VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN ELEKTRICKÉ RUČNÍ VRTAČKY
DESIGN OF ELECTRIC HAND DRILL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Josef Burjeta
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD.
SUPERVISOR

BRNO 2016

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	**Josef Burjeta**
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	**doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD.**
Akademický rok:	2015/16

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 bakalářské práce:

Design elektrické ruční vrtačky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je analýza a návrh designu elektrické ruční vrtačky.

Cíle bakalářské práce:

Bakalářská 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 řešení
6. Konstrukčně technologické a ergonomické řešení
7. Barevné a grafické řešení
8. Diskuze
9. Závěr
10. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model
Typ práce: designérská
Účel práce: výzkum a vývoj

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 - 20 stran textu bez obrázků).
Zásady pro vypracování práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2016.pdf
Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam literatury:

Dreyfuss, H.,Powell, E. (2012): Designing for People. Allworth, New York.

Fiell, C., Fiell, P. (2001): Designing the 21st Century. TASCHEN, Kolín nad Rýnem.

Johnson, M. (2002): Problem solved. Phaidon, Londýn.

Lidwell, W., Manacsa, G. (2008): Deconstructing product design. Rockport Publishers, Massachusetts.

Morris, R. (2009): The Fundamentals of Product Design. AVA Publishing SA, Lausanne.

Norman, D. A. (2004): Emotional Design. Basic Books, New York.

Pelcl, J., a kol. (2012): Design od myšlenky k realizaci. Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, Praha.

Thomson, R. (2011): The Manufacturing Guides, Product and Furniture Design. Thames & Hudson Ltd., Londýn.

Thomson, R. (2011): The Manufacturing Guides, Prototyping and Low-volume Production. Thames & Hudson Ltd., Londýn.

Tichá, J., Kaplický, J. (2002): Future systems. Zlatý řez, Praha.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D. ředitel ústavu	doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D. děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je návrh elektrické ruční vrtačky respektující funkční, konstrukční, technologické a ergonomické požadavky s důrazem na estetickou hodnotu návrhu. Mým cílem je zlepšit ergonomii přístroje a usnadnit tak jeho používání. Zároveň bych rád zlepšil jeho funkce použitím moderních technologií a oživil tak stávající trh.

KLÍČOVÁ SLOVA

design, ruční vrtačka, aku baterie, vrtací šroubovák, ergonomie, displej, gyroskop, laserový hloubkoměr, kompaktnost

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to design an electric hand drill, respecting the functional, structural, technological and ergonomics requirements with emphasis on the aesthetic value of the proposal. My goal is to improve ergonomics of the device and to facilitate its usage. I would also like to enhance its function using modern technologies and brighten up existing market.

KEYWORDS

design, cordless drill, battery, screwdriver, ergonomic, display, gyroscope, laser, range--finder, depth-gauge, compact, hobby

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BURJETA, J. Design elektrické ruční vrtačky. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 53 s. Vedoucí bakalářské práce doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD..

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Design elektrické ruční vrtačky zpracoval samostatně a uvedl v ní všechny prameny, literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Brně dne 23. května 2016 .....

Josef Burjeta

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. akad. soch. Miroslavu Zvonkovi, ArtD., za cenné rady a přátelský přístup. Všem vyučujícím, kteří mě doprovázeli při dosavadním studiu, rodině, přítelkyni, kamarádům a ostatním známým, kteří mě podporují a konstruktivně kritizují ve veškeré mé tvorbě.

OBSAH

1 ÚVOD 13
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ 15
2.1 Designérská analýza 15
2.1.1 Vrtačky DeWalt 15
2.1.2 Vrtačky Festool 15
2.1.3 Vrtačky Makita 16
2.1.4 Vrtačky Metabo 16
2.1.5 Koncept E ink Drill 17
2.2 Marketingová studie 18
2.2.1 Podnikatelská strategie 18
2.2.2 Marketingová strategie 18
2.2.3 SWOT analýza 19
2.3 Technická analýza 20
2.3.1 Elektromotor 20
2.3.2 Planetová převodovka 21
2.3.3 Sklíčidlo 21
2.3.4 Akumulátor 22
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE 25
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU 27
4.1 Varianta č.1 27
4.2 Varianta č.2 27
4.3 Varianta č.3 28
4.4 Finální varianta 29
5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ 31
5.1 Tvarové (kompoziční) řešení 31
6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ 33
6.1 Konstrukčně-technologické řešení 33
6.1.1 Ovladače 34
6.1.2 Sdělovače 34
6.1.3 Snímač polohy vrtačky 34
6.1.4 Laserový hloubkoměr 35
6.1.5 LED osvětlení 35
6.1.6 Rozměry 36
6.2 Ergonomické řešení 36
6.2.1 Rukojeť 36
6.2.2 Práce s přístrojem 36
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ 41
7.1 Barevné řešení 41
7.2 Grafické řešení 42
8 DISKUZE 43
8.1 Psychologická funkce díla 43
8.2 Ekonomická funkce díla 43
8.3 Sociální funkce díla 44
9 ZÁVĚR 45

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ **47**
11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ **49**
12 SEZNAM PŘÍLOH **51**
ZMENŠENÝ POSTER **52**
FOTOGRAFIE MODELU **53**

1 ÚVOD

Vrtání je úkon starý pomalu jako lidstvo samo. Již v době kamenné se používaly primitivní vrtačky pro obrábění materiálů. Vývoj ručních vrtaček urazil dlouhou dobu a dnes se jedná o moderní, profesionální přístroje, které jsou poháněny elektrickou energií. Pohon elektromotoru může být ze sítě přes přívodní kabel nebo za pomoci akumulátoru. V dnešní době se nejvíce používají ruční vrtačky akumulátorové. Tento fakt je zapříčiněn jejich lepší manipulací a především nezávislostí na zdroji napětí v místě pracoviště.
Cílem mé bakalářské práce je návrh elektrické ruční vrtačky, které bude respektovat všechny konstrukčně-technologické a ergonomické požadavky s důrazem na estetickou hodotu návrhu. Mým hlavním cílem je vytvoření kompaktního zařízení, které zaujme nejen svými vlastnostmi, ale i příjemným vzhledem. Rád bych vylepšil funkce zařízení použitím moderních technologií a celkově tak oživil stávající trh.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

Vývoj ručních vrtaček má pestrou historii. Od manuálně ovládaných přes první poháněné elektrickým proudem, břichem přitlačené, obouručně držené až po revoluční nápad firmy Black&Decker, který přivedl v roce 1916 na svět vrtačku s pistolovým úchopem jednou rukou. Od této doby se na tvaru vrtaček mnoho nezměnilo a v dnešní době se liší především typem a silou pohonu. Umístění hlavních komponentů je převážně stejné. [1]

2.1.1 Vrtačky DeWalt

Firma DeWalt je snadno rozpoznatelná pomocí jasně žluté barvy použité v kombinaci s černou. Velkou výhodou typu DCD790D2 je kompaktnost vrtačky, která je lehce zastíněna větší hmotností (1,62kg) vzhledem k použití kovových materiálů ve vrchní části. Kapacita Li-ion akumulátoru je 2,0Ah, což je oproti konkurenci nízká hodnota. Pogumované části rukojeti usnadňují úchop i ve ztížených pracovních podmínkách. Nevýhodou tvarování vrtačky je kolmé napojení rukojeti na vrchní a spodní část. Tento způsob není vhodný pro správný úchop. Samotná rukojeť je ergonomicky formována pro příjemný úchop. Umístění LED přisvětlení na krytu akumulátoru je vhodné vzhledem k lepšímu rozptylu světla před sklíčidlo. [2]

Obr. 2-1 DeWalt DCD790D2 [2]

2.1.2 Vrtačky Festool

Německá značka Festool nabízí u svých akumulátorových vrtaček rozhraní FastFix, které umožňuje rychle vyměnit sklíčidla za ostatní upínací nástroje. Velkou výhodu vidím ve velké kapacitě baterie (5,2Ah), která řadí značku Festool na první příčku. Použití většího akumulátoru se odráží v hmotnosti 1,7kg, avšak delší provozní doba tento nedostatek vyváží. Použití barev je střídmé a může znamenat problém s lehkou neviditelností produktu na pracovišti. Ergonomie úchopu je na dobré úrovni. Celá rukojeť je pogumovaná. Umístění LED přisvícení není vhodné, protože světlo nebude plynule rozptýleno okolo vrtacího nástroje. [4]

Obr. 2-2 Festool T18+3 [3]

2.1.3 Vrtačky Makita

Japonský výrobce patří v oboru akumulátorových přístrojů k jednomu z předních prodejců. Barevné rozlišení funkčních ploch je u Makity doplněno technologií XPT, která umožňuje použití v prostředí se zvýšenou prašností a vlhkostí. Kombinace světle modré a tmavě šedé barvy působí na oko pozorovatele příjemně.Vrchní část má více chladících otvorů pro silnější bezuhlíkový motor. Kapacita baterie je 4,0Ah. LED přisvícení disponuje funkcí dosvitu, avšak jeho umístění pod sklíčidlem není vhodné. Mezi kladnou vlastnost řadím robustnost pláště v okolí motoru, které působí pevným dojmem. [5]

Obr. 2-3 Makita DDF480RMJ [6]

2.1.4 Vrtačky Metabo

Dlouhá historie firmy a zaměření na ruční vrtací přístroje od počátku výroby spolu s neustálým vývojem dělá z firmy Metabo kvalitního konkurenta na trhu ručních vrtaček. Barevná kombinace zelené, červené a stříbrné odkazuje na pracovní nástroj. Systém Metabo Quick umožňující rychlou výměnu sklíčidel, má zajímavou vlastnost a to, že po sundání sklíčidla objevíme vřeteno s vnitřním šestihranem. Díky tomu nemusíme vlastnit další sklíčidlo pro šestihranné bity. Kapacita akumulátoru je menší

(2,0Ah), avšak hmotnost 1,3kg je uživatelsky velmi přívětivá. Tvarové řešení rukojeti nemusí být zcela ergonomické vzhledem k ostrým přechodům mezi pogumovanou částí a plastovým pláštěm. Silnější spodní část s akumulátorem vytváří lepší stabilitu přístroje. [7]

Obr. 2-4 Metabo BS 18 Quick [7]

2.1.5 Koncept E ink Drill

Vznikl od Lenart Studios v roce 2011. Minimalisticky tvarovaná ruční vrtačka představuje přístroj pro použití v domácnosti. Hlavní předností je použití E Ink displeje v horní části vrtačky. Na panelu, který se běžně dodává v elektronických čtečkách, se zobrazují rychlost, otáčky, směr otáčení a kapacita akumulátoru. Samotná baterie je umístěna v rukojeti, která je vhodně ergonomicky tvarována. Velkou nevýhodou je nemožnost vyměnit akumulátor. Váha nebyla stanovena vzhledem k tomu, že se jedná pouze o koncept, avšak díky svým menším rozměrům se bude pohybovat okolo 1kg. Barevná kombinace bílého pláště s oranžovým vnitřkem rukojeti se nehodí do zhoršených pracovních podmínek. [8]

Obr. 2-5 E ink koncept [8]

Obr. 2-6 E ink koncept - detail [8]

2.2 Marketingová studie

Pro svou analýzu trhu vycházím z osobních rozhovorů se zástupci německých společností Metabo, Festool a japonské firmy Makita. Všichni výše uvedení výrobci mají autorizované české distributory, některé z nich dokonce i výrobní závod sídlící v České republice. Mezi další významné výrobce můžeme zařadit český Narex (Protool), německý Bosch, lichtenštejnské Hilti, americké Milwaukee či japonské Hitachi.

2.2.1 Podnikatelská strategie

Stručná analýza a hodnocení zdrojů podniku

Společnosti mají mezinárodní charakter, vlastní mnoho výrobních závodů na většině kontinentů a stále expandují do nových oblastí. Samotné vývojové středisko je soustředěno v Německu, Japonsku nebo USA, kde zaměstnává několik desítek specialistů z různých oborů.

Popis současného sortimentu výrobků

Velmi široké portfolio společností zahrnuje veškeré ruční nářadí na elektrický pohon. Od ručních vrtaček přes pásové pily, vibrační brusky, pneumatická kladiva až po vysavače a jiné nářadí.

Stručný popis ekonomické a finanční situace podniku

Ekonomická situace je velmi dobrá. Roční obrat přes 2 miliony eur za elektrické ruční nářadí více než dvakrát převyšuje příjem z ostatních oblastí výroby, jakými jsou např. náhradní díly. Nejvíce je trh soustředěn do Evropy a to z 42%, mírný pokles v prodejích lze sledovat na Středním východě a Jižní Americe. [9]

Hodnocení silných a slabých stránek

Mezi silné stránky patří především stabilní zázemí velké prosperující firmy, variabilita služeb, pokrytí trhu a používání moderních technologií nejen ve výrobě.
Slabými stránkami jsou neustále rostoucí požadavky zákazníků, nákladnost vývoje a výroby, nákladnější logistika a velká konkurence.

Stanovení cíle a formulování strategie

S rostoucí náročností nároků zákazníků je důležité přicházet na trh s moderními přístroji obsahující nejnovější technologie. Usnadnění práce s přístroji se jeví jako hlavní oblast zlepšení. Ke snadnějšímu ovládání může přispět lepší rozložení váhy a její celkové snížení u ruční vrtačky, laserové měřidlo hloubky, lepší přisvětlení pracovního prostoru či gyroskop s odkazem na displej pro přesné ovládání zařízení.

2.2.2 Marketingová strategie

Výrobková strategie

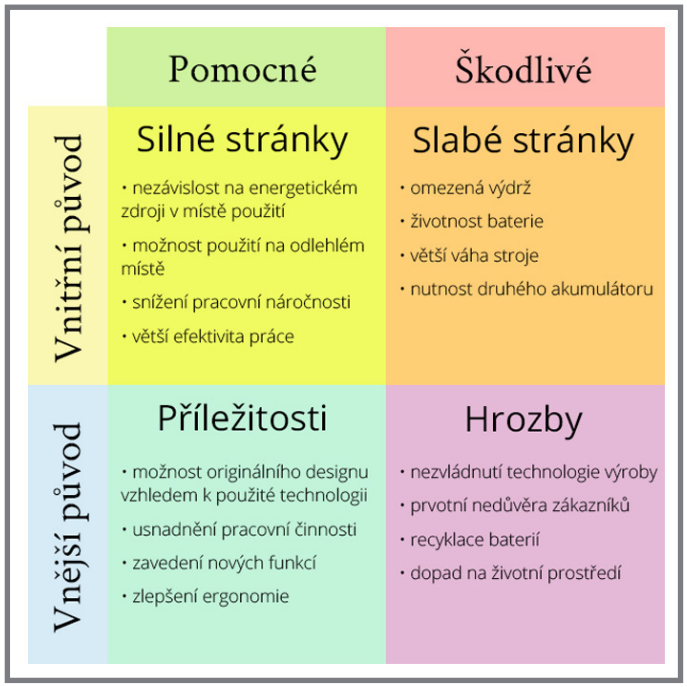
Aktuálně dostupný sortiment ručních vrtaček s akumulátorem je velmi široký. Tvarově se přístroje liší minimálně, skládají se z pohonného ústrojí v horní části, u rukojeti je umístěna spoušť a ve spodní části se nachází akumulátor. Koncepce vytvářející tvar písmene „T“ se jeví jako vhodná, avšak při práci ve stísněných prostorách dochází k problému s rozměrností přístroje. Vybočení z dosud používaného umístění komponentů znamená konkurenční výhodu, kterou se budu zaobírat v mé bakalářské práci.

Cenová úroveň
Cenové rozpětí vrtaček je různé, pohybuje se od 1.000,- po 19.000,-. Příliš velké rozpětí je dáno použitím více druhů a kapacit akumulátoru, použitého motoru či přidaných funkcí a vlastností, které zvyšují cenu. Nemůžeme zapomenout také na renomé značky. Pro svou bakalářskou práci volím střední cestu, kdy se vrtačka pohybuje kolem 8.000,-.

Distribuce
Díky malé velikosti přístroje lze použít velmi oblíbenou kamionovou dopravu po veřejných komunikacích, případně železniční síť nebo lodní a leteckou přepravu pro větší vzdálenosti.
Vzhledem k vhodnému balení a samotnému uskladnění lze minimalizovat náklady na dopravu. Prodej je situován u autorizovaných firem, které zároveň zajišťují potřebný servis.

Podpora prodeje
Při zavedení nového typu vrtačky můžeme počítat s jistou nedůvěrou zákazníků. Proto je vhodné představit jednotlivé výhody oproti předchozím modelům. Účast na veletrzích, reklamní kampaně a ukázky použití jen podpoří schopnost prodeje a zálibu potencionálních zákazníků

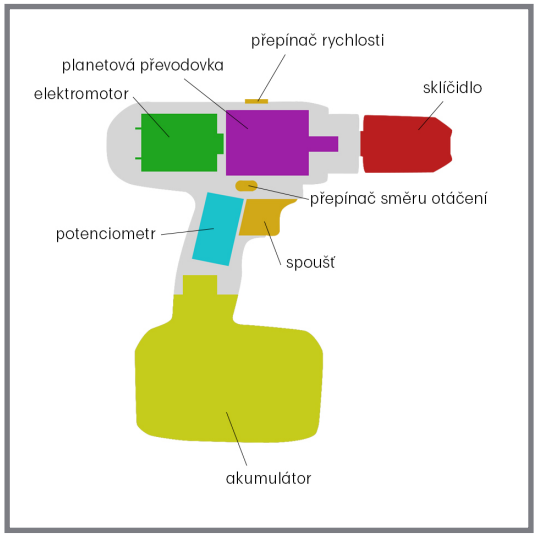
2.2.3 SWOT analýza



Obr. 2-7 SWOT analýza [autor]

2.3 Technická analýza

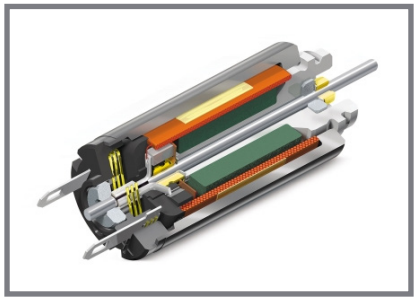
Běžná ruční elektrická vrtačka poháněná elektromotorem funguje na následujícím principu. Spoušť na rukojeti v úrovni ukazováčku reguluje pomocí potenciometr množství proudu vedoucího do elektromotoru. Na něj navazuje planetová převodovka s voličem rychlostí v horní části konstrukce. Sklíčidlo je umístěno zcela vepředu na hřídeli z převodovky a zajišťuje upnutí nástroje. Posledním funkčním prvkem je přepínač směru otáčení umístěný poblíž spouště.



Obr. 2-8 Řez vrtačkou [autor]

2.3.1 Elektromotor

První elektromotor byl vynalezen nedlouho po objevení elektrického proudu v roce 1800. V té době byl poháněn velmi těžkými a drahými akumulátory, používal se i v prvních elektromobilech. Elektromotor je elektrický stroj, který ke svému pohonu používá externí zdroj elektrické energie. Díky magnetickému poli se mění elektrická energie na kinetickou. Nejdůležitějšími částmi motoru jsou: magnetický obvod, vinutí, kryt, hřídel včetně jeho uložení a kontakty pro přívod elektrického proudu. Výkon elektromotorů je různý a pohybuje se od zlomků watů po stovky megawatů.
Pro ruční vrtačky je používán především bezuhlíkový elektromotor, který má nejen nižší opotřebení vnitřních součástí, ale i vyšší výkon a delší životnost. [10][11][17]

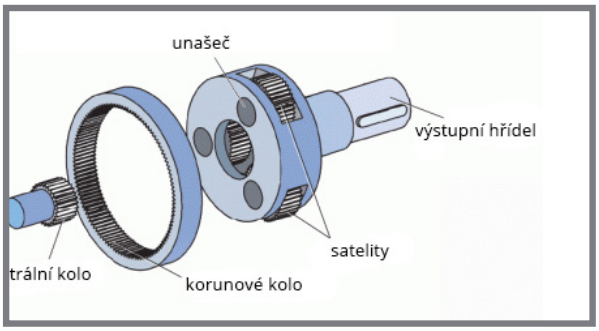


Obr. 2-9 Řez motorem Maxon [18]

2.3.2

2.3.2 Planetová převodovka

Planetové převodovky jsou používány především ve strojích s velkým krouticím momentem a relativně nízkými pracovními otáčkami. Hlavní předností planetových převodovek jsou malé rozměry, vysoká přesnost a velká účinnost přenosu pohonu. Skládají se ze tří hlavních konstrukčních prvků: centrálního kola, tří respektive více satelitů a korunového kola. V klasické planetové převodovce funguje přenos energie následovně – centrální kolo přenáší pohyb na menší satelity, ty se poté odvalují ve statickém korunovém kole uchyceném na unášeči, který pak přenáší otáčky na výstupní hřídel. Typické planetové převodovky mají jeden nebo dva převodové stupně umožňující převodové poměry 3:1 až 100:1. V případě potřeby je možné doplnit jeden či více předřazených stupňů a tímto celkový převod dále zvýšit. V porovnání s jednoduchým řešením převodu jako je třeba šneková převodovka, působí u planetové převodovky mnohem menší síly na ozubená kola, protože točivý moment je rozdělen na více ozubených kol. Nejen, že toto rozdělení snižuje opotřebení ozubených kol, ale navíc poskytuje i tichý chod a kontinuální přenos síly. [12][13]

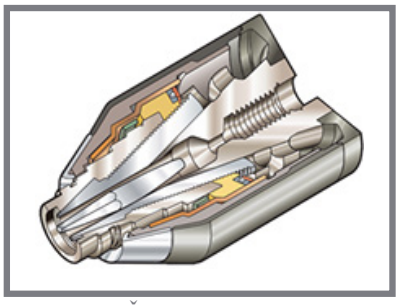


Obr. 2-10 Planetová převodovka [19]

2.3.3

2.3.3 Sklíčidlo

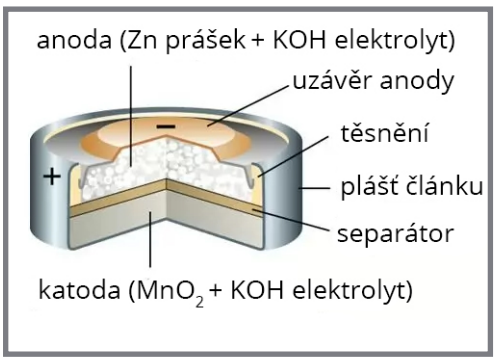
Jedná se o upínací součást, která slouží k upnutí pracovního nástroje. Nejčastěji bývají tříčelisťová, ale můžeme se setkat s dvou či více čelistmi. Sklíčidla můžeme rozdělit na ty, které se utahují i povolují klíčem a rychloupínací sklíčidla. Oba typy jsou konstruovány pro zajištění vysoké přesnosti upnutí nástroje a spolehlivý přenos krouticího momentu v obou smyslech otáčení. Rychloupínací sklíčidlo má velkou výhodu v rychlejším upnutí nástroje, avšak síla utáhnutí závisí na fyzické síle pracovníka. Z tohoto důvodu se nedá použít pro upnutí ve větších strojích např. u stolních vrtaček nebo soustruhů. Pro menší typ přenosných vrtaček se jeví rychloupínací sklíčidlo jako nejlepší varianta zvláště díky jednoduchosti manipulace a ztrácí se také nutnost mít neustále při sebe klíč.



Obr. 2-11 Řez bezklíčovým sklíčidlem [20]

2.3.4 Akumulátor

Akumulátor je chemický zdroj elektrické energie, kterou v průběhu nabíjení přijímá z vnějšího zdroje a ukládá (akumuluje) ve svých elektrodách jako energii chemickou. Při změně chemického složení aktivních složek elektrod se mění chemická energie na elektrickou a tomuto procesu říkáme vybíjení. Mezi hlavní funkční části akumulátoru patří: kladná a záporná elektroda, elektrolytový systém tvořený elektrolytem (= roztok nebo tavenina vedoucí elektrický proud) a separátory a obal akumulátoru včetně proudových vývodů elektrod. [14]



Obr. 2-12 Řez NiCd baterií [21]

Mezi nejvíce používané hermeticky uzavřené akumulátory patří NiCd a Li-ion. Každý typ má své výhody a nevýhody, shrnu je v následujících odrážkách:

NiCd akumulátory
+ vysoká spolehlivost a životnost
+ možnost odběru velmi vysokých proudů
+ schopnost rychlého a velmi rychlého nabíjení
+ velký rozsah pracovních teplot (-40°C až +70°C)
+ výborné mechanické vlastnosti – odolnost vůči rázům a vibracím
+ univerzálnost

- menší měrná energie vztažená na hmotnost nebo objem
- náhlý pokles napětí na konci vybíjení
- obsah kadmia, které je klasifikováno jako látka škodlivá životnímu prostředí
- paměťový efekt [15]

Li-ion akumulátory
+ vysoké napětí
+ vysoká energie
+ nízká hmotnost
+ dlouhá životnost
+ nízké samovybíjení
+ nemají paměťový efekt
+ dobrá bezpečnost a možnost dopravy bez větších omezení
+ nezávadné pro životní prostředí

- nižší nabíjecí proud
- v průběhu vybíjení dochází k poklesu napětí
- pracovní teplota max. do -30°C
- náchylnost k přebíjení či podvybíjení
- vysoká prodejní cena [16]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

V současné době se konstrukce vrtaček nemění a rozvržení hlavních komponentů je velmi podobné, ne-li dokonce stejné u většiny výrobců. Liší se jen členěním povrchu vrtačky, barvou přístroje, použitým typem a kapacitou akumulátoru. Řada výrobců neklade velký důraz na ergonomii a v této oblasti vidím potenciál na zlepšení.

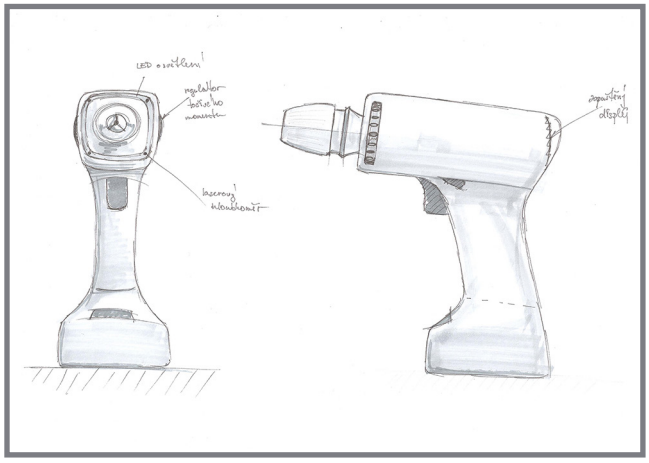
Cílem mé práce je navrhnout tvarově zajímavou, ergonomicky dobře zpracovanou ruční vrtačku, která bude respektovat všechny technologické požadavky výroby. Svůj návrh vrtačky bych zařadil mezi středně výkonné přístroje, které vyhledávají především domácí kutilové a menší řemeslníci. Elektromotor bude poháněn z Li-ion akumulátoru, kterému jsem dal přednost před napájením z elektrické sítě. Hlavní výhodou je snadná dostupnost v menších pracovních prostorách, odpadá starost používat prodlužovací kabel, který při manipulaci překáží a větší bezpečnost, protože se pracuje při nižším elektrickém napětí.

Do svého návrhu bych rád zakomponoval jistou míru inovace. Použiji některé moderní technologie, které významně usnadní práci. Vyzdvihnul bych E ink displej, který se běžně používá v čtečkách knih, gyroskop pro zjištění aktuálního naklonění přístroje ve 2 osách a laserové měřidlo vzdálenosti pro určení hloubky vrtané díry.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4.1 Varianta č.1

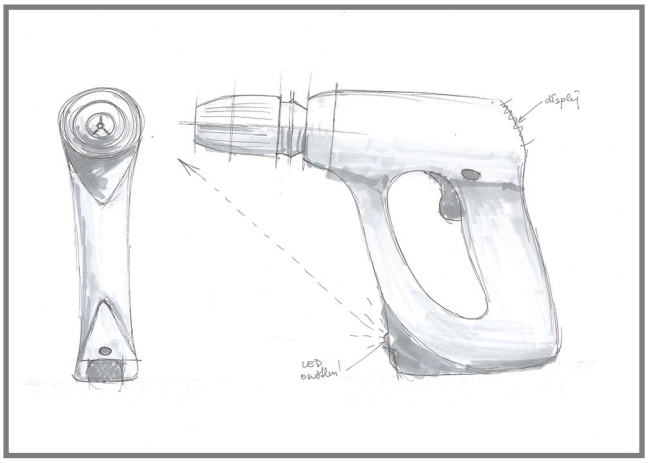
První varianta navrhované vrtačky měla základ v hranatých tvarech. Ve vrchní kvádrovité části je umístěna převodovka a motor za sebou. Zcela vepředu se nachází regulátor točivého momentu spolu zapuštěný do těla vrtačky a rychloupínací sklíčidlo. Když se podíváme z čelního pohledu, tak na okrajích uvidíme LED osvětlení spolu s laserovým hloubkoměrem. V zadní části za motorem je zapuštěn velký obdélníkový displej. Na horní část navazuje rukojeť, která je zakončena akumulátorem zcela vespod. Spoušť s posunovačem pro změnu směru jsou umístěny ideálně vzhledem k úchopu. Jako kladnou myšlenku bych uvedl velký rádius pro oporu ruky z vrchní části. Důvod proč jsem se tímto směrem nevydal je příliš klasické tvarování vrtačky.



Obr. 4-1 Varianta č.1 [autor]

4.2 Varianta č.2

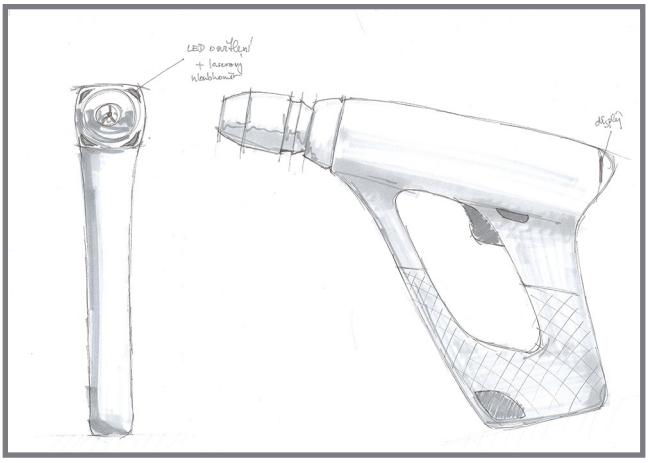
V druhé variantě jsem rozvíjel spíše organické tvarování vrtačky. Vrchní část vychází z válce a z toho důvodu plynule přechází v přední část s regulátorem točivého momentu a rychloupínacího sklíčidla. Sklíčidlo je možno z hřídele sundat jednoduchým stáhnutím posledního prstence směrem k čelistím. Tímto způsobem se nám ukáže hřídel s vnitřním normovaným šestihranem, do kterého lze upnout kterýkoliv šroubovací nástroj. Převodovka se klasicky nachází před motorem. Za motorem je zapuštěna velký kulatý displej. Rukojeť má přibližně elipsovitý průřez pro příjemnější úchop. Baterie ve spodní části zasahuje do vnitřního prostoru v předním svislém objemu před rukojetí. Od této varianty jsem odstoupil kvůli celkovému robustnímu vzhledu, který se na malou vrtačku nehodí. Umístění bodového LED osvětlení ve spodní části se také nejevilo jako vhodné..



Obr. 4-2 Varianta č.2 [autor]

4.3 Varianta č.3

V třetí variantě jsem využil některé prvky předchozích variant a zakomponoval je do dynamičtějšího těla. Vrchní část, ve které je umístěna převodovka s motorem vychází nyní z průřezu zkoseného kruhu. V zadní části se nachází zapuštěný, velký, podélný displej. Vpravo pod ním je zapuštěno tlačítko pro ovládání laserového hloubkoměru. Rukojeť vychází z průřezu ideálního kvádru, kterému jsem výrazně zaoblil hrany. Akumulátor ve spodní části lze odejmout pomocí stisku tlačítek umístěných naobou stranách a následným tahem směrem dolů. Navázání těla vrtačky na regulátor točivého momentu působí z bočního pohledu v pořádku, avšak z jiných úhlů se jeví jako nevhodné a příliš ostré. Navíc se podstava nejevila příliš stabilně..



Obr. 4-3 Varianta č.3 [autor]

4.4 Finální varianta

Finální varianta navrhované vrtačky vychází z třetí variantní studie. Oproti předchozím řešením je tvarování střídmější a celková návaznost tvarů smysluplnější. Umístění převodové skříně a motoru je zachováno stejné, tj. v horní části vrtačky. Z čelního pohledu vidíme 4 LED plošné osvětlení spolu s laserovým hloubkoměrem. Vzadu za motorem se nachází mírně zapuštěné displeje, které plní funkci sdělovače pro gyroskop, laserový hloubkoměr a stav kapacity akumulátoru. Tlačítko pro zapnutí/vypnutí a vynulování měřené hloubky je umístěno na stejné ploše. Na horní rovné ploše jsem zapustil 1-prstový posunovač pro změnu rychlosti.
Navázání horního objemu vrtačky na rukojeť je plynulé a vzniklý přechod slouží také k umístění posunovače pro změnu směru otáčení. Z bočního pohledu je patrný oblouk pro oporu horní části ruky. Spoušť má ergonomické tvarování bez zbytečných hran. Baterie nyní zasahuje nejen do přední svislé části, ale i do rukojeti pro zvětšení celkové kapacity a větší výdrž. Pro zvýšení uživatelského komfortu jsem zachoval sundávací sklíčidlo z předchozí varianty. Místo něj lze uchytit jiný upínací prvek např. 90° koleno.

Obr. 4-4 Finální varianta - boční pohled [autor]

Obr. 4-5 Finální varianta - perspektivní pohledy [autor]

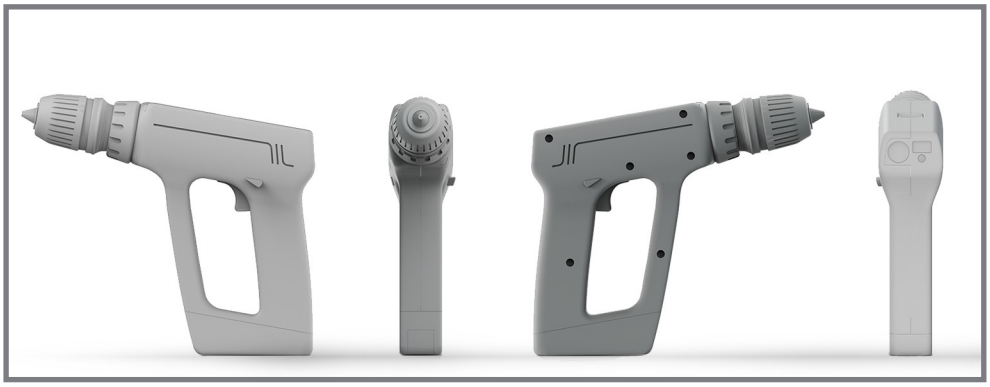
5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

5.1 Tvarové (kompoziční) řešení

Základní tvarové řešení vrtačky vychází z vnitřního uspořádání jednotlivých komponentů. Mým cílem bylo navrhnout tvarově zajímavou a zároveň nepříliš robustní a velkou vrtačku. K výslednému tvaru jsem ušel dlouho cestu, při které jsem neustále eliminoval neduhy a nacházel nové, se kterými jsem se musel potýkat. Navržený tvar je z bočního pohledu dynamický vzhledem k otočení horní linie o 10° od podstavy. Křivky rukojeti jsou odsazeny a umístěny tak, aby vytvořili ideální prostor pro prsty před spouští. Všechny hrany jsou zaobleny s důrazem pro lepší úchop a eliminaci případného poranění.

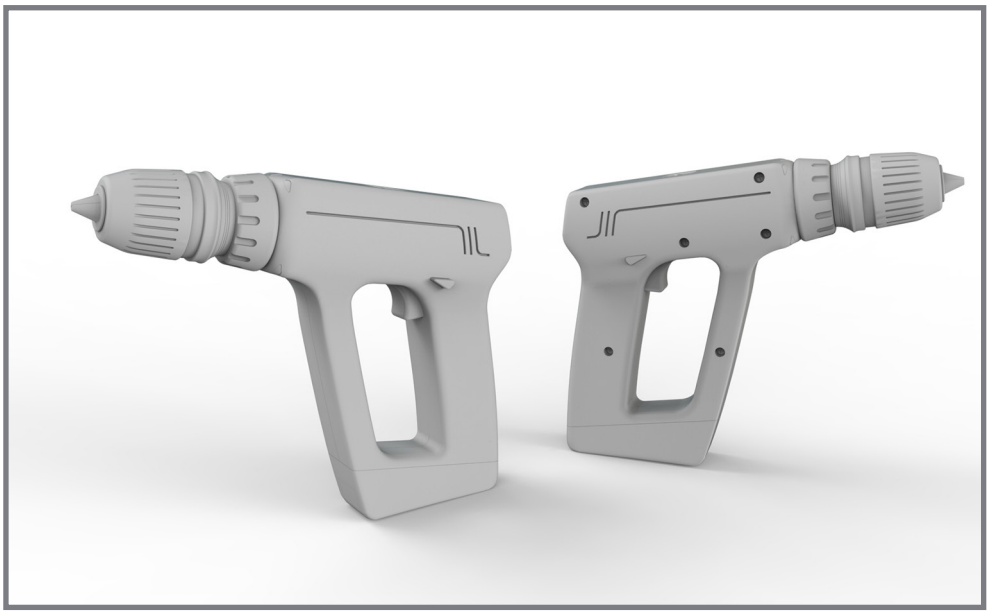
Umístění ovládacích prvků respektuje vrtačky na trhu vzhledem k již zaběhnutému řešení. Případné jiné umístění by mohlo vyvolat u zákazníků zmatek. Tvar ovladačů je však od konkurence rozdílný a byl směrován k lepšímu ergonomickému řešení. Sdělovače v podobě E ink displejů zobrazují důležité informace pro příjemnější používání přístroje. Jsou zapuštěny lehce pod povrchem pro zajištění bezpečí před pádem či jiným nebezpečím. Dobrá manipulace s přístrojem je zajištěna díky vhodnému rozvržení hmotností do těžiště rukojetě. Přístroj mohou používat jak praváci, tak i leváci vzhledem k osově souměrnému umístění ovládacích prvků a celkového tvarování. .

Rychloupínací sklíčidlo a regulátor točivého momentu mají na svém povrchu jemné drážkování pro snadnější úchop i ve vlhčích prostředích Jejich povrchová úprava pogumováním tuto vlastnost ještě zdůrazňuje. Napojení tvaru těla na regulátor točivého momentu je řešeno co nejvíce plynule. V takto vzniknutém přechodu bylo dostatek místa pro umístění LED osvětlení a laserového hloubkoměru.



Obr. 5-1 Tvarové řešení - pohledy [autor]

Spodní část přístroje je vyhrazena pro akumulátor. Ten svým tvarem nijak nenarušuje plynulost dosavadních linií vrtačky. V přední části akumulátoru je umístěno tlačítko pro vyjmutí. Podstava má dostatečnou velikost pro jistou stabilitu přístroje.



Obr. 5-2 Tvarové řešení - perspektivní pohledy [autor]

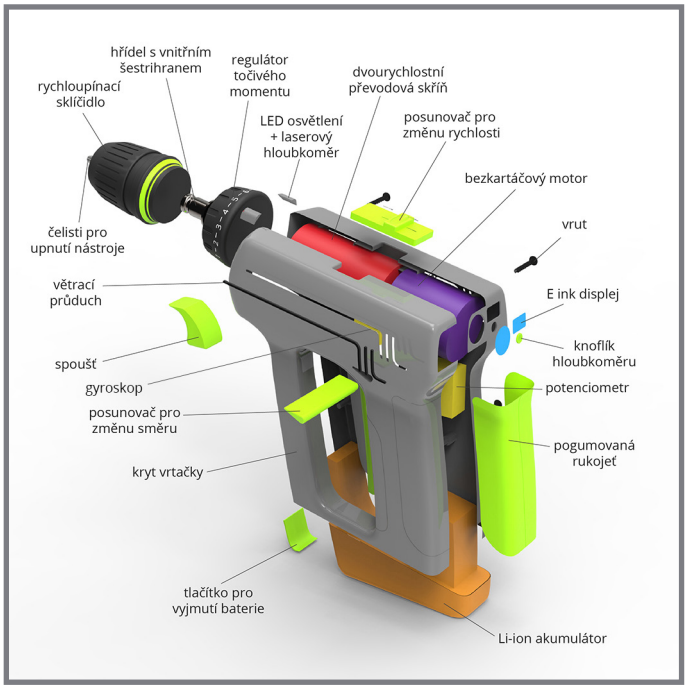
Pro zvýšení uživatelského komfortu jsem rukojeť rozdělil a částečně pogumoval. Rozdělení ploch je v souladu s dosavadním tvarováním přístroje.

Při tvarovém návrhu přístroje jsem se snažil vytvořit na oko pohledný, tvarově střídmý a zároveň nevšední design.

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Konstrukčně-technologické řešení

Kryt těla vrtačky je složen ze dvou hlavních výlisků, které jsou zároveň i lokálně pogumovány. Výroba je zajištěna pomocí dvoukomponentních vstřikolisových forem. V našem případě barvený ABS plast a kvalitní pryže. ABS materiál jsem zvolil především kvůli jeho vlastnostem jako je odolnost, barevná stálost a nízká UV degradace. Povrch forem je pískován pro dosažení jemného povrchu. Oba vyrobené díly jsou k sobě přišroubovány pomocí vrutů. Plastový kryt baterie je vyroben stejným způsob s tím rozdílem, že se používá pouze barvený ABS plast. Regulátor točivého momentu a rychloupínací sklíčidlo je primárně vylisováno z plastu, následně ostříknuto pryžovým nástřikem a zkompletováno s ocelovým vnitřkem.



Obr. 6-1 Schéma vnějšího a vnitřního uspořádání [autor]

Velkým problémem u konkurenčních vrtaček bylo umístění LED (light emitting diode) osvětlení. Nejen, že používají bodové osvětlení, ale kužel plynoucího světla naráží na sklíčidlo a vytváří tak před vrtačkou nechtěný stín. Kvůli tomu nevidíme, zda máme upnutý nástroj na námi zvoleném počátku pro vrtání či nikoliv. Svým návrhem čtyř plošných LED osvětlení se snažím tento problém eliminovat. Jejich umístění na okrajích regulátoru točivého momentu a tudíž i sklíčidla nevytváří nechtěné stíny. Zároveň upřednostněním plošného osvětlení před bodovým dosáhneme kvalitnějšího a plynulého osvětlení plochy před vrtačkou

6.1.1 Ovladače

Mezi hlavní prvky ovladačů vrtačky patří spoušť pro plynulou regulaci rychlosti otáčení. Při částečném stisku spínače zároveň dojde k rozsvícení LED osvětlení, které disponuje funkcí dosvitu. Dále se v blízkosti spouště nachází posunovač, kterým nastavíme levý nebo pravý chod přístroje. Na horní ploše je umístěn 1-prstový posunovač pro změnu rychlosti. V zadní části pod displejem narazíme na tlačítko pro ovládání hloubkoměru. Funguje následovně: pouhým stisknutím vynulujeme naměřenou hodnotu, delším podržením (2 sekundy) hloubkoměr vypneme. Ve spodní části najdeme tlačítko pro vyjmutí akumulátoru.
Samotným ovladačem je regulátor točivého momentu a rychlupínací sklíčidlo pro námi používané nástroje.

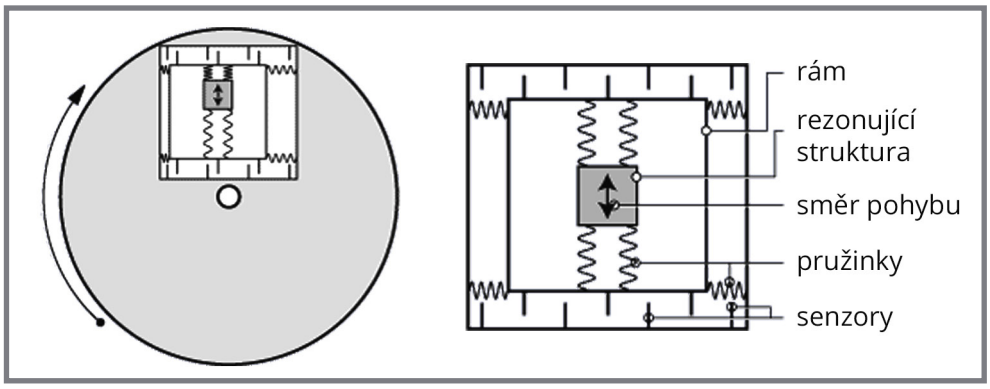
6.1.2 Sdělovače

Mezi sdělovače patří dvojice E ink displejů. Tento typ displejů lze ohýbat a snadno tvarovat. Hlavním předností je výborná čitelnost ze všech úhlů a to i na přímém slunci. Vzhledem k tomu, že displej není podsvícen, tak je spotřeba energie na velmi nízké hodnotě.
Vlevo umístěný kruhový displej zobrazuje polohu přístroje. Pomocí gyroskopu víme jak moc je vrtačka nakloněna a tento údaj je zobrazen pomocí pohyblivého kolečka. Snažíme se vrtačku srovnat a zachytit kolečko doprostřed zaměřovače.
Vpravo umístěný displej je spojen se stavem kapacity baterie a laserového hloubkoměru. Ten nabývá hodnot do 99,9 mm. Vpravo pod ním je umístěna značka jednotky.

Obr. 6-2 Sdělovače [autor]

6.1.3 Snímač polohy vrtačky

Pro určení náklonu vrtačky jsem použil integrovaného MEMS gyroskopu spolu s akcelerometrem od firmy STMicroelectronics. U integrovaných gyroskopů se využívá Coriolisovy síly. Zcela ve středu se nachází struktura o přesně dané hmotnosti. Periodicky se pohybuje a je uchycena pomocí pružinek v rámu. Směr pohybu je kolmý ke směru otáčení. Při pohybu vnitřní struktury vzniká působí na snímač Coriolisova síla, která je uměrná úhlové rychlosti otáčení. Následné stlačení vnějších pružin rámu způsobí vzájemný posuv měřících plošek, které fungují jako elektrody vzduchových kondenzátorů. Výstupem měření je změna kapacity úměrná úhlové rychlosti otáčení. Velikost integrovaného gyroskopu je velmi malá v řádech milimetrů.
Při napájení 2.7 V je spotřeba po 10 µA. [22][23]



Obr. 6-3 Integrovaný gyroskop [22]

6.1.4 Laserový hloubkoměr

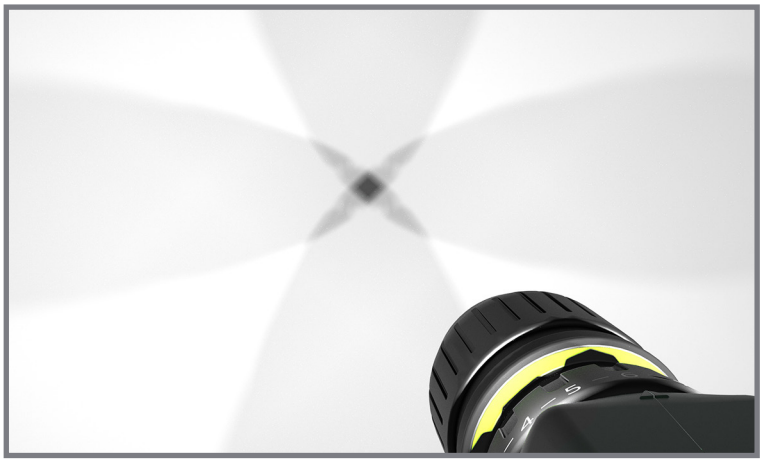
6.1.4

Další inovací v mém návrhu je laserová hloubkoměr. Správně bych ho měl nazvat dálkoměrem, jelikož měří vzdálenost, ale v mém případě slouží pro určení hloubky vrtání, proto ho nazývám hloubkoměrem. Princip měření funguje na principu pasivního odrazu viditelného laserového paprsku. Stručně řečeno - zařízení vyšle paprsek, část fotonů se odrazí a vrátí zpět do senzoru. Mikroprocesor změří čas, který paprsek potřeboval pro cestu k měřenému předmětu a zpět. Následným jednoduchým výpočtem zjistí vzdálenost měřícího zařízení od předmětu. Přesnost měření je 1 mm.

6.1.5 LED osvětlení

6.1.5

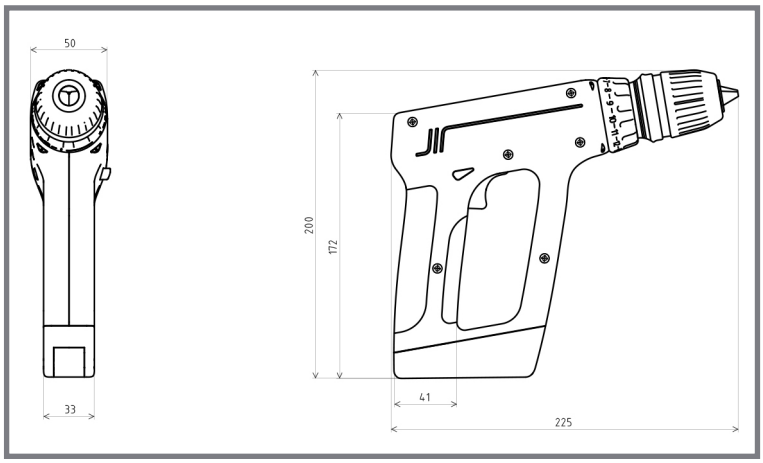
Velký důraz při svém návrhu jsem kladl na osvětlení prostoru před vrtačkou. Při bližším prozkoumání konkurenčních výrobků jsem dospěl k názoru, že je nedostatečné. Hlavní problém je v jeho umístění, kdy je bodové osvětlení směrováno na sklíčidlo a nikoliv před něj. Poté vzniká před sklíčidlem stín a my nevidíme kam vrtáme. Tuto špatnou vlastnost jsem opravil použitím čtyř plošných LED panelů rozmístěných v rozích přední části vrtačky. Plošné světlo lépe rozptyluje paprsky než bodové a navíc díky většímu počtu zdrojů osvětlení úměrne roste kvalita světelné plochy. [24]



Obr. 6-4 LED osvětlení [autor]

6.1.6 Rozměry

Rozměry vrtačky respektují velikosti jednotlivých vnitřních komponentů. Základní rozměry mají hodnoty 200 x 225 x 50 mm (výška x šířka x hloubka).



Obr. 6-5 Rozměry ruční vrtačky [autor]

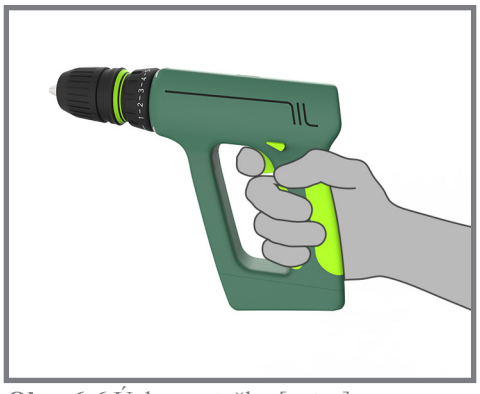
6.2 Ergonomické řešení

6.2.1 Rukojeť

Hlavním prvkem, s kterým se budoucí uživatel dostane do styku je rukojeť. Je velmi důležité, aby byla příjemně tvarována a respektovala široké spektrum obyvatelstva. Ve svém návrhu rukojeti vycházím z průřezu obdélníku, který má velmi zaoblené hrany. Inspiroval jsem se u prací svého vedoucího práce - pana docenta Zvonka. Po ujasnění tvaru, celkové velikosti a prostoru před rukojetí následovalo rozdělení plochy pro pogumování. Tímto krokem je zajištěno zlepšení ergonomie úchopu ve vlhčích prostředích. [25]

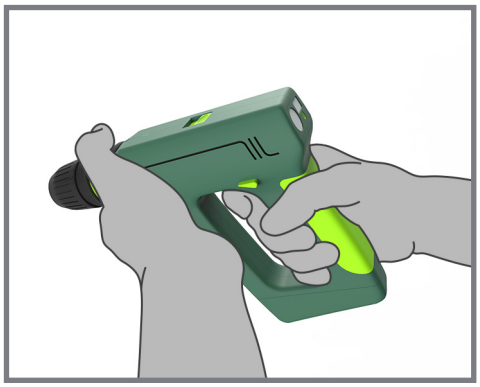
6.2.2 Práce s přístrojem

Velkou prioritu při designu ruční vrtačky u mě hrála celková manipulace a ovládání přístroje. Proto jsem této části návrhu věnoval velkou pozornost.

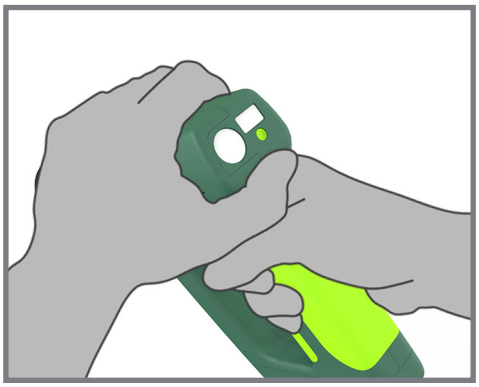


Obr. 6-6 Úchop vrtačky [autor]

Nedůležitějším ovládacím prvkem je spínací tlačítko - spoušť. Ovládá se ukazováčkem, při jeho tvarování jsem dbal na eliminaci ostrých hran a vytvoření příjemného sedla tlačítka. Stiskem spouště v prvních 3 mm dojde k rozsvícení LED osvětlení, následným dalším stlačením se plynule roztočí motor a začne pohánět přes převodovku sklíčidlo. Plynulost přenosu síly je zajištěna pomocí potenciometru napojeného na spoušť. Ten reguluje přívod elektrické energie do elektromotoru.

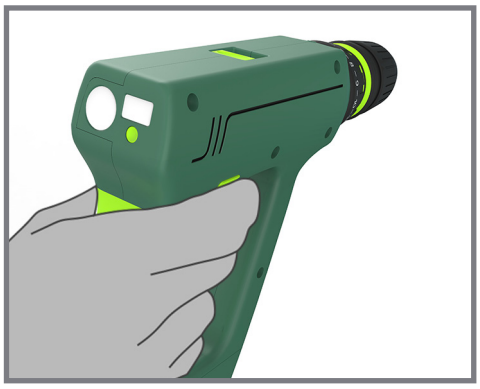


Obr. 6-7 Další způsob držení [autor]

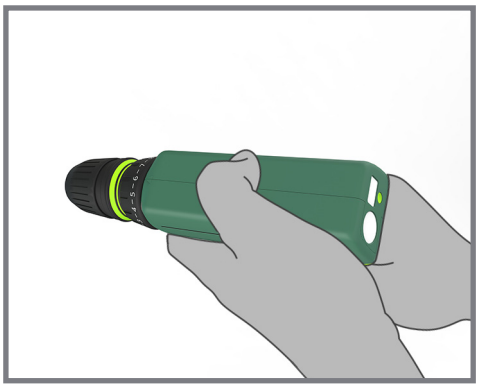


Obr. 6-8 Alternativní způsob držení [autor]

Dalším nejčastěji používaným prvkem je přepínač směru otáčení. Je umístěn v dosahu ukazováčku a palce jedné ruky. Přesunem zleva doprava a naopak měníme chod motoru. Jeho tvarování je střídmé a navazuje na siluetu vrtačky. V případě posunu tlačítka na střed uvedeme vrtačku do nečinného chodu, kdy se sklíčidlo nebude otáčet ani na jednu stranu.

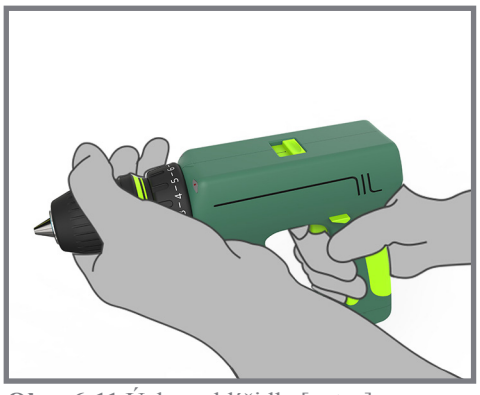


Obr. 6-9 Ovládání přepínače směru [autor]



Obr. 6-10 Ovládání přepínače rychlosti [autor]

V horní části přístroje je zapuštěn na rovné ploše 1-prstový posunovač. Ten je umístěn na patě převodovky a slouží k ovládání rychlosti vrtačky. Při přesunu dopředu a dozadu volíme rychlost určenou pro vrtání nebo šroubování. Ve výjimečných případech lze první rychlost používanou pro šroubování použít i pro vrtání do velmi tvrdých předmětů jako například kalená ocel. Některé vrtačky disponují třírychlostní převodovkou, ovšem po konzultacích s pracovníky jsem došel k závěru, že nejvíce je používaná rychlost číslo 2, tj. rychlost určená pro vrtání. Používá se v 95% užívání přítroje.



Obr. 6-11 Úchop sklíčidla [autor]

Obr. 6-12 Úchop regulátoru momentu [autor]

V přední části přístroje se nachází regulátor točivého momentu. Jeho otáčením okolo osy hřídele měníme z 12-ti předem zvolených režimů. Každé číslo symbolizuje přesný utahovací moment. V příručce dodané v balení přístroje najdeme příklady použití jednotlivých momentů do různých materiálů. Posledním symbolem na regulátoru je vrták. Při usazení do jeho polohy dostaneme maximální točivý moment, který může vrtačka vyvinout.

Obr. 6-13 Ovládání knoflíku levákem [autor]

Obr. 6-14 Ovládání knoflíku pravákem [autor]

V zadní části pod menším z displejů naleznem malý knoflík. Slouží k ovládání laserového hloubkoměru. Jeho zapuštěním je zaručeno bezpečné používání a nemůže se nám tak stát, že ho omylem stiskneme. Při stlačení spouště a rozběhnutí přístroje je automaticky spuštěn i hloubkoměr, který měří vzdálenost od vrtaného povrchu. Ovladač hloubkoměru má 2 funkce. První souvisí s vynulováním hodnoty zobrazené na displeji. Po přiložení vrtáku na vrtanou plochu pouhým stisknutím tlačítka vynulujeme hodnotu. Při vrtání se automaticky aktualizuje hloubka vyvrtané díry. V případě, že používáme vrtačku ke kontinuálnímu vrtání, u kterého nám nezáleží na přesnosti a nebo šroubujeme vruty, můžeme využít druhé funkce knoflíku. Po dlouhém stisknutí po dobu nejméně 2 vteřin dojde k vypnutí laserového hloubkoměru.

Posledním ovladačem umístěným na vrtačce je odjišťovací tlačítko v přední části akumulátoru. Jeho stisknutím uvolníme západku, která drží akumulátor ve vrtačce a následným tahem dolů vyjmeme baterii. Můžeme ji okamžitě nahradit druhým kusem a původní usadit do nabíjecí stanice.

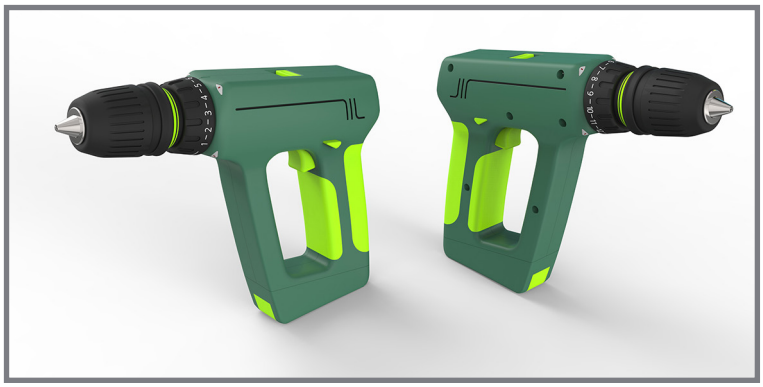
Obr. 6-15 Ovládání odjišťovacího tlačítka [autor]

Při návrhu jsem myslel na vhodné rozložení hmotnosti. Vrchní část, která poměrově zabírá větší procento hmotnosti musela být kompenzována použitím většího akumulátoru o celkové kapacitě 4,8 Ah a provozním napětí 18V. Ten svým tvarem zasahuje do rukojeti a přední svislého objemu vrtačky. Díky své větší hmotnosti kompenzuje hmotu umístěnou nad pomyslnou vodorovnou osou rukojeti.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

V případě barevného řešení jsem volil pro hlavní plášť přístroje méně saturované a tmavší barvy. Ovládací prvky jsem zvýraznil použitím jasným barev. Následně vytvořený kontrast umocňuje rozdíl mezi nejvíce používanými částmi vrtačky a těmi pasivními. Prvek sklíčidla a regulátoru točivého momentu je vyveden v tmavých odstínech šedé, aby nerušil pozornost a podrhnul jemné tvarování vrtačky.
Finální barevná varianta kombinuje šedo-zelenou hlavní barvu spolu s výrazně jasnou zelenou. Použití jemně saturované zelenkavé barvy je vhodné pro použití ve ztížených podmínkách. Díky výrazným ovládacím prvkům neztratíme přehled o umístění vrtačky, která by se mohla splynout s pracovním prostředím.



Obr. 7-1 Barevné řešení finální varianty [autor]

Další barvy přístroje se mohou lišit od hlavních barev výrobce. Můžeme použít kombinaci světle žluté a tmavě šedé pro navození dobré nálady. Případně světle šedé v kombinaci s oranžovou k zdůraznění ovládacích prvků. Další možností může být červené krytování s tmavě šedými doplňky, které symbolizuje sílu přístroje.

Obr. 7-2 Varianty barevného řešení [autor]

7.2 Grafické řešení

Grafické řešení ovládacích prvků jsem řešil s návazností na jemné proporce vrtačky. Jeho řešení je střídmé a účelné. Na tmavě šedém regulátoru točivého momentu kontrastuje použití bílého písma. Při pohledu na 1-prstový posunovač změny rychlosti nalezneme dva symboly - vrutu a vrtáku. Toto zjednodušení znázorňuje pro jakou činnost je daná rychlost nejvíce používána.

Obr. 7-3 Symboly přepínače rychlosti [autor]

Návrh logotypu přístroje a tudíž i značky jsem nazval „DORIU“. Jeho vznik odkazuje na japonský překlad slova „vrtačka“. Hraním si s písmeny vznikl název, který příjemně zní a je snadno zapamatovatelný. Tvar písmen vychází z mřížky chlazení na boční straně přístroje. Linky tvořící logotyp mají střední tloušťku a jsou zakončené kruhem.

Obr. 7-4 Návrh logotypu [autor]

Logotyp je umístěn pod hlavní chladící mřížkou. Jedná se o vystouplý prvek na krytu a jeho čelní plochy jsou zbarvené do sekundárně použité barvy.

Obr. 7-5 Umístění logotypu [autor]

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce díla

Zákazník zajímá při výběru ručního elektrického nářadí jakým je akumulátorová vrtačka především cena, výkon a kapacita baterie určující výdrž přístroje. Na design výrobku příliš nehledí. Při svém návrhu jsem respektoval požadavky zákazníka na výkon a výdrž vrtačky a zároveň přivedl na myšlenku, že i ruční nářadí může vypadat pěkně. Použité materiály působí na psychiku člověka příznivě. Pískovaný povrch formy hlavních krytů vytváří matný povrch těla vrtačky. Vzhledem k tomu, že se nejedná o tvrdý, lesklý plast, tak se vyvarujeme nepříjemných odlesků. Pogumování rukojeti zvyšuje kvalitu úchopu.
Hmotnost zařízení hraje roli při příjemném úchopu a držení přístroje. Vzhledem k použitým plastovým dílům a vhodně rozloženém umístění hlavních kompomentů je osa těžiště přibližně v ose rukojeti a váha přístroje je vcelku nízká, pohybujeme se okolo 1,2 kg včetně akumulátoru.

8.2 Ekonomická funkce díla

Můj návrh akumulátorového vrtacího šroubováku spadá do cenové střední kategorie. Pro snížení ceny výrobku jsou použity z velké části plastové díly. Cena výroby vstřikolisových forem na plasty není nízká, avšak když vezmeme v úvahu jejich dlouhodobou životnost a rychlou a velkou sériovou výrobu odlitků, dostaneme se na velmi příznivou cenu. Největší problém ve výrobě bude originální tvarování akumulátoru, respektive Li-ion článků. Při použití již vyráběných hlavních prvků jakými jsou sklíčidlo, převodová skříň nebo elektromotor se nám podaří snížit náklady.
Celková cena výrobku by se mohla pohybovat kolem 8 tisíc korun. Balení by obsahovalo kromě vrtačky i náhradní akumulátor a nabíječku.
Výrobce by mohl rozšířit své portfolio o nabídku dalších kompatibilních komponentů jakými jsou například větší akumulátor o provozním napětí 24 V a kapacitě 5,2 Ah, úhlový nástavec, excentrický nástavec apod.

Obr. 8-1 Rozdílné velikosti akumulátoru [autor]

8.3 Sociální funkce díla

Zdejší výrobky střední kategorie vyhledávají především drobní řemeslníci a domácí kutilové. Můj návrh respektuje praváky i leváky díky symetrickému umístění většiny ovládacích prvků. Díky jemnému tvarování a zaobleným hranám působí výrobek bezpečně. Respektováním umístění hlavních ovládacích prvků se usnadní budoucímu zákazníkovi prvotní seznámení s přístrojem. Vzhledem k jednoduchosti ovládání mohou zařízení používat i méně technicky zdatní jedinci. V žádném případě by se neměla vrtačka dostat do ruko dětí.

Návrh nepůsobí urážlivě vůči žádné kultuře. Jeho ekologický dopad na životní prostředí nebude velký vzhledem k použití standardních technologií výroby a osvědčeným způsobům recyklace.

9 ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce byl návrh designu elektrické ruční vrtačky. Na základě designérské, konstrukční a marketingové analýzy jsem si stanovil dílčí cíle a zvolil směr návrhu výrobku.
Mým cílem bylo vytvořit kompaktní víceúčelovou vrtačku, toho jsem docílil spojením vrtačky a šroubováku. Pro pohon vrtacího šroubováku jsem použil Li-ion akumulátor. Díky tomu můžeme přístroj používat téměř kdekoliv a kdykoliv. Sloučením podobných zařízení v jeden celek ušetří zákazník peníze, které by musel vynaložit na koupi obou produktů.
Po dlouhém tvůrčí procesu skicování a variantních návrhů jsem dospěl k finálnímu designu. Tvarové řešení návrhu je minimalistické a vybočuje z velké řady stejně vypadajících výrobků, které jsou dostupné na trhu. Svou pozornost jsem zaměřil také na ergonomické aspekty návrhu a technologii výroby.
Míra inovace daná použitím gyroskopu a laserového hloubkoměru přináší nový nápad a určitou přidanou hodnotu výrobku. V době návrhu jsem stejné funkce u konkurenčních produktů nenašel.
Myslím si, že můj návrh dokáže oživit stávající nabídku ručního elektrického nářadí a donutit výrobce nezahálet v používání moderních technologií.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] Cordless drills - Black&Decker. *Blackanddecker.com* [online]. [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: http://www.blackanddecker100years.com/Innovation/Corded-Drills-Black-and-Decker.aspx

[2] DeWalt DCD790D2. *DeWalt.cz* [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.dewalt.cz/powertools/productdetails/catno/DCD790D2/info/overview/

[3] Festool T18+3. *Shopfestool.com* [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.shopfestool.com/festool-t-18-3-lithium-ion-cordless-drill-set-564524/

[4] Akušroubovák T18+3. *Festool.cz* [online]. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: https://www.festool.cz/Products/Pages/Product-Detail.aspx?pid=564605&name=Aku-roubov-k-T-18+3-Li-Basic

[5] Aku bezuhlíkový šroubovák Li-ion 18V 4,0 Ah,systainer. *Makita.cz* [online]. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: http://www.makita.cz/produkt/akumulatorove-stroje/vrtaci-sroubovaky/li-ion-18v/aku-bezuhlikovy-sroubovak-li-ion-18v-4-0-ah-systainer-26452.htm

[6] Makita DDF480RMJ. *Toolstop.co.uk* [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.toolstop.co.uk/makita-ddf480rmj-18v-cordless-li-ion-brushless-drill-driver-2-x-4.0ah-batteries-p66792

[7] Metabo BS 18 Quick. *Metabo.cz* [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.metabo.cz/produkty/aku-naradi/aku-vrtacky-a-sroubovaky/aku-sroubovak-bs-18-quick.html

[8] E ink drill. *Lenartstudios.com* [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.lenartstudios.com

[9] Annual Report/IR Library/Makita Corporation. *Makita.biz* [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z: http://www.makita.biz/ir/annual.html

[10] Jak se dělá elektromotor. *Elektro*. 2011, (2). ISSN 1210-0889.

[11] TŮMA, Jan. Elektronářadí: konstrukce a užití elektrického ručního nářadí. Vyd. 1. Praha: Columbus, 2003, 235 s. ISBN 80-7249-148-2.

[12] Planetové převodovky. *MM průmyslové spektrum*, 2013, (11). ISSN 1212-2572

[13] Srovnání cykloidních a planetových převodovek. *MM průmyslové spektrum*. 2012, (3). ISSN 1212-2572.

[14] Definice. In: *Battex.info* [online]. [cit. 2016-03-10]. Dostupné z:http://www.battex.info/elektricke-akumulatory-obecne/definice

[15] Základní charakteristiky | NiCd akumulátory. *Battex.info* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: http://www.battex.info/hermeticke-akumulatory/nicd-akumulatory/zakladni-charakteristiky

[16] Základní charakteristiky | Li - akumulátory. *Battex.info* [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: http://www.battex.info/hermeticke-akumulatory/li-akumulatory/zakladni-charakteristiky

[17] První elektromotory a elektromobily na světě se datují od roku 1834. *Inuru.com* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: http://www.inuru.com/index.php/planeta/mezniky-vedy/468-historie-elektromobil-elektromotor

[18] Maxon motor cutaway. *Electromate.com* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: https://electromate.files.wordpress.com/2015/04/maxon-motor-cutaway.jpg

[19] Planetary gearhead. *Machinedesign.com* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: http://machinedesign.com/site-files/machinedesign.com/files/archive/machinedesign.com/common/files/images/basic-planetary-gearhead.preview.gif

[20] Keyless chuck cutaway. *Behance.net* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: https://www.behance.net/gallery/5313037/Illustration-Keyless-Chuck-Cutaway

[21] Alkaline cell. *University of Wisconsin Green Bay* [online]. [cit. 2016-03-17]. Dostupné z: http://blog.uwgb.edu/chem212/files/2013/01/alkaline-cell.jpg

[22] Integrované MEMS GYROSKOPY | Automatizace.HW.cz. In: Automatizace.HW.cz [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://automatizace.hw.cz/integrovane-mems-gyroskopy

[23] L3G4200D - STMicroelectronics. In: ST.com [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://www.st.com/content/st_com/en/products/mems-and-sensors/gyroscopes/l3g4200d.html

[24] Laserové dálkoměry. In: Qtest.cz [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://www.qtest.cz/laserove-dalkomery/laserove-dalkomery.htm

[25] Miroslav Zvonek: 6.60.600. V Brně: Vysoké učení technické, 2015, s. 22-26. ISBN 978-80-214-5214-5.

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1	DeWalt DCD790D2 [2]	15
Obr. 2-2	Festool T18+3 [3]	16
Obr. 2-3	Makita DDF480RMJ [6]	16
Obr. 2-5	E ink koncept [8]	17
Obr. 2-4	Metabo BS 18 Quick [7]	17
Obr. 2-6	E ink koncept - detail [8]	17
Obr. 2-7	SWOT analýza [autor]	19
Obr. 2-8	Řez vrtačkou [autor]	20
Obr. 2-9	Řez motorem Maxon [18]	20
Obr. 2-10	Planetová převodovka [19]	21
Obr. 2-11	Řez bezklíčovým sklíčidlem [20]	22
Obr. 2-12	Řez NiCd baterií [21]	22
Obr. 4-1	Varianta č.1 [autor]	27
Obr. 4-2	Varianta č.2 [autor]	28
Obr. 4-3	Varianta č.3 [autor]	28
Obr. 4-4	Finální varianta - boční pohled [autor]	29
Obr. 4-5	Finální varianta - perspektivní pohledy [autor]	29
Obr. 5-1	Tvarové řešení - pohledy [autor]	31
Obr. 5-2	Tvarové řešení - perspektivní pohledy [autor]	32
Obr. 6-1	Schéma vnějšího a vnitřního uspořádání [autor]	33
Obr. 6-2	Sdělovače [autor]	34
Obr. 6-3	Integrovaný gyroskop [22]	35
Obr. 6-4	LED osvětlení	35
Obr. 6-5	Rozměry ruční vrtačky [autor]	36
Obr. 6-6	Úchop vrtačky [autor]	36
Obr. 6-7	Další způsob držení [autor]	37
Obr. 6-8	Alternativní způsob držení [autor]	37
Obr. 6-9	Ovládání přepínače směru [autor]	37
Obr. 6-10	Ovládání přepínače rychlosti [autor]	37
Obr. 6-11	Úchop sklíčidla [autor]	38
Obr. 6-12	Úchop regulátoru momentu [autor]	38
Obr. 6-13	Ovládání knoflíku levákem [autor]	38
Obr. 6-14	Ovládání knoflíku pravákem [autor]	38
Obr. 6-15	Ovládání odjišťovacího tlačítka [autor]	39
Obr. 7-1	Barevné řešení finální varianty [autor]	41
Obr. 7-2	Varianty barevného řešení [autor]	41
Obr. 7-3	Symboly přepínače rychlosti [autor]	42
Obr. 7-4	Návrh logotypu [autor]	42
Obr. 7-5	Umístění logotypu [autor]	42
Obr. 8-1	Rozdílné velikosti akumulátoru [autor]	43

12 SEZNAM PŘÍLOH

zmenšený poster (A4)
fotografie modelu (A4)
poster A1
model 1:1

ZMENŠENÝ POSTER

DESIGN ELEKTRICKÉ RUČNÍ VRTAČKY

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout elektrickou ruční vrtačku, která bude respektovat konstrukční, technologické a ergonomické aspekty. Výsledný návrh chytře skloubí akumulátorovou vrtačku se šroubovákem v jeden přístroj a tím ušetří na výrobě a více zaujme potenciální zákazníky. Do svého návrhu jsem zapracoval moderní technologie pro větší uživatelské pohodlí. Následná míra inovace zlepší práci s přístrojem a jednoduché ovládání přiblíží použitelnost i méně technicky zdatným osobám.

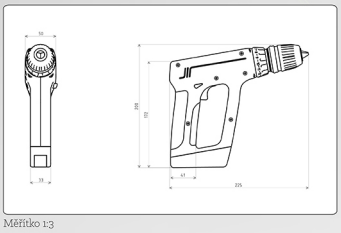
Ergonomie úchopu

Sdělovače

V zadní části přístroje se nachází dvojice E ink displejů. Jedná se o černobílé displeje používané v elektronických čtečkách. Na levém můžeme pozorovat zaměřovací kříž pro zjištění polohy vrtačky. Díky hodnotám z gyroskopu se umístění tmavého kruhu mění v závislosti na natočení vrtačky okolo os. Pravý displej zobrazuje v horní části aktuální stav baterie a pod ním naměřenou hloubku díky laserovému hloubkoměru.

Hřídel s vnitřním šestihranem

Návrh obsahuje v přední části rychloupínací sklíčidlo, které lze jednoduchým pohybem sejmout. Po odstranění sklíčidla nalezeneme kalenou hřídel s vnitřním normovaným šestihranem. Dovnitř můžeme upnout různé šroubovací nástroje. Zkrácením délky vrtačky ušetříme místo a dostaneme se tak i do méně přístupných prostor.



Měřítko 1:3

Schéma vnitřního a vnějšího uspořádání

Akumulátory

Vrtačka obsahuje vyměnitelný akumulátor o kapacitě 4,8 Ah a provozním napětí 18 V. Jednoduchým stiskem tlačítka odjistíme západku a vytáhneme baterii. Můžeme ji umístit do nabíjecího stojanu a použít jinou, například s kapacitou 5,2 Ah a provozním napětí 24 V.

Josef Burjeta
3. ročník / 3ePDS/1
Vedoucí práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, ArtD.
Datum obhajoby: 13. 6. 2016

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování
Odbor průmyslového designu

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ ústav konstruování

FOTOGRAFIE MODELU