

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Bakalářská práce
Požární dron
Mikita Rashetska

Plzeň 2018

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

katedra designu
Studijní program Design
Studijní obor Design
Specializace Průmyslový design

Bakalářská práce
Požární dron
Mikita Rashetska

Vedoucí práce: Ing. Václav Kubec, Ph.D.
Katedra konstruování strojů
Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni

Konzultant: MgA. Mgr. Petr Pelikán
Katedra Designu
Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara
Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2018

Prohlašuji, že jsem práci zpracoval(a) samostatně a použil(a) jen
uvedených pramenů a literatury.

Plzeň, duben 2018

.....

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Především bych chtěl moc poděkovat vedoucím mé bakalářské práce, panu Ing. Václavu Kubcovi Ph.D a panu MgA. Mgr. Petru Pelikánovi za odborné vedení a cenné rady.

Dále bych chtěl moc poděkovat firmě SITMP za možnost spolupráce a pomoc při tvorbě modelu.

OBSAH

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE	1
2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY, CÍL PRÁCE.....	3
2.1 Téma a důvod jeho volby.....	3
2.2 Cíl práce	3
3. PROCES PŘÍPRAVY, PROCES TVORBY	5
3.1 Proces přípravy	5
3.2 Proces tvorby.....	5
4. POPIS DÍLA, TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA, PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR	8
4.1 Popis díla.....	8
4.2 Technologická specifika.....	10
4.3 Přínos práce pro daný obor	15
5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	16
6. RESUME	17
7. SEZNAM PŘÍLOH.....	19

1. MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE

Už v dětství jsem cítil, že tíhnu k umění, a od svých dvanácti let jsem ve volném čase navštěvoval hodiny kreslení v umělecké škole. Tato tvůrčí záliba se stala impulzem pro studium architektury na Minské státní vyšší odborné škole stavitelství a architektury (MGASK). Tam jsem získal zcela nový vztah k formě, barvě, projektování a samotnému tvůrčímu procesu. Bavilo mě nejen navrhovat fasády budov, ale také promýšlet jejich vnitřní prvky: plány, konstrukce, rozmístění místností. V tomto životním období jsem začal chápat, že tyto dvě věci spolu silně souvisí a že funkčnost a účel výrobku mají značný vliv na jeho design. Při návštěvách různých architektonických výstav jsem začal prohlubovat své znalosti dané oblasti a pochopil jsem, že nedílnou součástí moderní architektury je design interiéru a design všech prvků interiéru, což zároveň vytváří celkovou kompozici budovy.

Uvědomění si skutečnosti, že všechny velké věci se skládají z malých, mě velmi zaujalo. Začal jsem zjišťovat, zda jsou v Bělorusku obory související s průmyslovým designem. Žádné takové obory však v Bělorusku neexistují, proto jsem začal zkoumat možnosti, které nabízejí univerzity v zahraničí. Tímto způsobem jsem objevil Západočeskou univerzitu v Plzni. Líbil se mi moderní přístup ke studiu, neobvyklé otevřené prostorové řešení fakulty, které všem studentům umožňuje pracovat v jednom týmu. Nadchl jsem se myšlenkou, že půjdu studovat na FDULS. Mým dalším krokem bylo hledání učitele češtiny v Bělorusku a příprava portfolia k přijímacím zkouškám.

Po příjezdu na zkoušky jsem velmi silně vnímal atmosféru města i univerzity a pochopil jsem, že jsem učinil správnou volbu.

I nyní, kdy se mé bakalářské studium chýlí ke konci, jsem se svou volbou maximálně spokojený a této zkušenosti vůbec nelituji. Příjezd do jiné země a studium v tak neobvyklém místě silně ovlivnilo můj život. Pomohlo mi ujasnit si životní postoje a dalo mi možnost klást si nové vysoké cíle.

V průběhu studia jsem se naučil vizuálně předkládat své práce, pochopil jsem, jak probíhá proces tvorby vzniku výrobku, počínaje skicami a návrhy tvaru výrobku a konče 3D modelem a maketami produktu ve skutečném měřítku. Naučil jsem se o svém projektu přemýšlet nejen z hlediska jeho vnější podoby, ale také promýšlet jeho funkčnost a výrobní náklady. To mě samozřejmě velmi dobře připravilo na moji budoucí práci s reálnými zákazníky.

2. TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY, CÍL PRÁCE

2.1 Téma a důvod jeho volby

Během bakalářského studia jsme spolupracovali s plzeňskou firmou SITMP. Naším úkolem bylo vyprojektovat kvadrokoptéru pro dětský kroužek. Hlavním cílem bylo vymyslet takovou formu, která by byla lehká a ekonomická z hlediska výroby. Zároveň jsme museli brát v úvahu vnitřní komponenty a dodržovat určitá pravidla.

Líbil se mi proces vývoje kvadrokoptéry a vstřícnost zaměstnanců firmy SITMP, kteří byli vždy připraveni poradit.

Téma dronů mě zaujalo svou perspektivností a progresivitou. Podle mého názoru se drony budou v budoucnu používat v mnoha sférách lidského života. Nejprospěšnějšími oblastmi pro využití dronů budou podle mě záchranné služby.

Obrátil jsem se na firmu SITMP a ukázalo se, že se právě zabývají programováním některých dílů pro požární drony. Došel jsem k závěru, že firma aktuálně disponuje dobrou informační základnou v této oblasti, což dalo podnět k naší spolupráci.

Když jsem o daném tématu diskutoval se zaměstnanci firmy SITMP, bylo mi doporučeno, abych navrhl dron pro hasičskou záchrannou službu, který by byl vybaven speciální kamerou, čidly pro detekci kouře a chemických látek a který by byl schopen na dálku předávat všechny nezbytné informace zasahujícím hasičům.

2.2 Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout design dronu pro hasiče, který by byl funkční, jednoduchý na ovládání a byl by schopen rychle shromažďovat informace o požáru a předávat všechna potřebná data hasičům.

Mým dalším cílem bylo zachovat rozměry vhodné pro provoz a použít pevné a zároveň lehké materiály, jež by zajišťovaly dostatečnou dobu letu dronu. Rovněž jsem musel zvolit vhodný akumulátor, vrtule, motor

a elektroniku pro nejlepší funkčnost dronu. Všechny tyto otázky jsem konzultoval s firmou SITMP.

Mým záměrem bylo použít barvy, díky nimž by byl dron dobře viditelný na delší vzdálenost a jež by odpovídaly barvám používaným Hasičským záchranným sborem České republiky.

Dalším cílem bylo nalezení vhodného tvaru dronu, který by odpovídal všem požadavkům.

Konečným cílem bylo vytvoření 3D modelu, brožur, vizualizace a modelu v měřítku 1:1. Kromě toho bylo nutné provést technické výpočty a napsat textovou část.

3. PROCES PŘÍPRAVY, PROCES TVORBY

3.1 Proces přípravy

Jakmile bylo téma bakalářské práce schváleno, začal jsem studovat různé typy dronů, které jsou na trhu – jejich design, tvary, umístění ramen a elektroniky a použití různých technických novinek.

Dále jsem začal vypracovávat řešerši. Pokládám tuto fázi za jednu ze zásadních, protože v mnohém určuje budoucí design výrobku. V mém případě se jednalo o prostudování mnoha dronů, jež se vzájemně lišily různými parametry a vnější podobou. Kromě toho jsem hledal inspiraci v přírodních formách. Snažil jsem se, aby můj dron měl stejně dynamické linie jako např. někteří zástupci létajícího hmyzu. Vhodné linie jsem našel ve tvaru těla vážky (viz Obr.1).



Obr.1

Jakmile jsem shromáždil dostatečné množství informací, začal jsem danou problematiku konzultovat s firmou SITMP a také s mým vědoucím, abych si ujasnil, jaké prvky a tvary bude vhodné použít v tomto konkrétním případě, jaká bude nutná elektronika a jak ji správně umístit, aby bylo respektováno těžiště dronu.

Jedním z nejdůležitějších kritérií u dronů je doba letu. V současnosti činí celková průměrná doba letu dronů pouze 20–25 minut. Průměrná doba letu je zvyšována všemi dostupnými způsoby. Jedním z nejúčinnějších způsobů je použití účinných, pevných, ale odlehčených materiálů, jako je karbon. Neméně důležité je správné a kompaktní rozmístění elektroniky uvnitř dronu, aby byly minimalizovány rozměry těla dronu. Účinný je rovněž správný výběr motorů a vrtulí. Nejvyšší účinnosti se dosáhne například s použitím

velkých a výkonných motorů v kombinaci s velkými vrtulemi umístěnými pod určitým úhlem (2–3 stupně).

Zároveň jsem se dozvěděl, že pracovníci Fakulty elektrotechnické naší univerzity vyvíjejí specializované pomůcky a oděv pro hasiče. Domluvil jsem si s nimi konzultaci, během níž jsem se dozvěděl, že při protipožárním zásahu je důležité znát úroveň koncentrace toxických plynů v ovzduší. Napadlo mě, že bych mohl vybavit dron některými funkcemi, které by zasahujícím hasičům umožňovaly distančním způsobem získat potřebné informace o požáru. Důležitým úkolem byla volba účinných, ale lehkých zařízení, jako jsou čidla pro měření koncentrací chemikálií a laser umožňující bezkontaktní měření teploty povrchu.

3.2 Proces tvorby

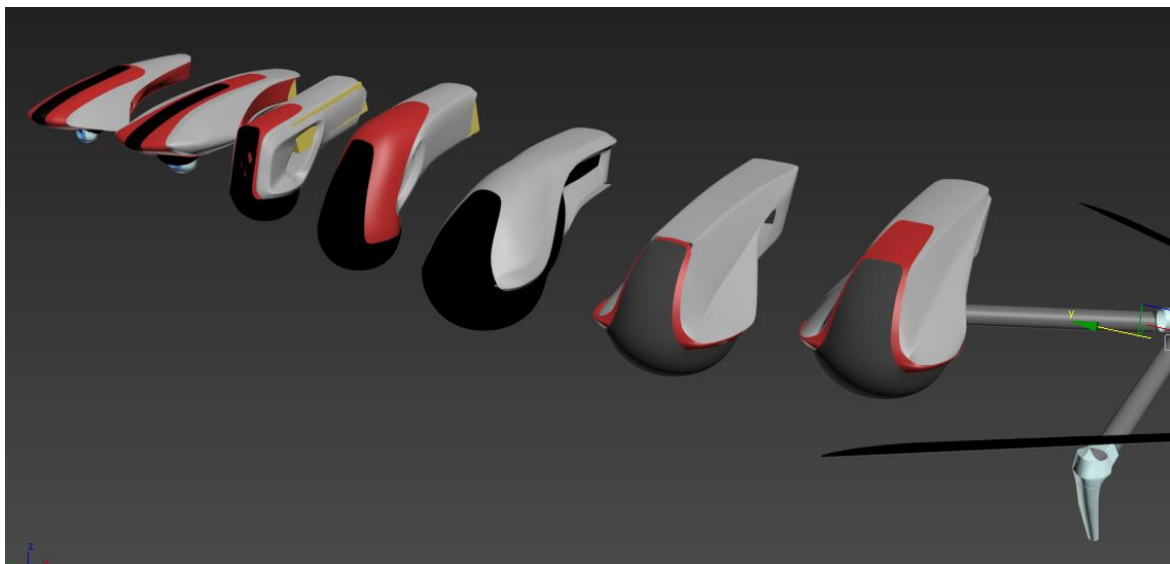
Poté, co jsem si ujasnil, jaký zvolím typ těla kvadrikopty, jaké použiji vnitřní komponenty (akumulátory, motory, vrtule atd.) a kde budou umístěny, začal jsem hledat formu a skicovat. Kreslil jsem jak na papír, tak na počítači pomocí tabletu. Tato fáze byla časově velmi náročná. Zpočátku bylo hlavním cílem najít celkový tvar a posléze dopracovat vedlejší prvky těla dronu (senzory, tlačítka, konektory).

Otázku barevného provedení jsem vyřešil poměrně rychle, neboť jsem použil základní barevné schéma dopravní techniky Hasičského záchranného sboru České republiky (viz Obr.2).



Obr.2

Modelování na počítači probíhalo v programech Rhinoceros a Autodesk 3D Max. Během modelování jsem několikrát změnil umístění dílů a tvar dronu, protože 3D program umožňuje lépe vnímat obrysy a detailněji vidět tvar budoucího výrobku (Viz Obr.3).



Obr.3

Když byl 3D model kompletně dokončen, rozdělil jsem jej na jednotlivé prvky a odeslal soubory do firmy SITMP, kde souhlasili, že mi pomohou s tiskem dronu na 3D tiskárně. Několikrát bylo nutné 3D model editovat, aby byl umožněn pohodlnější tisk.

Během času, kdy se dron tiskl, jsem nakoupil materiály nutné pro výrobu definitivní makety. V obchodě se stavebními potřebami jsem koupil barvu, smirkový papír a nářadí.

Jakmile jsem měl k dispozici vše potřebné pro vytvoření makety, trávil jsem každý den v dílně FDULS. Mnoho času si vyžádalo vzájemné lepení jednotlivých prvků a následné broušení. Poté se nanášely vrstvy tmelu a následovalo leštění a definitivní nátěr. Tím byl model hotov.

4. POPIS DÍLA, TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA, PŘÍNOS PRÁCE PRO DANÝ OBOR

4.1 Popis díla

Finálním výsledkem byl dron určený pro hasičské záchranné jednotky, jehož účelem je shromažďování dat a jejich předávání hasičům. Dron je středních rozměrů a má konfiguraci ramen ve tvaru písmene H. Velikost dronu nemohla být menší, protože jinak by nebyl dostatek místa pro veškeré nezbytné vybavení, které je potřebné pro jeho plnohodnotný provoz.

Při navrhování designu kvadrikopty jsem se inspiroval různým hmyzem (Viz Obr.1). Tělo dronu připomíná vážku a skládá se z několika částí, jež se navzájem liší barvou. Volba barvy nebyla náhodná. Použil jsem základní barevné schéma Hasičského záchranného sboru České republiky: červenou, černou a světle šedou (Viz Obr.2).

Rozšíření přední části těla dronu je podmíněno tím, že je v ní uložena téměř všechna elektronika, kterou dron obsahuje. Zúžená zadní část dronu je navržena přesně na rozměr dvou akumulátorů. Z centrálního otvoru v těle dronu symetricky vycházejí dvě ramena, jež jsou tvořena dutými trubkami, v nichž jsou umístěny regulátory a kabely vedoucí k motorům. Ramena mají tvar písmene H a mají 2 provozní polohy: první je „transportní“ poloha, ve které se dron nachází na zemi. V této poloze jsou ramena spuštěna a nohy se dotýkají země. Při vzletu si dron sám určí bezpečnou vzdálenost od země a přejde do druhé, pracovní, při níž se ramena zvednou. Hlavní výhodou této polohy ramen je to, že vrtule dronu se nachází nad centrální částí těla dronu, což zajišťuje větší stabilitu a ovladatelnost letu. Zvednuté nohy zároveň nebrání výhledu z hlavní kamery.

Dron je vybaven dvěma autonomními stabilizovanými kamerami:

- 1) V čelní části je umístěna dvouosá kamera snímající prostor ve směru letu, jež je určena především pro monitorování letu.

2) Pod dronem je umístěna hlavní, trojosá kamera, jež je navíc vybavena termovizí a laserem pro bezkontaktní měření teploty povrchu. Tato kamera umožňuje sledovat z výšky místo zásahu a provádět videozáznam.

Obě kamery jsou chráněny průhlednou kupolí, kterou lze v případě potřeby snadno odejmout.

Dron rovněž disponuje moderním programovým vybavením a funkcemi, např. lokalizace a sledování cíle, autonomní systém řízení letu a návrat domů.

Orientaci v prostoru usnadňují ultrazvukové senzory umístěné na všech stranách těla dronu.

Dvě baterie jsou uloženy ve speciální jednotce, která se vkládá do ocasní části dronu. Jednotka má technologii samoohřevu, jež umožňuje let i při velmi nízkých teplotách. Hlavní výhodou použití dvou baterií je prodloužení doby letu a možnost využití většího množství elektrické výzbroje. Kromě toho slouží každý ze dvou akumulátorů jako záložní zdroj elektrické energie pro případ výpadku druhého akumulátoru. Záznam z kamer se provádí na SSD disk a kartu microSD, jež jsou umístěny pod krytem v přední části těla dronu. Pod krytem se rovněž nacházejí všechny potřebné konektory pro připojení dronu k osobnímu počítači nebo jiným zařízením.

Pod dronem je umístěno čidlo pro detekci a měření koncentrací chemikálií obsažených ve vzduchu, které může být v požadované chvíli z dronu odhozeno. Čidlo následně provede všechna důležitá měření parametrů vzduchu a předá data zasahujícím hasičům.

Z důvodu zajištění bezpečnosti a snazšího sledování dronu v podmínkách zhoršené viditelnosti je dron vybaven diodovým osvětlením na těle a přistávacích nohách.

Dron je také vybaven reproduktorem umístěným ve spodní části těla.

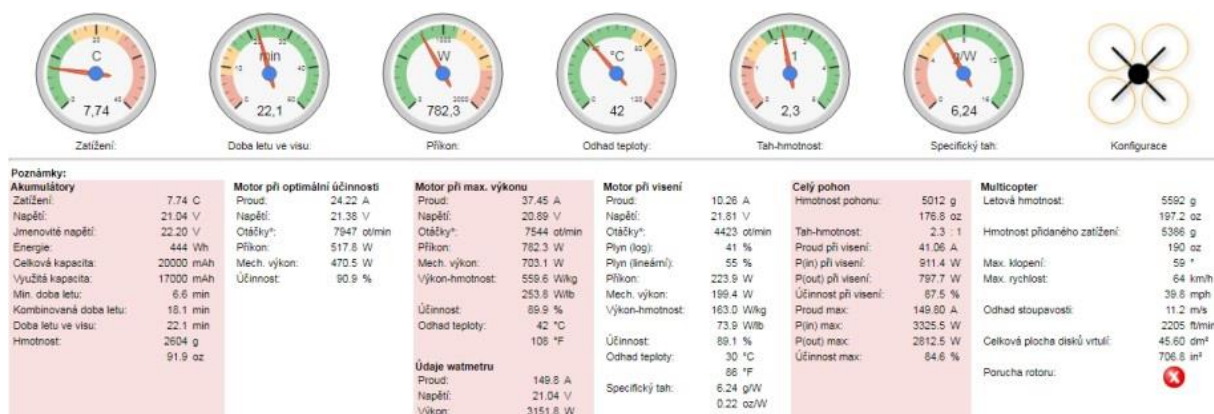
4.2 Technologická specifika

Rozměry těla dronu jsou: 330/175/210mm (délka/šířka/výška) úhlopříčná vzdálenost mezi osami motorů (bez vrtulových listů): 620mm Hmotnost dronu je 5592 gramů. Dron má 4 vrtule o průměru: 381mm.

Design dronu vychází z funkčních parametrů. Velkou roli hrála skutečnost, že těžiště se musí nacházet co nejbližší středu těla dronu. To má zajistit maximální stabilitu a manévrovatelnost. Nejtěžšími prvky jsou 2 akumulátory, které jsou umístěny v horní ocasní části dronu. Jako jejich protiváha jsou v přední části umístěny všechny ostatní prvky jako kamery, GPS, letecký odpovídač, přijímač, servomotory pro natáčení ramen a další nezbytná elektronika.

Za účelem zvýšení doby letu je tělo dronu vyrobeno z lehkého a zároveň pevného kompozitního materiálu na bázi hořčíku a hliníku. Ramena dronu jsou vyrobena z karbonu, spojovací prvky a přistávací nohy jsou ze stejného materiálu jako tělo dronu. Kamery a zdroje osvětlení jsou chráněny průhledným pláštěm z polykarbonátu.

S využitím internetové služby <https://www.ecalc.ch/xcoptercalc.php> jsem provedl výpočet přibližné doby letu dronu a stanovil vhodné parametry vrtule (DJI 15inch/381mm), akumulátorů (LiPo 10000mAh – 15/25C), motorů (Cobra C-4130/16(390)) a regulátorů (max 70A). Doba letu je 22,1 minut (viz Obr.4)



Obr.4 Výpočet přibližné doby letu

Pro výpočet zatížení, které vzniká v rameni dronu máme částečný model ramena. Zvolený materiál je Hliník 6061-AHC.

Mez pevnosti v tahu je 310 MPa.

Youngův modul je 68,9 GPa.

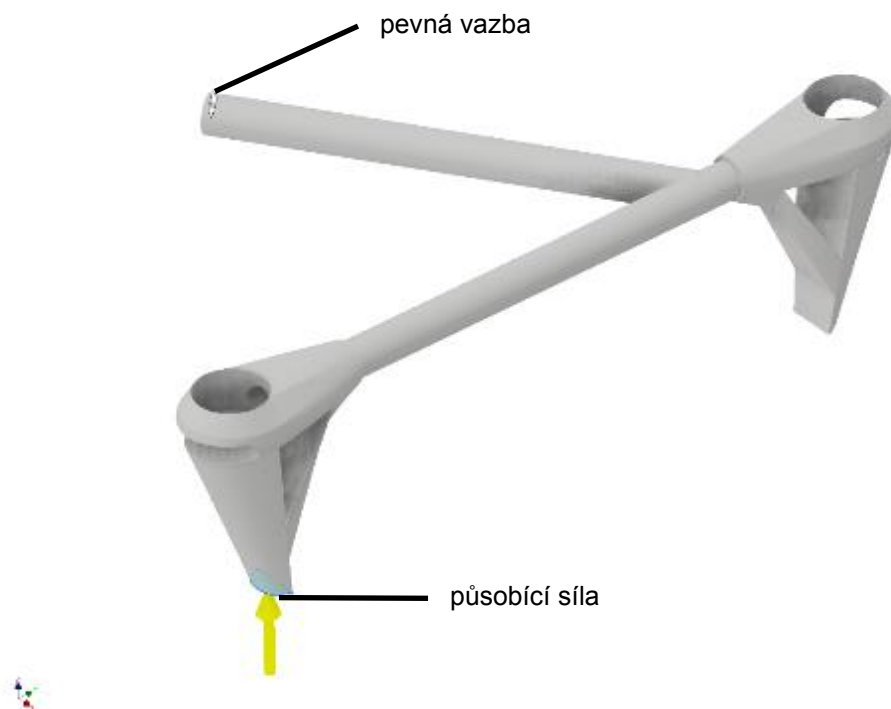
Modul pružnosti je 25,9023 GPa.

Budeme počítat napětí, které vzniká na rameni ve dvou různých situacích:

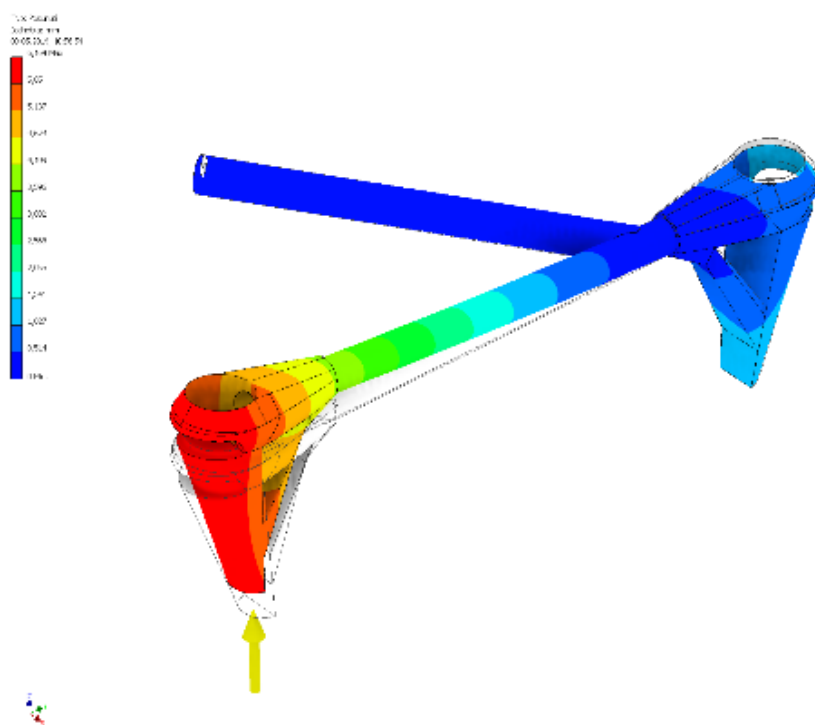
1) Zatížení provedeno na dosedací plochu přední nohy (viz Obr.5)

Působící síla je: 56 N.

Typ vazby je: Pevná vazba (vetknutí).



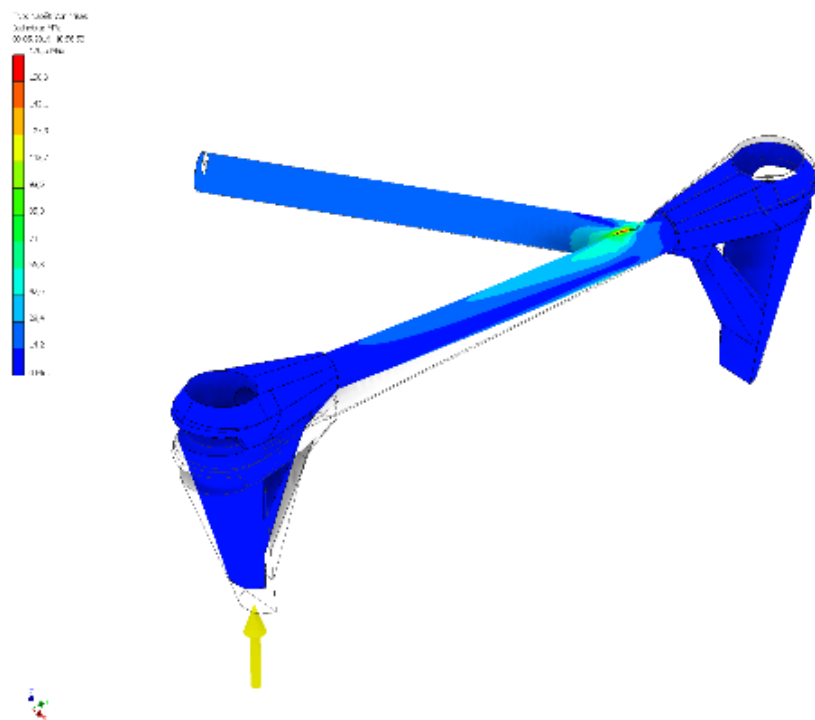
Obr.5 Okrajové podmínky pro první zatížení



Obr.6 Rozložení posunutí při zatížení 1

Výsledkem je posunutí o vzdálenost 6,16 mm. (viz Obr.6).

Maximální napětí Von Mises je 170,5 MPa. (viz Obr.7).

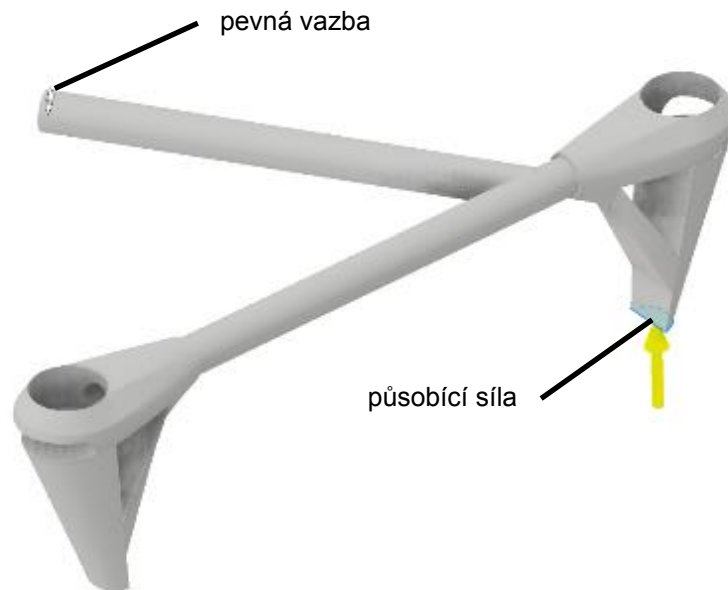


Obr.7 Rozložení napětí při zatížení 1

2) Zatížení provedeno na dosedací plochu zadní nohy (viz Obr.8)

Působící síla je: 56 N.

Typ vazby je: Pevná vazba (vetknutí).



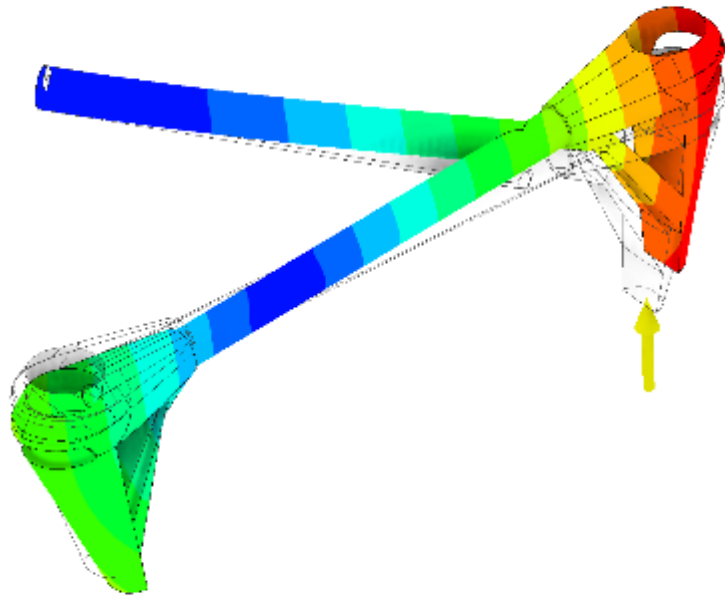
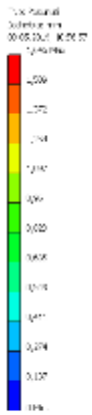
Obr.8 Okrajové podmínky pro zatížení 2

Výsledkem je posunutí o vzdálenost 1,65 mm (viz Obr.9).

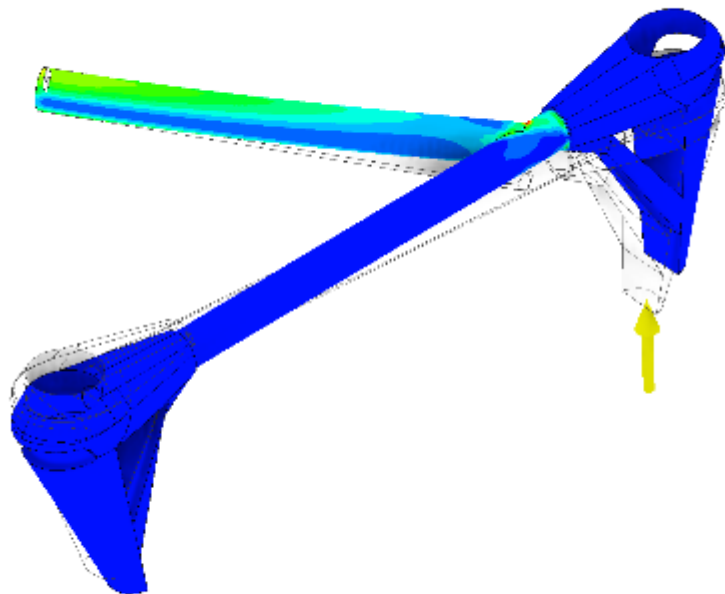
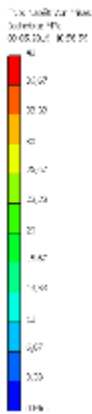
Maximální napětí Von Mises je 44,5 MPa. (viz Obr.10).

Pomocí těchto výpočtů vidíme jak a ve kterých místech materiál zatížen. Můžeme udělat závěr, že materiál Hliník 6061-AHC, zvolený pro výpočty, vydrží dané zatížení s dostatečnou bezpečností.

Jak jsem psal, ramena dronu jsou vyrobena z karbonového kompozitu. Na základě tohoto předběžného výpočtu je možné navrhnout konstrukci kompozitu (orientace vláken) tak, aby byla minimalizována hmotnost tohoto dílu.



Obr.9 Rozložení posunutí při zatížení 2



Obr.10 Rozložení napětí při zatížení 2

4.3 Přínos práce pro daný obor

Podle mého názoru se kvadrikoptéry budou v budoucnosti používat v mnoha sférách lidské činnosti. V oblasti záchranných služeb budou nejefektivnější, protože mohou mnohem rychleji a operativněji dopravovat potřebné předměty či zařízení a provádět průzkum území v přilehlém okolí. Zasahujícím jednotkám tím ulehčí práci a umožní jim vytvořit si představu o rozsahu události a co nejefektivněji zareagovat na situaci.

Podle mého názoru musí design produktu vycházet z jeho funkce. Designer se musí pokusit navrhnout výrobek tak, aby byl lepší než jeho předchozí verze. Kromě toho se musí bezpodmínečně snažit zachovat estetické a ergonomické vlastnosti.

U svého požárního dronu jsem se snažil spojit všechny nejmodernější požadavky, funkčnost a estetiku forem.

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Knižní a periodická literatura

1. Karas, J., Tichý, T. Drony. Brno: ComputerPress, 2016. ISBN 978-80-251-4680-4
2. Kilbi, T., Kilbi, B. Getting Started with Drones. Sankt Peterburg: BHV-Peterburg, 2016. ISBN 978-5-9775-3729-2, 978-1-457-18330-0
3. Jacenkov, Valerij. Elektronika, Tvuj první dron, Teorie a praxe. Sankt Peterburg: BHV-Peterburg, 2016. ISBN 978-5-9775-3586-1

Internetové zdroje

1. VyboroVed.ru. [cit. 2018- 04- 02]. Dostupné z: < <https://vyboroved.ru/vybor/1350-kak-vybrat-kvadrokopter.html#q4> >
2. RC TEAM. [cit. 2018- 04- 01]. Dostupné z: < <http://www.rcteam.ru/dji/dji-inspire2-without-gimbal.html> >
3. Kalkulačka pro multikoptéry. [cit. 2018- 04- 01]. Dostupné z: < <https://www.ecalc.ch/xcoptercalc.php> >
4. Pro-Drony. [cit. 2018- 03- 15]. Dostupné z: < <https://eshop.pro-drony.cz/#> >
5. Trup dronu. Uspořádání a materiály. [cit. 2018- 03- 03]. Dostupné z: < <http://www.droneweb.cz/konstrukce/item/91-trup-konstrukce-material> >
6. Co je to dron a jaké může mít využití. [cit. 2018- 03- 03]. Dostupné z: < <https://www.droni.cz/co-je-to-dron/> >

6. RESUME

Темой моей бакалаврской работы является дизайн дрона предназначенного для пожарных служб, который бы был способен быстро собирать информацию о пожаре и передавать все нужные данные пожарникам.

Дрон средних размеров с H-образой формой frame.

Выбор цвета не является случайным, я использовал основные цвета чешского пожарного автотранспорта: красный, черный и светло серый.

Расширенная передняя часть корпуса обусловлена тем, что под ним располагается практически вся электроника имеющаяся в дроне. Зауженная задняя часть дрона сделана ровно под размер 2 аккумуляторов. Из центрального отверстия в корпусе дрона симметрично выходят рама представляющая собой полые трубки в которых расположены regulatory и провода, идущие к моторам. Рама имеет H-образную форму и имеет 2 рабочих положения: первым положением является “транспортное” в котором дрон находится на земле. В таком положении рама опущена и ножки соприкасаются с землей. При взлете дрон сам определяет безопасное расстояние от земли и переходит во второе рабочее положение, в котором рама приподнимается. Основными плюсами такого положения рамы является то, что лопасти дрона находятся над центральным корпусом, что обеспечивает более стабильный и маневренный полет. В том числе поднятые ножки не препятствуют обзору с основной камеры.

Дрон оснащен 2мя автономными стабилизированными камерами:

- 1) Курсовая двухосевая камера, расположенная в лицевой части и предназначенная, главным образом, для отслеживания полета.
- 2) Основная трехосевая камера, расположенная под дроном с дополнительной функцией тепловидения и лазером, который определяет температуру поверхности. Благодаря этой

камере ведется основное наблюдение и запись происходящего снизу действия.

Обе камеры защищены прозрачным куполом, который при необходимости можно легко снять.

Так же дрон имеет современное программное обеспечение и функции. Например, отслеживание и следование за целью, автономная система полета, возврат домой.

Ориентироваться в пространстве дрону помогают инфракрасные и ультразвуковые датчики, которые располагаются со всех сторон корпуса.

2 батареи находятся в специальном блоке, который вставляется в хвостовую часть дрона. Блок имеет технологию самообогрева, которая делает возможным полет даже при очень низких температурах. Главным преимуществом использования 2ух батарей является увеличение продолжительности полета и использование более современного, но более энергопотребляющего оборудования. К тому же 2 аккумулятора являются резервными источниками питания страхующие друг друга.

Запись с камер производится на SSD диск или microSD карту, которые расположены под крышкой в передней части корпуса. Так же под крышкой находятся все нужные разъемы для подключения дрона к персональному компьютеру или другим устройствам.

Под дроном размещается датчик для измерения уровня химических веществ в воздухе, которое в нужный момент может быть сброшено с дрона. Датчик сделает все нужные замеры в воздухе и передаст информацию пожарникам.

В целях безопасности, а так же легкого обнаружения в пространстве с плохой видимостью, дрон оснащен светодиодными подсветками на корпусе и посадочных ножках.

Дрон имеет динамик, который находится в нижней части корпуса.

7. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Personal flying vehicle, inspirace.

Zdroj: <https://www.instagram.com/tedoradze.giorgi/?hl=ru>

Příloha 2: Sparv Concept Drone, inspirace.

Zdroj: <https://www.instagram.com/p/Bg5ttxHBPJD/?hl=ru&taken-by=design101trends>

Příloha 3: Collection of Forms 2011 by George Yoo at Coroflot.com, inspirace.

Zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/111182684536390422/>

Příloha 4: Syma X12S Mini Nano 6-Axis Gyro 4 Channel RC Quadcopter , inspirace.

Zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/111182684536387816/>

Příloha 5: Collection of Forms 2011 by George Yoo at Coroflot.com, inspirace.

Zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/111182684536382773/>

Příloha 6: Imagine transport in next 30 years, inspirace.

Zdroj: <https://www.behance.net/gallery/8024403/Skoda-Neue>

Příloha 7: Vývojové skici. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 8: Vývojové skici. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 9: Vývojové skici. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 10: Vývojové skici. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 11: Vývojové skici. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 12: 3D tisk. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 13: Vizualizace. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 14: Vizualizace. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 15: Vizualizace. Zdroj: vlastní obrázek

Příloha 1

Personal flying vehicle, inspirace.

Zdroj: <https://www.instagram.com/tedoradze.giorgi/?hl=ru>



Příloha 2

Sparv Concept Drone, inspirace.

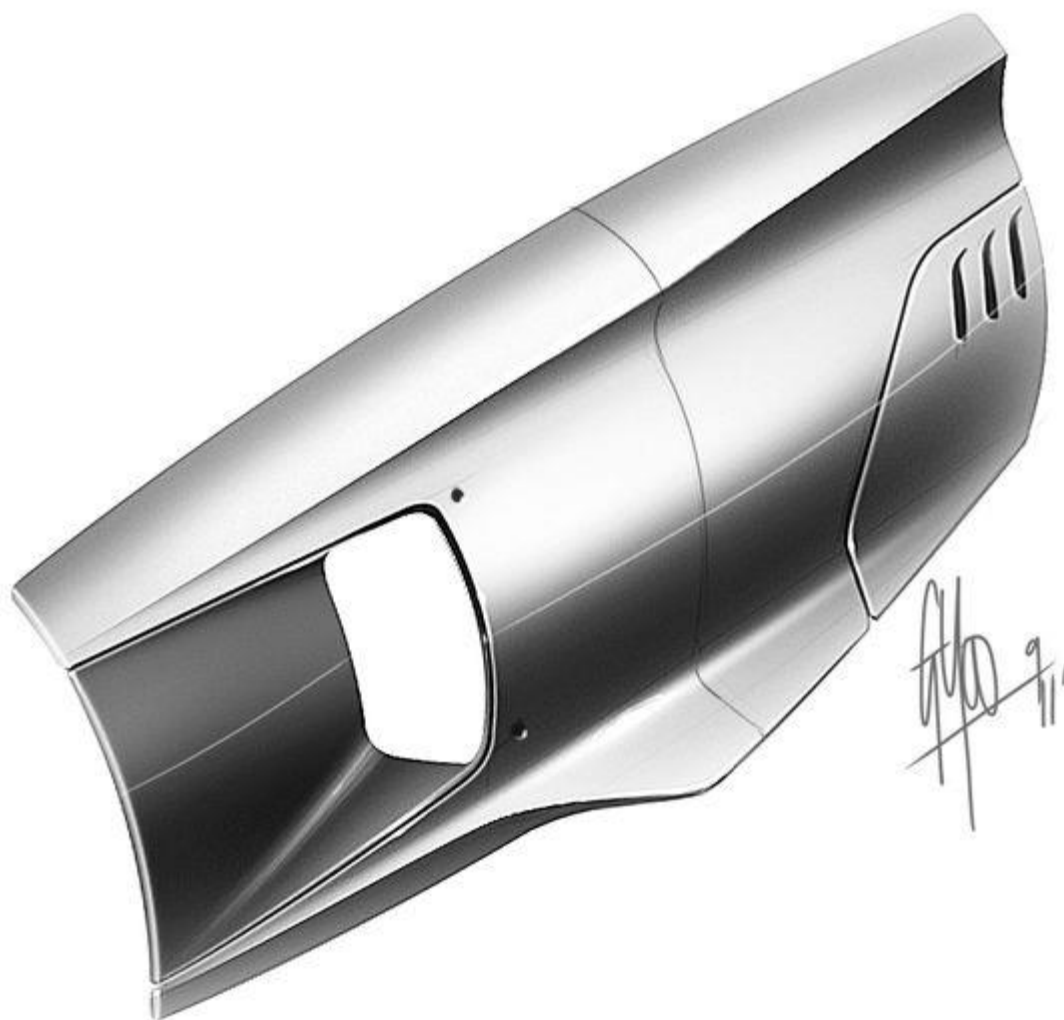
Zdroj: <https://www.instagram.com/p/Bg5ttxHBPJD/?hl=ru&taken-by=design101trends>



Příloha 3

Collection of Forms 2011 by George Yoo at Coroflot.com, inspirace.

Zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/111182684536390422/>



Příloha 4

Syma X12S Mini Nano 6-Axis Gyro 4 Channel RC Quadcopter
, inspirace.

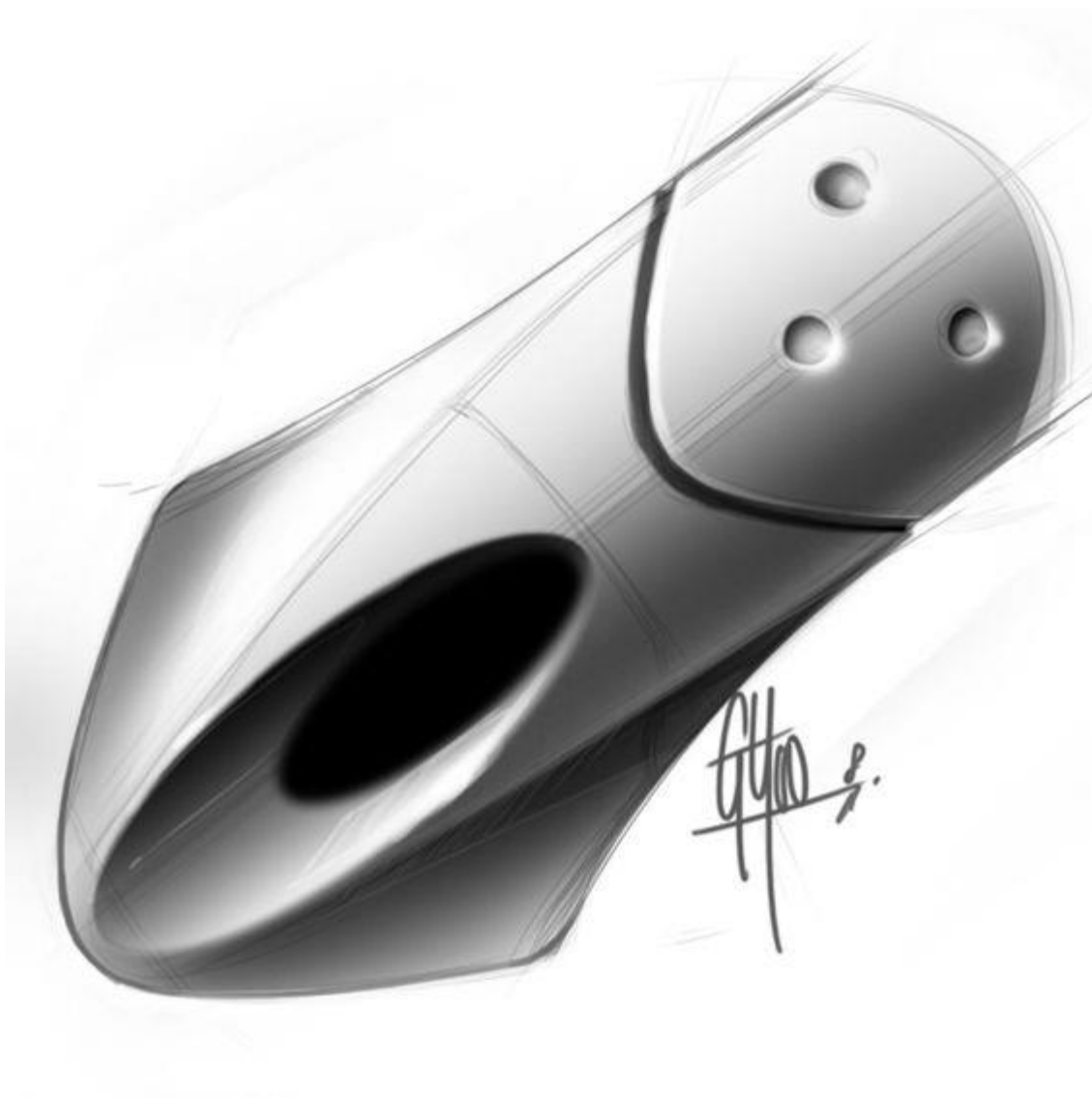
Zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/111182684536387816/>



Příloha 5

Collection of Forms 2011 by George Yoo at Coroflot.com, inspirace.

Zdroj: <https://cz.pinterest.com/pin/111182684536382773/>



Příloha 6

Imagine transport in next 30 years, inspirace.

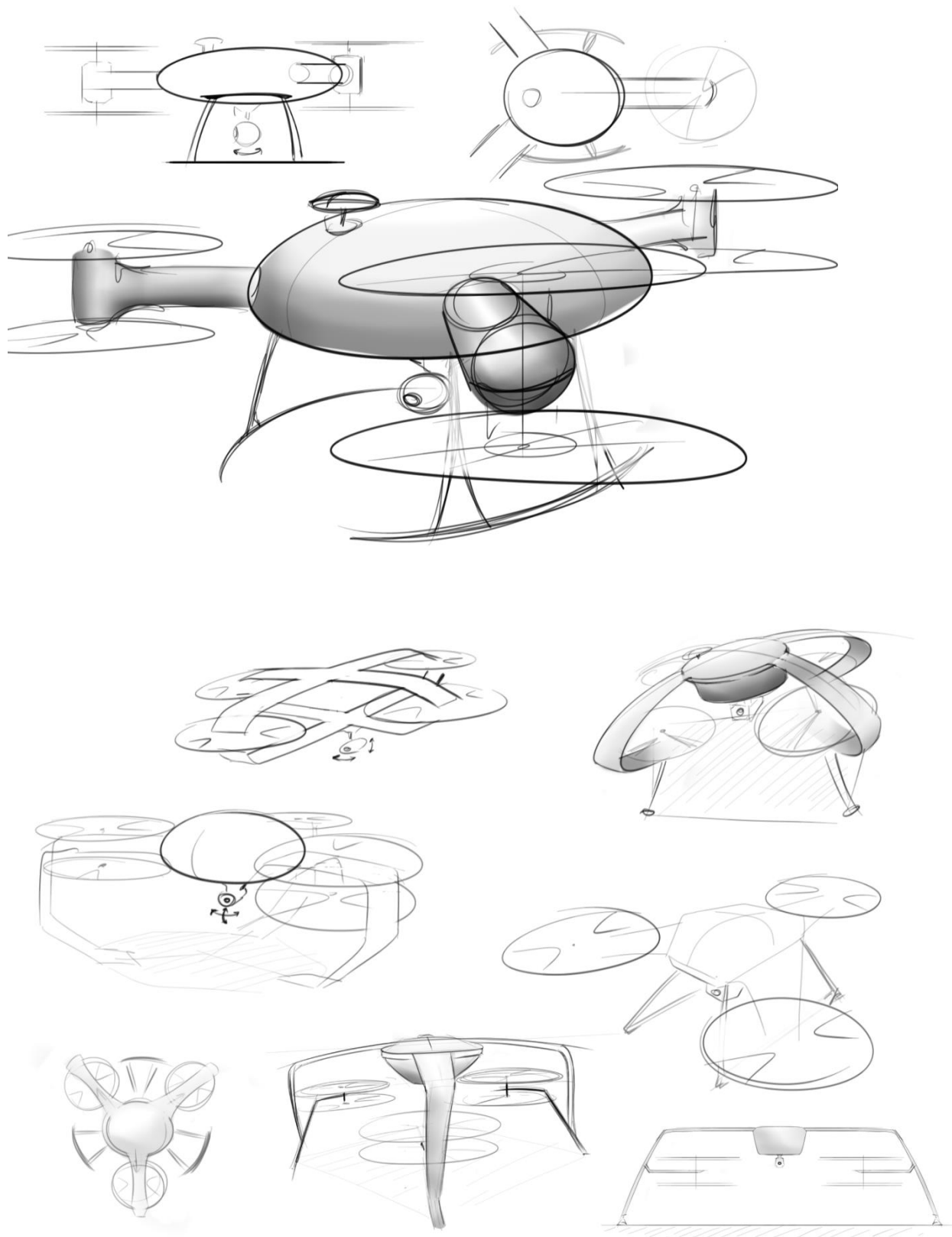
Zdroj: <https://www.behance.net/gallery/8024403/Skoda-Neue>



Příloha 7

Vývojové skici.

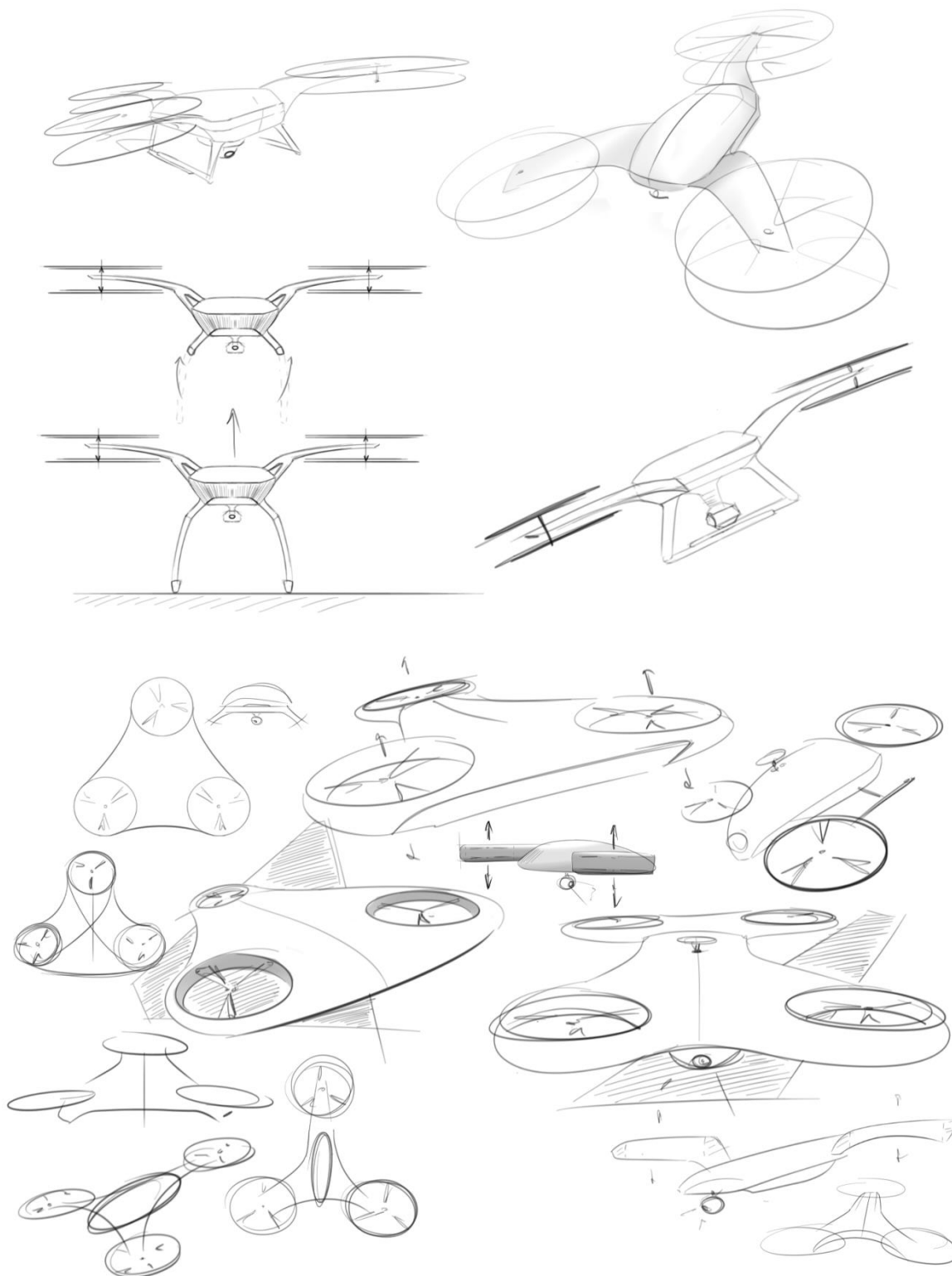
Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 8

Vývojové skici.

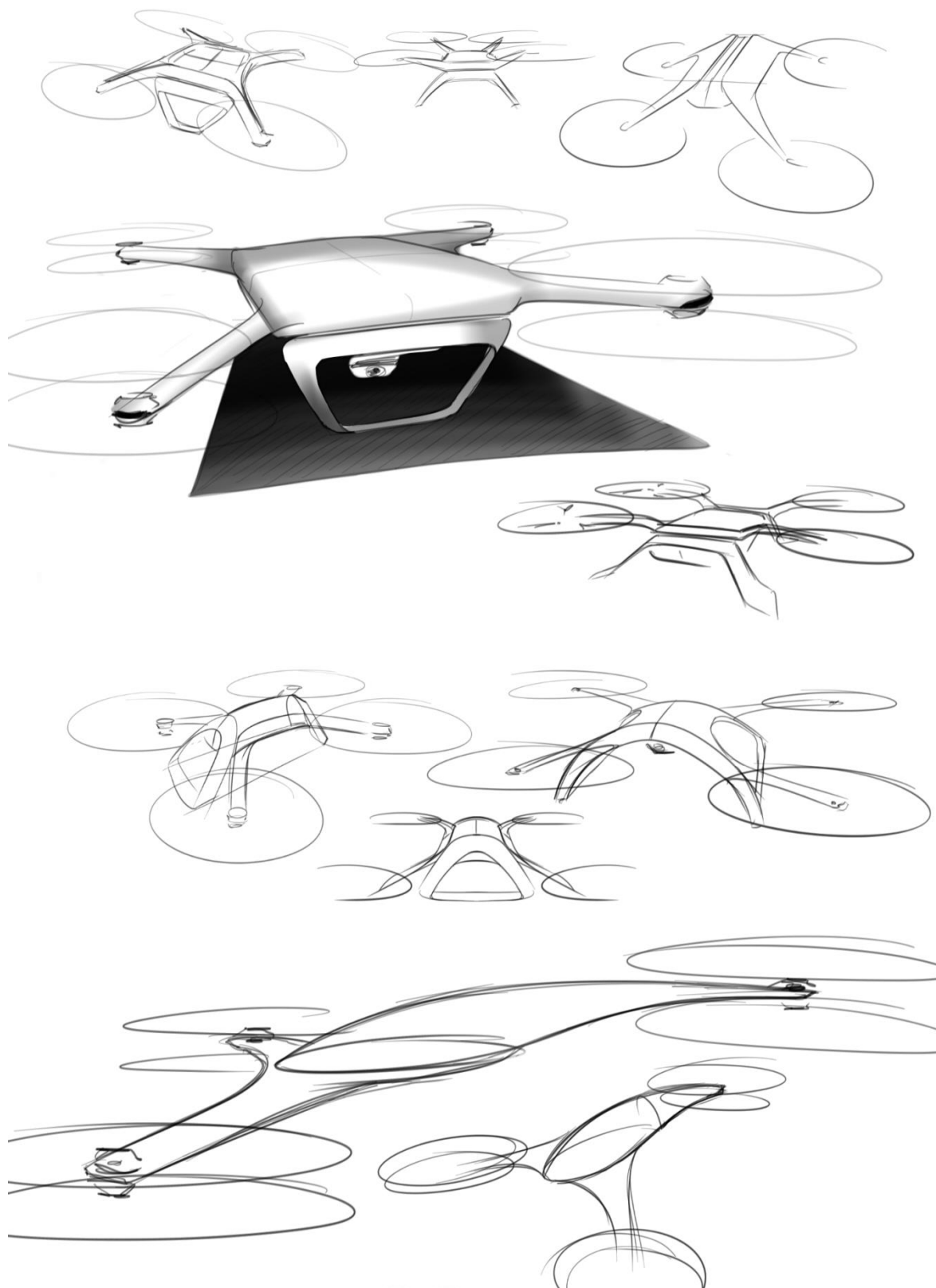
Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 9

Vývojové skici.

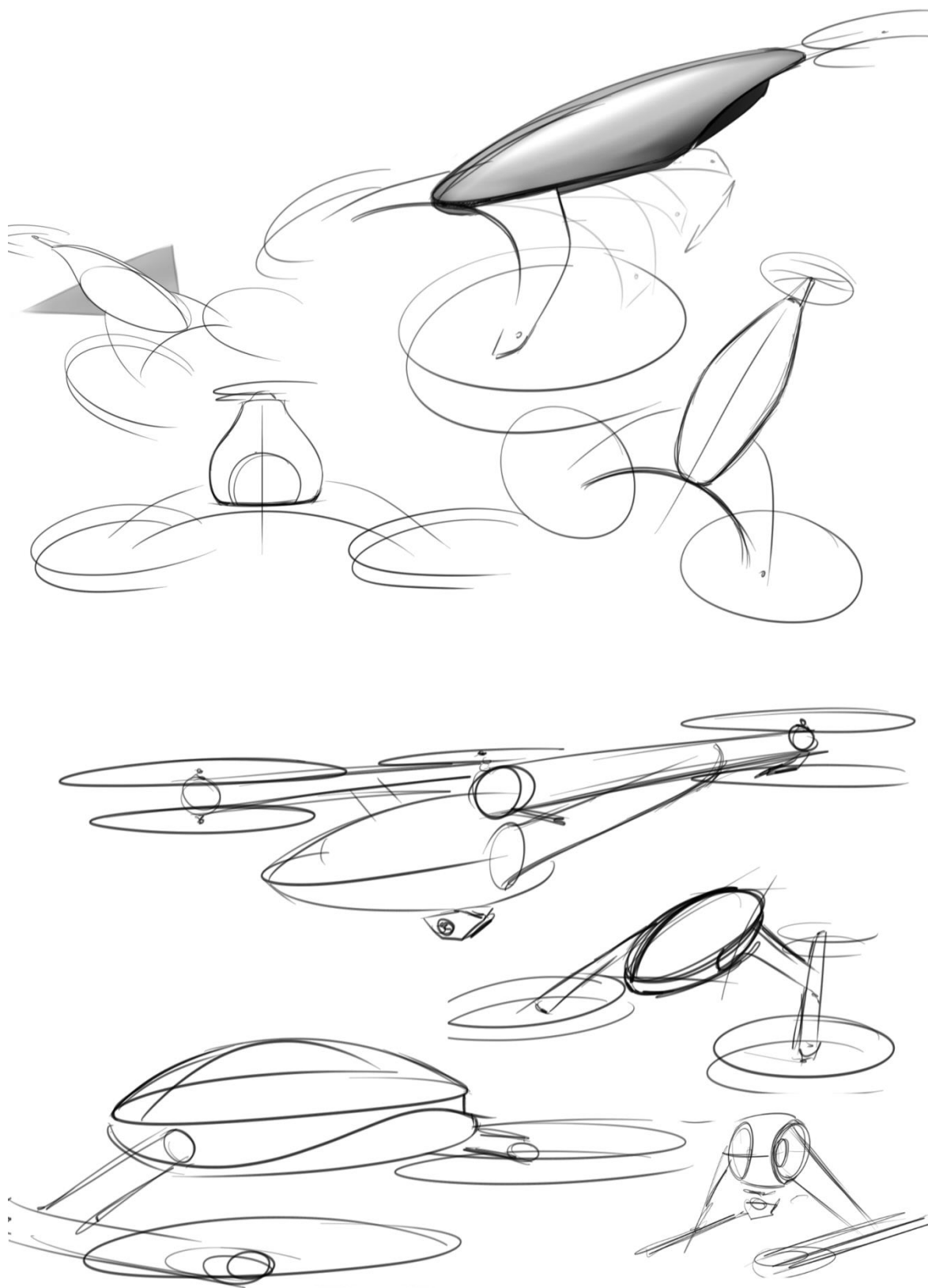
Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 10

Vývojové skici.

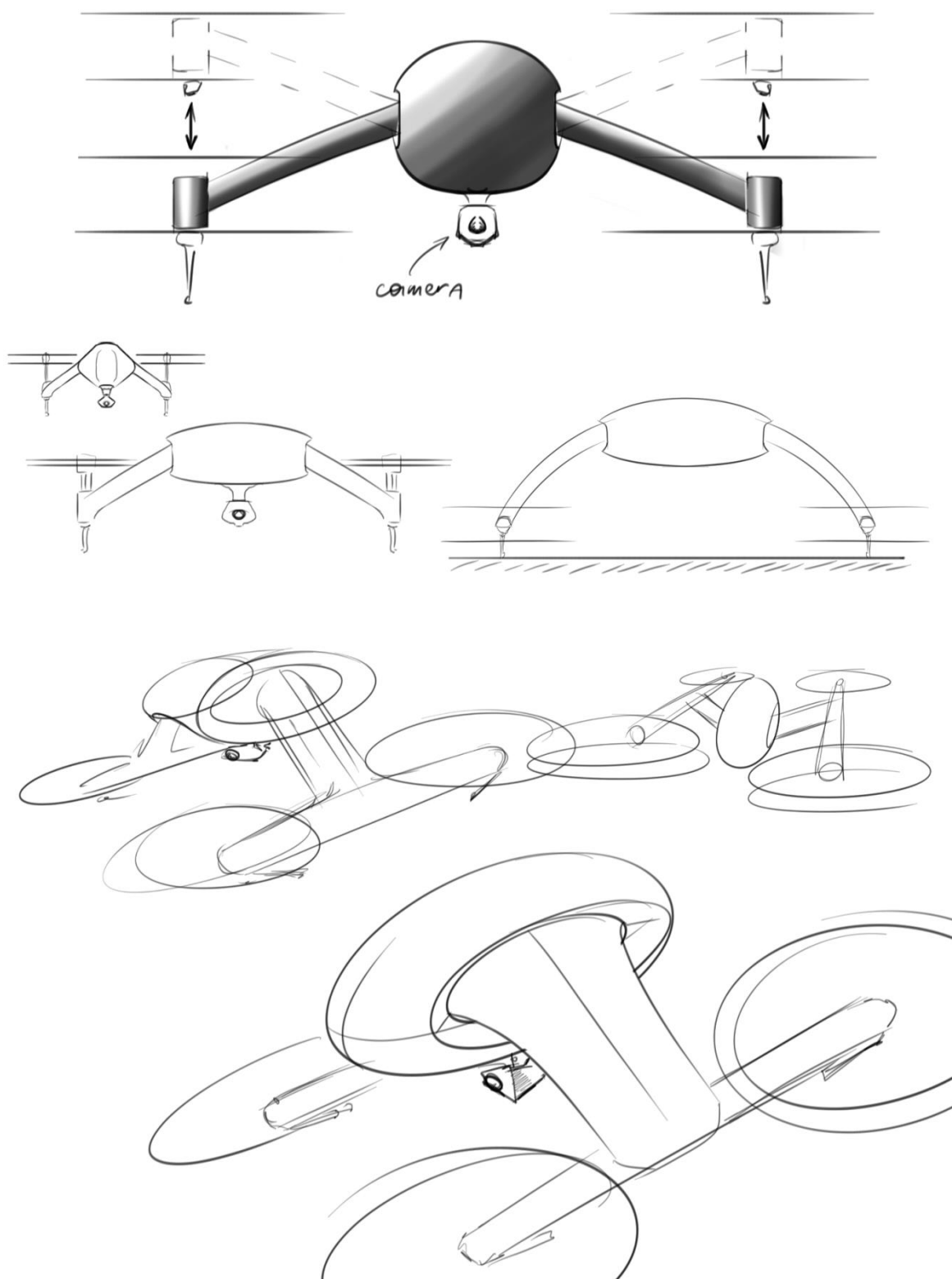
Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 11

Vývojové skici.

Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 12

3D tisk

Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 13

Vizualizace

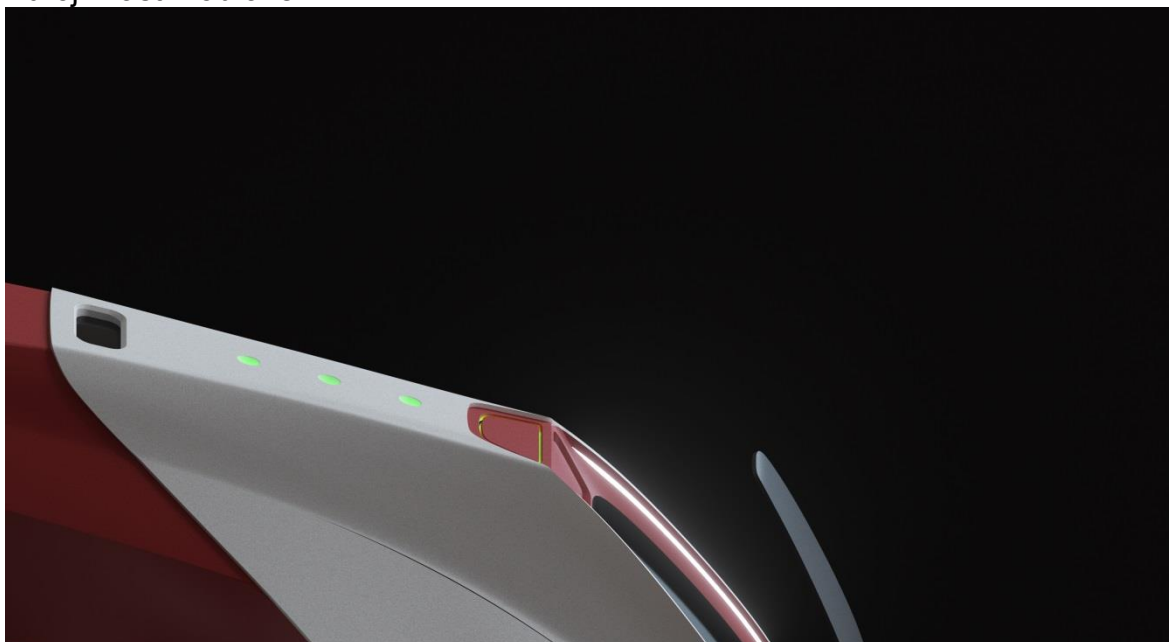
Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 14

Vizualizace

Zdroj: vlastní obrázek



Příloha 15

Vizualizace

Zdroj: vlastní obrázek

