním páru, tak také k lepší trakci a stabilitě při zatáčení. Stabilita vystihuje tento koncept i po designérské stránce. Menší pár zadních kol umožňuje využít prostor mezi nimi a ušetřit jej v objemu skříně.



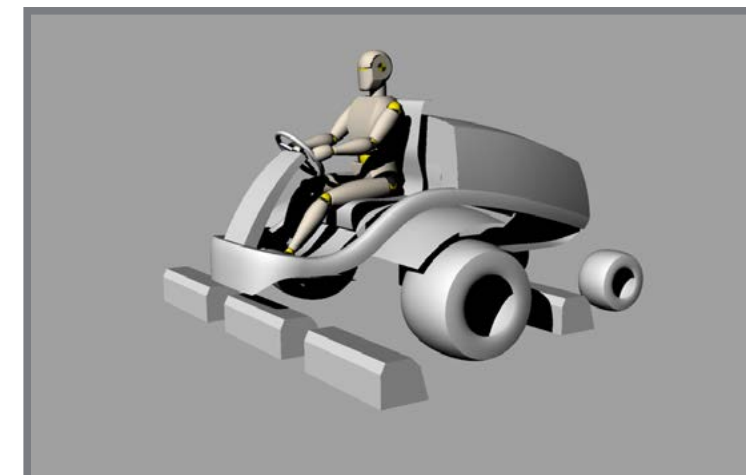
Obr. 65 Varianta I-A, koncepční model se středním sloupkem

Střední řídící sloupek s volantem charakterizuje symetrickou kompozici. Zkouším také barevné provedení v teplých přírodních tónech. Plastové sběrné koše jsou odlišeny od plechové karoserie.



Obr. 66 Varianta I-A, pohled zepředu

Na této variantě je postavena i malá tvarová studie, jejímž hlavním motivem je křivka probíhající od čela až po zád' deformována podle tvaru předních kol s blatníky a svažující se k menším zadním kolům. Protože koncept nebyl vybrán z důvodů uvedených níže, dále jsem již tuto studii nerozváděl.



Obr. 67 Varianta I-A - tvarová studie

3.1.2 Varianta I-B

Tato varianta je poměrně častá u třívřetenových modelů, které svým inovativním designem předčí své větší pětivřetenové kolegy. Postranní rameno, na němž je umístěn volant, nechává více prostoru pro nohy. Jeho jasnou čistou funkcí je převod řízení na zadní kolo a dle mého názoru může být zkombinováno s hmotou postranního panelu, na kterém jsou umístěny další ovládací prvky pro řízení a kontrolu sekacích jednotek.



Obr. 68 Varianta I-B, koncepční model s ramenem

Otazný je zde tvar zadní vidlice, která je bez výjimky na takových tříkolových sekačkách umístěna v ose kola kolmo k základně, viz Kap. 1.4. Důvodem je potřeba řízení na zadním kole. Pokud chci tento tvar inovovat a vidlici sklopit, aby splňovala mou předběžnou představu zakončení stroje, jak je koncepčně ukázáno na obrázku č. 69, musím také vyřešit funkci řízení.

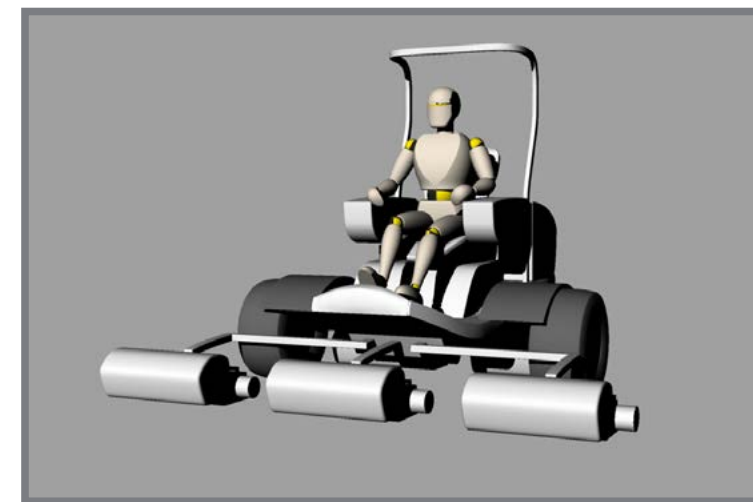


Obr. 69 Varianta I-B, koncepční model s ramenem

3.1.3 Varianta I-C

Americký patent z roku 2007 [33] mne přiměl k rozvaze, zda využít způsobu ovládání joystickem. V kapitole technické rešerše (Kap. 1.2) je popsán tento patent. Výhodou je odstranění nosné konstrukce s volantem a integrace ovládání na postranní ovládací panel, což stroj odlehčí a vizuálně zjednoduší. Je otázkou, do jaké míry je potom třeba

tvarově podpořit panely a podpěry pod ruce, aby si operátor na takovém stroji nepřipadal příliš obnaženě nebo zranitelně a měl před sebou případně nějakou oporu.



Obr. 70 Varianta I-C, koncepční model s joystickem bez volanu

3.1.4 Volba směru:

Volím podvozek na třech kolech.

Cílem práce je konstrukční a tvarové řešení s důrazem na minimální hmotnost. Nízká hmotnost stroje se bude blížit dnešním třívřetenovým modelům. Třívřetenové modely se na trhu velmi často vyskytují právě na třech kolech. Pouze jedno řízené zadní kolo podporuje technicky i tvarově odlehčené řešení. Navíc je konstrukčně snazší dosáhnout se třemi koly minimálního poloměru otáčení. Lichý počet kol také dle mého názoru lépe koresponduje s lichým počtem vřeten z hlediska prostorové kompozice. V rámci pětivřetenových sekaček je méně obvyklý a pro design zajímavější.

Volím postranní rameno s ovládacími prvky.

Konvenční pětivřetenové modely jsou obvyklé se středním řídicím sloupkem. Stejně jako v předchozím případě je pro mne z hlediska designu asymetrické řešení zajímavější. Vidím v něm i ergonomické výhody - více místa pro nohy, případně lepší viditelnost a přehlednost situace těsně před sekačkou.

Zavrhuji joystick, volím konvenční volant.

Ač je řešení s joystickem také velmi zajímavé a na trhu by bylo jedinečné, zde jsem optimismus, s jakým byly popsány ergonomické výhody tohoto řešení v patentu US [36], příliš nesdílel. Nevýhodou je absence osobní zkušenosti s řízením pomocí joysticku. Sekačka není určena pro speciální klientelu, má být univerzální pro majitele rozlehlých pozemků. Jistě by byl složitější proces zaučení obsluhy na řízení joystickem tak velkého stroje, jelikož řídit pomocí volantu je pro naši společnost přirozené z autoškoly.

Varianta I-B odpovídá mým výše zmíněným volbám. Pouštím se do jejího zpracování. Varianty II. iterace vychází tedy z Varianty I-B

3.2 Varianty II. iterace

Pracuji na tvaru zadní vidlice a obecně zadní části stroje a napojení zadního kola. Mým dílčím cílem je zvolit kompozičně optimální proporce zadní vidlice, která bývá u podobných sekaček často vizuálně poddimenzována vůči objemnému kolu. Šikmý sklon vidlice posouvá zadní kolo dozadu, aby nebylo opticky tolik tíženo objemem skříně.

Snažím se o logické tvarové propojení postranního ramene s volantem a ovládacím panelem. Ideálním stavem by bylo zjednodušení konstrukčního řešení a čistý kompaktní tvar ergonomické části stroje. Dalším bodem je přední maska sekačky a integrace světlometů.

V neposlední řadě iteruji tvar skříně, zkoumám možnosti jejího zakřivení ve všech základních rovinách, zaoblení rádiusů, její vizuální odlehčení a intuitivní otevírání či tvarové zakončení nad zadním kolem.

3.2.1 Varianta II-A

Řešení vychází z konstrukce a geometrie. Je v něm přiznáno rozdělení hmoty na jednotlivé funkční části. Robustní vidlice ve světlé barvě karoserie těsně objímá zadní kolo, na které navazuje tvar skříně. Skříň je v zadní části vykrojena nad objemem pneumatiky a v přední části zakončena dělicí spárou, podle níž může být vyklopena směrem nad zadní kolo. Tvar skříně je volen se sklonem zadní plochy směrem k vidlici, aby mohly být panty co nejdál od přední části a zároveň co nejniž nad zadním kolem kvůli snadnému odklopení nejméně o 90°. Z perspektivního pohledu skříň odlehčuje vnitřní odsazení střední plochy, která svou šířkou navazuje na šířku zadního kola.



Obr. 71 Varianta II-A, diagonální pohled na zadní část

Tvar blatníků integruje vzdálená přední kola k prostoru kabiny. Přední světla jsou zakrytována a pozicována do středu. Nemalá pozornost byla věnována ovládacímu panelu, který inovativně vychází z postranního ramene a také kloubu držícímu volant. Na sekačích jednotkách jsou koncepčně nasazeny jednoduše tvarované sběrné koše.



Obr. 72 Varianta II-A, pohled na zepředu

Přínos varianty:

- Nalezení tvarových souvislostí mezi zadním kolem a zakončením skříně.
- Inovativní ovládací panel.
- Ověření správných proporcí pro zpracování technického řešení. (Kap. 5)

Slabiny varianty:

- Tvar zadní vidlice ztěžuje ovládání sekačky.
- Nastupování do sekačky kvůli objemným blatníkům není ideální.
- Bylo by složité měnit výškové nastavení ovládacího panelu.
- Upevnění panelu na šikmé postranní rameno není praktické a nepůsobí příliš stabilně a přesvědčivě.

3.2.2 Varianta II-B

Srovnám-li tuto variantu s předchozí Variantou II-A, prošla zásadní tvarovou proměnou. Především se změnil vztah mezi skříň a blatníky, které nyní propojují skříň s přední částí a stávají se článkem v kompaktní karoserii. Blatníky jsou seříznuty tak, aby vznikl prostor pro stupátka. Skříň na blatníky navazuje nápadným tmavě odlišným vykrojením, v němž může být ergonomický prolis pro snadné otevření a chladicí otvory. Zadní vidlice se zbavuje barvy karoserie a je narovnána do směru kolmého k základně. Kolo tak musí být podsazeno pod skříň, ale abych nemusel příliš zvedat podvozek, použiji pouze průměr 22“ namísto původních 24“.

Zásadní je změna postranního ramene a ovládacího panelu. Vytvořil jsem kompaktní tvar ramene a integroval do něho ovládací prvky. Vznikla tak pro tento stroj zcela inovativní paluba, která plní ergonomické i psychologické funkce zázemí v sekačce. Další inovací je předěl, v němž jsou světla rozdělena a posazena dál od sebe. Kryty světlometů potom lemuují zkosenou oporu pro nohy s pedály řízení. S odstupem vzniká podobnost např. ke kusadlům brouka. Tvar sběrných košů je inspirován sekačkou Edwin (Kap. 1.3). Vytvarován je ochranný rám, jehož součástí jsou držadla.



Obr. 73 Varianta II-B, pohled z ptačí perspektivy



Obr. 74 Varianta II-B

Přínos varianty:

- Kompaktní karoserie.
- Vykrojené blatníky a pohodlná stupátka.
- Ovládací panel je integrován do ergonomicky přívětivé paluby.
- Odstranění technických komplikací se zadní vidlicí.

Slabiny varianty:

- Po tvarové stránce nedořešená zad.
- Koncept nepůsobí příliš odlehčeně.
- Rameno s palubou tvarově příliš nekoresponduje s případnou potřebou nastavitelnosti.

3.3 Varianty III. iterace - cesta k finálnímu řešení

Z předchozích iterací mám již ujasněny parametry, ověřenou převážnou část technického řešení a ergonomie, jak se dočtete v Kap. 5. Zbývá mi odstranit tvarové nedostatky a vyladit jednotlivé části a detaily plynoucí z favorizovaného posledního návrhu - Varianty II-B.

Varianta III

V závěru navrhování již nemá smysl rozlišovat mezi jednotlivými koncepty, a tak Varianta III uzavírá pomyslnou dvoupatrovou pyramidu variant, v jejímž přízemí stojí základní otázky položené v úvodu této kapitoly.

Série obrázků (Obr. 75-78) dokumentuje proces finalizování celkového designu. Největším závěrečným iteračním procesem prošla skříň, aby bylo dosaženo chtěného subtilního dojmu a zároveň zachována integrace hmoty s blatníky. Na zeleném modelu si povšimněte závěrečné korektury obvodových křivek skříňe, drobných proporčních odchylek v bokorysu a citlivého radiusu při zakončení skříňe nad zadní vidlicí.



Obr. 75 Varianta III, výrazné světlomety, pohled z boku



Obr. 76 Varianta III, subtilní světlomety, pohled z boku

Přední světlomety na vínově červeném modelu nejprve dostávají mnoho prostoru a ční nad rovinou podlahy. Z předního pohledu zabírají většinu pozornosti podobně jako je tomu u osobních automobilů. Na modelu zeleném jsou vzhledem k jejich nepříliš podstatné funkci pro sekačku tvarově utlumené. Subtilní tvar v bokorysu tolik netlačí na přední část stroje a nepřekáží při nástupu.



Obr. 77 Varianta III, výrazné světlomety, pohled zepředu



Obr. 78 Varianta III, subtilní světlomety, pohled zepředu

4 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

4

4.1 Cíle designu

- Lehký kompaktní design.
- Pohodlný nástup do stroje.
- Ergonomická paluba.
- Zajistit co největší přehled řidiče o sekacích jednotkách.
- Svěbytný tvar přední masky s integrovanými světlomety, dodat sekačce tvář.

4.2 Základní pohledy

4.1

Nyní již představuji finální tvarové řešení mého konceptu. Představuji jej záměrně v nevýrazných barvách, které však s kontrastními tmavými částmi a s vlastnostmi reálných materiálů přehledně demonstrují tvarové přednosti konceptu. Na barevné kombinace a ergonomické detaily se podíváme později.

4.2.1 Pohled zprava

4.2.1

Začneme pohledem ve směru jízdy na pravý bok sekačky. Ústředním motivem sekačky je křivka ohraničující boční tmavý kryt využitý jako chladicí mřížka a ergonomický otvor pro odklopení skříň. Křivka pokračuje směrem k blatníkům a je součástí obvodu barevného dynamického celku, který spojuje skříň a blatníky. Křivka může evokovat čistý a přirozený tvar spirálovitých nožů na vřetenu. Skříň je dále dělena paralelní linií směrem od blatníků po zadní na svrchní světlou část a spodní část tmavou, která přiléhá k podvozku a navazuje na vidlici. Toto členění výrazně odlehčuje celý koncept zejména v zadní části stroje nad zadním kolem, což bylo jedním z hlavních cílů práce. Zároveň tvar zadě koresponduje s konstrukčním uspořádáním řídicích komponent, viz Kap. 5.



Obr. 79 Finální tvarové řešení, pohled zprava

Postranní rameno s ovládáním svým tvarem navazuje na vykrojení přední části skříň. Rameno svým horizontálním členěním vyjadřuje pohyb dopředu. Bytelná konzola jej

podpírá a ve směru k volantů navazuje na jeho spodní část radiusem, čímž je podpořena stabilita.

4.2.2 Pohled zepředu

Z předního pohledu zaujme maska se subtilními světlomety a logem. Design předních světlometů jsem se rozhodl minimalizovat. Důvodem je to, že u sekačky jsou světla z hlediska funkce nepříliš důležitým prvkem, rozhodně nemají takovou důležitost jako u automobilů, které např. v ČR musí svítit nepřetržitě 24 hodin denně po celý rok, a sekání probíhá za denního světla především za pěkného počasí. Světlomety díky svým proporcím působí dynamicky, ale nikoli agresivně, což je dáno jejich obdélníkovým tvarem, který koresponduje s celkovými proporcemi širokého stroje. Mezi světly logicky vzniká prostor na umístění značky, loga nebo nápisu.

Široké blatníky integrují vzdálená kola k trupu sekačky. Boční rameno neboli také ovládací panel podporuje horizontální členění i v tomto pohledu. Jeho profil nad zalomenou konzolí upevněnou pod sedadlem se mírně svažuje směrem k předním kolům podle logiky, která platí u všech částí karoserie - od střední osy směrem ke krajům se horizontální linie kroutí směrem dolů, aby pomohly ke kompaktnímu dojmu. A stejně tak na to reaguje také zakřivení ochranného rámu v horních partiích.



Obr. 80 Finální tvarové řešení, pohled zepředu

4.2.3 Pohled zleva

Pohled zleva ve směru jízdy odhaluje prostor řidiče, který částečně chrání střeška, jejíž profil odráží zakřivení horní linie skříně. Finální tvar blatníků je přizpůsoben tomu, aby se řidič mohl snadněji dostat do vozu pomocí stupátek umístěných na bytelném rámu přední nápravy. Je tedy výrazně vykrojen tak, aby mezi předním kolem a podlahou řidiče vznikl široký prostor pro pohodlný nástup. Za povšimnutí také stojí kola, v nichž tři malá vykrojení v oblasti disku oživují a vizuálně odlehčují objemnou hmotu.



Obr. 81 Finální tvarové řešení, pohled zleva

4.2.4 Pohled zezadu

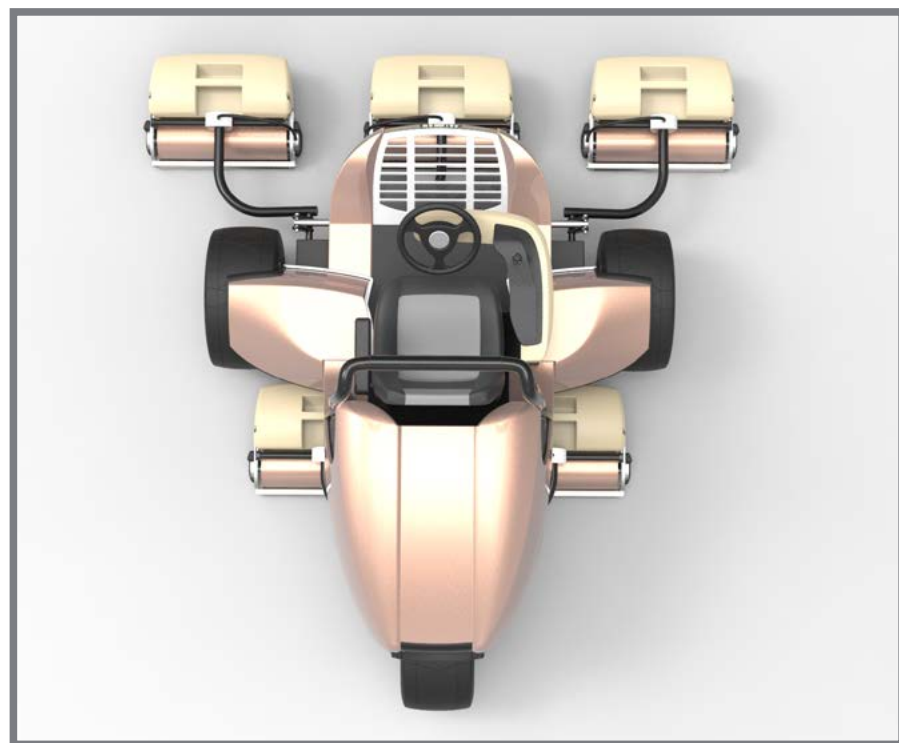
Zadní pohled ukazuje především subtilní proporce karoserie vůči podvozku. Zadní chladicí mřížka svým tvarem navazuje na zadní kolo a opět odlehčuje koncept. Plocha sedadla, která je vidět nad karoserií, svým rozdělením reflektuje tvar zadní vidlice.



Obr. 82 Finální tvarové řešení, pohled zezadu

4.2.5 Pohled shora

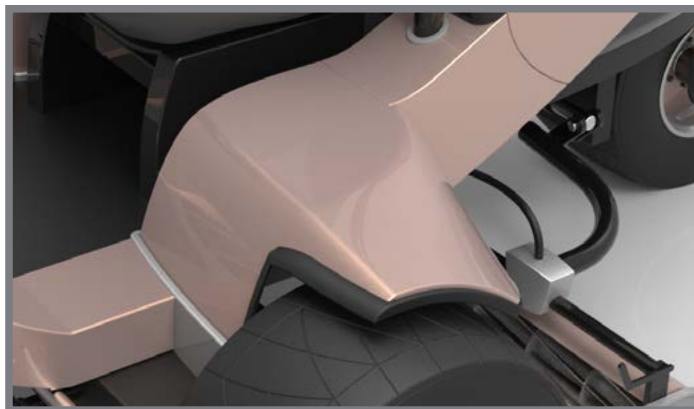
Pohled shora se obejde bez střechy, aby nezakrývala důležitý prostor. Dojem celistvosti je podtržen výrazným zúžením skříně směrem k zadnímu kolu, čímž dochází k propojení široké přídě s úzkou zádí. Významnou roli hraje vyvážená kompozice skříně a blatníků.



Obr. 83 Finální tvarové řešení, pohled shora

4.2.6 Detail blatníku

Detail protvarovaného blatníku olemovaného tmavým pruhem gumy z boční části a světlým kovovým zespodu. Pneumatika kola je ozdobena vlastním návrhem drážek.



Obr. 84 Finální řešení, detail blatníku.

4.3 Shrnutí tvarového řešení

- Provázanost, spojitost.
- Celistvost.
- Logika.
- Jednoduchost.
- Tvar hledá funkci.
- Integrace.
- Odlehčenost, subtilnost.
- Harmonie křivek.
- Přívětivost.



Obr. 85 Finální tvarové řešení, perspektivní pohled

5 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

5

5.1 Úvod do konstrukčně technologického řešení

5.1

V současné době nevidím smysl zabývat se sekačkami se spalovacím motorem a hydraulickým rozvodným systémem. Jak je popsáno v rešerši, silný spalovací motor, který pohání celý chod sekačky není příliš efektivní, není příliš přátelský k životnímu prostředí atd. Hlavní větve mých variant jsem zvolil plně elektrickou a hybridní.

Vzhledem k závěrům plynoucím z rešerše a cílům, které jsem si definoval (Kap. 2), je zřejmé, že primárním návrhem bude plně elektrický typ. Návrh hybridní použiji tehdy, pokud zjistím, že elektrický typ nemá smysl kvůli příliš malé nepřetržité době provozu na jedno nabití při určité hmotnosti a určitém objemu baterií.

Jsou zde nicméně také další otázky a možnosti technického řešení a jejich aplikace je popsána v následujícím textu a zobrazena pomocí vizualizací vycházejících z Varianty II-A. Finální řešení designu je technicky popsáno až na závěr této kapitoly. Dopracoval jsem se k němu postupně, nejprve jsem si potřeboval ověřit, že v práci má smysl pokračovat.

5.1.1 Parametry společné všem variantám technického řešení

5.1.1

Hmotnost - max 1000 kg

Rozměry

- Délka - max 3 m
- Šířka - max 3 m
- Výška - max 2,2 m

Rychlost

- Sekání - max 15 km/h
- Transport - max 25 km/h

Šířka záběru sekání - min 2,5 m

5 vřeten

- Příkon asi cca 1 kW
- Rozměry vřeten
 - Přední 18“ - 22“
 - Zadní 22“ - 27“
- Hmotnost 30 - 40 kg

Podvozek

- 2 nápravy
- 3 nebo 4 kola
- velikost kol od 20 - 26,5“

Pohon

- Hybridní nebo plně elektrický
- Hnaná náprava může být přední i zadní
- Hnací elektromotor
 - AC nebo DC
 - Příkon cca 3 kW
 - Napětí 48 V

5.2 Plně elektrická varianta

Plně elektrický typ jsem od začátku favorizoval, nebyl jsem si však jistý, zda parametry dosažené tímto řešením budou dostatečnou kompenzací za případná negativa.

5.2.1 Výhody a nevýhody plně elektrického typu

Výhodami jsou velmi levný a tichý provoz, absence spalovacího motoru znamenající absenci emisí, absence hydrauliky a z toho plynoucí eliminace rizika kontaminace prostředí a možnosti využití nejnovějších technologií v oblasti baterií především díky elektromobilovému průmyslu. Navíc lze sekat v přírodních oblastech, kde jsou zakázány emise.

Nevýhodami jsou potřeba dobíjení baterií, což trvá déle než tankování, vyšší cena moderních baterií, nízká kapacita a vysoká hmotnost konvenčních baterií.

5.2.2 Parametry plně elektrické varianty

Podvozek se 3 koly

- Velikost kol 24x12-12

Baterie

- Typ LiFePO4
- Kapacita cca 400 Ah, napětí 48 V
- Doba provozu / nabití 4-5 h
- Hmotnost cca 150 kg

Řídící jednotka

- Rozvádí elektrickou energii do hnacího elektromotoru, 5 elektromotorů na vřetenecích a servomotorů na zvedacích ramenech

Pohon

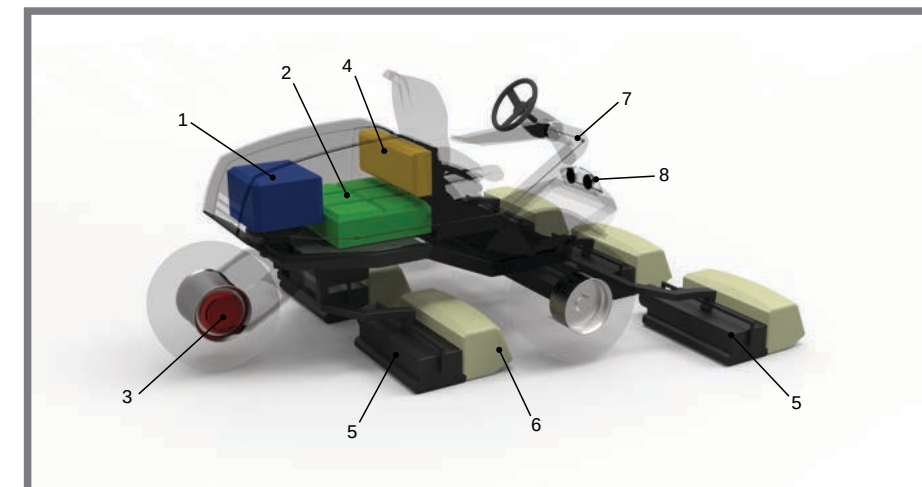
- Hnána zadní náprava
- Elektromotor v náboji zadního kola

Výhody

- Náprava o 3 kolech má menší hmotnost
- Zjednodušení ovládání sekačky
- Hnaná zadní náprava lépe tlačí sekačku do kopce
- Pohon na zadním kole eliminuje potřebu diferenciálu
- Elektromotor v zadním kole šetří místo ve skříni nebo střední části podvozku
- Sníží se ztráty při mechanických převodech

Nevýhody

- Horší stabilita
- Vyšší pořizovací cena
- Hnané zadní kolo nemůže mít tak předepsanou osu rejdového čepu kvůli jízdním vlastnostem při zatáčení



Obr. 86 Plně elektrická varianta vycházející z Varianty II-A

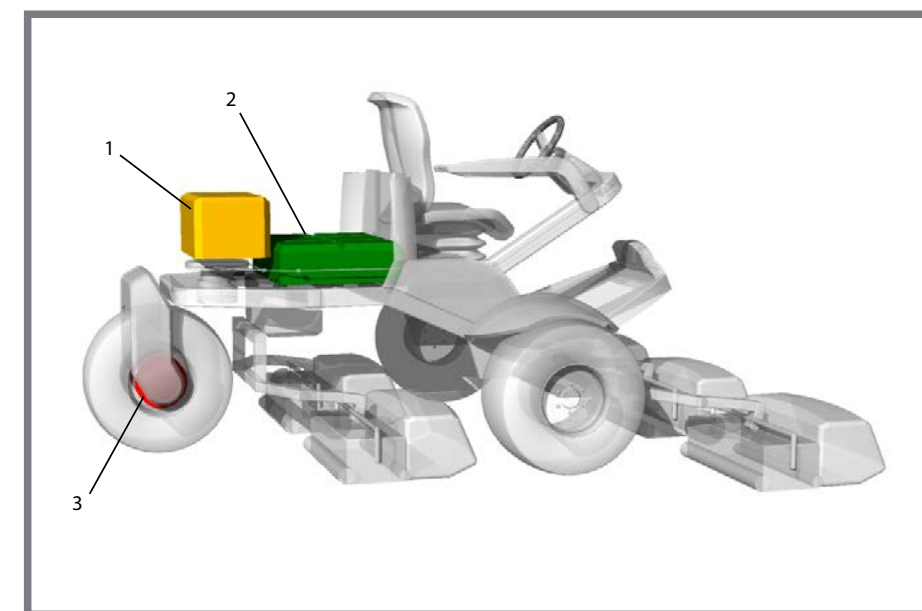
Popis obrázku č. 86:

1 - řídící jednotka, 2 - baterie, 3 - elektromotor, 4 - prostor pro nářadí, 5 - vřetenové sekačí jednotky, 6 - sběrače, 7 - lanko, 8 - světla

5.2.3 Modifikace plně elektrické varianty

Aby mohlo být zadní kolo hnáno, musí být osa rejdového čepu mírně za osou kola ve směru jízdy. Musí mít výše posazený podvozek, aby bylo možné dosáhnout maximálního úhlu natočení zadního kola. Motor uvnitř kola je součástí hmoty, která pruží pomocí objemných pneumatik.

5.2.3

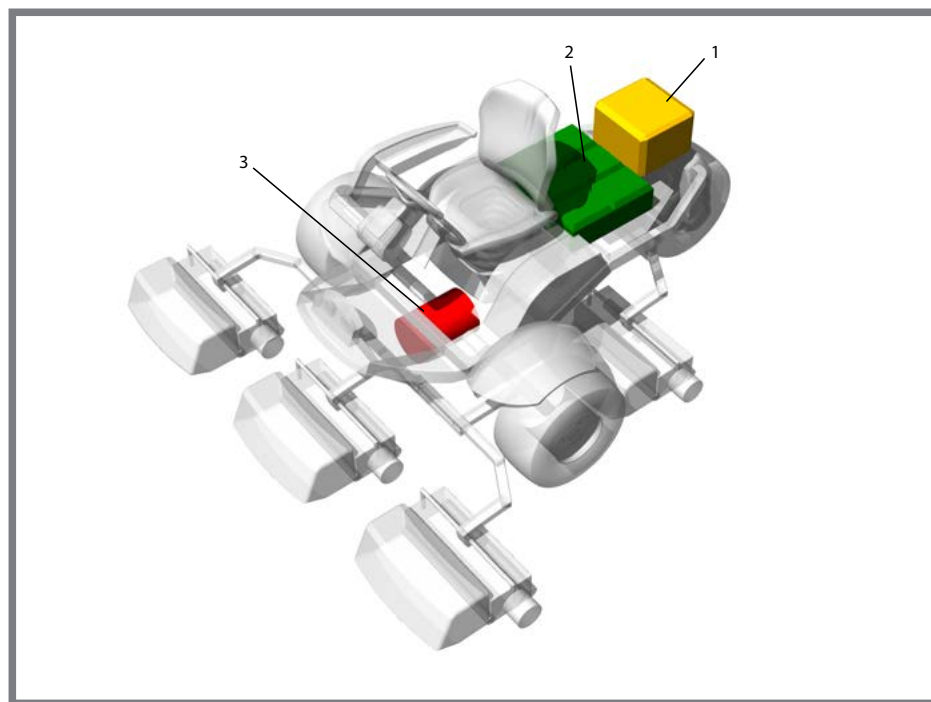


Obr. 87 Plně elektrická varianta - modifikace zadní vidlice

Popis obrázku č. 87:

1 - řídící jednotka, 2 - baterie, 3 - elektromotor v náboji zadního kola

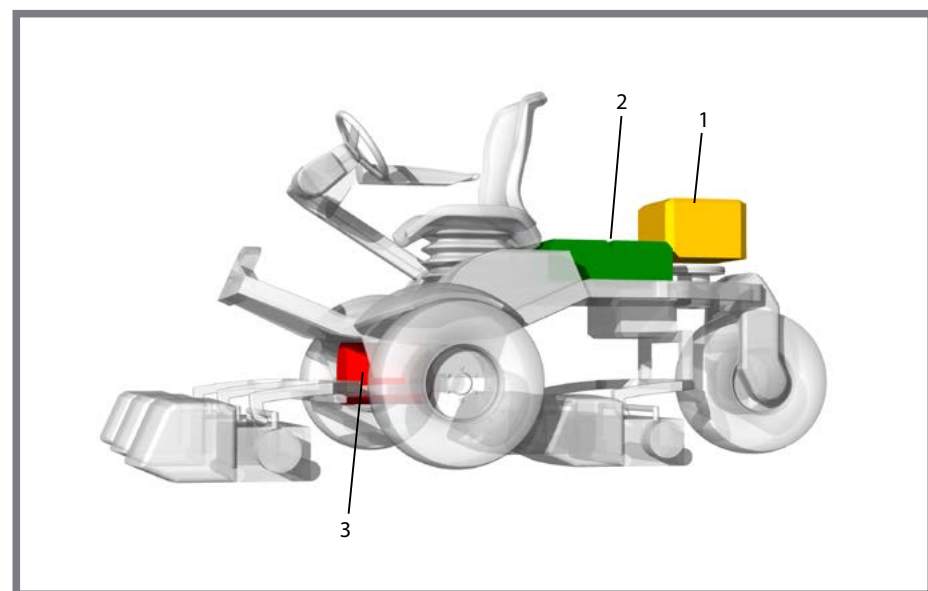
Další možností je umístění hnacího motoru k přední nápravě, která je zároveň hnána. Způsob pohonu má pozitivní vliv na preciznost sekání předních větven.



Obr. 88 Plně elektrická varianta - modifikace umístění hnacího motoru

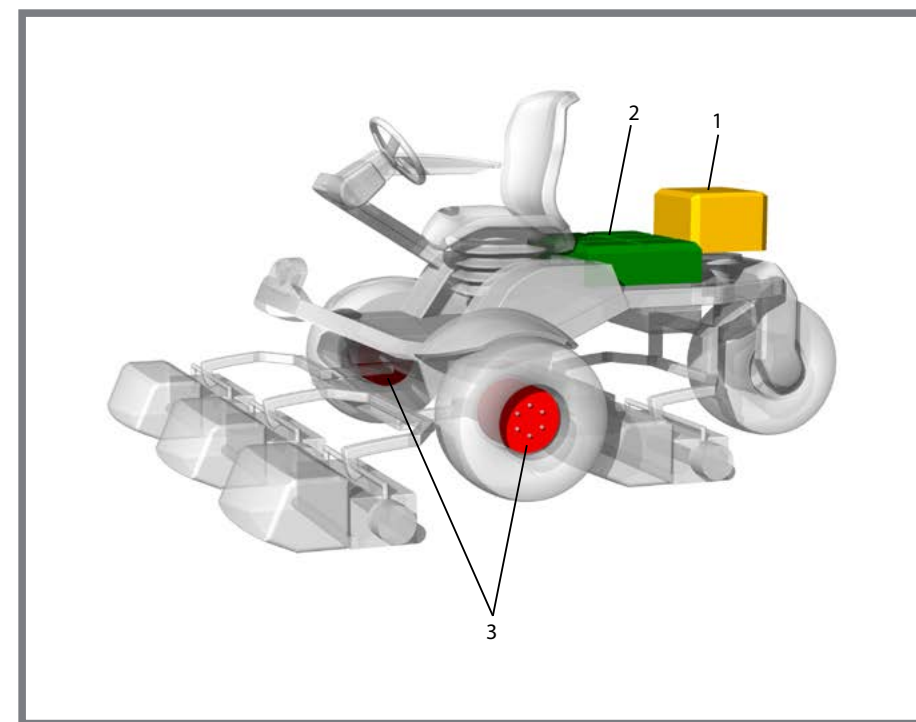
Popis obrázků č. 88 a 89:

1 - řídicí jednotka, 2 - baterie, 3 - elektromotor s diferenciálem



Obr. 89 Plně elektrická varianta - modifikace umístění hnacího motoru, z boku

A rovněž také velmi populární a reálnou možností jsou motory v nábojích kol přední nápravy. Výhodou je vysoká účinnost, nevýhodou cena technologie. Motory nemusí být odpružené protože sekačky nepotřebují odpružené nápravy, kombinace nízkotlakých pneumatik a odpružené sedadlo je dostačující.



Obr. 90 Plně elektrická varianta - umístění motorů v nábojích předních kol

Popis obrázku č. 90:

1 - řídicí jednotka, 2 - baterie, 3 - elektromotory v nábojích předních kol

5.3 Hybridní varianta

Spalovací motor dává energii v podobě mechanického pohybu do motor-generátoru, který dobíjí baterie. Baterie dodávají elektřinu do řídicí jednotky na chod sekačky.

5.3.1 Výhody a nevýhody hybridního typu

Výhodou je to, že motor-generátor nabíjí baterie, tudíž provozní doba není závislá na kapacitě baterií. A samozřejmě dochází k úspoře paliva proti neperspektivním spalovacím typům s hydraulickými rozvody.

Nevýhodami proti plně elektrickým typům však jsou drahé palivo, ekologická nepřítelivost nebo hluk. Rovněž pokud chceme konkurenceschopnou sekačku na spalovací motor, je nutné, aby splňovala určitou provozní dobu, což vede k vysoké hmotnosti, těžký spalovací motor má cca 200 kg a palivová nádrž objem 50 l. Tím je zapotřebí také většího objemu v zadní části vozu.

5.3.2 Parametry hybridní varianty

Motor-generátor set

- Naftový nebo plynový
- 3 válce
- Výkon 20 - 30 kW
- Otáčky 2000 - 3000
- Rozměry cca 650x600x850
- Hmotnost cca 200 kg
- Příkon generátoru 5 kW
- Napětí 48 V

Pohon

- Hnaná přední náprava
- Zadní náprava je řídicí

Palivo

- Doba provozu stroje max 12 h
- Spotřeba průměrně 4-5 l / h
- Kapacita nádrže 50 l

Baterie

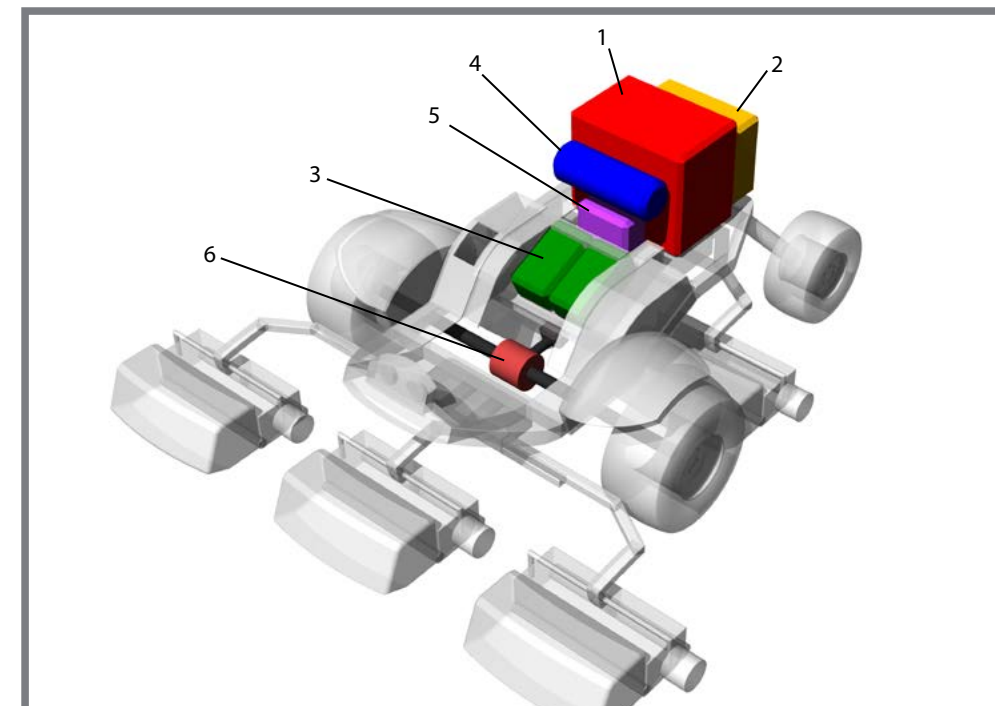
- Mohou být konvenční trakční olověné nebo NiCd
- Modernější variantou jsou lithium-železo-fosfátové LiFePO4

Výhody

- Lepší jízdní vlastnosti v zatáčkách
- Vysoká provozní doba

Nevýhody

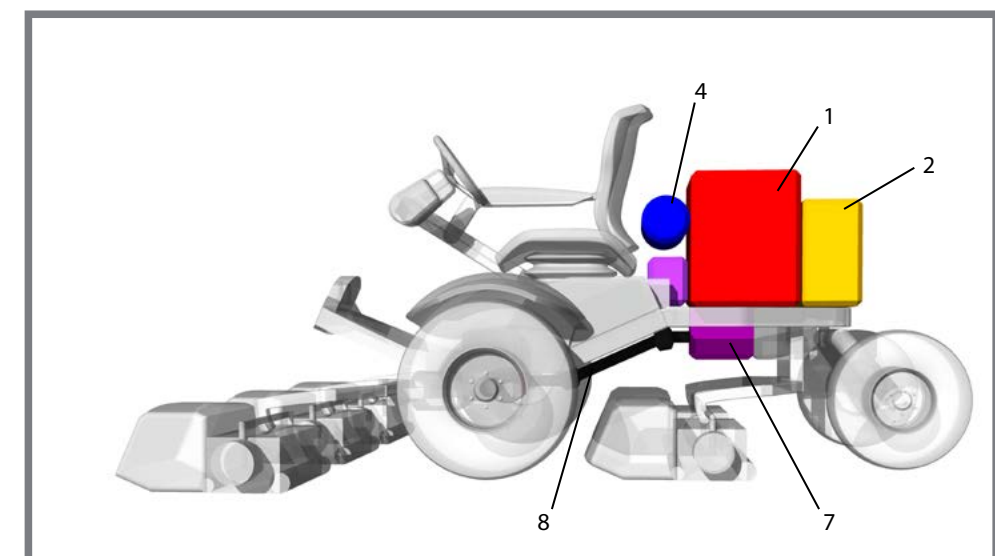
- Robustnější konstrukce v zadní části vozu
- Horší jízdní vlastnosti směrem do kopce
- Nutný převod hnací síly na přední nápravu



Obr. 91 Hybridní varianta

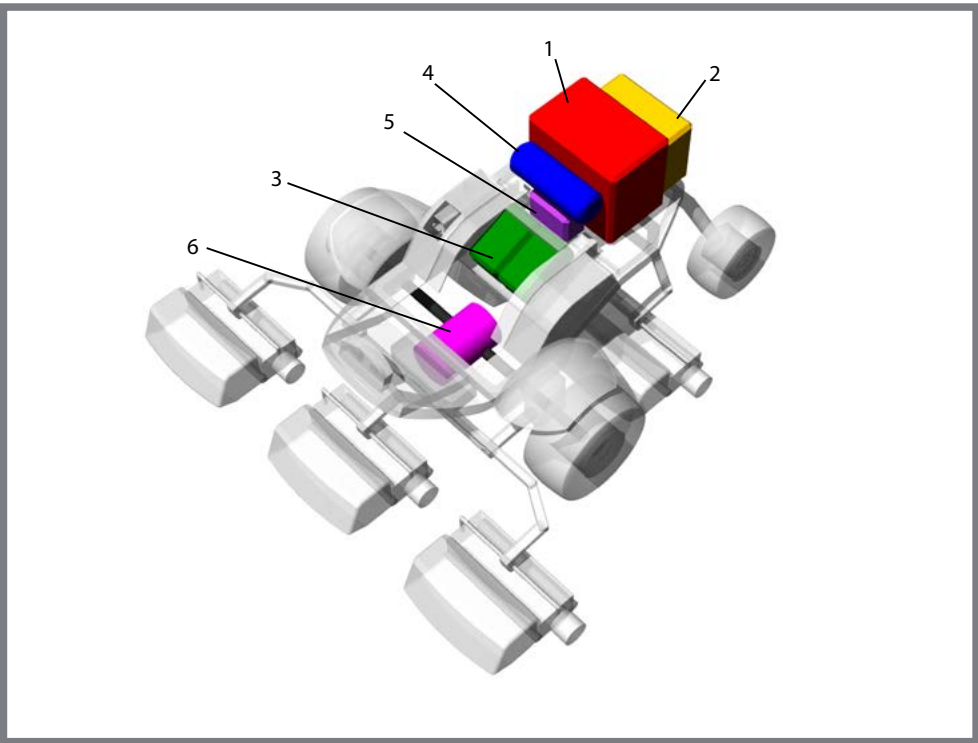
Popis obrázků č. 91 a 92:

1 - spalovací motor, 2 - generátor, 3 - baterie, 4 - palivová nádrž, 5 - regulátor napětí, 6 - diferenciál, 7 - hnací elektromotor, 8 - hnací hřídel



Obr. 92 Hybridní varianta s hnacím motorem vzadu

V kombinaci s vyšším podvozkem lze hnací elektromotor umístit k přední nápravě, změní se rozložení hmot. Rovnoměrnost sekání předních vřeten bude lepší.



Obr. 93 Hybridní varianta s hnacím motorem vzadu

Popis obrázku č. 93
1 - spalovací motor, 2 - generátor, 3 - spalovací motor, 4 - palivová nádrž, 5 - regulátor napětí, 6 - hnací elektromotor s diferenciálem

5.4 Finální konstrukčně technologické řešení

5.4

Nyní zrekapituluji, upřesním a doplním parametry mého finálního řešení a ukáži dílčí vizualizace všech technických komponent na finálním tvarovém řešení z Kap. 4.

Hmotnost - max 1000 kg

Rozměry

- Délka - 2,8 m
- Šířka - 2,6 m
- Výška - 2 m

Rychlost

- Sekání - max 15 km/h
- Transport - max 25 km/h

Šířka záběru sekání - min 2,5 m

Ideální provozní doba 8 hodin na 1 nabití

5.4.1 Podvozek

5.4.1

Nápravy

- Přední náprava: 2 hnaná kola
- Zadní náprava: 1 řízené kolo
- Velikost kol 24“ (24x12-12) nebo 22“ (22x12-12)
- Nápravy neodpružené:
 - Použití vozu převážně na měkkém travnatém povrchu
 - Nízké rychlosti
 - Vysoké nároky na přesnost sekání
 - Pruží pouze speciální objemné pneumatiky

Rám

- Obdélníkový průřez.
- Přední kola usazena v přední podpěře rámu.
- Zadní kolo na řiditelné vidlici.

Sekací jednotky

- 3 před přední nápravou
- 2 mezi přední a zadní nápravou

5.4.2 Pohon

- Plně elektrický
- Přední hnaná náprava

Hnací elektromotory

- DC bezkartáčové motory s permanentním magnetem
- Motory umístěny v nábojích předních kol
- Každý motor má příkon 1,5 kW
- Napětí 48 V
- Možná rekuperace energie

Příkon hnacích motorů jsem odvodil z existující plně elektrické sekačky na trhu, která má klasický AC motor s diferenciálem na přední nápravě. Vzhledem k lepší účinnosti elektromotoru v náboji kola, lze předpokládat větší výkon a vyšší rychlost sekačky, než u současných produktů na trhu.

5.4.3 Baterie

Parametry existující baterie na trhu

- Typ Li-Ion
- Složení Li-Fe-PO4
- 1 baterie:
 - Kapacita 110 Ah
 - Napětí 12 V
 - Hmotnost 15,8 kg
 - Rozměry 260x172x225
 - Doba nabití 2,5 h
 - Hustota energie 89 Wh/kg
- Zapojení 8 baterií po 4 sériově a 4 paralelně:
 - Kapacita 440 Ah
 - Napětí 48 V
 - Hmotnost 130 kg
 - Rozměry 260x172x225x8
 - Objem asi 80,5 l
 - Doba nabití 2,5 h

5.4.4 Provozní doba sekačky

Pro předpokládaný výkon stroje, vyšší než u stávajících produktů na trhu, bude provozní doba při výše uvedených parametrech baterie cca 4,5 h a standardní doba nabíjení 2,5 h. Rychlé nabíjení však může sekačku dobít na 80% kapacity např. během povinné půlhodinové pauzy v osmihodinové směně pracovníka.

Jednoduchý výpočet:

Elektrické sekačce Eclipse 322 od Jacobsen, která má 2,2 kW hnací motor a 3x1 kW motory na vřetenech, stačí 190 Ah při 48 V na chod asi 3 a 3/4 hodiny.

Bude-li můj koncept mít 2x1,5 kW hnací motory + 5x1 kW motory na vřetenech, potom podle vztahu pro výkon, který je přímo úměrný napětí a náboji a nepřímo úměrný času, platí:

$$P = U \cdot Q / t$$

Lze odvodit, že doba provozu při maximálním výkonu motorů bude asi:

$$T_{\text{provoz}} = 440 \cdot 48 / 8000 = 2,64 \text{ h}$$

Přestože jsem zanedbal další funkce stroje jako je zvedání ramen se vřeteny (servomotory pracují velmi krátkou dobu), světla, elektronika atd., podle výše uvedené sekačky Eclipse je analogické, že výkon jednotlivých motorů nebude po celou dobu provozu stroje maximální, ale bude kolísat nebo bude přerušován, navíc lze počítat s rekuperací energie z brždění, doba provozu tedy bude asi dvojnásobná, 5 hodin.

Na doporučení vedoucího technického semináře jsem předpokládanou provozní dobu snížil na 4,5 hodiny, aby výpočet založený na analogii k existujícímu typu sekačky

byl přesvědčivější. Z estetických důvodů jsem nechtěl zasahovat do objemu, který sekačka nese.

Lze předpokládat technologický posun, lepší parametry Li-Fe-PO4 baterií, které již dnes dosahují hustoty energie přes 120 Wh/kg nebo ještě mnohem lepší baterie, které jsou vyvíjeny, jako například uhlíko-vzduchové či organické. V takovém případě lze bez problému dosáhnout nepřetržitého provozu po dobu 8 hodin i mnohem déle.

5.4.5 Vřetenové sekací jednotky

Šířka 18 - 30"

Hmotnost 30 - 40 kg

Volím standardní šířku pro pětivřetenové sekačky - 22" (55 cm)

Průměr vřetene - 7" (18 cm)

Celková šířka záběru

- Šířka záběru bez přesahů $5 \times 55 = 275 \text{ cm}$
- Přesahy běžně cca 10% šířky vřetene - 5,5 cm
- Celková šířka záběru:
- $275 - 4 \cdot 5,5 = 253 \text{ cm}$

Inovativní variantou podle plynoucí z rešerše je zdvojnásobit přesahy pomocí použití větších zadních vřeten, aby bylo zabezpečeno bezchybné sekání i během zatáček. Použití 26" vřeten mezi přední a zadní nápravou dostaneme při stejné šířce záběru přesahy 10,5 cm, tedy téměř dvojnásobek.

Počet nožů na vřetenu je obvykle 7 - 11 (až 15), liší se mírně otáčky, výkon, hmotnost a kvalita sekání, z hlediska designu nepodstatné.

5.4.6 Elektronika

Veškerý chod stroje je umožněn řídicími jednotkami a kabeláží, které rozvádí elektrickou energii z baterií do hnacího elektromotoru, 5 elektromotorů na vřetenech a 5 servomotorů na zvedacích ramenech. Ovládací panel umožňuje ovládat všechny potřebné funkce sekačky.

Nejdůležitější řídicí jednotky:

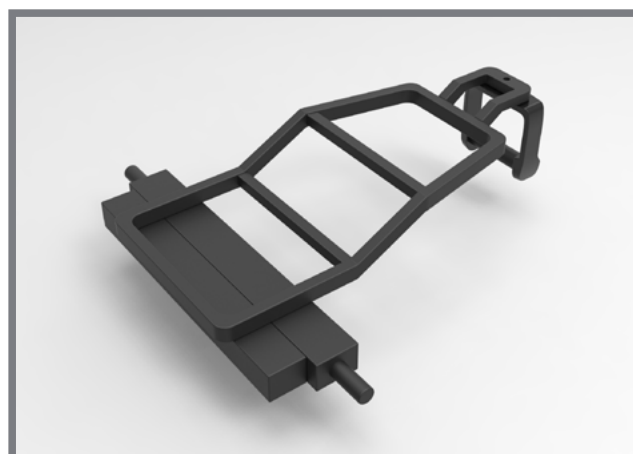
- Hlavní řídicí jednotka
- Řídicí jednotka pro pohon
- Řídicí jednotka pro řízení

Složitá elektronika zajišťuje také zautomatizované funkce jako regulace otáček motorů v nábojích kol při zatáčení, regulace otáček vřeten v závislosti na rychlosti sekačky, natáčení vřeten po směru zatáčení sekačky a další...

5.5 Aplikace konstrukčně technologického řešení na finální tvarové

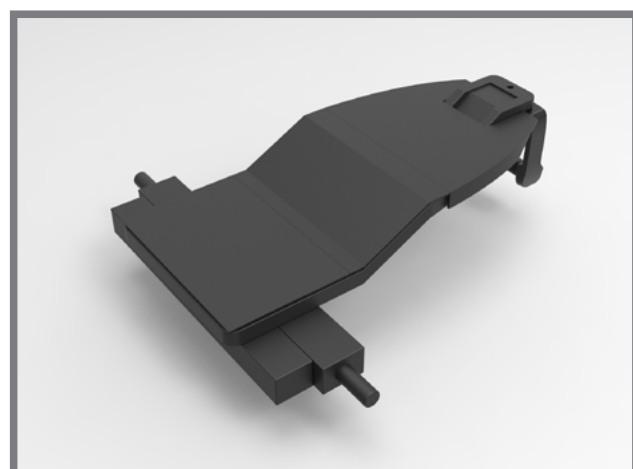
5.5.1 Konstrukce podvozku

Technické parametry finálního řešení byly popsány, pojdme si nyní seskládat a popsat celý model až po ergonomické řešení.



Obr. 94 Finální technické řešení - konstrukce rámu

Jak můžete vidět, rám podvozku vychází ze standardní hranaté konstrukce tříkolových modelů typické např. pro Johna Deera, viz konstrukční řešení v Kap. 1.2. Nicméně kvůli zachování přiměřené, nepřiliš velké výšky rámu nad zemí jsem jej v zadní části modifikoval tak, aby vidlice mohla zasahovat nad úroveň jeho výšky, samozřejmě při zachování plné funkčnosti.

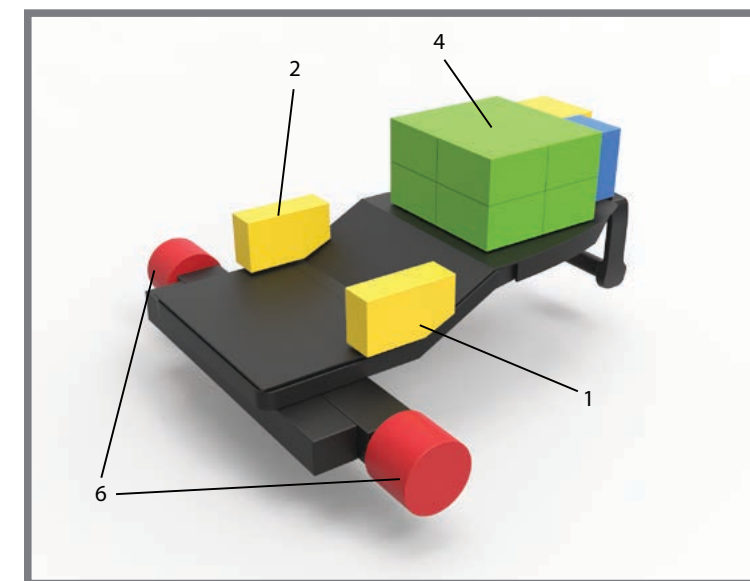


Obr. 95 Finální technické řešení - podlaha z plechů

Nyní jsem na rám umístil plechy jako podlahu (Obr. 95) a pokračuji schématickým zobrazením vnitřních technických komponent, tj. motorů, baterií, elektroniky atd., jak je podrobně rozepsáno u každé vizualizace.

5.5.2 Umístění motorů, baterií a elektroniky

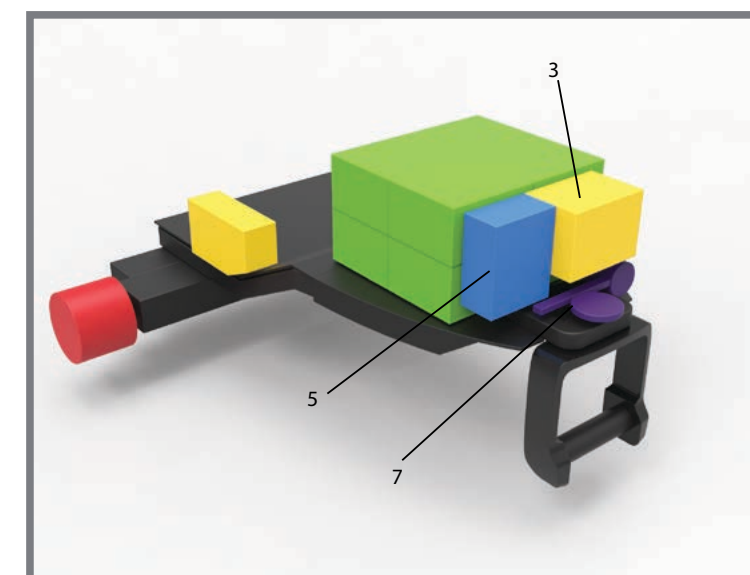
Schématické zelené baterie mají na této vizualizaci objem cca 100 litrů oproti požadovaným 80, takže jsem si vytvořil 20% rezervu na jejich ukotvení, možnosti vyjmutí spodní řady, aniž by se muselo hýbat s řadou vrchní, kabelové rozvody apd.



Obr. 96 Finální technické řešení - pohled na zadní část

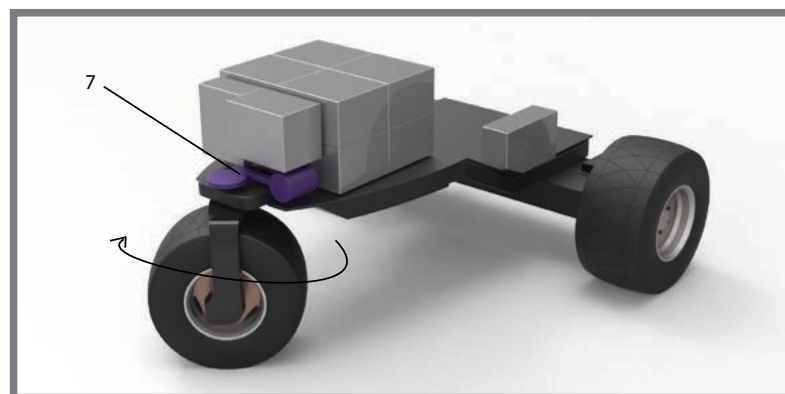
Popis obrázků č. 96 a 98:

1 - hlavní řídicí jednotka, 2 - řídicí jednotka pro pohon, 3 - řídicí jednotka pro řízení, 4 - baterie, 5 - nabíječka, 6 - motory v kolech, 7 - ovládání vidlice



Obr. 97 Finální technické řešení - pohled na motory v kolech

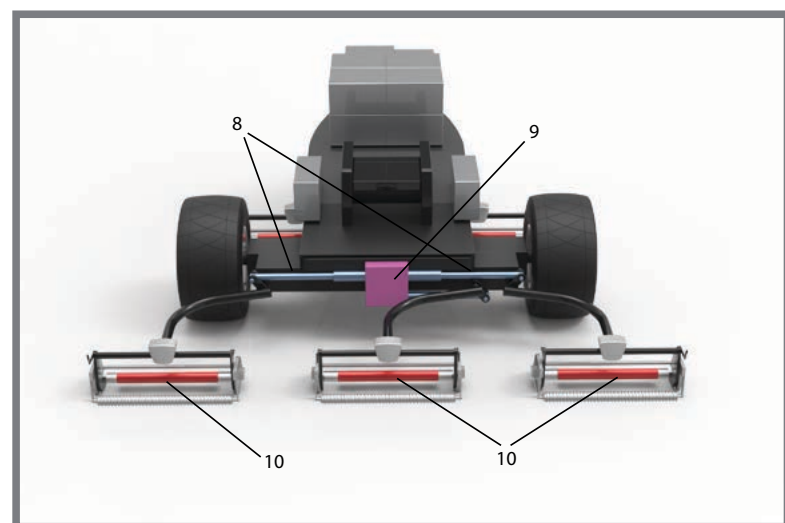
Přidávám kola a ukazuji pohled na ovládání zadního kola (Obr. 98) a promyšlené uložení servomotoru řízení v prostoru, který vznikl mezi plechem podlahy a vyvýšené zadní části rámu. Číslem 7 schématicky označuji tyto komponenty: válec na ležato představuje servomotor, který pohybuje ozubenou lištou (dlouhý fialový kvádr), jež převádí podélný pohyb na rotační stykem s ozubeným kolem (fialový disk v ose zadního kola).



Obr. 98 Finální technické řešení - detail ovládání zadní vidlice

5.5.3 Ovládání vřetenových sekacích jednotek

Pokračuji předním pohledem na přidanou konstrukci nosného rámu sedadla a přidané servomotory s písty, pomocí nichž jsou zvedána ramena se vřeteny. Rovněž přibýly elektromotory uvnitř vřeten.

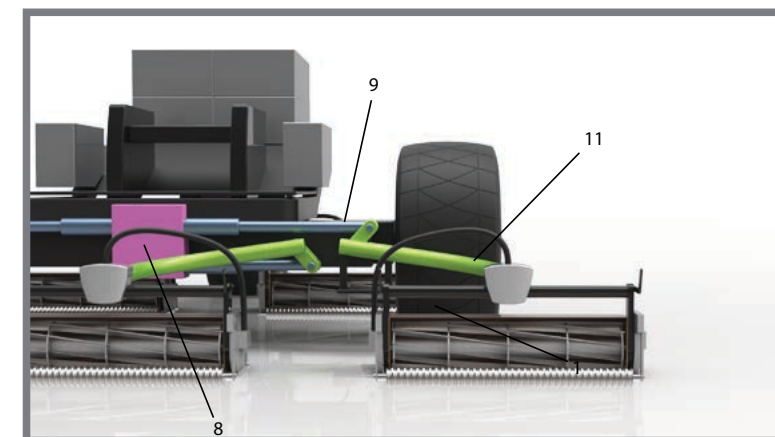


Obr. 99 Finální technické řešení - ovládání sekacích jednotek

Popis obrázků č. 99 - 103:

8 - přední a zadní servomotor zvedacích ramen, 9 - písty, 10 - elektromotory uvnitř vřeten, 11 - zvedací ramena

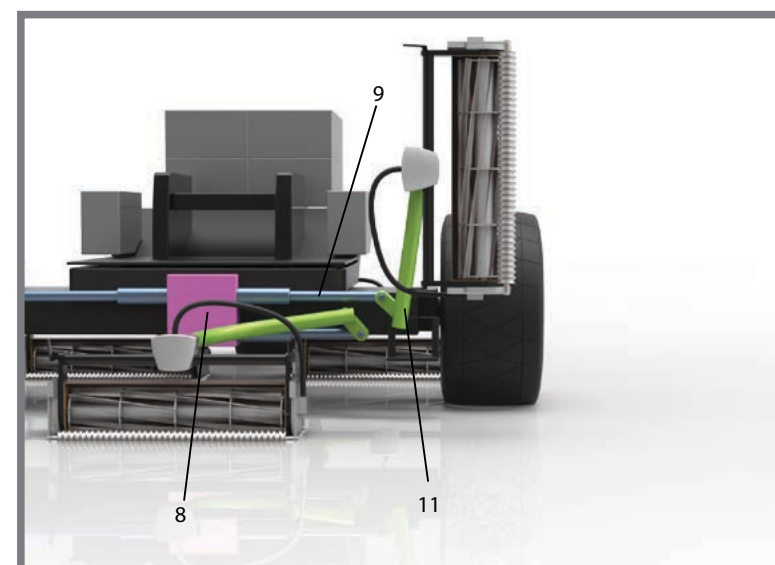
Na obrázcích 101 a 102 je ukázáno, jakým způsobem jsou vřetena zvedána. Malý posuv pístu je převeden na rotaci ramene o 90° pomocí krátkých držáků přivařených k trubce na ose ramene, kolem níž se otáčí.



Obr. 100 Finální technické řešení - detail předního mechanismu ramen

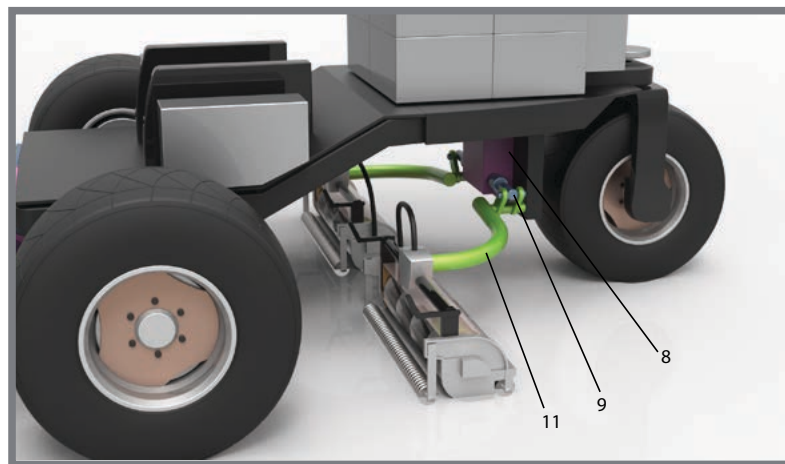
Popis obrázků č. 99 - 103:

8 - přední a zadní servomotor zvedacích ramen, 9 - písty, 10 - elektromotory uvnitř vřeten, 11 - zvedací ramena



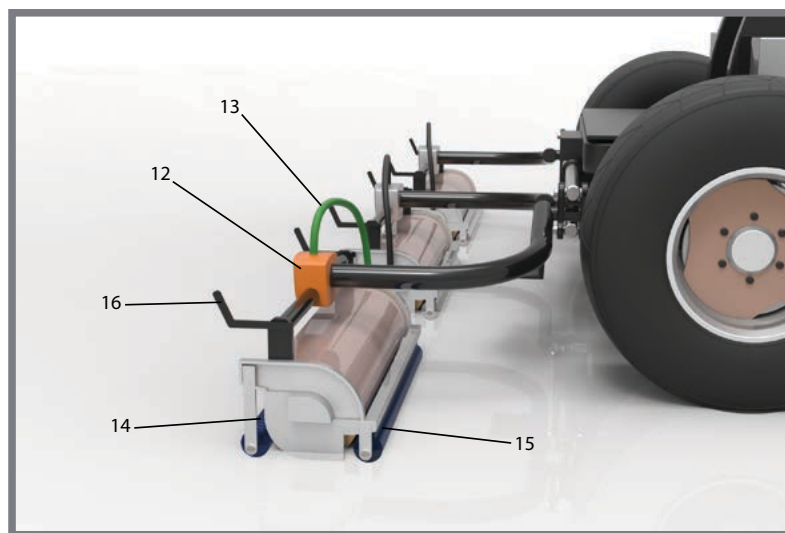
Obr. 101 Finální technické řešení - detail předního mechanismu ramen

Analogický způsob zvedání je použit také u zadního páru sekacích jednotek.



Obr. 102 Finální technické řešení - detail zadního mechanismu ramen

Schématický detail vřetene bez sběracího koše. Vřeteno je taženo pomocí zvedacího ramene, kloub na jeho konci zajišťuje natáčení vřetene a slouží rovněž jako otvor a ochrana pro kabel, který prochází konstrukcí ramene do stroje. Sběrný koš lze nasadit na postranní držáky na rámu vřetene.

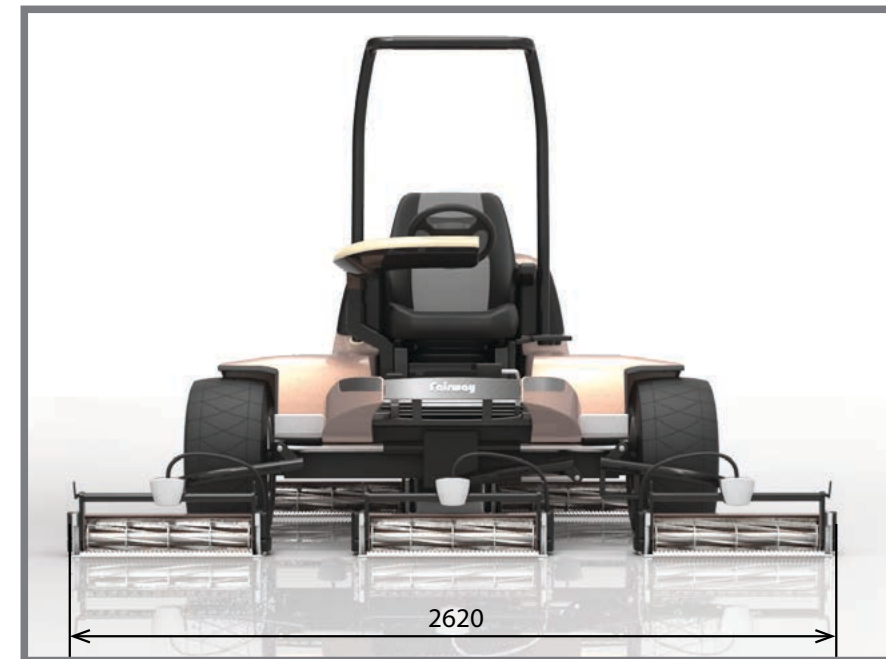


Obr. 103 Finální technické řešení - detail zadního mechanismu ramen

Popis obrázku č. 103:

12 - kloub, 13 - kabel, 14 - přední kopírovací válec, 15 - zadní kopírovací válec, 16 - držák sběrného koše

Nakonec budou přimontovány karoserie, světla, paluba a sedadlo a můžete se podívat, jak vypadá sklápění sekacích jednotek, při čemž se potom šířka sekačky sníží z 2,6 metru na méně než 2 m.



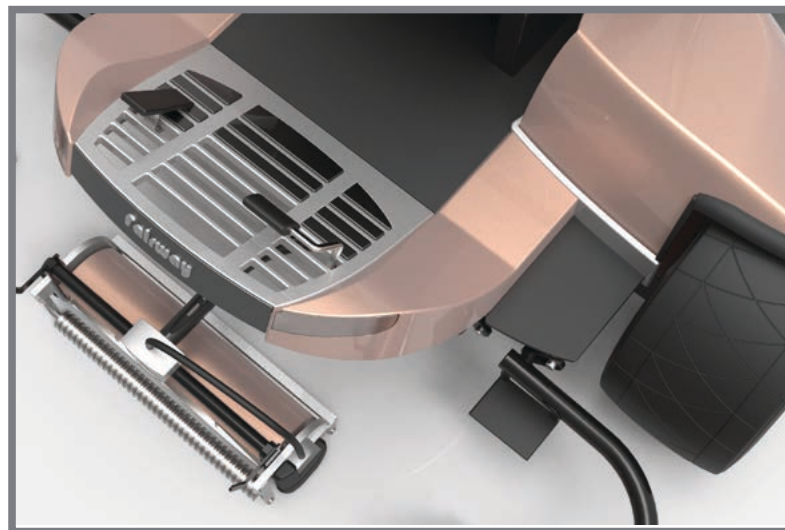
Obr. 104 Finální technické řešení - dolní poloha vřeten



Obr. 105 Finální technické řešení - horní poloha vřeten

5.6 Ergonomie

Sekačka je funkční a nyní věnuji pozornost člověku a jeho vztahu ke stroji. Naváží na předchozí sekvenci snímků vizualizací, do níž jsem vložil stupátka a pedály řízení. Stupátko jsem původně měl pouze to vyšší umístěné na rámu přední nápravy a korepondující s tvarem přídě, nicméně toto stupátko leží ve výšce 40 cm nad zemí což může být problémem zejména pro starší osoby. Proto je ke konzoli levého (ve směru jízdy) zvedacího ramene přivařeno ještě mezistupátko 20 cm nad zemí.



Obr. 106 Ergonomie - pohled na stupátka a pedály řízení

5.6.1 Nastupování

Nastupovat do sekačky lze levou stranou ve směru jízdy. Je to analogické k osobnímu automobilu. Je diskutabilní, zda umožnit rovněž nástup z druhé strany pomocí vyklopení paluby s volantem do strany. Nicméně nechal jsem palubu v tomto ohledu fixní.

Díky inovaci pohonu vřetenových jednotek se zmenšila jejich celková šířka, což také přispívá k pohodlnějšímu nastupování do stroje. Mezi vřeteny je asi 30 cm mezera. Operátor tak nemusí nic překračovat a vejde pohodlně až ke stupátkům. Vřetena jsou na bocích opatřena gumovými kryty, které slouží jako prevence při styku s neopatrnou nohou člověka.

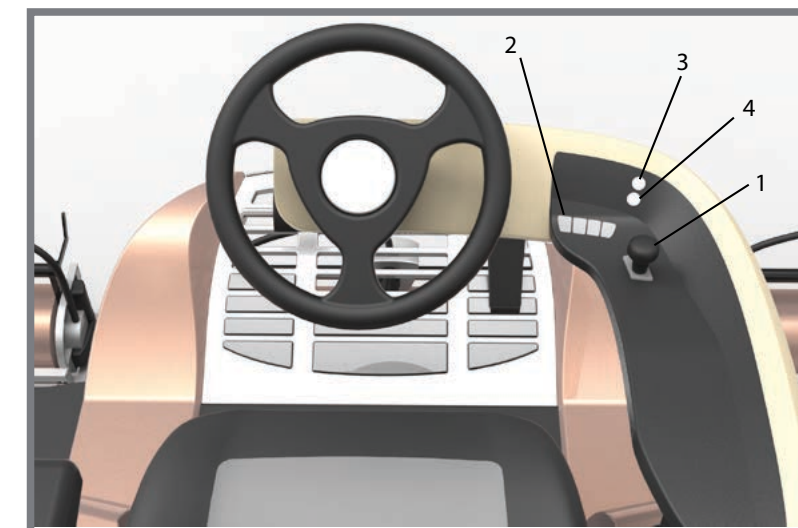
5.6.2 Prostor řidiče, paluba a ovládací prvky.

Další vizualice ukazují prostor řidiče olemovaný ochranným rámem o průměru 50 mm, který slouží kromě ochrany zároveň jako opora pro operátora. Lze se jej chytout nebo se o něho opřít a podobně. Objem paluby vytváří zakřivené rameno, do něhož jsou zasazeny volant a ergonomicky protvarovaná opěrka. Vlevo pohodlnou opěrku na pravé straně kompenzuje klasická loketní opěrka.



Obr. 107 Ergonomie - paluba

Ovládání je co nejjednodušší. Vedle základních tlačítek pro zapnutí stroje a světel jsou tu čtyři kurzorová tlačítka pro ovládání funkcí na displeji, který je umístěn hned nad nimi.



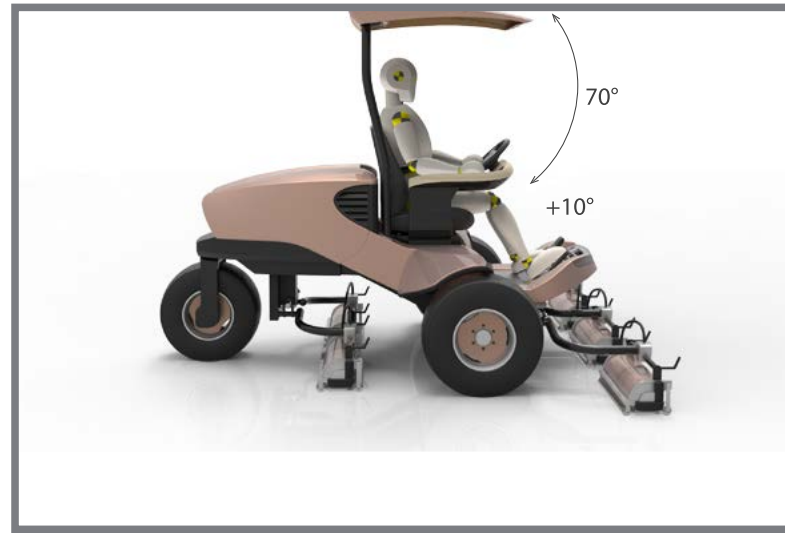
Obr. 108 Ergonomie - detail paluby s tlačítky

Popis obrázku č. 108:

1 - páčka pro ovládání polohy sekacích jednotek, 2 - ovládací tlačítka displeje, 3 - tlačítko zapnutí světel, 4 - tlačítko zapnutí sekačky

5.6.3 Poloha řidiče

Výhled řidiče je omezen shora střechou, palubou s volantem v oblasti rukou a přídílí sekačky zdola. Z bočního pohledu je celkový výhled asi 70° . Skrze otvory v podlaze je navíc částečně vidět také prostor těsně před předním prostředním vřetenem, což dává dalších extra 10° navíc, což může být vhodné pro letmou kontrolu, zda je vše v pořádku se vřetenem, které u standardních typů pětivřetenových sekaček vidět není. Pohled shora ukazuje prakticky neomezený výhled ve 360° . Malou část zakrývají piliře ochranného rámu mírně za týlem operátora.

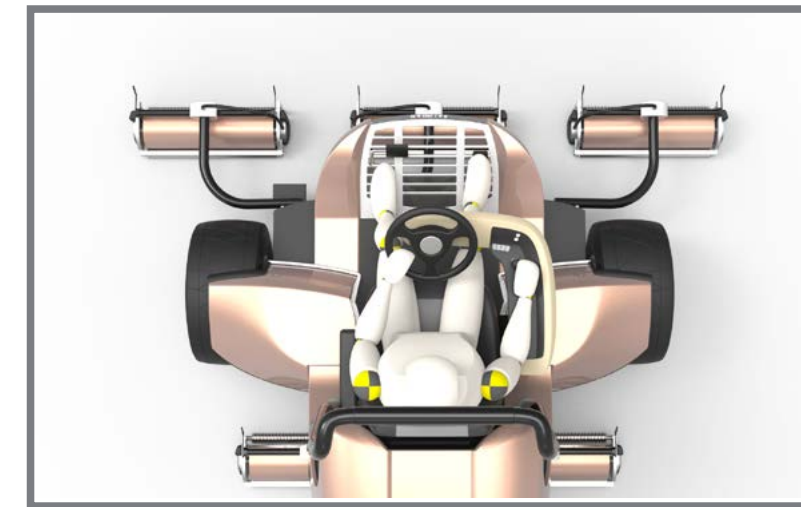


Obr. 109 Ergonomie - zorné úhly v bočním pohledu

Je nezbytné jak výškové nastavení sedadla, tak i ve směru jízdy, jako je tomu u osobních automobilů. S tím souvisí také v obou osách nastavitelná paluba s volantem a mírný rozsah nastavení úhlu volantu, pokud by bylo třeba.

Malá osoba si sedadlo nastaví do krajní polohy směrem dopředu a co nejnižší. Palubu má rovněž nejnižší, ale zhruba ve střední poloze ve směru jízdy, aby měla volant v optimální vzdálenosti.

Velká osoba si musí se sedadlem popojít co nejblíže ke skříni za sebou a zvedne jej co nejvýše. Palubu bude mít rovněž co nejvýše a opět v optimální vzdálenosti pro ergonomické držení volantu a polohy ruky na postranním ovládacím panelu.



Obr. 110 Ergonomie - zorné úhly v pohledu shora

5.6.4 Skříň a její interiér

Důležité bylo uvědomit si, na kterou stranu se bude skříň nebo její část odklápět, s tím souvisí tvarování. Analyzované modely na trhu odklápí většinou celou skříň směrem k zadní nápravě. Můj návrh není výjimkou, tento směr odklopení umožňuje pohodlný přístup do stroje. Opačný směr odklápění by byl komplikovaný vzhledem k poloze ochranného rámu a střechy. Skříň má výrazné barevně odlišené prolisy s větracími otvory na stranách, jejichž funkcí je snadný přístup pro ruce a intuitivní odklopení skříně.



Obr. 111 Ergonomie - vyklopení skříně

Skříň lze rovněž vyklopit pomocí výřezu ve spodní části, a to až o 90° , aby byl co nejotevřenější přístup k bateriím a ostatním vnitřním komponentám, které jsou přehledně uspořádány. Dělicí přepážka za sedadlem není součástí skříně jednoduše proto, aby hmotnost skříně byla nízká a šla tak snadněji vyklopit.

5.6.5 Nabíjení

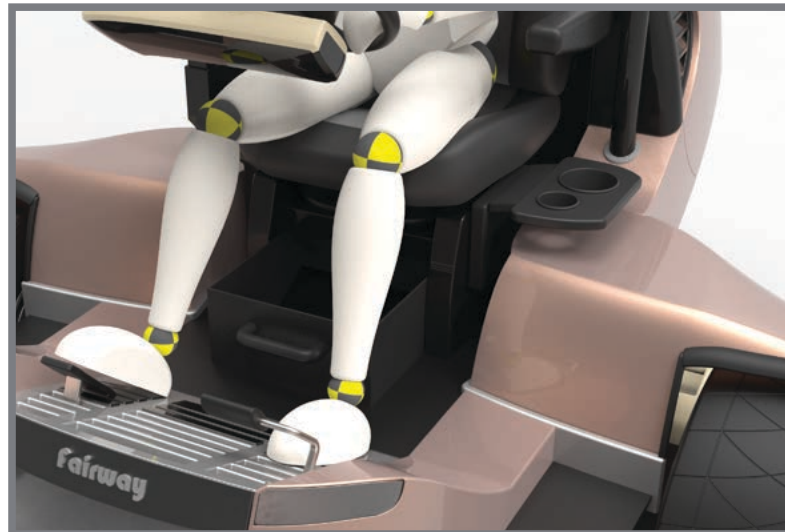
Nedílnou součástí provozu elektrické sekačky je samozřejmě pravidelné nabíjení. Protože nabíječka je umístěna v zadní partii stroje, jak bylo ukázáno v technické části, je zcela logické do zadní partie zastrčit kabel skrze otvor, který vznikne po vyklopení zadního krytu s otvory chlazení.



Obr. 112 Ergonomie - nabíjení sekačky

5.6.6 Sedadlo

Standardním řešením je poměrně úsporné plastové sedadlo, jelikož je odkryté a může být vystaveno vlivům počasí, viz Kap. 1.3 o současném designu sekaček. Já jsem volil měkčí tvarování sedadla, protože je také možné řešení z materiálů, z kterých se běžně dělají sedadla na motorky nebo skútry. Polohovatelnost sedadla může být dalším plusem pro překonání konkurence. Ve spodní části jsem využil prostoru pod sedadlem k vysunutí boxu o rozměrech 30x30x17 cm pro osobní věci operátora nebo třeba svačinu. S tím také souvisí postranní držák na pití.



Obr. 113 Ergonomie - box pod nohama a držák na pití nad blatníkem

6 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Z designérské analýzy plyne, že karoserie současných vřetenových sekaček vždy obsahují převážně korporátní barvu společnosti. Ať už je to zelená (John Deere, Ransomes, Hayter), odstíny červené (Toro, Jacobsen, Baroness, Shibaura) nebo třeba žlutá (Hustler). Doteď jsem vám prezentoval svůj model v neutrální metalické barvě, aby nebyly zbytečně zastíněny potřebné informace. Nyní promyšlený tvar karoserie skříňe, blatníků a masky, střechy a kryty sekacích jednotek nastříkám teplým odstínem metalízy. Vybral jsem tři odstíny, které mi od začátku citem přišly vhodné s ohledem na travnaté pozadí, na kterém se bude sekačka nejčastěji vyskytovat. Metalické odstíny připomínají krovky hmyzu, zejména lesklých druhů brouků apd.

Každou z těchto barev ukáži ve dvou variantách. První sada variant nechává samostatně vyniknout barvu karoserie a zobrazuje zbytek komponent v neutrální šedé nebo černé. Druhá sada variant vyobrazuje také v barvě vykrojené disky kol a doplňuje barvu karoserie tlumeným tónovaným odstínem na palubě, sedadle a sběrných koších.

6.1 Barevné varianty karoserie s neutrálními doplňky

Červená barva, která je mezi sekačkami nejoblíbenější, se od ostatních dvou variant liší kontrastní tmavou barvou sběrných košů a obvodovými liniemi sedadla zvýrazněnými světle šedou. Zbylé dvě varianty jsou doplněny šedými ergonomickými komponentami.



Obr. 114 Barevné řešení - červená s neutrálními doplňky



Obr. 115 Barevné řešení - zelená s neutrálními doplňky



Obr. 116 Barevné řešení - žlutá s neutrálními doplňky

6.2 Barevné varianty karoserie s tónovanými doplňky

6.2

V této sadě variant (Obr. 117-119) jsou ergonomické komponenty tónovány vždy s ohledem na barvu karoserie v přírodních tónech. Inspirací byly tóny dřeva nebo pís-ku. Díky tomu lépe zapadnou do prostředí, ve kterém pracují.



Obr. 117 Barevné řešení - červená s tónovanými doplňky



Obr. 118 Barevné řešení - zelená s tónovanými doplňky



Obr. 119 Barevné řešení - žlutá s tónovanými doplňky

6.3 Logo

Logo na volantu je pouze malým detailem celého návrhu, a tak vzniklo velmi jednoduše ze dvou písmen „f“ a „y“ vhodného fontu Bauhaus 93, v němž používám nápis fiktivní společnosti Fairway.

Termín „Fairway“ znamená „dráhový“, označuje se tímto termínem přímo kategorie samojízdných vřetenových sekaček na golf. Termín je úderný, zní velmi dobře jako fiktivní značka. Nápis je umístěn mezi předními světly.

Poslední obrázek diplomové práce (Obr. 120) je věnován detailu paluby s logem ve volantu, barevnými tlačítky a rozsvícenými hodinami na displeji.



Obr. 120 Barevná řešení - detail paluby s logotypem

7 DISKUZE

7.1 Sociální aspekty

Sekačka je určena především pro majitele golfových hřišť nebo jiných rozlehlých pozemků jako například parků nebo koupališť.

7.1.1 Ekologický provoz

Díky plně elektrickému pohonu sekačky nejsou vypouštěny do ovzduší žádné emise, proto je sekačka šetrná k životnímu prostředí a k lidskému zdraví. Elektromotory jsou navíc velmi tiché ve srovnání se spalovacími motory nebo hybridními motor-generátory. Provoz tedy neruší své okolí v lokalitách určených převážně pro rekreaci nebo sport. Velkou výhodou je možnost sekat trávník již od brzkého rána, přes polední klid až do večera. Stejně tak absence emisí nedráždí čich operátora nebo okolí.

7.1.2 Provozní doba sekačky

Provozní doba sekačky vypočtená v kapitole technického řešení (Kap. 5.4) je asi 4,5 hodiny. Osmihodinovou pracovní směnu lze tedy rozdělit přestávkou, během níž lze baterie dobít pomocí rychlo-nabíjecího režimu.

Vzhledem k velmi otevřenému přístupu do skříně by baterie mohly být snadno a rychle vyměněny za nabité. Tím pádem by odpadl problém s tím, že nabíjení trvá příliš dlouho, stačilo by pouze mít dvě sady baterií a ty měnit pro dosažení co nejfrekventovanějšího provozu.

7.1.3 Estetická funkce

Sekačka byla navržena s důrazem na plnění estetické funkce. Svým tvarovým a barevným řešením koresponduje s přírodním prostředím. Vzhledem k stále se rozšiřující emancipaci žen v pracovních pozicích jako jsou řidičky městské hromadné dopravy nebo taxikářky ocení estetický vzhled sekačky také ženské pohlaví nejen jako přihlížející, ale i jako operátor.

7.2 Ekonomické aspekty

7.2.1 Ergonomie versus cena

Jak jsem se již zmínil, pohodlí operátora může být daleko vyšší, pokud je umožněna široká polohovatelnost sedadla, paluby a volantu. Záleží tedy hlavně na samotném výrobcu, kolik bude investovat, a zda se mu ono pohodlí spokojených vlastníků vyplatí.

7.2.2 Návratnost investic

V současné době by vysoká pořizovací cena byla vyhnána použitím moderních technologií jako jsou elektromotory v nábojích kol, nové vřetenové sekací jednotky s analogickou technologií pohonu nebo kompaktní protvarovaná paluba s elektronickým převodem ovládání z volantu na zadní kolo, ale vynahradí to velmi nízké provozní náklady. Bezkartáčové elektromotory v kolech a vřetenech jsou prakticky bezúdržbové. Není třeba doplňovat palivo ani olej. Není třeba čistit motory nebo hydraulické rozvody.

Dají se také předpokládat stále lepší baterie za nižší ceny. Během několika let tedy dojde k návratnosti investic stejně jako je tomu u současných elektromobilů.

7.3 Psychologické aspekty

7.3.1 Pracovní motivace

Estetický odlehčený design samojízdné vřetenové sekačky reflektuje budoucnost vysokokapacitních akumulátorů. Člověk by si při pohledu na takovouto novou sekačku měl odnést mnoho pocitů. Přestože plní stejnou funkci jako modely na současném trhu, vyjadřuje svým celistvým provázaným tvarem eleganci, pohodlí a bezpečí.

Pro člověka by mělo být motivující do ní nastoupit a pustit se do práce, nejen pro muže ale i pro ženy, jak bylo uvedeno v sociálních aspektech. Subtilní a odlehčený vzhled by se dal mezi sekačkami přirovnat k modernímu vozu Minicooper mezi osobními automobily. Evokuje dojem snadné údržby a manipulace se skříní nebo sběrnými koši.

7.3.2 Charakter sekačky

Z pohledu operátora sekačka tiše popluje po travnatém koberci a precizně sestřihá každý jednotlivý stonek trávy na požadovanou délku. Nepůsobí průmyslovým dojmem, nýbrž spíše živočišným jako z hmyzí říše. Například sekací jednotky mohou připomínat tykadla, přední maska se subtilními kryty světlometů zase kusadla a karoserii s blatníky můžeme vnímat jako krovky.

ZÁVĚR

Přínosem mé diplomové práce je návrh plně elektrické samojízdné pětivřetenové sekačky. Jedná se o unikátní produkt pro současný trh využívající moderní technologie vyvíjené zejména pro elektromobily. Bylo dosaženo reálné provozní doby nejméně 4,5 hodiny. Návrh představuje čisté tvarové řešení s inovativními rysy skříně v kombinaci s blatníky a ergonomickým řešením paluby.

Při návrhu finálního technického řešení vřetenové samojízdné sekačky pro mne byl zásadní průzkum variant pohonu s ohledem na ekologii a moderní technologie. Plně elektrický typ je výhodný z hlediska otevřených technologických možností zejména v oblasti baterií, které jsou zásadní pro vývoj elektromobilového průmyslu. Rozmach elektromobilového průmyslu v posledních letech jde ruku v ruce nejen s vývojem nových lepších baterií, ale také s vývojem účinnějších elektromotorů, které lze umístit do nábojů kol, ekologickým myšlením, omezováním emisí ze spalovacích motorů i myšlením sociálním, jež zdůrazňuje problematiku bezpečnosti, hluku a stresu na pracovištích.

Přestože zemědělské stroje ani sekačky nebudou nikdy tak žádané jako automobily, neznamená to, že by se jejich technologie nedostala tam, kde jsou nyní nejmodernější možná vozidla od renomovaných společností, bude jim to jen trvat o pár let déle.

Návrh jsem řešil komplexně, od originálního rámu podvozku přes reálné uložení technických komponent o odpovídajících rozměrech, technické inovace vřetenových sekacích jednotek s vnitřními elektromotory, promyšlený tvar karoserie skříně a blatníků a originální integrovanou palubu až po detaily ovládacích tlačítek, ergonomii umístění stupátků, a umístění boxu pro osobní věci či držáku na pití.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] TŮMA, Jan. *Sekačky*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006, 81 s. ISBN 80-736-6050-4.
- [2] KOLDA, Ladislav. *Zahradní sekačky: údržba a opravy*. 1. vyd. České Budějovice: Kopp, 2004, 239 s. ISBN 80-723-2232-X.
- [3] *Historie vřetenových sekaček* [online]. © 2007 - 2013 Český kutil.cz, s.r.o. [cit. 2013-04-22]. Dostupné z: <http://www.ceskykutil.cz/zahrada/technika/historie-vretenovych-sekacek>
- [4] *Reel Mower Basics* [online]. © 2013 The Toro Company, s. 56 [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://www.toro.com/customercare/commercial/education/pdf/09168sl.pdf>
- [5] LAMB, Robert. *How Reel Mowers Work* [online]. © 1998-2014 HowStuffWorks, a division of InfoSpace [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://home.howstuffworks.com/reel-mower1.htm>
- [6] BURCHFIELD, Gary. *Fairway mowers: lightweight division*. [online]. 1. 10. 2001 [cit. 2013-09-30]. Dostupné z: http://grounds-mag.com/mag/grounds_maintenance_fairway_mowers_lightweight/
- [7] *The Old Lawnmower Club* [online]. © 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.oldlawnmowerclub.co.uk/>
- [8] *Who Made That Lawn Mower? - NYTimes.com* [online]. © 2012 The New York Times Company [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: http://www.nytimes.com/2012/03/18/magazine/who-made-that-lawn-mower.html?_r=1&
- [9] *Lawn mower - Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. 2005-09-10 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Lawn_mower#mediaviewer/File:ReelMower.png
- [10] *Pearlsofprofundity | Just another WordPress.com site* [online]. 2013-05 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <https://pearlsofprofundity.wordpress.com/>
- [11] *MP073: Shanks Caledonia | The Old Lawnmower Club* [online]. © 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.oldlawnmowerclub.co.uk/mowers/moms/mp073-shanks-caledonia>
- [12] *MP002: Greens Silens Messor | The Old Lawnmower Club* [online]. © 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.oldlawnmowerclub.co.uk/mowers/moms/mp002-greens-silens-messor>
- [13] *MP065: Ransomes Automaton | The Old Lawnmower Club* [online]. © 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.oldlawnmowerclub.co.uk/mowers/moms/mp065-ransomes-automaton>
- [14] *Steam Powered Lawn Mowers*. [online]. © 2012 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.douglas-self.com/MUSEUM/TRANSPORT/mower/mower.htm>
- [15] *MP040: Ransomes Electra | The Old Lawnmower Club* [online]. © 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.oldlawnmowerclub.co.uk/mowers/moms/mp040-ransomes-electra>
- [16] *ATCO STANDARD RESTORATION roythegrass* [online]. 2011 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://atcostandardrestoration.blogspot.cz/>
- [17] *4 Acre Mower Photo by TrainsNTractors | Photobucket* [online]. © 2015 Photobucket [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://s10.photobucket.com/user/TrainsNTractors/media/jacofront1.jpg.html>
- [18] *Celebrating 100 Years: Lessons in Building a Company That Lasts* [online]. © 2015 The Toro Company [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://toroadvantage>

- com/blog/2014/06/03/celebrating-100-years-lessons-in-building-a-company-that-lasts/
- [19] SORENSEN, Loretta. *A History of Hay Equipment: Evolving from Manual Mowing* [online]. 2008-11 Ogden Publications, Inc., 1503 SW 42nd St. [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <http://www.farmcollector.com/implements/history-of-hay-equipment-mower.aspx?PageId=2#axzz3H0la3TRP>
- [20] *John Deere Timeline* [online]. © 2015 Deere & Company [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: http://www.deere.com/en_US/corporate/our_company/about_us/history/timeline/timeline.page?
- [21] *Toro Introduces the Market's Lightest Fairway Mower* [online]. 20. 4. 2013 [cit. 2013-10-13]. Dostupné z: <http://toroadvantage.com/2013/03/20/toro-introduces-the-markets-lightest-fairway-mower/>
- [22] LAMB, Mark E. a David E. MERCHANT. *Electric drive riding greens mower* [patent]. European Patent Specification, EP0741510 B1. Uděleno 28. 6. 2004. Dostupné z: <https://www.google.nl/patents/EP0741510B1>
- [23] DEERE & COMPANY. *Extendable lift arms for trim mower* [patent]. United States Patent, US7568331 B2. Uděleno 4. 8. 2009. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US7568331>
- [24] KALLARA, Jacob C. a Clement V. GODBOLD. *System to clear stuck reels on grass mowing machine and grass mowing machine* [patent]. European Patent Specification, EP2272317 B1. Uděleno 27. 3. 2013. Dostupné z: <https://www.google.nl/patents/EP2272317B1>
- [25] REIMERS, Kirk W. a Dammika WEERATUNGA. *Riding Mower* [patent]. United States Patent Application Publication, US20070204581 A1. Uděleno 6. 9. 2007. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US20070204581>
- [26] COFFIN, Scott M. *Reel gang mower having different width front and rear cutting units* [patent]. United States Patent Application Publication, US20130160413 A1. Uděleno 27. 6. 2013. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US20130160413>
- [27] *Reel Mower Terminology* [online]. © 2013 The Toro Company, s. 22 [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://www.toro.com/Telling%20Pages%20Documents/Customercare%20Commercial/tech-training/09171sl.pdf>
- [28] *Husqvarna Panthera Leo je sekačka budoucnosti* [online]. 22. 8. 2009 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z: <http://www.designmagazin.cz/technika/8398-husqvarna-panthera-leo-je-sekacka-budoucnosti.html>
- [29] *Reel Mower Basics* [online]. © 2013 The Toro Company., 56 s. [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://www.toro.com/customercare/commercial/education/pdf/09168sl.pdf>
- [30] DEERE & COMPANY. *Manual or self-adjusting reel mower* [patent]. United States Patent, US 7805918 B2. Uděleno 5. 10. 2010. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US7805918>
- [31] *Fairway Mowers: PrecisionCut/E-Cut* [online]. John Deere Golf © 2013 [cit. 2013-10-20]. Dostupné z: http://www.charito.com.ar/imagenes/pdf/382093217dka5392_fairway_mowers.pdf
- [32] *Eclipse 322 Riding Reel Mower* [online]. © 2010 Jacobsen, A Textron Company [cit. 2014-10-05]. Dostupné z: <http://www.eclipse322.com/>

- [33] SAIIA, Anthony J. *Mower cutting unit having an internal motor* [patent]. United States Patent, US6705065 B2. Uděleno 16. 4. 2004. Dostupné z: <http://www.freepatentsonline.com/6705065.pdf>
- [34] CRACKNELL, Ray C. a Allan WALKER. *Turf-care apparatus with hydraulic power transmission* [patent]. European Patent Specification. EP1183933 A1. Uděleno 6. 3. 2002. Dostupné z: <https://www.google.nl/patents/EP1183933A1>
- [35] WANG, Fei, Jun YANG, Yanna NULI a Jiulin WANG. *Composites of LiMnPO4 with Li3V2(PO4)3 for cathode in lithium-ion battery* [online]. 2013 Electrochimica Acta, vol. 103, s. 96-102 [cit. 2014-10-22]. DOI: 10.1016/j.electacta.2013.03.201. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013468613007056>
- [36] BERKELEY, James. *Ergonomic device and method for steering a riding mower* [patent]. United States Patent Application Publication, US20070095040 A1. Uděleno 3. 5. 2007. Dostupné z: <https://www.google.nl/patents/US20070095040>
- [37] DEERE & COMPANY. *Reel mower grass catcher carrier* [patent]. European Patent Specification, EP2702857 A1. Uděleno 5. 4. 2014. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/EP2702857A1?cl=en>
- [38] *Elektromobily* [online]. © 2010 [cit. 2014-10-28]. Dostupné z: <http://elektromobil.vseznamu.cz/>
- [39] *Kamna, sekačky, zahradní traktory, frézy* [online]. © 2013 Namir.cz [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: http://www.namir.cz/img/cms/vretenovka_schema.PNG
- [40] PHILLIPS, David Lawrence. *Offsetting cutting units for a grass mowing machine* [patent]. United States Patent Application Publication, US20080060331 A1. Uděleno 13. 3. 2008. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US20080060331>
- [41] LINK, Todd Allen. *Elective down pressure system for cutting units of grass mowing machine* [patent]. United States Patent. US7971417 B2. Uděleno 5. 7. 2011. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US20080060331>
- [42] COFFIN, Scott M. *Grass cutting unit having compression molded UHMW plastic roller* [patent]. United States Patent. US7971417 B2. Uděleno 1. 9. 2009. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US7581374>
- [43] GOMAN, Gerald E. a Robert D. PATTON. *Riding mower carrying a plurality of cutting units with tuned mass dampers for decreasing cutting unit bobbing* [patent]. United States Patent. US 7934364 B1. Uděleno 3. 5. 2011. Dostupné z: <http://www.google.nl/patents/US7934364>
- [44] *Global Turf Equipment* [online]. © 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://1.bp.blogspot.com/-MupaWMxzp08/UTp94iIqDQI/AAAAAAAAABgM/ADZx0K-zYsk/s1600/IMG_0408.JPG
- [45] *Global Turf Equipment* [online]. © 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.globalturfequipment.com/images/equip/6123_01
- [46] *Forklift tractor dumper cabs* [online]. © 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.machinery-cabs.com/wp-content/gallery/jacobsen-305/jacobsen-305-cab-front.jpg>
- [47] *Forklift tractor dumper cabs* [online]. © 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.machinery-cabs.com/wp-content/gallery/jacobsen-305/jacobsen-305-cab-back-angle.jpg>

- [48] *Njuskalo.hr oglasnik* [online]. © 2013 Njuškalo d.o.o. [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.njuskalo.hr/image-w920x690/komunalna-oprema/jacobsen-lf3810-profesionalna-kosilica-slika-30215687.jpg>
- [49] *Hyperinzerce - Inzerce zdarma, bazar, inzeráty, prodám a koupím* [online]. © 2003-2014 HyperMedia a.s. [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://img2.hyperinzerce.cz/x-cz/inz/9955/9955010-vretenova-sekacka-jacobsen-4valec-kubota-diesel-6.jpg>
- [50] *Turf Equipment, Irrigation Equipment, Pump Stations* [online]. © 2014 TSP Pumps [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.tsppumps.com/store/image.php?id=13&type=D>
- [51] *Lawn Mowers, Golf & Grounds Equipment, Commercial Landscape, Irrigation* [online]. © 2014 The Toro Company [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: https://media.toro.com/PublishingImages/ProductCatalog440X510/Greensmaster-3150-QGR3150_04357.png
- [52] *Lawn Mowers, Golf & Grounds Equipment, Commercial Landscape, Irrigation* [online]. © 2014 The Toro Company [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: https://media.toro.com/PublishingImages/ProductCatalog440X510/Greensmaster-3250-DGR3250_04383.png
- [53] *Lawn Mowers, Golf & Grounds Equipment, Commercial Landscape, Irrigation* [online]. © 2014 The Toro Company [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: https://media.toro.com/PublishingImages/ProductCatalog440X510/Greensmaster-triflex-3300GRTriFlex_3300_04510.png
- [54] *Gräsklippare, städmaskiner, redskapsbärare och snöslungor -Maskiner för markvård* [online]. 2011 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.hako.se/swe_swe/graesklippare/Greenklippare/Image/cm1999_gr_ride_hybrid_111.jpg
- [55] *Global Turf Equipment* [online]. © 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.globalturfequipment.com/images/equip/6014_01
- [56] *2007 Toro Reelmaster 5410 Fairway Mower* [online]. © 2013 Cutter Equipment Company [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.cutteronline.com/uncategorized/40643-2007-toro-reelmaster-5410-fairway-mower/>
- [57] *Lawn Mowers, Golf & Grounds Equipment, Commercial Landscape, Irrigation* [online]. © 2014 The Toro Company [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://i.ytimg.com/vi/QcIqZTwTyXg/maxresdefault.jpg>
- [58] *TwentyWheels Commercial Vehicle Museum* [online]. © 2012 twentywheels.com [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://twentywheels.com/imgs/a/a/d/l/n/toro_5400d_reelmaster_kubota_turbcharged_diesel_5_lgw.jpg
- [59] *Vimeo, Your Videos Belong Here* [online]. © 2014 Vimeo, LLC [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://i.vimeocdn.com/video/443422960_1280x720.jpg
- [60] *John Deere Worldwide* [online]. © 2014 Deere & Company [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: https://www.deere.com/en_US/media/corporate_images/2014_press_releases/7500a_a_model_large.jpg
- [61] *John Deere Worldwide* [online]. © 2014 Deere & Company [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://3.bp.blogspot.com/_hlbMnbinOAU/SwMRPWVk89I/AAAAAAAAAAM/SwgAuyR-Opc/s1600/johndeere8700.jpg
- [62] *Forklift tractor dumper cabs* [online]. © 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.machinery-cabs.com/wp-content/gallery/john-deere-8700/john-deere-8700-cab-cabin-cabines-6.jpg>

- [63] *Used Tractors and Ride on Mowers for sale from RJW Machinery Sales* [online]. 2012 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: www.rjwmachinery.com/communities/4/004/007/186/494/images/4572671276.jpg
- [64] *Golftechnik* [online]. 2013 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.golftechnik.de/WebRoot/Store23/Shops/63976220/513B/7594/3CC8/D527/6F8D/C0A8/28B8/2F09/gebrauchter_john_deere_Fairwaymaeher.jpg
- [65] *Ecommerce Software* [online]. © 2003 - 2014 Bigcommerce Pty. Ltd. Shop [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://cdn1.bigcommerce.com/server2600/3f924/products/1180/images/3626/PIL2921_John_Deere_3235C_2303hrs_pic1_66248.1409809835.1280.1280.JPG?c=2
- [66] *Vřetenové sekačky na anglický trávník ATCO Allett* [online]. © 2014 Vřetenové sekačky [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.pouzite-sekacky.cz/userdata/products/8/dsc_1401.jpg
- [67] *Global Turf Equipment* [online]. © 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.globalturfequipment.com/images/equip/4482_01.JPG
- [68] *Landscaper - The number one news source for landscapers, garden designers and maintenance contractors : Pro Landscaper* [online]. © 2014 Pro Landscaper [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://prolandscapermagazine.com/wp-content/uploads/2012/03/John-Deere-8000E-mower-at-The-Richmond.jpg>
- [69] *Husqvarna Panthera Leo | Uncrate* [online]. © 2015 MMXIV Zombicorp [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: <http://uncrate.com/stuff/husqvarna-panthera-leo/>
- [70] *Wolfswinkel Groentechnik Hoenderloo* [online]. © 2010 Wolfswinkel Groentechnik [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: http://109.70.3.168/~site/wp-content/uploads/2010/05/Panthera_Leo_H360-0152.jpg
- [71] ŠENA, Tomáš. *Blog obyčejného trávníkáře* [online]. 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://senatomas.files.wordpress.com/2014/07/edwin-koc5a1.jpg>
- [72] ŠENA, Tomáš. *Blog obyčejného trávníkáře* [online]. 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <https://senatomas.files.wordpress.com/2014/05/edwin-official1.jpg>
- [73] *Versatile Design Allows You To Protect The Health Of Your Turf and Mow Multiple Areas Using A Single Machine* [online]. 2013-08-12 Tropicars Golf & Utility Vehicles [cit. 2015-01-16]. Dostupné z: <http://www.tropicars-golf.com/portcat/fairway-mowers/>
- [74] *EG Coles* [online]. © 2008 - 2013 EG Coles [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: http://www.egcoles.com/wp-content/uploads/2013/03/Jacobsen-Fairway-Mower-RS774_LF-4675_4677_orange-indoor-HNcc-scr.jpg
- [75] *Gräsklippare, städmaskiner, redskapsbärare och snöslungor -Maskiner för markvård* [online]. 2011 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.hako.se/swe_swe/graesklippare/Greenklippare/Image/gm_hybrid_triflex.jpg

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

m	- metr
cm	- centimetr
mm	- milimetr
km	- kilometr
h	- hodina
km/h	- kilometr za hodinu
Ah	- ampérhodina
V	- volt
kg	- kilogram
l	- litr
P	- výkon
U	- napětí
Q	- náboj
t	- čas
Wh	- watthodina
Wh/kg	- watthodina na kilogram
kW	- kilowatt
“	- palec
°	- stupeň
AC	- zkratka pro střídavý proud (alternating current)
DC	- zkratka pro stejnosměrný proud (direct current)

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1	Schéma vřetenového ústrojí [39]	11
Obr. 2	Jacobsen LF-4677, 2012 [75]	12
Obr. 3	Nákres první vřetenové sekačky z 18. století [9]	15
Obr. 4	Originální sekačka od E. Buddinga v muzeu ve Stroudu [10]	15
Obr. 5	Vřetenová sekačka Caledonia od Shankse, 1895 [11]	16
Obr. 6	Vřetenová sekačka Silens Messor od Green & Son [12]	16
Obr. 7	Vřetenová sekačka Automaton od Ransomes [13]	17
Obr. 8	Vřetenová parní sekačka Coldwell z USA, 1901 [14]	18
Obr. 9	1. úspěšná komerční sekačka v UK Electra od Ransomes, 1926 [15]	18
Obr. 10	Vřetenová samochodná sekačka 4 Acre od Jacobsen, 1921 [17]	19
Obr. 11	První motorizovaná vícevřetenová dráhová sekačka od Toro, 1919 [18]	19
Obr. 12	Úspěšná řada sekaček Standard od Atco, 1921 [16]	20
Obr. 13	Klasický model od Tora, 2004 [57]	21
Obr. 14	Podvozek se 3 koly a 3 sekacími jednotkami [22]	23
Obr. 15	Třívřetenový traktor s motorem vpředu [23]	24
Obr. 16	Třívřetenová sekačka s motorem vzadu [40]	25
Obr. 17	Podvozek se 4 koly a 5 sekacími jednotkami - 3 jednotky vpředu [34]	26
Obr. 18	Standardní pětivřetenová samojízdná sekačka [41]	27
Obr. 19	Podvozek se 3 koly a 5 sekacími jednotkami [43]	28
Obr. 20	Třívřetenová hybridní sekačka [25]	29
Obr. 21	Třívřetenová elektrická sekačka [22]	30
Obr. 22	Třívřetenová elektrická sekačka - zezadu [22]	31
Obr. 23	Třívřetenová elektrická sekačka - shora [22]	31
Obr. 24	Vřetenová sekací jednotka [30]	32
Obr. 25	Geometrie přesahů vřeten 3 + 2 [26]	33
Obr. 26	Geometrie při natočení vřeten v zatáčce [26]	34
Obr. 27	Geometrie při natočení vřeten ve svahu [26]	34
Obr. 28	Různé umístění elektromotoru u vřetene [33]	35
Obr. 29	Umístění elektromotoru u vřetene nebo uvnitř [33]	36
Obr. 30	Schéma patentu pro nasazení sběracího koše [37]	37
Obr. 31	Schéma patentu pro nasazení sběracího koše - zdola [37]	37
Obr. 32	Posazení řidiče za volantem na svislé ose [42]	40
Obr. 33	Typ sekačky s volantem na rameni [43]	40
Obr. 34	Ergonomie ovládacího modulu bez volantu [36]	41
Obr. 35	Ergonomie podpěry s ovládacím modulem [36]	42
Obr. 36	John Deere 3235 [63]	43
Obr. 37	John Deere 3235B [64]	44
Obr. 38	John Deere 3235C [65]	44
Obr. 39	John Deere 3235C zboku [66]	45
Obr. 40	John Deere 8700 [61]	45
Obr. 41	John Deere 8700 s kabinou [62]	46
Obr. 42	John Deere 7500 [60]	46
Obr. 43	John Deere 8000 [67]	47
Obr. 44	John Deere 8000 se řidičem [68]	47
Obr. 45	Reelmaster 5400D [58]	48
Obr. 46	Reelmaster 5410 [55]	49
Obr. 47	Reelmaster 5410 s předním rámem [56]	49

Obr. 48	Reelmaster 3550D [59]	50
Obr. 49	Greensmaster, vlevo 3150 [51], uprostřed 3250 [52], vpravo 3300 [53]	50
Obr. 50	Greensmaster Triflex 3300 [74]	51
Obr. 51	Greensmaster Triflex 3300 se řidičem [54]	51
Obr. 52	Jacobsen 305 [47]	52
Obr. 53	Jacobsen 305 zepředu [46]	52
Obr. 54	Jacobsen LF3800 4WD [50]	53
Obr. 55	Jacobsen LF570 [73]	53
Obr. 56	Jacobsen LF3810 [49]	54
Obr. 57	Jacobsen LF3810 bez kabiny [48]	54
Obr. 58	Eclipse 322 [45]	55
Obr. 59	Eclipse 322 [44]	55
Obr. 60	Husqvarna Panthera Leo [69]	56
Obr. 61	Husqvarna Panthera Leo shora [70]	57
Obr. 62	Edwin od Swardman [72]	58
Obr. 63	Edwin od Swardman [71]	58
Obr. 65	Varianta I-A, koncepční model se středním sloupkem	62
Obr. 66	Varianta I-A, pohled zepředu	63
Obr. 67	Varianta I-A - tvarová studie	63
Obr. 68	Varianta I-B, koncepční model s ramenem	64
Obr. 69	Varianta I-B, koncepční model s ramenem	64
Obr. 70	Varianta I-C, koncepční model s joystickem bez volanu	65
Obr. 71	Varianta II-A, diagonální pohled na zadní část	66
Obr. 72	Varianta II-A, pohled na zepředu	67
Obr. 73	Varianta II-B, pohled z ptačí perspektivy	68
Obr. 74	Varianta II-B	69
Obr. 75	Varianta III, výrazné světlomety, pohled zboku	70
Obr. 76	Varianta III, subtilní světlomety, pohled zboku	70
Obr. 77	Varianta III, výrazné světlomety, pohled zepředu	71
Obr. 78	Varianta III, subtilní světlomety, pohled zepředu	71
Obr. 79	Finální tvarové řešení, pohled zprava	73
Obr. 80	Finální tvarové řešení, pohled zepředu	74
Obr. 81	Finální tvarové řešení, pohled zleva	75
Obr. 82	Finální tvarové řešení, pohled zezadu	75
Obr. 83	Finální tvarové řešení, pohled shora	76
Obr. 84	Finální řešení, detail blatníku.	76
Obr. 85	Finální tvarové řešení, perspektivní pohled	77
Obr. 86	Plně elektrická varianta vycházející z Varianty II-A	81
Obr. 87	Plně elektrická varianta - modifikace zadní vidlice	81
Obr. 88	Plně elektrická varianta - modifikace umístění hnacího motoru	82
Obr. 89	Plně elektrická varianta - modifikace umístění hnacího motoru, zboku	82
Obr. 90	Plně elektrická varianta - umístění motorů v nábojích předních kol	83
Obr. 91	Hybridní varianta	85
Obr. 92	Hybridní varianta s hnacím motorem vzadu	85
Obr. 93	Hybridní varianta s hnacím motorem vzadu	86
Obr. 94	Finální technické řešení - konstrukce rámu	90
Obr. 95	Finální technické řešení - podlaha z plechů	90
Obr. 96	Finální technické řešení - pohled na zadní část	91

Obr. 97	Finální technické řešení - pohled na motory v kolech	91
Obr. 98	Finální technické řešení - detail ovládání zadní vidlice	92
Obr. 99	Finální technické řešení - ovládání sekacích jednotek	92
Obr. 100	Finální technické řešení - detail předního mechanismu ramen	93
Obr. 101	Finální technické řešení - detail předního mechanismu ramen	93
Obr. 102	Finální technické řešení - detail zadního mechanismu ramen	94
Obr. 103	Finální technické řešení - detail zadního mechanismu ramen	94
Obr. 104	Finální technické řešení - dolní poloha vřeten	95
Obr. 105	Finální technické řešení - horní poloha vřeten	95
Obr. 106	Ergonomie - pohled na stupátka a pedály řízení	96
Obr. 107	Ergonomie - paluba	97
Obr. 108	Ergonomie - detail paluby s tlačítky	97
Obr. 109	Ergonomie - zorné úhly v bočním pohledu	98
Obr. 110	Ergonomie - zorné úhly v pohledu shora	99
Obr. 111	Ergonomie - vyklopení skříně	99
Obr. 112	Ergonomie - nabíjení sekačky	100
Obr. 113	Ergonomie - box pod nohama a držák na pití nad blatníkem	100
Obr. 114	Barevné řešení - červená s neutrálními doplňky	101
Obr. 115	Barevné řešení - zelená s neutrálními doplňky	102
Obr. 116	Barevné řešení - žlutá s neutrálními doplňky	102
Obr. 117	Barevné řešení - červená s tónovanými doplňky	103
Obr. 118	Barevné řešení - zelená s tónovanými doplňky	103
Obr. 119	Barevné řešení - žlutá s tónovanými doplňky	104
Obr. 120	Barevná řešení - detail paluby s logotypem	104

SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený designérský poster (A4)
Zmenšený technický poster (A4)
Zmenšený ergonomický poster (A4)
Zmenšený sumarizační poster (A4)
Fotografie rozpracovaného fyzického modelu (A4)

Designérský poster (A1)
Technický poster (A1)
Ergonomický poster (A1)
Sumarizační poster (A1)

Fyzický model v měřítku 1:10

fairway

DESIGN SAMOJÍZDNÉ VŘETENOVÉ SEKAČKY



Designérský poster

Sekačka
v pohybu



Detailní pohledy



Pětivřetenová sekačka je určena na udržování golfových hřišť a rozlehlých pozemků.

Designérské přednosti návrhu:

- Kompaktní odlehčený design.
- Promyšlený a provázaný tvar karoserie.
- Integrovaná paluba na postranní rameno s volantem.
- Svěbytný tvar přední masky s integrovanými světlomety.

Barevné varianty:



úřad
konstruování

Design samojízdné vřetenové sekačky, Bc. Jan Mrovec
2. ročník II. stupně, akad. rok 2014 / 2015, Ateliér - diplomový projekt
Vedoucí práce: doc. ak. soch. Miroslav Zvonek, ArtD., Datum obhajoby: červen 2015
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování, obor Průmyslový design ve strojírenství

fairway

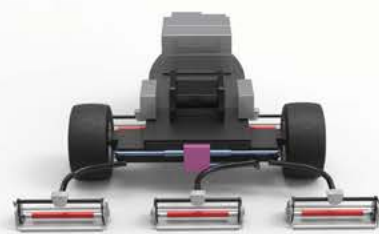
DESIGN SAMOJÍZDNÉ VŘETENOVÉ SEKAČKY



Technický poster



■ Motor
■ Nabíječka
■ Řízení vidlice
■ Baterie
■ Řídicí jednotky - elektronika



Elektromotory
ve vřetenech

Pětivřetenová sekačka je určena na udržování golfových hřišť a rozlehlých pozemků.

- Technické přednosti:
- Plně elektrický pohon.
 - DC bezkartáčové elektromotory s permanentním magnetem v nábojích předních kol.
 - Integrovaný elektromotor uvnitř vřetenové sekačí jednotky.
 - Provozní doba díky Li-Ion bateriím až 4,5 hodiny.

Pohledy a rozměry
ve složeném
a rozloženém stavu:



■ Servomotor zvedání ramen
■ Písty
■ Zvedací ramena vřeten

■ Kabel
■ Kloub
■ Kopírovací válce

fairway

DESIGN SAMOJÍZDNÉ VŘETENOVÉ SEKAČKY



Vyklopení skříně pomocí
černých prolisů s chladicími
otvory.

Snadný přístup k nabíječce.



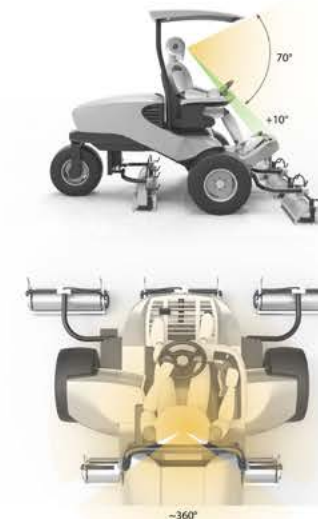
Napájecí kabel

Ergonomický poster

Pětivřetenová sekačka je určena na udržování golfových hřišť a rozlehlých pozemků.

- Ergonomické přednosti návrhu:
- Ergonomická nastavitelná paluba.
 - Snadné nabíjení sekačky po vyklapení zadního chladicího krytu.
 - Intuitivní vyklapení skříně.
 - Pohodlný nástup.
 - Box na osobní věci pod sedadlem a držák na pití.

Maximální zorné úhly:



fairway

DESIGN SAMOJÍZDNÉ VŘETENOVÉ SEKAČKY



Sumarizační poster



Pětivřetenová sekačka je určena na udržování golfových hřišť a rozlehlých pozemků.

Přednosti návrhu:

- Unikátní plně elektrická pětivřetenová sekačka.
- Kompaktní odlehčený design.
- Originální přístup k řešení prostoru řidiče.



Pohledy a rozměry
ve složeném
a rozloženém stavu:



ústav
konstruování

Design samojízdné vřetenové sekačky, Bc. Jan Mrovč
2.ročník II.stupně, akad. rok 2014 / 2015, Ateliér - diplomový projekt
Vedoucí práce: doc. ak. soch. Miroslav Zvonek, ArtD., Datum obhajoby: červen 2015
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování, obor Průmyslový design ve strojírenství

