



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 RUČNÍHO ANEMOMETRU

DESIGN OF HANDHELD ANEMOMETER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Radka Valentová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Studentka:	Radka Valentová
Studijní program:	Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	akad. soch. Josef Sládek, ArtD.
Akademický rok:	2021/22

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 ručního anemometru

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o přenosný typ přístroje k měření rychlosti proudění a objemového průtoku větru a teploty vzduchu v reálném čase. Je určen pro exteriér i vnitřní prostory. Používá se u některých sportů (letectví, jachting) i ve sféře profesionálního měření v oblasti vytápění a větrací techniky. Žádoucí je přiměřeně robustní vzhled.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je koncepční design anemometru s organicky propojeným tělem, větrnou turbínkou, ovladači a LCD displejem. Předpokládána je sériová výroba s využitím plastových vylisků, napájením bateriemi a integrovaným závitem pro upevnění na stativ.

Díličí cíle bakalářské práce:

- identifikovat hlavní designérské přístupy a charakteristické prvky ručních anemometrů,
- reflexe větrného živlu v tvarové koncepci,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a vyrobiteľnosť návrhu.

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

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

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

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.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

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

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.

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.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

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

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá designem ručního anemometru. Jako hlavní problémy jsou zde řešeny jednoduchost ovládání při užívání, tvarování za účelem jistějšího ale zároveň ergonomického úchopu, návaznost tvaru anemometru v souvislosti s vrtulkou a ostatními částmi. Design by měl splňovat ergonomické i estetické požadavky.

Celkové řešení tvarování produktu je jednoduché a funkční. Ruční anemometr má širokou škálu využití a kromě sportovních a rekreačních aktivit je možné ho používat i v jiných odvětvích.

KLÍČOVÁ SLOVA

vrtule, držení, ruční, otvor

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the design of a handheld anemometer. The main issues addressed are the ease of operation during use, the shaping for a more secure but ergonomic grip, the coherence of the shape of the anemometer in relation to the propeller and other parts. The design should meet both ergonomic and aesthetic requirements.

The overall design of the shaping of the product is simple and functional. The handheld anemometer has a wide range of applications and can be used in other sectors besides sports and recreational activities.

KEYWORDS

propeller, holding, handheld, hole

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VALENTOVÁ, Radka. *Design ručního anemometru* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140097>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí práce Josef Sládek.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěla poděkovat zejména svému vedoucímu práce panu akad. soch. Josefovi Sládkovi, ArtD., za všechny jeho cenné rady a připomínky, které moji práci navedly správným směrem. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Václavu Lazarovi za praktickou ukázkou anemometrů a poskytnutí informací v průběhu navrhování.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně, pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka, ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

TITULNÍ STRANA	1
ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE	3
ABSTRAKT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
ABSTRACT	5
KEYWORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	7
PODĚKOVÁNÍ	9
PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE	9
OBSAH	
1 ÚVOD	14
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
2.1 Designérská analýza	15
2.1.1 Historie vývoje	15
2.1.2 Příklady produktů	17
2.2 Technická analýza	26
2.2.1 Vnější popis přístroje	26
2.2.2 Vnitřní popis přístroje a princip fungování	28
3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	30
3.1 Analýza problému	30
3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	30
3.3 Cíl práce	30
3.4 Cílová skupina	31
3.5 Základní parametry a legislativní omezení	31
3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena	31
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	32

4.1	Varianta č. 1	32
4.2	Varianta č. 2	33
4.3	Varianta č. 3	35
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	36
5.1	Inspirační zdroje tvarového řešení	36
5.2	Vývoj tvarového řešení	37
5.3	Výsledné tvarové řešení	37
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	39
6.1	Popis a rozměry	39
6.2	Vnitřní mechanismy a komponenty	40
6.3	Materiálové řešení a konstrukce	40
6.4	Ergonomie	42
6.4.1	Způsob držení	42
6.4.2	Způsob ovládání	43
6.4.3	Displej	43
6.5	Bezpečnost a hygiena	44
6.6	Udržitelnost	44
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	45
7.1	Barevné řešení	45
7.2	Grafické řešení	47
8	DISKUZE	48
8.1	Psychologická funkce	48
8.2	Sociální funkce	48
8.3	Ekonomická funkce a cenová hladina	48
8.4	Marketingová analýza	49
9	ZÁVĚR	50
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	51
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	53
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	54

1 ÚVOD

Vítr je jev, který popisuje pohyb vzduchu. Je způsoben pohybem vzduchu z míst s vysokým nebo nízkým tlakem. Rychlost proudění větru lze určit odhadem, a to vizuálně podle následků, které způsobuje (pohyb prachovým a jiných částic, kouře, stromů apod.). Následně je možné výsledky srovnat s Beaufortovou stupnicí síly větru. Autorem této stupnice je anglický admirál Francis Beaufort mezi lety 1805-1808. Stupnice vychází z účinku síly větru na počet plachet fregaty. V dnešní době se používá třináctidílná stupnice, která popisuje následky přízemního větru na pevnině. [1] [2]

Přesně se rychlost proudění určuje anemometry. Název tohoto přístroje je odvozen ze slova *anemos*, které pochází z řečtiny a znamená *vítr*. Rychlost větru se měří nejčastěji v m/s. Tato jednotka je základní jednotkou soustavy SI a také je doporučena Světovou meteorologickou organizací. [1] [3]

Ruční anemometry se používají jak pro vnitřní, tak venkovní měření. Využití mají při sportovních aktivitách souvisejících s větrem jako je paragliding, jachting nebo letectví, ale i v profesionální sféře při měření vzduchotechniky, kontrole ventilačních podmínek apod.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

2.1 Designérská analýza

2.1.1 Historie vývoje

V roce 1450 italský architekt Leon Alberti vynalezl první anemometr. Od svých prvotních návrhů z 15. století se anemometr téměř nezměnil. Stále se využívá mechanického pohybu nějakého nástroje, u kterého se měří jeho rychlost pohybu a tato informace se poté překládá do číselných hodnot.

V roce 1846 konstrukci zdokonalil John Robinson pomocí čtyř polokulovitých kloboučků nastavených tak, aby se otáčely kolem vodorovné osy. Ty následně otáčely mechanickými kolečky.

John Patterson v roce 1926 navrhl anemometr pouze se třemi kloboučky a v roce 1935 ho vylepšili Brevoort a Joiner. Jejich vylepšení spočívalo ve změně počtu kloboučků a jejich konstrukci tak, aby se výrazně snížila chyba měření.

V roce 1991 Derek Weston přidal anemometru další funkci, aby kromě rychlosti větru dokázal určit i jeho směr. Anemometr tak poskytoval o informaci navíc, aniž by se jeho konstrukce podstatně změnila.

Sonický anemometr byl vyvinut v roce 1994 a zásluhu na tom má Dr. Andrews Pflitsch. Funguje na základě měření zvukových vln, které se šíří mezi dvojicí snímačů.

Mezi další pokroky v konstrukci anemometrů patří anemometr s horkým drátem a nejnovější laserový Dopplerův anemometr. [4] [5]



obr. 2-1 Robinsonův kříž z roku 1846 [6]

2.1.2 Příklady produktů

Vrtulový anemometr BA06

Kompaktní mini model BA06 je jeden ze tří modelů vrtulových anemometrů firmy TROTEC. Je vhodný pro nekomplikované měření, ideální pro sportovní a rekreační aktivity spojené s větrem, jako je jachting, paragliding nebo surfování. Lze variabilně přepínat mezi mnoha jednotkami, protože pro různé aktivity jsou vhodné různé jednotky měření. Osvětlení displeje je řízeno čidlem a automaticky se aktivuje při špatných podmínkách. Vrtule je magnetická a šetří energii.

Cenově se jedná o dostupný produkt (do 1000,- Kč). Na trhu nalezneme i dostupnější mini anemometry pro rekreační měření, jsou za to ale méně kvalitně zpracované a většina nepřesně měří.

Tvarové i barevné řešení vyvolává dojem, že tělo a vrtule k sobě nepatří. Tvarové řešení není plynulé. Hranaté tělo se skládá z různorodých bezúčelných zešikmení. Zešikmení naznačují tvar šipky, která je sice součástí loga, ale při použití v daných místech neslouží žádnému účelu. Na bocích a ze zadní strany krytu jsou znázorněny šipky směrem od vrtule. Toto znázornění má opodstatnění pouze na krytu, jelikož zde naznačuje, kterým směrem se kryt vysouvá. Černá vrtule na kovové tyči nesedí se žlutým tělem a jeho tmavě šedým pogumováním. S anemometrem se pracuje velmi dobře, protože se díky pogumování dobře drží, nevyklouzává z ruky a je lehký. [7]



obr. 2-2 Vrtulový anemometr BA06 [7]

Vrtulový anemometr testo 410-2

Testo nabízí jedny z nejdražších anemometrů na trhu. Model testo 410 se vyrábí ve dvou verzích (testo 410-1 a testo 410-2), které se liší jen množstvím funkcí. Druhá verze anemometru stojí přibližně 4400,- Kč a je tak téměř dvojnásobně dražší než verze předešlá. Jako vrtulový anemometr je vhodný pro rychlá kontrolní měření. Kromě vlhkosti a teploty ukazuje i pocitovou teplotu způsobenou ochlazením větrem.

Vrtule je lépe zakomponována do těla, takže produkt působí uceleněji. Kvůli uchycení krytky na vrtuli kovové ohraničení vrtule a tělo dělí hrana. Tělo je pod displejem a tlačítky zúžené pro ergonomicky lepší úchop a ovládání. Anemometr se dodává kromě krytky i s praktickým poutkem na ruku. Vrtule má průměr 30 mm a jeho hmotnost je 0,110 kg včetně krytky a baterií. Barevné řešení je tvořeno pouze kovovými prvky, černou barvou a oranžovou barvou loga firmy. [8]



obr. 2-3 Vrtulový anemometr testo 410-2 [8]

Anemometr Sleipnir

Vaavud je dánskou firmou, která poskytuje produkty k určení přesných meteorologických informací. Jejich anemometry přišly s odlišným přístupem řešení, než se běžně vyskytují na trhu. Pomocí tohoto nástroje jednoduše přeměníme náš telefon v meteorologické zařízení. Předchozí model Mjólnir, který je v podstatě kloboučkový anemometr, byl schopen určit pouze rychlost větru. Sleipnir navíc určuje i směr větru přes zabudovaný senzor, který měří rychlost rotoru a určuje směr větru porovnáním bodu maximální rychlosti se směrem kompasu. Je určen pro sportovní a volnočasové aktivity, při nichž je

velice praktický, protože nepotřebujeme celý přístroj navíc, ale pouze jeho část – vrtuli. I přes svoji velikost je velice přesný.

Tvar produktu vychází z funkce. Asymetrické zpracování lopatek má svůj důvod. Zajišťuje, že rotor mírně zrychluje, když vítr narazí na největší lopatku. Barevné řešení je jednoduché provedené v jedné barvě, (model se vyrábí v různých barevných provedeních). Sleipnir navrhl Andreas Bruun Okholm a v roce 2015 za něj získal ocenění Red Dot Design. [9] [10]



obr. 2-4 Anemometr Sleipnir [10]

BA30WP anemometr s horkým drátem

Model BA30WP je dalším typem anemometru firmy TROTEC. Jedná se o anemometr s horkým drátem, který umožňuje měření přes mobilní aplikaci. Termální anemometry jsou vhodné pro přesné stanovování hodnot, protože jsou velice citlivé. [11]

Anemometr s horkým drátem funguje na principu měření změny odporu drátu a interpretace této změny jako rychlosti proudění plynu. Elektricky zahřátý drát je umístěn do proudícího plynu a zde dochází k přenosu tepla z drátu do plynu. V důsledku toho se sníží teplota drátu a tím se mění i odpor drátu. Tato změna odporu vodiče se stává měřítkem rychlosti proudění. U vrtulových anemometrů musí lopatka překonat počáteční tření, než se začne otáčet a zpětné odpory jsou tak vyšší u vrtulových než u anemometrů s horkým drátem. [12] [13]

Délka sondy je nastavitelná a zaručuje flexibilitu využití. Je ideální pro měření v těžce dostupných místech jako jsou ventilační systémy.

Všechny anemometry firmy TROTEC mají stejné tvarosloví a stejné barevné provedení. Rukojeť je provedena ve žluté barvě s černým pogumováním na bocích. Má jednoduchý tvar vycházející ze zaobleného kvádru. Uprostřed se nachází tlačítko pro zapnutí a světelná dioda, která nám signalizuje ono zapnutí. Anemometr se automaticky vypíná. [11]



obr. 2-5 BA30WP anemometr s horkým drátem [11]

Anemometr testo 405

Anemometry s horkým drátem jsou ve většině případů propojené s odečítacím zařízením kabelem nebo bezdrátově s telefonem. Testo 405 má držák, výsuvný až do 300 mm, rovnou spojen s odečítacím zařízením s dostatečně velkým displejem. Právě kvůli dostatečné velikosti displeje je zvolen odlišný tvar těla, protože rukojeť samotná by velikostně nestačila.

Kvůli odlišnému tvaru těla se změnila i ergonomie úchopu. Měření je velice intuitivní a díky flexibilnímu kloubu snadné a spolu s podsvíceným displejem zaručuje bezproblémové odečítání hodnot. Úchop si pro danou situaci můžeme přizpůsobit podle sebe. Tvar anemometru výborně plní svoji funkci a celkově je anemometr velice praktický. Tělo má jednoduché tvarové řešení, ale i přes tuto jednoduchost na těle převládá jistá přetvarovanost a bezúčelné hrany, které nijak nezlepšují ergonomii. Na vrchní hraně se nachází tlačítko pro zapnutí. Umístění tlačítka nad displejem není z praktického hlediska vhodné, protože prstem překrýváme displej. Pokud ale tlačítko slouží pouze k zapnutí/vypnutí, překrývání displeje v okamžiku používání nevadí.

Tělo je tvořeno z plastu, a to lesklým šedým podkladem, který imituje kov a je orámované matným černým okrajem. Podklad je doplněn o oranžové logo firmy. [14]



obr. 2-6 Termo-anemometr testo 405 [14]

Analogový anemometr Biral

Kloboučkový analogový anemometr je spolehlivý a je snadné ho používat pro přímé měření větru. Cena analogových anemometrů se pohybuje kolem 7000,- Kč. Tento typ anemometru má oproti vrtulovému anemometru značnou výhodu. Při měření na otevřeném prostranství nedochází k nepřesnostem kvůli natočení vrtule vzhledem ke směru větru.

Celkové zpracování je jednoduché bez zbytečných hran. Rukojeť je válcová, a lehce uchopitelná. Na ní je umístěna vrtule s kloboučky, která je spojena se stupnicí. Pro barevné řešení byla zvolena pro jeho jednoduchost pouze černá barva. Nevýhodou oproti digitálnímu anemometru je odečítání naměřené hodnoty a to zejména kvůli nečitelnosti v nepříznivých podmínkách kvůli malé velikosti stupnice, žádnému podsvícení a nemožnosti hodnotu podržet a následně přečíst. [15]



obr. 2-7 Mechanický anemometr Biral [15]

Ruční anemometr Windy

Anemometr Windy je určen k měření větru na lodích nebo k jiným aktivitám u vody, a je proto vodotěsný. K měření využívá vrtuli s třemi kloboučky připevněnou k rotoru a naměřené hodnoty jsou odečítány z podsvíceného displeje.

Pro barevné řešení byla zvolena tmavě modrá barva pro vrtuli a šedá barva pro tělo anemometru. Anemometr by mohl mít konkrétně v tomto případě pogumování, disponovat poutkem nebo mít držení přístroje jinak zajištěné, protože při měření na lodi bude vykluzování z ruky pravděpodobnější než na souši. [16]



obr. 2-8 Ruční anemometr Windy [16]

Voltcraft anemometr s trubicí

Anemometr s pitotovou trubicí měří průtok a rychlost větru na základě rozdílů tlaků. Jsou vhodné pro ventilační a klimatizační systémy. Tento model používá prandtl-pitotovou trubicí, která umožňuje měření zpětného tlaku. Tělo anemometru v černé barvě je elegantně tvarované.

Pro celé barevné řešení byly zvoleny z většiny černá a bílá barva. Pouze tlačítko zapínání je v červené barvě. Černé tělo má v dolní polovině lehce zakřivený bílý okraj, který podporuje optické zúžení v této části a zároveň upozorňuje na to, kde se přístroj uchopuje. [17]



obr. 2-9 Voltcraft anemometr s trubicí [17]

Skywatch anemometr Eole

Eole je vrtulový anemometr, který má vrtuli otáčející se v horizontálním směru jako kloboučkový anemometr. Změnou osy otáčení odpadá hlavní nevýhoda vrtulových anemometrů – nepřesnost kvůli natočení vrtule. Jelikož se ale jedná o malou kapesní verzi, vrtule bude i přesto měřit zkresleně. Model přichází s praktickou krytkou na vrtuli a měří momentální, maximální a průměrnou rychlost větru. Tělo vychází z válcového tvaru a je jednoduše uchopitelné. Tlačítka jsou neprakticky umístěna nad displejem, jelikož si při jejich používání kryjeme displej. [18]



obr. 2-10 Skywatch anemometr Eole [18]

2.2 Technická analýza

Vrtulový anemometr je přístroj určený k měření rychlosti proudění využitím jeho kinetické energie. Rychlost otáčení lopatek je úměrná rychlosti proudění. Jeho hlavním prvkem je vrtule s lopatkami. Rozsah střední rychlosti pro použití ve vzduchu je 2-50 m/s. Anemometry se pro přesné měření kalibrují. Odchylka natočení roviny, ve které se vrtule otáčí od jmenovité hodnoty o $\pm 10^\circ$ způsobuje chybu maximálně 1 %. Jestliže se hustota plynu při měření liší od hustoty plynu při kalibraci, skutečná hodnota rychlosti se určí z hodnoty rychlosti naměřené při této kalibraci. [19] [12]

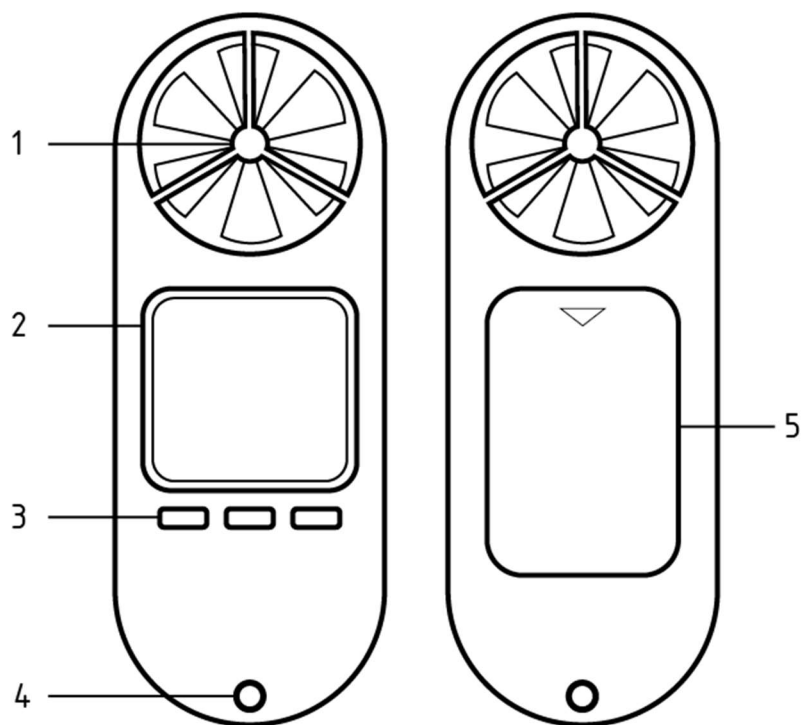
2.2.1 Vnější popis přístroje

Vrtulový anemometr se skládá ze 4-10 lehkých plochých lopatek a rukojeti. Průměr se liší na základě využití. Menší jsou vhodné pro rychlé bodové měření u vyústění vzduchu. [14]

K měření rychlosti proudění v potrubí nebo kanálech se používají vrtule s plochými lopatkami, uspořádanými pod úhlem náběhu $40-45^\circ$ ke směru proudění v rovině na něj kolmé.

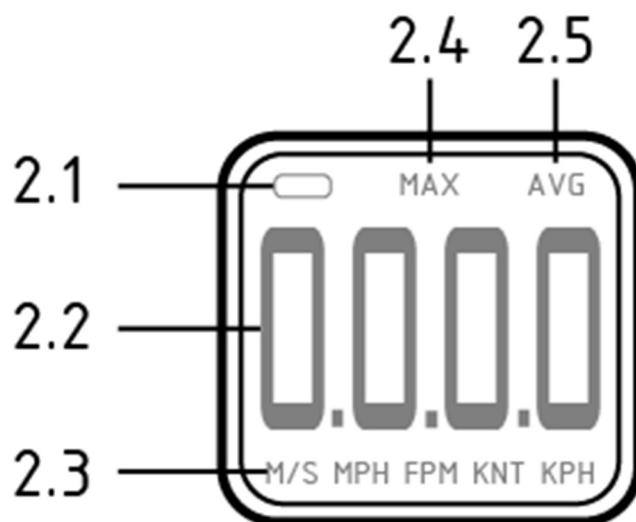
V hydraulických laboratořích se pro lokální měření používají mikrovrty o průměru 6-8 mm. [19]

V dnešní době se otáčení vrtule přenáší na speciální mechanismus nebo na elektronické počítadlo, které spočítá počet otáček za jednotku času úměrně rychlosti proudění. Dříve byla konstrukce zcela mechanická, kde bylo otáčení vrtule přenášeno na ukazatel pomocí ozubených kol. [12]



obr. 2-11 Obecný vnější popis vrtulového anemometru

1. Vrtule
2. LCD displej
3. Tlačítka pro zobrazení maximální nebo průměrné hodnoty, pro podržení naměřené hodnoty, zapnutí, osvětlení displeje, změnu jednotky
4. Oko na řemínek pro upevnění na zápěstí / jiné pojištění držení
5. Kryt prostoru pro baterii



obr. 2-12 Detail LCD displeje

2.1 Stav baterie

2.2 Naměřená hodnota

2.3 Označení používané jednotky

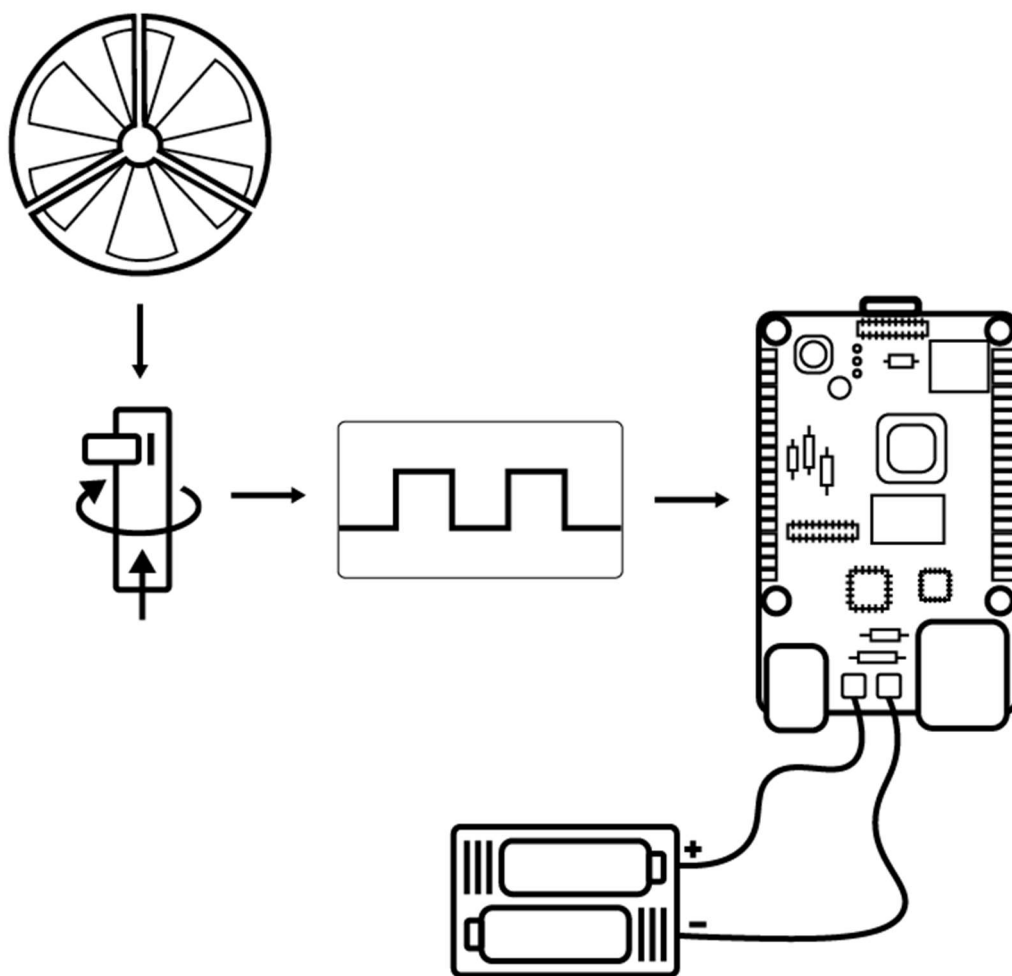
2.4 Označení maximální hodnoty

2.5 Označení průměrné hodnoty

2.2.2 Vnitřní popis přístroje a princip fungování

Vnitřní část anemometru je složena z mechanické části, která vytváří impulzy, elektronické části, která impulzy interpretuje a zdroje energie.

Mechanická část funguje na principu jednoduchého otáčkoměru, kdy otáčení anemometru vytváří elektrický impulz po pootočení. Tento impulz je pak přenášen do integrovaného obvodu, který jejich počet zaznamenává a vypočítává potřebné hodnoty, které pak můžeme zobrazit na displeji. Zdroj energie může být realizován několika způsoby, ale typicky se skládá z baterie a jednoduchého obvodu, který propojuje baterii a integrovaný obvod.



obr. 2-13 Princip funkce vrtulového anemometru

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Ruční anemometry ze střední až vyšší cenové kategorie momentálně se vyskytující na trhu jsou technicky velmi kvalitně zpracované, přesné a z hlediska ergonomie nebyly nalezeny žádné signifikantní nedostatky. Po vzhledové stránce je většina anemometrů zbytečně přetvarovaná a jejich tvarové řešení není domyšlené.

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Ruční vrtulový anemometr slouží k měření rychlosti a směru proudění. Je důležité zhodnotit výhody a nevýhody smyslu otáčení vrtule anemometru. Anemometry s vrtulí otáčející se vertikálně mají nevýhodu v nepřesnosti měření kvůli natočení vrtule vzhledem ke směru proudění. Velikost průměru vrtule rovněž ovlivňuje přesnost měření. Pro kapesní varianty anemometrů je kvůli skladnosti vhodné použít plošné tvarování, kde vertikálně se otáčející vrtule mají své využití. Kapesní varianty slouží k nekomplikovanému měření při sportovních a rekreačních aktivitách a měří hodnotu orientačně.

U anemometrů s vrtulí otáčející se v horizontálním směru nedochází k nepřesnostem měření vlivem natočení vrtule vzhledem ke směru proudění. Přesnost zde opět záleží na velikosti průměru vrtule. Vrtule otáčející se v tomto smyslu nemůže být ze stran výrazně kryta, jelikož krytí by rovněž ovlivňovalo přesnost měření. Vhodným řešením pro tuto variantu tak může být jednoduché krytí z vrchu spolu s utopením vrtule nebo krytka. Při návrhu kapesní varianty musíme zvážit, zda je pro nás důležitější skladnost nebo přesnost.

3.3 Cíl práce

Cílem této práce je spojit ty nejlepší a nejužitečnější funkce a navrhnout uživatelsky přívětivý a inovativní design vrtulového anemometru, než se momentálně na trhu vyskytuje. Tvarové řešení by mělo být jednoduché a účelné, ovládání pak intuitivní a snadné. Designem by se neměly narušit jeho schopnosti, naopak je podpořit a zlepšit. Kromě zlepšení estetického dojmu je práce zaměřena na zajištění bezpečnějšího a jistějšího úchopu při měření.

3.4 Cílová skupina

Anemometr je určen pro okamžité a nekomplikované měření. Lze ho využít v mnoha sférách. Hlavní cílovou skupinou budou surfaři, jachtaři a paraglidisti, popř. nadšenci dalších rekreačních či sportovních aktivit.

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

Rozměry, hmotnost nebo jiné technické parametry se odvíjí od účelu anemometru. Většina anemometrů je vysoká přibližně 15-20 cm, výška kapesních variant se pak pohybuje okolo 10 cm. Nízká hmotnost je žádoucí vzhledem k způsobu měření. Ta se pohybuje okolo 150 g a u kapesních variant do 150 g, ale většinou kapesní varianty váží kolem 50 g.

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

K výrobě anemometrů se používá ve většině případů ABS. Jeho nízký bod tání umožňuje použití pro vstřikování a 3D tisku. Je odolný vůči nárazům a chemické korozi, díky čemuž je ideální pro produkty používané v nepříznivých podmínkách. Mezi jeho další dobré vlastnosti patří vysoká pevnost v tahu. ABS jsou snadno obarvitelné v požadovaných odstínech. [20]

Cena se bude odvíjet od mnoha faktorů. Na rozdíl od profesionálních anemometrů se anemometry pro nekomplikované měření dají sehnat za nízkou pořizovací cenu. Ty nejlevnější produkty většinou nejsou kvalitně technicky zpracované a měří nepřesně. Další roli hraje jméno firmy. Firma s dobrým jménem si může dovolit cenu lehce nadsadit, a i přesto bude mít produkt velkou poptávku.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

4.1 Varianta č. 1

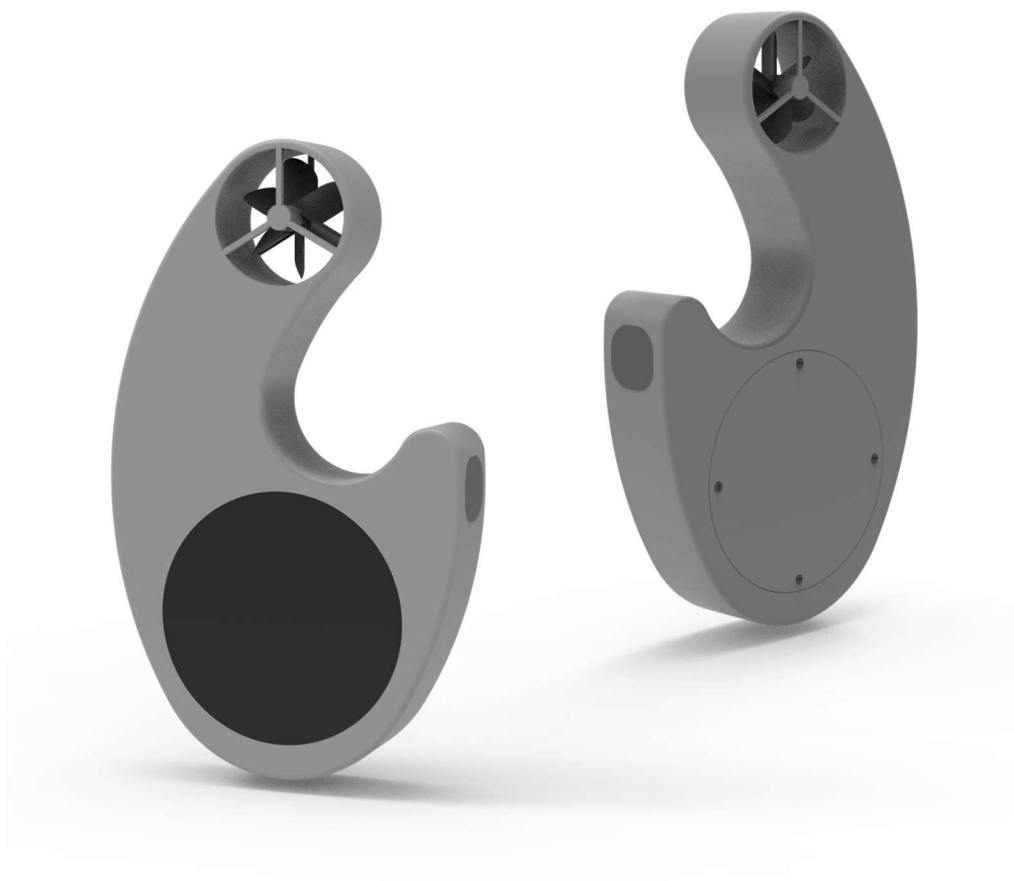
Tato varianta je zaměřena zejména na tvarovou jednoduchost a řešení přechodu rovné plochy s displejem do kruhové plochy s vrtulí. Tvar těla anemometru vychází z válcového tvaru. Vrtule tohoto modelu se otáčí v horizontálním směru. Nemůže tak být ze stran výrazně chráněna, jelikož by ochrana zkreslovala měření. Ochrana vrtule je z vrchu zajištěna krytkou a z boku jejím utopením. Pod displejem se nachází pět tlačítek. Nahoře tlačítko HOLD pro podržení právě změřené hodnoty a dole pak tlačítko na zapnutí a vypnutí. Mezi nimi jsou tři tlačítka – UNIT pro změnu jednotky, MIN/MAX pro zobrazení minimální a maximální hodnoty a tlačítko pro podsvícení displeje. Ze zadní strany je pak vysouvací kryt prostoru pro baterii. (obr. 4-1)



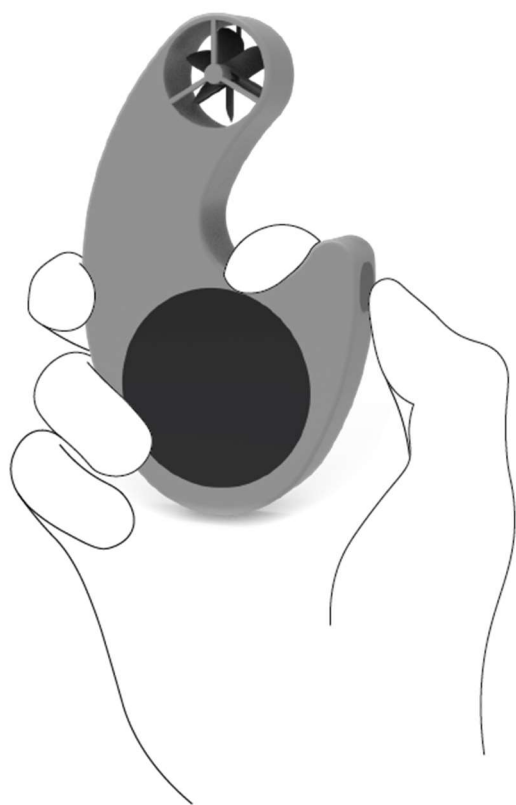
obr. 4-1 Varianta č. 1

4.2 Varianta č. 2

Varianta č. 2 je kapesní varianta. Hlavním cílem u této varianty bylo zajistit dobré držení a tvarovou jednoduchost. Aby se anemometr snadno vešel do kapsy, je zvoleno plošné tvarování. Tomu odpovídá i volba smyslu otáčení vrtule ve vertikálním směru. Ze zadní strany je kryt prostoru pro baterii připevněný šroubky, čímž je tak anemometer více odolný. Pro kapesní varianty se běžně využívá lithiová baterie a vzhledem k výkonnostní nenáročnosti nebude potřeba baterii často měnit a kryt často sundávat. Díky svému specifickému tvaru je držení jistější i přes jeho malou velikost. Prohloubení z pravé strany slouží k pojištění ukazovákem a palec tak přirozeně pokládáme z boční strany, kam bylo záměrně umístěno tlačítko. Způsob držení je znázorněn na obrázku. (obr. 4-3) Nevýhodou této varianty je možnost tohoto způsobu držení pouze v pravé ruce.



obr. 4-2 Varianta č. 2



obr. 4-3 Způsob držení varianty č. 2

4.3 Varianta č. 3

V této variantě je snaha o odlišný způsob držení, který zajišťuje jistější úchop. Tělo je ze zadní strany tvarované tak, aby držení bylo pohodlné a jisté zároveň. Otvor ze zadní strany má průměr 2 cm. (obr. 4-4). Větší tloušťka prstu znamená, že někteří uživatelé nebudou moct otvorem prostrčit celý prst. Otvor však není určen pro navlečení celého prstu ale pouze prvních dvou článků prstu, konkrétně ukazováku nebo prostředníku a zajištění úchopu. Palcem zde jako u předchozí varianty ovládáme tlačítko. Tato varianta byla vybrána jako finální a způsobu držení je věnována samostatná kapitola.



obr. 4-4 Varianta č. 3

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Z hlediska tvaru byla řešena především ergonomie a vylepšení způsobu držení a zároveň bylo cílem jednoduché tvarování pomocí čistých křivek. Dále byl brán ohled na velikost produktu vzhledem ke způsobu držení.

5.1 Inspirační zdroje tvarového řešení

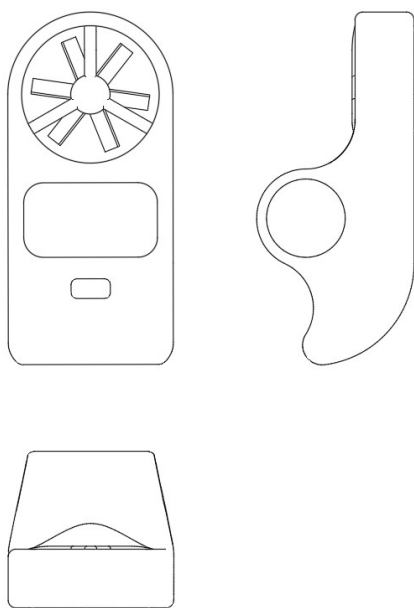
Hlavní inspirací pro tvarové řešení byly obrázky z koláže. Nachází se zde tvarové studie a produkty, které jsou nevhodně avšak ergonomicky tvarované. Díky těmto inspiračním zdrojům vznikly první návrhy.



obr. 5-1 Inspirační koláž

5.2 Vývoj tvarového řešení

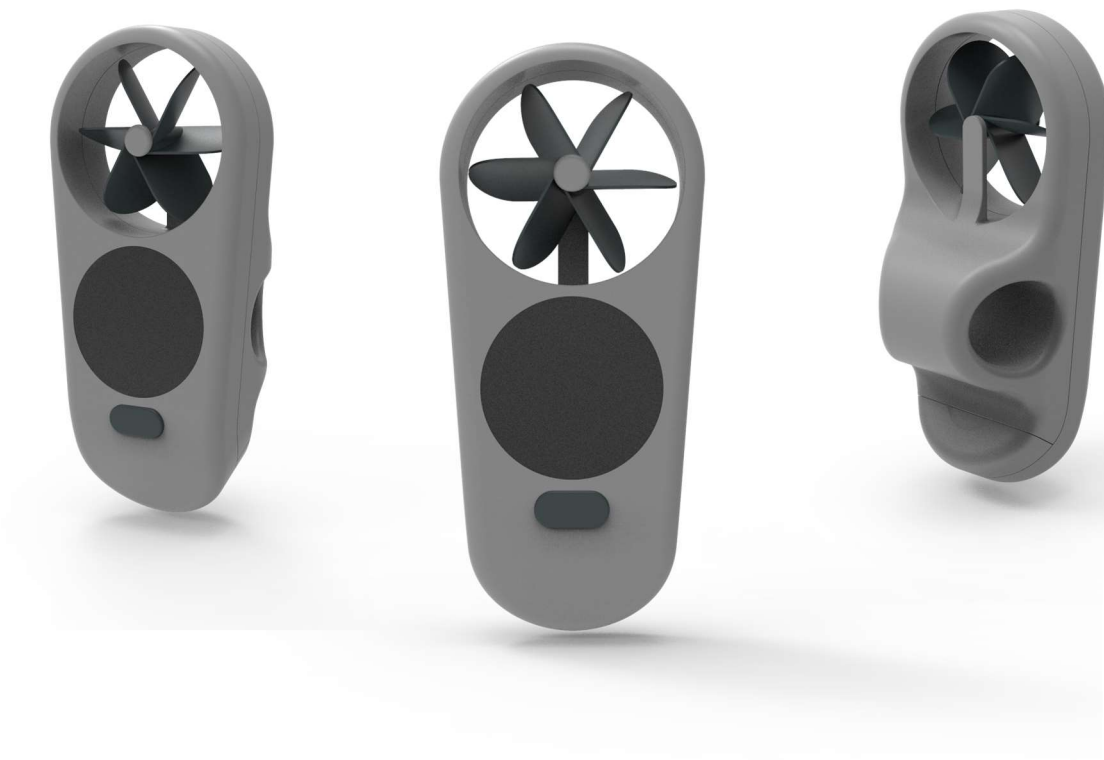
Stěžejním bodem tvarového řešení byl pojistný otvor pro prst. Celkový tvar se tak odvíjel právě od něj. Bylo nutné zvolit, pro který prst bude otvor sloužit. Nejpraktičtějším řešením bylo zvolit ukazovák, nabízel se i prostřední, ale ukazovák by poté kryl prostor za vrtulí a zkresloval tak průchod proudění, pokud ho ale neopřeme o boční stranu přístroje. Skicování bylo prokládáno reálným modelováním z claye pro ověření ergonomie. Při modelování bylo zjištěno, že část pod otvorem musí být také určitým způsobem tvarovaná, aby nabízela oporu pro prostředník/ prsteník. Palcem pak můžeme jednoduše anemometr ovládat a při měření dále zajistit.



obr. 5-2 Vývoj tvarového řešení

5.3 Výsledné tvarové řešení

U výsledného řešení zůstal zvolený způsob držení – pojištění pomocí ukazováku nebo prostředníku zasunutého do otvoru. Problémem bylo tvarování ve spodní části a nedostatečné zúžení směrem od přední k zadní části, vzhledem k tomu, že otvor má sloužit pro první dva články ukazováku. Délka otvoru byla zbytečně dlouhá. Šířka byla z předního pohledu držena stejná, ale z modelování vyšlo, že je vhodnější pro pohodlný úchop mírné zúžení směrem z vrchu dolů. (obr. 5-3)

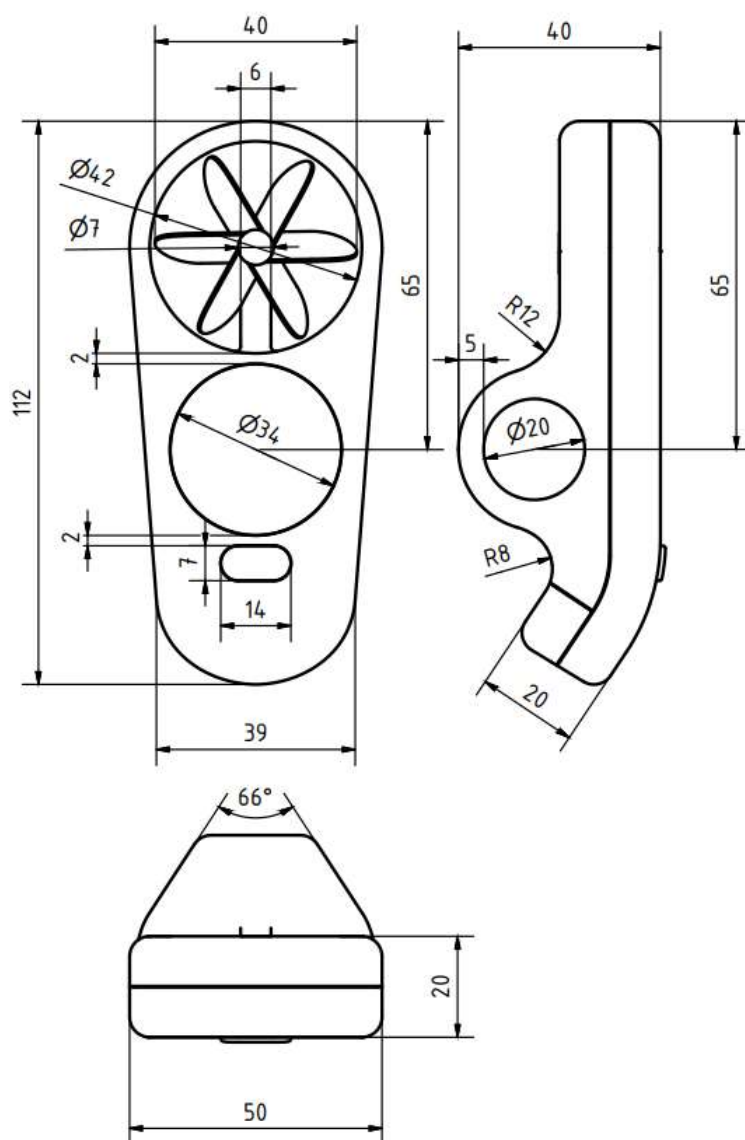


obr. 5-3 Výsledné tvarové řešení

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

6.1 Popis a rozměry

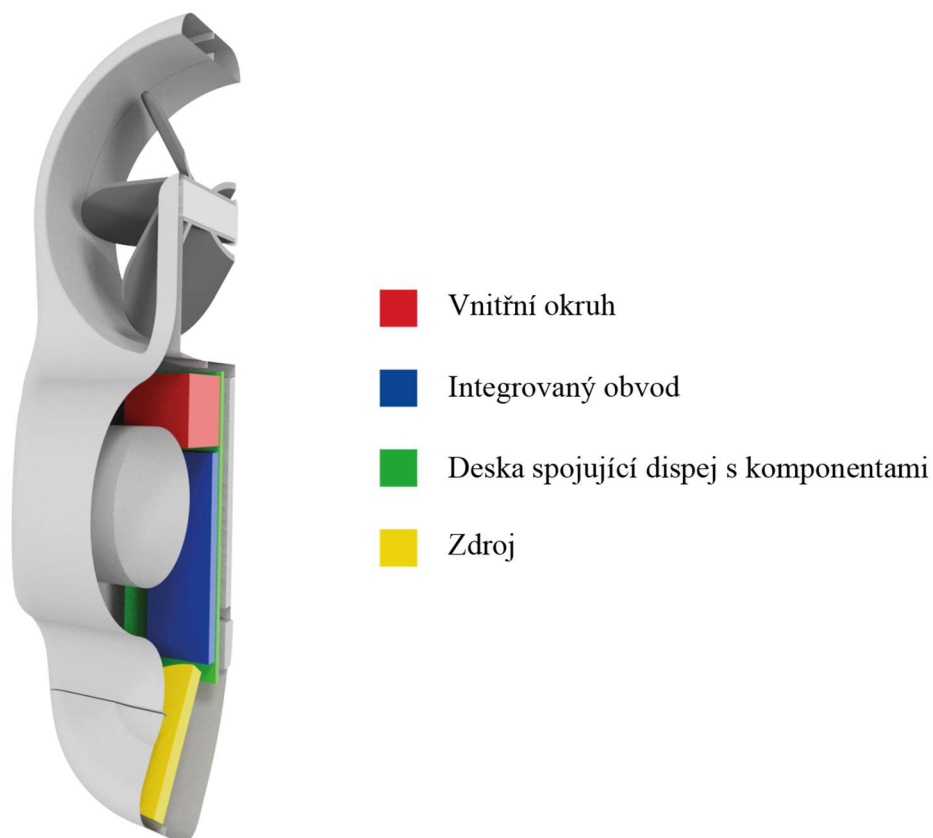
Celkové rozměry anemometru jsou (50 x 40 x 112) mm. Displej má velikost kružnice o průměru 34 mm a ovládací tlačítko má rozměry (7 x 14) mm. Další rozměry jsou zaznamenány na obrázku (obr. 6-1).



obr. 6-1 Celkové rozměry

6.2 Vnitřní mechanismy a komponenty

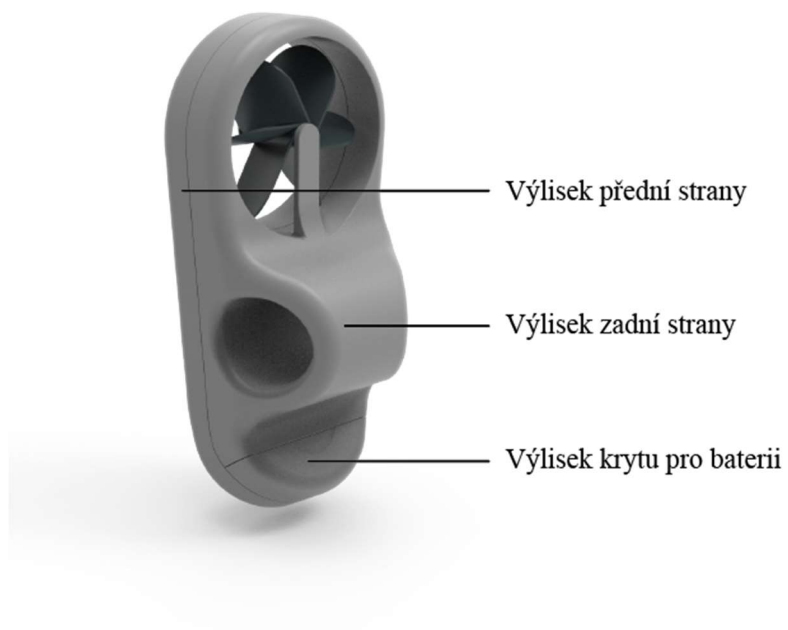
Uvnitř anemometru je umístěn integrovaný obvod, do kterého jsou z otáčení vrtule přenášeny elektrické impulzy. Zdrojem energie je lithiová baterie CR2032, která má výdrž několik let i při pravidelném používání.



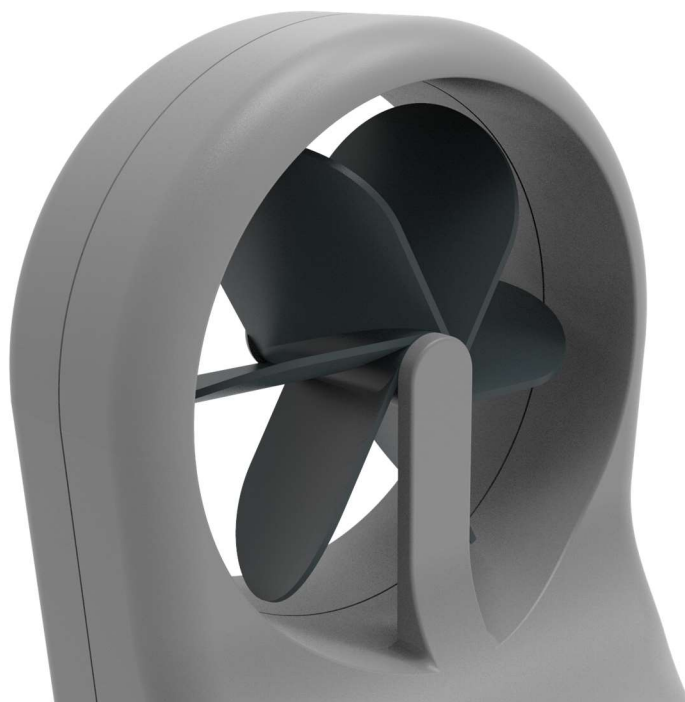
obr. 6-2 Vnitřní komponenty

6.3 Materiálové řešení a konstrukce

Předpokládána je sériová výroba s využitím plastových výlisků. Tělo je složeno ze tří výlisků – předního, zadního a krytku pro baterii. Celé pouzdro je vodotěsné. (obr. 6-3) Vrtule je nasazena na hřídel, který je z přední části zajištěn plochým válcem, aby vrtule nevypadávala. Hřídel je ukotven ve středu otvoru pro vrtuli ze zadní části pomocí jednoho paprsku. Ten se v souvislosti na navazující rádius otvoru směrem dolů rozšiřuje a zajišťuje tak větší pevnost v nejnáchylnějším bodě zlomu (obr. 6-4)



obr. 6-3 Popis výlisků



obr. 6-4 Detail rozšiřujícího se paprsku

6.4 Ergonomie

Ergonomie byla jednou z hlavních priorit řešení. Při měření je vhodné mít určitou jistotu úchopu. Ovládání anemometru je řešeno jednoduše, a to jedním tlačítkem pod displejem.

6.4.1 Způsob držení

Způsob držení je zamýšlen následujícím způsobem – otvor slouží pro zajištění ukazovákem a rádius pod otvorem pro podepření prostředníkem (obr. 6-1). Palec pak ovládá tlačítko. Pro zajištění stačí mít v otvoru ukazovák po první dva články.



obr. 6-4 První způsob držení

Druhou vhodnou možností úchopu je otvor použit pro zajištění prostředníkem, rovněž po první dva články, rádius pod otvorem pak slouží pro podepření prsteníku a ukazovák se opře o boční stěnu přístroje. Palcem tak stále můžeme ovládat tlačítko. (obr. 6-2).



obr. 6-5 Druhý způsob držení

6.4.2 Způsob ovládání

Anemometr se ovládá pomocí jednoho prvku – tlačítka umístěného pod displejem. Tlačítko přístroj zapíná i vypíná, ale zároveň jím můžeme měnit jednotku, ve které chceme měřit, smazat naměřené maximum nebo podsvítit displej. Podržením tlačítka po danou dobu volíme požadovanou funkci.

6.4.3 Displej

Displej kruhového tvaru zobrazuje dvě hodnoty – aktuální naměřenou hodnotu většími číslicemi a maximální hodnotu menšími. Na vrchu displeje je zobrazena jednotka, ve které jsou momentálně hodnoty zobrazovány – km/h, m/s, mph a knt. (obr. 6-6). Je možnost displej podsvítit při zhoršené viditelnosti.



obr. 6-6 Rozvržení displeje

6.5 Bezpečnost a hygiena

Vrtule je z bočních stran chráněna a vnořena do těla anemometru, takže nehrozí její poškození. Aby vrtule nevypadávala, je zajištěna na hřídeli plochým válcem. Lopatky vrtule jsou rovněž vyrobeny z plastu a jsou dostatečně zaoblené, takže při kontaktu s prsty nehrozí žádný úraz. Tvarové řešení bez výrazných hran spolu s plastovým povrchem zajišťují menší pravděpodobnost usazování nečistot a snadnou omyvatelnost. V případě zašpinění by se měl přístroj očistit vodou navlhčeným hadříkem a dbát na to, aby se vlhkost nedostala do krytu

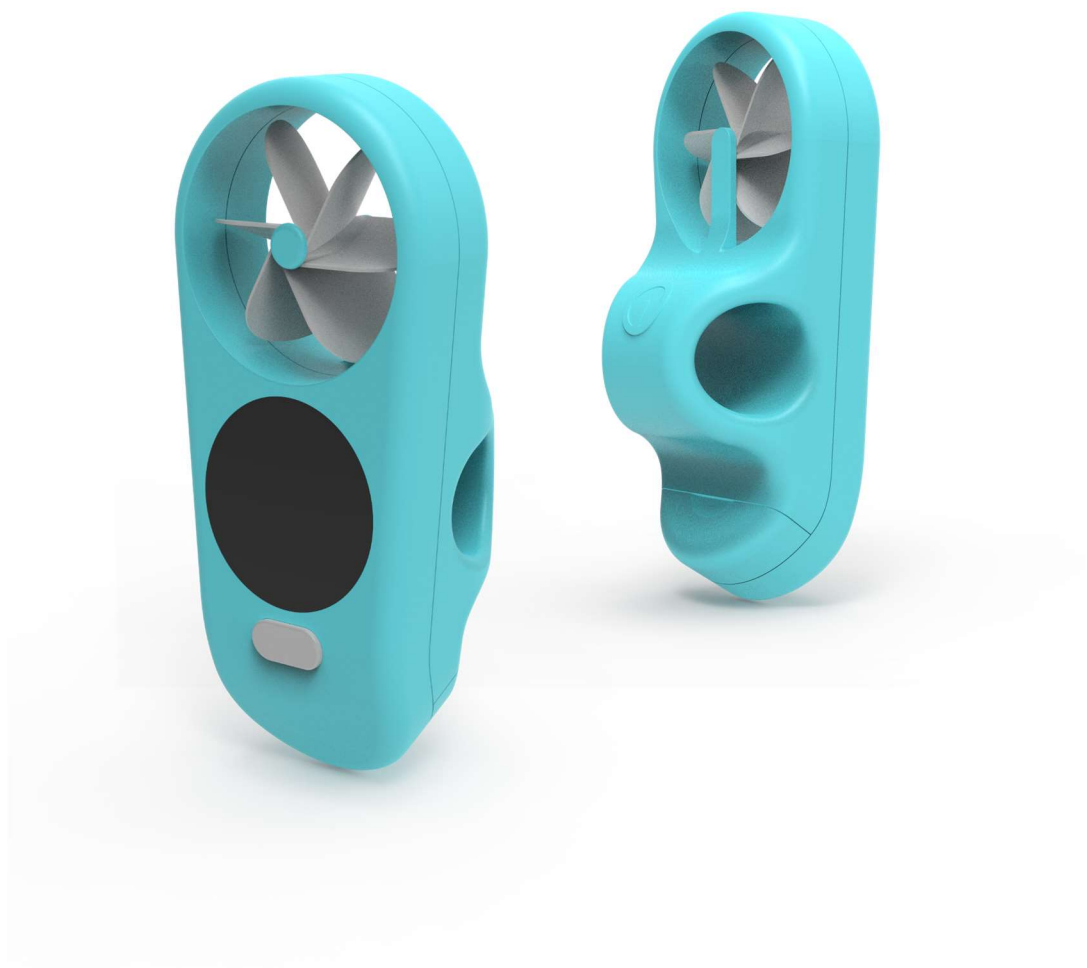
6.6 Udržitelnost

Ruční anemometr je elementární produkt s dlouhodobou využitelností i vzhledem k volbě baterie, a proto i za použití klasických plastů nezanechává velkou uhlíkovou stopu. Udržitelnost bychom mohli podpořit volbou vhodných recyklovatelných materiálů.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení






Pro finální barevné řešení těla anemometru byla zvolena světle modrá barva. Světle modrá barva byla vybrána v návaznosti na živel vzduchu, tak v návaznosti na živel vody, jelikož anemometry mají své využití u aktivit spojených s vodou – jachting, surfing apod. Modrá zde rovněž může symbolizovat oblohu, ke které anemometr při měření zvedáme. Díky světlému odstínu barvy lépe vynikne celková plastičnost těla. Světle šedá barva byla použita na funkční prvky – vrtuli a ovládací tlačítko. Barevné varianty jsou zobrazeny na obr. 7-2. a konkrétní použité barvy variant na obr. 7-3.



obr. 7-1 Finální barevné řešení



obr. 7-2 Všechny barevné varianty

	RAL 000 70 00 CMYK: 1, 0, 1, 32 RGB: 173, 173, 172		RAL 040 60 60 CMYK: 0, 54, 67, 11 RGB: 228, 105, 76
	RAL 000 40 00 C: 0, 1, 2, 64 RGB: 93, 92, 91		RAL 1016 CMYK: 5, 0, 90, 0 RGB: 241, 221, 56
	RAL 210 70 30 CMYK: 58, 5, 0, 23 RGB: 83, 188, 197		

obr. 7-3 Použité barvy pro barevné a grafické řešení

7.2 Grafické řešení

Název AERO byl odvozen ze slova vzduch, jelikož anemometr měří rychlost pohybu vzduchu neboli větru. Logotyp je tvořeno názvem produktu, pro který byl použit font Euclid Flex. Poslední písmeno O symbolizuje otvor pro vrtulku ze zadní strany a tento piktogram lze použít samostatně. Písmeno O je tímto způsobem je použito na produktu, kde je umístěno z vrchní části otvoru. (obr. 7-1)

Barevné řešení loga odpovídá barevnému řešení anemometru. (obr. 7-3). První tři písmena jsou tvořena světle šedou barvou, která se vyskytuje ve všech čtyřech variantách a poslední písmeno druhou barvou produktu. (obr. 7-4)



obr. 7-4 Barevné varianty loga



obr. 7-5 Černobílé varianty loga

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Produkt kupujícího zaujme především nevšedním tvarem a designem. Na první pohled nemusí být způsob držení zřejmý, což by mohlo být vyřešeno grafickým znázorněním na balení produktu nebo v příloženém manuálu. Barevné řešení ve světlejších barvách dává vyniknout organickému tvarování. Na trhu se vyskytuje nespočet barevných řešení a není tak žádná z barev s přístrojem silně spjata. Vrtule z přední strany není nijak krytá, což působí čistým, ale zároveň křehkým dojmem. Většina anemometrů má vrtuli ukotvenou pomocí trojčipého kříže z přední a zadní strany. Opticky a částečně i fyzicky tak tento kříž tvoří zábranu.

8.2 Sociální funkce

Produkt je určen pro neprofesionální účely a jeho funkce jsou omezeny pouze na měření rychlosti větru a zaznamenávání jejího maxima. Cílový uživatel spíše, než velké množství funkcí více ocení jistější držení, kompaktnost a nekomplikovanost měření.

8.3 Ekonomická funkce a cenová hladina

Produkty této kategorie se pohybují v cenové hladině přibližně od 1000 do 2000 Kč. Pokud bude správně zavedená sériová výroba, náklady by se tak mohly snížit. Vzhledem k cílové skupině anemometr nepotřebuje velké množství funkcí a výroba by se tak mohla také zjednodušit.

8.4 Marketingová analýza

Cena anemometru by měla být dosažitelná pro běžného uživatele. Na základě analýzy podobných produktů vyskytujících se na trhu by se cena produktu měla pohybovat v rozmezí 600 – 1500 Kč. Vyšší cena konkurenčních produktů je zapříčiněna přesným a kvalitním zpracováním, větším množstvím funkcí nebo dobrým jménem firmy. Hlavní silnou stránkou produktu je inovace v podobě tvarování jistějšího úchopu. Ta cenu nijak zásadně neovlivní a atraktivní tvarové řešení by mohlo být potenciální výhodou oproti konkurenci. Snížení pořizovací ceny je rovněž docíleno menším množstvím funkcí, které jsou nadbytečné pro cílového uživatele. Mezi další silné stránky patří nízká hmotnost, malá velikost a nekomplikované ovládání. Nejsilnější stránka je zároveň i nejslabší stránkou, jelikož je zde možnost, že způsob držení nemusí uživateli vyhovovat a produkt si na základě toho nepořídí.

9 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout design ručního anemometru tak, aby ergonomicky i funkčně vyhovoval uživateli a jeho tvarování bylo jednoduché a účelné.

Na základě analýz byly definovány největší přednosti a nedostatky současných ručních anemometrů. Z technické stránky nebyly nalezeny významnější problémy, jelikož se jedná o elementární přístroj. Mezi hlavní nedostatky patřilo tvarování, které u mnoha produktů na trhu nebylo dobře zpracované jak z estetického, tak funkčního hlediska. Navrhovací proces byl proto od začátku nejvíce zaměřen na tvarovou jednoduchost a vylepšení ergonomické stránky produktu.

Řešen byl i smysl otáčení vrtule, jelikož otáčení ve vertikálním tak horizontálním směru má své výhody i nevýhody. Vrtule otáčející se ve vertikálním směru má lépe vyřešenou ochranu. Hlavní nevýhodou volby tohoto smyslu otáčení je vznik nepřesností při měření kvůli natočení vrtule vzhledem ke směru proudění větru. Nepřesnosti jsou ale zanedbatelně malé, a proto byl pro vrtuli zvolen tento smysl otáčení.

Tvar finální varianty těla vzešel z jednoduchého nápadu pojištění držení pomocí prstu. Díky fyzicky modelovaným návrhům byl vytvořen designově i ergonomicky smysluplný tvar anemometru. V návaznosti na tvar těla bylo řešeno upevnění vrtulky a tvar displeje spolu s tvarem tlačítek. Z hlediska ovládání bylo řešeno, jaké funkce jsou nejpotřebnější. Následně bylo navrženo, jakým počtem tlačítek bude anemometr ovládán a rozvržení displeje.

Ruční anemometr je víceúčelový a lze ho využívat od orientačního měření větracích systémů přes jachtaře, surfaře nebo paraglidisty až po vysokohorskou turistiku.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] KRÁLOVÁ, Magda. VÍTR. In: *Edu.techmania* [online]. 2007 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/meteorologie/vitr>
- [2] 5. Proudění vzduchu. In: *Cit.vfu* [online]. [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/mikroklima/www/5%20Proudeni.htm>
- [3] HERMANNOVÁ, Anna. *Jaké jsou nejoblíbenější typy anemometrů?* [online]. [cit. 2022-02-09]. Dostupné z: <https://www.measuritec.com/cs/blogs/news/what-are-the-most-popular-types-of-anemometer>
- [4] History of the Anemometer. In: *Windlogger* [online]. [cit. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.windlogger.com/blogs/news/history-of-the-anemometer>
- [5] BELLIS, Mary. History of the Anemometer. *ThoughtCo.* [online]. [cit. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.thoughtco.com/history-of-the-anemometer-1991222>
- [6] VRBICKÝ, Jíří. *SENZOR MĚŘENÍ RYCHLOSTI PROUDĚNÍ VZDUCHU V ELEKTRICKÉM STROJI*. Brno, 2013. Bakalářská práce. VUT. Vedoucí práce Doc. Ing. Radek Vlach, Ph.D.
- [7] Vrtulový anemometr BA06. In: *Trotec* [online]. 2022 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: <https://cz.trotec.com/shop/vrtulovy-anemometr-ba06.html>
- [8] Testo 410-2 - vrtulkový anemometr. In: *Testo* [online]. 2022 [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/testo-410-2/p/0560-4102>
- [9] *Vaavud* [online]. [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <http://vaavud.com/>
- [10] Anemometer Sleipnir. In: *Red-dot* [online]. 2022 [cit. 2022-02-17]. Dostupné z: <https://www.red-dot.org/project/sleipnir-32869>
- [11] BA30WP anemometr s ovládáním přes smartphone. In: *Cz.trotec* [online]. 2022 [cit. 2022-02-19]. Dostupné z: <https://cz.trotec.com/shop/ba30wp-anemometr-s-ovladanim-pres-smartphone.html>
- [12] SHEKHTER, Yu.L. ANEMOMETERS (VANE). In: *Thermopedia* [online]. 2022 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://thermopedia.com/content/560/>

- [13] Hot Wire Anemometer Principle. In: *Instrumentationtools* [online]. 2022 [cit. 2022-03-01]. Dostupné z: <https://instrumentationtools.com/hot-wire-anemometer-principle/>
- [14] Testo 405 - termo-anemometr. In: *Testo* [online]. 2022 [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/testo-405/p/0560-4053>
- [15] Hand Held Mechanical Anemometer. In: *Biral* [online]. 2022 [cit. 2022-02-19]. Dostupné z: <https://www.biral.com/product/hand-held-mechanical-anemometer/>
- [16] WINDY HANDHELD ANEMOMETER. In: *Plastimo* [online]. 2022 [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <https://www.plastimo.com/en/anemometre-a-main-windy.html>
- [17] Anemometr s trubicí 1 až 80 m/s. In: *Voltcraft* [online]. 2015 [cit. 2022-02-26]. Dostupné z: <http://www.voltcraft.cz/anemometr-s-trubici-1-az-80-m-s-vpt-100.k101719>
- [18] Eole. In: *Shop.skywatch* [online]. 2022 [cit. 2022-02-19]. Dostupné z: <https://shop.skywatch.ch/b6c109p5i1.html#>
- [19] Vane anemometer. In: *Sciencedirect* [online]. 2022 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/vane-anemometer>
- [20] ABS plastic properties. In: *Adrecoplastics* [online]. 2022 [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://adrecoplastics.co.uk/abs-plastic-properties/>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

m/s	metr za sekundu
km/h	kilometr za hodinu
mph	miles per hour (míle za hodinu)
knt	knot (uzel)
mm	milimetr
cm	centimetr
g	gram
Kč	Koruna česká
LED	light-emitting diode (elektroluminiscenční dioda)
SI	Le Système International d'Unités (Mezinárodní systém jednotek)
ABS	akrylonitrilbutadienstyren
3D	tridimensional (trojrozměrný)
min	minimum
max	maximum

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

obr. 2-1 Robinsonův kříž z roku 1846 [6]	16
obr. 2-2 Vrtulový anemometr BA06 [7]	17
obr. 2-3 Vrtulový anemometr testo 410-2 [8]	18
obr. 2-4 Anemometr Sleipnir [10]	19
obr. 2-5 BA30WP anemometr s horkým drátem [11]	20
obr. 2-6 Termo-anemometr testo 405 [14]	21
obr. 2-7 Mechanický anemometr Biral [15]	22
obr. 2-8 Ruční anemometr Windy [16]	23
obr. 2-9 Voltcraft anemometr s trubicí [17]	24
obr. 2-10 Skywatch anemometr Eole [18]	25
obr. 2-11 Obecný vnější popis vrtulového anemometru.....	27
obr. 2-12 Detail LCD displeje	28
obr. 2-13 Princip funkce vrtulového anemometru	29
obr. 4-1 Varianta č. 1	32
obr. 4-2 Varianta č. 2	33
obr. 4-3 Způsob držení varianty č. 2	34
obr. 4-4 Varianta č. 3	35
obr. 5-1 Inspirační koláž.....	36
obr. 5-2 Vývoj tvarového řešení	37
obr. 5-3 Výsledné tvarové řešení	38
obr. 6-1 Celkové rozměry	39
obr. 6-2 Vnitřní komponenty.....	40
obr. 6-3 Popis výlisků	41
obr. 6-4 Detail rozšiřujícího se paprsku	41
obr. 6-5 Druhý způsob držení.....	43
obr. 6-6 Rozvržení displeje	44
obr. 7-1 Finální barevné řešení	45
obr. 7-2 Všechny barevné varianty	46

obr. 7-3 Použité barvy pro barevné a grafické řešení	46
obr. 7-4 Barevné varianty loga.....	47
obr. 7-5 Černobílé varianty loga.....	47

13 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený poster (A4)

Sumarizační poster (A1)

