

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Bakalářská práce

DESIGN MOTOROVÉ SEKAČKY

Zdeňka Řezáčová

Plzeň 2014

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Oddělení designu

Studijní program Design
Studijní obor Průmyslový design

Bakalářská práce

DESIGN MOTOROVÉ SEKAČKY

Zdeňka Řezáčová

Vedoucí práce: Ing. Vlastimil Vacek, CSc.
Katedra mechaniky
Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2014

Prohlašuji, že jsem práci zpracovala samostatně a použila jen uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2014

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce, Ing. Vlastimilu Vackovi, CSc., za jeho technické vedení, ochotu a trpělivost a doc. ak. soch. Františku Pelikánovi za umělecké vedení při navrhování sekačky i v průběhu celého studia.

OBSAH

1	MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE.....	6
2	TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY.....	7
3	PROCES PŘÍPRAVY	8
3.1	Historický vývoj.....	8
3.1.1	Trávník.....	8
3.1.2	První žací stroj – Budding – patent z r. 1830	9
3.1.2	První Sekačka vybavená koly - 1869	11
3.1.3	Motorové sekačky.....	12
3.2	Rozdělení sekaček trávy	13
3.3	Rešerše motorových sekaček	14
3.3.1	Porovnání vlastností jednotlivých druhů sekaček.....	14
3.3.2	Porovnání technických parametrů elektrických sekaček.....	15
3.3.3	Designové rešerše.....	16
3.3.4	Průzkum spokojenosti uživatelů	17
3.3.5	Mulčování	17
4	CÍL PRÁCE.....	18
5	PROCES TVORBY.....	19
5.1	Navrhování	19
5.2	Tvorba modelu.....	22
6	TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA.....	25
6.1	Tuhostní a pevnostní analýza madla sekačky.....	25
6.1.1	Výpočet.....	25
6.1.2	Modelování v programu.....	28
7	POPIS DÍLA.....	32
8	PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR	33
9	SILNÉ STRÁNKY	34
10	SLABÉ STRÁNKY	34
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	36
	A) Knižní literatura	36
	B) Internetové zdroje	36
	C) Jiné prameny	36
12	RESUME	37
13	SEZNAM PŘÍLOH	38

1 MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE

Během studia bakalářského oboru Průmyslový design na Západočeské univerzitě v Plzni jsem měla možnost pracovat na zajímavých tématech. Od čistě výtvarného pojetí prvních prací na téma „Na hraně“, které u mne vyvolaly touhu přidat věci rozměr, jaký běžně nemá (příloha č. 1), se tento můj styl dále vyvíjel formou hledání víceúčelovosti (příloha č. 2) až do fáze, kdy hledám řešení, která jsou nová a člověku i přírodě prospěšná (příloha č. 3).

Plně souhlasím s myšlenkou, že „Nový design by měl být založen na humanistických hodnotách, a ne na potřebách výrobní a ekonomické expanze. Jeho doménou by se tak staly sociální, ekologické, kulturní otázky a otázky specifické identity lidské individuality, ovšem bez rezignace na vazbu designu na technický pokrok a jeho ekonomické funkce“.^[2]

2 TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY

Téma „Design motorové sekačky“ jsem si vybrala z důvodu rostoucí obliby motorových sekaček u široké populace, kdy jsem předpokládala, že průzkumem současné nabídky objevím určité nedostatky, které mi otevřou možnost realizace vlastního designu postaveného na novém technickém provedení, kterým zjištěné nedostatky zmenším, či zcela odstraním.

3 PROCES PŘÍPRAVY

Proces přípravy tvoří významnou část celého díla. Po nastudování literatury o historickém vývoji trávníku, jeho údržbě a seznámení se s různými typy sekaček, jsem se zabývala technickými i designovými řešenými sekaček, které jsem doplnila průzkumem spokojenosti jejich uživatelů. Snažila jsem se najít problémové místo současných sekaček a vytyčit si cíl své práce.

3.1 Historický vývoj

3.1.1 Trávník

Trávník je jedním z působivých kompozičních prvků a jeho zeleň přináší svěží příjemnou atmosféru. Má důležitou úlohu při produkci kyslíku a pohlcování škodlivin. Neopomenutelná je i jeho funkce ochlazovací.

„Trávník jako sadovnický prvek evidujeme v historii už od starověku. V antickém Řecku vymysleli Řekové v uzavřených dvorech sadovnickou kompozici, kde pravidelnou čtvercovou plochu rozdělili na čtyři stejné části cestičkami ve tvaru kříže, přičemž do průsečíku cest postavili kašnu nebo fontánu. Cesty byly vysypané štěrkem nebo pískem a jednotlivé čtverce byly lemované stříhaným živým plotem ze vždyzelených dřevin typu myrty, vavřínu nebo granátového jablka. Plochy čtverců byly osety trávou a udržované jako nízko stříhaný trávník. Tento sadovnický prvek se nazýval peristyl, a opakoval se v menší nebo větší podobě i ve středověku v klášterních zahradách a později se stal základem renesanční zahrady.“^[4]

Dobře udržovaný trávník po celá staletí působí jako významný designový prvek zahrad, ať už v samostatných větších plochách (dnes hodně využíváno v okolí bazénů), nebo jako doplněk květinové, keřové, či stromové výsadby. Nízký a hustý trávník podtrhuje linie cest, které v barevném kontrastu s ním mohou krásně vyniknout.

3.1.2 První žací stroj – Budding – patent z r. 1830

Až do 19. Století se trávníky sekaly ručně kosou, případně byly spásány dobyt看em. Sekání kosou však vyžadovalo kromě určité dávky zručnosti i mnohahodinovou náročnou práci, která se často opakovala. Velkým přínosem se tedy stal vynález prvního žacího stroje.

Vynálezcem prvního žacího stroje byl Edwin Beard Budding, který se narodil v roce 1796 ve Stroudu v hrabství Gloucestershire v Anglii. Jako čtyřiatvacetiletý odešel do Thruup, kde začal pracovat jako strojní mechanik.

Když při práci pozoroval stříhací stroj (vynalezený Johnem Lewisem v r. 1815), který pomocí rotačních fréz odstříhoval přebytečná vlákna z povrchu utkané tkaniny, napadla ho myšlenka, aplikovat tento systém na sekání trávy. 31. srpna 1830 si nechal tento vynález patentovat.

Buddingova sekačka byla tvořena žacími noži vsazenými do rámu a pojízdným válcem, který umožňoval jak pohyb žacího stroje, tak i zároveň poháněl žací nože. První žací stroj měl řezný válec dlouhý 48 cm a rám, včetně převodových kol, z litiny.



Obrázek 1: Buddingova sekačka^[8]

Stroj se tlačil zezadu, ale zároveň měl i úchyt na přední straně, aby druhá osoba mohla pomoci tažením v oblastech, kde to vyžadoval stav terénu (obrázek 1). V roce 1830 se Budding spojil s místním inženýrem Johnem Ferrabeem a začali vyrábět žací stroje v továrně Phoenix Iron Works nedaleko Buddingova rodiště.

První vyrobený žací stroj byl odzkoušen na zahradách zoologické společnosti v Regent's Parku v Londýně. Po čtyřech měsících používání žacího stroje byl místní zahradník zcela spokojený. Konstatoval, že se strojem a dvěma pracovníky (kdy jeden stroj táhl a druhý tlačil) posekal stejné množství trávy, které dříve sekalo 6-8 mužů s kosami. Rovněž kladně hodnotil fakt, že se tráva již nemusela zametat, ale sekačka ji sama sbírala.

Během dalšího používání žacího stroje byly objeveny i další jeho výhody jako např. to, že se s ním může sekat prakticky v kteroukoliv denní dobu, zatímco sekání kosou bylo nutné pro dobrý efekt provozovat nejlépe po ránu, či k večeru, kdy byla ještě rosa. Dále bylo možné žacím strojem sekat i slabou trávu, která se kosou sekala jen obtížně a trávu bylo možné sekat poměrně nízko a se stejnou výškou, což vypadalo samozřejmě lépe.

Jelikož Budding ani Ferrabee nebyli zvláště dobří obchodníci, rozhodli se prodat v roce 1832 licenci na výrobu žacího stroje prosperující firmě Ransomes, která již byla známa výrobou těžké zemědělské techniky. Ta začala vyrábět sekačky i v nových modelech a deset let po vynálezu Buddingovy sekačky jich bylo prodáno již více jak tisíc.

Budding zemřel v roce 1846 a po následném skončení licence začali sekačku vyrábět i další firmy.

Pro sekání rozsáhlejších trávníků se začal využívat i poník, který sekačku táhl. Vzniklý problém se stopami od kopyt byl řešen speciálním obutím (obrázek 2), čímž se poškození trávníku minimalizovalo.



Obrázek 2: Sada koňského obutí
© Marilyn Elm and RHS Harlow Carr^[12]

3.1.2 První Sekačka vybavená koly - 1869

V roce 1869 nahradil anglický vynálezce James Ransome velký válec dvěma postranními koly (obrázek 3), čímž sekačku značně odlehčil. Takto upravená sekačka se poté rozšířila po celém světě a používala se i u nás.



Obrázek 3: Sekačka vybavená koly^[11]
(převzato z <http://www.crocker.com/~jricci/history.html>)

3.1.3 Motorové sekačky

První motorové sekačky byly poháněny parními stroji nebo benzinovými motory. Větší oblibě se těšily sekačky s parním pohonem, ale počátkem 20. století je vytlačily sekačky benzínové.

V roce 1926 byla vyrobena první elektrická sekačka a v roce 1953 se objevily první sekačky, pracující na principu jednoho ostrého nože, který rotuje kolem svislé osy tak, jak to známe i u dnešních rotačních sekaček.

V současné době se zpravidla využívá tvarovaný nůž, jehož délka určuje šíři záběru (obvykle 32 až 51 cm). Řezná rychlost vnějšího konce nože pod 30 ms^{-1} , což odpovídá 2500 až 3000 otáček za minutu, které bez problémů a nutnosti převodů dosahují jak sekačky s motory benzinovými, tak i sekačky elektrické. Tvarováním nože, který je umístěn přímo na svislé hřídeli motoru upevněného v horní části těla sekačky, se docílí toho, že nůž při rotaci funguje i jako ventilátor, který pomáhá vhánět useknutá stébla trávy do sběrného koše.

Kromě sekaček s jedním rotujícím nožem se na současném trhu objevují i sekačky disponující dvojicí nožů spojenou do kříže (např. sekačka Blue Power 37E).

Problém se stopami, které na čerstvě posekaném trávníku nechávají kolečka, se snažily odstranit vznášedlové sekačky, které kolečka nemají, ale jsou nadnášeny vzduchovým polštářem vytvořeným rotující turbínou. Přidaný ventilátor udržuje spodní hranu sekačky 5 až 10 milimetrů nad půdou. Nevýhodou vznášedlových sekaček je však nižší výkon a nerovnoměrná výška posekaného trávníku.

Z motorových sekaček stále zůstávají nejrozšířenější skupinou sekačky benzinové a elektrické, jejichž razantní rozšíření nastalo od šedesátých let minulého století (kdy se zavedením plastových dílů v roce 1960 výroba sekaček výrazně zlevnila) a trvá až do současnosti.

3.2 Rozdělení sekaček trávy

Podle principu sečení

- vřetenové
- lištové
- rotační
- bubnové
- strunové

Podle pohonu

- na cizí pohon
 - zvířecí
 - lidský
 - strojový
- s vlastním pohonem (motorové)
 - benzinové
 - elektrické
 - na střídavý proud 230 V (napájené ze sítě)
 - na stejnosměrný proud
 - akumulátorové
 - solární

Podle typu obsluhy

- ruční
 - nesené
 - vznášedlové (na vzduchovém polštáři)
- vedené člověkem
 - bez pojezdu
 - s pojezdem
- ridery (obsluha sedí na sekačce)
- robotické (řízené rádiem)
- automatické (nevyžadují obsluhu)

3.3 Rešerše motorových sekaček

3.3.1 Porovnání vlastností jednotlivých druhů sekaček

Tabulka č.1: Porovnání kladů a záporů jednotlivých druhů sekaček, vlastní úsudek na základě rešerší (1=nejlepší, 3=nejhorší)

Druh sekačky	benzinová	elektrická	akumulátorová	automatická
výkonnost	1	2	2	3
délka sekání	1	2	3	3
obsluha	3	3	2	1
údržba	3	2	3	1
hmotnost	3	2	3	1
šikmý terén	2	1	1	2
cena	2	1	3	3
sběr trávy	1	2	2	3
výška stříhu	1	1	1	2
první použití	2	1	2	3
vliv na ovzduší	3	1	1	1

Přestože vidím perspektivu hlavně v sekačkách automatických, rozhodla jsem se pro svoji práci zvolit klasickou elektrickou sekačku. Automatické sekačky u nás nejsou zatím tolik rozšířené, zejména kvůli své vyšší ceně a náročnosti přípravy terénu před prvním sekáním, kdy je nutné ohraničit celý pracovní prostor sekačky.

Klasických elektrických sekaček je v prodejní síti celá řada (např. značky AL-KO, Bosch, Gardena, Hecht, Mountfield, atd.), takže bylo pro mne výzvou navrhnout design sekačky právě v této kategorii tak, aby byl něčím nový a pro zákazníka zajímavý.

Určitým omezením elektrických sekaček oproti benzinovým je jejich výkon, takže se nehodí pro sekání rozsáhlých travních ploch.

Na druhé straně jsou elektrické sekačky ekologičtější, minimálně hlučné, poměrně nenáročné na údržbu, lehčí a snáze přepravitelné.

3.3.2 Porovnání technických parametrů elektrických sekaček

Tabulka č.2: Porovnání vybraných technických parametrů elektrických sekaček, údaje získány z obchodů a z internetu^[9]

Model sekačky	sečná plocha [m ²]	šířka záběru [cm]	výkon [W]	výška stříhu [mm]	obsah koše [l]	hmotnost [kg]
Alko CLASSIC 3.8	500	38	1300	23-62	43	14,5
Alko Comfort 40E	600	40	1400	28-68	43	19,0
Alko Comfort 46E	900	46	1600	25-75	65	26,2*
Bosch Rotak 37	300	37	1400	20-70	40	11,2
Bosch Rotak 40	700	40	1700	20-70	50	12,4
Bosch Rotak 43	700	43	1800	20-70	50	12,4
Dolmar EM-37	500	37	1300	20-55	35	13,0
Gardena 36 E	500	36	1500	20-60	40	12,4
Hecht 1450	600	34	1400	20-60	40	13,0
Hecht 1401	700	38	1400	25-65	40	17,0
MTD LE 3814	400	38	1400	20-60	40	14,0
POW 63715	700	42	1600	20-70	52	16,2
RIWALL REM 3816	400	38	1600	25-65	45	12,0
Solo 541	500	40	1600	25-80	55	21,0
VeGA 1938	500	38	1900	24-55	45	19,0

* tělo sekačky je vyrobeno z ocelového plechu

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že pro posekání plochy o rozloze cca 500 m² je vhodné použít žací nůž o záběru 36 až 40 cm.

Pro výšku stříhu trávy platí, že by neměla být nižší než 20 mm. Při správném sečení se nemá tráva zkrátit o více než třetinu své délky. V období sucha není dobré sekat trávu moc nízko, protože hrozí nadměrné vysychání. Z těchto důvodů je žádoucí, aby sekačka měla možnost nastavení výšky stříhu ve více úrovních.

Hmotnost porovnávaných sekaček nepřesáhla 20 kg (pouze u sekačky Alko Comfort 46E je hmotnost vyšší, protože její skelet je vyroben z ocelového plechu). U navrhované sekačky tedy můžeme (za předpokladu plastového skeletu) uvažovat, že její hmotnost nepřesáhne 20 kg.

3.3.3 Designové řešerše

V designových řešerších (přílohy č. 4 a č. 5) jsem se zaměřila hlavně na ergonomii (obrázek 4 a obrázek 5) a praktičnost (obrázek 6).

U sekačky Bosch ROTAK 40 ErgoFlex je více spínacími tlačítky zajištěno variabilní držení, které spolu s výškově nastavitelným madlem přispívá k pohodlnější práci se sekačkou, kdy vlivem správného postoje při sekání nejsou tolik namáhány zádové svaly.



Obrázek 4: Detail Bosch ROTAK 40 ErgoFlex (příloha 4)



Sekačka Gardena 32 E má spínací ramínko ergonomicky tvarovaná, ale vzhledem k tomu, že se obtížně mačkají, jak vyplývá z recenzí^[13], není jejich funkčnost taková, jaká by měla být.

Obrázek 5: Detail Gardena 32 E (příloha 4)

Velice praktické je kompletní rychlé skládání madla na skelet sekačky bez použití náradí pomocí rychloupínacích páček u sekačky Ryobi RLM 3640 LI.



Obrázek 6: Detail Ryobi RLM 3640 LI (vlastní foto)

3.3.4 Průzkum spokojenosti uživatelů

Na základě průzkumu spokojenosti zákazníků vybraných internetových obchodů jsem si vyhodnotila, že jeden z nejčastěji se opakujícího problému se týká koše na sběr posekané trávy.

Občas se vyskytuje netěsnost koše, u některých sekaček lze koš poměrně obtížně nasazovat, u menších velikostí košů si uživatelé na jejich velikost stěžují z důvodu nutnosti koš neustále vysypávat a dokonce i sekačky s velkými koši nejsou bezproblémové, protože bývají těžší a setkala jsem se i se stížnostmi, že po naplnění koše se převrhávají (příloha č. 6).

3.3.5 Mulčování

V poslední době je stále častěji u motorových sekaček nabízena funkce mulčování, kdy je tráva rozsekána na malé kousky. Automatické sekačky pak pracují výhradně na tomto principu. Jako největší výhody této funkce bývá výrobcem uváděn fakt, že se nemusí neustále vysypávat koš sekačky a dále to, že travní hmota je pro trávník dobrým přírodním hnojivem.

Mulčování má bohužel i své stinné stránky. Motorové sekačky bývají velmi často užívány k sekání trávníků u rodinných domů, kdy trávník slouží ihned po posekání ke hrám dětí a k relaxaci dospělých. Rozsekaná tráva, která zůstává ležet na trávníku, se však na uživatele často lepí, což může způsobit zašpinění oblečení. Na nohou a obuvi se pak tráva zanáší i do interiéru. Jemně nasekaná tráva při rozkladu velice zapáchá, hnití může poškodit blízké mladé rostliny a travní hmota se za větrných dnů z části rozlétá do blízkého okolí, což může působit problémy alergikům.^[10]

4 CÍL PRÁCE

Na základě rešerší jsem si upřesnila, jakou motorovou sekačku bych chtěla navrhnout.

Měla by to být sekačka elektrická, která je méně hlučná než sekačka benzínová a zároveň neznečišťuje okolní prostředí.

Z elektrických sekaček jsem volila takovou, která by zvládla posekat středně velký trávník (cca 500 m²) u rodinného domu.

Při rozhodování, zda vybrat sekačku automatickou, akumulátorovou, nebo klasickou elektrickou, jsem se přiklonila k té, která je u nás zatím dostupnější pro většinovou populaci, což je klasická elektrická sekačka, která je napájena střídavým proudem ze sítě.

Po prozkoumání slabin sekaček této kategorie, jsem si stanovila cíl: navrhnout technicky kvalitní, moderní, vzhledově zajímavou a ergonomicky dobře řešenou elektrickou sekačku, která odstraní problémy s košem na posekanou trávu, vznikající nejen v případě, kdy je koš menších rozměrů a musí se často vysypávat, ale i tehdy, má-li sekačka koš větší. S naplněným košem je pak taková sekačka těžká a někdy dokonce nestabilní, což způsobuje obsluze značné potíže.

Z designového hlediska by měla navrhovaná sekačka splňovat ergonomické parametry, měla by být snadno ovladatelná, její madlo by se mělo příjemně držet a jednoduše a kompletně se skládat. V neposlední řadě by navržená sekačka měla být líbivá.

Cílem technické části práce bude provedení tuhostní a pevnostní analýzy madla sekačky.

5 PROCES TVORBY

5.1 Navrhování

V předkládané práci jsem navrhla nové, zcela originální řešení, kdy koš sekačky je nahrazen sklápěcí podpěrou a posekaná tráva je zachytávána do ekologických obalů (ty jsou uloženy v zásobníku kolem otvoru, kterým běžně odlétá tráva do záchytného koše) a první z nich je zajišťován podpěrou. Naplněný obal se stiskem tlačítka uzavře (formou sváru), odřízne od zbylých obalů a zároveň se připraví k použití další obal. Trávu v obalu je možné odložit na místě a v sekání pokračovat. Po ukončení sekání lze jednoduše balenou trávu sesbírat a dopravit na požadované místo. Zvolené obaly (příloha 7) je možné společně s trávou kompostovat (ve formě pytlů na odpad jsou v běžném prodeji a doba jejich rozpadu je do šedesáti dní).

Z řady prvotních návrhů (příloha 8) jsem vybrala jeden, který jsem dále rozvíjela.

Rozměry jsou určeny na základě rešerší.

Stanovila jsem si šíři záběru žacího nože 38 cm. (Nůž by měl být tvarován, aby podpořil odhazování trávy do záchytného obalu.)

Při návrhu těla sekačky jsem vyšla z kruhového tvaru žací plochy, nad kterým jsem umístila kulovou plochu. Tím jsem vymezila v těle sekačky prostor, ve kterém se pohybuje sekaná tráva. Výška tohoto prostoru umožňuje i případné doplnění funkce mulčování.

Pokračovala jsem návrhem základního tvaru a sklonu podpěrné plochy pro záchytný obal tak, aby šla sklopit na tělo sekačky. Zároveň jsem tvarovala i samotné tělo, jehož zúžením jsem se snažila docílit možnosti sekání trávy blíže ke krajům překážek.

Dále jsem navrhla kola, která jsou širší s hrubším obvodovým reliéfem, aby se po trávě snadněji pohybovala a nezanechávala po sobě

stopy. Zadní kola jsou větší, aby se se sekačkou lépe manipulovalo. Přední kola jsou umístěna blíže u sebe, čímž není omezeno sekání v blízkosti překážek.

U podpěrné plochy pro záchytný obal jsou vyvýšeny boky a zvednuta zadní část tak, aby obal dobře „seděl“. Stabilita plného obalu je navíc podpořena pružnými pásy umístěnými podél jeho boků nad samotnou podpěrou a upevněnými jedním koncem na těle sekačky a druhým v zadní části podpěry tak, aby se při zavření podpěry pod ní skryly. Podpěra je k tělu sekačky připevněna pantem.

Celá sekačka má aerodynamický tvar, který by měl mít na její činnost pozitivní dopad.

Obloukový úchyt pro odklápění podpěrné plochy jsem využila při vytváření držadla pro snadné přenášení sekačky a doplnila pod ním druhou část držadla, aby byl přenos bezpečný. Prostor pod držadlem je prohlouben, čímž půjde sekačka jednoduše uchopit.

Linii tvaru těla jsem dále použila na středech kol, kdy trojnásobným zopakováním této křivky byl určen základ pro jejich design.

Tlačítko pro volbu výšky sečení, která se nastavuje centrálně v sedmi polohách v rozmezí 20 až 80 mm, je umístěno na horní části těla sekačky tak, bylo dobře dostupné. V horní části skeletu sekačky jsou rovněž otvory pro odvětrání motoru.

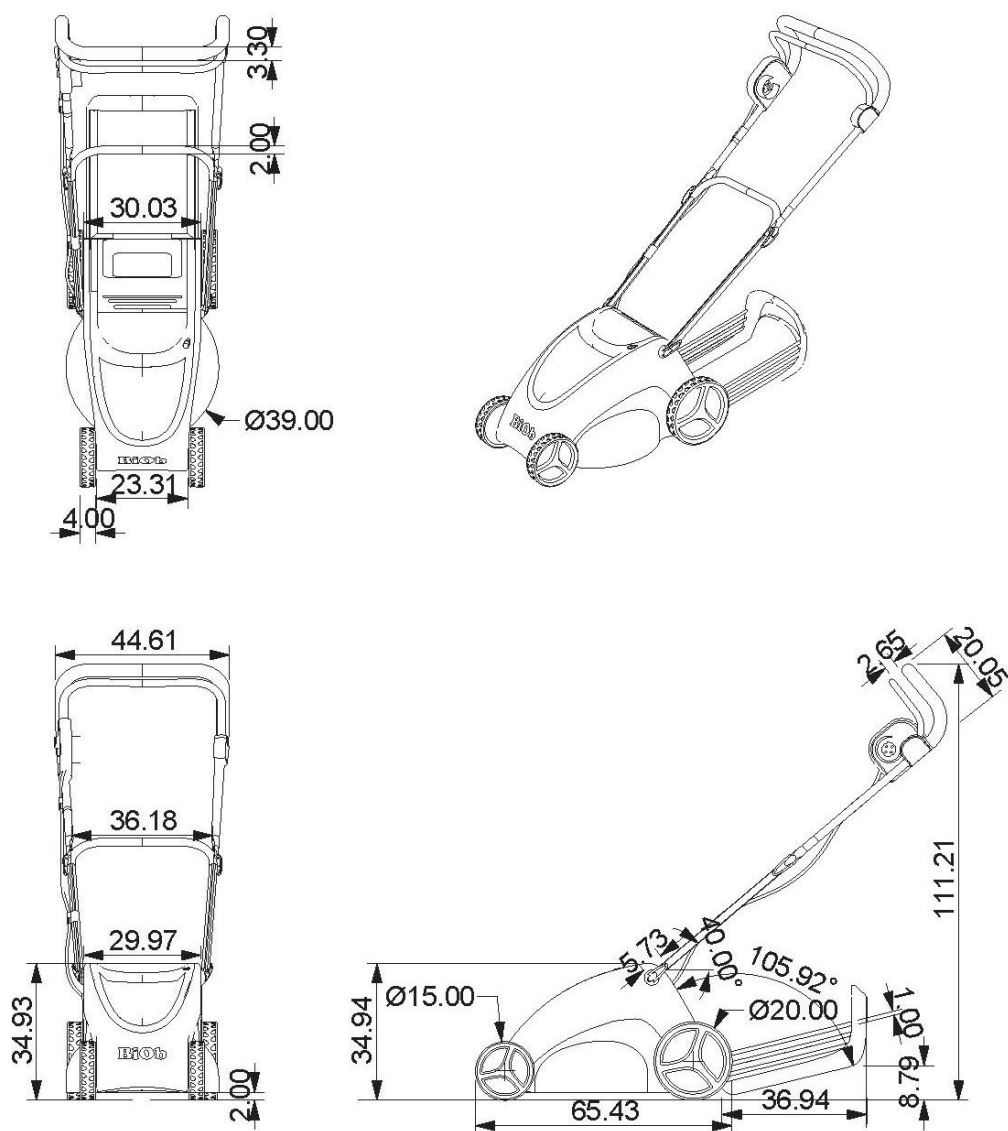
Madlo sekačky je ze dvou částí, které jsou k sobě navzájem i k tělu sekačky připojeny klouby s rychloupínací páčkou. Madlo lze tedy snadno kompletně skládat, což je přínosné jak pro balení výrobku, který může být dodáván ve smontovaném stavu, tak i pro úsporu místa při skladování či převážení sekačky (např. v automobilu).

Ergonomicky tvarované široké madlo je v místě držení potaženo měkkým materiálem, proto se příjemně drží. Potah madla je prodloužen

směrem dolů, což rozšiřuje možnosti uchopení, kdy lze madlo dobře držet i po stranách. Jeho tvar je uzpůsoben osobám vyššího i menšího vzrůstu.

Lehce pohyblivý spínač, kopírující tvar madla, umožňuje pohodlné uchopení i jednou (libovolnou) rukou, takže je sekačka vhodná jak pro praváky, tak i pro leváky.

Rozměry sekačky lze zjistit z rozměrového výkresu (obrázek 7).



Obrázek 7: Rozměrový výkres sekačky [cm] (vlastní tvorba)

5.2 Tvorba modelu

Výroba modelu byla vzhledem k zadanému měřítku 1:1 poměrně náročná.

Nejprve bylo nutné z polyuretanové desky o tloušťce 16 cm nařezat díly tak, aby šly pyramidovitě poskládat a vytvořily hrubý základ sekačky (příloha 13).

Díly jsou k sobě lepeny epoxidovým lepidlem poté, co byly lepené plochy natřeny nitro barvou - pro lepší přilnavost lepidla (příloha 14).

Celé tělo sekačky bylo postupně ručně opracováno (příloha 15) dle šablon vytvořených na základě podkladů z programu Rhinoceros.

Pro lepší možnost vybrání a vytvarování byla horní část odříznuta a opracována samostatně (příloha 16).

Odklápěcí podpěra byla vyrobena ze samostatného kusu polyuretanové desky ručním opracováním. Jako základ pantu byla použita hliníková trubka, která byla pomocí skelné tkaniny a epoxidového lepidla vytvarována v pant a připevněna k modelu.

Kola byla vysoustružena na frézce přímo za použití dat z programu Rhinoceros (přílohy 17 a 18).

Všechny díly byly přestříkány tmelem a po zaschnutí přebroušeny. U těla sekačky byly opakovaně tmeleny a broušeny lepené spoje, protože byly stále znatelné (příloha 19).

Vrchní barva byla nanášena ve více tenkých vrstvách vždy po zaschnutí vrstvy předchozí, aby se zamezilo tvoření kapek a stékání barvy. Před stříkáním druhé barvy byla původní barva chráněna vystřiženou šablonou nebo papírovou lepicí páskou (příloha 20).

Po zaschnutí barev a odstranění krycího materiálu, byly jednotlivé díly přešetřeny a slepeny.

Následovala výroba madla. Jelikož původní úmysl vytvořit madlo z plastové elektroinstalační trubky jejím ohnutím nad plamenem se neseťkal s úspěchem, protože trubka (přestože byla vyplněna pískem) se nevytvarovala do požadovaného oblouku, ale zdeformovala se a následně praskla, byl zvolen jiný způsob docílení ohybu. Použitím spojovacích plastových kolínek, u kterých byly odříznuty rozšířené okraje, a vlepením kousků trubky menšího průměru bylo docíleno ohybu o stejném průměru trubky. Spoje byly doplněny tmelem a přebroušeny.

Ručním opracováním kousků polyuretanové hmoty, do kterých byly zabudovány kousky trubek, se vytvořily makety kloubů pro připevnění madla ke skeletu sekačky.

Dále bylo třeba udělat zásuvku se spínačem a tlačítky pro funkci uzavření obalu a mulčování. I tato zásuvka byla zhotovena ručně z polyuretanu za použití části staré zásuvky. Poté byl z polyuretanu opět ručně vytvořen úchyt spínače a na 3D tiskárně vyrobeny rychloupínací páčky.

Všechny tyto součásti madla byly nastříkány tmelem a po zaschnutí a přebroušení barvou.

Makety kloubů byly přilepeny k tělu sekačky epoxidovým lepidlem. Na madlo byly přilepeny další vyrobené součásti a ze silnějšího kabelu byl vytvořen spínač, kopírující tvar madla.

Madlo bylo opatřeno v úchopové části měkkým potahem vyrobeným z části izolace instalační trubky, která byla nastříkána v barvě sekačky.

Kolečka byla připevněna k sekačce pomocí tenkých hliníkových trubek.

U modelu bylo doplněno nastavování výšky stříhu a celý model byl finálně upraven polepem samolepkami (obr. 8).



Obrázek 8: Finální model (vlastní tvorba)

6 TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA

U motorových sekaček je jednou z nejvíce namáhaných částí její madlo. Z tohoto důvodu bylo zvoleno pro provedení tuhostní a pevnostní analýzy.

6.1 Tuhostní a pevnostní analýza madla sekačky

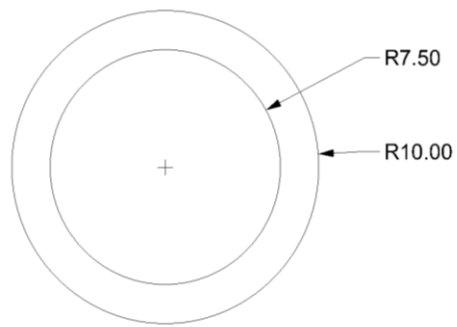
Madlo sekačky je při jejím tlačení namáháno silou, kterou na něj působí osoba, která ji tlačí. Velikost této síly zjistíme výpočtem.

6.1.1 Výpočet

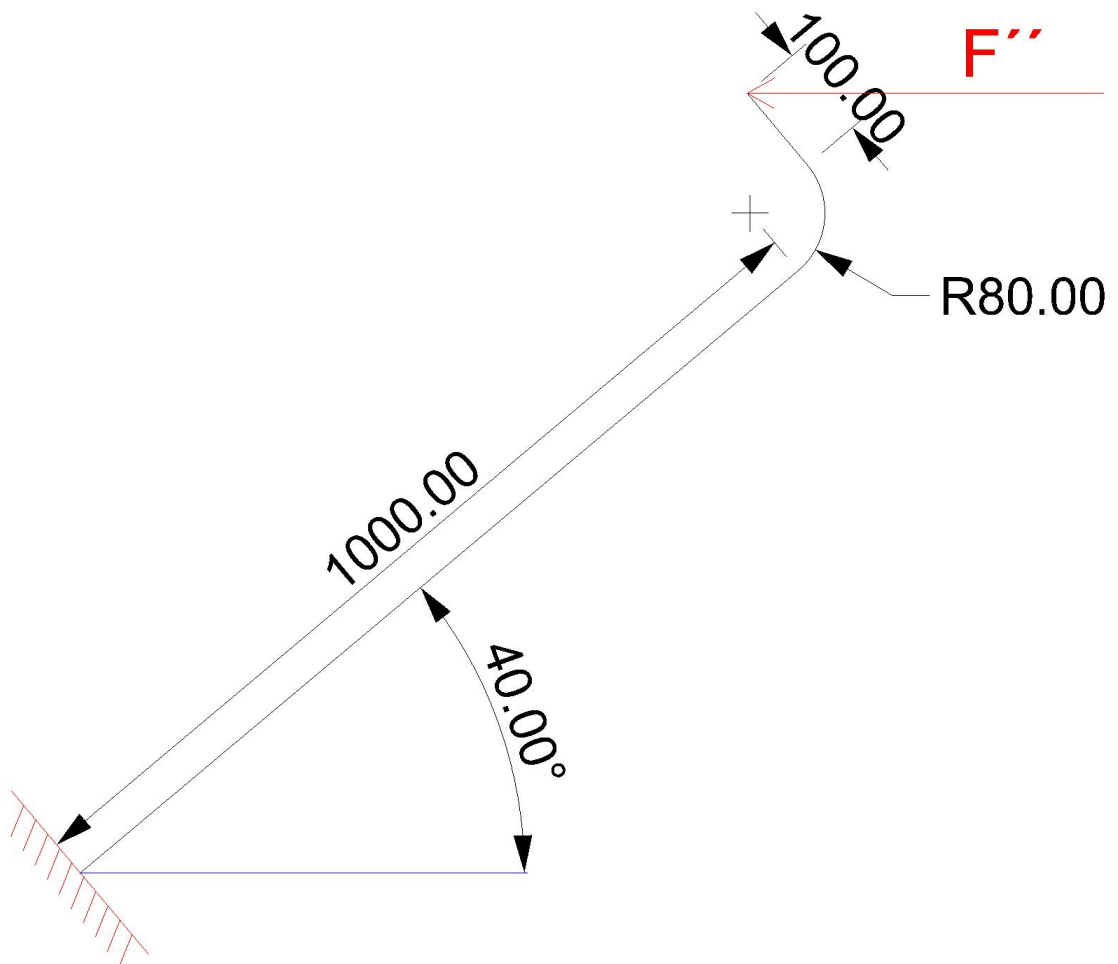
Z rešerší jsme stanovili hmotnost sekačky 20 kg. Budeme tedy uvažovat tlačení sekačky o hmotnosti 20 kg po terénu s převýšením 15°. Dále uvažujeme obouručné držení madla sekačky v jeho rozích. Vzhledem k tomu, že je madlo symetrické, použijeme pro výpočet model zakřiveného prutu. Madlo kruhového průřezu je vyrobeno z duralu (2024 Al) a je připevněno k tělu sekačky pod úhlem 40° pomocí kloubu. Ten je však během tlačení zaaretován, takže madlo uvažujeme jako vetknuté. Rozměry madla a směr působící síly jsou patrné z obrázku 9 a z obrázku 10.

Tabulka 3: Vlastnosti Duralu (2024 Al)

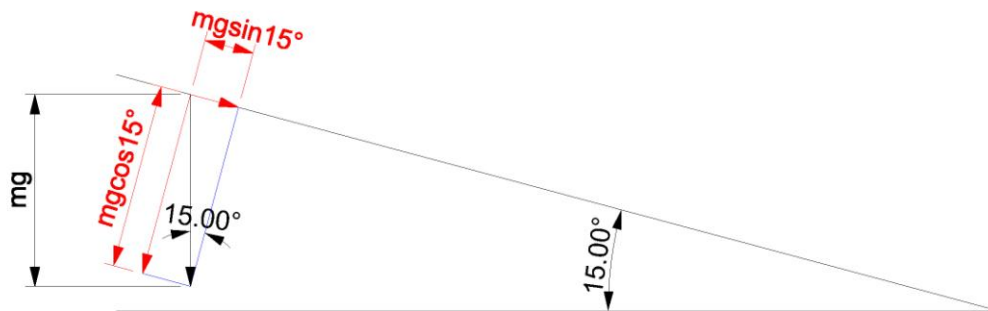
$E = 7,21 \times 10^4 \text{ MPa}$
$\nu = 0,36$
$\rho = 2,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
$R_e = 255 \text{ MPa}$



Obrázek 9: Profil madla - rozměrový výkres [mm]



Obrázek 10: Madlo - rozměrový výkres [mm], okrajové podmínky



Obrázek 11: Výkres pro výpočet působící síly

$$F = mg \sin 15^\circ = 20 \times 9,80665 \times 0,25882 = 50,763 \text{ N}$$

$$F' = F \times k, \text{ kde } k \text{ je koeficient bezpečnosti}$$

$$F' = 50,763 \times 1,5 = 76,14 \text{ N}$$

$$F'' = \frac{F'}{2}$$

$$F'' = \frac{76,14}{2} = 38,07 \text{ N}$$

$$F_x'' = \cos 40^\circ F'' = 29,16 \text{ N}$$

$$F_y'' = \sin 40^\circ F'' = 24,47 \text{ N}$$

Vypočtená síla je minimální silou, kterou je nutné působit na sekačku na nakloněné rovině pod úhlem 15° . Pro následující výpočty bude použita síla 400 N, aby byla zohledněna i jízda v náročném terénu, popřípadě nešetrná manipulace.

Pro analýzu madla byl použit výpočtový program MSC.Marc/Mentat, který pro výpočty využívá metodu konečných prvků (MKP).

MKP je přibližná numerická metoda, která se používá k řešení širokého spektra fyzikálních úloh. Jejím základním předpokladem je diskretizace spojitého kontinua na prvky konečné počtem i velikostí.

U statických úloh hledáme neznámá posunutí a napětí, způsobená vnějším silovým zatížením. Hledání neznámých funkcí posunutí, nebo napětí v zatěžované oblasti je nahrazeno hledáním konečného počtu hodnot těchto funkcí, z nichž lze zkonstruovat přibližné řešení. Hledané neznámé funkce posunutí nebo napětí aproximujeme pomocí báзовých polynomických funkcí v diskrétních bodech a s jejich pomocí vyjádříme neznámé v celém kontinuu.^[14]

6.1.2 Modelování v programu

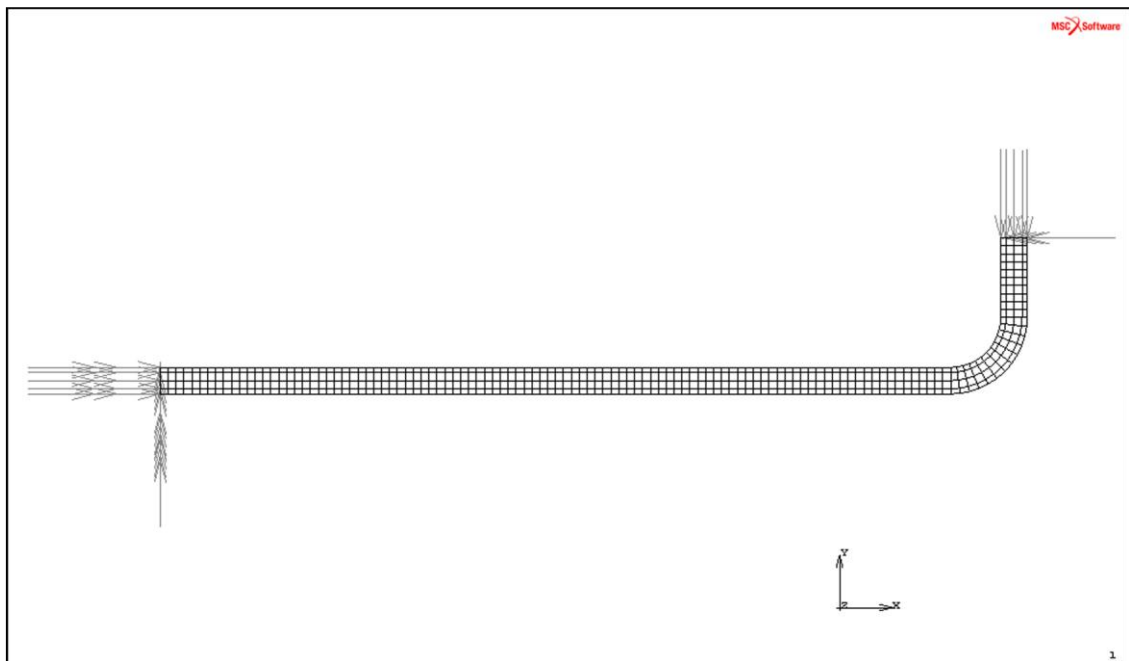
Model lze převést do programu i z programu ve kterém je řešen design (Rhinoceros), ale výsledky nemusí být tak přesné, proto je madlo vymodelováno přímo v programu MSC.Marc/Mentat.

Nejprve vytvoříme křivky madla, vodící křivku (osu madla), která se skládá z oblouku a dvou úseček. Dále vyneseme profilovou křivku (kružnici určující plochu ve středu tloušťky stěny madla) se středem na vodící křivce. Plochu vytvoříme z křivek pomocí funkce swept (tažení) a následně ji převedeme na síť konečných prvků (1220 elementů). Elementům přiřadíme stanovenou tloušťku.

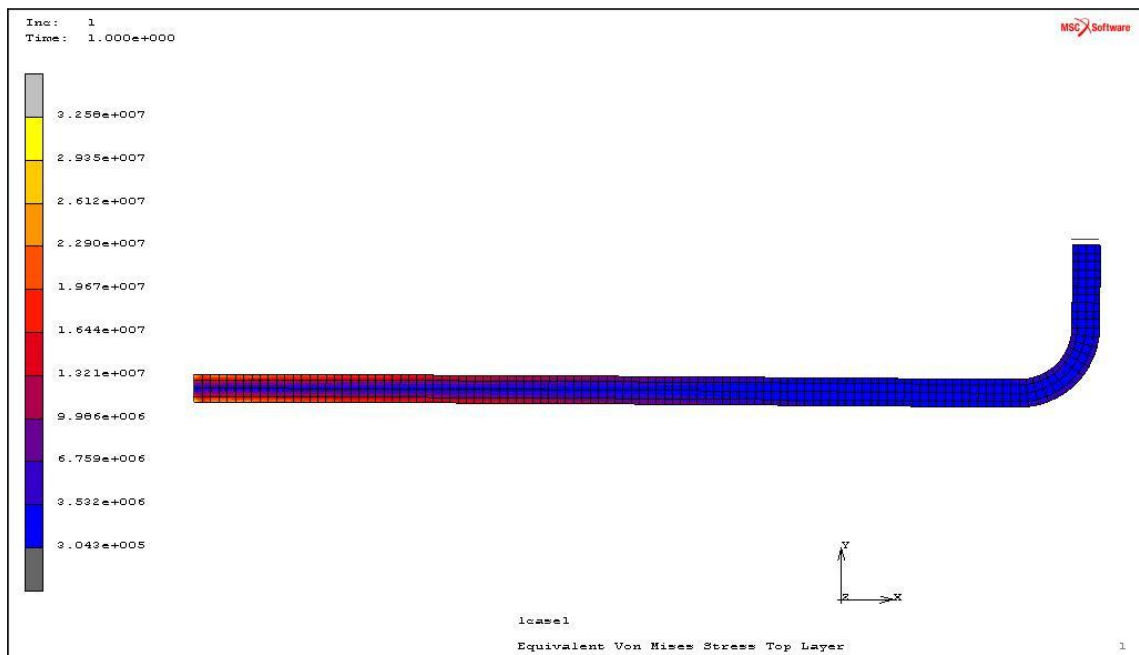
Nastavíme parametry vybraného izotropního materiálu: Yongův modul (modul pružnosti v tahu) $E=7.21 \times 10^4$ MPa a Poissonovo číslo (poměr relativního prodloužení k relativnímu příčnému zkrácení při namáhání tahem) $\nu = 0,36$.

Nastavíme okrajové podmínky: v místě připojení madla k sekačce uvažujeme madlo jako vetknuté a na opačném konci působí na madlo osamělá síla F (tlak na bod), kterou zadáme rozloženou na složky F_x a F_y . Stanovíme parametry pro provedení analýzy a určíme typ elementů.

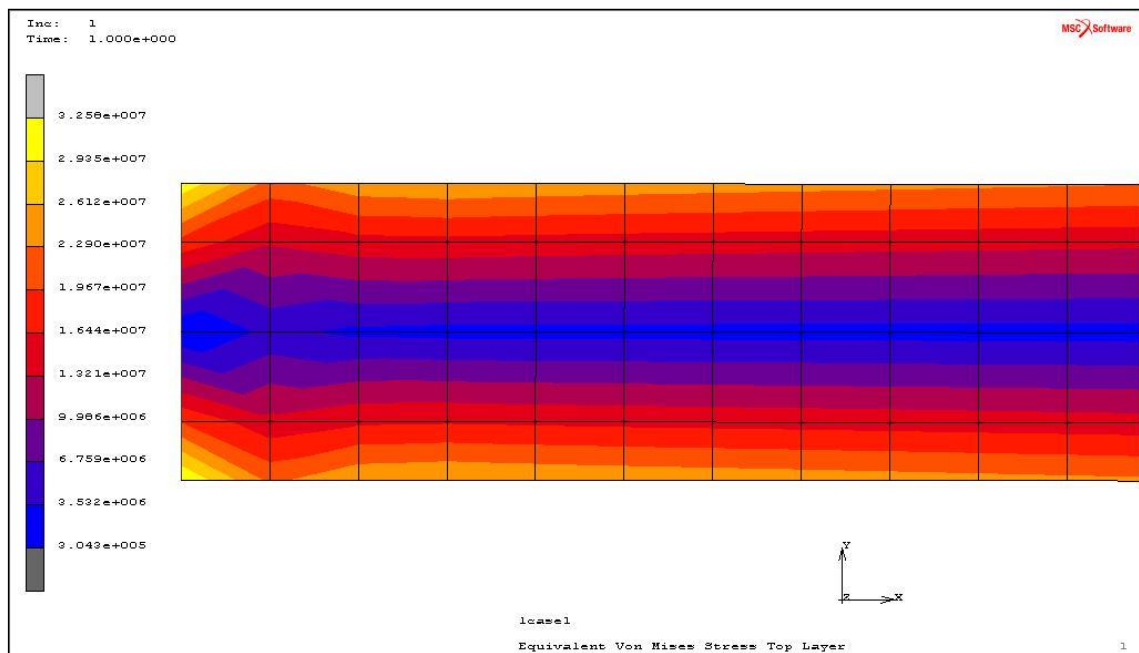
Použité elementy jsou tenké čtyřuzlové skořepinové prvky (thin shell-typ 139). Závěrem provedeme analýzu, ze které obdržíme výsledky.



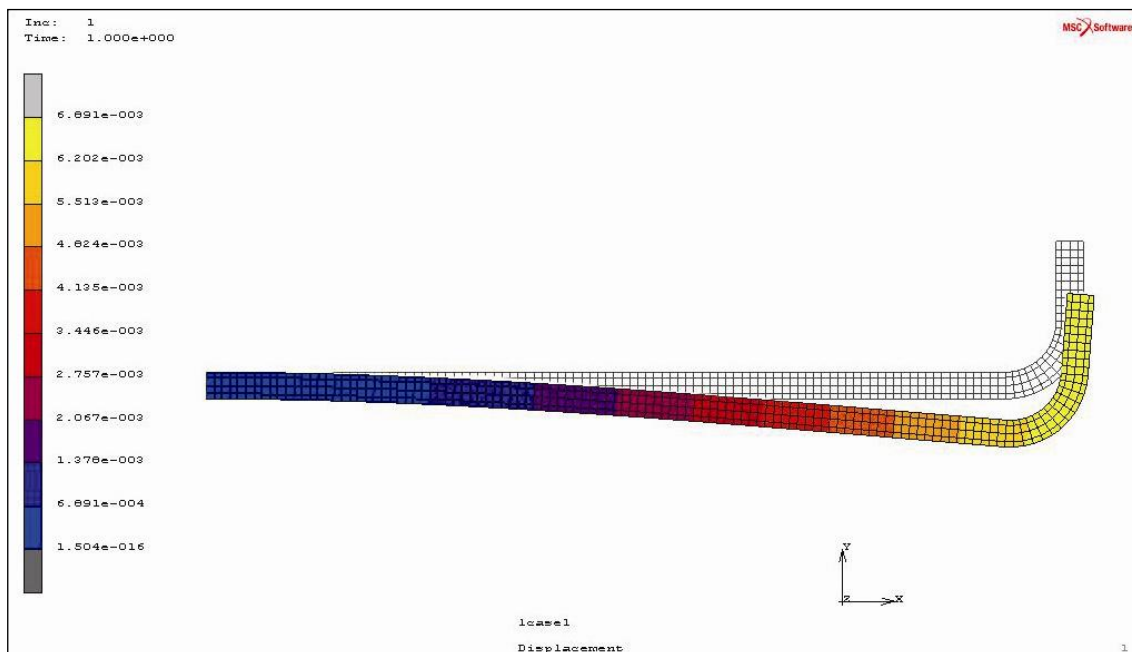
Obrázek 12: Okrajové podmínky



Obrázek 13: Redukované napětí dle hypotézy Von Mises



Obrázek 14: Detail redukovaného napětí dle hypotézy Von Mises



Obrázek 15:
Celková deformace (10x zvětšeno) v porovnání s nedeformovaným stavem

Z provedené analýzy vyplývá, že největší napětí (33 MPa) vzniká v místě vetknutí (spojení madla s tělem sekačky), posuvy jsou minimální (maximální posuv je 6,9 mm), takže madlo z hlediska tuhosti i pevnosti vyhovuje.

7 POPIS DÍLA

V předkládané práci jsem navrhla nové řešení elektrické sekačky, kdy koš sekačky je nahrazen sklápěcí podpěrou a posekaná tráva je zachytávána do ekologických obalů, které jsou uloženy v zásobníku kolem výhozového otvoru. Balená tráva lze běžně kompostovat.

Celý koncept designu vychází z technického řešení navržené sekačky, kdy je kladen důraz na praktičnost a ergonomii.

V technické části předkládané práce jsem se věnovala tuhostní a pevnostní analýze madla sekačky.

Oblý tvar sekačky s charakteristickou linií, opakovanou na více designových prvcích, je podtržen kontrastní kombinací, kdy základní barva je doplněna černou.

Vzhledem k zadanému měřítku 1:1 jsem musela značnou část modelu zhotovovat ručně, což bylo dosti náročné, ale přesto myslím, že se mi podařilo celkový design sekačky dobře vystihnout.

V závěru jsem své sekačce vymyslela název BiOb (zkratka: biologický obal).

8 PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR

Věřím, že pokud by se BiOb ještě podrobněji propracoval po technické stránce, mohl by nalézt na trhu uplatnění.

Pro průmyslový design může být ale přínosem i samotná myšlenka zachytávání trávy do obalů, které jsou kompostovatelné, protože její originalita je dále využitelná i pro další typy sekaček. Dovedu si představit na stejném principu pracující akumulátorovou sekačku, či automatickou sekačku, odvážející malé balíčky trávy přímo na kompost.

9 SILNÉ STRÁNKY

Kromě nového designu navržené sekačky pokládám za silné stránky své práce podrobně zpracované rešerše a především pak zcela nové řešení zachytávání trávy do ekologických obalů.

Nahrazením koše sklápěcí podpěrou jsem vyřešila zdánlivě neřešitelnou otázku, kdy koš menších rozměrů byl nevyhovující z důvodu nutnosti častého vyprazdňování a koš větších rozměrů byl po naplnění trávou příliš těžký.

Ukládání trávy v biologicky rozložitelných obalech je přívětivé jak k člověku, tak i k přírodě.

10 SLABÉ STRÁNKY

Vzhledem k tomu, že jsem navrhla úplně nové technické řešení sekačky, bylo by třeba ji ještě detailněji propracovat po technické stránce.

Abych vytvořila model v zadaném měřítku 1:1, musela jsem jeho značnou část zhotovovat ručně, což bylo dosti náročné, ale přesto myslím, že se mi podařilo celkový design sekačky dobře vystihnout.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

A) Knižní literatura

1. COURTIER, J. *Trávník od A do Z*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. ISBN 80-247-0292-4.
2. KOLESÁR, Z. *Kapitoly z dějin designu*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola umělecko-průmyslová, 2004, s. 149. ISBN 80-868-6303-4.
3. KOLLÁROVÁ, M. *Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2007. ISBN 978-80-86884-20-2.
4. KRAJČOVIČOVÁ, D. *Trávník*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. Abeceda české zahrady (CP Books). ISBN 80-251-0577-6.
5. T TILLEY, Alvin R. *The measure of man and woman: human factors in design*. Rev. ed. New York: Wiley, c2002. ISBN 04-710-9955-4.
6. TŮMA, J. *Zahradní technika*. 1. vyd. Brno: ERA, 2003. Stavíme. ISBN 80-865-1774-8.
7. ZEMÁNEK, P., VEVERKA, V. *Speciální mechanizace: malá mechanizace v zahradnictví*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. ISBN 80-715-7511-9.

B) Internetové zdroje

8. BUDDINGOVA SEKAČKA.
Dostupné z: <http://www.lawnmowerworld.co.uk/gallery.php?location=0>. [on-line] [Cit.5.10.2013].
9. ELEKTRICKÉ SEKAČKY.
Dostupné z: <http://www.nakupka.cz/zahradni-technika/elektricke-sekacky>. [on-line] [Cit.9.10.2013].
10. MULČOVÁNÍ POKOSENOU TRÁVOU.
Dostupné z: <http://www.wikipedia.cz>. [on-line] [Cit.30.10.2013].
11. OBJEVY A VYNÁLEZY.
Dostupné z: <http://www.quido.cz/objevy/sekacka.htm>. [on-line] [Cit.5.10.2013].
12. PARKY A ZAHRADY VELKÁ BRITÁNIE.
Dostupné z: <http://www.parksandgardens.ac.uk>. [on-line] [Cit.5.10.2013].
13. RECENZE SEKAČKY GARDENA 32 E.
Dostupné z: <http://sekacky.heureka.cz/gardena-32-e/recenze>. [on-line] [Cit.9.10.2013].

C) Jiné prameny

14. PŘEDNÁŠKY Z PŘEDMĚTU KKS/ICB

12 RESUME

In this bachelor thesis I dealt with design of a lawn mower. I chose this topic because the lawn mowers are more and more popular among many people. I supposed that I will find out some imperfections by a research of current supply. These imperfections were supposed to be a starting point for the realization of my own design based on a new technical version that will minimize or fully eliminate the imperfections.

After the introduction (history of lawn mowers) and some research I determined the goal of designing a modern, ergonomic, technically high quality electric lawn mower that will eliminate the problems with the bin that is often unsuitable.

It seems that this problem has already been solved by the mulching function, but I designed a new and original solution – to collect the grass in the eco-friendly containers. It is possible to compost the grass including these containers and the lawn can be used just after the mowing, without getting dirty by the freshly cut grass that is lying on the lawn.

From the group of designs I chose one and I adjusted it step by step until the final version was done. The model is based on this version.

The body of the lawn mower model was made from the polyurethane, it was made manually, based on the data from the Rhinoceros programme. The wheels were made on a milling machine, using the programme data. The handle is folding and it was designed with respect to ergonomomy.

In the technical part of this bachelor thesis I dealt with the analysis of the stress and the displacement of the lawn mower's handle.

13 SEZNAM PŘÍLOH

1. Koule na hraně (vlastní tvorba 2009)
2. Budík VINATOM (vlastní tvorba 2010)
3. Interiér vozidla „ability“ pro handicapované (vlastní tvorba 2011)
4. Designové rešerše sekaček - 1. část (získáno z internetu)
5. Designové rešerše sekaček - 2. část (vlastní fotografie)
6. Průzkum spokojenosti uživatelů (získáno z internetu)
7. Materiál na výrobu obalů na trávu (získáno z internetu)
8. Prvotní skici sekačky (vlastní tvorba)
9. Prvotní skici s využitím programu Rhinoceros (vlastní tvorba)
10. Rozvoj skic s využitím programu Rhinoceros (vlastní tvorba)
11. Rozvoj designu v programu Rhinoceros (vlastní tvorba)
12. Barevné varianty designu s detaily madla sekačky (vlastní tvorba)
13. Nařezání dílů z polyuretanové desky (vlastní tvorba)
14. Lepení základního tvaru (vlastní tvorba)
15. Základní tvar a jeho probroušení (vlastní tvorba)
16. Oddělené opracování po odkrojení vrchní části (vlastní tvorba)
17. Výroba předních kol na fréze (vlastní tvorba)
18. Výroba zadních kol na fréze (vlastní tvorba)
19. Natmelená část modelu (vlastní tvorba)
20. Lakování modelu (vlastní tvorba)
21. Finální skica (vlastní tvorba)
22. Výsledné rendery - 1. část (vlastní tvorba)
23. Výsledné rendery - 2. část (vlastní tvorba)

PŘÍLOHA 1

Koule na hraně ¹



¹ Vlastní tvorba 2009

PŘÍLOHA 2

Budík VINATOM²



² Vlastní tvorba 2010

PŘÍLOHA 3

Interiér vozidla „ability“ pro handicapované³



³ Vlastní tvorba 2011

PŘÍLOHA 4

Designové řešení sekaček - 1.část ⁴



⁴ Internet

a) Dostupné z <http://www.nakupka.cz/vyrobek/elektricka-sekacka-al-ko-comfort-40-e-3v1> [on-line] [Cit.12.10.2013].

b) Dostupné z <http://www.gardena.com> [on-line] [Cit.12.10.2013].

c) Dostupné z <http://www.lacinazahrada.cz/zahradni-technika/sekacky-na-travu/sekacky-elektricke/weibang> [on-line] [Cit.12.10.2013]

d) Dostupné z <http://sekacky.heureka.cz/riwall-pro-rem-3816> [on-line] [Cit.19.10.2013].

e) Dostupné z <http://www.stiga.cz/Turbo-39-EL> [on-line] [Cit.19.10.2013].

f) Dostupné z <http://www.dolmar.cz> [on-line] [Cit.19.10.2013].

g) Dostupné z <http://www.elektrocr.cz/product/sekacka-rotacni-bosch-rotak-40-novy-typ> [on-line] [Cit.19.10.2013].

PŘÍLOHA 5

Designové řešení sekaček - 2.část⁵

Elektrické sekačky 2011

Model	PowerMax 32E	Rotak 34	Comfort 40E BUI 1000	MIO 154E	Bosch	MIO 154E
Šířka záběru	32 cm	34 cm	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm
Výkon	1200 W	1200 W	1400 W	1500 W	1700 W	1800 W
Nastavení výšky řezu	5-stup., centrální	10-stup., centrální	8-stup., centrální	3-stup., centrální	10-stup., centrální	5-stup., centrální
Koší	79 l	40 l	43 l	43 l	51 l	60 l
Hmotnost	8,5 kg	11 kg	17,5 kg	15 kg	12,4 kg	15 kg
Doporučená sečná plocha	do 300 m ²	do 500 m ²	do 700 m ²	do 800 m ²	do 800 m ²	do 800 m ²
Č. výrobku	7816145	8292802	7613004	8956009	85367109	8491007

Elektro Akku Benzin



⁵ Vlastní fotografie

PŘÍLOHA 6

Průzkum spokojenosti uživatelů⁶

Ukázky z internetových diskusí prokazující nespokojenost uživatelů s košem:

a)

- Sběrný koš je z plastu a při jeho sesazování může dojít ke zlomení. Koš je jedinou slabinou.
- napůl plný koš sekačku převrací
- Při posečení 100m² udržovaného trávníku se zvedla spodní část jazyku sběrného koše a nejde zasunout do sekačky.
- "Vyfuňuje" část travičky vlevo do volného prostoru i když je koš správně nasazen.

b)

- Sekačka dobře sbírá, horší je to s vyprazdňováním koše, který má malý "vletový" otvor. Tráva prakticky nejde jednoduše vysypat, musí se částečně vytahovat rukou.
- Pro moje účely bych uvítal větší koš.

c)

- sběrný koš je málo pevný a jde těžko nasazovat
- Nedoléhá horní víko sběrného koše a tráva odletuje.
- Jako nevýhodu bych snad hodnotil poněkud obtížnější instalaci koše.

d)

- Jen taková drobnost dávat pozor při vyndávání plné nádoby se plasty rozjedou.

⁶ Internet

a) Dostupné z <http://sekacky.heureka.cz/gardena-32-e/recenze> [on-line] [Cit.11.10.2013].

b) Dostupné z <http://sekacky.heureka.cz/bosch-rotak-43-ergo-flex/recenze> [on-line] [Cit.11.10.2013].

c) Dostupné z <http://www.mall.cz/rotacni-elektricke-sekacky/alko-3-2-e> [on-line] [Cit.11.10.2013].

d) Dostupné z <http://www.mall.cz/rotacni-elektricke-sekacky/hecht-1203> [on-line] [Cit.11.10.2013].

PŘÍLOHA 7

Materiál na výrobu obalů na trávu⁷

QDOMA Pytle na odpad BIO 30L 10 ks



Obsah: 30 L

Ks: 10

Rozměr: 50 x 60 cm

Tloušťka: 28 mikronů

Vyrobené z fólie, která ve 100% podléhá biodegradaci během procesu kompostování v období 40 dnů. Fólie je vyrobená z rostlinného granulátu.

Nabídli jsme standardní produkty. Jako výrobce můžeme vyrobit různé rozměry a tloušťku biodegradovatelných sáčků do koše. Můžeme použít různé obaly produktů podle potřeby zákazníka. Všechny produkty, kromě těch standardních, jsou během obchodních kontraktů ujednané individuálně.

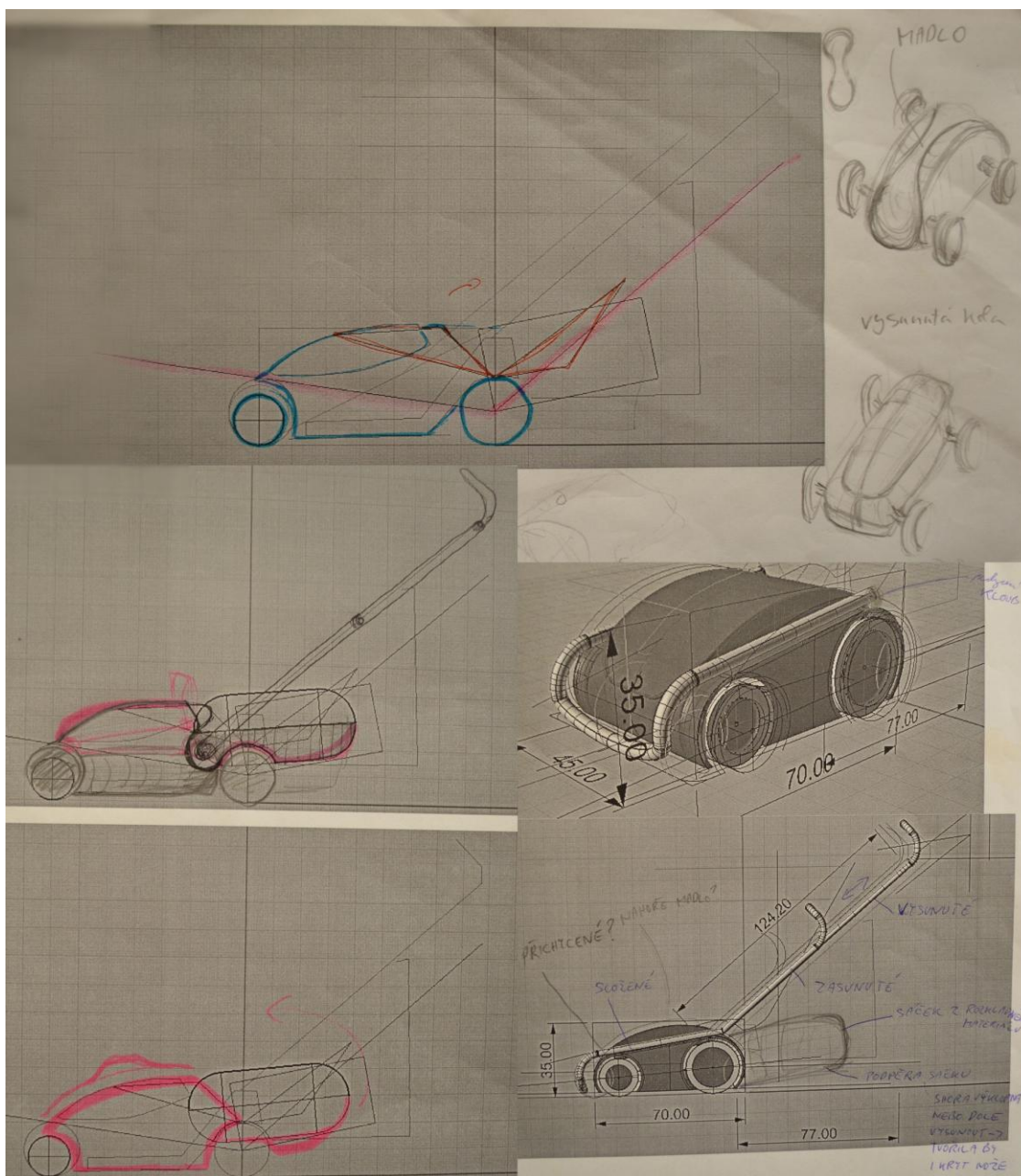
Mezi obchodní kontrakty patří velmi často i vlastní značky našich zákazníků.

⁷ Dostupné z

http://www.quickpack.cz/index.php?page=qdoma_worki_na_smieci_eko_i_bio&sub=oferta_produkto [online] [Cit.25.11.2013].

PŘÍLOHA 9

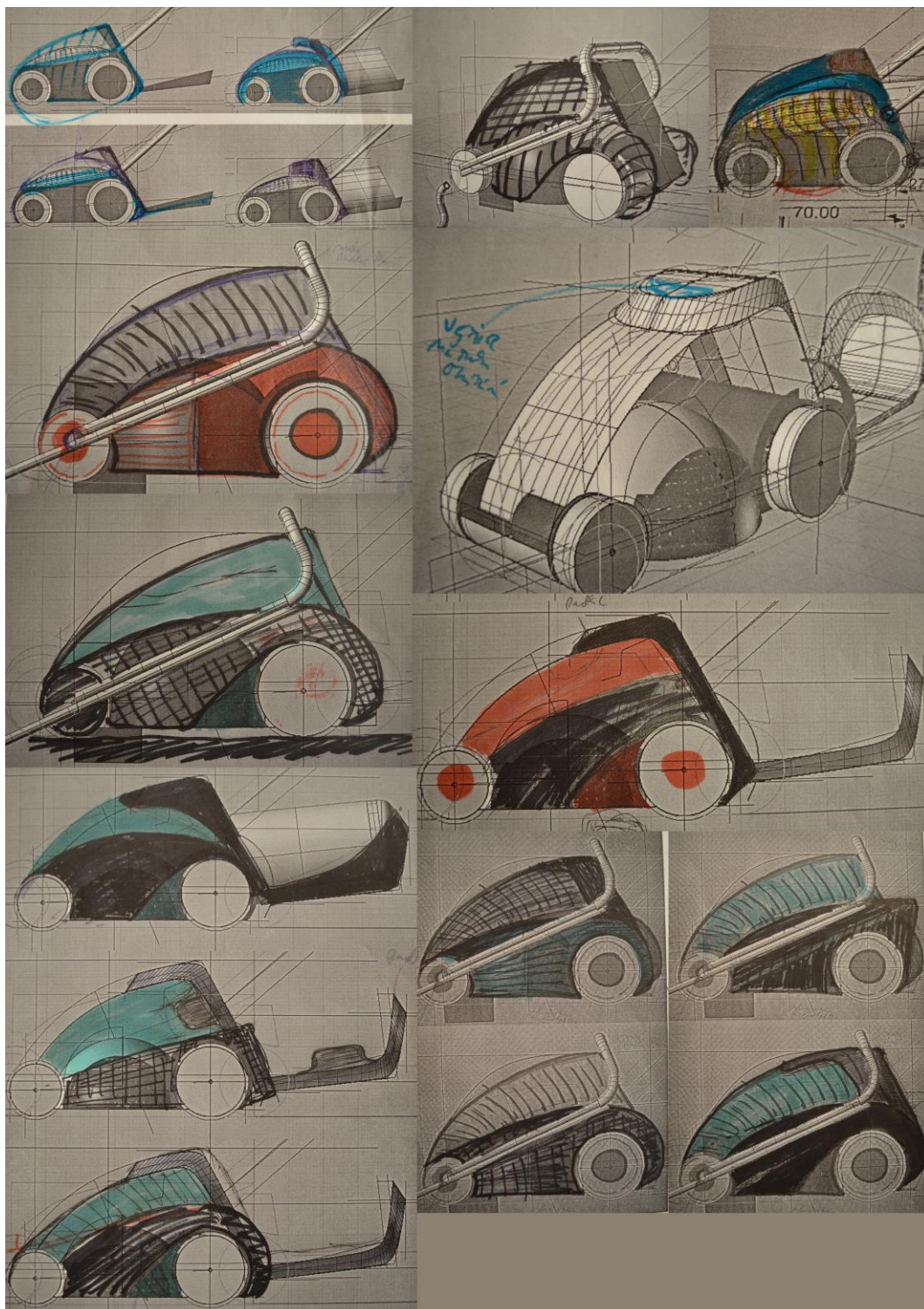
Prvotní skici s využitím programu Rhinoceros⁹



⁹ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 10

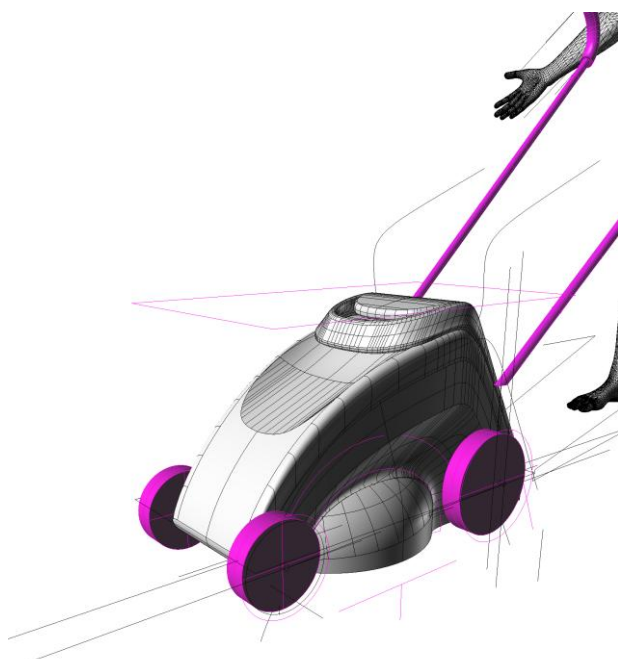
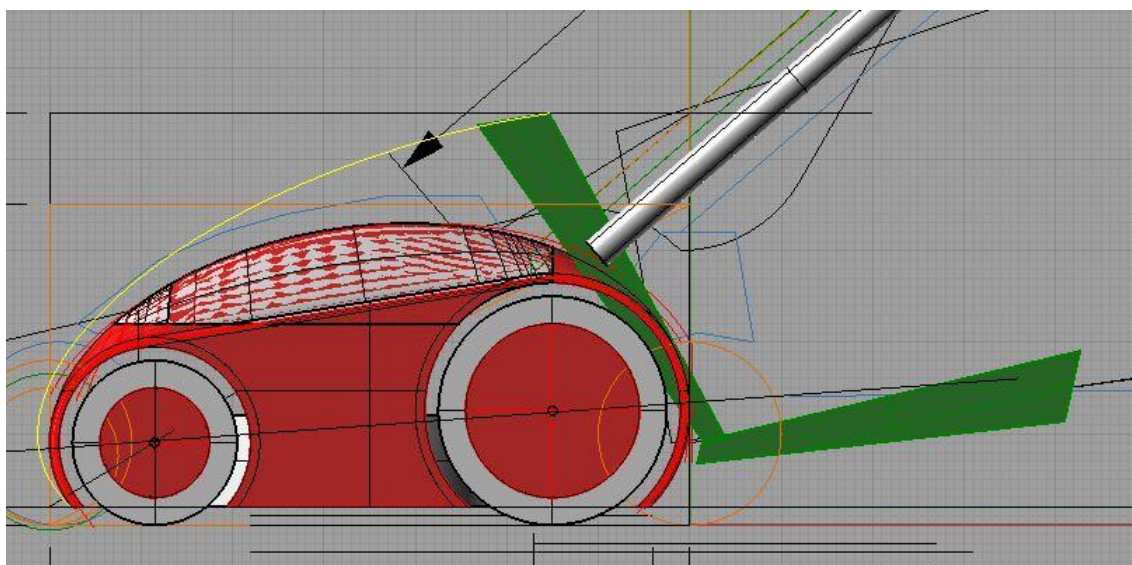
Rozvoj skic s využitím programu Rhinoceros¹⁰



¹⁰ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 11

Rozvoj designu v programu Rhinoceros¹¹



¹¹ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 12

Barevné varianty designu s detaily madla sekačky¹²



¹² Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 13

Nařezání dílů z polyuretanové desky ¹³



¹³ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 14

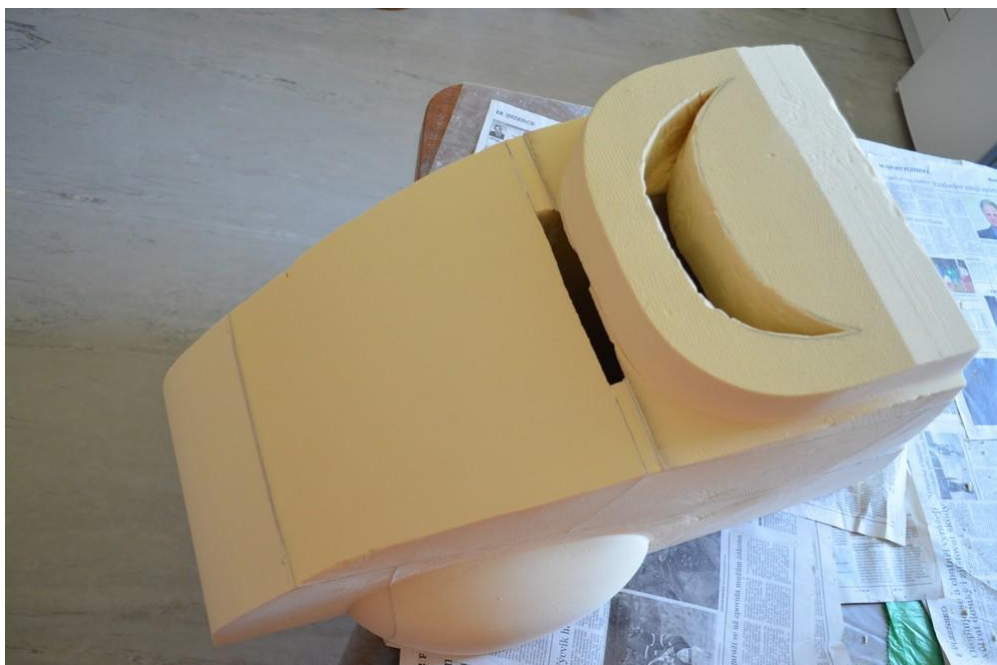
Lepení základního tvaru ¹⁴



¹⁴ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 15

Základní tvar a jeho probroušení ¹⁵



¹⁵ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 16

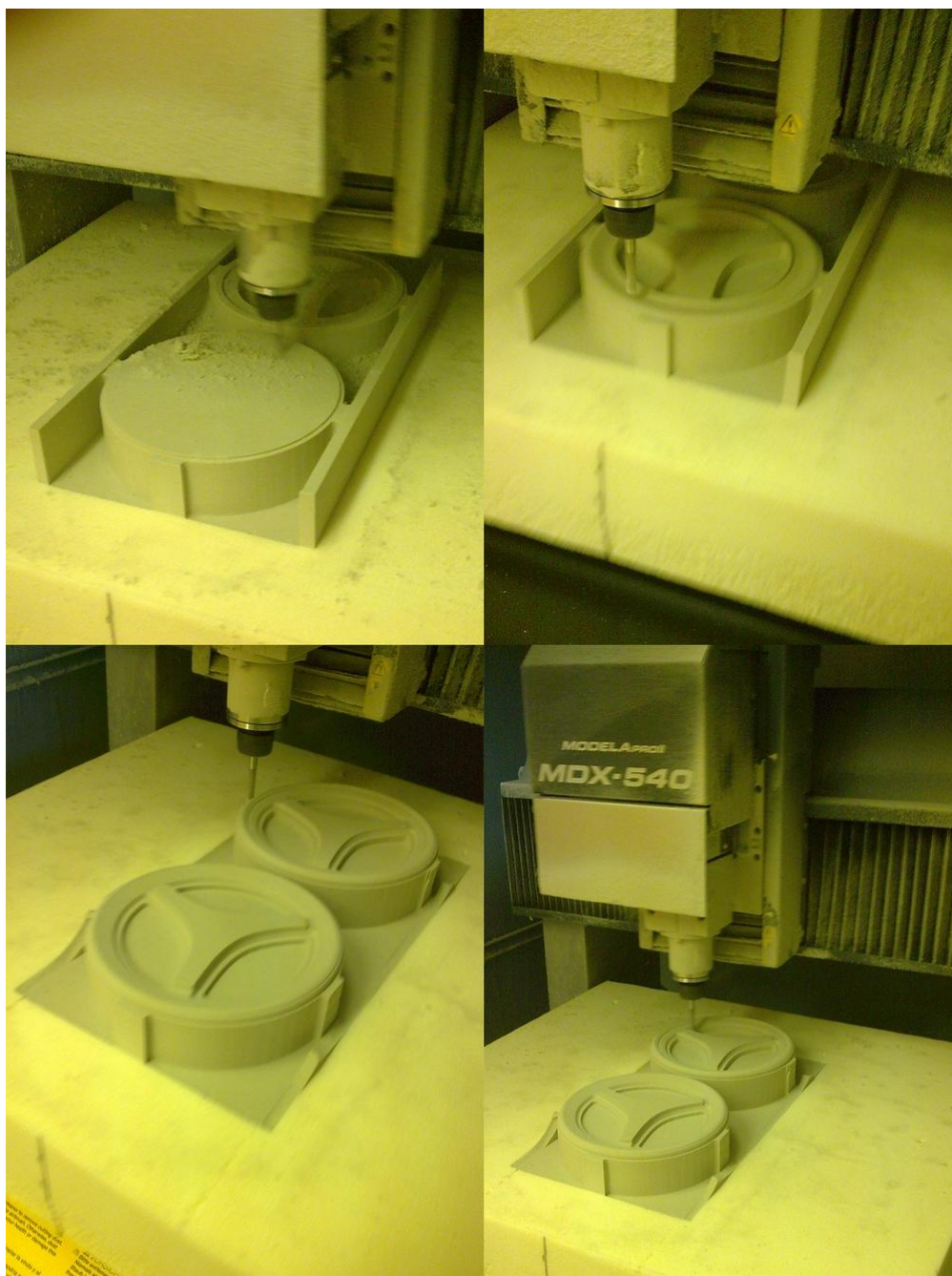
Oddělené opracování po odkrojení vrchní části ¹⁶



¹⁶ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 17

Výroba předních kol na frézce ¹⁷



¹⁷ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 18

Výroba zadních kol na frézce¹⁸



¹⁸ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 19

Natmelená část modelu ¹⁹



¹⁹ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 20

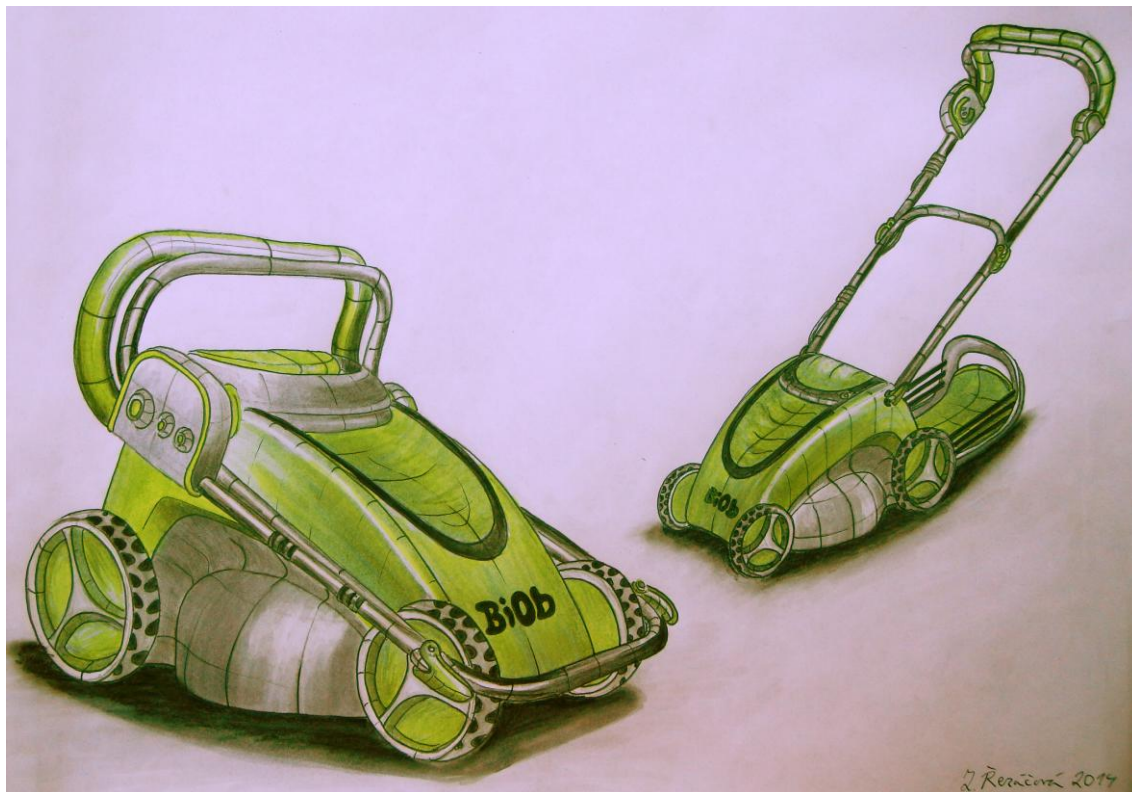
Lakování modelu ²⁰



²⁰ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 21

Finální skica ²¹



²¹ Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 22

Výsledné rendery ²²

1. část



²² Vlastní tvorba

PŘÍLOHA 23

Výsledné rendery ²³

2. část



²³ Vlastní tvorba

