

Design měřící hlavice pro měření plynu

Jakub HRDINA

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ústav prostorového a produktového designu
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Jakub Hrdina**
Osobní číslo: **K11175**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimedia a design – Průmyslový design**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Design měřicí hlavice pro měření plynu**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza stávající produkce
2. Návrh v kresebných variantách
3. Propracování vybrané varianty
4. Definitivní návrh, 3d vizualizace
5. Model definitivního řešení ve vhodném měřítku
6. Zpracování písemné doprovodné zprávy, zdůvodňující vybrané řešení a zahrnující všechny etapy návrhu
7. Na samostatném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 kusů obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné pro využití v publikacích fmk.
Formát pro bitmapové podklady: JPEG, PNG, 300dpi, 250mm delší strana.
Vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách.
V samostatném textovém souboru uveďte jméno, příjmení, studijní obor, atelier a ročník, typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní mail, web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

Norman, Donald A. Design pro každý den. Nakladatelství Dokořán Praha 5, 2010.

ISBN 978-80-7363-314-1

Kulka, Jiří: Psychologie umění. Grada publishing, a.s. Praha, 2008.

ISBN 978-80-247-2329-7

Kolesár, Zdeno. Kapitoly z dějin designu. Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze 2004. ISBN 80-86863-03-4

Fiel, Charlotte. Design 20. století. Slovart Praha. Köln Taschen. 1965.

ISBN 80-7209-560-9

Vedoucí diplomové práce: **prof. ak. soch. Pavel Škarka**
Ústav prostorového a produktového designu

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2013**

Ve Zlíně dne 12. prosince 2012

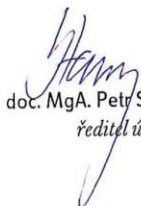
doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.



Janíková



doc. MgA. Petr Stanický, MFA
ředitel ústavu




PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 29.1.2013

JAKUB HRDINA 
Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výtisky, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat náhrady chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá dizajnom meracej hlavice na meranie koncentrácie plynov v explozívnom prostredí. Práca sa skladá z troch častí. Prvá teoretická časť sa zaoberá históriou a súčasnosťou sledovania atmosféry, definíciou základných pojmov, popisom základných častí a funkčnosti meracej hlavice.

Druhá praktická časť je venovaná analýze existujúcej produkcie a analýze konkrétnej meracej hlavice GSO2 od firmy METEO z Ruska, ktorá bola východiskovým prvkom pri tvorbe nového dizajnu.

V tretej projektovej časti sú popísané konkrétne dizajnérske postupy, ktoré som použil pri vytváraní dizajnu finálnej verzie meracej hlavice od skice až po model 1:1.

Hlavným cieľom mojej diplomovej práce bolo vytvoriť nový produkt, ktorý spĺňa všetky prísne kritéria a normy späté s meraním plynu v explozívnom prostredí.

Kľúčové slová: životné prostredie, bezpečnosť, plyn, únik plynu, meracia hlavica, senzor, Ex prostredie

ABSTRACT

This diploma work is concerned with monitoring gas concentration in a potentially explosive environment; specifically the designing of a measuring head.

The work is divided into three parts:

Initially we examine the history and current technology of atmospheric monitoring devices. We also define essential terms and concepts within the subject area. This part is theoretical.

In the second part we analyse existing solutions; concentrating on the GS02 measuring head, made by Russian company METEO, which was basis for creating our new design.

In the concluding part of this project the concrete design principles are defined, whilst moving through the project from it's initial conception and sketching to the final 1 : 1 model

The main objective of this diploma work was to create a product that adheres strictly to the criterias and norms of gas measuring heads used in explosive environment.

Keywords: Environment, Safety, Gas-escape, Measuring head, Sensor, Ex(explosive) environment

Chcel by som sa poďakovať vedúcemu mojej diplomovej práce pánovi profesorovi akad. soch. Pavlovi Škarkovi za odborné vedenie, pomoc a čas, ktorý mi venoval pri diplomovej práci, ako aj počas celého štúdia. Som vďačný za cenné a užitočné rady, ktoré mi pomohli zvládnuť túto problematiku.

Prehlasujem, že som na diplomovej práci pracoval samostatne a použité materiály som citoval a že odovzdaná verzia diplomovej práce a verzia elektronická nahraná do IS/STAG sú totožné.

V Zlíne dňa 25. apríla 2013

.....

BcA. Jakub Hrdina

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČASŤ	10
1 OCHRANA OBYVATEĽSTVA A ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA	11
1.1 HISTÓRIA SLEDOVANIA ATMOSFÉRY Z HĽADISKA BEZPEČNOSTNÝCH DÔVODOV	11
1.2 SÚČASNOSŤ SLEDOVANIA ČISTOTY A BEZPEČNOSTI PROSTREDIA	12
1.3 ZÁKLADNÉ POJMY	14
2 ROZDELENIE SÚČASNEJ PRODUKCIE	20
2.1 ROZDELENIE PODĽA ÚČINKU MERANÉHO PLYNU.....	20
2.2 ROZDELENIE PODĽA PRINCÍPU MERANIA	20
2.3 PODROBNEJŠÍ POPIS JEDNOTLIVÝCH FUNKČNÝCH PRINCÍPOV	20
2.3.1 Princíp katalytického snímača.....	21
2.3.2 Princíp polovodičového snímača	21
2.3.3 Princíp infračerveného snímača	22
2.3.4 Princíp elektrochemického snímača.....	22
2.3.5 Princíp ionizačného snímača.....	23
2.3.6 Princíp snímača využívajúci tepelnú vodivosť plynov	23
2.3.7 Interferometre	24
2.4 ROZDELENIE PODĽA UMIESTNENIE V PRIESTORE	25
2.5 ROZDELENIE PODĽA DRUHU PROSTREDIA	25
II PRAKTICKÁ ČASŤ	27
3 ANALÝZA EXISTUJÚCEJ PRODUKCIE	28
3.1 ANALÝZA FUNKČNÝCH MERACÍCH HLAVÍC.....	30
3.2 ÚVOD DO ANALÝZY MERACEJ HLAVICE GSO2	36
3.3 POPIS EXISTUJÚCEHO TECHNICKÉHO RIEŠENIA MERACEJ HLAVICE GSO2	36
3.3.1 Spodný diel meracej hlavice s pevnou masívnou podložkou.....	38
3.3.2 Káblová vývodka.....	39
3.3.3 Horný diel meracej hlavice.....	39
3.3.4 Odberová sonda na odber vzorky.....	40
3.3.5 Riadiaca elektronika a zobrazovací displej	41
3.3.6 Vrechný ochranný kryt.....	42
3.4 NÁVRH A INŠTALÁCIA STABILNÝCH SYSTÉMOV PRE DETEKCIU PLYNOV	43
3.5 TECHNICKÉ PARAMETRE MERACEJ HLAVICE GSO2	44
3.5.1 Popis označenia typu meracej hlavice.....	45
III PROJEKTOVÁ ČASŤ	46
4 ÚVOD K PROJEKTOVEJ ČASTI	47

4.1	SKICOVANIE	47
4.2	3D MODELOVANIE	52
4.3	TECHNICKÝ POPIS FINÁLNEHO RIEŠENIA	66
4.3.1	Magnetické tlačidlá	66
4.3.2	Magnetické ovládacie teleso	66
4.3.3	Menu	67
4.3.4	Displej	67
4.3.5	Identifikačný štítok	67
4.3.6	Elektronika zabudovaná v hlavici	67
4.3.7	Káblková vývodka	68
4.3.8	Odberová sonda s krytom	68
4.3.9	Tesnenie	68
4.3.10	Technické riešenie, spĺňajúce normu o Ex prostredí	68
4.4	PROCES VÝROBY FINÁLNEHO MODELU	69
4.5	TECHNOLÓGIA VÝROBY MERACEJ HLAVICE	74
4.6	FAREBNÉ VARIANTY	76
ZÁVER		78
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY		79
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK		82
ZOZNAM OBRÁZKOV		84
ZOZNAM PRÍLOH		86

ÚVOD

Človek je v životnom prostredí vystavený pôsobeniu rôznych činiteľov, ktoré spôsobujú, alebo môžu spôsobovať poruchy zdravia, fyziologických procesov, psychických funkcií. Kvalita životného prostredia spolu so životným štýlom sú jedným z rozhodujúcich faktorov vplývajúcich na zdravie a priemerný vek obyvateľstva. Priaznivý stav životného prostredia je predpokladom dobrého zdravotného stavu obyvateľstva či už v obytných zónach, ale aj v podnikoch, závodoch, priemyselných zónach. Osobitne je potrebné sa venovať hlavne tým prostrediam, v ktorých je vplyv priemyselnej výroby prostredníctvom exhalácií, výronov plynu, polietavého prachu, alebo kde by pri priemyselných haváriách mohlo byť ohrozené ľudského zdravie a životy pracovníkov.

Za účelom vyhodnotenia možnosti ohrozenia človeka nebezpečnými látkami v okolitom prostredí, alebo výbušnou koncentráciou plynov a pár v ovzduší, sa v priemysle používajú rôzne varovné, monitorovacie a vyznamievacie systémy ochrany obyvateľstva. Sú to vlastne informačné systémy, ktoré snímajú, vyhodnocujú, spracovávajú požadované veličiny a na základe vyhodnotenia nameraných hodnôt prijímajú príslušné opatrenia, napr. upozornenia, alarm, blokovania časti výroby a pod. Základom týchto systémov sú meracie prístroje – meracie hlavice - pre meranie plynných častí nebezpečných látok. Meracie hlavice v mieste umiestnenia monitorujú, stanovujú a vyhodnocujú prípadnú medznú nebezpečnú koncentráciu plynu.

Vo svojej práci sa chcem venovať návrhu designu meracej hlavice pre meranie plynu. Na základe požiadavky spoločnosti ENVItech s.r.o. so sídlom v Trenčíne chcem využiť svoje nadobudnuté vedomosti na vysokej škole a aplikovať ich na návrh meracej hlavice pre meranie plynu pri splnení špecifických podmienok zadaných spoločnosťou ENVItech s.r.o. Firma ENVItech realizuje služby v oblasti varovných a detekčných monitorovacích systémov pre podniky. Nakoľko meracia hlavica je súčasťou uceleného systému dodávaného touto spoločnosťou, je potrebné stručne popísať celý systém. V práci sa ďalej budem stručne venovať aj niektorým pojmom, ktoré s uvedenou problematikou úzko súvisia, ako aj popisom legislatívy a noriem, súvisiacich s danou problematikou.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 OCHRANA OBYVATEĽSTVA A ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

Ochrana obyvateľstva a životného prostredia patria k základným povinnostiam štátu, ktorý cez zákony a vyhlášky zabezpečuje povinnosti prevádzkovateľov, podnikov a závodov realizujúcich technické opatrenia na zamedzenie takýchto udalostí. Menšie, či väčšie havarijné situácie nastávajú bežne v akejkoľvek organizácii, preto je potrebné sa na ne pripraviť tak, aby buď nevznikli, alebo boli zachytené hneď na začiatku. V prípade, že havária (krízová situácia) nastala, je potrebné riadiť ju tak, aby došlo k čo najmenšiemu narušeniu prevádzky, boli minimalizované priame i nepriame škody a zabezpečiť varovanie pracovníkov a vyzozumenie obyvateľstva. Tam kde ide o riziká priemyselných havárií so závažnými následkami pre zdravie a životné prostredie, ukladá zákon povinnosť vypracovať bezpečnostnú správu a hlavne realizovať havarijný informačný systém s následným informovaním obyvateľstva ohrozeného možnou haváriou. Toto varovanie sa realizuje cez systém varovania a vyzozumenia obyvateľstva s prepojením na sieť varovania a vyzozumenia civilnej ochrany štátu. [1]¹

1.1 História sledovania atmosféry z hľadiska bezpečnostných dôvodov

Metódami sledovania úniku plynu sa ľudia začali zaoberať po tom, ako boli objavené škodlivé účinky plynov na ľudské zdravie. Skôr ako boli objavené elektrické senzory, využívali sa jednoduchšie metódy, ktoré sa spoliehali na menej presnejšie „detektory“. Ako prvé detektory plynov sa v minulosti využívali zvieratá, ktoré mali väčšiu citlivosť na danú látku. Týmto spôsobom sa využívali napr. psi - pre vyhľadávanie úniku metánu (CH₄) alebo kanáriky - pre zisťovanie výskytu kyslíčnika uhoľnatého (CO) v priestore. Počas 19. a 20. storočia baníci prinášali kanáriky do ťažobných šácht a používali ich ako detekčné systémy ochrany životov proti životu ohrozujúcim plynom. Kanárik, ktorý je za normálnych podmienok veľmi spevavý vták, prestáva spievať a neskôr aj zomiera v prítomnosti týchto plynov. Táto skutočnosť bola signalizáciou pre baníkov, aby opustili čím rýchlejšie

¹ [1] ASPEK - Analýza súčasného stavu prevencie závažných priemyselných havárií. Bratislava: ASPEK.1998, ISBN 80-967713-9-6

baňu. Ďalej sa využívali niektoré všeobecne známe vlastnosti látok - trvalý plameň znamenal dostatok kyslíka v priestore a pod.. Tieto "detektory" však boli veľmi nepresné a závislé na mnohých veličinách.

Pred vývojom elektronických domácich detektorov oxidu uhoľnatého v roku 1980 a 90. rokoch, bola prítomnosť oxidu uhoľnatého zisťovaná chemicky napúšťaným papierom, ktorý zhnedol, keď bol vystavený pôsobeniu plynu. Od tejto doby bolo vyvinutých mnoho technológií a zariadení, ktoré slúžia pre detekciu, sledovanie a upozorňovanie nebezpečenstva úniku širokej škály plynov.

K výraznému vývoju detekcie plynov a pár dochádza v minulosti v období rozvoja predovšetkým energetického a chemického priemyslu. Prvé detektory plynov sa objavujú pri ťažbe a spracovaní uhlia, kde je častým javom výskyt uhľovodíkov, predovšetkým metánu (CH₄) a toxického kysličníka uhoľnatého (CO). Neskôr sa detekcia plynov objavuje aj pri ťažbe doprave a spracovaní ropy a zemného plynu.

Pri všetkých týchto priemyselných procesoch vznikajú jednak toxické (jedovaté) plyny, tak aj horľavé (výbušné) plyny, ktoré môžu ohroziť človeka, alebo spôsobiť veľké materiálne škody. Veľký rozvoj detekcie plynov, hlavne toxických, bol zaznamenaný aj v priebehu 1. svetovej vojny, kedy sa na bojiskách používali toxické plyny. Pre človeka môžu byť nebezpečné aj inertné (vzácne plyny), ktoré síce nie sú ani toxické, ani horľavé, ale svojimi vlastnosťami (hmotnosťou) môžu vytlačiť kyslík (vzduch) i z čiastočne alebo úplne uzavretého priestoru. Kapitola spracovaná podľa [2] a [3]^{2, 3}.

1.2 Súčasnosť sledovania čistoty a bezpečnosti prostredia

Požiadavky chemického priemyslu na monitorovanie nebezpečných plynov a odpadov sa zabezpečujú dodávkami expertných systémov, komplexne riešiacich požiadavky na bezpečnosť a ochranu pracovníkov, vrátane vypracovania analýz chemických rizík a realizácie varovných informačných systémov v súlade s platnými legislatívnymi

² [2] <http://people.tuke.sk/jan.kizek/bezpe/Detekcia%20plynov.pdf>

³ [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_leak_detection

požiadavkami v oblasti ochrany obyvateľstva. (Vyhláška MV SR č. 388/2006 Z.z. v platnom znení, Vyhláška MV SR č. 533/2006 Z.z.)

Realizácia služieb poskytovaných firmou ENVItech v oblasti varovných a detekčných monitorovacích systémov v súlade s vyššie uvedenými požiadavkami zahŕňa:

- dodávky ucelených systémov pre podniky v oblasti varovných systémov
- dodávky meracích hlavíc snímajúcich technologické úniky plynov, ich detekciu a lokalizáciu, varovanie, prognózu, výstrahu, matematické modelovanie prognózy šírenia sa plynov v ovzduší
- dodávky malých technologických varovných systémov pre podniky a elektronických sirén pre varovanie obyvateľstva pred ohrozením v zmysle zákona NR SR č. 42/1994 Z.z. o civilnej ochrane obyvateľstva v úplnom znení zákona NR SR č. 444/2006 Z.z. [4]⁴

V technológiách, kde sa používajú nebezpečné chemické látky (napr. zimné štadióny, kde sa požíva ako chladivo čpavok), realizuje prevádzkovateľ na vlastné náklady vybudovanie systému monitorovania týchto látok a zároveň je povinný realizovať autonómny systém varovania a vyznamenania osôb na ohrozenom území a trvalo ho udržať v prevádzke.

Na základe analýz možných zdrojov úniku prevádzkovania nebezpečnej látky a posúdenia jej toxických účinkov na okolie sa určí pásmo ohrozenia zdravia. Monitorovanie úniku je zabezpečené meracou hlavicou a zber signálu je realizovaný do riadiaceho počítača, ktorý vyhodnocuje a realizuje snímanie parametrov príslušného počtu meracích hlavíc, kontroluje úroveň nameraných veličín a aktivuje autonómny systém varovania a vyznamenania prostredníctvom elektronickej sirény. Elektronická siréna je diaľkovo ovládaná z jedného riadiaceho centra.

Elektronická siréna plní nasledovné funkcie:

⁴ [4] <http://www.envitech.sk/>

- a/ poskytuje výstražný signál celému územiu, pre ktoré sú plánované ochranné opatrenia
- b/ iniciuje varovanie obyvateľstva a vyzozumenie osôb priamo v prevádzkach, kde sa vyrábajú alebo skladujú nebezpečné látky
- c/ funkciu pripojenia s varovnou a vyzozumievacou sieťou civilnej ochrany
- d/ funkciu výberového ovládania a priebežného zisťovania prevádzkyschopnosti prostriedkov varovania (tzv. skúšky funkčnosti sirén)
- e/ funkciu spustenia prostriedkov varovania a vyzozumenia z miesta diaľkového ovládania do 2 minút od ich aktivácie
- f/ funkciu spustenia výstražného zvukového signálu s vlastnosťami podľa vyhlášky MV SR č. 388/2006 Z.z. v znení neskorších predpisov
- g/ funkciu varovania obyvateľstva a vyzozumenia osôb po dobu najmenej 72 hodín od výpadku primárneho zdroja energie.

1.3 Základné pojmy

Detekcia plynov a pár je proces, pri ktorom sa meria, zisťuje alebo stráži úroveň koncentrácie plynu, pre ktorý je detektor určený a na ktorý je kalibrovaný.[2]

Detektor plynu je zariadenie na detekciu - meranie, zisťovanie alebo stráženie úroveň určitého plynu alebo pary. Detektory veľmi často reagujú aj na plyny, na ktoré nie sú ciachované, to znamená, nie sú pre tento typ plynu určené. Citlivosť na ostatné plyny je však u každého typu snímača pre rôzne plyny rôzna. Tejto vlastnosti sa hovorí interferencia čiže krížová citlivosť a mala by byť výrobcom detektorov vždy udaná v technickej špecifikácii. Veľmi často sú detektory plynov zamieňané za analyzátory plynov. Analyzátor plynov - vykonáva analýzu plynnej zmesi určitého prostredia, to znamená meria a vyhodnocuje výskyt niekoľkých rôznych plynov alebo pár v určitom prostredí. Analyzátory plynov bývajú vo väčšine prípadov podstatne zložitejšie a drahšie prístroje ako detektory plynov. [2]

Špecifickou podmnožinou detektorov plynov sú meracie hlavice. Čiže detektor plynu nemusí mať vždy meraciu hlavicu, niekedy sú detektory konštruované tak, že senzor na meranie plynu je umiestnený napr. len v nejakom jednoduchom plastovom obale. Takéto detektory sú väčšinou prenosné a slúžia na diskontinuálne merania pri profylaktike napr. kotolní, na domáce použitie.

Meracia hlavica je určená na detekciu nebezpečných látok, výbušných pár a horľavých plynov vo vnútorných ako aj vonkajších priestoroch. Je určená väčšinou na kontinuálne meranie a zabuduje sa ako súčasť väčších riadiacich varovných systémov.

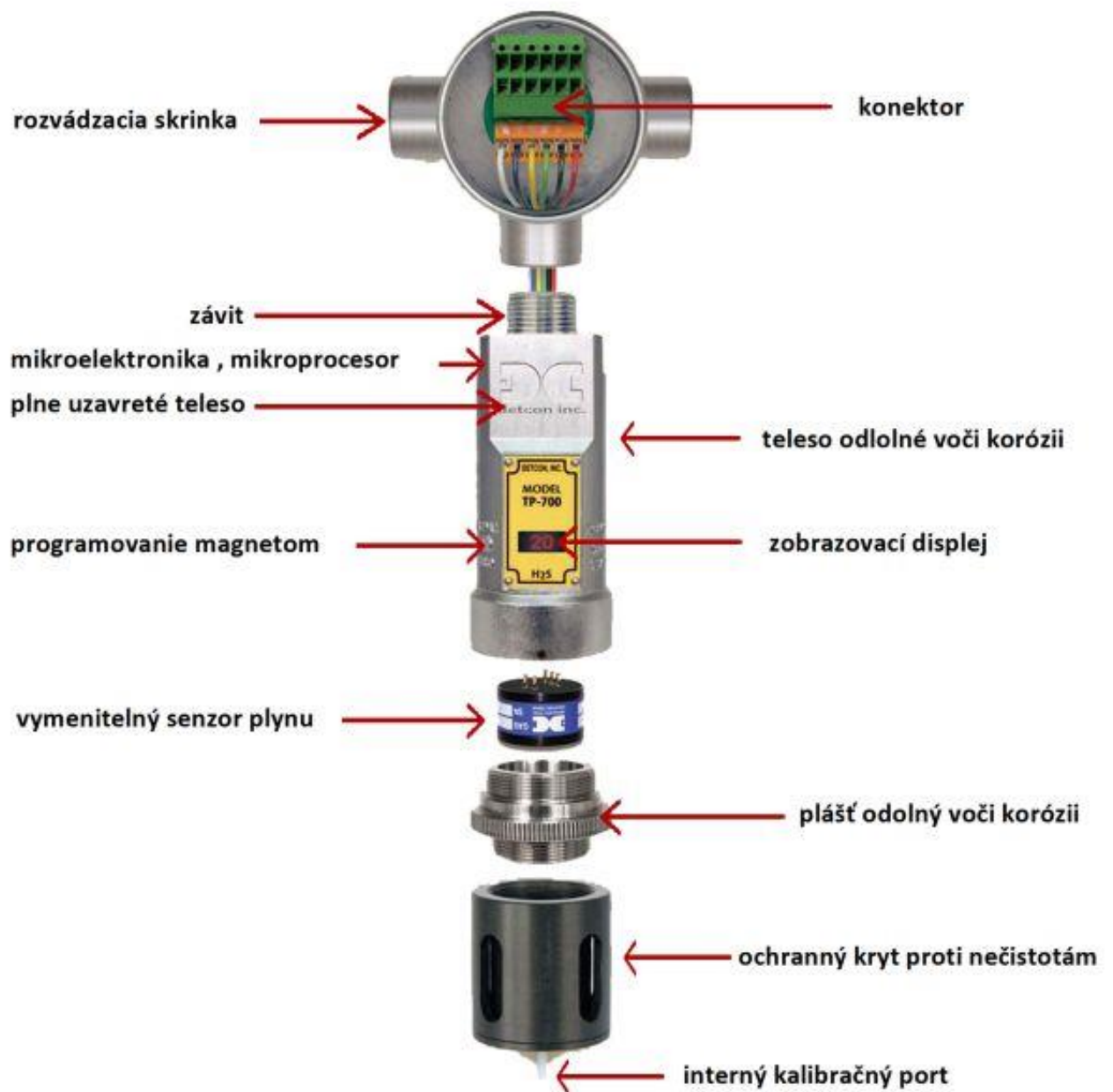
Meracia hlavica sa skladá z :

- a/ snímača (senzora)
- b/ snímacej a vyhodnocovacej elektroniky
- c/ krycieho tela meracej hlavice, zabezpečujúceho ochranu pred poveternostnými vplyvmi, vodou, nebezpečnými agresívnymi látkami
- d/ napájacieho a signálneho konektora
- e/ komunikačného displeja alebo optického signalizátora

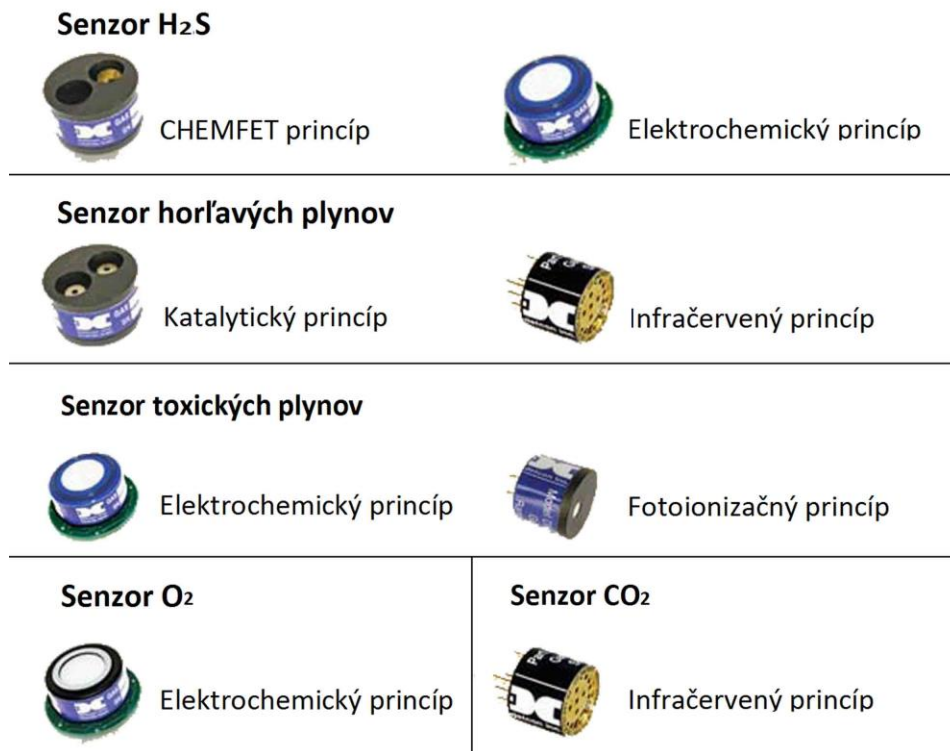
Na obr. 1. sú pre ilustráciu znázornené hlavné časti meracej hlavice.

Krycie telo meracej hlavice zabezpečuje mechanickú ako aj elektrostatickú ochranu pred mechanickým poškodením, vodnými parami, stekajúcou a tečúcou vodou, poveternostnými vplyvmi a nebezpečnými agresívnymi látkami v okolí meracej hlavice. Komunikačný displej alebo optický signalizátor umožňuje pri nastavovaní a kalibrácii meracej hlavice príslušnou vopred stanovenou koncentráciou meraného plynu komunikáciu s riadiacou elektronikou meracej hlavice a nastavovanie a kontrolu detektora.

Snímacia a vyhodnocovacia elektronika zabezpečuje snímanie elektrického signálu z polovodičového prvku - senzora a prostredníctvom pripojeného napájacieho a signálneho vodiča cez napájací a signálny konektor prenáša informáciu na riadiaci počítač. Sensory v meracej hlavici sú založené na rôznych princípoch, sú vymeniteľné a v závislosti na použitom senzore môžu merať rôzne druhy plynov. Na obr. 2. sú príklady takýchto senzorov, ktorých princíp merania je založený na rôznych metódach. Podrobnejší popis jednotlivých metód je v časti 2.3.

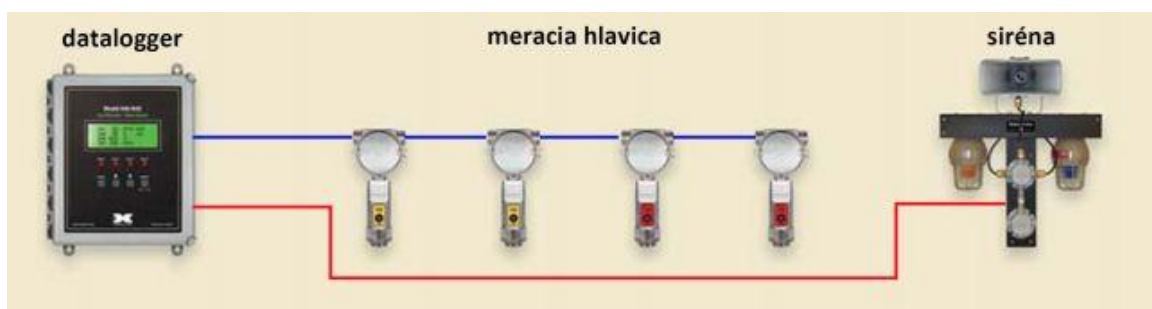


Obr. 1. Meracia hlavica – zobrazenie hlavných častí



Obr. 2. Príklady rôznych typov vymeniteľných senzorov

Na obr. 3. je bloková schéma zapojenia meracej hlavice v rámci celého vyhodnocovacieho a varovného systému. Ako je zrejmé z obrázka, v systéme sú zapojené štyri meracie hlavice, ktoré sú využívané na detekciu 4 druhov plyných látok s okamžitou väzbou na vyhodnocovacie zariadenie, ktoré následnou, presne definovanou činnosťou umožní vyvolanie varovania, poplachu a vyznamenania zodpovedných zložiek bezpečnostného systému, alebo pracovníkov či obyvateľstva. Zároveň poskytuje možnosť spätnou väzbou cez počítač (datalogger) zastavenie úniku alebo vypnutia zdroja, t.j. umožňuje prijať následné opatrenia na zamedzenie ohrozenia zdravia a majetku.



Obr. 3. Zapojenie meracej hlavice v rámci vyhodnocovacieho systému

Pri meracích hlaviciach sa môžeme stretnúť ešte s nasledujúcimi pojmami, preto ich uvádzam v tejto časti:

Výbušná zmes je taká zmes plynov alebo pár so vzduchom (v niektorých prípadoch udávaná s kyslíkom), ktorá po prekročení zápalnej teploty horí. Výbuch plynu môžeme považovať za určitý druh horenia. Jeho účinky sú najväčšie pri koncentrácii horľavého plynu tesne nad stechiometrickou koncentráciou, t.j. približne uprostred rozsahu výbušnosti. Napr. pre metán je táto koncentrácia 9,5 % objemu vo vzduchu. [2]

Spodná hranica výbušnosti - SMV (anglicky označovaná LEL) je hodnota koncentrácie plynu vo vzduchu, keď táto zmes začína horieť. Spodná hranica výbušnosti má veľký význam pri detekcii horľavých plynov a sledovaní prostredia z hľadiska zabezpečenia proti výbuchu. [2]

Horná medza výbušnosti - HMV (anglicky označovaná UEL) je hodnota koncentrácia plynu vo vzduchu, keď táto zmes prestáva horieť. [2]

Spodná a horná hranica výbušnosti sú základné vlastnosti, ktoré rozdeľujú horľavé plyny do skupín plynov z hľadiska ich nebezpečnosti, napr. metán patrí do 1. skupiny, propán do 2. skupiny (II.A).

Pri všetkých elektrických prístrojoch, t.j. aj pri meracích hlaviciach, musí byť uvedené označenie, ktoré určuje do akej skupiny plynov je možné výrobok použiť. Klasifikácia prostredia z hľadiska nebezpečenstva výbuchu sa v Českej aj Slovenskej republike zjednotila s normami Európskej únie a podľa týchto noriem je prostredie podľa nebezpečenstva výbuchu rozdelené do tzv. zón. Podrobnejší popis jednotlivých zón je v kapitole 2.5.

Ďalším dôležitým pojmom je pojem kalibrácia.

Kalibrácia je súbor činností, ktorými sa za špecifikovaných podmienok nastavuje správna činnosť zariadenia, v našom prípade meracej hlavice. Kalibrácia sa riadi predovšetkým doporučením výrobcu, pretože je závislá od princípu a konštrukcie detektoru plynov. Ďalej veľký vplyv na frekvenciu kalibrácie majú podmienky, v ktorých sa zariadenie používa – napr. prašnosť, vysoká teplota, časté úniky plynu, olejové alebo chemické výpary, pretože

tieto môžu ovplyvniť funkciu a životnosť zariadenia. Preto je pre frekvenciu a postup kontrol rozhodujúci miestny prevádzkový poriadok, ktorý je spracovaný na základe odporúčania výrobcu a miestnych prevádzkových podmienok.

Ďalšie základné pojmy sú z normy ČSN EN 60079-1 Výbušné atmosféry -časť 1: Ochrana zariadenia pevným uzáverom „d“.

Káblová vývodka je zariadenie, dovoľujúce zavedenie jedného alebo viacerých elektrických alebo optických káblov do elektrického zariadenia tak, aby bol zachovaný odpovedajúci typ ochrany proti výbuchu.

Tesniaci krúžok je krúžok, ktorý je použitý v káblovej vývodke pre utesnenie medzi vývodkou a káblom.

Ex káblová vývodka je káblová vývodka, skúšaná oddelene od uzáveru zariadenia, ktorá však je certifikovaná ako zariadenie a ktorá môže byť pripojená k uzáveru zariadenia pri inštalácii.

Certifikát je dokument, potvrdzujúci zhodu výrobku, postupu, systému, osoby alebo organizácie so stanovenými požiadavkami.

Pevný uzáver „d“ je uzáver, u ktorého sú časti, schopné vznietiť výbušnú atmosféru, umiestnené vnútri uzáveru, tento uzáver pri explózii výbušnej zmesi vnútri uzáveru vydrží tlak výbuchu a zabráni preneseniu výbuchu do okolitej výbušnej atmosféry, obklopujúcej uzáver.

Špára pevného uzáveru je miesto, kde sa dotýkajú protíahlé povrchy dvoch častí uzáveru alebo spoja uzáveru a ktoré zabraňuje preneseniu výbuchu vnútri uzáveru do výbušnej atmosféry v okolí uzáveru.

Dĺžka špáry L je najkratšia cesta špárou z vnútra uzáveru na jeho vonkajšiu stranu.

Šírka špáry je vzdialenosť medzi protíahlými povrchmi špáry na zmontovanom elektrickom zariadení.

Dĺžka špáry od otvorov (pre skrutky) je najkratšia cesta v mieste, kde je dĺžka špáry L prerušená otvormi, určenými pre priechod upevňovacích účastí pre zmontovanú časť pevného uzáveru.

2 ROZDELENIE SÚČASNEJ PRODUKCIE

Súčasnú produkciu meracích hlavíc možno rozdeliť podľa niekoľkých kritérií.

2.1 Rozdelenie podľa účinku meraného plynu

Jedným zo spôsobov klasifikácie je rozdelenie podľa účinkov pôsobenia plynu, ktorý je danou hlavicou meraný, na človeka a prostredie. Podľa tohto kritéria môžeme podľa [2] rozdeliť meracie hlavice určené na:

- a/ detekciu horľavých plynov (výbušných) – metán, zemný plyn, propán-bután ...
- b/ detekcia plynov toxických (jedovatých) – CO, NH₃, sírovodík H₂S ...
- c/ detekcia plynov ostatných – kyslík O₂, oxid uhličitý CO₂ ...

2.2 Rozdelenie podľa princípu merania

Ďalším z kritérií pre rozdelenie meracích hlavíc môže byť princíp merania, na ktorom pracuje príslušný senzor meracej hlavice. Podľa tohto môžu byť meracie hlavice založené na princípe

- katalytickom
- polovodičovom
- infračervenom (optickom)
- oxidačnom
- elektrochemickom
- ionizačnom

2.3 Podrobnejší popis jednotlivých funkčných princípov

Princípov detekcie plynov a pár je celé množstvo. V našom opise sa však budeme zaoberať len tými, ktoré sa najčastejšie používajú pre senzor (snímač) meracej hlavice. Popis jednotlivých funkčných princípov je spracovaný podľa [2].

2.3.1 Princíp katalytického snímača

Detekcia plynov na princípe katalytického spaľovania patrí v súčasnej dobe k najčastejšie používaným princípom detekcie horľavých plynov v priemysle. Tieto snímače sú založené na katalytickom spaľovaní meraného horľavého plynu na rozžeravenom odporovom teliesku, čím dochádza k zmene jeho odporu.

Vlastný snímač sa skladá z dvoch miniatúrnych odporových teliesok - platinových cievok, ktoré sú rozžeravené elektrickým prúdom na teplotu 500 až 600 °C. Jedna z cievok je pokrytá katalyzátorom (zliatinou paládia alebo ródia s tóriom). Druhá cievka je iba kompenzačná a odstraňuje vplyv okolitých zmien, napr. teploty, a je pokrytá len keramickou hmotou. Pri príchode horľavého plynu na vyhrievané teliesko dochádza ku katalytickému spaľovaniu a ďalšiemu zahriatiu, ktoré spôsobí zmenu odporu platinovej cievky. Táto zmena odporu sa vyhodnotí v elektrickom obvode.

Detektory na katalytickom princípe sú v súčasnej dobe najpoužívanejšími detektormi predovšetkým v plynárenstve, energetike a chemickom priemysle. Je to z toho dôvodu, že sú relatívne lacné, dostatočne presné a stabilné, majú veľkú životnosť a výstup zo snímača je lineárny. Nespornou výhodou je i skutočnosť, že nimi možno merať takmer všetky horľavé plyny a pary jedným typom snímača (po kalibrácii).

Katalytické snímače majú aj svoje nevýhody. Určovaný plyn sa na snímači katalyticky spaľuje, tzn., že dochádza k horeniu a tým aj k potrebe kyslíka, pri detekcii horľavého plynu o vyšších koncentráciách citlivosť týchto snímačov klesá, prejavuje sa u nich aj oneskorenie reakcie (časová odozva) signálu zo snímača.

2.3.2 Princíp polovodičového snímača

Princíp polovodičového snímača je založený na tom, že na kremíkovej doštičke je tenká vrstva polovodiča, ktorú tvoria kysličníky kovov. Kremíková doštička s polovodičom je vyhrievaná na 200 - 250 °C. Určovaný plyn vstupuje do tenkej vrstvičky polovodiča, tým dochádza pri uvedenej teplote ku katalytickej oxidácii a výsledkom je zmena vodivosti tohto polovodiča. Táto zmena sa potom ďalej elektronicky spracováva, t.j. zosilňuje, porovnáva a prevádza na svetelnú a zvukovú signalizáciu.

Prednosťou týchto snímačov je nízka cena, dostatočne rýchla časová odozva, relatívne veľká citlivosť. V súčasnej dobe však majú stále aj množstvo nevhodných vlastností, ktoré

bránia väčšiemu rozšíreniu v priemysle. Týmito nevhodnými vlastnosťami sú veľká nepresnosť, malá stabilita parametrov, veľká závislosť na vlhkosti a teplote okolia. Vyžadujú tiež prítomnosť kyslíka (vzduchu) v meranej atmosfére. Z toho dôvodu ich nemožno použiť pri detekcii plynov v inertnom prostredí, napríklad dusíka. Tieto vlastnosti spôsobujú, že polovodičové snímače musia byť častejšie kontrolované.

2.3.3 Princíp infračerveného snímača

V oblasti infračerveného svetla existujú určité dĺžky vlnenia, ktoré sú pohlcované (absorbované) určitými plynmi alebo parami a ktorých molekula sa skladá aspoň z dvoch rôznych atómov. Táto vlastnosť sa využíva pre detekciu veľkého množstva dvojprvkových plynov. Touto metódou sa nedá merať napr. dusík N_2 , kyslík O_2 , čo možno využiť napr. pre detekciu horľavých plynov a pár v inertnej atmosfére. Princíp detekcie pomocou infračerveného svetla je nasledovný :

Zo spoločného zdroja infračerveného svetla sa vysielajú dva synchronne prerušované lúče. Jeden lúč je merací a prechádza meracou komôrkou, v ktorej sa nachádza meraný plyn, druhý prechádza referenčnou komôrkou so známym plynom. Pomocou referenčného lúča sa tiež odstraňuje vplyv teploty, tlaku atď. Oba lúče sa potom porovnávajú na kovovej membráne, ktorá slúži ako kapacitný snímač. Signál zo snímača - zmena kapacity sa potom zosilňuje a ďalej elektricky spracováva.

Z hľadiska detekčných vlastností majú infračervené snímače veľké množstvo predností pred inými snímačmi napríklad rýchlosť časovej odozvy na skokovú zmenu, vysokú životnosť, veľkú citlivosť, možnosť merať plyn aj v inertnej vzácnej atmosfére, t.j. napr. metán v dusíku. Navyše na snímači nenastáva horenie, tzn., že snímač sa neopotrebováva.

2.3.4 Princíp elektrochemického snímača

Tento princíp je podobný ako u elektrického monočlánku. V špeciálnom puzdre (článku) sa nachádzajú dve elektródy ponorené do elektrolytu. Elektrolyt môže byť tekutý, gél alebo porézna hmota, ktorá je od okolia oddelená špeciálnou polopriepustnou membránou. Meraný plyn prestupuje cez membránu do elektrolytu a tu vyvolá chemickú reakciu, ktorá spôsobí vznik kladných a záporných častíc, pohybujúcich sa k príslušnej elektróde. Po spojení elektród cez vyhodnocovací elektronický obvod tak dôjde k toku elektrického prúdu,

ktorý je úmerný koncentrácii meraného plynu. Tento prúd sa potom zosilňuje a ďalej elektricky spracováva v ďalších elektronických obvodoch, ktoré sú súčasťou detektora. Druh plynu, ktorý má byť identifikovaný (meraný), určuje vlastnosti elektrolytu, elektród aj priepustné membrány.

Týmto spôsobom sa merajú väčšinou toxické plyny napr. oxid uhoľnatý (CO), sírovodík (H₂S), čpavok (NH₃), chlór (Cl₂), ale tiež kyslík (O₂). Citlivosť týchto snímačov je veľmi vysoká. Z toho dôvodu, že dochádza k chemickej reakcii, a tým opotrebovaniu elektród aj elektrolytu, majú tieto snímače obmedzenú životnosť.

2.3.5 Princíp ionizačného snímača

Princíp ionizácie je nasledovný. Vo valcovej spaľovacej komôrke horí tzv. "vodíkový plameň", ktorý je napájaný horľavou zmesou z fľaše (zmes H₂/N₂) a kyslíkom obsiahnutým v nasávanej vzorke plynu. Ak sa v nasávanej vzorke plynu objavia uhl'ovodíky napr. metán, zväčší sa elektrická vodivosť vodíkového plameňa. Táto zmena sa prevedie pomocou elektronických obvodov na elektrický signál, ktorý sa ďalej spracováva na údaj na displeji, alebo pomocou elektroniky na signalizáciu prekročenia nastavenej úrovne.

Výhodou tohto snímača je predovšetkým jeho veľká citlivosť a dostatočná rýchlosť časovej odozvy (2 - 3 s) závislá na dopravnom oneskorení meraného plynu. Nevýhodou je potreba pomocnej spaľovacej zmesi.

2.3.6 Princíp snímača využívajúci tepelnú vodivosť plynov

Snímače pracujúce na tomto princípe využívajú rozdielne tepelné vodivosti jednotlivých plynov. V dvoch komôrkach sú inštalované dve rovnaké vyhrievané telieska - odpory zapojené do mostíka. V jednej uzavretej komôrke je referenčný plyn, ktorý má známe vlastnosti a do druhej sa privádza meraná zmes plynov. Ak do meracej komôrky privedieme konštantný prietok zmesi plynov, ktorá má inú teplotnú vodivosť ako má referenčný plyn, dochádza k ochladzovaniu alebo väčšiemu ohriatiu vyhrievaného telieska a tým k jeho zmene odporu. Napr. pri príchode vodíka do meracej komôrky sa veľkou tepelnou vodivosťou vodíka meracie teliesko podstatne ochladí, a tým sa zmení jeho odpor. Zmena odporu meracieho telieska a telieska v referenčnej komôrke sa porovnáva a vyhodnocuje.

Výsledky porovnania sa potom prevádzajú na elektrický signál, ktorý sa ďalej spracováva na údaj na displeji alebo na signalizáciu prekročenia nastavenej úrovne.

Tieto snímače sa využívali predovšetkým pre meranie vodíka (má podstatne väčšiu teplotnú vodivosť ako vzduch) v atmosfére, neskôr sa využívali pre signalizáciu úniku z vodíkových balónov. V súčasnej dobe sú využívané aj pre merania metánu, keď nemožno použiť detektory katalytické alebo polovodičové. Snímače na tomto princípe sú nepresné najmä pri malých koncentráciách meraného plynu a dajú sa použiť len pre niektoré plyny, ktoré majú dostatočný rozdiel teplotnej vodivosti oproti vzduchu, sú však jednoduché, a preto sa stále využívajú.

2.3.7 Interferometre

Interferometre sú prístroje na meranie a detekciu plynov, ktoré využívajú svetelnú interferenciu a meranie indexu lomu svetla v plynovom prostredí. Meranie je založené na tom princípe, že lúč svetla dopadá na interferenčnú dosku, kde sa odrazom na vonkajšiu a vnútornú plochu dosky rozdelí na dva lúče, ktoré oddelene prechádzajú porovnávacou a meracou komôrkou. Po odraze na pravouhlom hranole sa vracajú späť a znovu prechádzajú cez porovnávaciu a meraciu komôrku a späť na interferenčnú dosku, kde sa opäť zjednotia. Nepatrný náklon interferenčnej dosky potom spôsobí, že sa jednotlivé lúče skrížia a vzniká interferenčný obraz, ktorý je možné priviesť do ďalekohľadu, kde je možné tento obraz kontrolovať spoločne so stupnicou a tak určiť koncentráciu meraného plynu. Nevýhodou týchto detektorov je predovšetkým to, že nie sú kontinuálne, to znamená, že pre každé meranie je potrebné nasat' vzorku meranej zmesi pumpičkou - balónikom, ďalej sú neselektívne a sú náročné na skúsenosť obsluhy. Interferometre sa predtým veľa používali v plynárenstve, v súčasnej dobe sú vytláčané jednoduchšími katalytickými alebo infračervenými detektormi.

2.4 Rozdelenie podľa umiestnenie v priestore

Meracie hlavice, resp. detektory všeobecne, podľa umiestnenie v priestore môžeme rozdeliť na

- prenosné
- stacionárne

Prenosné detektory plynov sú určené na meranie jedného typu plynu na viacerých miestach, napr. pri podozrení úniku, v kotolniach, pri profylaktike a pod.

Stacionárne detektory môžu byť rovnako ako prenosné určené pre detekciu z hľadiska výskytu výbušnej zmesi alebo detekciu plynov toxických a iných z hľadiska ochrany človeka. Sú však určené pre pevnú montáž v miestach, kde sa môže vyskytovať meraný plyn. Väčšinou bývajú súčasťou nejakého informačného alebo varovného systému. Používajú sa napr. v kotolniach, garážach a opravovaniach áut na LPG, v technologických rozvodoch a pod. Veľmi často majú oba typy detektorov spoločné vyhodnocovacie zariadenie - ústredňu.

2.5 Rozdelenie podľa druhu prostredia

Ďalším spôsobom klasifikácie je určenie druhu prostredia prevádzky, v ktorom sa meracia hlavica inštaluje, čo znamená v akom stupni ohrozenia má meracia hlavica pracovať. Terminológia vychádza z predpisov a noriem [5]⁵ a podľa tohto prostredia môžu byť:

- a/ Výbušná atmosféra - zmes vzduchu a horľavých látok vo forme plynov, pár a hmly alebo prachu pri atmosférických podmienkach, v ktorých sa po vzniku iniciácie rozšíri horenie do nespálenej zmesi
- b/ Prostredie s nebezpečenstvom výbuchu - prostredie, ktoré sa môže stať výbušným v dôsledku miestnych a prevádzkových podmienok

⁵ [5] MERAVÝ, J. a kol. -Elektrické zariadenia do výbušných plynných atmosfér. Trenčín:LIGHTNING.2001, ISBN 80-968509-1-1

c/ Prostredie bez nebezpečenstva výbuchu - priestor, v ktorom sa nepredpokladá prítomnosť výbušnej plynnej atmosféry v množstve vyžadujúcej si osobitné opatrenia pri konštrukčnom vyhotovení, inštalácii a používaní zariadenia.

Priestory s nebezpečenstvom výbuchu sa zatriedujú do zón (0, 1, 2) podľa pravdepodobnosti výskytu a času trvania výbušnej plynnej atmosféry. [6]⁶

Zóna 0 je priestor, kde je výbušná plynná atmosféra prítomná trvale alebo na dlhé obdobie. Príkladom zóny 0 môžu byť vnútorné priestory nádob, skriň, kontajnerov a pod.

Zóna 1 je priestor, v ktorom môže vzniknúť výbušná atmosféra pri zvyčajnom prevádzkovom stave. Príkladom zóny 1 môžu byť priestory obklopujúce armatúry, keramické alebo sklenené rúry, priestory okolo ventilov a pod. Priestory zóny 1 obklopujú priestory zóny 0.

Zóna 2 je priestor, v ktorom nie je pravdepodobný vznik výbušnej plynnej atmosféry, pri zvyčajnom prevádzkovom stave a pokiaľ vznikne, tak len zriedka a na veľmi krátky čas. Príkladom zóny 2 môže byť regulačná stanica plynu a priestory okolo prírubových spojení s plochým tesnením. Priestory zóny 2 obklopujú priestory zóny 1 a 0.

⁶ [6] STN EN 60079-10

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

3 ANALÝZA EXISTUJÚCEJ PRODUKCIE

Najvýznamnejšími predstaviteľmi výrobcov meracích hlavíc sú v súčasnosti spoločnosti Dräger, Industrial Scientific Corporation, Sensor Electronics Corporation, Honeywell, Ol-dham, Detcom a podobne.

Dräger je popredná medzinárodná spoločnosť v oblasti zdravotníckej a bezpečnostnej techniky. Bola založená v Lübecku v Nemecku. Má viac ako storočnú históriu a za tú dobu sa stala známou na celom svete. Jej produkcia zahŕňa oblasť zdravotníckej techniky, bezpečnostných systémov, ktoré sa aplikujú a priemysle, baníctve, atď. Z produkcie meracích hlavíc firmy Dräger som vybral meracie hlavice Polytron rôznych typov. Zdroje obrázkov sú [7], [8], [9].



Polytron 2 XP TOX



Polytron 8310



Polytron IR

Obr. 4. Meracie hlavice firmy Dräger

Ďalšou firmou, ktorá sa zaoberá produkciou meracích hlavíc pre detekciu plynov je Sensor Electronics. Je to americká firma, ktorá v produkcii má množstvo senzorov, ktoré môžu byť použité k detekcii stovky rôznych plynov. Detektor z produkcie tejto firmy je na nasledujúcom obrázku – zdroj obrázka [10].



Obr. 5. Meracia hlavica firmy Sensor Electronics

Firma Oldham rovnako ako firma Dräger má viac ako storočné skúsenosti v oblasti detekcie plynov. Je to americká firma, ktorá má sídlo v New Jersey. Z produkcie firmy Oldham som vybral nasledujúce meracie hlavice – zdroj obrázka je [11].



Oldham OLCT200

Oldham OLCT 100

Oldham Intranssteel

Obr. 6. Meracie hlavice firmy Oldham

Kým firmy uvedené v predchádzajúcej časti sa venujú hlavne produkcii zariadení na detekciu plynov, Honeywell je aj pre bežného spotrebiteľa známejšou firmou, pretože má mnoho výrobkov, ktoré spotrebiteľia poznajú. Spoločnosť sídli v Spojených štátoch amerických, ale jej výrobné centrá sú situované po celom svete. Z produkcie firmy Honeywell som vybral nasledujúce meracie hlavice – zdroje obrázkov sú [12], [13], [14].



Detekčné hlavice 195W

XNX Universal Transmitter

Honeywell Sensepoint XCD

Obr. 7. Meracie hlavice firmy Honeywell

Firma Detcon navrhuje a vyrába širokú škálu priemyselných detektorov plynu, okrem toho sa venuje riadiacim systémom a bezdrôtovým technológiám.

Z výrobkov firmy som vybral modely Model 700, MicroSafe™ Modely 500 / 600 a model 100. Základom všetkých modelov je vysoká kvalita, nízka spotreba.



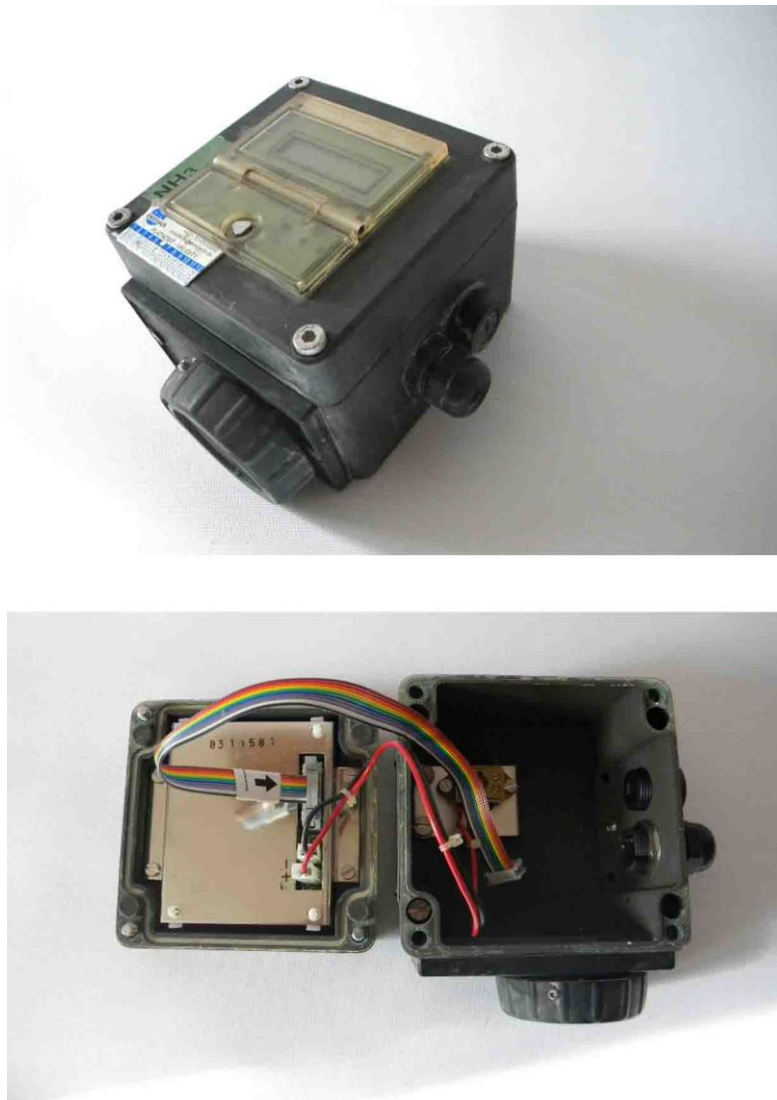
Obr. 8. Meracie hlavice firmy Detcon

Zdroj obrázka č.8 je [15].

3.1 Analýza funkčných meracích hlavíc

Spoločnosť ENVltech mi poskytla na analýzu funkčnej vzorky meracích hlavíc, ktoré spoločnosť používa v technológiách podnikov Duslo Šaľa a Novácke chemické závody Nováky (v účastnosti Fortisschem). Jedná sa o meracie hlavice Polytron a Polytron 2 od firmy Dräger z Nemecka a meraciu hlavicu Detcon model DM 700. Meracie hlavice merajú koncentrácie nebezpečných plynov Cl_2 , NH_3 , H_2 , HCl , nakoľko v oboch podnikoch sú výrobné a skladovacie priestory týchto plynov. Princíp riešenia dizajnu meracích hlavíc pri oboch výrobcach je približne rovnaký, líšia sa riešením jednotlivých častí konštrukcie. Na zabezpečenie splnenia podmienok umiestnenia prístroja do explozívneho prostredia v oboch prípadoch výrobcovia vnútro prístroja s elektronikou zaliali izolačnou hmotou na zabránenie vzniku iskry. V prípade výrobcu Dräger sa ovládacie prvky na komunikáciu s meracou hlavicom nachádzajú pod krytom. Meracia hlavica Polytron 2 a Polytron (obr. 9. a obr. 10.) sú staršie výrobky spred 8 až 12 rokov. Výrobca Detcon (obr. 11.) používa na komunikáciu s meracou hlavicom najnovšie bezkontaktné technológie spojenia a to ovládanie tlačidiel externým magnetom. Priloženie magnetu k určenému miestu meracej hlavice z jednej alebo druhej strany umožní bezkontaktné ovládanie spínačov v meracej hlavici.

Meracia hlavica Detcon patrí k moderným výrobkom súčasnosti. Pri analýze týchto riešení som hľadal inšpiráciu pre návrh riešenia dizajnu meracej hlavice GSO2.



Obr. 9. Polytron



Elektronika zaliata
v izolačnej hmote

Obr. 10. Polytron 2



Body priloženia magnetu

Obr. 11. Detcon

Na obrázkoch 12. a 13. sú ďalšie príklady meracích hlavíc. Internetové zdroje obrázkov sú uvedené v zozname literatúry položky [16] - [27] .

Vzhľadom k tomu, že najdôležitejší výrobcovia meracích hlavíc sú popísaní v časti 3 Analýza existujúcej produkcie, v nasledujúcich obrázkoch som neuvádzal výrobcu, meracie hlavice ma zaujali z pohľadu dizajnu, tvarových i farebných riešení.



Obr.12. Příklady z existující produkce meracích hlavíc – část 1



7



8



9



10



11



12

Obr.13. Příklady z existující produkce měracích hlavíc – část 2

3.2 Úvod do analýzy meracej hlavice GSO2

Na základe zadania od spoločnosti ENVItch s.r.o. je predmetom mojej práce navrhnuť riešenie meracej hlavice, ktoré nahradí existujúce nevyhovujúce riešenie (z hľadiska legislatívy EÚ) meracej hlavice GSO2 od spoločnosti Meteo-spb z Ruska, preto sa v ďalšej časti mojej práce budem venovať tomuto prístroju. Na základe dohody a vzájomnej komunikácie medzi spoločnosťami sa pripravuje zahájenie výroby týchto snímačov a ich následný predaj v krajinách EÚ. Z uvedeného dôvodu spoločnosť ENVItch s.r.o. preveruje podmienky certifikácie uvedenej meracej hlavice GSO2 pre rôzne typy plynov. Certifikáciu musí vykonať skúšobný ústav FTZU Ostrava - Radvanice Česká republika. Pri požiadavke na zaistenie nevýbušnosti meracej hlavice sa musí postupovať podľa normy ČSN EN 60079 -0 a 1 pre skupinu výbušnosti IIC.

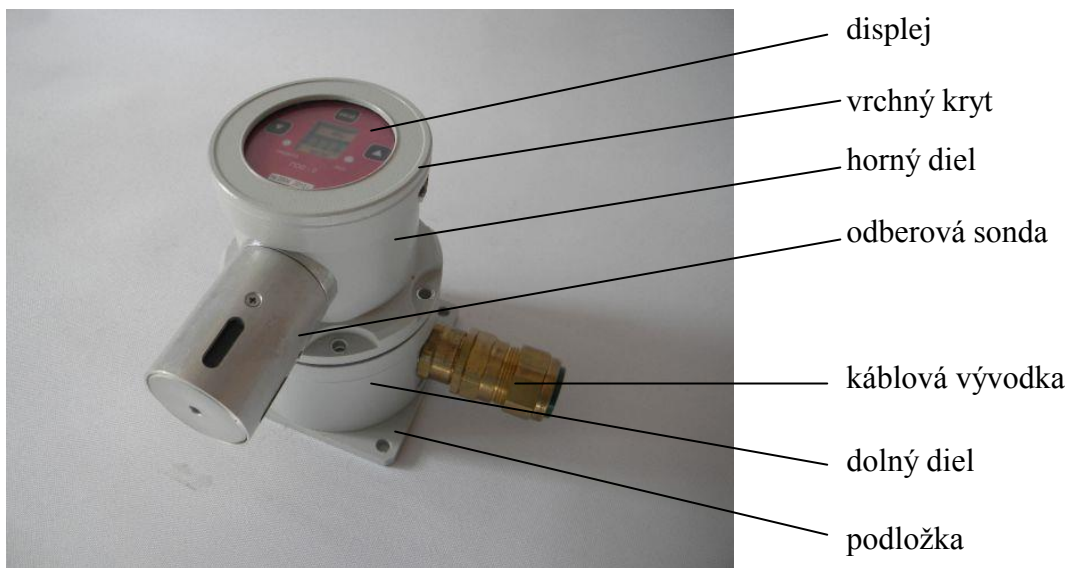
Pokiaľ by zadávateľ požadoval certifikáciu aj funkčných vlastností z dôvodu použiteľnosti ako bezpečnostnej meracej hlavice, certifikácia sa bude vykonávať podľa noriem ČSN EN 60079-29, ktorých súčasťami sú aj normy ČSN EN 50270 na zabezpečenie EMC (elektromagnetickej kompatibility) a spoľahlivosti podľa normy ČSN EN 50271.

Uvedené normy definujú zadanie na meráciu hlavicu. Mojou úlohou je analyzovať meráciu hlavicu GSO2 z pohľadu uvedených noriem a navrhnuť nové riešenie dizajnu, ktoré zabezpečí splnenie požiadaviek FTZU Ostrava - Radvanice na vydanie certifikátu na zaistenie nevýbušnosti meracej hlavice podľa normy ČSN EN 60079-0 a 1 pre skupinu výbušnosti IIC.

Z uvedeného dôvodu som získal funkčnú vzorku meracej hlavice GSO2, ktorú som podrobil skúmaniu.

3.3 Popis existujúceho technického riešenia meracej hlavice GSO2

Pri posudzovaní konštrukcie meracej hlavice GSO2 som zistil, že meracia hlavica je zložená z podložky, dolného a horného dielu, káblovej vývodky, odberovej sondy na difúzny odber vzorky, riadiacej elektroniky a zobrazovacieho displeja a vrchného krytu s plexisklom. Na obr. 14 je pohľad na meráciu hlavicu, z ktorého sú zrejmé jednotlivé časti.



Obr. 14. Celkový pohľad na meraciu hlavicu GSO2

Pri analýze jej jednotlivých častí je možné konštatovať, že dizajn meracej hlavice je zameraný na splnenie požadovaných technických podmienok na umiestnenie meracej hlavice do Ex prostredia a to voľbou materiálu hliníka, ktorý je odolný voči vonkajšiemu prostrediu a korózii ako aj poveternostným vplyvom. Voľbou masívnej konštrukcie meracej hlavice je umožnená dobrá manipulácia pri inštalácii v mieste určenia. Káblová vývodka je certifikovaná do Ex prostredia a umožňuje pripojenie kábla s napájacím napätím a prúdovým výstupom. Vnútro meracej hlavice je rozdelené na dve komôrky tak, aby vnútorný priestor umožňoval montáž plošných spojov s riadiacou elektronikou meracej hlavice. Odberová sonda zabezpečuje difúzny odber meranej vzorky nebezpečného plynu. Na vrchu telesa meracej hlavice je elektronický displej s tlačidlami a ochranný kryt s mechanickou fixáciou polohy vrchného krytu.

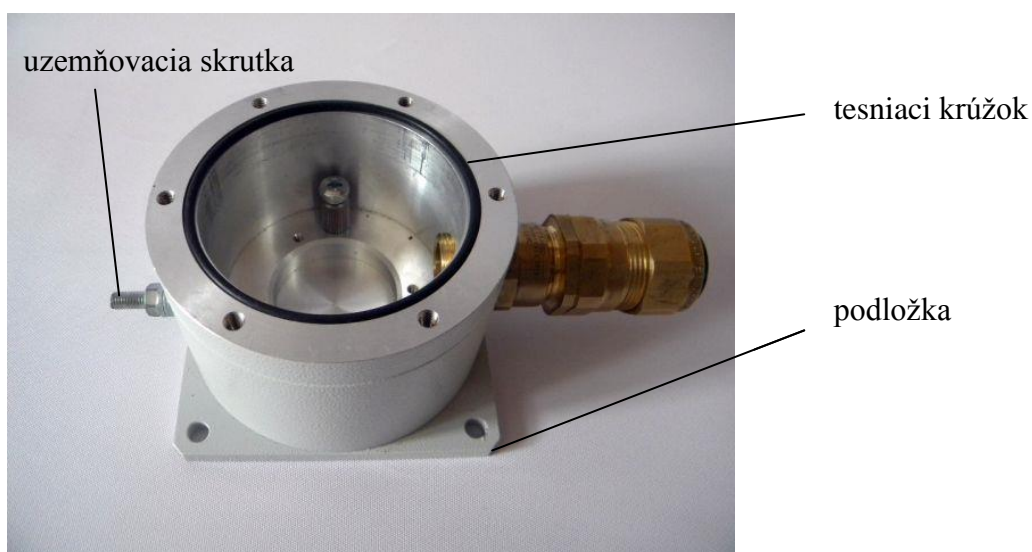
Horný díl konštrukcie po odklopení vrchného krytu s ochranným plexisklom však nespĺňa požiadavky na umiestnenie meracej hlavice do explozívneho prostredia.

V d'älšej časti sa budem podrobnejšie zaoberať popisom jednotlivých častí meracej hlavice. Ako už bolo stručne povedané v predchádzajúcej časti, meracia hlavica pozostáva z týchto častí:

1. Spodný diel meracej hlavice s pevnou masívnou podložkou
2. Káblová vývodka
3. Horný diel meracej hlavice
4. Odberová sonda na odber vzorky
5. Riadiaca elektronika a zobrazovací displej
6. Vrchný ochranný kryt

3.3.1 Spodný diel meracej hlavice s pevnou masívnou podložkou

Spodný diel meracej hlavice je umiestnený na masívnej podložke štvorcového tvaru, určenej na mechanické uchytenie meracej hlavice v mieste určenia. Je valcovitého tvaru s výrezom vnútri a pevným dnom. Použitý materiál je hliník. V hornej časti valca na vrchnej hrane je drážka na gumový tesniaci krúžok na zabezpečenie vodotesnosti a plynotesnosti. V spodnej časti valca je uchytená uzemňovacia skrutka a otvor na káblovú vývodku.



Obr. 15. Spodný diel meracej hlavice

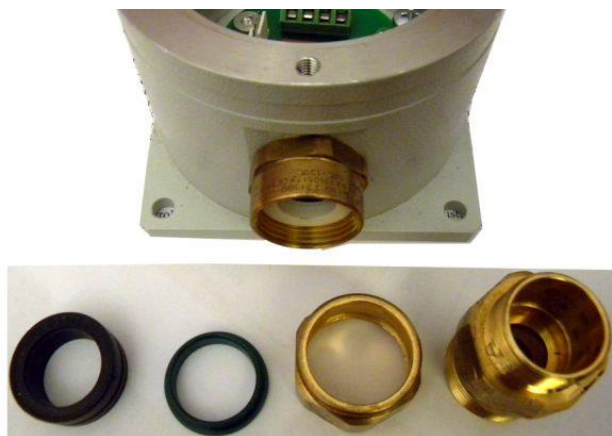
3.3.2 Káblková vývodka

Káblková vývodka je určená na zabezpečenie prívodu napájacieho kábla a prúdového výstupu ako výstupného signálu. Priechodka má certifikát do Ex prostredia.



káblková vývodka

Obr. 16. Káblková vývodka



Obr. 17. Jednotlivé súčasti káblovej vývodky

3.3.3 Horný diel meracej hlavice

Horný diel meracej hlavice (obr. 18.) má valcovitý tvar a je z hliníka. V strede je pevné dno a na obidve strany je realizovaný dutý valec. V časti, ktorá je určená na spojenie s vrchom spodnej časti meracej hlavice je sústava 6 skrutiek na pevné spojenie obidvoch častí. Zo spodnej časti vyčnieva valcový výstupok presne lícujúci z vnútornej strany vrch spodného dielu meracej hlavice. Konštrukcia je realizovaná tak, aby splnila požiadavku normy ČSN EN 60079 -1 (kapitola 5. Špáry pevného uzáveru „d“). Valec je aj v hornej časti dutý. V strede horného dielu je realizovaná vývodová zátka. V nej je za gumovým

tesnením a pevne priskrutkovaným plošným spojom umiestnený senzor detekcie meraného plynu. Vývodová zátka má realizované dva závit. Prvý menší je pre maticu s otvorom na senzor snímania plynu. Väčší závit je určený pre teleso odberovej sondy.

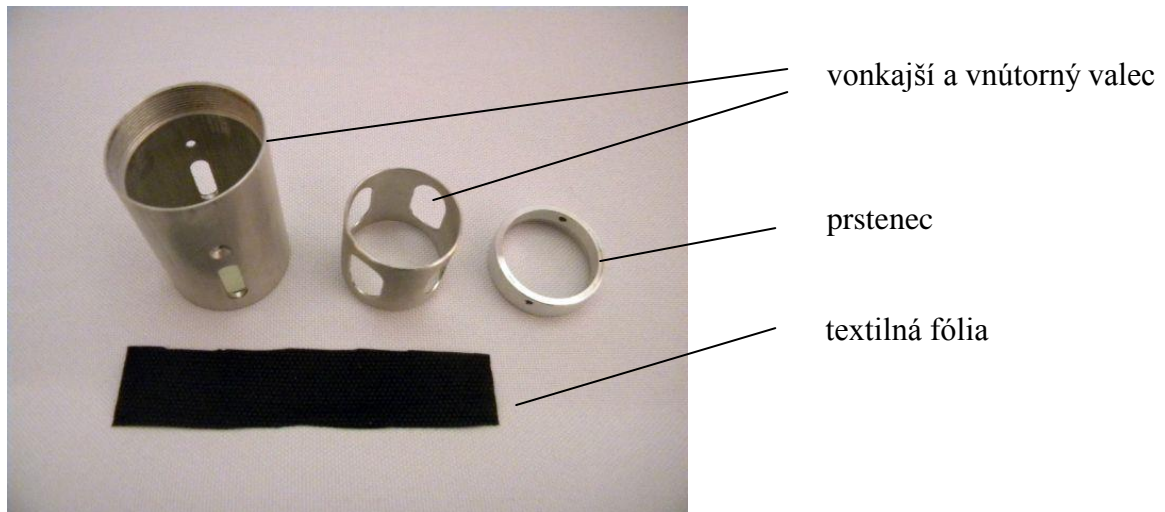
Vrch horného dielu meracej hlavice je ukončený plochým krytom pevne prichytený 4 skrutkami. Plochý kryt má v sebe realizované okienko s plexisklom a tromi mechanickými plôškami ktoré je možné mierne stláčať. Presne pod nimi je realizovaný plošný spoj s mikrosplínačmi na komunikáciu s elektronikou meracej hlavice.



Obr. 18. Horný diel meracej hlavice

3.3.4 Odberová sonda na odber vzorky

Odberová sonda (obr. 19., 20.) je realizovaná dvoma valcami a prstencom. Väčší valec má výrezy v plášti a má pevné dno z jednej strany. V ňom je malý otvor na prívod hadičky s kalibračným plynom z plynovej fľaše s redukčným ventilom. Kalibrácia sa vykonáva podľa predpisu výrobcu na overenie funkčnosti detektora. Menší valec je z oboch strán otvorený a v stene má výrezy. Pri vložení menšieho valca do väčšieho a aretácii jednou skrutkou je vytvorená odberová sonda tak, že výrezy sa neprekrývajú. V medzere medzi nimi je vložená textilná fólia, na zabránenie vniknutiu prachu a iných nečistôt. Tým je zabezpečený vstup častíc meraného plynu bez mechanických nečistôt.



Obr. 19. Jednotlivé časti odberovej sondy



Obr. 20. Pohľad na odberovú sondu

3.3.5 Riadiaca elektronika a zobrazovací displej

Riadiaca elektronika (obr. 21.) je realizovaná plošnými spojmi s elektrotechnickými súčiastkami. V spodnej časti dielu meracej hlavice je plošný spoj s mechanickou svorkovnicou na prívodný kábel 24 V napájania a výstupného signálu 4 – 20 mA. V tejto časti je aj plošný spoj s výstupnými relé. So svorkovnicou sú spojené zasúvacím konektorom.

V hornom diele sú dva plošné spoje a to riadiaca elektronika na snímanie signálu z detektora a komunikáciu s elektronickým displejom umiestneným na vrchu hornej časti.



Obr. 21. Riadiaca elektronika



Obr.22. Zobrazovací displej

3.3.6 Vrchný ochranný kryt

Vrchný ochranný kryt je realizovaný hliníkovým uzáverom s gumovým krúžkom po celom obvode a vlepým plexisklom. Pri pootočení sa vrchný ochranný kryt mechanicky upevňuje. Pre potrebu komunikácie s elektronikou meracej hlavice prostredníctvom tlačidiel je nutné vrchný ochranný kryt odňať, čím sa poruší normou požadované krytie. Je potrebné iné riešenie.



Obr. 23. Vrchný ochranný kryt

3.4 Návrh a inštalácia stabilných systémov pre detekciu plynov

Stabilný systém pre detekciu plynov musí byť schopný dať včasnú výstrahu o prítomnosti a mieste náhodného nazhromaždenia horľavého plynu tak, aby bolo možné spustiť niektorú z uvedených činností, buď automaticky, alebo ručným ovládaním a to:

- bezpečnostnú evakuáciu budov
- protipožiarne postupy alebo iné havarijné procedúry
- odstránenie nebezpečenstva
- odstavenie technológie
- zvýšené vetranie

Pre spoľahlivú prevádzku stabilného systému pre detekciu plynov má byť každý snímač umiestnený na vhodnom mieste podľa jeho individuálneho použitia

- či sa jedná o vnútorný alebo vonkajší priestor
- aké je miesto a aké sú vlastnosti potencionálneho zdroja potrebné pre hodnotenie (teplota, tlak, množstvo, vzdialenosť od zdroja)
- chemické a fyzikálne vlastnosti prítomných chemických látok
- povahu a koncentráciu možných únikových plynov
- prúdenie vzduchu a teplotné vplyvy
- predpísané umiestnenie výrobcom
- miesta potenciálnych zdrojov inicializácie

Meracie hlavice je potrebné umiestňovať tak, aby neboli náchylné k mechanickému poškodeniu alebo poškodeniu vodou v normálnej prevádzke. Do úvahy treba brať umiestnenie tak, aby mal k nim dobrý prístup personál vykonávajúci servis a kalibráciu. [30]⁷

⁷ [30] ČSN EN 60079-29-2 Detektory plynov - výber, inštalácia, použitie a údržby detektorov horľavých plynov a kyslíka

3.5 Technické parametre meracej hlavice GSO2

Technické charakteristiky: (sú uvedené z katalógového listu Katalóg produkcie spoločnosti Meteo-spb.ru)

Meraný plyn:	a/ optický princíp:	CH ₄ /C ₃ H ₈ /SumaCH/CO ₂
	b/ elektrochemický princíp	O ₂ /NH ₃ /H ₂ S/CO/NO ₂ /SO ₂ Cl ₂ /H ₂

Určenie snímača: explozívne prostredie
 Bezpečnostný plášť(nevýbušný), 1 Ex d IIC T4 X
 Ochrana meracej hlavice IP 66

Pracovné podmienky: relatívna vlhkosť vzduchu do 95%

Spôsob odberu: difúzny
 Výstupný signál: 4-20 mA, relé
 Príkon : menej ako 4,5 VA
 Napájanie: 24V

	Elektrochemický snímač	optický senzor
Pracovná teplota:	-25°C až +50°C	-60°C až +85°C
Čas analýzy vzorky:	30 sek	10 sek

Meteorologické parametre meracej hlavice GSO2 sú v prílohe PI.

3.5.1 Popis označenia typu meracej hlavice

Vysvetlenie označenia typu meracej hlavice

Meracia hlavica GSO2: značenie 1 Ex d IIC T4 X

- 1 Ex označenie, že zariadenie je určené do explozívneho prostredia, zóna 1
- d ochrana typu (pevný uzáver), uzáver, u ktorého sú časti schopné vznietiť výbušnú atmosféru umiestnenú vo vnútri uzáveru, tento uzáver pri explózii výbušnej zmesi vnútri uzáveru vydrží tlak výbuchu a zabráni preneseniu výbuchu do okolitej atmosféry obklopujúcej uzáver
- IIC plynná atmosféra s nebezpečenstvom výbuchu horľavých plynov a pár s plynmi vodík, acetylén, sírovodík (trieda I sú plyny v podzemných baniach s výskytom metánu, trieda II sú všetky plyny nepatriace do skupiny I)
- T4 teplota vznietenia plynu alebo pary viac ako 135°C
Teplotná trieda zariadenia, max. povrchová teplota 135°C
- X označenie elektrických zariadení s osobitnými podmienkami, Obmedzenie použitia musí byť vyznačené podľa požiadaviek ČSN 60079-0 čl. 29.2. e/

Klasifikáciu označenia meracej hlavice 1 EX d IIC T4 X som analyzoval podľa „STN EN 60079 – 14 Elektrické zariadenia do výbušných plynných atmosfér časť 14. Elektrické inštalácie v priestoroch s nebezpečenstvom výbuchu (okrem baní)“. Táto norma popisuje elektrické zariadenia, ktoré sa musia inštalovať v priestoroch , kde v atmosfére môžu byť prítomné nebezpečné koncentrácie a množstvá horľavých plynov a pár, hmiel, horľavých vlákien a prachu, musia sa použiť ochranné opatrenia na zníženie pravdepodobnosti výbuchu vplyvom oblúkov, iskier alebo horúcich povrchov, ktoré vznikli počas prevádzky, alebo pri určitých poruchových podmienkach. (ČSN EN 60079-29-14)

Zároveň meracia hlavica musí spĺňať všeobecné požiadavky na konštrukciu meracej hlavice v zmysle normy ČSN EN 60079-1 Výbušné atmosféry – časť1: Ochrana zariadenia s pevným uzáverom „d“.

III. PROJEKTOVÁ ČASŤ

4 ÚVOD K PROJEKTOVEJ ČASTI

Po analýze konštrukčných zásad a analýze trhu (súčasnej produkcie) som začal proces návrhu vlastného riešenia meracej hlavice. Filozofiou celého projektu bolo vytvoriť nový dizajn, ktorý by bol zároveň estetický, ale pretože sa jedná o návrh dizajnu technického prístroja na detekciu plynov, musí byť zároveň logicky vystavaný celok, ktorý by na jednej strane pôsobil v priestore nenápadne, ale zároveň splňal požadované technické vlastnosti. Takisto musí byť prístroj odolný voči viacerým vplyvom napr. dážď, voda, vietor, poprípade aj mechanické vplyvy, keďže sa nachádza v industriálnych zónach. Týmto všetkým požiadavkám musí konečný model hlavice odpovedať.

Moja práca pozostávala z mnohých krokov, ktoré budú podrobnejšie popísané v jednotlivých kapitolách aj s vizuálnymi výsledkami mojej práce.

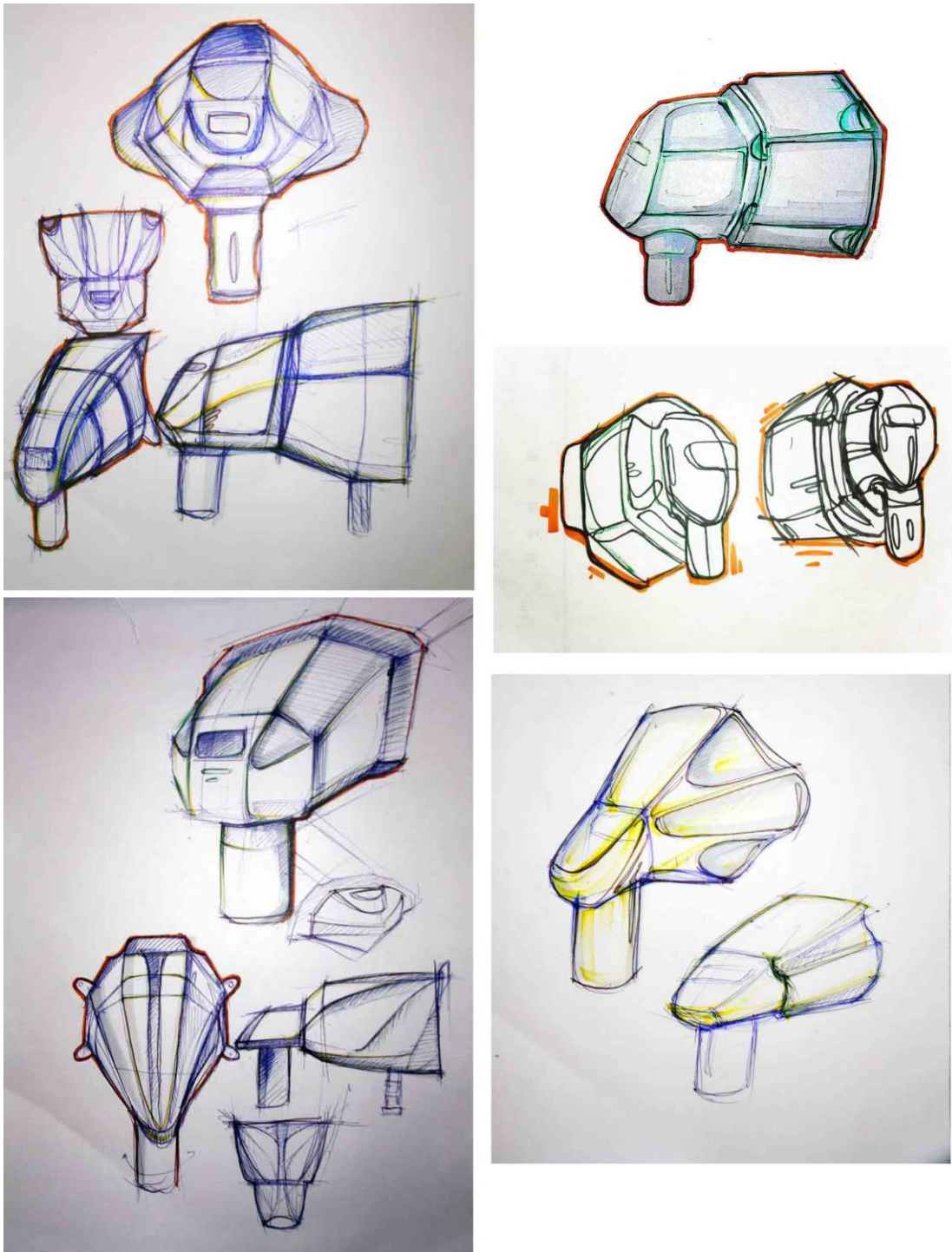
Prvým krokom návrhu bolo skicovanie. Pri ňom som vychádzal zo základných geometrických tvarov, ale inšpiráciou pre mňa bola aj existujúca produkcia. Vypracoval som veľa skíc, z nich som vybral niekoľko tvarovo najviac vyhovujúcich pre fázu počítačového modelovania. Následne som vybrané varianty rozpracoval a vymodeloval v 3D programoch. Ďalšou fázou mojej práce bola 3D vizualizácia. Po tejto fáze som hľadal možnosti výroby jednak skúšobného modelu, jednak reálneho modelu. Skúšobné modely boli vyrobené frézovaním CNC z polystyrénu, finálny model z materiálu WPC (wood plastic composite). Výroba prototypu má viacero variant výroby, o ktorých sa zmienim v kapitole technológia výroby modelu.

4.1 Skicovanie

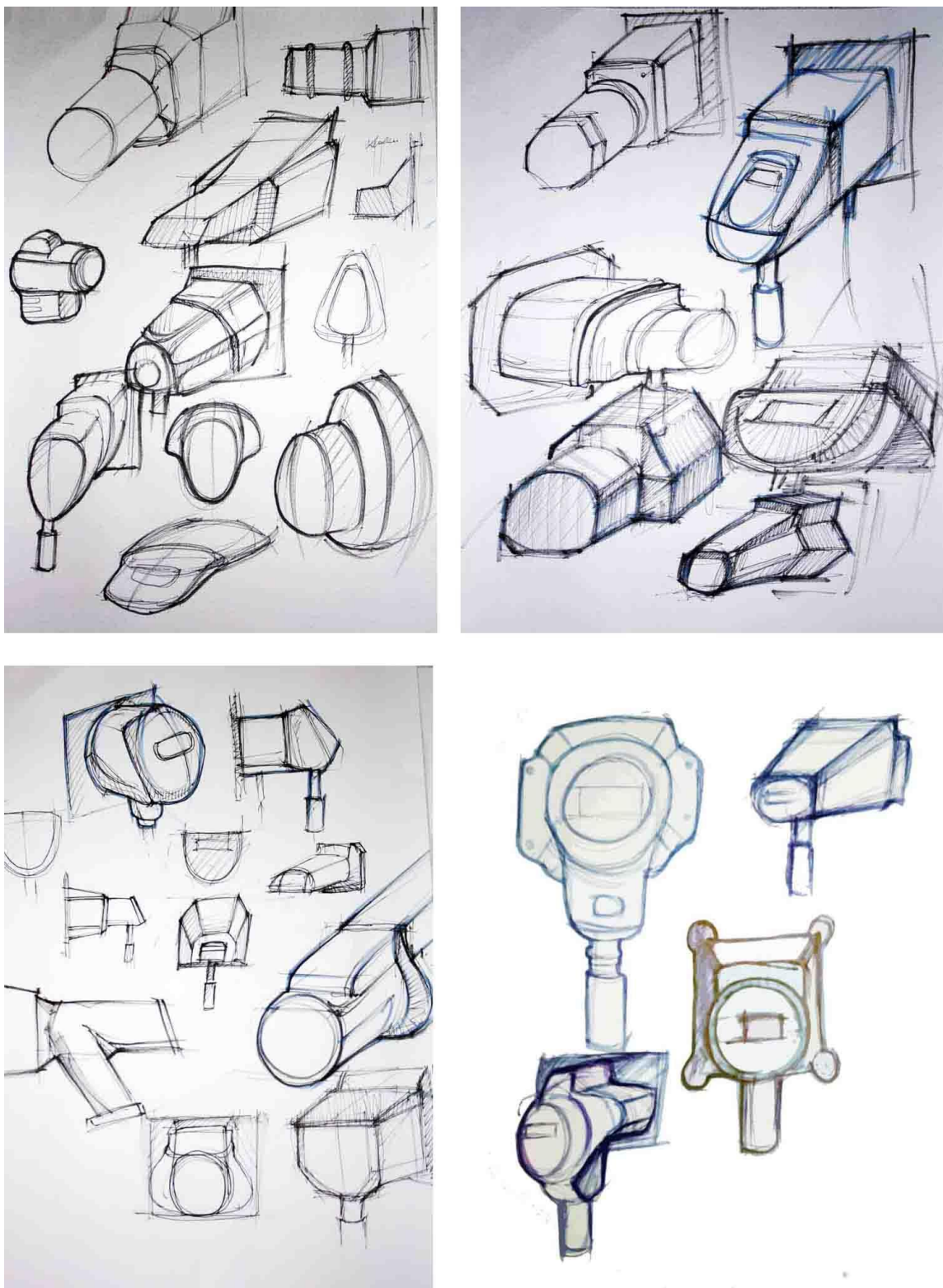
Prvým krokom procesu navrhovania dizajnu meracej hlavice bolo skicovanie, v ktorom som nechal prúdiť tok myšlienok na papier a snažil som sa naskicovať čo najviac tvarových riešení, bez ohľadu na funkčnosť a možnosť výroby modelu. V tomto prvom štádiu návrhu som sa snažil vytážiť maximum nápadov tvarových riešení. Kresba designerovi umožňuje nakresliť v podstate čokoľvek, ale následné modelovanie v 3D ukáže nereálnosť niektorých návrhov, chyby, na ktoré človek nepríde počas procesu skicovania.

Pre mňa je ale proces skicovania akýmsi odrazením sa, začiatkom celého procesu tvorby designu.

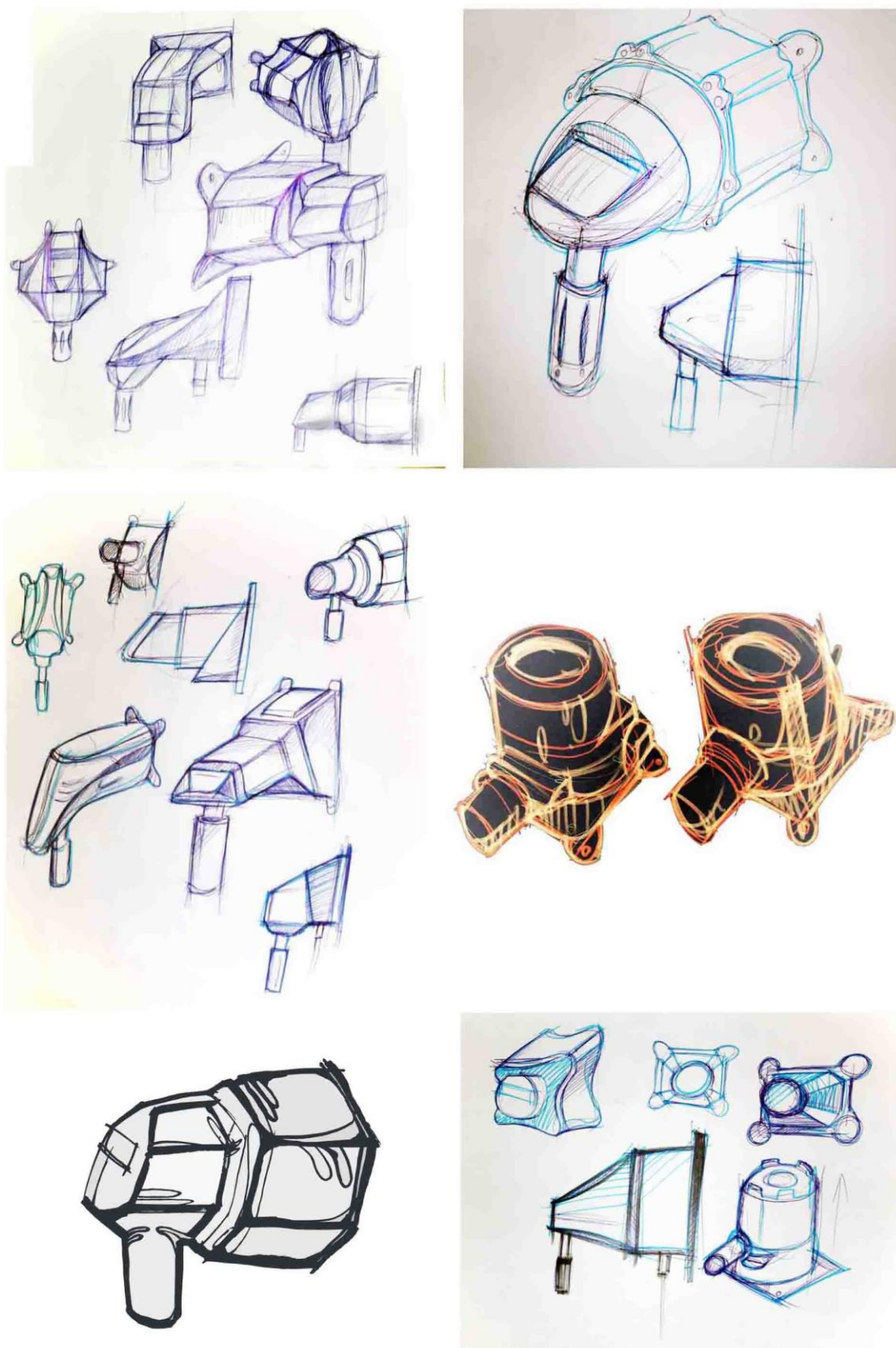
V nasledujících obrázkoch ukazujem súbor skíc, ktoré vznikli, aby som si ujasnil aké tvary by boli pre hlavicu na meranie plynu najvhodnejšie či už z funkčného, alebo estetického hľadiska.



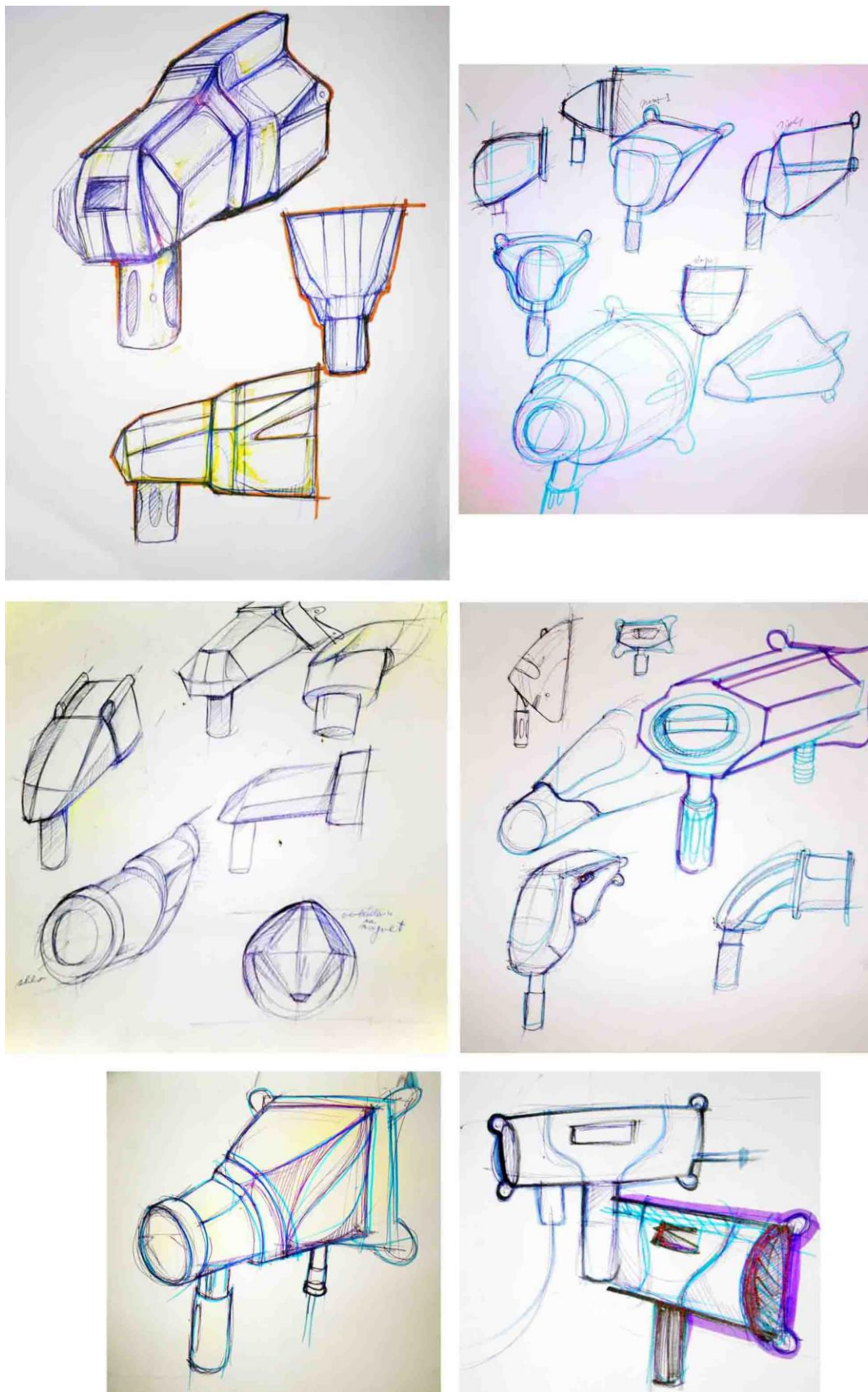
Obr. 24. Ukážka skíc - návrhy meracej hlavice 1



Obr. 25. Ukážka skíc - návrhy meracej hlavice 2



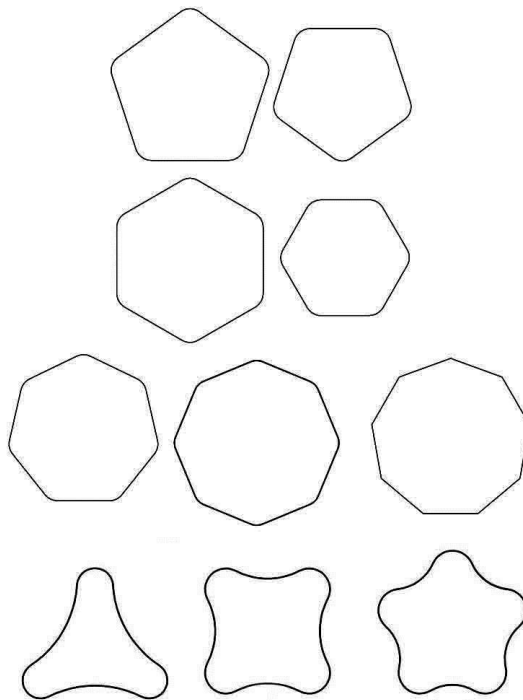
Obr. 26. Ukázka skic - návrhy meracej hlavice 3



Obr. 27. Ukážka skíc - návrhy meracej hlavice 4

4.2 3D modelovanie

Po skicovaní a následnom výbere najvhodnejších skíc som začal modelovanie v 3D programe. Týmto som ako keby pokračoval v skicovaní v priestore. Pre počiatočné modelovanie so si zvolil geometrické tvary, ktoré sa ukázali na skiciach ako vhodné pre riešenie. V 3D programe som modeloval najprv spodný diel (podstavu) prístroja, ktorá by mi určila celkový vzhľad. Najviac vhodné pre tvar prístroja sa mi javilo použitie geometrických útvarov, od trojuholníka až po mnohoúholníky (pravidelné aj nepravidelné)

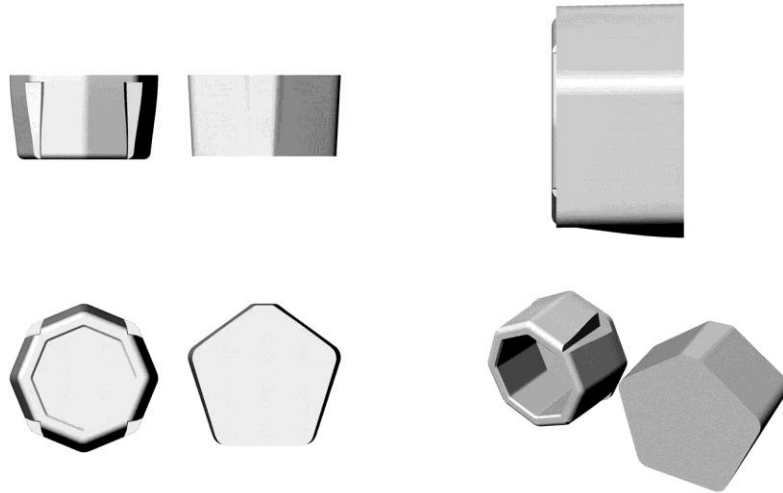


Obr. 28. Východiskové geometrické tvary v procese navrhovania

V procese, ktorým som prešiel pri tvorbe modelu v 3D som si vyskúšal veľa rôznych možností, kombinácii tvarov. Vždy je lepšie si prejsť väčšie množstvo návrhov a porovnať si jednotlivé návrhy, ich klady a aj zápory. Týmto si designer vytvára akýsi „ďalekohľad“, cez ktorý potom dokáže určiť smer finálneho návrhu.

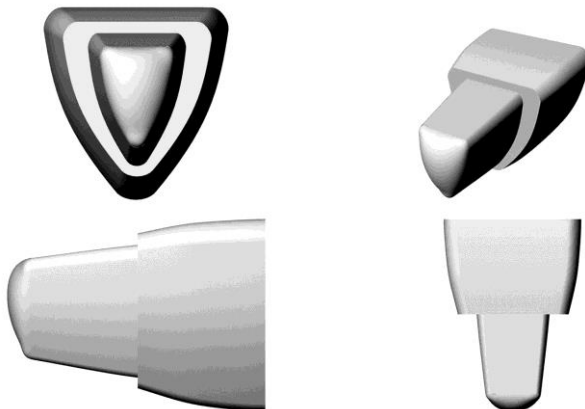
V procese 3D modelovania som si teda ujasnil, aké proporcie a tvar by mal mať design. V nasledujúcich obrázkoch ukazujem vybrané 3D modely, ktoré mi určovali smer finálneho riešenia.

Na nasledujúcom obrázku je vidieť navrhnutie tvaru základne prístroja, pri ktorom som vychádzal zo 6-uholníka a 8 – uholníka.



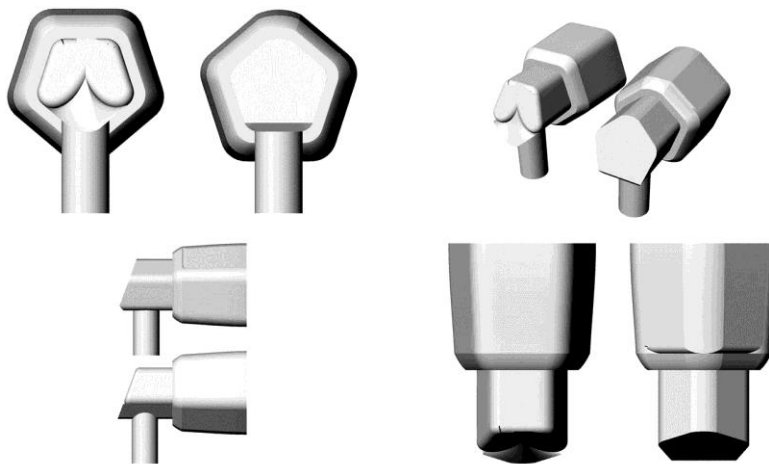
Obr. 29. Návrh základne vychádzajúci z 6-uholníka a 8-uholníka

Na ďalšom obrázku je 3D model prístroja, ktorý vychádza zo sférického trojuholníka – tento tvar sa mi pre riešenie designu nezdal vhodný –



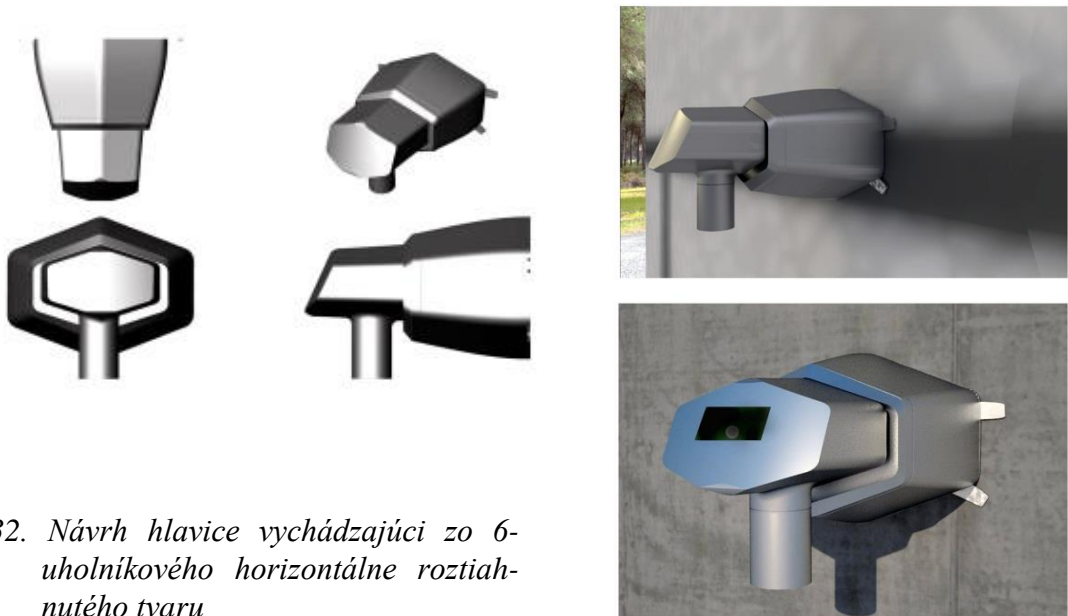
Obr. 30. Návrh hlavice vychádzajúci z trojuholníka

Pri modelovaní som si vyskúšal i tvar prístroja vychádzajúci z 5-uholníka, ktorý som neskôr otočil o 180 stupňov a tým vznikli dva úplne rôzne návrhy riešenia. Tieto sú vidieť na nasledujúcom obrázku



Obr. 31. Návrh hlavice – variácia 5-uholníkového tvaru

V ďalšom návrhu som pre tvar prístroja použil šesťuholník, ktorý som horizontálne rozťahol, prednú časť prístroja som zrezal v uhle a tým som dal prístroju akýsi dynamický ráz. Zrezanie takisto slúži na lepšiu manipuláciu s tlačidlami a displejom, pretože sa prístroj montuje do výšky očí stojaceho človeka. Na obr. 32. je vizualizácia šesťuholníkového modelu - verzia horizontálne rozťahnutá



Obr. 32. Návrh hlavice vychádzajúci zo 6-uholníkového horizontálne rozťahnutého tvaru

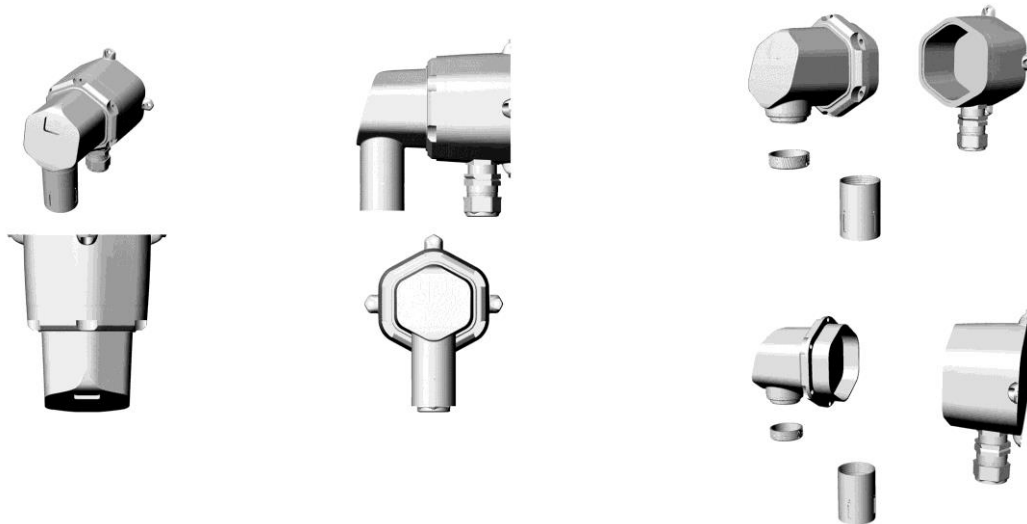
V procese tvorby 3D modelu som sa rozhodol podrobnejšie rozpracovať šesťuholníkovú verziu meracej hlavice. Upustil som od návrhu horizontálne rozťahnutej verzie a za základný tvar návrhu som použil pravidelný šesťuholník, kde som navyše prednú časť prístro-

ja som rozdelil na dve plochy, ktoré by slúžili ako magnetické plochy slúžiace na prepínanie funkcií. Pri tomto návrhu som navyše v 3D programe objektu zadal materiál a spravil priebežný render, na ktorom som videl vizuálnu stránku navrhovaného riešenia. Výsledok tohto procesu je na nasledujúcich obrázkoch.



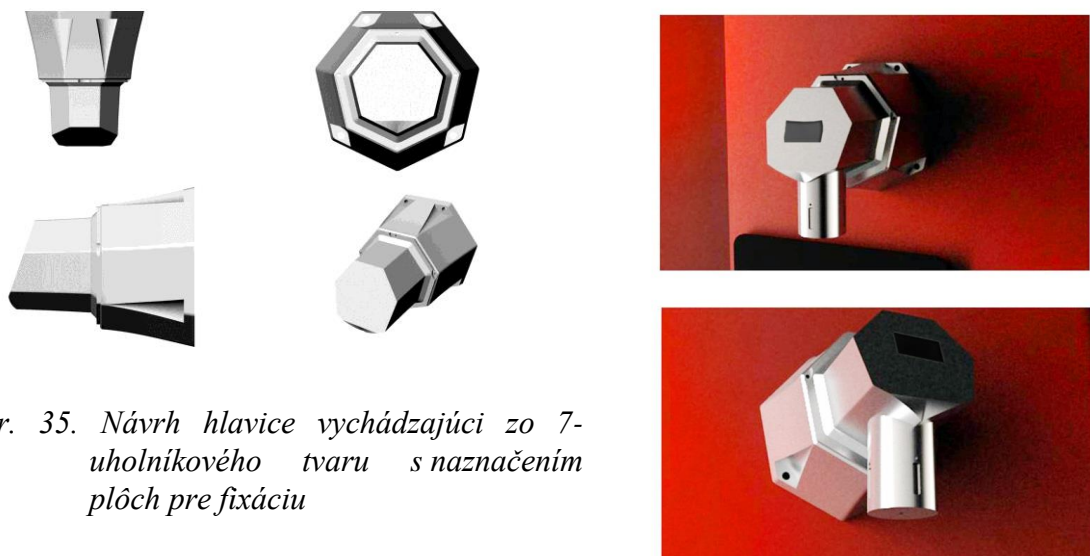
Obr. 33. Návrh hlavice – rozpracovanie magnetických tlačidiel

Aj nasledujúci návrh vychádza z pôdorysu šesťuholníka. V tejto verzii je predná časť taktiež zrezaná v uhle ako v predchádzajúcom prípade, aby sa zabezpečila lepšia manipulácia s prístrojom. Vystúpené plochy spodného dielu určené na fixáciu ku stene však neodpovedali mojim predstavám vizuálneho konceptu celkového riešenia, a preto som musel vymyslieť iný spôsob, ako fixovať celý prístroj ku stene. V tomto návrhu som umiestnil káblovú vývodku na spodnú časť modelu smerujúcu kolmo k zemi, a týmto riešením vedený kábel vytvorí vertikálny previs, ktorým sa dosiahne to, že sa voda v žiadnom prípade nedostane do tela hlavice cez káblovú vývodku, čo bolo aj nedostatkom meracej hlavice GSO2 a firma ENVItech požadovala tento nedostatok vyriešiť. V tomto modeli navrhnutý princíp umiestnenia káblovej vývodky som využil aj v ďalších návrhoch. Na nasledujúcich obrázkoch sú vidieť popísané riešenia.



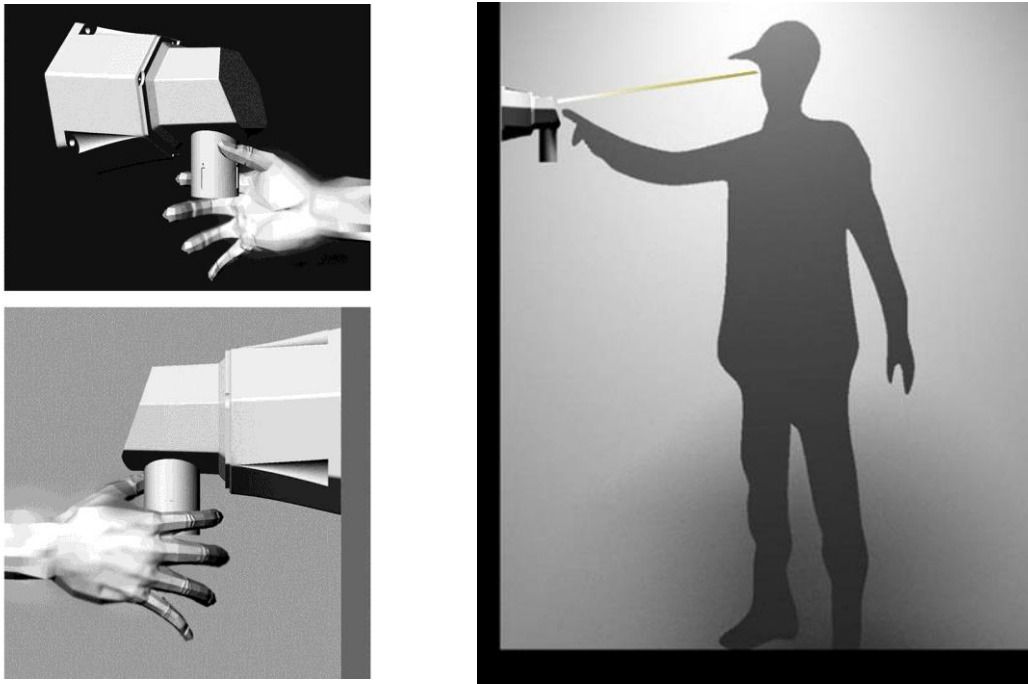
Obr. 34. Návrh hlavice – rozpracovanie káblovej vývodky a fixačných plôch

Aj keď s návrhmi, vychádzajúcimi zo šesťuholníka som bol vizuálne spokojný, chcel som vyskúšať čo najviac tvarových riešení, ako som spomínal v úvode projektovej časti. Preto som vyskúšal návrh 3D modelu, vychádzajúci zo 7-uholníka. Aj napriek tomu, že v predchádzajúcom návrhu vychádzajúcom zo šesťuholníka som vyriešil umiestnenie káblovej vývodky smerujúcej k zemi, s fixačnými plochami som nebol spokojný, a preto v tomto prípade som spolu s novým tvarovým riešením riešil i fixáciu prístroja tým spôsobom, že som ubral materiál pozdĺžne zo 4 vrcholových strán podstavy. Tým mi vznikli zapustené plochy na fixáciu prístroja a taktiež na dobrú manipuláciu so skrutkami. Výsledok je zrejмый z nasledujúceho obrázka. Tento návrh som taktiež vyrendroval so zvoleným materiálom, aby som videl vizuálne pôsobenie hlavice.



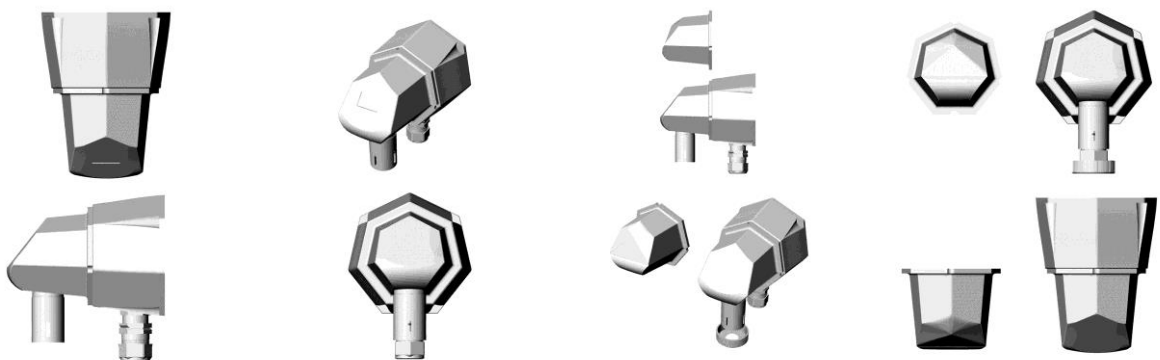
Obr. 35. Návrh hlavice vychádzajúci zo 7-uholníkového tvaru s naznačením plôch pre fixáciu

V tomto štádiu procesu navrhovania meracej hlavice som spravil ergonomickú štúdiu. V 3D programe som vymodeloval ruku, aby som videl proporčné vzťahy medzi rukou a meracou hlavicom. Taktiež som vymodeloval siluetu človeka, ktorá by demonštrovala proporcie hlavice k ľudskému telu v priestore, kde sa hlavica inštaluje. Výsledok mojej ergonomickej štúdie je na nasledujúcich obrázkoch.

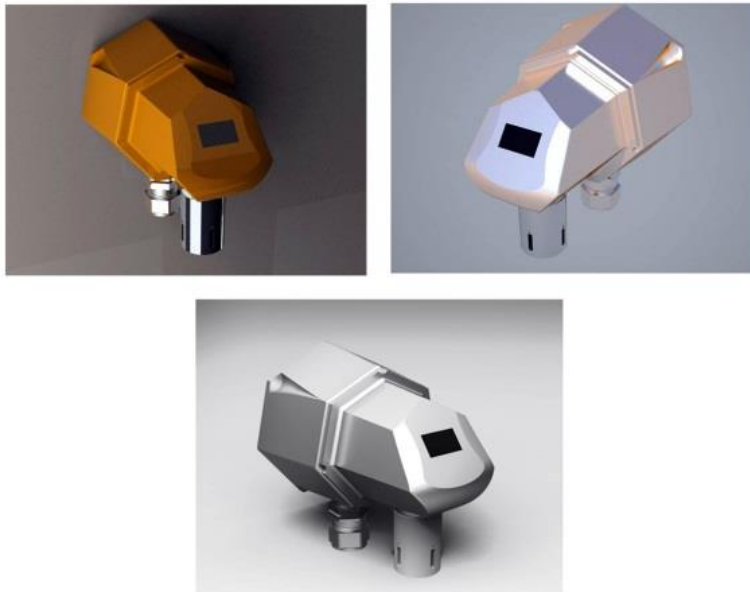


Obr. 36. Ergonomická štúdia

Následne som predchádzajúci model varioval otočením tvaru 7 – uholníka o 180 stupňov, chcel som si vyskúšať zmenu tvaru spôsobenú otočením. Úpravu som spravil aj na prednej časti hlavice, na ktorej sa nachádzajú displej a tlačidlá. Zmena prednej časti je zrejماً z obr. 37. Tento návrh som vyrendroval v 3 rôznych materiáloch, znova som si potreboval ujasniť vizuálnu stránku predmetu.



Obr. 37. Návrh hlavice - variácia 7-uholníkového tvaru



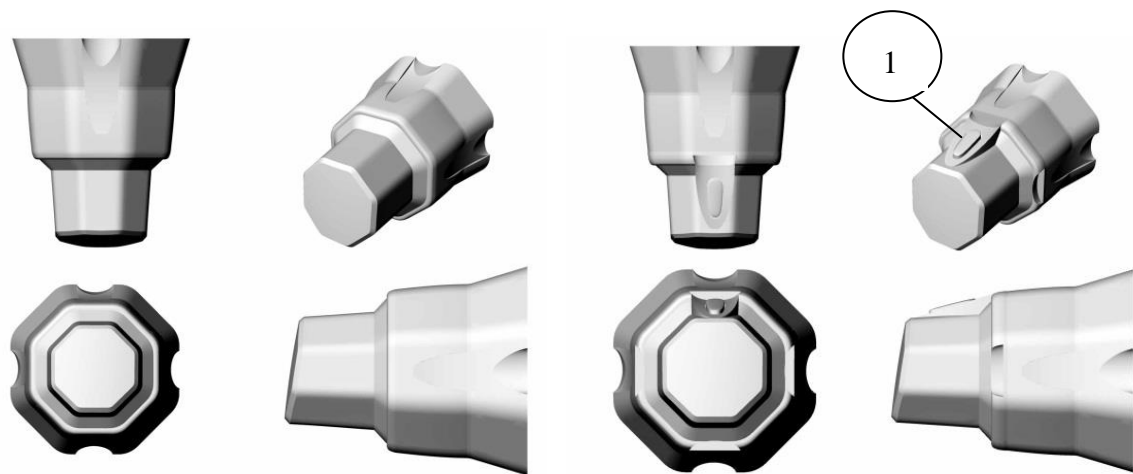
Obr. 38. Vizualizácia meracej hlavice – 7-uholníkový tvar

Posledným geometrickým tvarom, ktorý som zobral za základ telesa meracej hlavice bol 8-uholník. Fixáciu prístroja skrutkami do steny som riešil rovnako ako pri návrhu vychádzajúcom zo 7-uholníka a to výrezmi vo vrcholových hranách základne. Prednú stranu som rozdelil na 3 plochy, z nich dve krajné slúžia ako magnetické plochy na ovládanie prístroja magnetom. Tieto plochy sa zbiehajú smerom dozadu, medzi nimi vznikne nová trojuholníková plocha, ktorú som využil na umiestnenie displeja. Riešenie i render 8-uholníkového návrhu je na nasledujúcom obrázku.



Obr. 39. Návrh meracej hlavice – 8-uholníkový tvar

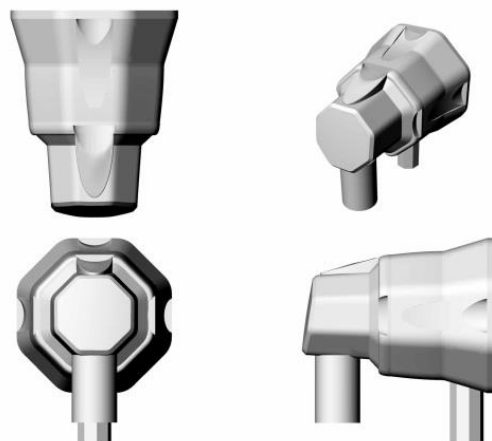
Po konzultácii s pracovníkom spoločnosti ENVItech a vedúcim diplomovej práce sme vybrali 8-uholníkový návrh ako koncept, ktorý ale bolo treba ešte rozpracovať. Rozpracovával som predchádzajúce riešenie, v ktorom som zväčšil hrúbku základne tak, aby som si mohol dovoliť spraviť výrezy s danou hĺbkou, ktoré by umožnili dobrú manipuláciu so skrútkami na fixáciu k stene. Následne som pridal na vrchnú časť plochu (obr. 40. – označenie 1), ktorá by tvorila akýsi plynulý prechod medzi dvoma časťami prístroja, takisto táto časť vizuálne pôsobí ako spevnenie celého tvaru. Na tejto ploche sa nachádza výrez, ktorý slúži ako odkladacia plocha pre magnet, ktorým sa prístroj obsluhuje.



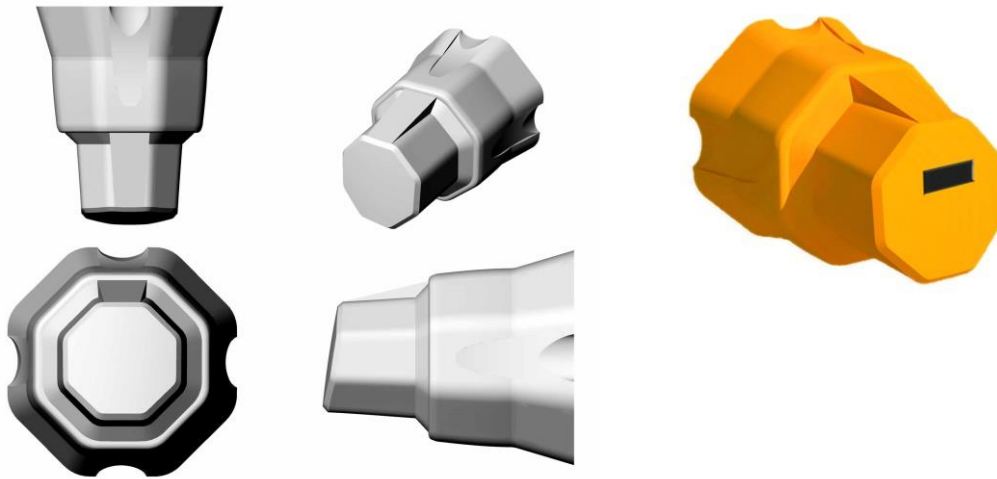
Obr. 40. Návrh meracej hlavice – rozpracovanie konceptu 8-uholníkový tvar

Po konzultácii s technikmi spoločnosti ENVItech mi bolo povedané, že spôsob odkladania magnetu na meraciu hlavicu nie je vhodný, pracovníci manipulujúci s prístrojom budú mať magnet zavesený na prívesku, alebo iným spôsobom pri sebe.

Na nasledujúcom obrázku je variovaný predchádzajúci návrh s vynechaním odkladacej plochy na odkladanie magnetu, na obr. 42. je zmena s použitím rovnej prechodovej plochy medzi dvoma časťami prístroja a na ďalšom obrázku je vidieť vizualizáciu 8 uholníkového návrhu rovnej verzie.

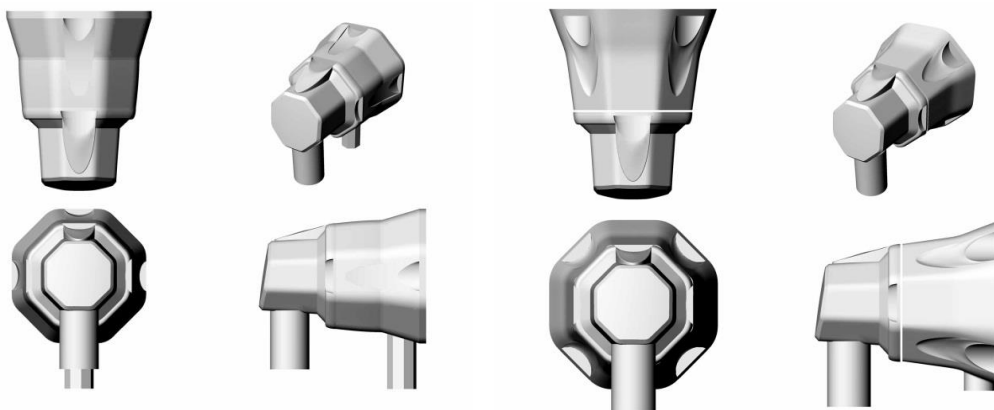


Obr. 41. Návrh meracej hlavice – bez detailu odkladacej plochy pre magnet – šikmá prechodová plocha



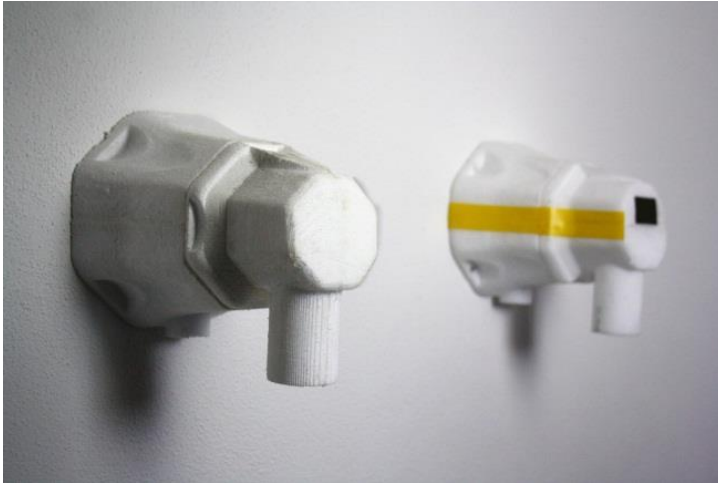
Obr. 42. Návrh meracej hlavice – rovná prechodová plocha

Následne som sa vrátil k návrhu s elipsovito zakončenou prechodovou plochou a pridal som ochranný kryt senzora a káblovú vývodku. V tejto fáze som zistil, že mi káblová vývodka zasahuje do výrezov, slúžiacich na fixáciu prístroja k stene. Tento problém som vyriešil v nasledujúcom kroku tým, že som presunul výrezy o 45 stupňov. Zmenu riešenie je vidieť z nasledujúcich obrázkov, na ktorých je i render 8-uholníkového modelu elipsovitej verzie.



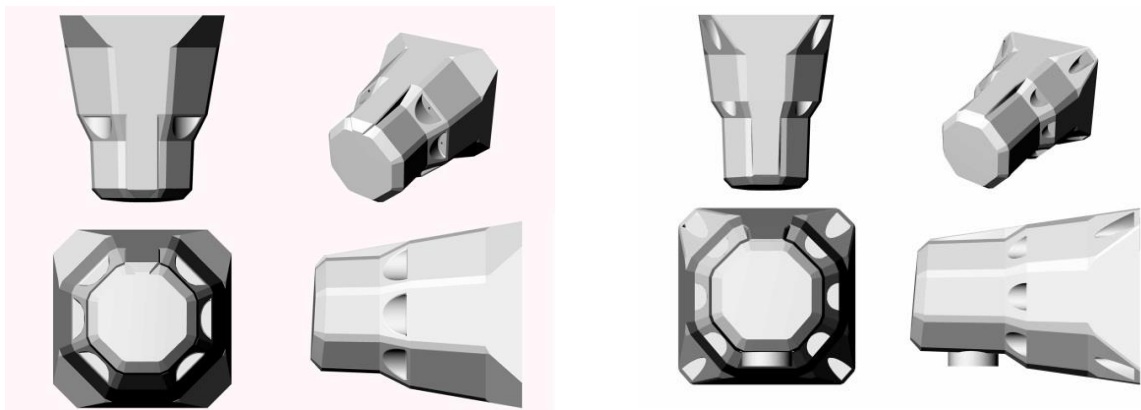
Obr. 43. Návrh meracej hlavice – pootočenie výrezov o 45 st.

V tomto štádiu návrhu som sa rozhodol vyrobiť priebežný model riešenia, aby som si mohol ujasniť tvarové a proporčné vzťahy. Model bol realizovaný pomocou 3-osej CNC frézy, použitý materiál bola tvrdená polystyrénová doska. Model bol frézovaný z jedného smeru a musel byť rozdelený na viacero častí – ktoré nám udávala hrúbka materiálu a taktiež dĺžka vrtáka frézy a tvary modelu. Výsledok výroby priebežného modelu je na nasledujúcom obrázku.



Obr. 44. Priebežný polystyrénový model

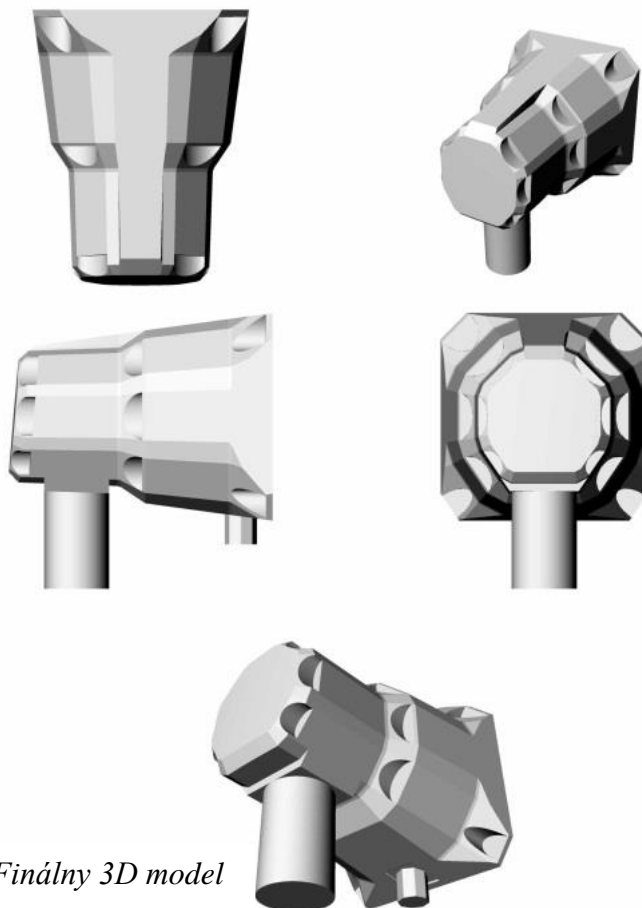
Profil, ktorý vidieť na tomto modeli má lomené línie, čo z môjho pohľadu nedáva modelu jednotný, ucelený tvar. Preto som sa v ďalšej fáze vývoja modelu venoval odstráneniu tohto nedostatku. V nasledujúcom návrhu je línia spojujúca dve časti prístroja rovná, tá dáva celkovému návrhu čistotu a jednotný tvar. Naviac som zvyšnú hmotu spodnej časti zrezal v smere línie, tým sa celkový tvar prístroja zmenil a vznikli plochy, ktoré som využil na plochy slúžiace na fixáciu ku stene



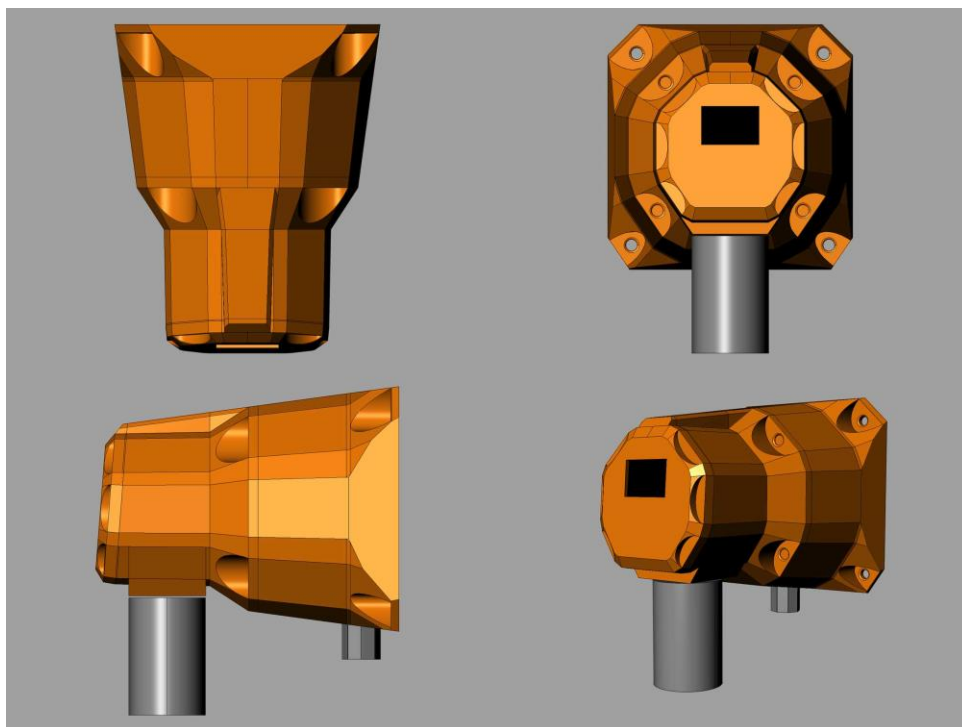
Obr. 45. Zjednotenie tvarových línií – 8-uholníkový model

Na obr. 45. (vpravo) je zobrazený proces ďalšieho vývoja modelu. V tomto návrhu som zrušil detail na prednej strane prístroja a pridal výrezy na fixáciu – po zmeraní dĺžky a hĺbky plôch na fixáciu v stene som zistil, že rozmer otvorov na fixáciu nevyhovuje, pretože by bola sťažená manipulácia s hlavicou a zároveň mi ochranný kryt senzora zasahoval do zvislých plôch telesa hlavice, čím vznikol nežiadúci detail, ktorý som odstránil riešením na uvedenom obrázku.

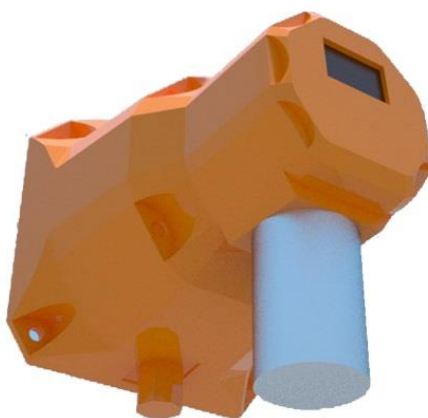
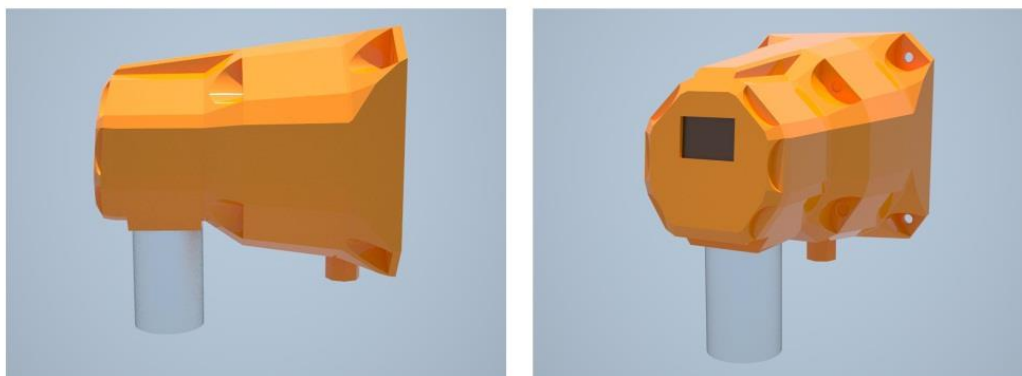
Z tohto dôvodu som musel rozšíriť spodnú hranu 8-uholníka, čím mi vznikol nepravidelný 8-uholník z ktorého som vychádzal. Tento návrh mi umožnil, aby kryt senzora nezasahoval do zvislých plôch a zároveň sa zväčšili otvory na fixáciu. Tým sa dosiahla lepšia možnosť manipulácie s hlavicou. Ešte som pridal štvorcovú plochu, jednak z vizuálnych dôvodov, ako i praktických dôvodov, pretože táto plocha dáva ochrannému krytu senzora akúsi podstavu. V tomto návrhu som ešte vrchnú časť tela prístroja rozdelil na dve časti a to vrchný kryt, ktorý umožňuje lepšiu manipuláciu s elektronikou a samostatné telo prístroja. Do vrchného krytu som takisto spravil výrezy, ktoré umožňujú fixáciu vrchného krytu a vrchnej časti tela hlavice. Tento návrh bol zároveň konečným riešením. Rôzne pohľady na finálny model sú na nasledujúcom obrázku aj s následnou vizualizáciou.



Obr. 46. Finálny 3D model

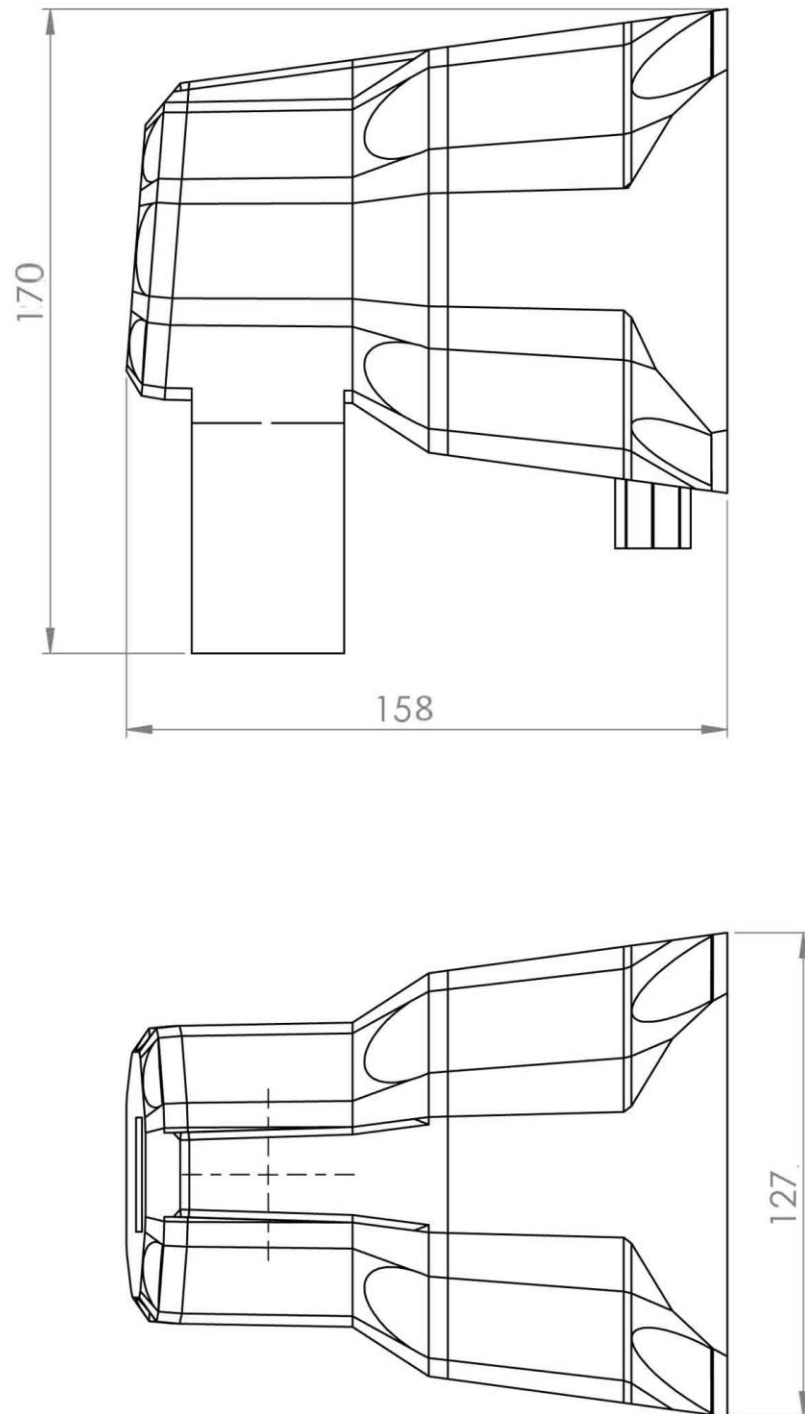


Obr. 47. Pohľady na finálny 3D model



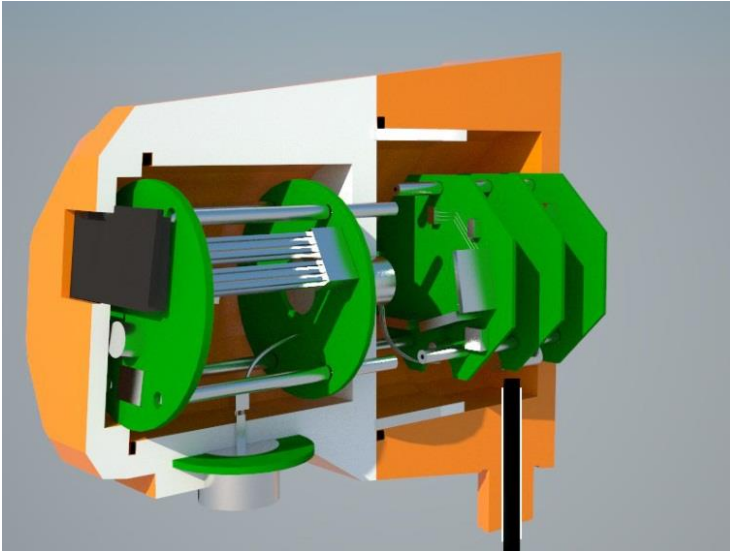
Obr. 48. Vizualizácia finálneho modelu

Na obr. č. 49 je technický výkres meracej hlavice s príslušnými kótami ukazujúcimi reálnu veľkosť finálneho modelu meracej hlavice, podrobnejší technický výkres je v prílohe P V.



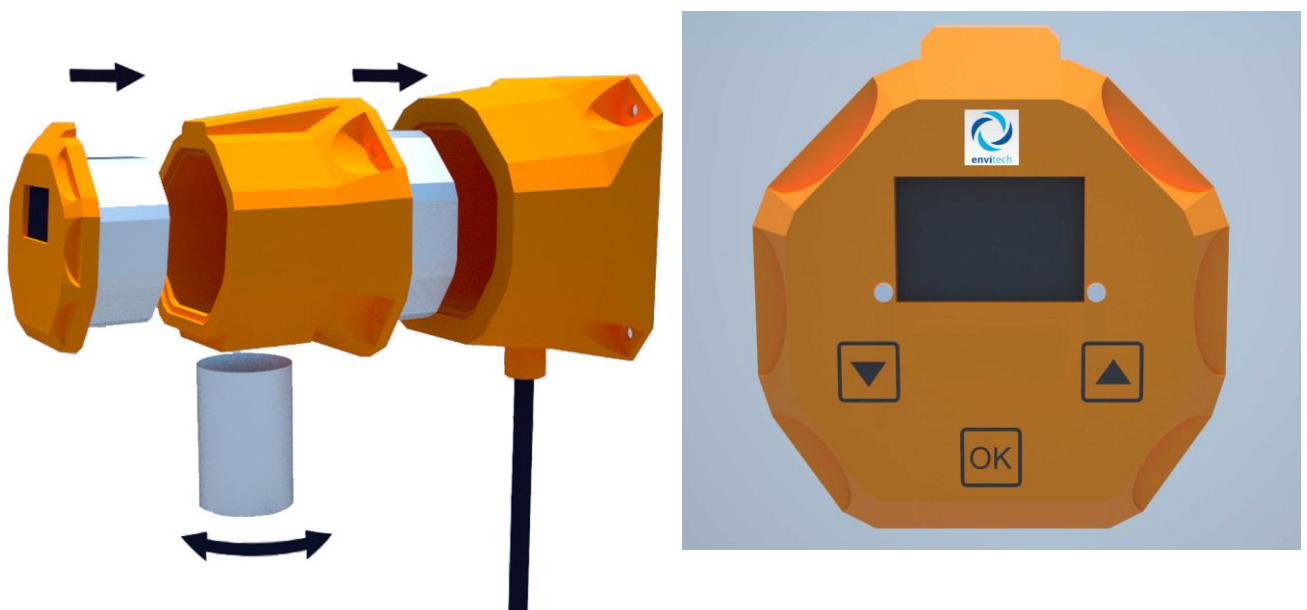
Obr. 49. Rozmery meracej hlavice

Na obr. 50. je znázornený rez meracou hlavicou a rozmiestnenie plošných spojov – z obrázka je zrejmé, že by sa do vnútra meracej hlavice dali umiestniť plošné spoje kruhového i osemuholníkového tvaru, či dokonca ich kombinácia.



Obr. 50. Rozloženie plošných spojov v reze modelu

Na nasledujúcom obrázku je znázornená meracia hlavica v rozloženom stave, z ktorého sú zrejmé tri hlavné časti tela a to - základňa hlavice s naznačenou káblovou vývodkou, stredná časť tela hlavice s ochranným krytom senzora a vrchná časť hlavice, na ktorej je umiestnený displej a magnetické tlačidlá na ovládanie hlavice (obr. 51.).



Obr. 51. Ukážka jednotlivých častí hlavice a detail vrchnej časti hlavice

4.3 Technický popis finálneho riešenia

V procese tvorby dizajnu meracej hlavice som vytvoril niekoľko konceptov ovládania, súvisiacich s modernými technológiami, konkrétne smartfóny a tablety, ale pri hlbšej analýze danej tematiky som zistil, že sa jedná o prístroj, ktorý sa bude používať v industriálnych zónach, vo fabrikách a pracovníci pri práci môžu mať napríklad aj špinavé ruky, čo zneumožňuje prácu s tabletom, preto koncept na ovládania hlavice napríklad cez aplikáciu mobilného telefónu, tabletu neprichádzal do úvahy. Ďalším konceptom bol zabudovaný wifi vysielateľ, ktorý by umožňoval hlavici spojenie s počítačom. Túto myšlienku som zavrhol z dôvodu energetickej náročnosti, pretože hlavica má byť nízko energetický prístroj, ktorý má nižšiu spotrebu ako 4 mA. Z týchto dôvodov som volil ručné ovládanie pomocou magnetickej indukcie.

Ďalšie dôležité prvky ovládania tlačidiel môjho riešenia sú popísané nižšie.

4.3.1 Magnetické tlačidlá

Magnetické tlačidlá slúžia na ovládanie jednotlivých funkcií meracej hlavice. Šípky slúžia na listovanie v cyklickom menu, tlačidlo OK na vyber údajov v menu.

Magnetické tlačidlá budú inštalované na plošný spoj tak, aby sa takmer dotýkali vrchnej časti prístroja, na ktorej sa nachádzajú tri graficky znázornené plochy so symbolmi šípka nahor, šípka nadol a tlačidlo OK. Elektronika reaguje priložením magnetického telesa na plochu, a tým pádom sa listuje v menu.

4.3.2 Magnetické ovládacie teleso

Magnetické ovládacie teleso (obr. 52.) je navrhnuté tak, aby ho mohol pracovník používať aj v extrémnych podmienkach napríklad pri mrazoch v rukaviciach, preto som zvolil valcový tvar. Valcová dutá časť je vyrobená z plastu, na jej konci je otvor, aby si ju mohol pracovník pripnúť na privesok na krk alebo poprípade na kľúče. Do konca valcovej časti je vložený magnet, ktorý má optimálnu intenzitu toku meranú v jednotkách Tesla, aby prístroj pracoval správne.

Ovládacie teleso je navrhnuté tak, aby bolo odolné proti mechanickým vplyvom, keďže sa jedná o ovládacie prvok, ale zároveň je to kus „náradia“ a pracovník pri práci s ním ho môže bez obáv hodiť do krabice s náradím.



Obr. 52. Návrh magnetického ovládacieho telesa

4.3.3 Menu

V menu sa nachádzajú najdôležitejšie pomocné údaje ako servisné údaje, koeficient citlivosti a merané hodnoty, t.j. aký konkrétny plyn hlavica meria a v akých jednotkách.

4.3.4 Displej

Displej, ktorý som zvolil na zobrazovanie, je OLED displej, z dôvodu vysokej svietivosti, vysokého kontrastu a nízkej spotreby energie. Na vrchnej časti pri displeji sa nachádzajú dve LED diódy, ktoré signalizujú, že prístroj pracuje správne a vizuálne pomáhajú a potvrdzujú správnosť jednotlivých krokov napríklad aj pri kalibrácii hlavice.

4.3.5 Identifikačný štítok

Na spodnej časti telesa pri káblvej vývodke sa nachádza gravírovaný štítok uvádzajúci IP – stupeň krytia, certifikáciu prístroja a spĺňajúcu normu Ex prostredia. Tento štítok je upevnený pomocou skrutiek o telo meracej hlavice.

4.3.6 Elektronika zabudovaná v hlavici

Meracia hlavica má zabudovanú pamäť, v ktorej uchováva údaje o poslednej kalibrácii, o nameraných hodnotách. Najdôležitejšou súčasťou elektroniky je mikroprocesor, zabezpečujúci snímanie hodnôt zo senzora, vyhodnocovanie hodnôt a zobrazovanie údajov na displeji. Namerané hodnoty prostredníctvom prúdovej slučky prenáša na ďalšie zariadenie. V analýze existujúcej produkcie meracích hlavíc som sa stretol so zalievaním elektroniky do izolačnej hmoty. Toto riešenie som vo svojej práci nepoužil z dôvodu nemožnosti uskutočnenia opráv elektroniky vo vnútri meracej hlavice.

4.3.7 Káblová vývodka

Do môjho finálneho riešenia som použil klasickú káblovú vývodku do Ex prostredia, ktorá sa dá bežne kúpiť. Tým som eliminoval náklady, ktoré by vznikli pri výrobe nového typu vývodky. Káblovú vývodku som umiestnil do spodnej časti tela hlavice tak, aby bol kábel vzdialený 10 mm od steny a umožňoval tak dobrú inštaláciu káblu do lišty v stene. Káblová vývodka smeruje kolmo k zemi, tým znemožňuje vode sa dostať do vnútra hlavice.

4.3.8 Odberová sonda s krytom

Ochranný kryt odberovej sondy som riešil rovnakým spôsobom ako firma Meteo pri hlavici GSO2. Ochranný kryt senzora so závitom sa upevní na závit, ktorý je na spodnej podpornej ploche krytu senzoru. Do krytu sa vloží netkaná textília, chrániaca senzor pred nečistotami a ochranný prstenec, ktorý sa pomocou skrutiek upevní do krytu.

4.3.9 Tesnenie

Keďže som tvar finálneho riešenie koncipoval do osemuholníka, tak aj žliabok, slúžiaci na umiestnenie gumičky má tvar 8-uholníka. Tento neštandardný tvar tesnenia sa bude realizovať z tesniacej gumy s hrúbkou 1,5 mm, ktorá slúži na zatesnenie spojov.

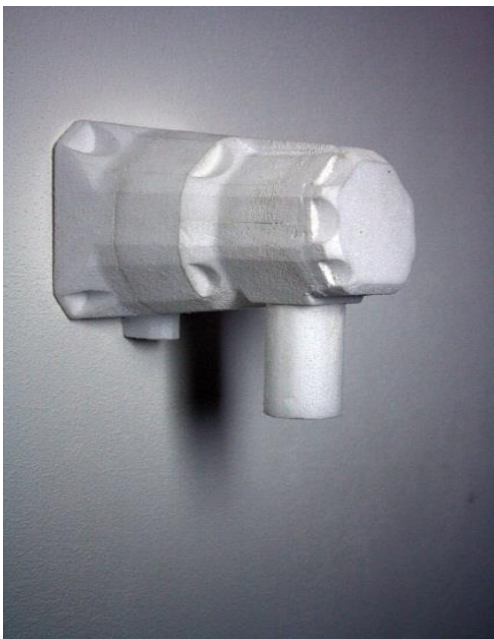
Hlavica sa skladá z troch hlavných častí, ktoré sa spájajú dokopy, tým pádom sa v prístroji nachádzajú dve tesniace gumičky, jedna tesní spoj základne a prostrednej časti hlavice, druhá na vrchu strednej časti hlavice tesní spoj medzi stredom hlavice a vrchným krytom.

4.3.10 Technické riešenie, spĺňajúce normu o Ex prostredí

Prístroj bol navrhnutý tak aby spĺňal všetky normy, týkajúce sa detekčných zariadení s pevným uzáverom „d“ do Ex prostredia. Splnenie požiadaviek normy na zabezpečenie parametrov špáry L som realizoval pomocou osemuholníkového výstupku s hrúbkou steny 2 mm a dĺžkou presahujúcou 10 mm, ktorý sa nachádza na spodnej časti vrchného krytu, a na pevnom dne spodnej časti stredného dielu, tak aby tesne kopírovali steny protiľahlého kusu s čo predpísanou presnosťou (špára L musí byť menšia ako 0,1 mm). Pridaním tesniacej gumičky sa pri zoskrutkovaní dielov sa zabezpečí tesnosť spoja.

4.4 Proces výroby finálneho modelu

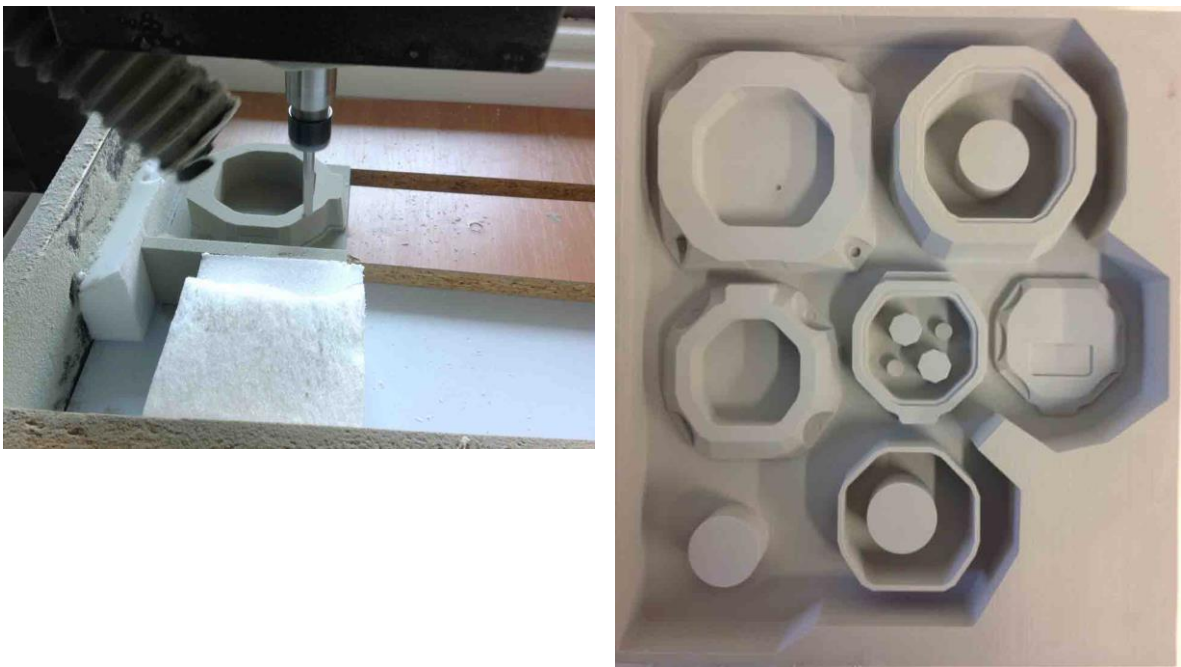
Po tom, ako som s firmou ENVItech a s vedúcim diplomovej práce odsúhlasil finálny 3D model, skúmal som možnosti výroby finálneho modelu. Do úvahy prichádzalo CNC frézovanie, ktoré mi umožní spraviť aj dutý model. V prípade, že by som vyrábal model z polystyrénu, ako predchádzajúci priebežný model, tento materiál by mi neumožnil urobiť dutý model s určitou hrúbkou steny. Stena modelu by bola taká krehká, že by sa pri samotnom procese frézovania zlomila. Preto do úvahy prichádzalo viacero iných možných materiálov. Jedným z nich bol kov, ale technológia frézovania kovu vyžaduje chladenie materiálu vodou a to fréza, ktorú som mal k dispozícii na našej fakulte, neumožňuje. Preto som si zabezpečil materiál WPC – wood plastic composites, nazývaný aj „chemické drevo“, ktorý je dostatočne pevný a pružný, že umožňuje technologicky vyrobiť dutý model. Tento materiál je ale finančne náročný, preto som si nemohol dovoliť pokaziť materiál pri frézovaní napr. zlým nastavením frézy, chybou pri modelovaní, alebo nejasnosťou pri tvare modelu. Z toho dôvodu som pred konečnou fázou frézovania z „chemického dreva“ vyrobil skúšobný finálny model z tvrdeného polystyrénu, na ktorom som si nakoniec ujasnil proporčné a tvarové riešenia, takisto aj ergonomiu a technické možnosti inštalácie meracej hlavice, ako aj správnosť návrhu 3D modelu z pohľadu výroby konečného modelu. Na nasledujúcich obrázkoch je finálny model z polystyrénu a takisto ergonomická štúdia.



Obr. 53. Finálny polystyrénový model

Potom, ako som vyrobil priebežný polystyrénový model, na ktorom som si ujasnil finálne tvarové riešenie, som sa pustil do výroby finálneho modelu. Model bol taktiež realizovaný na 3-osej CNC fréze, frézovaný z jedného smeru, na frézovanie sa použila fréзка s priemerom 6 mm. Konečná povrchová úprava modelu bola realizovaná (finišovaná) v 2 smeroch, čo zaistilo takmer hladký povrch modelu. Materiál modelu, ako už bolo povedané, je chemické drevo, ktoré mi umožnilo spraviť dutý model.

Na obrázkoch nižšie je ukážka procesu frézovania spolu s výsledkom frézovania - rozloženia dielov do objemu dosky chemického dreva.

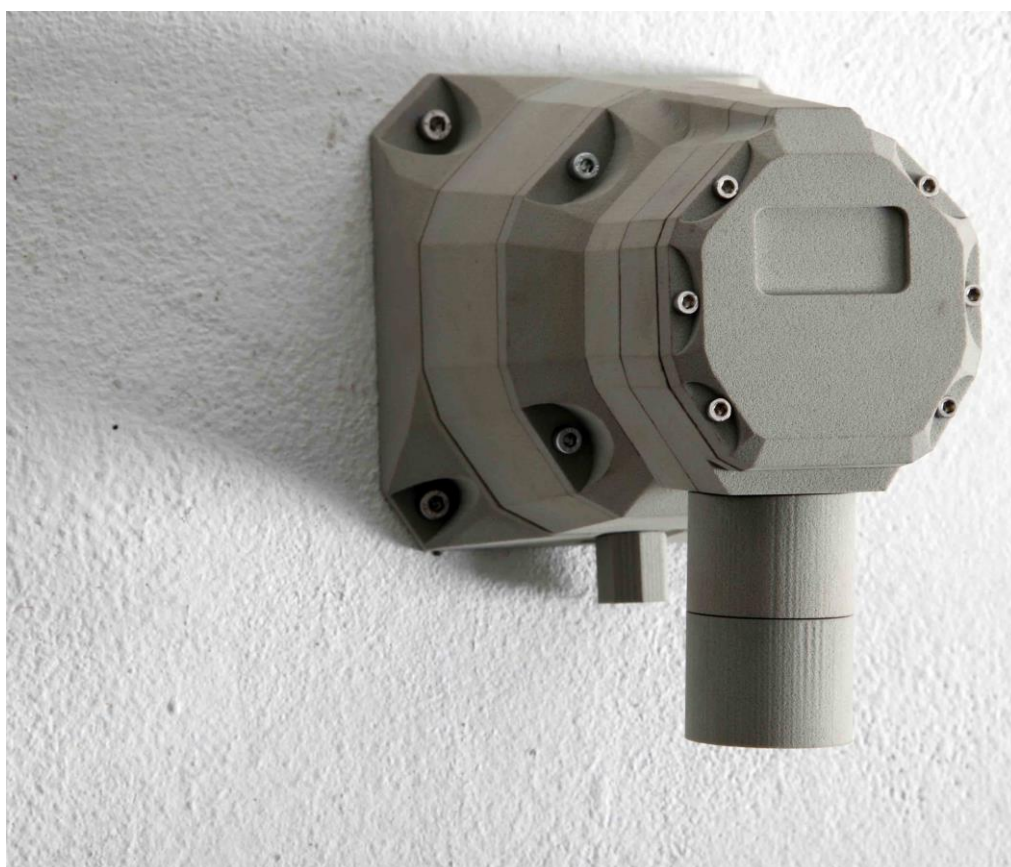


Obr. 54. Ukážka procesu frézovania reálneho modelu

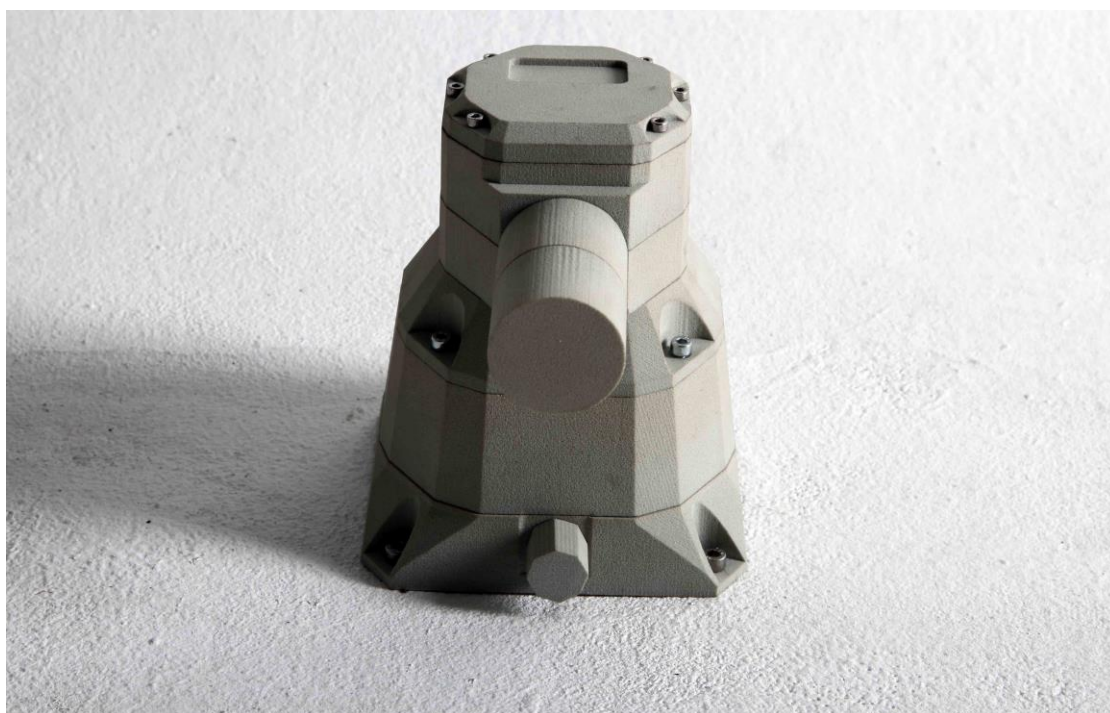
Na ďalších obrázkoch (obr. 55. až 60.) sú fotografie reálneho modelu.



Obr. 55. Finálny model - pohľad 1



Obr. 56. Finálny model - pohľad 2



Obr. 57. Finálny model - pohľad 3



Obr. 58. Finálny model - ukážka ergonómie



Obr. 59. Finálny model - rozloženie na jednotlivé diely - elektronika v spodnej časti hlavice



Obr. 60. Finálny model - rozloženie na jednotlivé diely - elektronika v strednej časti hlavice

4.5 Technológia výroby meracej hlavice

Existuje viacero technologických postupov, ktoré by bolo možné pri výrobe meracej hlavice použiť. Meracia hlavica by sa mohla vyrábať napr. frézovaním, pri ktorom ale vzniká veľmi veľa odpadu, keďže sa frézuje z bloku materiálu. Preto sme po konzultácii s firmou ENVItech túto metódu zavrhlí a meracia hlavica bude pravdepodobne vyrábaná technológiou presného liatia do foriem získaných metódou vytaviteľných modelov. Výroba foriem metódou vytaviteľného modelu (lost wax) dnes zastáva dôležitú pozíciu v oblasti moderných technológií liatia kovov. Túto technológiu môžeme začleniť medzi tzv. „near netshape“ – čo znamená produkty blízke hotovým výrobkom. Metóda pri efektívnom uplatnení umožňuje podstatné úspory materiálu a znižuje použitie dokončovacích výrobných operácií.

Ide o metódu presného liatia, v niektorých literatúrach sa metóda uvádza pod názvom liatie na stratený vosk. Jej prednosťou je liatie kovov do nedelených foriem. Pri tomto liatí nemá odliatok spoje (švy) a výhodou je možnosť odlievania ľubovoľných tvarov s veľmi hladkým povrchom. Tým je možné dosiahnuť veľkú rozmerovú presnosť. Nevýhodou je technologicky náročná výroba, a preto sa hodí hlavne pre veľké série.

Výroba formy pomocou vytaviteľného modelu sa skladá z niekoľkých po sebe idúcich operácií.

Najprv sa zhotoví voskový model. K tomu slúži špeciálna kovová formička, ktorej dutina je negatívnym tvarom voskového modelu. Do nej sa pod tlakom vtláča špeciálny vosk. Vosk vo forme tuhne, po stuhnutí ho vyberieme a získavame voskový model. Týchto voskových modelov vyrobíme potrebné množstvo. V ďalšej operácii sa uskutočňuje nadpájanie voskových modelov na voskový kôl a tým nám vznikne tzv. voskový stromček. Nasleduje ponorenie voskového stromčeka do špeciálnej kaše. Kaša je tvorená kremennou múčkou, zirkónovou múčkou, korundom, šamotom. Týmto spôsobom sa vytvorí keramický obal. Namáčanie sa opakuje niekoľko krát, aby sme získali požadovanú hrúbku steny. Prvý obal, ktorý po zasypaní kremenným ostrivom vhodnej veľkosti vzniká, sa nazýva lícny obal.

Ďalšia operácia je vytavenie vosku. To sa uskutočňuje vložením voskových stromčekov do pece, v ktorej dôjde pri teplote 120 °C k vytaveniu vosku. Vzniknutá škrupina sa vloží do formovacích rámov a priestor medzi ňou a rámom sa vyplní kremenným pieskom. Je to

tzv. obalový spôsob so zasypanou škrupinou. Po vytavení modelových hmôt sa formy vypaľujú v tunelových peciach pri teplote 900-1000 °C. Tým sa forma spevní a zbytok modelových hmôt sa pri vysokej teplote vypáli.

Proces sa líši podľa toho, či sa jedná o samonosnú alebo nesamosnú škrupinu, ale žiňaním škrupina získa určitú pevnosť a dochádza k spečeniu líca formy. Následne sa odlieva do horúcich foriem ihneď po ich vybratí z vypaľovacích pecí – po odliatí, stuhnutí, chladnutí odliatkov v keramickej forme sa robí odstránenie keramickej škrupiny z tzv. kovového stromčeka, od ktorého sa následne oddelia mechanickou cestou jednotlivé odliatky. Kapitola spracovaná podľa ⁸[28],⁹[29].

Po konzultácii s pracovníkmi zlievárne presného liatia v Zlíne mi bolo odporučené ako materiál použiť Dural, pretože je to zliatina s dobrými vlastnosťami, vyhovujúcimi požiadavkám na meráciu hlavice.

V softvéri Solidworks som určil modelu materiál a softvér na základe znalostí objemu a hustoty daného materiálu vypočítal približnú hmotnosť jednotlivých dielov. Výsledky tejto analýzy pri troch druhoch navrhnutých materiálov sú v prílohách PII-PIV.

⁸ [28] HLUCHÝ, M. a kol. – Strojárska technológia 2-1.díl Polotovary a jejich technologičnost. Praha: Scientia. 2001. ISBN 80-7183-244-8, str. 145-146

⁹ [29] MICHNA, Š. – NOVÁ, I. – Technologie spracování kovových materiálů. Prešov: Adin. 2008. ISBN 978-80-89244-38-6, str. 175-179

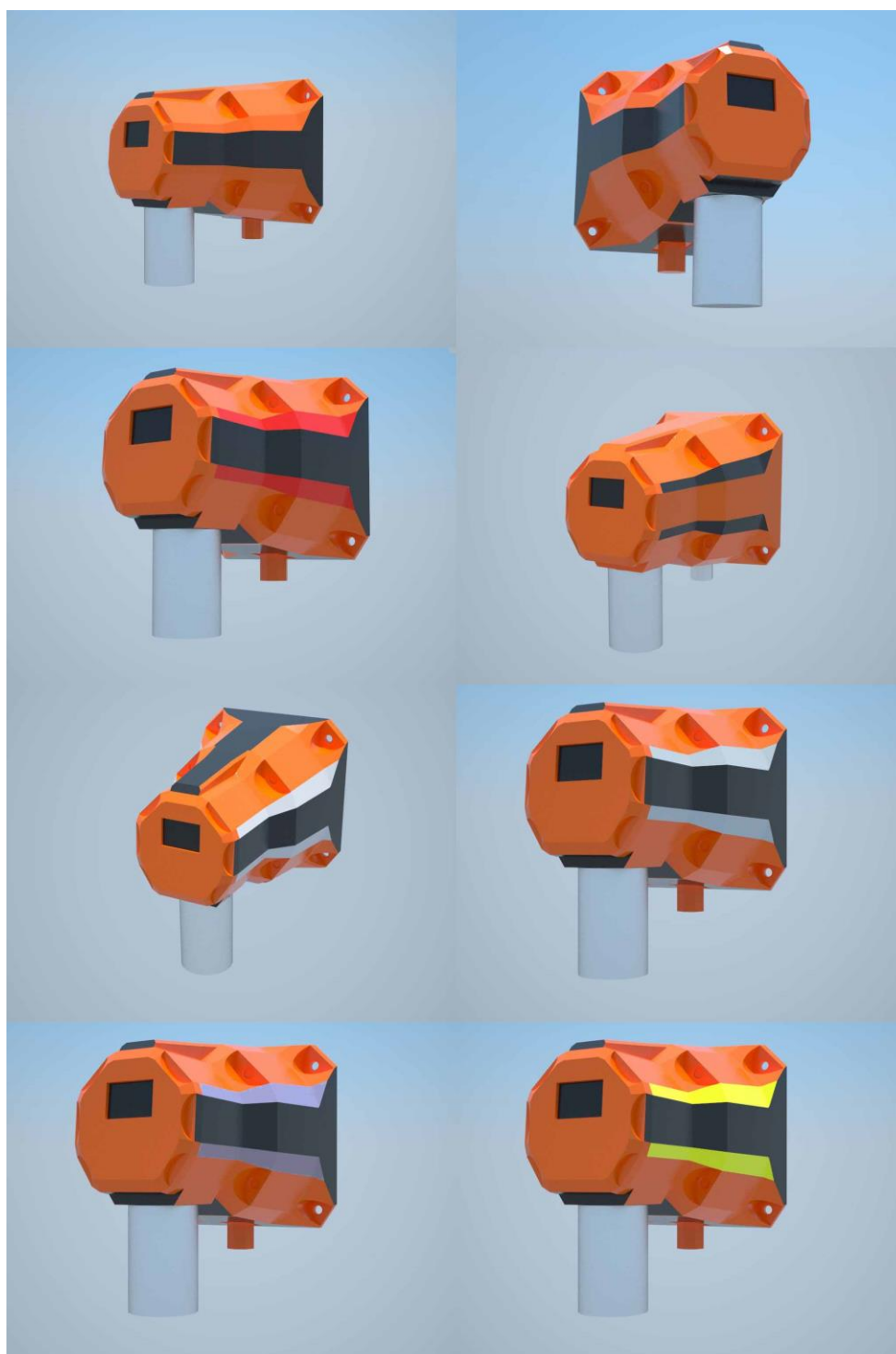
4.6 Farebné varianty

V poslednej fáze dizajnu meracej hlavice som na 3D model aplikoval rôzne farby, aby som mohol pomocou vizualizácií ukázať farebné riešenie a nakoniec vybrať optimálnu farbu. Už v prvotnom koncepte sa mi javila najlepším riešením oranžová farba, čo sa mi po odskúšaní rôznych variantov aj potvrdilo. Chcel som, aby meracia hlavica bola dobre viditeľná v priestore a zároveň pôsobila vizuálne zaujímavo, ale aby bolo na prvý dojem zrejmé, že tento prístroj súvisí s bezpečnosťou.



Obr. 61. Finálny model – analýza farebných variantov riešenia

V ďalšom kroku som vyskúšal ešte kombinácie zvolenej oranžovej farby s inými farbami. Tieto návrhy sú na nasledujúcom obrázku. Riešenie kombinácie farieb sa mi nezdalo vhodné z toho dôvodu, že samotná hlavica pôsobí horizontálne členitým dojmom, preto horizontálne farebné členenie plochy pôsobilo z môjho pohľadu rušivo. Tento krok ma upevnil v presvedčení, že jednofarebné riešenie je najvhodnejšie pre dizajn technického zariadenia, akým je meracia hlavica. Preto aj v predchádzajúcich kapitolách mojej práce som pracoval s oranžovým variantom modelu..



Obr. 62. Finálny model – analýza farebných kombinácií

Finálna úprava reálneho modelu sa bude realizovať nástrekom farbou RAL 2010.

ZÁVER

Cieľom mojej práce bolo navrhnuť dizajn meracej hlavice na meranie koncentrácie plynov v explozívnom prostredí. V teoretickej časti som sa zaoberal definíciou základných pojmov, popisom základných častí, funkčných princípov meracej hlavice.

V druhej, praktickej časti som sa okrem analýzy existujúcej produkcie, ktorú som realizoval prostredníctvom Internetu venoval i analýze funkčných reálnych modelov, poskytnutých firmou ENVitech a analýze konkrétnej meracej hlavice GSO2 od firmy METEO z Ruska, ktorá bola východiskovým prvkom pri tvorbe nového dizajnu, pretože cieľom mojej práce bolo síce navrhnuť nový dizajn, ale zároveň i zlepšiť niektoré nevyhovujúce funkčné vlastnosti (z hľadiska legislatívy EÚ). Analýza funkčnej vzorky meracej hlavice GSO2 mi slúžila k pochopeniu jednotlivých častí, z ktorých sa skladá a ktoré som vlastne popísal v praktickej časti. Zároveň mi poslúžila ako odrazový mostík pre moje riešenie.

V tretej projektovej časti som prešiel od skicovania cez modelovanie a vizualizáciu až po výrobu pracovného a reálneho modelu a hľadanie možností výroby prototypu. V procese modelovania som prešiel rôznymi typmi tvaroslovia prístroja, pokúšal nájsť najoptimálnejšieho variantu s prihliadnutím na technické potreby prístroja a zásady tvorby hlavice do explozívneho prostredia, ktoré sú dané príslušnými normami, uvádzanými v texte diplomovej práce. Pri tvorbe nového dizajnu som sa stretol s mnohými problémami, ktoré som musel postupne riešiť. Toto mi v konečnom dôsledku rozšírilo obzor vedomostí nielen v problematike tvorby dizajnu, ale aj v problematike merania plynov, v technológiách výroby. Som pevne presvedčený, že som model navrhol tak, že spĺňa požiadavky zadávajúcej firmy na dizajn a zároveň všetky prísne kritéria a normy platné v EÚ späté s meraním plynu v explozívnom prostredí a že sa výroba bude realizovať v čo najkratšom čase.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] ASPEK - Analýza súčasného stavu prevencie závažných priemyselných havárií. Bratislava:ASPEK.1998, ISBN 80-967713-9-6
- [2] História sledovania atmosféry, princípy merania [online]. [cit. 2013-02-28]. Dostupný z WWW. <<http://people.tuke.sk/jan.kizek/bezpe/Detekcia%20plynov.pdf>
- [3] História sledovania atmosféry [online]. [cit. 2013-02-28]. Dostupný z WWW. <http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_leak_detection
- [4] Súčasnosť sledovania čistoty ovzdušia [online]. [cit. 2013-02-28]. Dostupný z WWW. <<http://www.envitech.sk/>
- [5] MERA VÝ, J. a kol. -Elektrické zariadenia do výbušných plynných atmosfér. Trenčín:LIGHTNING.2001, ISBN 80-968509-1-1
- [6] STN EN 60079-10
- [7] Zdroj k obr. 4. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <<http://www.oteac.co.uk/cat/index.php?productID=759&PHPSESSID=c5ac6a0ecf459ae4a59355f9d77f6722>
- [8] Zdroj k obr. 4. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <http://www.draeger.co.uk/sites/en_uk/Pages/Industry/Draeger-Polytron-8310.aspx?navID=1041
- [9] Zdroj k obr. 4. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <<http://www.oteac.co.uk/cat/index.php?productID=750&PHPSESSID=65991b6e3123d20e1241bdea42896b88>
- [10] Zdroj k obr. 5. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <<http://www.sensorelectronics.com/gas-detectors-c-2-1-en.html>
- [11] Zdroj k obr. 6. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <<http://www.oldhamgas.com/en/gas-detectors-transmitters>
- [12] Zdroj k obr. 7. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <http://www.envirotech-online.com/news/gasdetection/8/honeywell_analytics_uk/new_gas_detection_device_for_monitoring_flammable_toxic_and_oxygen_gases/7724/
- [13] Zdroj k obr. 7. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <http://www.raeco.com/products/gasmonitoring/honeywell_xnx-universal-gas-transmitter.html
- [14] Zdroj k obr. 7. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW. <<http://www.instrumart.com/categories/5054/gas-detectors>

- [15] Zdroj k obr. 8. [online]. [cit. 2013-03-04]. Dostupný z WWW.
<http://www.detcon.com/3g-fixed_gas_sensors.htm
- [16] Zdroj k obr. 12-1 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<http://i01.i.aliimg.com/photo/v1/468931915/Online_explosion_proof_formaldehyde_gas_leak_detector.jpg_250x250.jpg
- [17] Zdroj k obr. 12-2 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<http://www.bridgat.com/files/Hydrogen_sulfide_gas_alarms_SK6000XH2S.jpg
- [18] Zdroj k obr. 12-3 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<<http://2.imimg.com/data2/NF/UP/MY-1375306/lpg-gas-leak-detector-250x250.jpg>
- [19] Zdroj k obr. 12-4 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<<http://pimg.tradeindia.com/01112579/b/1/Industrial-Gas-Leak-Detectors.jpg>
- [20] Zdroj k obr. 12-5 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<<http://www.safetysys.com/wp-content/uploads/2012/11/gc801.jpeg>
- [21] Zdroj k obr. 12-6 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<http://i00.i.aliimg.com/photo/v0/509779652/Fixed_explosion_proof_combustible_gas_leak_detector.jpg_250x250.jpg
- [22] Zdroj k obr. 13-7 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<http://img.weiku.com/waterpicture/2011/7/18/21/Combustible_Gas_Leak_detector_Meters_alarm_634485052181596473_1.JPG
- [23] Zdroj k obr. 13-8 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<http://www.petro-online.com/assets/file_store/pr_files/16179/images/thumbnails/800w-photo_013_detoure.jpg
- [24] Zdroj k obr. 13-9 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<<http://www.gasdetectorsusa.com/GDUSA/PICTURES/XCD-SPXCDULNFX.jpg>
- [25] Zdroj k obr. 13-10 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/explosion-proof-gas-transmitter-78843-2340451.jpg
- [26] Zdroj k obr. 13-11 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<<http://www.atiuk.com/UserFiles/Images/Products/gas/D12%20Toxic%20-%20Combustible%20Gas%20Detector.gif>
- [27] Zdroj k obr. 13-12 [online]. [cit. 2013-03-06]. Dostupný z WWW.
<<http://image.made-in-china.com/2f0j00ZCTQfIodEnke/Explosion-Proof-Industrial-Gas-Detector-YK-6000-.jpg>
- [28] HLUCHÝ, M. a kol. –Strojírenská technologie 2-1.díl Polotovary a jejich technologičnost. Praha: Scientia. 2001. ISBN 80-7183-244-8, str. 145-146

[29] MICHNA, Š. – NOVÁ, I. – Technologie spracování kovových materiálů. Prešov: Adin. 2008. ISBN 978-80-89244-38-6, str. 175-179

[30] ČSN EN 60079-29-2 Detektory plynov - výber, inštalácia, použitie a údržby detektorov horľavých plynov a kyslíka

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

C ₃ H ₈	propán
Cl ₂	chlór
CO	kysličník uhoľnatý
CO ₂	kysličník uhľičitý
ČSN EN	česká štátna norma – verzia európskej normy
EÚ	Európska únia
Ex	Explozívne prostredie
GSO	gazoanalyzátor stacionárnyj odnokanálnyj (z ruštiny) – jednokanálový stacionárny analyzátor plynov
H ₂	vodík
H ₂ S	sírovodík
HCl	chlorovodík
CH ₄	metán
IP 66	Stupeň krytia (IPX) udáva odolnosť elektrospotrebiča proti vniknutiu cudzieho telesa či kvapalín
LPG	plyn
mA	miliampér(jednotka prúdu)
MV SR	Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky
N ₂	dusík
napr.	napríklad
NH ₃	čpavok
NO ₂	kysličník dusičitý
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
O ₂	kyslík

obr.	obrázok
ods.	odsek
resp.	respektíve
s.r.o.	spoločnosť s ručením obmedzeným
sek	sekunda (jednotka času)
SO ₂	kyslíčnik siričitý
spb	ruská skratka spoločnosti s ručením obmedzeným
STN EN	slovenská štátna norma – verzia európskej normy
SumaCH	suma uhl'ovodíkov
t.j.	to je
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný
V	Volt (jednotka napätia)
Z.z.	Zbierka zákonov

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr. 1.	<i>Meracia hlavica – zobrazenie hlavných častí</i>	<i>Str. 16</i>
Obr. 2.	<i>Príklady rôznych typov vymeniteľných senzorov</i>	<i>Str. 17</i>
Obr. 3.	<i>Zapojenie meracej hlavice v rámci vyhodnocovacieho systému</i>	<i>Str. 17</i>
Obr. 4.	<i>Meracie hlavice firmy Dräger</i>	<i>Str. 28</i>
Obr. 5.	<i>Meracia hlavica firmy Sensor Electronics</i>	<i>Str. 28</i>
Obr. 6.	<i>Meracie hlavice firmy Oldham</i>	<i>Str. 29</i>
Obr. 7.	<i>Meracie hlavice firmy Honeywell</i>	<i>Str. 29</i>
Obr. 8.	<i>Meracie hlavice firmy Detcon</i>	<i>Str. 30</i>
Obr. 9.	<i>Polytron</i>	<i>Str. 31</i>
Obr. 10.	<i>Polytron 2</i>	<i>Str. 32</i>
Obr. 11.	<i>Detcon</i>	<i>Str. 33</i>
Obr. 12.	<i>Príklady z existujúcej produkcie meracích hlavíc – časť 1</i>	<i>Str. 34</i>
Obr. 13.	<i>Príklady z existujúcej produkcie meracích hlavíc – časť 2</i>	<i>Str. 35</i>
Obr. 14.	<i>Celkový pohľad na meraciu hlavicu GSO2</i>	<i>Str. 37</i>
Obr. 15.	<i>Spodný diel meracej hlavice</i>	<i>Str. 38</i>
Obr. 16.	<i>Káblová vývodka</i>	<i>Str. 39</i>
Obr. 17.	<i>Jednotlivé súčasti káblovej vývodky</i>	<i>Str. 39</i>
Obr. 18.	<i>Horný diel meracej hlavice</i>	<i>Str. 40</i>
Obr. 19.	<i>Jednotlivé časti odberovej sondy</i>	<i>Str. 41</i>
Obr. 20.	<i>Pohľad na odberovú sondu</i>	<i>Str. 41</i>
Obr. 21.	<i>Riadiaca elektronika</i>	<i>Str. 42</i>
Obr. 22.	<i>Zobrazovací displej</i>	<i>Str. 42</i>
Obr. 23.	<i>Vrchný ochranný kryt</i>	<i>Str. 42</i>
Obr. 24.	<i>Ukážka skíc - návrhy meracej hlavice 1</i>	<i>Str. 48</i>
Obr. 25.	<i>Ukážka skíc - návrhy meracej hlavice 2</i>	<i>Str. 49</i>
Obr. 26.	<i>Ukážka skíc - návrhy meracej hlavice 3</i>	<i>Str. 50</i>
Obr. 27.	<i>Ukážka skíc - návrhy meracej hlavice 4</i>	<i>Str. 51</i>
Obr. 28.	<i>Východiskové geometrické tvary v procese navrhovania</i>	<i>Str. 52</i>
Obr. 29.	<i>Návrh základne vychádzajúci z 6-uholníka a 8-uholníka</i>	<i>Str. 53</i>
Obr. 30.	<i>Návrh hlavice vychádzajúci z trojuholníka</i>	<i>Str. 53</i>
Obr. 31.	<i>Návrh hlavice – variácia 5-uholníkového tvaru</i>	<i>Str. 54</i>
Obr. 32.	<i>Návrh hlavice vychádzajúci zo 6-uholníkového horizontálne rozťahnutého tvaru</i>	<i>Str. 54</i>

Obr. 33.	<i>Návrh hlavice – rozpracovanie magnetických tlačidiel</i>	<i>Str. 55</i>
Obr. 34.	<i>Návrh hlavice –rozpracovanie káblovej vývodky a fixačných plôch</i>	<i>Str. 56</i>
Obr. 35.	<i>Návrh hlavice vychádzajúci zo 7-uholníkového tvaru s naznačením plôch pre fixáciu</i>	<i>Str. 56</i>
Obr. 36.	<i>Ergonomická štúdia</i>	<i>Str. 57</i>
Obr. 37.	<i>Návrh hlavice - variácia 7-uholníkového tvaru</i>	<i>Str. 57</i>
Obr. 38.	<i>Vizualizácia meracej hlavice – 7-uholníkový tvar</i>	<i>Str. 58</i>
Obr. 39.	<i>Návrh meracej hlavice – 8-uholníkový tvar</i>	<i>Str. 58</i>
Obr. 40.	<i>Návrh meracej hlavice – rozpracovanie konceptu 8-uholníkový tvar</i>	<i>Str. 59</i>
Obr. 41.	<i>Návrh meracej hlavice – bez detailu odkladacej plochy pre magnet – šikmá prechodová plocha</i>	<i>Str. 59</i>
Obr. 42.	<i>Návrh meracej hlavice – rovná prechodová plocha</i>	<i>Str. 60</i>
Obr. 43.	<i>Návrh meracej hlavice –pootočené výrezov o 45 st.</i>	<i>Str. 60</i>
Obr. 44.	<i>Priebežný polystyrénový model</i>	<i>Str. 61</i>
Obr. 45.	<i>Zjednotenie tvarových línií – 8-uholníkový model</i>	<i>Str. 61</i>
Obr. 46.	<i>Finálny 3D model</i>	<i>Str. 62</i>
Obr. 47.	<i>Pohľady na finálny 3D model</i>	<i>Str. 63</i>
Obr. 48.	<i>Vizualizácia finálneho modelu</i>	<i>Str. 63</i>
Obr. 49.	<i>Rozmery meracej hlavice</i>	<i>Str. 64</i>
Obr. 50.	<i>Rozloženie plošných spojov v reze modelu</i>	<i>Str. 65</i>
Obr. 51.	<i>Ukážka jednotlivých častí hlavice a detail vrchnej časti hlavice</i>	<i>Str. 65</i>
Obr. 52.	<i>Návrh magnetického ovládacieho telesa</i>	<i>Str. 67</i>
Obr. 53.	<i>Finálny polystyrénový model</i>	<i>Str. 69</i>
Obr. 54.	<i>Ukážka procesu frézovania reálneho modelu</i>	<i>Str. 70</i>
Obr. 55.	<i>Finálny model - pohľad 1</i>	<i>Str. 71</i>
Obr. 56.	<i>Finálny model - pohľad 2</i>	<i>Str. 71</i>
Obr. 57.	<i>Finálny model - pohľad 3</i>	<i>Str. 72</i>
Obr. 58.	<i>Finálny model - ukážka ergonómie</i>	<i>Str. 72</i>
Obr. 59.	<i>Finálny model - rozloženie na jednotlivé diely - elektronika v spodnej časti hlavice</i>	<i>Str. 73</i>
Obr. 60.	<i>Finálny model - rozloženie na jednotlivé diely - elektronika v strednej časti hlavice</i>	<i>Str. 73</i>
Obr. 61.	<i>Finálny model – analýza farebných variantov riešenia</i>	<i>Str. 76</i>
Obr. 62.	<i>Finálny model – analýza farebných kombinácií</i>	<i>Str. 77</i>

ZOZNAM PRÍLOH

- P I METEOROLOGICKÉ PARAMETRE MERACEJ HLAVICE GSO2
- P II ANALÝZA 1 HMOTNOSTI FINÁLNEHO MODELU
- P III ANALÝZA 2 HMOTNOSTI FINÁLNEHO MODELU
- P IV ANALÝZA 3 HMOTNOSTI FINÁLNEHO MODELU
- P V TECHNICKÝ VÝKRES
- P VI REZ MODELOM

**PRÍLOHA P I: METEOROLOGICKÉ PARAMETRE MERACEJ
HLAVICE GSO2**

Princíp merania	Rozsah merania	Chyba, odchýlka
Optický senzor CO ₂	0 – 5% obj. j.	+/- (0,03 + 0,05.Sizm)
Optický senzor CH ₄	0 -4,4% obj. j	+/- (0,1 + 0,05. Sizm)
Optický senzor C ₃ H ₈	0 -1,7% obj. j.	+/- (0,05 – 0,05 Sizm)
Optický senzor Suma CH	0 – 3000 mg/M3	+/- (0,03 – 0,15.Sizm)
Elektrochemický senzor O ₂	od 0 – 30% obj. j.	+/- 25%
Elektrochemický senzor NH ₃	od 0 – 70 mg/m ³	+/- 25%
Elektrochemický senzor H ₂ S	od 0 - 45 mg/m ³	+/- 25%
Elektrochemický senzor H ₂ S	od 0 - 500 mg/m ³	+/- 25%
Elektrochemický senzor CO	od 0 – 120 mg/m ³	+/- 25%
Elektrochemický senzor NO ₂	od 0 – 50 mg/m ³	+/- 25%
Elektrochemický senzor SO ₂	od 0 – 50 mg/m ³	+/- 25%
Elektrochemický senzor Cl ₂	od 0 – 15 mg/m ³	+/- 25%
Elektrochemický senzor H ₂	od 0 – 4% obj. j.	+/- (0,1 – 0,05.Sizm)%

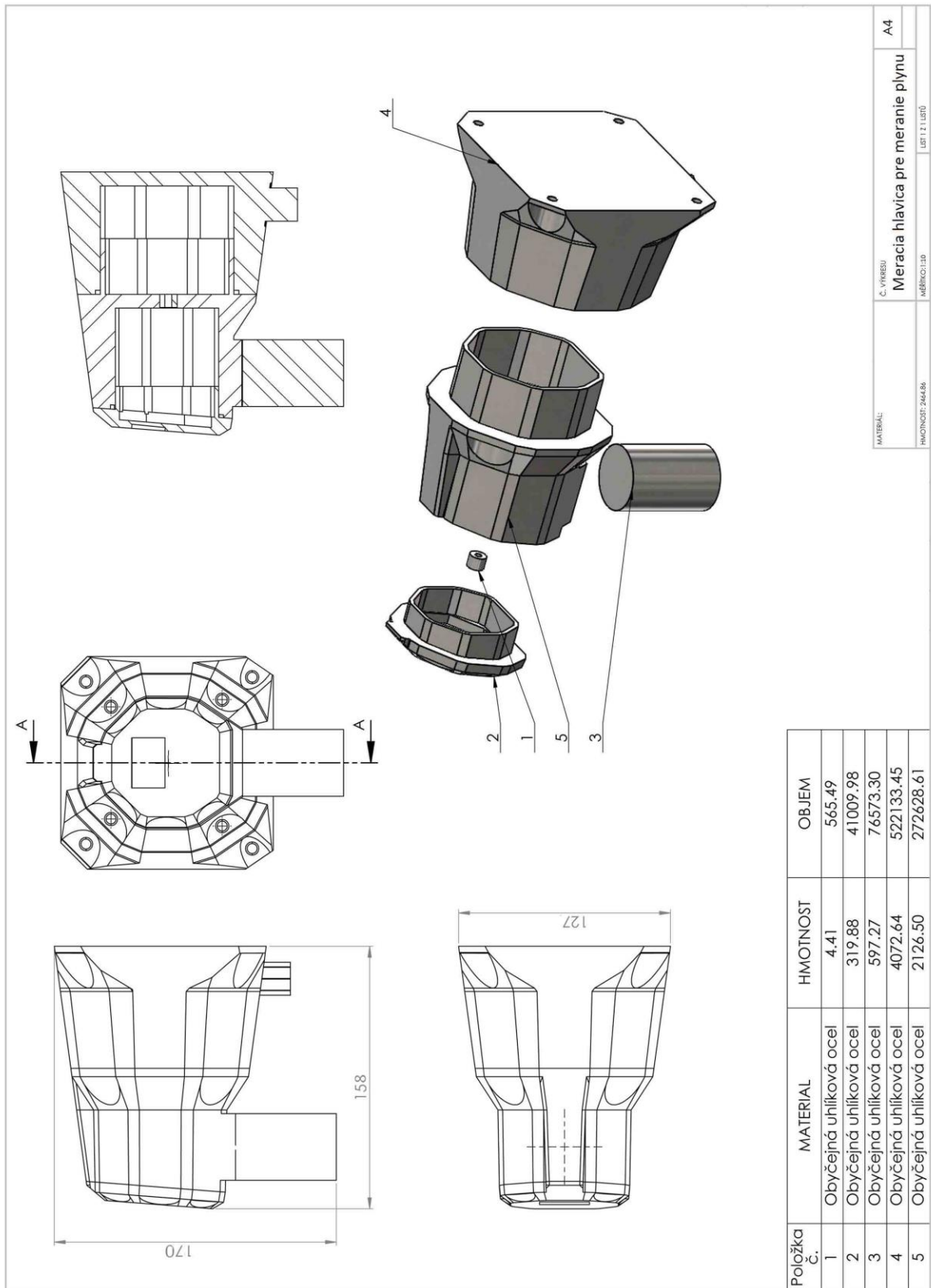
Poznámka: obj. j. = jednotka objemu

Poznámka: Sizm = % rozsahu

Poznámka: m³ = meter kubický

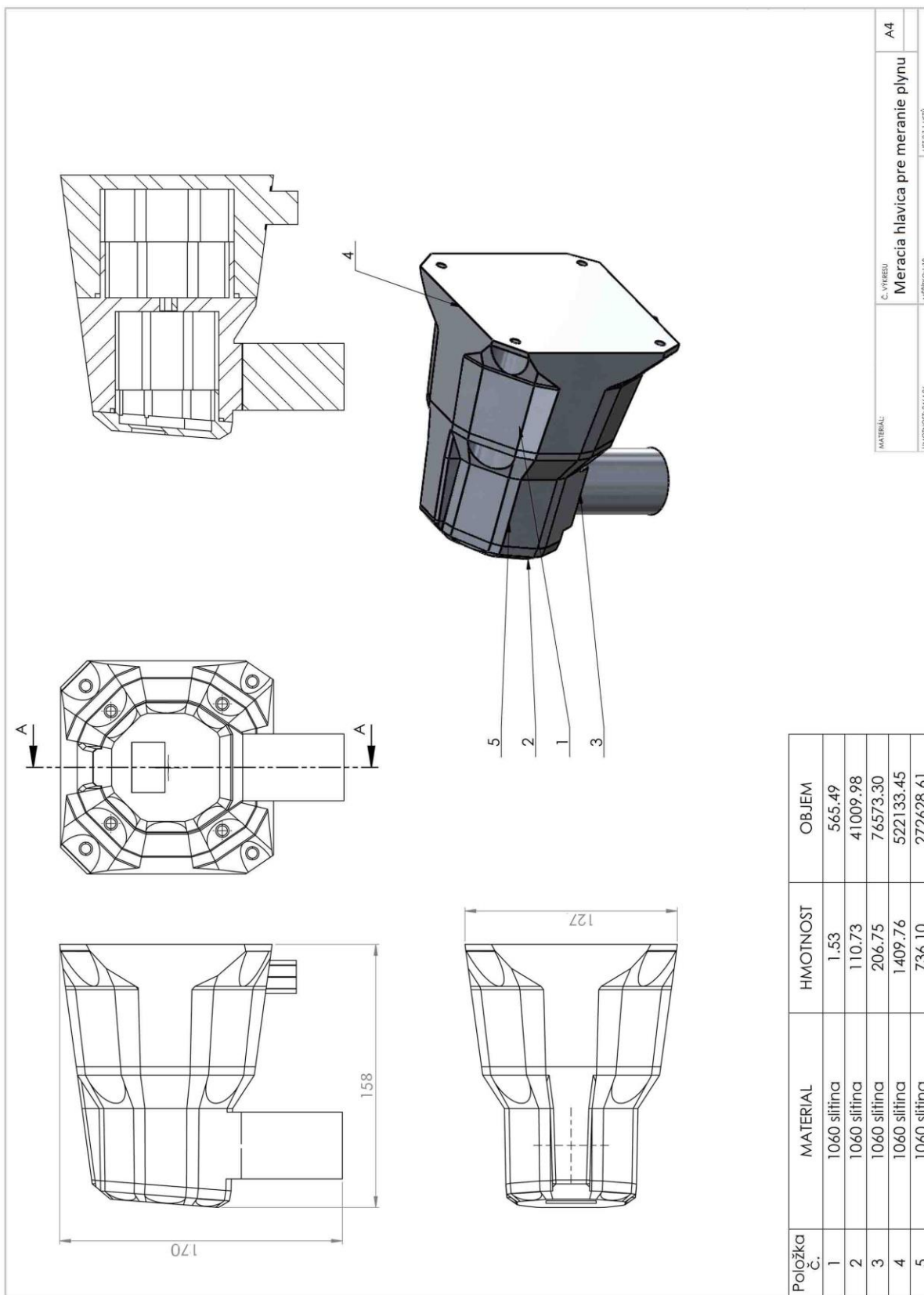
Poznámka: mg – miligram

PRÍLOHA P II: ANALÝZA 1 HMOTNOSTI FINÁLNEHO MODELU



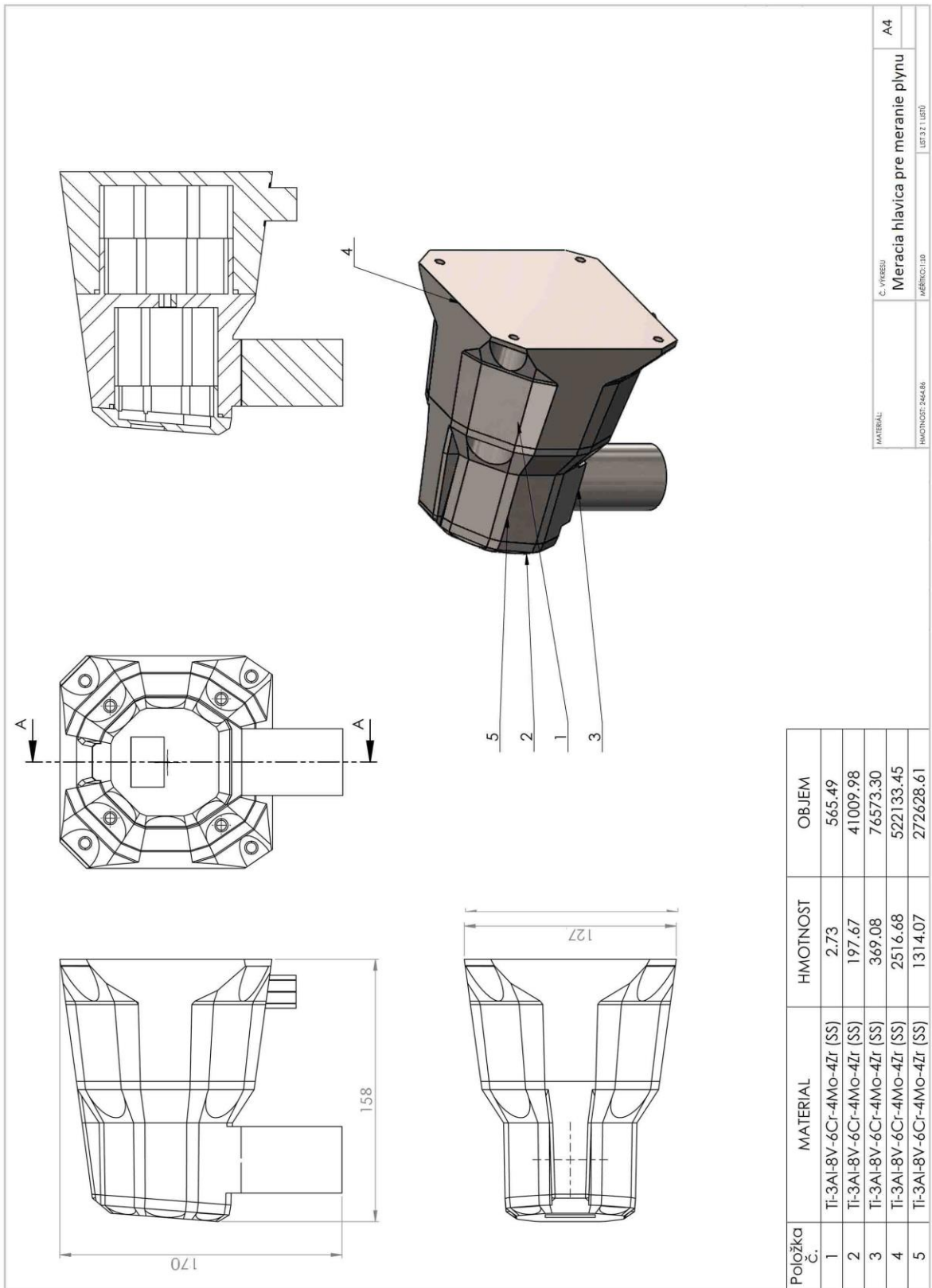
MATERIAL:	C. VÝREBU	A4
HMOTNOST: 2644.86	Meracia hlavica pre meranie plynu	
	STR. 2 LISTU	

PRÍLOHA P III: ANALÝZA 2 HMOTNOSTI FINÁLNEHO MODELU



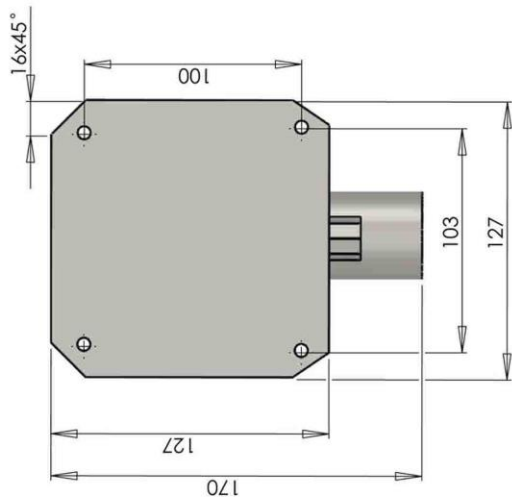
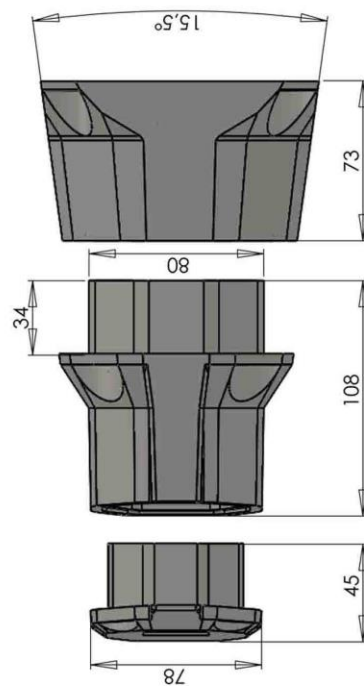
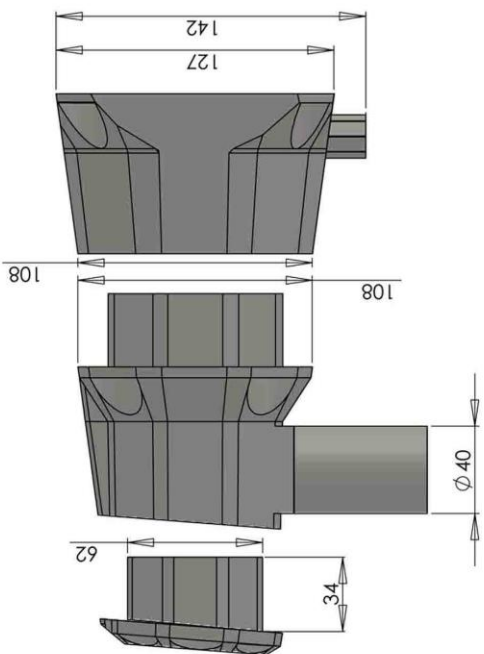
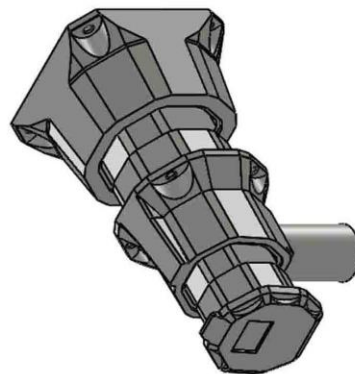
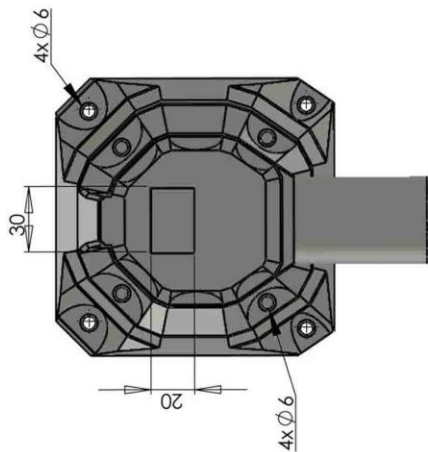
MATERIAL:
 HMOTNOST: 2444.86
 MĚŘKO: 1:10
 Č. VÝKRESU:
 Meracia hlavica pre meranie plynu
 A4
 LIST 2 Z 1 LISTŮ

PRÍLOHA P IV: ANALÝZA 3 HMOTNOSTI FINÁLNEHO MODELU



MATERIAL:	Č. VÝKRESU:	A4
BRÁNCING: 244-08	Meracia hlavica pre meranie plynu	
	MÉRKO: 1:10	

PRÍLOHA P V: TECHNICKÝ VÝKRES



PRÍLOHA P VI: REZ MODELOM

