



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 PŘENOSNÉHO GENERÁTORU NA NEDOPLŇOVATELNÉ LPG KARTUŠE

DESIGN OF LPG-POWERED PORTABLE GENERATOR FOR RESEALABLE CARTRIDGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Vevera

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Richard Sovják

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Tomáš Vevera**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **Ing. Richard Sovják**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Design přenosného generátoru na nedoplňovatelné LPG kartuše

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Přenosný generátor na nedoplňovatelné kartuše LPG je určen cestovatelům a badatelům, kteří jsou závislí na elektrické energii. V současné době neexistuje nabídka výrobců těchto zařízení pro vybranou cílovou skupinu uživatelů. Vybraný produktový sektor umožňuje vytvoření netradičního technického, tvarového, grafického a ergonomického řešení.

Typ práce: vývojová - designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je navrhnout přenosný generátor na nedoplňovatelné LPG kartuše, který bude mít následující parametry: výkon generátoru do 500 W, LPG kartuše o hmotnosti plynu do 300 g, kompaktní tvar a nízká hmotnost.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- analýza obdobné produkce z hlediska ergonomie, tvarového řešení a konstrukce,
- detailní marketingová analýza včetně průzkumu trhu,
- návrh futuristického designu přenosného generátoru na nedoplňovatelné LPG kartuše,
- popis estetických, ergonomických a konstrukčních parametrů navrženého designu,
- realizace fyzického modelu v měřítku 1:1.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 - 20 stran textu bez obrázků).

Struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2017.pdf

Seznam literatury:

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

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

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

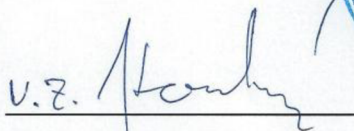
LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

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

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

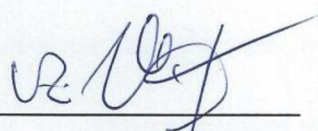
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 26. 10. 2016



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





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

ABSTRAKT

Tématem této práce je design přenosného generátoru na nedoplňovatné LPG kartuše, cílem je tedy vytvořit lehký mobilní zdroj elektřiny. Toho bylo dosaženo použitím rotačního motoru. Přidáním power banky do generátoru je dosaženo širšího využití tohoto zařízení. Návrh splňuje ergonomické i funkční požadavky, výsledné tvarování se snaží oslovit potenciální uživatele.

KLÍČOVÁ SLOVA

generátor, přenosný generátor, rotační motor, LPG, nabíjení, energie, design

ABSTRACT

The topic of this bachelors thesis is the design of LPG powered generátor for resealable cartridges. The main goal is to design a lightweight portable power source. This goal has been achieved by using a rotary engine. Adding a power bank into the generátor has reached a wide use potenciál. The final design accomplishes all ergonomic and functional requirements. The final shaping tries to adress the potenciál users.

KEYWORDS

generator, portable generator, rotary engine, LPG, charging, energy, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VEVERA, T. *Design přenosného generátoru na nedoplňovatelné LPG kartuše*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 60 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Richard Sovják.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Design přenosného generátoru na nedoplňovatelné LPG kartuše zpracoval samostatně s využitím zdrojů, které jsou řádně uvedené v seznamu literatury.

.....
V Brně dne

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Richardu Sovjákovi za trpělivost, cenné podněty a pozitivní přístup během celého semestru. Velmi děkuji také své rodině a přátelům za psychickou podporu během celého studia.

OBSAH

1 ÚVOD.....	21
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	22
2.1 Designérská analýza	22
2.1.1 Historický vývoj	22
2.1.2 Příklady stávajících produktů	22
2.2 Marketingová analýza.....	25
2.2.1 Analýza tržních příležitostí.....	25
2.2.2 Přehled významných výrobců.....	26
2.2.3 Dostupnost LPG kartuší.....	26
2.2.4 Cílová skupina	26
2.2.5 Marketingová strategie	26
2.2.6 SWOT analýza.....	27
2.3 Technická analýza	27
2.3.1 Elektrocentrály podle způsobu regulace.....	28
2.3.2 Spalovací motory	29
2.3.3 Pohonné hmoty	30
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE.....	31
3.1 Analýza problému.....	31
3.2 Cíl práce.....	31
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	32
4.1 Varianta I.....	32
4.2 Varianta II.....	33
4.3 Varianta III.....	34
5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ.....	35
5.1 Kompoziční řešení	35
5.2 Power banka.....	38
6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ.....	40
6.1 Konstruktivně technologické řešení	40
6.1.1 Vnitřní uspořádání a hlavní komponenty	40
6.1.2 Rozměry.....	43
6.1.3 Materiály.....	43
6.2 Ergonomické řešení	44
6.2.1 Bezpečnostní opatření.....	45
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ.....	46
7.1 Barevné řešení	46
7.2 Grafické řešení	48
8 DISKUZE	49
8.1 Psychologická funkce	49
8.2 Ekonomická a sociální funkce.....	49
9 ZÁVĚR	50
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	51
11 SEZNAM OBRÁZKŮ	53
12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	54
13 Seznam příloh.....	55

1 ÚVOD

Ještě na začátku tohoto století si jistě většina z nás nedokázala představit, jakého pokroku v technologiích se během jeho prvních dvou dekád dosáhne. Zejména mobilní elektronická zařízení se stala nedílnou součástí našich životů. Bez chytrého telefonu dnes většina lidí ani nevyjde z domu, každý z nás vlastní laptop či tablet a své zážitky sdílíme s ostatními prostřednictvím internetu. K tomu je však potřeba jedna zásadní věc – elektřina.

A právě elektrická energie se stává nedostatkovým zbožím, vyrazíme-li někam, kde není zásuvka. Tím nastává problém – jak nabít mobilní elektrická zařízení, nacházíme-li se daleko od elektrické sítě. Tento problém částečně řeší přenosné baterie – power banky. Tato práce se však zaměřuje na jiné řešení a to pomocí zařízení, které elektřinu přímo vyrábí – přenosného generátoru.

Tato práce se zabývá návrhem designu přenosného generátoru, který jako palivo využívá LPG z nedoplňovatelných kartuší. Hlavním cílem je vytvořit optimalizovaný design potřebám cestování při dodržení všech funkčních i ergonomických aspektů

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2

2.1 Designérská analýza

2.1

2.1.1 Historický vývoj

Chyba!

S objevem elektrického proudu byl třeba vyřešit problém, jak elektřinu co nejefektivněji vyprodukovat. V první polovině 19. Století vynalezl Michael Faraday první elektrický generátor – dynamo. S rostoucí potřebou elektřiny došlo k rychlému rozvoji generátorů – byly stále větší, výkonnější. K výrobě elektrické energie se díky stále lepším technologiím dalo používat více a více zdrojů mechanické energie, např. parní stroj, voda, vítr a v neposlední řadě také spalovací motor. V dnešní době si život bez elektřiny nedokážeme představit, potřebujeme ji téměř všude. Z tohoto důvodu vznikly ve druhé polovině 19. Století generátory přenosné, využívající malé spalovací motory. Ty se od té doby do současnosti vyvinuly především ve snižování hmotnosti a velikosti, šetrnosti k životnímu prostředí a také v designovém řešení. [1][2][3]



Obr. 2-1 Přenosný generátor Honda z roku 1965[1]

2.1.2 Příklady stávajících produktů

Honda Motor – EU1000i

Japonská firma Honda nabízí širokou škálu přenosných elektrických generátorů vyšší cenové kategorie a byla jedním z prvních výrobců těchto zařízení. Svůj první malý generátor uvedla na trh už v roce 1965 a od té doby svou nabídku značně rozšířila. [3]

EU1000i (obr. 2) je nejmenším z nabídky generátorů od této firmy. Jedná se o benzinový generátor o váze 13 kg. Stejně jako většina podobných zařízení na trhu má tvar kanystru, na vrchní straně se nachází madlo k jednoduchému uchopení a víčko nádrže. V přední části je umístěn ovládací panel se zásuvkami,

který je barevně odlišen od zbytku výrobku. Na levém boku jsou umístěny prvky potřebné ke startování zařízení – vypínač, madlo startéru a páčka sytiče – společně s krytem motoru. Na zadní části se nachází výfuk. Generátor je opatřen plastovými nožkami. Dostupný je pouze v červenočerné variantě. [4]



Obr. 2-2 Generátor Honda EU1000i [1]

Generac – IX800

Společnost Generac se specializuje výhradně na generátory a záložní zdroje energie. Nabízí velký výběr produktů za přijatelnou cenu. Model IX800 je dalším malým benzínovým generátorem. Stejně jako konkurence má na horní části umístěno madlo a víčko nádrže, v přední části se nachází ovládací panel se zásuvkami, který je na rozdíl od hlavních částí výrobku vyveden v černé barvě. Generátor je výrazně tvarován zejména ostrými liniemi v horní části, které oživují klasický kanystrový tvar. Celé zařízení váží 13,1 kg. [6]



Obr. 2-3 Generátor Generac IX800[6]

Yamaha Motor – EF1000iS

Yamaha je známá především výrobou motocyklů, nabízí však i řadu přenosných generátorů různých velikostí. EF1000iS je jejím nejmenším modelem. Stejně jako u konkurenčních výrobků je madlo umístěno v horní části, na rozdíl od nich má ale všechny ovládací prvky i zásuvky umístěny na pravé straně. Generátor je modročerný. Nabízí dlouhou výdrž na jednu benzinovou nádrž a zároveň vcelku nízkou hmotnost – 12,6 kg. [7]



Obr. 2-4 Generátor Yamaha EF1000iS[7]

Powerhouse – 500Wi

Severoamerická firma Powerhouse je dalším výrobcem elektrických generátorů. Její model 500Wi je jedním z nejkompaktnějších dostupných výrobků. Na první pohled však vyvozuje dojem nízké kvality. Celý generátor je černý, tvarem nezaujme ani neurazí. Ovládací panel je umístěn na pravém boku přístroje. Váží 9,6 kg s prázdnou nádrží. [8]



Obr. 2-5 Generátor Powerhouse 500Wi[8]

Honda Motor – Enepo EU9iGB

Jediný malý generátor na trhu, který je poháněn LPG plynem a využívá lehce přenosné kartuše o hmotnosti plynu cca 250 g. Stejně jako z technické stránky je zajímavý z pohledu designu. Vzhledem připomíná malý kolečkový kufr a působí mnohem honosnějším dojmem než konkurenční výrobky. Madlo, které slouží k táhnutí generátoru po kolečkách, ve složeném stavu tvoří orámování celého přístroje a je provedeno ve stříbrné barvě. LPG kartuše se vkládají do odklopného prostoru v horní části zařízení. Na přední straně jsou umístěny prvky potřebné ke startování, ty jsou materiálově i barevně odděleny od čelního krytu přístroje tmavým plastem, který je tvarově přizpůsoben jak snadnějšímu úchopu startovací šňůry, tak otvírání prostoru pro kartuše. Obě boční strany přístroje tvoří černé plasty, vpravo se pak nachází zásuvky. Celkově Enepo působí velmi zajímavým dojmem. Nevýhodou je vysoká cena (nejvyšší na trhu v této kategorii), hmotnost (20 kg) a vnější rozměry. [3]



Obr. 2-6 Generátor Honda Enepo EU9iGB[3]

2.2 Marketingová analýza

V současnosti se na trhu nachází široké spektrum přenosných generátorů a jejich výrobců, žádný z nich však nenabízí kompaktní řešení výrobku vhodné na cesty. Nejmenší prodávané generátory nabízí několik možností využití. [11]

2.2.1 Analýza tržních příležitostí

Přenosné generátory prošly od 2. poloviny 20. století vcelku rozsáhlým vývojem. Vzrostlo nejen množství nabízených produktů, ale i počet firem, které se jejich výrobou zabývají. Velkého úspěchu dosáhly se svými generátory společnosti Honda, Generac a mnoho dalších. Většina výrobců již nabízí ve svých generátorech invertorovou technologii, která zajišťuje stabilní výstupní proud, díky čemuž je možné napájet i jemnou elektroniku. Přes všechny tyto technické pokroky však zatím nebyl uveden na trh přístroj určený zejména na cesty. [3][6][7]

2.2.2 Přehled významných výrobců

Honda Motor

Japonská firma Honda je známá především výrobou automobilů a motocyklů (v roce 2014 byla 8. největší automobilkou na světě podle počtu prodaných aut), věnuje se však i jiným oblastem podnikání, jako například výrobě zahradních strojů, lodních motorů a v neposlední řadě elektrogenerátorů. V této kategorii Honda nabízí velké množství výrobků různých specifikací. Generátory této společnosti mají dobrou pověst a jsou na trhu velmi dobře známy, jedná se však o produkty vyšší cenové kategorie – cena nejmenšího přenosného generátoru nabízeného na našem trhu (model EU 10i) je asi 30 000 Kč. [3][5][9][10]

Generac Power Systems

Společnost Generac se zabývá pouze generátory a záložními zdroji energie. Firma si zakládá na jednotném a kvalitním vizuálním stylu, ale také na ekologii. V její nabídce tedy najdeme jak generátory benzínové a naftové, tak generátory na LPG. Na rozdíl od Hondy však operuje s odlišnou cenovou politikou a její produkty jsou mnohem dostupnější, model IX800 se prodává za 320 USD (cca 8 000 Kč). Generac však působí pouze na svém domácím trhu, tedy v USA. [6][9][10]

Yamaha Motor

Podobně jako Honda se společnost Yamaha nespécializuje pouze na generátory, ale zejména na motocykly, sněžné a vodní skútry atp. A stejně jako Honda má tato firma na světovém trhu velmi dobré postavení. Yamaha generátory jsou považovány za jedny z nejkvalitnějších, čemuž odpovídá i jejich cena, model EF1000iS je na našem trhu dostupný za asi 30 000 Kč. [7][9][10]

2.2.3 Dostupnost LPG kartuší

Plynová směs propan-butan neboli zkapalněné ropné produkty (LPG), je dostupná v širokém spektru nádob. V České republice jsou nejznámější 10kg, 5kg a 2kg ocelové lahve, které jsou doplňovatelné a široce využitelné v průmyslu. Na cesty jsou však mnohem vhodnější kartuše s nižším objemem, které jsou vhodné pro různé typy vařičů. Mezi hlavní výrobce kartuší u nás patří společnost Meva, světové společnosti jsou např. Campingaz, Kemper či Coleman. LPG kartuše jsou s drobnými rozměrovými rozdíly dostupné celosvětově.[16]

2.2.4 Cílová skupina

Malý přenosný elektrogenerátor na LPG kartuše je určen malospotřebitelům k napájení i citlivějších elektrospotřebičů, zejména cestovatelům, kteří se pohybují v místech bez možnosti připojení k elektrické síti, chtějí se podělit o své zážitky z cest on-line a jsou závislí na elektrické energii. Může jít například o fotografy, příznivce adrenalinových sportů, reportéry, zpravodaje apod. Cestování jako takové se v současnosti navíc těší stále větší oblibě zejména díky sociálním sítím, čímž roste i cílová skupina uživatelů.

2.2.5 Marketingová strategie

Předpokládaná cenová hladina je nízká ve srovnání s klasickými přenosnými generátory na dnešním trhu, kde nejmenší z nich může stát až 30 000 Kč. Cena

se samozřejmě bude odvíjet od použité technologie a materiálů. Musíme také počítat s provozními náklady, zejména v podobě paliva.

Pro propagaci a distribuci těchto zařízení jsou vhodné zejména webové stránky a moderní komunikační kanály jako jsou sociální sítě. Důležitým distribučním místem budou také kamenné obchody specializované na camping a volnočasové aktivity.

2.2.6 SWOT analýza

Mezi hlavní silné stránky produktu patří nízká hmotnost i rozměry a s nimi spojená mobilita. Výhodou je také šetrnost k životnímu prostředí díky použitému palivu. Nevýhodou je na druhé straně nízký výkon, který zužuje okruh potenciálních uživatelů. Vnější hrozbou jsou na dnešním trhu velmi rozšířené a oblíbené power banky. Další body analýzy jsou uvedeny níže.

	Přednosti	Nedostatky
Vnitřní	<p>Silné stránky (Strengths)</p> <p>Nízká hmotnost a rozměry Trvanlivost LPG kartuší Ekologický zdroj energie Mobilita</p>	<p>Slabé stránky (Weaknesses)</p> <p>Nízký výkon Doba provozu na jednu kartuš</p>
Vnější	<p>Příležitosti (Opportunities)</p> <p>Příznivé podmínky na trhu Narůstající počet potenciálních uživatelů</p>	<p>Hrozby (Threats)</p> <p>Nepříliš velká skupina uživatelů Konkurence v podobě power bank, které jsou již na trhu zavedené a uživatelsky známé Neznámý, nový výrobek</p>

Obr. 2-7 SWOT analýza

2.3 Technická analýza

Elektrické generátory jsou zařízení schopná proměnit mechanickou energii a energii elektrickou. Zdrojem mechanické energie je v případě motorových generátorů – elektrocentrál – spalovací motor. Tyto generátory se vzhledem k širokému využití vyrábějí v mnoha provedeních a využívají různé technologie, v závislosti na účelu, který mají plnit, liší se hlavně ve způsobu regulace vyrobené energie. Vynecháme-li velké statické elektrocentrály, můžeme je podle tohoto kritéria rozdělit na tři kategorie.

2.3.1 Elektrocentrály podle způsobu regulace

Elektrocentrály s kapacitní regulací

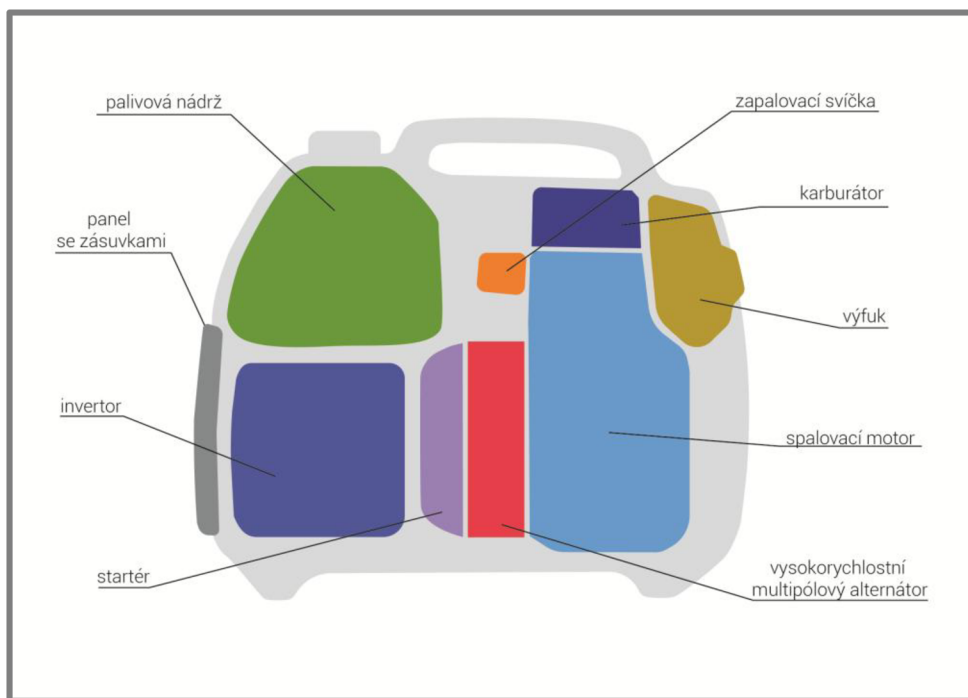
Jednoduchá konstrukce těchto elektrocentrál zajišťuje robustnost, spolehlivost a nízkou cenu. Jde o generátory s horší kvalitou výstupu, proto nejsou vhodné k napájení citlivějších spotřebičů, jako jsou počítač, televizor nebo nabíječka. Jsou určeny především pro motorové stroje či osvětlení. Vyrábí se s výkonem od 2 kW do 10 kW. [12]

Elektrocentrály s AVR regulací

Jde o technologicky vyspělejší typ, využívající AVR (Automatic Voltage Regulator), tedy automatický regulátor napětí. Tyto generátory bývají vybaveny větší nádrží, digitálními displeji a výstupy na 12 V, takže je možné jimi dobít akumulátory. Často je také přítomen elektrický startér a jejich rámová konstrukce je vybavena podvozkem umožňujícím snadný transport. Nabízejí se s výkonem od 2 kW do 12 kW. [12]

Invertorové a cykloinvertorové elektrocentrály

Nejmodernější a nejkompaktnější generátory na trhu. Tuto konstrukci vyvinula japonská firma Honda. Vysokorychlostní multipólový alternátor je v tomto typu elektrocentrály integrován přímo v motoru místo klasického setrvačnicku, což zajišťuje nižší hmotnost, hlučnost a snížení spotřeby paliva stroje. Invertor je pak zařízení, které zajišťuje velmi kvalitní výstup, který je dokonce kvalitnější než výstup z běžné elektrické sítě. Na redukci hlučnosti a spotřeby se výraznou měrou podílí tzv. „Eco-throttle“ systém, který automaticky přizpůsobuje otáčky motoru aktuální spotřebě připojených zařízení. [3][7][12]



Obr. 2-8 Schéma vnitřního uspořádání kufříkového generátoru

Další výhodou tohoto řešení je vysoká mobilita, která je zajištěna poměrně nízkou hmotností (od 10 kg), kufříková konstrukce a malé rozměry. S výkonem do 2 kW to z těchto výrobků činí ideální tiché zdroje elektřiny pro obytné karavany, lodě atp. [12]

2.3.2 Spalovací motory

Spalovací motor je základním prvkem elektrocentrály. V současnosti je možné k výrobě elektrické energie použít i dieselové spalovací motory, ty se však vyznačují vyšší vahou a rozměry, proto se využívají pro centrály o vyšších výkonech.

Dvoudobé motory

Tyto motory se vyznačují nízkou vahou, jednoduchostí, vyšším výkonem vzhledem k objemu motoru a jsou schopny pracovat v různých náklonech. Díky těmto výhodám se dvoutaktní motory používají ve velkém množství zahradních strojů, jako jsou sekačky, křovinořezy, motorové pily apod. Nevýhodou je však vyšší spotřeba paliva a emise motoru. Dalším problémem je způsob mazání motoru, tj. olejem přimíchaným v palivu, což znemožňuje použití LPG. [3]

Čtyřdobé motory

Malé jednoválcové čtyřtaktní motory v současné době stále častěji nahrazují dvoutaktní motory kvůli stále přísnějším emisním limitům. V konstrukci těchto motorů se však objevuje ventilový rozvod, což znamená vyšší váhu motoru. K použití LPG místo benzínu jsou vhodné motory s rozvodem OHV nebo OHC.

Rotační motory

Klasické pístové spalovací motory se již dostaly na takový stupeň vývoje, že nelze předpokládat jejich další radikální zdokonalení (pro účely této práce se jedná zejména o potřebu snížení hmotnosti). Již na začátku 20. století se začaly objevovat snahy o zkonstruování motoru bez klikového ústrojí, které je složité, a při jeho pohybu v něm vznikají volné setrvačné síly a momenty, které mají za následek chvění součástí motoru a snižování jejich životnosti. Díky těmto tendencím začaly vznikat první spalovací motory s rotujícím pístem. [14]

Až v polovině 20. století však německý konstruktér Felix Wankel vynalezl první provozuschopný rotační motor, který se následně začal aplikovat do automobilů. To však vedle výhod Wankelova motoru, kterými je bezesporu poměr váhy k výkonu, dosažení vyšších otáček, nižší hlučnost atd., odhalilo také značné nevýhody této konstrukce, zejména nízkou životnost způsobenou obtížným utěsněním spalovacích komor, vysokou spotřebu paliva a spalování mazacího oleje. Tyto nevýhody značně převyšují výhody této konstrukce, proto se od aplikace Wankelova motoru v autodopravě téměř upustilo. [14]

V současné době se však objevil prototyp nového typu rotačního motoru. Dr. Alexander Shkolnik společně s Dr. Nikolajem Shkolnikem vynalezli nejprve nový termodynamický cyklus, který později demonstrovali v jejich prototypu rotačního motoru X, který slibuje nízkou hmotnost, spotřebu paliva a vyšší účinnost u malých motorů. [15]

2.3.3 Pohonné hmoty

K pohonu motorových generátorů slouží v drtivé většině benzín, u velkých profesionálních centrál s vyšším výkonem pak diesel. Výjimkou však už nejsou ani ekologičtější paliva jako zemní plyn CNG nebo LPG.

LPG

LPG je zkratka pro anglické Liquefied Petroleum Gas, v překladu zkapalněný ropný plyn. Jde o směs propanu a butanu, která se získává při zpracování ropy nebo při těžbě zemního plynu. Je to bezbarvá, silně těkává a výbušná látka. Její typický zápach je způsoben uměle přidanými aditivami. V porovnání s benzínem má vyšší měrnou výhřevnost, ale zároveň nižší hustotu, což má za následek vyšší spotřebu LPG ve spalovacích motorech přibližně o 15 %. Je dostupné v mnoha různých variantách lahví a kartuší (Obr. 2-9). [13]



Obr. 2-9 Různé druhy LPG kartuší [19]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Přestože elektrocentrály jako takové se na dnešním trhu nabízejí v mnoha různých variantách s různými výkony a cílovými skupinami, neexistuje nabídka přenosného generátoru, který by byl svými rozměry a mobilitou vhodný pro cestovatele a badatele závislé na elektrické energii. Nejbližše tomuto určení jsou tzv. kufříkové generátory, jejichž váha však začíná cca na 13 kg. To z nich činí zařízení za jistých podmínek vhodné na cesty – pokud se přepravujete osobním automobilem, karavanem apod. Pro cestovatele preferující alternativní způsoby cestování jako je využívání hromadných dopravních prostředků, jízdního kola či autostopu, jsou tyto výrobky kvůli výše zmíněné vysoké hmotnosti a rozměrům nevyhovující.

Potřeba elektrické energie však stále narůstá. Mnoho cestovatelů používá na svých cestách elektroniku, od mobilního telefonu přes digitální fotoaparát až po laptop. Tato zařízení disponují bateriemi, které však často nevydrží příliš dlouho a mimo dosah elektrické sítě je jejich dobíjení značně problematické.

3.2 Cíl práce

Obecným cílem této práce je navrhnout přenosný generátor na LPG, který bude splňovat veškeré funkční podmínky a navrhnout vhodné estetické a technické řešení tohoto výrobku.

Nejdůležitější stránkou je bezesporu mobilita. Generátor by měl být navržen tak, aby vážil co nejméně s kompaktními rozměry. Také je nutné zvolit vhodné ergonomické řešení úchopu a celkový tvar přizpůsobit k cestování, tedy zajistit skladnost výrobku. Dále je, vzhledem k častému přemísťování a nošení, nutné dbát na odolnost přístroje vůči mechanickému poškození. V neposlední řadě je třeba upřednostnit jednoduchost a přehlednost ovládacích prvků a jejich logické uspořádání.

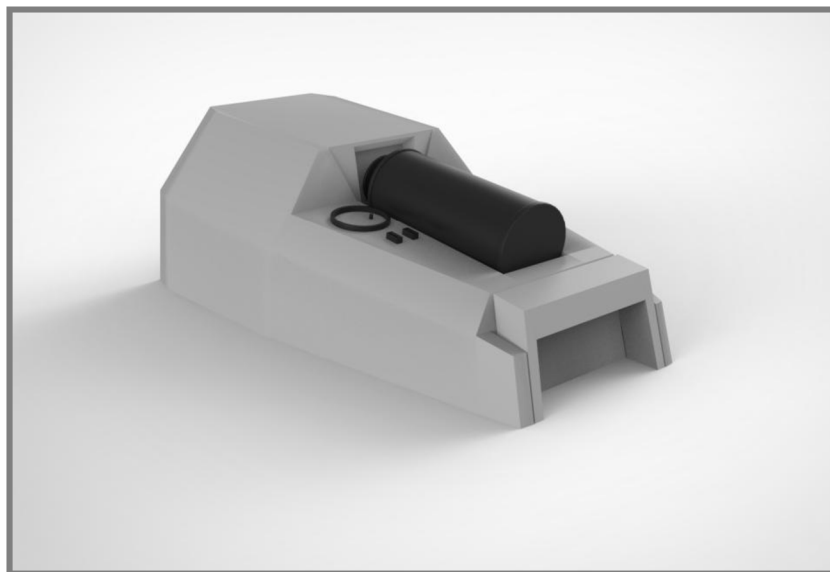
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Následující variantní studie designu se snaží o co nejkompaktnější a nejmobilnější řešení vzhledem k výše určenému účelu generátoru. Všechny varianty počítají s využitím rotačního motoru od firmy Liquid Piston, který je v současné době ve fázi testování.

4.1 Varianta I

První variantní návrh původně vychází z batohu, což se projevuje jak na vnitřním uspořádání, tak na vnějším tvarovém řešení. Toto řešení umožňuje snadné nošení a počítá s připevněním na velký cestovní batoh, čemuž odpovídá nízká výška. Nevýhodou jsou vysoké vnější rozměry generátoru.

V přední části je umístěno sklopné madlo. Toto řešení počítá s transportem ve vertikální poloze, funkční polohou je však poloha horizontální. Tomu odpovídá umístění jediné LPG kartuše, která je zajištěna ve žlábkku. Kolem kartuše jsou rozmístěny ovládací prvky a zásuvky. V zadní, nejrobustnější části se pak nachází motor společně s alternátorem a startovací šňůrou.

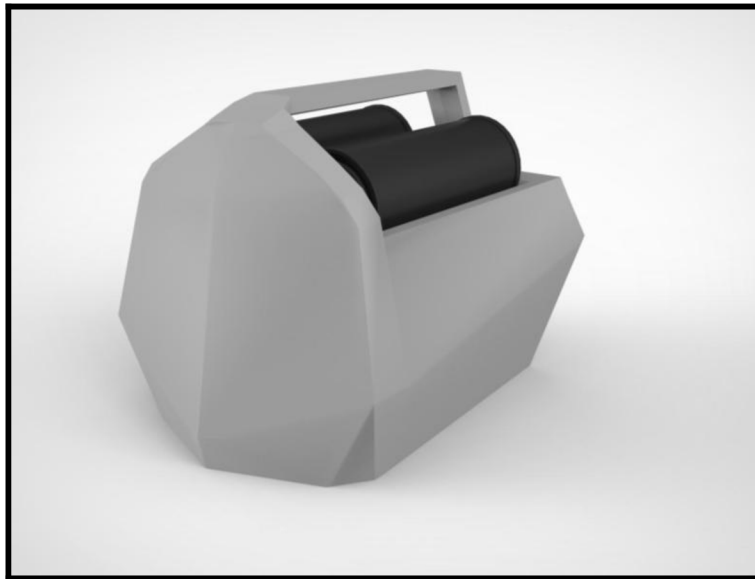


Obr. 4-10 Variantní studie č. 1

4.2 Varianta II

Toto řešení počítá s jiným vnitřním uspořádáním než předchozí varianta, což umožňuje vložení dvou kartuší a tím pádem vyšší dobu provozu. Nevhodně však může působit umístění výfuku z čelní strany, což je podmíněno umístěním motoru.

Kartuše jsou umístěny v horní části ve válcovitých žlábcích, aby však nepřekážely pohodlnému uchopení madla, musí být madlo vytaženo do větší výšky. Zásuvky jsou umístěny na zadní straně generátoru v ploše, která zabíhá šikmo pod kartuše, což chrání zásuvky před případným deštěm. Ovladače jsou také vzadu, ovšem na jiné ploše tak, aby na ně uživatel při manipulaci snadno viděl.

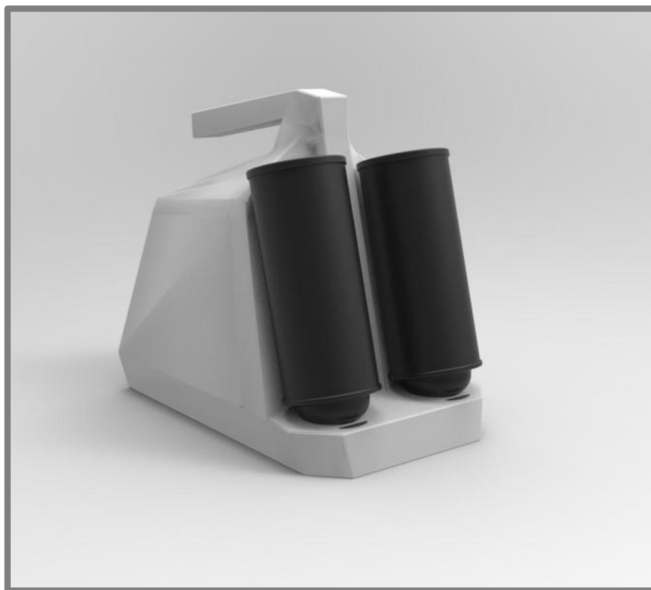


Obr. 4-11 Variantní studie č. 2

4.3 Varianta III

Třetí varianta vychází z dalšího možného vnitřního uspořádání hlavních součástí generátoru. Toto uspořádání umožňuje navrženému řešení dodání zajímavého dynamického dojmu. Dvě kartuše jsou umístěny téměř vertikálně v lůžkách v přední části generátoru, která se směrem nahoru zužuje a postupně přechází do rukojeti.

Motor je v této variantě umístěn v zadní části, stejně tak výfuk, což působí logičtěji než u varianty II. Dynamické tvarování je navíc atraktivnější. Všechny ovládací prvky jsou u této varianty umístěny na pravé straně, což umožňuje snadné nošení v pravé ruce.



Obr. 4-12 Variantní studie č. 3

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Tvarové řešení vychází z několika vstupních parametrů – jedná se o přístroj využívaný zejména ve volném čase, je často přenášen atp. Tyto parametry je třeba zohlednit ve výsledném tvarování a zvolené barevnosti. Vzhledem k častému přenášení a usnadnění manipulace s přístrojem je na místě snaha o co nejnižší hmotnost a rozměry.



Obr. 5-13 Přední část přenosného generátoru

5.1 Kompoziční řešení

Přední část generátoru (Obr. 5-13) je tvarově přizpůsobena pro umístění LPG kartuší. Tomuto faktu odpovídá oblouk ve spodní části, který plynule vystupuje z těla přístroje. Má hned několik funkcí. V první řadě se zde nachází ventilkky, jejichž pomocí je plyn přepravován z kartuší do generátoru, další funkcí je částečná ochrana kartuší spočívající v přesahu vnější hrany přes kartuš a tvořící záštitu před případným poškozením, vzniklým nevhodnou manipulací s přístrojem. Oblouk pozvolna přechází do čelní stěny generátoru, ve které jsou dva válcové výřezy (Obr. 5-14) sloužící jako lůžka pro kartuše. Pevné ukotvení kartuší v těchto lůžkách je zprostředkováno posuvným jištěním v horní části kartuše, jehož spodní hrana dosedá na dno kartuše a zajišťuje ji tak v axiálním směru.



Obr. 5-14 Přední část přenosného generátoru – bez kartuší

Aretační mechanismus je zakomponován v přechodu z těla výrobku do rukojeti. Ve směru madla na něj navazuje posuvné tlačítko, které slouží k odjištění kartuše. Rukojeť pokračuje z přední části vodorovně. Díky tomu se prostor mezi rukojetí a tělem generátoru rozvírá a zajišťuje tak snadnější uchopení. Tomu napomáhá také pogumování na spodní straně rukojeti.



Obr. 5-15 Levá strana přenosného generátoru

Nejhmotnější část generátoru – tělo – se ve směru dozadu postupně zužuje a pozvolna přechází do trojúhelníkového tvaru, který odráží tvar motoru. Horní hrana těla navazuje z bočního pohledu (Obr. 5-15) na horní hranu kartuše. Je tedy kolmá ke sklonu celého tvaru.

Boční strany generátoru jsou rozděleny linií na dvě hlavní plochy. Na levé straně jsou do těchto ploch zakomponovány všechny zbylé ovládací prvky, tedy startér, hlavní vypínač a panel se zásuvkami. Madlo startéru je osazeno v místě vybrání, které dovoluje snadné uchopení a současně umístění vnější plochy madla startéru bez přesahu, tzn. v rovině s celkovou boční plochou levé strany těla generátoru, nenarušuje celkový vzhled. Přestože se tedy startér podřizuje funkčním aspektům, nadále koresponduje s celkovým tvarem.

Velmi důležitým prvkem je hlavní vypínač. Ten je v tomto případě řešen posuvným tlačítkem, které je doplněno vroubkováním, což usnadňuje používání. Je umístěno na levém boku generátoru, přímo nad panelem se zásuvkami.

Okraje panelu se zásuvkami lehce vystupují nad úroveň boční stěny, samotný panel je pak zapuštěn pod její úroveň zejména kvůli ochraně funkčních částí proti mechanickému poškození.



Obr. 5-16 Pravá strana přenosného generátoru

Na pravé boční straně přístroje (Obr. 5-14) se nachází ventil, který je možno použít pro připojení větší palivové nádrže, např. PB lahve, pomocí hadice. Ventil je zakrytý výklopným krytem, podobně jako prostor pro uložení power banky, který se nachází přímo pod ním. Vedle těchto dvou krytů směrem dozadu najdeme hlavní servisní vstup. Tímto vstupem je možné se dostat zejména ke vzduchovému filtru a olejové nádrži. V místě, kde se nachází filtr, jsou na krytu umístěny tři větrací otvory.

Zadní část generátoru tvoří trojúhelníková mřížka, kterou prostupuje výfuk. Ve spodní části přístroj pozvolna přechází do „nožek“, které zajišťují stabilitu celého výrobku.

5.2 Power banka

Součástí přenosného generátoru je vyjímatelná, nezávisle použitelná power banka (Obr. 5-15), která je při běžném provozu skryta uvnitř přístroje (Obr. 5-16), podobně jako např. baterie ve fotoaparátech. Je tvarována tak, aby co nejvíce korespondovala se vzhledem generátoru. V bočních zkosených hranách power banky jsou výřezy sloužící k jednoduššímu vložení zařízení do elektrocentrály. V přední - po zasunutí do přístroje - viditelné části power banky se nachází dva USB porty k dobíjení přenosných zařízení, jeden o výstupním proudu 1 A, druhý 2 A, oba dva pracují se stejným napětím a to 5,2 V.



Obr. 5-17 Umístění power banky v generátoru

Power banka je podobně jako generátor vybavena čtyřmi kontrolními LED diodami, umístěnými vedle USB portů. Kontrolky znázorňují její nabití – svítí-li všechny čtyři, je zařízení plně nabit, tři rozsvícené diody signalizují 75% nabití atd. V zadní části power banky, po zasunutí do generátoru neviditelné, se nachází konektor k dobíjení přímo z elektrocentrály a jeden micro USB port, který slouží pro možnost nabíjení power banky mimo přenosný generátor, tzn. z elektrické sítě.



Obr. 5-18 Power banka

6 KONSTRUKČNĚ TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Konstrukčně technologické řešení

Tvarování tohoto návrhu bylo od samého začátku silně ovlivněno vnitřními komponentami a jejich uspořádáním. Vzhledem k tomu, že podobný produkt na trhu neexistuje, bylo třeba najít z velké části nové technologické řešení. Výsledek této snahy je popsán níže.

6.1.1 Vnitřní uspořádání a hlavní komponenty

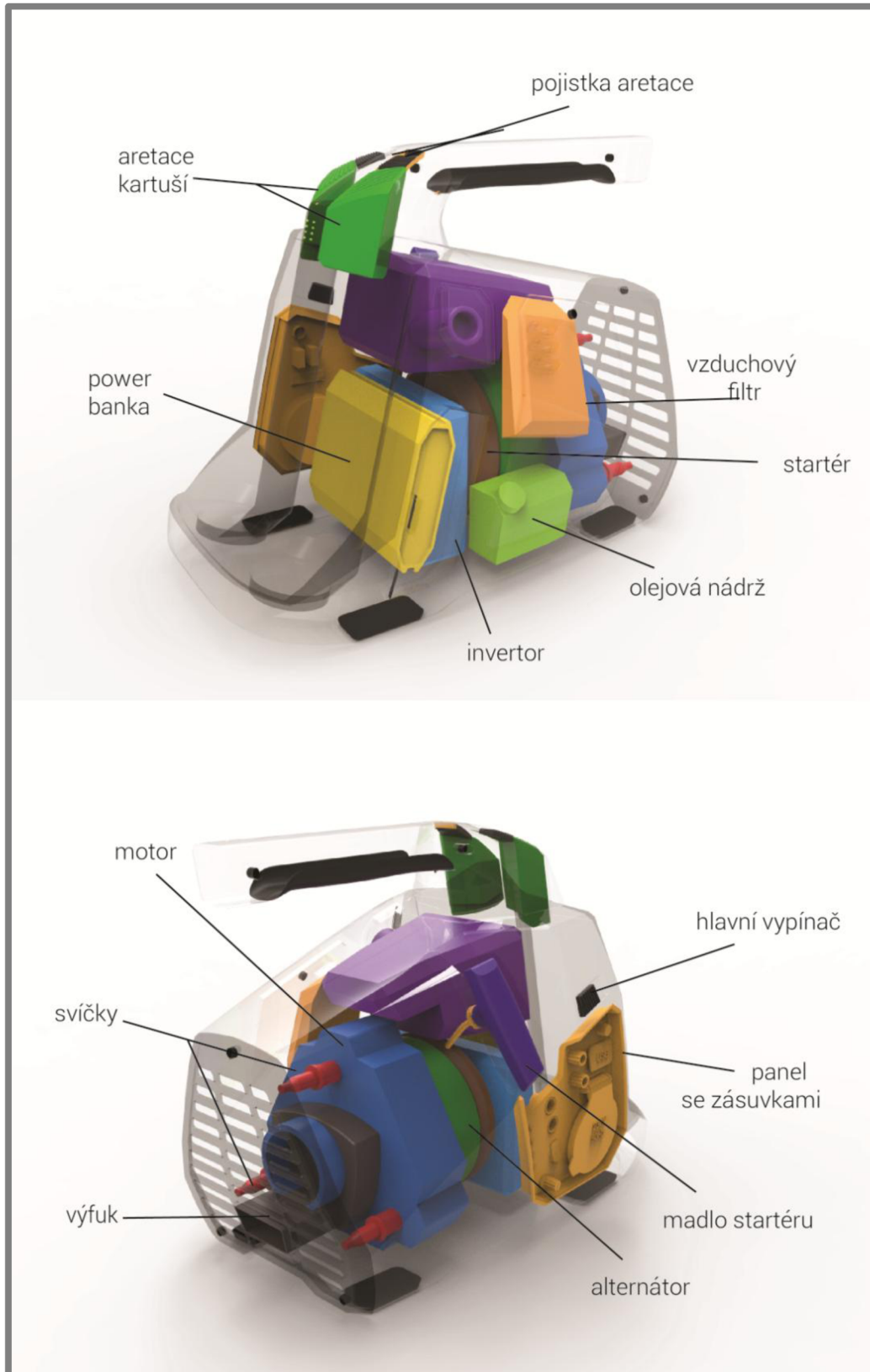
Nejdůležitější součástí je bezpochyby motor. Palivo je do motoru dopraveno vstřikovací jednotkou, výrobu elektřiny pak zajišťuje alternátor. Vyrobenu elektrickou energii je třeba upravit pomocí invertoru, pak je teprve připravena k použití. Další součásti a jejich vnitřní uspořádání jsou představeny v následujícím schématu (obr.6-20).

Motor

Vzhledem k faktu, že motor je nejhmotnější součástí elektrocentrál obecně (u dnešních kufříkových elektrocentrál představuje přibližně polovinu hmotnosti), bylo třeba najít co nejlehčí alternativu, která navíc může být poháněna LPG. Nejvhodnějším řešením tohoto problému se stal prototyp rotačního motoru, který je od roku 2003 vyvíjen americkou společností LiquidPiston. Slibuje vyšší účinnost (více než 30 %, oproti obvyklým 19 % u malých čtyřtákních motorů), nižší vibrace, hlučnost, rozměry i spotřebu paliva. Nejpokročilejší prototyp X Mini Beta (obr.6-19) váží pouhých 1,5 kg při výkonu 2,5 kW. Pro srovnání – nejmenší dostupné čtyřtákní motory klasické válcové konstrukce váží kolem 3 kg při výkonu 1kW. Další výhodou tohoto rotačního motoru je nižší počet základních komponent, což znamená jednodušší konstrukci a tím pádem i nižší náklady na výrobu.



Obr. 6-19 Prototyp rotačního motoru X Mini v porovnání s iPhone 6[15]



Obr. 6-20 Schéma vnitřního uspořádání přenosného generátoru

Alternátor

Vysokorychlostní multiplový alternátor je součástí motoru a slouží zároveň i jako setrvačnick, jak je tomu u současných kufříkových generátorů. V neposlední řadě podporuje proudění vzduchu skrze tělo elektrocentrály, čímž zlepšuje chlazení.

Invertor

Toto zařízení moduluje vyrobený elektrický proud. Nejprve usměrní střídavý proud z alternátoru, převede ho na stejnosměrný proud a poté opět na střídavý. Díky tomu je výstupní napětí stejně kvalitní jako napětí z pevné zásuvky elektrické sítě a je možno s ním napájet i jemnou elektroniku.

Zásuvky

Všechny zásuvky jsou umístěny na hlavním ovládacím panelu (obr.6-21). Je tu zásuvka na střídavý proud 230 V 50 Hz, což odpovídá standardnímu výstupu z elektrické sítě. Výstupy stejnosměrného proudu jsou zde přítomny ve dvou typech: 12 V 8A, který slouží výhradně k nabíjení autobaterie, a dva 5,2V USB porty, jeden o výstupním proudu 1 A, druhý 2 A. Zbývající výstupy slouží k propojení generátoru s druhou, stejnou elektrocentrálou. Zásuvka na 230 V je chráněna výklopným krytem, který poskytuje ochranu IP55 podle ČSN EN 60529. USB výstupy jsou kryty silikonovou krytkou.[17]



Obr. 6-21 Hlavní ovládací panel

Baterie

Power banka, která je vyjímatelnou součástí elektrocentrály, je nabíjena při umístění uvnitř přístroje pomocí přebytečné elektrické energie za nedostatečného vytížení generátoru. Zajišťuje záložní elektrickou energii v případě, že na cestách dojde LPG a v nejbližší době není možné sehnat další palivo. Skládá se ze čtyř Li-Ion článků 3,6 V/3 400 mAh, celková kapacita je tedy 13 600 mAh, což stačí na 3 až 4 dobití běžného mobilního telefonu.

6.1.2 Rozměry

Vnější rozměry generátoru jsou odvozené od rozměrů vnitřních komponent a jejich vzájemného sestavení. Návrh rozměrů respektuje ergonomické, konstrukční i funkční požadavky. Celkové vnější rozměry jsou (193 x 340 x 260)mm. Ostatní rozměry jsou patrné z obr. 6-22.



Obr. 6-22 Rozměry generátoru

6.1.3 Materiály

Základním materiálem je polyetylen, který je v dnešní době velmi hojně využíván. Jedná se o lehký a pevný plast, který je lehce zpracovatelný, levný, recyklovatelný a omyvatelný. Zároveň nemá žádné zdravotní dopady na člověka.

Zadní kryt výfuku je vyroben z ABS plastu, zejména kvůli jeho vyšší tepelné odolnosti.

Dalším použitým materiálem je guma, která je použita na držadle pro lepší ergonomii úchopu.

6.2 Ergonomické řešení

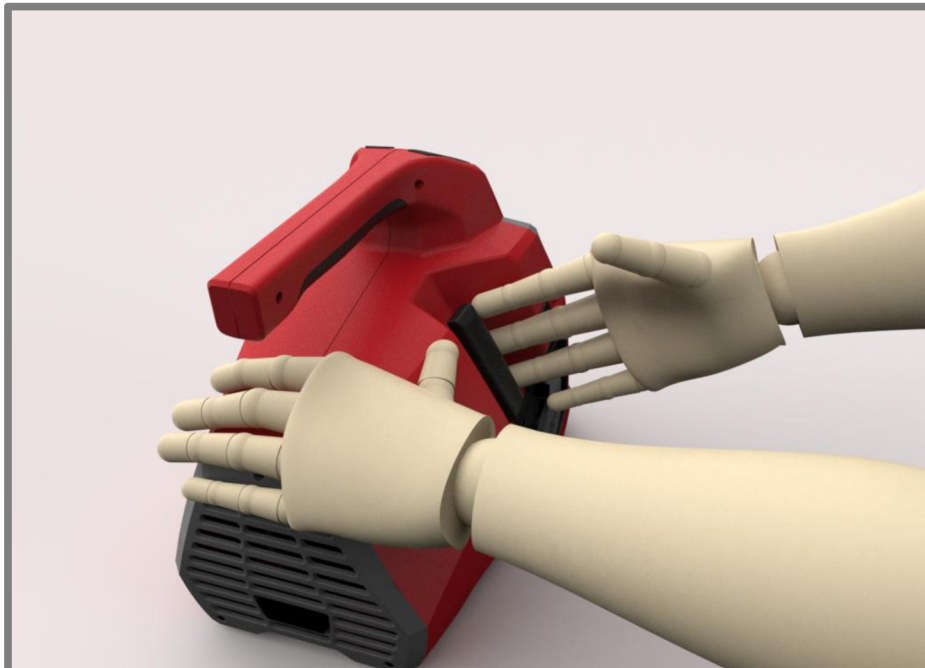
Přenosný generátor je zařízení, které se během používání nedrží v ruce, nicméně je často nošen i delší dobu. Interakce člověka s přístrojem nastává zejména při jeho provozu, začíná umístěním LPG kartuši a spuštěním, pokračuje připojováním a odpojováním kabelů a končí vypnutím.

K přenášení elektrocentrály slouží rukojeť. Ta je uzpůsobena pro pohodlný úchop (Obr. 6-23), v zadní části se mírně rozšiřuje, aby nedocházelo ke sklouznutí ruky atd. Tomu navíc přispívá také pogumování na spodní části rukojeti.



Obr. 6-23 Uchopení generátoru

Ovládací prvky jsou logicky rozmístěny na přístroji tak, aby její ovládání bylo instinktivní. Pro zajištění kartuše například slouží aretační zařízení, které je nutné zatlačit dolů, v ose kartuše. Uprostřed v horní části, mezi aretacemi, jsou umístěny 4 diody pro každou kartuš, signalizující úroveň paliva. K odjištění kartuše je použito posuvné tlačítko, samotné odjištění je provedeno posunutím tlačítka směrem nahoru. Tlačítko je navíc opatřeno vroubkováním pro snadnější manipulaci, stejně jako hlavní vypínač. Ten je umístěn na pravém boku hned vedle kartuše a má tři polohy: vypnuto, zapnuto a sytič vypnut. Poslední poloha slouží zejména ke startování motoru za studena. Startér je tvarován k uchopení mezi ukazovák a prostředník pravé ruky, proto je jeho spodní část delší než horní (Obr. 6-24).



Obr. 6-24 Startování generátoru

Zásuvky jsou na panelu umístěny tak, aby byly sdruženy příbuzné prvky (obr.) např. v pravé horní části jsou umístěny stejnosměrné výstupy, v levé sdělovací diody atp. Panel je doplněn piktogramy pro snadnější orientaci.

6.2.1 Bezpečnostní opatření

Manipulace s přenosným generátorem také vyžaduje jistá bezpečnostní opatření. Zejména v zadní části se přístroj zahřívá na vysokou teplotu od výfukové soustavy a v případě kontaktu této části s pokožkou by mohlo dojít k úrazu. Další nebezpečí představují výfukové plyny, při jejichž vdechnutí může dojít k otravě a ztrátě vědomí, případně smrti. Proto se elektrocentrála nesmí spouštět v uzavřené místnosti.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Základní barvou byla zvolena červená, která může symbolizovat nebezpečí. Naznačuje tedy, že by se se zařízením mělo pracovat opatrně a při manipulaci dodržovat bezpečnostní pokyny. Červená barva je také barvou revoluce, což v tomto případě symbolizuje využití nových technologií a celkově odlišné pojetí výrobku. Červená je v přední a zadní části doplněna tmavě šedou barvou. V přední části ohraničuje tmavě šedá prostor vymezený k vkládání LPG kartuší, v zadní části odlišuje mřížku výfuku od těla. Zde je tmavě šedá barva použita také z praktického hlediska – zplodiny stoupající z výfuku často špiní okolní materiál, a na tmavé barvě jsou tyto nečistoty méně viditelné. Poslední použitou barvou je barva černá, která vymezuje hlavní funkční části – startér, hlavní vypínač, aretační zařízení a hlavní panel.



Obr. 7-25 Finální červené řešení



Obr. 7-26 Modrá varianta



Obr. 7-27 Šedo-oranžová varianta

7.2 Grafické řešení

Grafika je u tohoto návrhu řešena bílou barvou a má zejména informační funkci. Jedná se o jednoduché piktogramy, které napovídají uživateli, k čemu daný prvek slouží. Jsou rozmístěny zejména na ovládacím panelu, kde slouží k označení funkcí diod, výstupů a tlačítek.



Obr. 7-28 Piktogramy

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Působení na uživatele je dáno tvarováním přístroje, zvoleným barevným řešením, ale také složitostí či jednoduchostí ovládání. Generátor je primárně určen pro výrobu elektrické energie tam, kde není dostupná. Tento fakt by měl být z výsledného řešení znatelný.

Elektrická síť není dostupná všude, což tvoří jisté hranice, kde lze a nelze elektrické spotřebiče používat. Přenosný generátor však tyto hranice boří a nabízí alespoň částečné osvobození od pevných rozvodů elektřiny, protože ho lze používat téměř kdekoli.

Pozitivně může fungovat i fakt, že zařízení využívá pro výrobu energie LPG, které je známé jako čistší palivo než obvykle využívaný benzín či nafta.

8.2 Ekonomická a sociální funkce

Vzhledem k faktu, že se jedná o vůbec první generátor svého druhu, nebude mít z počátku výrobek žádnou přímou konkurenci. Nepřímou konkurencí mu pak budou jistě power banky a kufříkové generátory. Cena produktu by se měla pohybovat mezi 10 000 Kč – 15 000 Kč, což odpovídá nejlevnějším kufříkovým generátorům. Cena se odvíjí od použitého technologického řešení. Rotační motordisponuje jednodušší konstrukcí oproti klasickým pístovým čtyřtaktům, což se na ceně odrazí příznivě, naopak vstřikovací jednotka pro LPG je mnohem složitější zařízení než klasický karburátor, což cenu naopak zvýší.

9 ZÁVĚR

Tato práce je zaměřena na design přenosného generátoru na nedoplňovatelné LPG kartuše. V současné době na trhu však neexistuje produkt podobného zaměření. Mým cílem tedy bylo vytvořit generátor, který by byl po všech stránkách inovativní a splňoval veškeré konstrukční a ergonomické požadavky.

Hlavním inovačním prvkem je bezpochyby využití rotačního motoru, což nabízí mnoho výhod jako například snížení váhy, hlučnosti a vibrací. Dalším dílčím cílem bylo zvýšení konkurenceschopnosti takto malého generátoru, což se projevilo přidáním dalšího inovačního prvku – power banky. Tyto inovace jsou navíc propojeny s atraktivním dynamickým tvarováním přístroje.

Pevně věřím, že jsem nakonec dosáhl naplnění těchto dílčích cílů pomocí výše zmíněných řešení, a výsledný návrh je inovační jak po stránce technické, tak po stránce ergonomické a estetické.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] History Of The Generator. *Power Generators for Sale in Australia | My Generator* [online]. Darlinghurst: My Generator, 2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.mygenerator.com.au/history-of-the-generator/>
- [2] Muzeum starých strojů - Krátká historie elektrických strojů. *Muzeum starých strojů* [online]. Žamberk: Muzeum starých strojů a technologií, 2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.starestroje.cz/historie/historie.elektrina.php>
- [3] *Honda Worldwide : Honda Motor Co.,Ltd.* [online]. Tokyo: Honda Motor, 2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://world.honda.com/index.html>
- [4] Honda EU1000i Model Info | Super Quiet 1000 Watt Inverter Generator | Honda Generators. *Honda Power Equipment: Honda Generators, Lawn Mowers, Snow blowers, Tillers* [online]. Tokyo: Honda Motor, 2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://powerequipment.honda.com/generators/models/eu1000i>
- [5] *Honda stroje ČR* [online]. Praha: BG Technik cs, 2017 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: <http://www.hondastroje.cz/>
- [6] *Generac Power Systems | The best backup generator for your home, business | Generac Power Systems* [online]. Waukesha: Generac Power Systems, 2017 [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: <http://www.generac.com/>
- [7] *Yamaha Motor Co., Ltd.: Corporate profile and facts about Yamaha Motor* [online]. Shingai: Yamaha Motor, 2017 [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: <https://global.yamaha-motor.com/>
- [8] 500Wi | Powerhouse Generator. *Powerhouse Generators | Industry Leading Inverter Generators* [online]. Memphis: Powerhouse Products, 2017 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: http://www.powerhouse-products.com/powerhouse_product/500wi/
- [9] Best Generator Brands - My Generator. *My Generator - More power to You!* [online]. Darlinghurst: My Generator, 2014 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <http://blog.mygenerator.com.au/best-generator-brands-of-2014/>
- [10] Best Inverter Generator - Top-Rated & Best-Selling Inverter Generators. *Electric Generators Direct | Specializing in Power Generators* [online]. Bolingbrook: Power Equipment Direct, 2017 [cit. 2017-03-08]. Dostupné z: <https://www.electricgeneratorsdirect.com/stories/675-Top-Rated-and-Best-Selling-Inverter-Generators.html>
- [11] *PortableGeneratorGuide.com | helping you find the right power source* [online]. 2017 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://portablegeneratorguide.com/>
- [12] IReceptář – Oficiální stránky časopisu Receptář. *IReceptář – Oficiální stránky časopisu Receptář* [online]. Praha: Tarsago, 2014 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/energie-a-vytapeni/elektrina-ze-spalovaciho-motoru-jak-vybrat-elektrocentralu/>
- [13] ŠEBOR, Gustav a Milan POSPÍŠIL. *Technicko – ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě* [online]. Praha, 2006 [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: http://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_doprave.pdf. Vysoká škola chemicko technologická v Praze, Fakulta technologie ochrany prostředí.

- [14] KOVAŘÍK, Ladislav. *Motory Wankelovy a jim příbuzné*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1970, 208 s.
- [15] *LiquidPiston* [online]. Bloomfield: LiquidPiston, 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://liquidpiston.com/>
- [16] *Camping Gas UK Directory of Gas Cylinder & Autogas Stockists* [online]. Swindon: Camping Gas, 2013 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://www.camping-gas.com/>
- [17] Tabulka krytí IP (popis stupňů). *Elektrika.cz, portál o silnoproudé elektrotechnice, elektroinstalace, vyhlášky, schémata zapojení*. [online]. Šlapanice u Brna: Elektrika.info, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/krip030918>
- [18] *Basic to Advanced Battery Information from Battery University* [online]. Richmond: Cadex, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <http://batteryuniversity.com/>
- [19] Gas canister | Iceland | Fuel | Propane | Butane - Iceland Camping Equipment. *Iceland Camping Equipment Rental | Easy, cheap & friendly service!* [online]. Reykjavik: Iceland Camping Equipment, 2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: <https://www.iceland-camping-equipment.com/products/gas-canister-fuel-iceland>
- [20]

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1 Přenosný generátor Honda z roku 1965[1]	22
Obr. 2-2 Generátor Honda EU1000i [1]	23
Obr. 2-3 Generátor Generac IX800[6].....	23
Obr. 2-4 Generátor Yamaha EF100iS[7].....	24
Obr. 2-5 Generátor Powerhouse 500Wi[8].....	24
Obr. 2-6 Generátor Honda Enepo EU9iGB[3]	25
Obr. 2-7 SWOT analýza	27
Obr. 2-8 Schéma vnitřního uspořádání kufříkového generátoru	28
Obr. 2-9 Různé druhy LPG kartuší[19]	30
Obr. 4-10 Variantní studie č. 1	32
Obr. 4-11 Variantní studie č. 2	33
Obr. 4-12 Variantní studie č. 3	34
Obr. 5-13 Přední část přenosného generátoru.....	35
Obr. 5-14 Přední část přenosného generátoru – bez kartuší	36
Obr. 5-15 Levá strana přenosného generátoru.....	36
Obr. 5-16 Pravá strana přenosného generátoru	37
Obr. 5-17 Umístění power banky v generátoru	38
Obr. 5-18 Power banka	39
Obr. 6-19 Prototyp rotačního motoru X Mini v porovnání s iPhone 6[15]	40
Obr. 6-20 Schéma vnitřního uspořádání přenosného generátoru	41
Obr. 6-21 Hlavní ovládací panel.....	42
Obr. 6-22 Rozměry generátoru	43
Obr. 6-23 Uchopení generátoru	44
Obr. 6-24 Startování generátoru	45
Obr. 7-23 Finální červené řešení	46
Obr. 7-24 Modrá varianta	47
Obr. 7-25 Šedo-oranžová varianta.....	47
Obr. 7-28 Piktogramy	48

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

LPG	liquified petroleum gas	
CNG	zemní plyn	
Kč	Koruna česká	
USD	Americký dolar	
kg	kilogram	
kW	kilowatt	
V	volt	
A	ampér	
mAh	miliampérhodina	
AVR	automatic voltage regulátor	
OHV	overhead valve	
OHC	overhead	camshaft

13 SEZNAM PŘÍLOH

1. Fotografie modelu
2. Zmenšený poster
3. Sumarizační poster A1 (měřítko 1:1)
4. Fyzický model (měřítko 1:1)