



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN PRŮTOKOVÉHO MĚŘIČE PALIVA

DESIGN OF FUEL FLOW METER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VLASTIMIL LAKOMÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. DANA RUBÍNOVÁ, PH.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Vlastimil Lakomý

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301R008)**

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

Design průtokového měřiče paliva

v anglickém jazyce:

Design of Fuel Flow Meter

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu průtokového měřiče paliva. Návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je design průtokového měřiče paliva.

Bakalářská práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové, kompoziční, barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně technologické řešení a ergonomické řešení
7. Diskuze
8. Závěr
9. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, digitální data, prezentační poster, fyzický model

Typ práce: designérská; Účel práce: vzdělávání

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

Zásady pro vypracování práce:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2014.pdf

Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.

JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.

NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.

TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.

WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.

Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID Magazine ap.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Dana Rubínová, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 15.11.2013

L.S.

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

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem mé bakalářské práce je návrh designu krytu na průtokový měřič paliva. Jedná se konkrétně o Coriolisův průtokový měřič paliva, který využívá působení Coriolisovy síly. Návrh by měl splňovat požadavky pro moderní až nadčasový design a měl by podpořit ergonomickou, technologickou a ekonomickou funkci přístroje.

KLÍČOVÁ SLOVA

Průtokový měřič, Coriolisova síla, design, vyhodnocovací jednotka, měřicí trubice

ABSTRACT

Theme of the bachelor thesis is to design a body for flow meter. The type is specifically a Coriolis flow meter (sometimes mass flow meter), which use the Coriolis force effect. The idea should perform requirements for modern or timeless design and should support an ergonomic, technological and economic function of the device.

KEYWORDS

Flow meter, Coriolis force, design, evaluation unit, measure pipe

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

LAKOMÝ, V. Design průtokového měřiče paliva. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 47 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Dana Rubínová, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Design průtokového měřiče paliva vypracoval samostatně s využitím zdrojů uvedených v seznamu použité literatury.

v Brně dne

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Daně Rubínové, Ph.D. za cenné připomínky, rady a nápady a odpovědi na otázky, které provázely vývoj mé závěrečné práce. Dále děkuji panu Ing. Jiřímu Dvořáčkovi, Ph.D. za cenné rady ohledně konstrukce návrhu. Jeho poznámky mi pomohly pochopit účel přístroje a podpořily tak výsledný návrh. Také bych chtěl poděkovat projektovému manažerovi z Poličských strojů a.s., panu Vladimíru Bukáčkovi, dipl. eng., díky němuž je možné tento návrh zrealizovat. Velké díky patří mé rodině a blízkým za podporu a pomoc při tvorbě práce i během studia.

OBSAH

ABSTRAKT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
ABSTRACT	5
KEYWORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	5
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI	7
PODĚKOVÁNÍ	9
OBSAH	11
ÚVOD	13
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
1.1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA	14
1.1.1 Voda	14
1.1.2 Ropa	14
1.1.3 Další vývoj průtokoměrů od 16. století	14
1.2 Technická analýza	16
1.2.1 Objemová měřidla	16
1.2.2 Průtokoměry rychlostní	17
1.2.3 Hmotnostní průtokoměry	17
1.2.4 Vyhodnocovací jednotky	18
1.3 Designérská analýza	19
1.3.1 Heinrichs Kobold TM	19
1.3.2 Endress + Hauser Proline Promass	20
1.3.3 Siemens Sitrans FC430	20
1.3.4 Shrnutí	20
2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	22
2.1 Současná situace	22
2.2 Kryt vyhodnocovací trubice	22
2.3 Zobrazovací část	22
2.4 Displej	22
2.5 Cíle	23
3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	24
3.1 Varianta 1	25
3.2 Varianta 2	25
3.3 Varianta 3	26
3.4 Finální varianta	26
3.5 Varianty zobrazovacích částí	27
4 TVAROVÉ (KOMPOZIČNÍ) ŘEŠENÍ	28
4.1 Kryt měřicí trubice	28
4.2 Zobrazovací část	29
5 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	31
6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ	34
6.1 Měřicí trubice	34
6.2 Kryt měřicí trubice	34
6.3 Zobrazovací část	35
6.4 Parametry	35

7	ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	37
7.1	Umístění vyhodnocovací části	37
7.2	Barevná kombinace	37
7.3	Provedení displeje a dotykových panelů	37
7.4	Údržba	38
8	DISKUZE	39
8.1	Psychologická funkce návrhu	39
8.2	Ekonomická funkce návrhu	39
8.3	Sociální funkce návrhu	40
9	ZÁVĚR	41
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	42
	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	44
	SEZNAM PŘÍLOH	45
	ZMENŠENÝ POSTER	46
	FOTOGRAFIE MODELU	47

ÚVOD

Tématem mé bakalářské práce je navrhnout nový design pro kryt Coriolisova průtokového měřiče paliva. Tato průmyslová součást se používá ke změření průtoku jakéhokoliv média na základě působení Coriolisovy síly. Využití průtokoměru jako takového má velmi široký záběr, od potravinářského průmyslu, přes čističky odpadních vod až po petrolejářský průmysl. Konkrétní řešení se týká právě využití v petrolejářském průmyslu, kde by průtokoměr měřil průtok paliva při čerpání do dopravních cisteren. Úkolem bylo prozkoumat nabídku na trhu, zjistit výhody a nedostatky současné produkce a na základě rešerší přijít s inovativním řešením, které by přineslo nový pohled na problematiku a zároveň respektovat konstrukční a funkční prvky. Mým cílem je snaha o výjimečnost produktu, a aby v široké konkurenci vynikal nejen svými parametry, ale hlavně svým vzhledem. Dále bych chtěl do svého návrhu vnést nadčasovost, která je u průmyslových součástí velmi podstatná a výrobek by měl působit na pozorovatele hodnotně a přitažlivě. Zároveň by návrh měl být přínosný z hlediska ergonomie a kladen bude důraz na co nejjednodušší konstrukci, aby bylo možné uvažovat o sériové výrobě. Do vlastní konstrukce měřicí a vyhodnocovací techniky můj návrh nezasahuje, má práce spočívá v návrhu designu krytu na produkt, který je již ve stadiu vývoje a u kterého je plánovaná sériová výroba.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1.1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA

1.1.1 Voda

Voda je základem všeho. Už v pravěku se lidé snažili vodu zadržet, aby ji mohli shromažďovat, později se ji naučili používat jako pohon. Pravděpodobně první měřič průtoku vynalezli už před 3000 lety staří Egypťané, jednalo se o předchůdce dnešních jezů. Na základě znalosti vztahu množstvím vody a časem bylo možno poprvé určit tehdy ještě nepojmenovanou veličinu objemový průtok. Další epochou ve vývoji byla doba starověkého Říma. V této době už existovala distribuce vody potrubím a právě trubice a známém průřezu, kterou protékala voda o známé rychlosti, se stala další metodou měření průtoku. Od Antiky až po 16. století není zaznamenán větší rozvoj v oblasti měření průtoku. Významnou roli hrála voda při pohonu vodních mlýnů už ve 2. stol. př. n. l. Díky objevení využití k pohonu mlýnů větrem, bylo však měření vody hlavně využíváno ve vodárenském průmyslu, zemědělství a při výrobě elektrické energie ve vodních elektrárnách. [12]

1.1.2 Ropa

Objev ropy už před 4000 lety otevřel naprosto novou etapu při vzniku civilizace. Ropa byla základem všeho (léčiva, výroba soli), později začala být využívána v textilním průmyslu, drogerii a hlavně jako pohon, díky schopnosti hoření. Masivní rozvoj těžby ropy si vynutil kvůli vzniku obrovského obchodu s ropou přesná měřidla, která by zabránila ztrátám „černého zlata“. Díky době po průmyslové revoluci se zde objevilo mnoho nových materiálů, technik zpracování, výrobních nástrojů, které změnily vývoj průtokoměrů a přiblížily je dnešním, běžně používaným produktům. [12]

1.1.3 Další vývoj průtokoměrů od 16. století

Významnou postavou byl ve vývoji měření průtoku Leonardo da Vinci, z jehož poznámek se dozvíme mnoho objevů. Pro toto odvětví jsou však důležité jeho poznámky z oblasti hydrauliky a proto je da Vincimu připisán jeden ze základů fluidní dynamiky. [9]

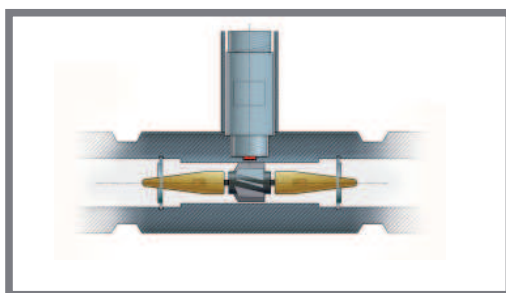
Další postavou, která ovlivnila vývoj průtokoměrů, byl Francouz Edme Marriotte. Jeho pozorování ze 17. století nás obohatilo o to, že bylo zjištěno, že síla, kterou působí proud tekutiny, je přímo úměrná druhé mocnině jeho rychlosti. Na této zákonitosti jsou založeny i moderní průtokoměry. [9]



Obr. 1 Leonardo da Vinci

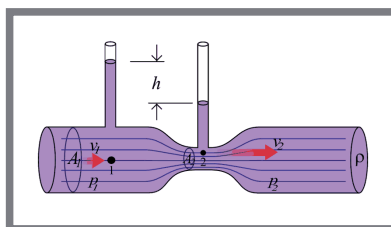
Pro měření říčních průtoků byla důležitá postava Domenica Guglielminiho. Jako vynálezce prvního měřiče říčních toků použil velmi jednoduché zařízení: plovoucí míč přivázaný na provázku ke břehu. Na základě úhlu, o který se míč posunul po proudu vody za určitý čas, bylo možno určit hodnotu průtoku. Poté byla podobná koncepce využívána při měření rychlosti lodí v uzlech. [9]

Vynálezcem prvního průtokoměru na konci 18. století, založeném na principu otáčení byl Reinhard Woltman. Použil vrtuli s několika listy a měřil průtok řek. Díky tomuto vynálezu se stal průkopníkem ve vývoji rotačních průtokoměrů, z nichž některé nesou i jeho jméno. [9]



Obr. 2 Princip Woltmanova průtokoměru

Mezi další objevitele patří Giouan Battista Venturi. Na přelomu 18. a 19. století vyvinul Venturiho trubici, což je průtokoměr, na jehož základě vznikly moderní průtokoměry. [9]



Obr. 3 Schéma Venturiho trubice

Od počátku 19. století se rapidně zrychlil vývoj průtokoměrů. Z mnoha vynálezců jmenujme Michaela Faradaye, který úspěšně použil k měření průtoku na řece Temži průkopnický elektro - magnetický průtokoměr. [9]

Na počátku 20. století zde již bylo mnoho metod měření průtoku (Venturiho trubice, Pitotova trubice, komorový průtokoměr, průtokoměr založený na rozdílném tlaku) vývoj se proto zpomalil a bylo velmi obtížné najít novou, efektivnější metodu. [9]

Ovšem od 50. let vývoj průtokoměrů nabral obrátky a kromě zdokonalených elektromagnetických průtokoměrů se objevily vírové průtokoměry, v 60. letech to byly

ultrazvukové průtokoměry a konečně v 70. letech se objevil zatím nejmodernější Coriolisův průtokoměr. [9]

Je možné očekávat další vývoj, avšak technologie jsou pravděpodobně vyčerpané na několik let dopředu.

1.2 Technická analýza

Nejdůležitější pro měření objemu prošlé vody je fyzikální veličina průtok kapaliny. Průtok je podle definice množství kapaliny (média), které projde za časový interval daným průřezem.

Máme 3 hlavní metody měření objemového průtoku

1) Objemové měření průtoku:

- objem tekutiny, který proteče daným průřezem za časový interval

2) Rychlostní

- průtok závisí přímo úměrně na rychlosti kapaliny a na průřezu, ve kterém je rychlost měřena

3) Hmotnostní

- hmotnost tekutiny, která proteče průřezem za daný časový interval [14]

Podle metod měření zároveň dělíme typy průtokoměrů. V dnešní době je mnoho možností, jak zkonstruovat průtokový měřič. Metodami měření se zabývá mnoho firem po celém světě. Díky obrovskému petrolejářskému průmyslu je zde velký potenciál pro toto odvětví a průtokoměry se mohou stát velmi atraktivní položkou v byznysu. Už jen ceny, za které se tato zařízení prodávají, napovídají o této zajímavé oblasti strojírenství.

1.2.1 Objemová měřidla

Jejich funkce spočívá v přírůstku objemu za určitou dobu nebo v cyklickém plnění a vyprazdňování několika odměrných prostorů. Dělíme je podle snímače. Jedná se o snímač s nespojitou funkcí což je například zvonový krychloměr. Druhým typem je snímač se spojitou funkcí a řadíme sem třeba membránový a bubnový plynoměr.



Obr. 4 Membránový plynoměr

1.2.2 Průtokoměry rychlostní

1.2.2

Nejobsáhlejší skupina průtokoměrů. Patří sem průtokoměry s měřením rozdílu tlaků, které pracují na principech závislosti dynamického tlaku na rychlosti proudění, měření rozdílu statických tlaků či měření tlakového spádu na kapiláře. Dalšími jsou turbínové a lopatkové průtokoměry, u kterých je tekutinou uváděn do pohybu rotační prvek s otáčkami úměrnými rychlostí proudění. Elektromagnetické indukční průtokoměry jsou založeny na elektromagnetické indukci při pohybu vodiče v magnetickém poli. Dalšími typy jsou například ultrazvukové průtokoměry, značkovací, vírové či náporové průtokoměry.



Obr. 5 Elektromagnetický průtokoměr

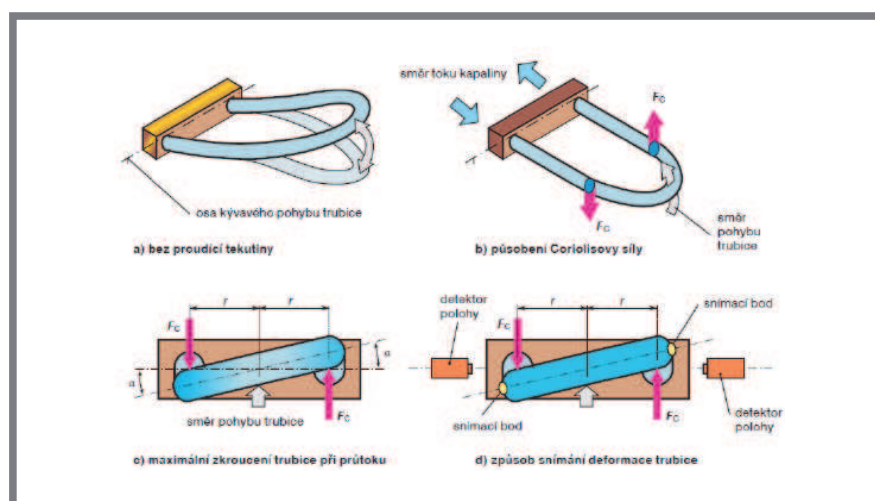
1.2.3 Hmotnostní průtokoměry

1.2.3

Patří sem tepelné průtokoměry, u kterých se měří míra oteplení způsobená prouděním vody, nebo chladicí účinek nucené konvence na vyhřívané čidlo. Dále sem patří Coriolisovy průtokoměry, kterými se budu podrobněji zabývat v následujícím odstavci. [14]

Coriolisovy průtokoměry

Podle metody měření to jsou hmotnostní průtokoměry, které pracují na principu Coriolisovy síly vznikající při pohybu tekutiny v rotující soustavě. Základem Coriolisova průtokoměru je trubice, která je působením Coriolisovy síly zkrucována. Máme dva základní typy trubice, přímá a zakřivená. V případě zakřivené trubice působí Coriolisova síla na stranách trubice opačně. Proto je na každé straně trubice umístěn pohybový senzor, který vydává signál. Na základě fázového posuvu těchto signálů je určen hmotnostní průtok, který tomuto fázovému posuvu odpovídá. Zakřivení trubice bývá odlišné na základě technologie té firmy a také závisí na požadavcích zákazníka. Tvar trubice musí být velmi přesný, také se musí brát ohled na možný vznik usazenin, proto je v tomto ohledu výroba náročnější. Také je možné použít dvojitou trubici. Toto řešení by mělo být lepší z hlediska redukce nežádoucích vlivů. Dvojité trubice je zároveň použita u cílového produktu této bakalářské práce. Coriolisovy průtokoměry jsou celkově výhodné díky redukci nežádoucích vlivů, a proto často nahrazují mechanické průtokoměry. [14]



Obr. 6 Působení Coriolisovy síly na měřící trubici

1.2.4 Vyhodnocovací jednotky

Zvláštní část průtokoměrů tvoří vyhodnocovací jednotky. Jejich úkolem je poskytovat budící signál a zpracovat informace z pohybových senzorů. Chytré vyhodnocovací jednotky používají převod analogového signálu na digitální pomocí mikroprocesoru. Díky tomu mají inteligentní průtokoměry lepší dynamické vlastnosti. U vyhodnocovacích jednotek je třeba dbát také na odolnost krytu. Průtokoměry bývají často používány ve výbušných prostředích a kvůli použití elektroniky zde vzniká možné nebezpečí. Proto musí být hermeticky uzavřeny a pro zachování jednodušší konstrukce, bývají přimontovány na povrchu krytu průtokoměru nebo jsou umístěny úplně mimo průtokoměr, například v řídicích centrálách. [1]



Obr. 7 Vyhodnocovací jednotky

1.3 Designérská analýza

1.3

U strojních součástí ovlivňuje design hlavně funkce. Pokud mluvíme o krytech strojních součástí, jejich hlavní funkcí je součást chránit a nebránit ji v provozu. Vzhled by však měl korespondovat s funkcí součásti. Tím se i hlavně funkční produkt stává atraktivní, to může podpořit lepší prodej a lepší práci se strojem. Nechal jsem se inspirovat u školy Bauhaus, kde se řídila forma funkcí a i relativně jednoduché tvary dokázaly oslnit. Dále jsem se nechal inspirovat tvorbou Dietra Ramse, který dokázal vytvořit z relativně běžných produktů umělecká díla, která svým designem dokáží i okouzlit i dnes. S Bauhausem a Dietrem Ramsem přichází další důležitý bod v oblasti průmyslového designu strojů, nadčasovost. Průmyslové stroje běžně dosahují i trojnásobně vyšší životnosti než produkty využívané konzumní společností. Průmyslové stroje nepodléhají trendům a jejich výměna nastává tedy až při skutečně viditelné únavě součástí. Proto je důležité z hlediska vzhledu, ale i přizpůsobení prostředí, aby součást držela krok s dobou i třeba dvacet let od výroby. Často vzhledové podpoření funkce a oproštění se od zbytečných designových výstřelků napomáhá nejen čistému tvaru, ale také právě zmíněné nadčasovosti.

Design průtokových měřičů se řídí stejně jako drtivá většina ostatních průmyslových výrobků hlavně funkcí. Ovšem i zde je třeba jednat s citem. Design by se neměl snažit dávat přednost formě před funkcí, součastem to nepřidává na dobrém dojmu, spíše může srazit mnohdy dobrý konstrukční základ.

Pro další inspiraci není třeba hledat daleko. V českých zemích dlouhá léta působilo několik významných konstruktérů a designérů, kteří díky skvělé znalosti funkce a citu pro vzhled vytvořili mnoho převratných a dnes i legendárních děl. Pro mě významnou roli hraje je Zdeněk Kovář, který dokázal navrhnout na svou i dnešní dobu revoluční tvary, které často velmi dynamicky podpořily funkci stroje. Dalším významným a inspirativním člověkem je Václav Král, který se specializoval na dopravní prostředky, jimž propůjčil velmi originální a mnohdy nádherný vzhled, ale mezi jeho práce patří také nespočet průmyslových výrobků (balicí stroj, vrtačka, jemnořezná pila, výtah). [4]

1.3.1 Heinrichs Kobold TM

1.3.1

Příklad, kdy se snaží design nadřadit na funkční podstatu věci. Záměrem zřejmě bylo tvar co nejvíce zjednodušit a stylizovat ho do kruhu. Spodní část krytu sice kopíruje tvar měřicí trubice, stylizování do kruhu však působí poněkud násilně. Design není čistý a součástka nepůsobí hodnotně a vůbec neodpovídá vysoké ceně coriolisových průtokových měřičů.



Obr. 8 Heinrichs Kobold TM

1.3.2 Endress + Hauser Proline Promass

Tvar zde daleko citlivěji respektuje funkci a nepodléhá záměrnému stylizování – vychází z tvaru trubice. Kryt není vůbec složitý, přesto působí hodnotně. Napomáhá tomu nejen razí barva materiálu, ale také s citem umístěné logo výrobce, které umocňuje dojem kvality. Kritiku bych vyslovil spíše ke vzhledu vyhodnocovací jednotky, která příliš nekorresponduje s čistým tvarem krytu a vypadá vedle něj zastarale.



Obr. 9 Endress + Hauser Proline Promass

1.3.3 Siemens Sitrans FC430

Značka Siemens je již dlouhá léta úspěšná v oblasti průmyslové výroby a na vzhledu jejích průtokových měřičů je to znát. Sitrans působí velmi moderně a elegantně. Design je funkční, kryt je obohacen o horizontální drážku, která vzhledově sedí k vyhodnocovací jednotce. V rámci technických možností působí celek kompaktně a celistvě. Na první pohled je vidět, že výrobek je současný a kvalitní.



Obr. 10 Siemens Sitrans FC430

1.3.4 Shrnutí

Jak už bylo mnohokrát řečeno, při navrhování průmyslových součástí je třeba postupovat velmi opatrně a respektovat funkci. Přesto je zde velký prostor pro možný rozvoj. Důležité je ale, aby vzhled odpovídal složitosti a přesnosti měřicího zařízení, zároveň by měl odpovídat vysoké pořizovací ceně tohoto citlivého zařízení. Velký prostor je

zde pro řešení vyhodnocovacích jednotek, které se více či méně drží jednotného stylu a jiný tvar by mohl tento trend narušit a obohatit a tím posunout vývoj těchto zařízení zase o krok dál.

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

2.1 Současná situace

Ve zhodnocení současného stavu není třeba pozastavovat se nad problematikou konstrukce. Tato bakalářská práce je specifická v tom, že konstrukční řešení je již dané a hlavní náplní práce je tedy řešení vzhledu. Po shrnutí a zhodnocení současné produkce jsem dospěl k závěru, že tvarování nepřináší větší rozdíly a omezuje se do jedné formy. Existují zde výjimky (Kobold TM), ale nejsou podle mě tou správnou cestou. Zajímavé je ne příliš časté použití barevnosti, která ale může hrát velkou roli.

2.2 Kryt vyhodnocovací trubice

Design krytů je velmi účelný a většinou se stylizuje do základních geometrických tvarů. Snahou je co nejjednodušší výroba při zachování maximální funkce. Často se však stává, že výrobek vzhledově neodpovídá ceně. Tvary nekorespondují se zakřivením trubice, a vzniká tak neurčitý prvek připomínající polotovar. Pokud uvážíme vysokou pořizovací cenu, je taková skutečnost zarážející. Produkt má dávat jasně najevo, jakou má hodnotu. Dalším problémem jsou rozměry. Konkrétní přístroj je poměrně velký, na šířku měří bezmála 80 cm a výška krytu trubice dosahuje téměř 40 cm. Vzniká tak masivní tvar, se kterým je potřeba velmi citlivě pracovat. U současných typů je možné tento problém vidět. Jsou ovšem také produkty, které dokážou tuto masivnost redukovat nebo úplně potlačit. Takového výsledku lze dosáhnout i bez použití efektních hran, křivek nebo zaoblení. Velkou roli zde hraje také grafika. Například umístění loga výrobce. Značka Endress + Hauser je toho zářným příkladem. V dnešní době má zřejmě nejlépe tvarovaný kryt trubice.

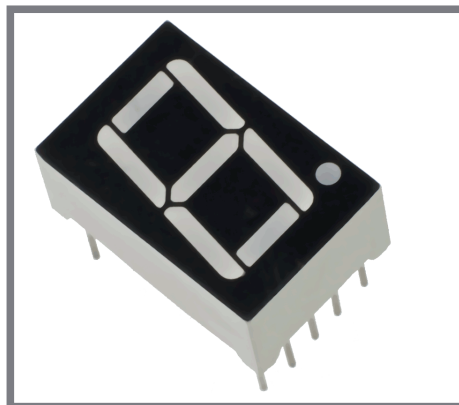
2.3 Zobrazovací část

Pokud u tvaru krytů vyhodnocovací trubice mluvíme o minimálních rozdílech, u vyhodnocovacích jednotek je tato skutečnost ještě markantnější. Z rešerše jsem došel k závěru, že tvar displeje je bez výjimek stejný a to kruhový. Rozdíly jsou pouze ve zpracování a barevném řešení. Válcové provedení má mnoho předností. Z důvodu prostředí, kde součást funguje, je toto řešení, zdá se, nejvýhodnější. Do útrob vyhodnocovací části je přístup realizován po sejmutí krycího víka se závitem. Důležitá je také bezpečnost, přístroje operují často ve výbušných podmínkách. Jednotky ovšem často působí až zastarale. Objevují se zde prvky, které nejsou při konstrukci důležité a jen narušují čistotu tvaru nebo je jejich funkcí pouhé zachytávání nečistot. Možnosti práce s kruhovými tvary jsou navíc pravděpodobně téměř vyčerpány. Jednoduše řečeno, všechno již bylo použito. Proto bude zajímavější, alespoň podle mého názoru, posunout vývoj vzhledu jiným směrem a experimentovat s jinými geometrickými, popřípadě organickými formami.

2.4 Displej

Dá se pozastavit nad technologií zobrazovací části, kde je více možností, jak zobrazovat zpracovaná data. Zobrazování dat probíhá vždy digitálně, ale je možné použít různé technologie. Nejjednodušší je použití segmentového displeje, ten je ale v dnešní době poměrně zastaralý a nemusí vyhovovat požadavkům pro zobrazení požadovaných dat. Nejrozšířenějším a také nejvhodnějším typem současné produkce je LCD displej. Umožňuje zobrazení libovolných symbolů v libovolném rozsahu (u

průtokoměrů se používá až 7 řádků). Další důležitou funkcí je možnost otočení displeje pomocí pohybového senzoru. Průtokoměr má 2 různé funkční polohy a proto je výhodnější aby byl displej otočný alespoň o 90°.



Obr. 11 Klasický segmentový displej

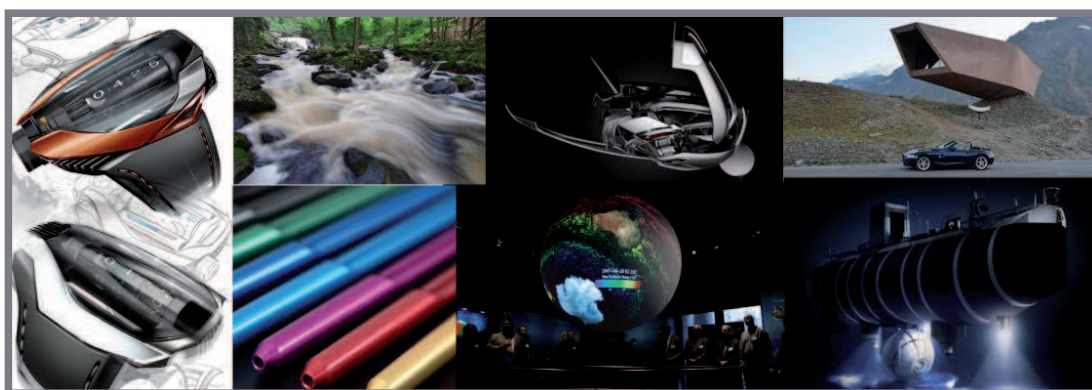
2.5 Cíle

2.5

Existuje mnoho směrů, kterými lze posunout vzhled průtokoměru o krok vpřed. Jako nejdůležitější považuji co nejvíce potlačit masivnost celého tvaru a snažit se o co nej-elegantnější provedení krytu, aby pozorovatel nepoznal skutečné rozměry s opást tak působila lehce. Toto je velmi důležité, průtokoměr totiž neleží na podstavě, ale je přišroubován k potrubí a je tedy umístěn v prostoru, tvar by proto neměl v očích pozorovatele přitahovat k umístění podložky. Pro dosažení tohoto výsledku bych zvolil použití dvoubarevné kombinace a pomyslné rozdělení těla na 2 části. Tvar tak působí opticky lehce a je zde potlačena masivnost. Dalším důležitým faktorem je nadčasovost. Tvary by měly vycházet z funkce součásti, měly by být jednoduché. Z dlouhodobé zkušenosti je známo, že jednodušší tvary, které mají svojí logiku, působí moderně i několik dekad. Toto je důležitý aspekt v případě strojních součástí, které plní svojí funkci poměrně dlouho. Tvar by měl zároveň vypovídat o pořizovací ceně přístroje. Proto bych volil spíše rovné plochy s malými poloměry než oblíny, které v této sféře vytváří lacinější dojem.

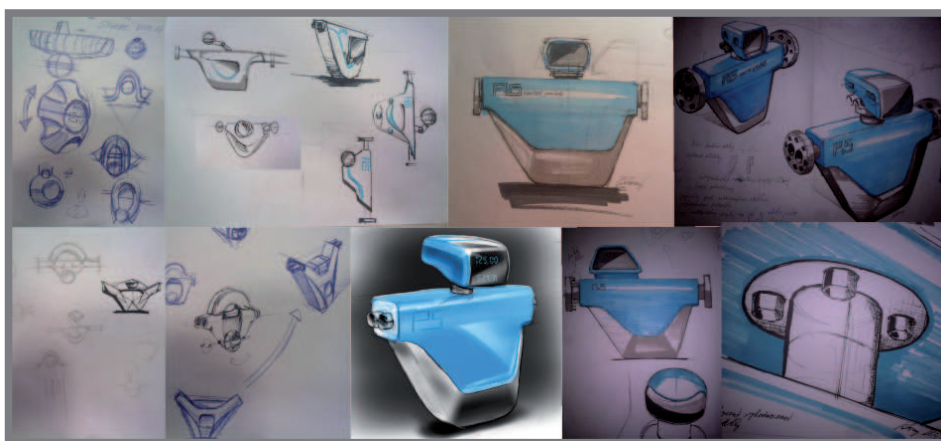
3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Průtokový měřič paliva je strojní součást, která se nachází ve specifických podmínkách, nelze ji běžně spatřit a to vyžaduje specifický přístup k navrhování. Bylo nutné zjistit charakteristiky součásti a hledat vhodnou inspiraci. Při zjišťování konstrukčních záležitostí mi velmi pomohla práce studenta bc. Martina Krejčího, který se zabývá konstrukcí tohoto konkrétního přístroje. Z této práce jsem se dostal k mnoha zdrojům, které mi přiblížily podstatu součásti a nastínily mi směr, kterým bych se při hledání ideálního tvaru mohl vydat. Při hledání inspirace jsem se snažil nashromáždit co největší množství vjemů ze všech možných sfér. Přesto mi jako základní zdroj inspirace posloužila voda, která je tímto přístrojem v určité formě měřena. Její proudění a vlastnosti daly návrhům svůj smysl a formu. Z původně oblých tvarů se začaly vyvíjet hrany a vzhled se začal vyjasňovat. Přesto bylo z počátku velmi těžké najít vhodný způsob, aby kryt působil celistvě a logicky. Dalšími zdroji inspirace mi byla architektura, která dokáže v lidech vyvolat výjimečné emoce a přístroje, které díky vzhledovému podpoření funkce vypadají nadčasově i po mnoha letech. Úžasným dílem je například batyskaf Trieste, který jako první ponorka, dokázal dopravit lidskou posádku na dno nejhlubšího místa na Zemi, Mariánského příkopu, do hloubky téměř jedenácti kilometrů.



Obr. 12 Moodboard

Z dalších rešerší přibývaly objekty inspirace a začal být kladen důraz na použité technologie, které také zásadně ovlivňují vzhled přístroje. Prvotní skici byly velmi volné a často nekorespondovaly s funkčností průtokoměru, staly se rozhodně základem budoucí práce a vytvořily určitý okruh vlastní inspirace, e kterého by bylo možno také čerpat. Důležitou a dlouho nevyjasněnou bylo například umístění zobrazovací části průtokoměru. Na raných skicách je možné vidět nespočet možných umístění displeje i spoustu jeho možných tvarů a uchycení, nemluvě o úvahách nad použitými technologiemi. S postupem času se většina řešení ukázala jako nereálná a prakticky nepoužitelná. Důvod byl hlavně zachování bezpečného provozu, přístroj pracuje často ve výbušných podmínkách a je nutné zajistit, aby byl přístroj hermeticky uzavřen a izolován tak od okolí.



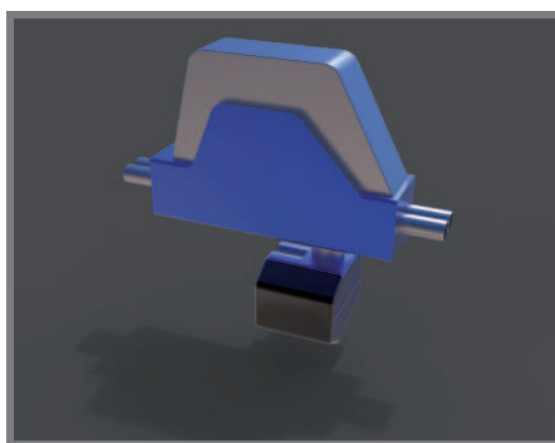
Obr.13 Skici

Na úvod k variantním návrhům je nutno dodat, že vývoj byl rozdělen na dvě různé etapy. Tou první byl vývoj krytu měřící trubice. Všechny tři varianty krytu spojuje použití jednoho grafického prvku, který se stal nejdůležitější složkou celé práce. Je jím horizontální křivka táhnoucí se z jednoho konce krytu k druhému a ladně avšak nenuceně kopíruje prohnutí vyhodnocovací trubice.

3.1 Varianta 1

3.1

První varianta návrhu krytu Využívá hrany pod dělicí křivkou a spodní polovina krytu je odsazena dovnitř, blíž k měřící trubici. Výsledek má podpořit lehkost krytu a spodní část více napovídá, že přístroj je umístěn v prostoru a připojen k potrubí. Horní polovina elegantně skrývá dvojité kryt „box in box“. Celkově je zde možné pozorovat postupné kaskádovité zužování krytu směrem dolů



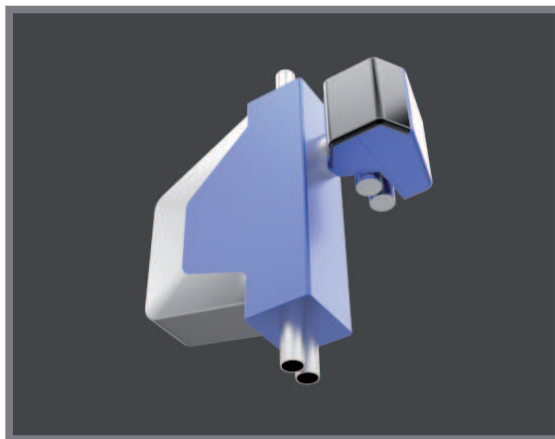
Obr.14 Varianta 1 v horizontální funkční poloze

3.2 Varianta 2

3.2

U druhé varianty opět dochází k zužování krytu směrem dolů a tím i ubývání objemu. Ostré přechody jsou zde ovšem potlačeny a odsazení je zde nahrazeno plynulým přechodem od dělicí křivky až na dno krytu měřící trubice. Kryt působí jemněji a ele-

gantněji. V návrhu bylo zároveň možné použít větší zaoblení, které by podporovalo elegantnější styl tvarování. Řešení by ovšem mohlo být konstrukčně náročnější právě z hlediska bezpečnosti a výroby zaoblení.



Obr. 15 Varianta 2 ve vertikální funkční poloze

3.3 Varianta 3

Třetí návrh je nejodlišnější ze všech tří variant. Objem ubývá směrem nahoru a tvar tak získává větší stabilitu. Otázkou je, zde je tento efekt žádoucí. Jelikož součást není uložena na zemi ani v její blízkosti, toto tvarování se nejeví jako logické. Tvar působí na diváka hodnotným dojmem, po natočení do funkční polohy však ztrácí svoji podstatu a ztrácí tak svůj efekt. Zároveň by byl pravděpodobně náročnější na výrobu. Všechny tyto skutečnosti naznačují, že varianta 3 nebude vybrána jako finální varianta.



Obr. 16 Varianta 3 v prezentační poloze

3.4 Finální varianta

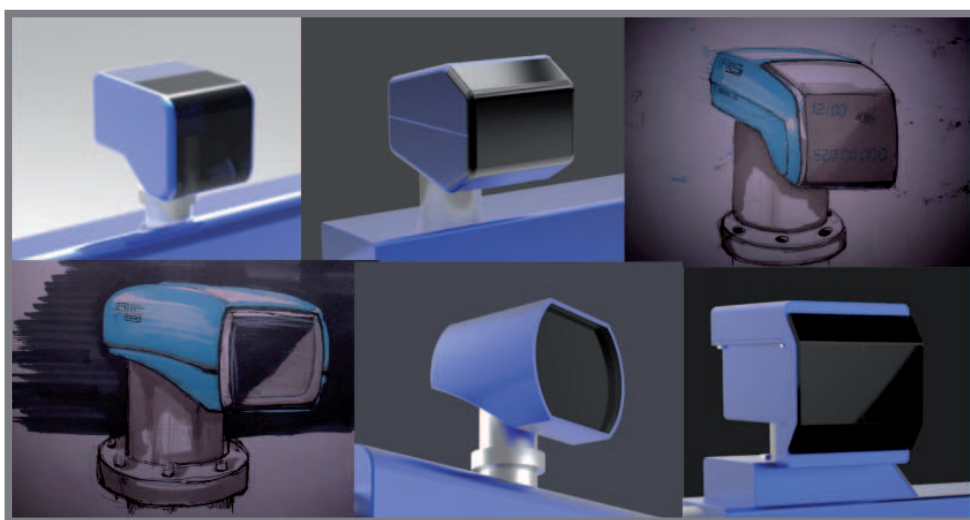
Po zohlednění všech důležitých faktorů byla vybrána varianta 1. Nejlépe vyhovuje původní představě o vzhledu krytu a zároveň zde nejvíce vyniká dělicí křivka. Při náhle-

dech na funkční polohy působí na pozorovatele nejlogičtěji a nejpřirozeněji. Zároveň se jeví jako výrobně nejméně náročná.

3.5 Varianty zobrazovacích částí

3.5

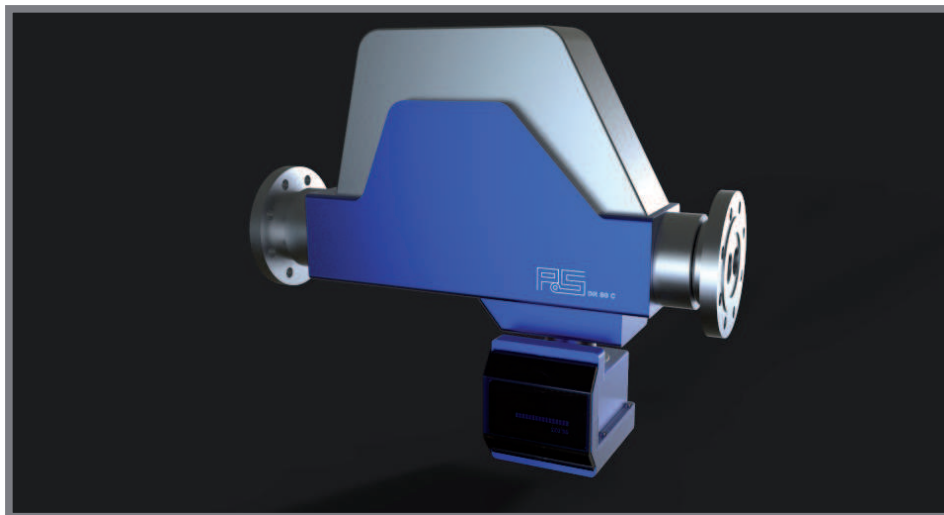
Samostatným vývojem se stalo navrhování zobrazovací části. Nachází se zde daleko více prvků, se kterými je nutno pracovat, vývoj provázely časté diskuze i po zvolení finální varianty krytu trubice. Snahou osvobodit fantazii od již zaběhnutého trendu, kdy se používají více či méně podobné tvary založené na kruhové geometrii. První varianty ještě s kruhovým základem pracují a jsou jím ovlivněny, dále je však vývoj od tohoto trendu osvobozen a ke slovu se dostávají hrany a rovné plochy, které oživují a obohacují současný kruhový trend. Aplikace těchto prvků se snaží přidat tvaru na jedinečnosti a podpořit funkční podstatu.



Obr. 17 Vývoj vyhodnocovací jednotky

4 TVAROVÉ (KOMPOZIČNÍ) ŘEŠENÍ

Konečný koncept je výsledkem propojení mnoha úvah a cest, kterými návrh směřoval. Byly zohledněny všechny požadavky jak technické, tak tvarové. Návrh se snaží působit nadčasově, a měl by vynikat mezi současnou produkcí.



Obr. 18 Finální varianta v horizontální funkční poloze

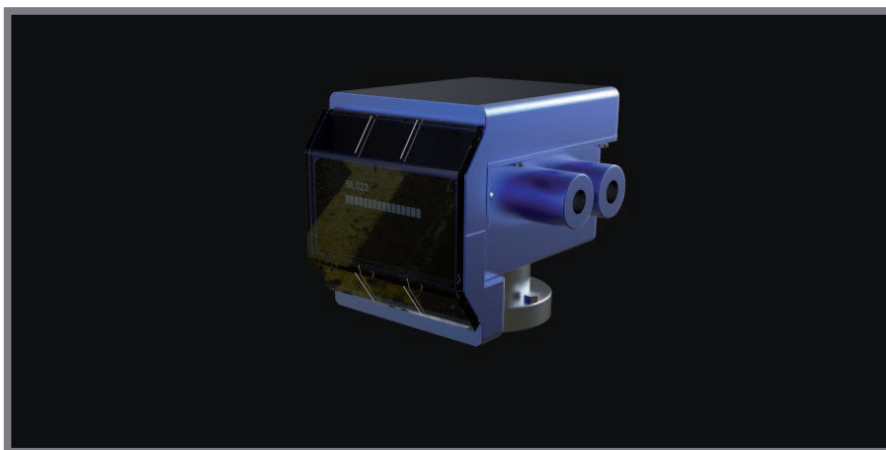
4.1 Kryt měřící trubice

Celé kompozici dominuje již zmíněná horizontální křivka. Je stylizovaná do tvaru připomínajícího proudění kapaliny a tvaru měřící trubice. Její konstrukce není náhodná. Křivka se snaží vdechnout průtokoměru nový, netradiční styl tím, že narušuje symetrii. Tímto provedením má křivka značit směr proudu kapaliny a při pomnutí bezpečnostních zásad tak není nutné pracně zjišťovat, kam kapalina proudí. Další vlastností této křivky je snaha odlehčit celkový tvar krytu. Lehkost je žádoucí při navrhování snad každého produktu. Při skutečnosti, že tento průtokoměr je opravdu rozměrný přístroj, je tato vlastnost poměrně žádoucí. Křivka zároveň dělí průtokoměr na dvě poloviny a tento efekt podporuje dvoubarevné řešení krytu. Stejný tvar je také použit na dno krytu trubice. Celek tak působí kompaktně a lehce. Přesto se tvar snaží zachovat robustnost a má vypovídat o hodnotě součásti.

Na horní části krytu, místě zvaném box in box pro svou konstrukci dvojitého pláště zajišťujícího potřebnou tuhost sestavy, se nachází menší výběžek. Ten v sobě ukrývá vyhodnocovací část průtokoměru. Je tvarován tak, aby reagoval na tvarování spodní části krytu a aby nabídl co největší možný prostor pro komponenty uvnitř. Cílem je, aby kryt vyhodnocovací části co nejvíce splynul s hlavním tělesem a vytvořil tak komplexní, čistou formu. Důležitým konstrukčním prvkem, který nelze při návrhu opomenout jsou příruby po stranách krytu, zajišťující propojení s přívodním potrubím. Tvar reaguje na tyto příruby, nekoliduje ovšem s nimi, spíše se je snaží zvýraznit jako konstrukční prvek a podpořit návaznost s připojeným potrubím.

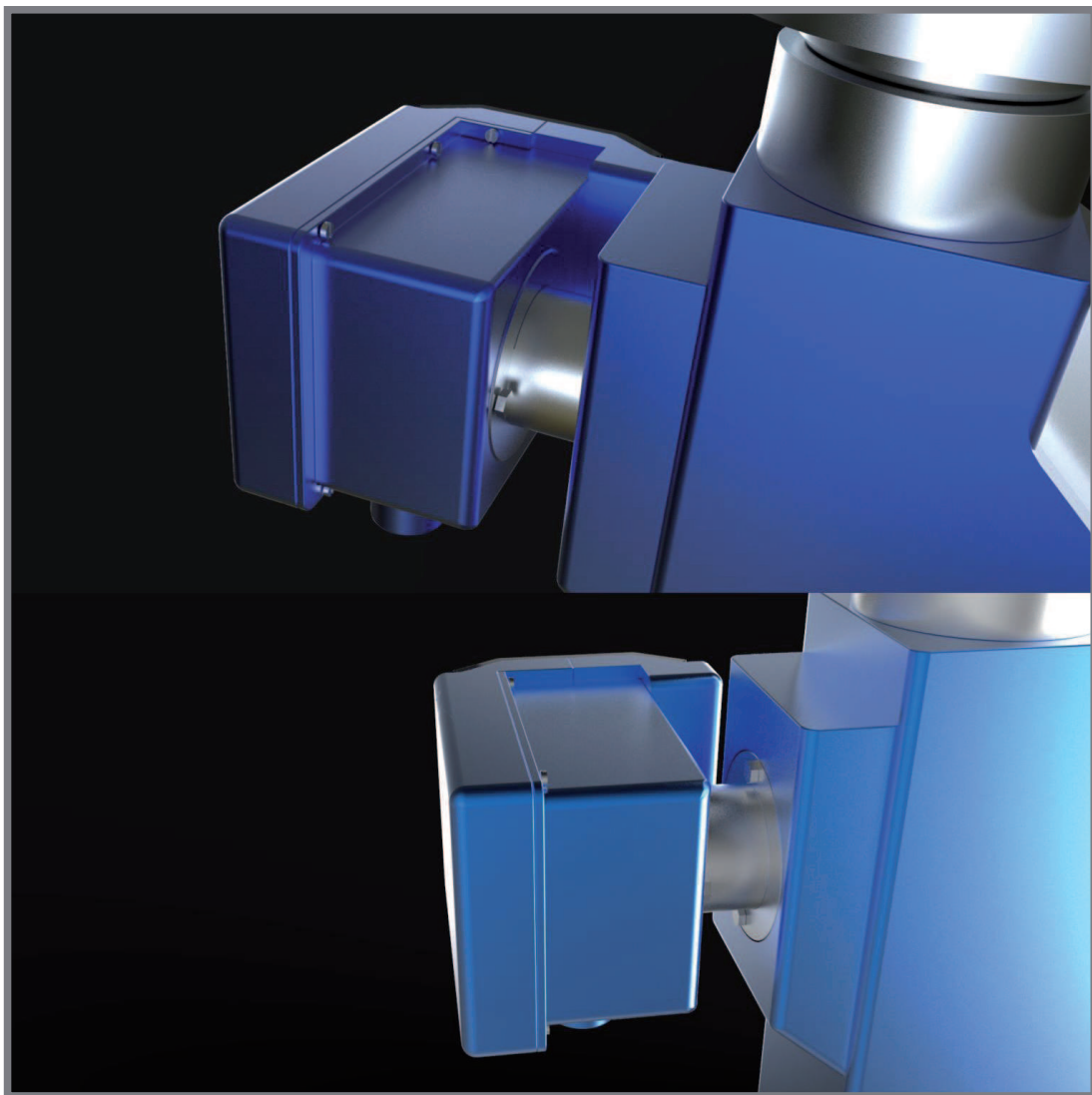
4.2 Zobrazovací část

Na první pohled zaujme umístění zobrazovací části. Její poloha má podpořit nesymetrii, která provází celý návrh. Jejím úkolem je ovšem také vyrovnat poměr masy objemu. Proto zde dochází k rovnováze v šikmé rovině a zobrazovací část tak nenarušuje tvarovou kompozici. Design se ubírá směrem, který je v konstrukci zobrazovacích jednotek neobvyklý. Od tradičního kruhového vzhledu přechází k přímým plochám, které více asociují a lépe korespondují s krytem trubice. Po stranách zobrazovací jednotky si je možné všimnout odsazené vnitřní části, na jedné straně skrývající výstupy pro kabeláž. Pod převislou plochou se nachází na každé straně trojice zajišťovacích šroubů. Toto řešení je použito pro umocnění dojmu čistoty, tento efekt je markantní při pohledu shora. Záměrem je co nejvíce zjednodušit tvar zobrazovací jednotky a oprostit ho od rušivých elementů. Zepředu zaujme LCD displej ohraničený šikmými dotykovými panely, které plynule propojují celou siluetu a snaží se co nejuceleněji zakončit celou kompozici.



Obr. 19 Detail zobrazovací části

Kompozice sestavy se snaží co nejvíce skrýt oddělené části, má vytvářet jednotný celek a tím podpořit ucelenost a požadovanou odolnost. Prvkem, který tomuto efektu výrazně napomáhá, je spojovací trubice. Je na obou stranách zakončená přírubami. Ty jsou skryty na jedné straně v tělese zobrazovací části a na straně druhé v krytu vyhodnocovací části. Při určitém pohledu není spojovací trubka téměř vidět a jako čistě konstrukční prvek tak nevyniká nad ostatními částmi. Díky tomu není třeba na tuto součást aplikovat barevný nátěr.

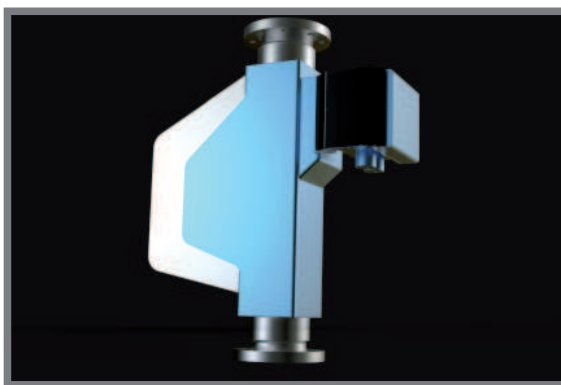


Obr. 20 Detail spojovací trubky

5 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

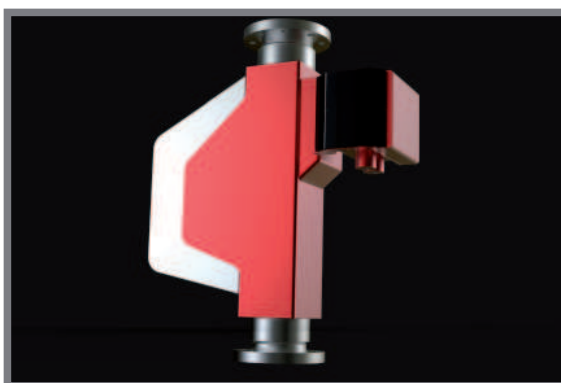
5

Při řešení designu průtokoměru se stala barevná kombinace stěžejním prvkem. Přestože barva plní v průmyslovém prostředí často ryze funkční podstatu, zde figuruje jako identifikace celého produktu a propůjčuje mu osobitost a výjimečnost. Spontánně se na mých skicách začala už v počátcích objevovat modrá barva. Symbolizuje čistotu a spolehlivost, klid a harmonii. Také koresponduje s barvou vody a dává tak myšlence podstatu. Postupně se ukázala jako nejvýhodnější z dalšího hlediska. Firma, která se podílí na vývoji, používá ve svém logu a grafice modrou barvu, produkt se tak nenuceně hlásí k jejímu stylu. Pro mnoho výhod byla tato barva vybrána jako hlavní barva při konečném řešení designu.



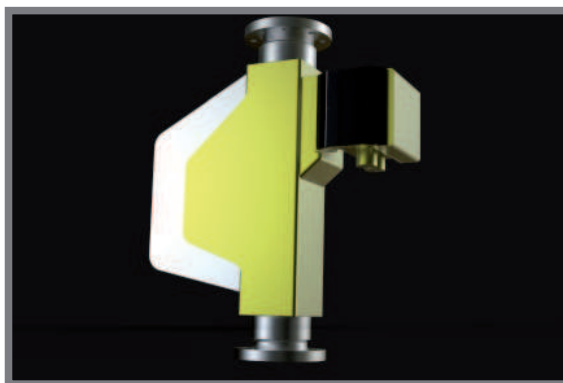
Obr. 21 Modrá barevná kombinace

Byly zde brány v potaz i jiné možnosti barevné kombinace. Přemýšlel jsem nad aplikací červené barvy, která by symbolizovala výstrahu a napovídala, že zařízení pracuje v nebezpečném prostředí a je důležité, aby bylo součást zřetelně vidět. Barevná kombinace také odpovídá grafice Ústavu konstruování na VUT v Brně a mohla sloužit jako výhradní kombinace pro prezentaci modelu v rámci ústavu. Nesedí ovšem tolik k charakteru a tvarovému řešení modelu, proto nebyla použita při finálním návrhu.



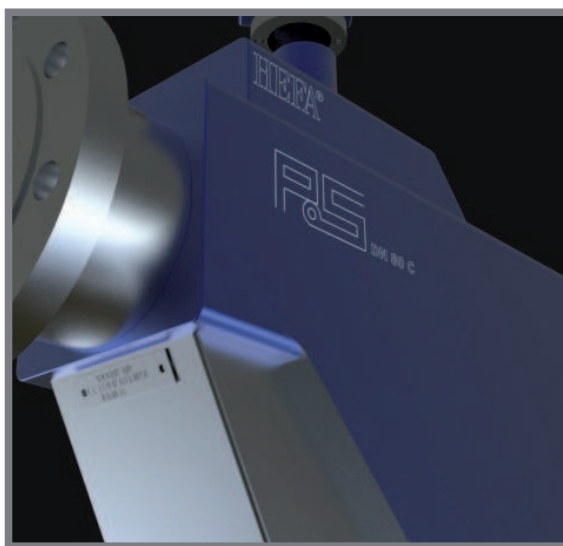
Obr. 22 Červená barevná kombinace

Nejvíce se vymykající je aplikace žluté barvy. Tato barva je ze všech variant nejvýraznější, to podporuje bezpečnost práce. Tato barva v sobě také symbolizuje znak hořlavého materiálu a vypovídá tak o obsahu, který nejčastěji průtokoměrem proudí. Nekoresponduje ovšem tolik s formou návrhu a také v sobě nespojuje žádnou instituci, která by měla něco společného s průtokoměrem. Proto jsem tuto barevnou kombinaci také zamítnul.



Obr. 23 Žlutá barevná kombinace

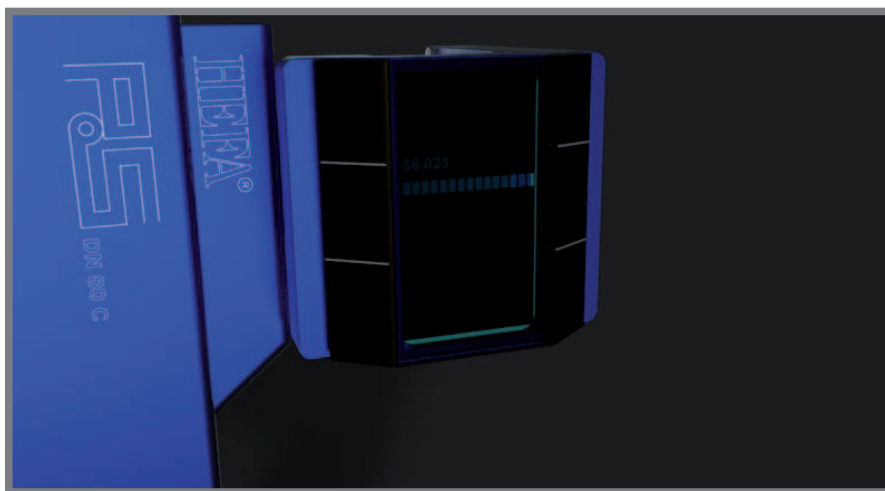
Řešení grafické se týká výhradně zobrazovací části. Přesto i na krytu měřicí trubice se ukázalo jako výhodné přidat na stěnu krytu mírně upravené logo výrobce a typové označení. Tato jemná aplikace má za úkol přidat návrhu na hodnotnosti a co nejvíce ho identifikovat. Povinným prvkem je umístění ochranné známky HEFA.



Obr. 24 Umístění loga a ochranné známky HEFA

U zobrazovací části Je kladen důraz na co nejprůhlednější zobrazení dat a nejjednodušší a nejintuitivnější ovládání. LCD displej je modře podsvícen pro lepší přehlednost. Zároveň odpovídá barevnému provedení přístroje. Dalšími grafickými prvky jsou dě-

líčí úsečky, které ohraničují jednotlivá dotyková tlačítka. Text na tlačítkách je umístěn šikmo, aby bylo popisky možné přečíst v jakékoliv funkční poloze.



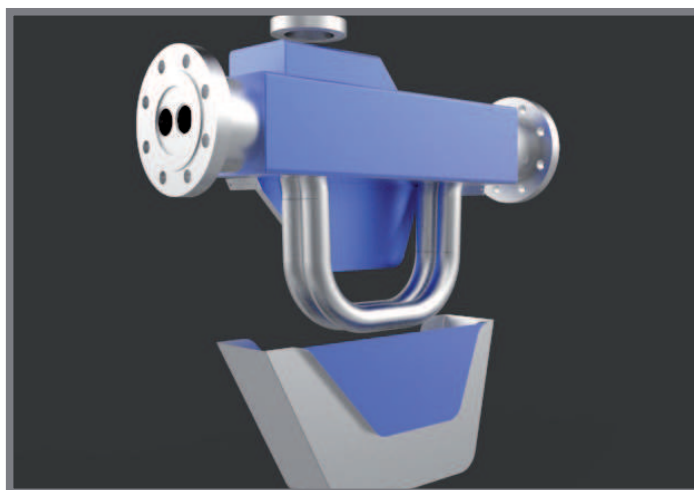
Obr. 25 Detail displeje ve vertikální funkční poloze

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

Jak již název napovídá, Coriolisův průtokoměr pracuje na principu Coriolisovy síly. Ta vzniká, jestliže se v rotační soustavě pohybuje určitou rychlostí těleso o určité hmotnosti. Princip spočívá v působení Coriolisovy síly na zkušební trubici, kterou proudí médium. Trubice je působením deformována a je nepatrně zkroucena. Po stranách trubice, která je u tohoto technického řešení zdvojená, jsou umístěny snímače pohybu, které zaznamenávají zkroucení trubice a odesílají data do vyhodnocovací části a tato data jsou posléze zpracována na displeji části vyhodnocovací.

6.1 Měřicí trubice

Tvary měřicí trubice mohou být různé a záleží na technologii a pracovních podmínkách. Všechno záleží na velmi přesných výpočtech. Tento proces ovšem nespadá pod téma mé práce. Řešení tvaru a konstrukce vyhodnocovací trubice řeší konstruktéři specializující se na konkrétní problematiku. Použitým materiálem je nejčastěji nerez, používá se také uhlíková ocel. Jsou zde kladeny velké nároky na odolnost vůči erozi, proto je potřeba použití dražších materiálů.



Obr.26 Detail tvaru měřicí trubice

6.2 Kryt měřicí trubice

Základem pro kryt trubice je systém 2 menších krytů známý jako box in box. Spočívá v zakrytí části měřicí trubice nerezovým kvádrem o obdélníkovém průřezu, který je paralelně překryt ještě jedním kvádrem o větším průřezu. Box in box má za úkol zajistit potřebnou tuhost soustavy, aby nedocházelo k nežádoucím vlivům, které by zapříčinily nepřesnost měření.

Na tuto soustavu kvádrů je navařen vlastní kryt tvořen z nerezových plechů. Díky použitému tvarování zde nejsou výrazná zaoblení a výroba je tak jednodušší, není třeba lisování, díly by byly postupně ohnuty a svařeny dohromady. Díky použití nerezové oceli není třeba použít nákladnou povrchovou úpravu. Pouze na dané části by byl použit barevný nástřik, uzpůsoben podmínkám.

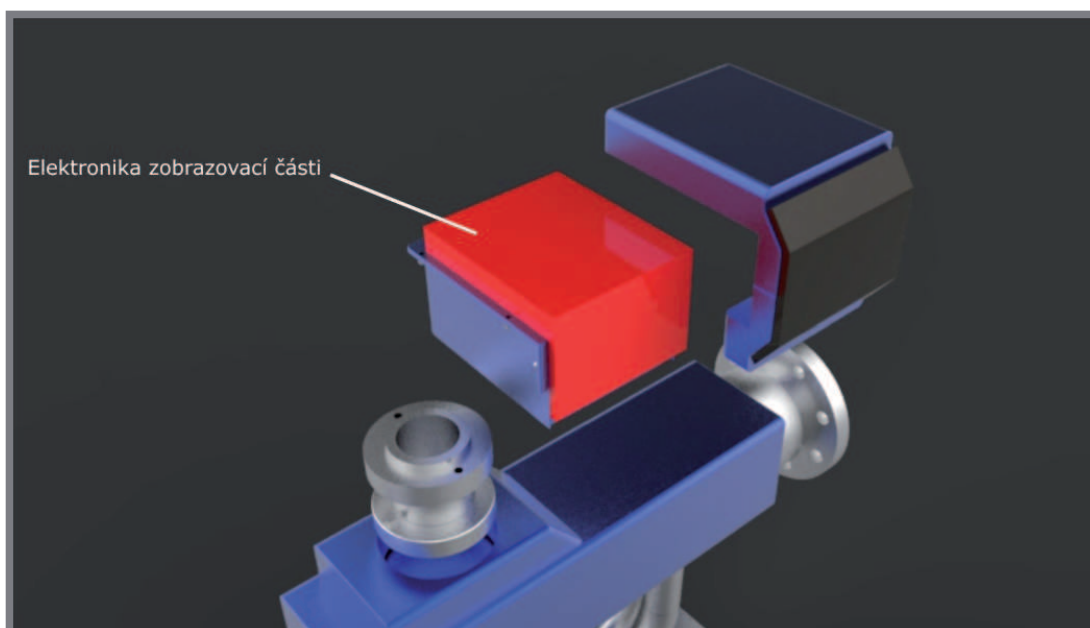
V tělese krytu je ještě zakomponovaná vyhodnocovací část průtokoměru. Poskytuje budící signál a zároveň zpracovává a vyhodnocuje signály odeslané ze snímačů pohybu. U tohoto konkrétního průtokoměru je vyhodnocovací část umístěna mimo zobrazovací část. U většiny ostatních Coriolisových průtokoměrů tvoří vyhodnocovací a zobrazovací část jeden celek.

6.3 Zobrazovací část

6.3

Jejím úkolem je zpracování dat poskytnutých z vyhodnocovací části do výstupní podoby. Ukládá v sobě elektroniku pro dotykové panely a LCD displej. Skládá se ze dvou hlavních částí, které jsou do sebe zasunuty pomocí drážek po stranách a jsou zajištěny šesti šrouby. Na kryt je díky použité koncepci možno použít stejnou výrobní technologii i materiál jako v případě krytu měřicí trubice.

Po zhodnocení všech aspektů a po domluvě s výrobcem byl jako nejvhodnější vybrán dvouřádkový LCD displej. Jak již bylo řečeno, je modře podsvícen a zobrazuje údaje o průtoku a další informace, které jsou u těchto průtokoměrů požadovány. Pro ovládání byly použity dotykové panely, odolné vůči náročným provozním podmínkám. Jsou rozděleny na 6 ovládacích tlačítek, která plní různé funkce, například určení požadovaného množství paliva, které se má vyčerpat do dopravní cisterny.

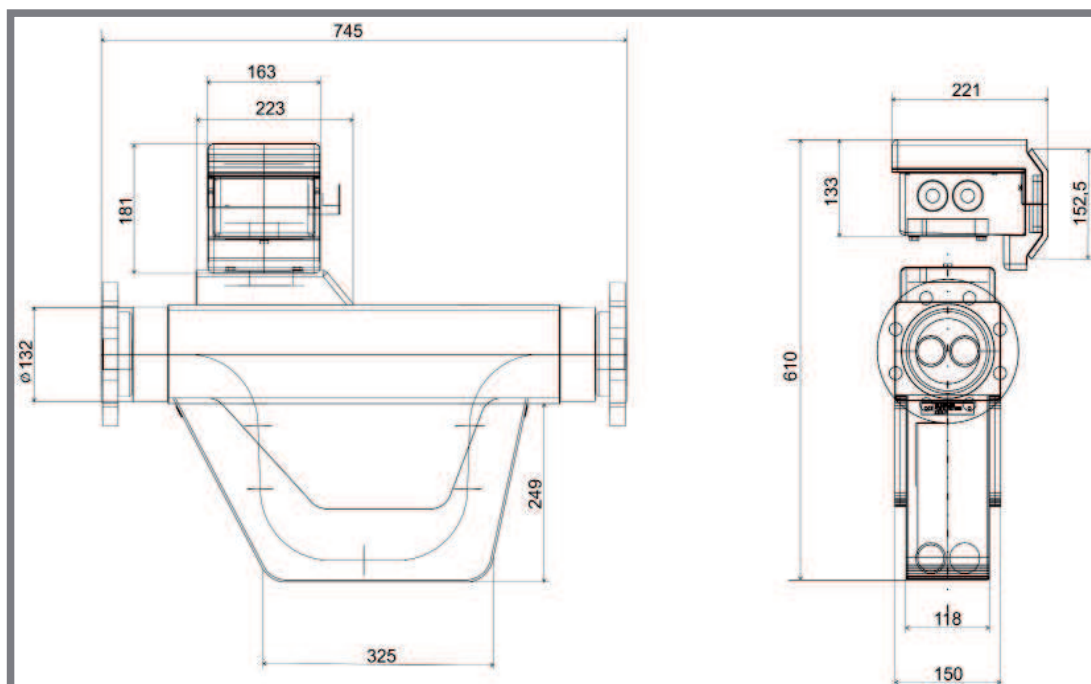


Obr. 27 Detail tvaru měřicí trubice

6.4 Parametry

6.4

Je zamýšleno, že průtokoměr bude vyráběn v několika rozměrových variantách. Konkrétní varianta, řešená v mé bakalářské práci by se týkala pravděpodobně provedení s rozměry odpovídajícími středu plánované výrobní řady. Technické označení DN 80 kromě průtoku 80 l/min napovídá o rozměrech. Průtokoměr měří na šířku téměř 80 cm.



Obr. 28 Základní rozměry průtokoměru

7 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

7

U této strojní součásti je potřeba specifický přístup z hlediska ergonomie. Jedná se o průmyslovou součást, proto zde jsou kladeny poněkud odlišné ergonomické požadavky. Co se týče krytu trubice, na ten nejsou v podstatě kladeny žádné požadavky z ergonomického hlediska. Průtokoměr ovšem bývá instalován k potrubí v různých výškových úrovních a v místech s mnohdy špatnou přístupností a vzniká tedy problém s ovládáním vyhodnocovací jednotky a čtením dat. Průtokoměry mohou být mnohdy instalovány i ve výškách okolo 4 metrů nad zemí a je tak prakticky nemožné získat informace o průtoku, pokud je zobrazovací část ne pevně smontována s krytem měřicí trubice.

7.1 Umístění vyhodnocovací části

7.1

Řešením je tedy oddělená zobrazovací část. U těchto průmyslových součástí není předpokladem, že by zobrazovací část průtokoměru byla střídavě umístěna mimo kryt trubice a někdy by opět tvořila kompaktní celek. Už z výroby je dáno, jestli bude displej součástí krytu trubice nebo bude umístěn mimo. Zobrazovací část je pak možno instalovat prakticky kdekoliv, stačí použít odpovídající délku síťových kabelů. Zobrazovací části bývají proto často umístěny v řídicích centrech daleko od vlastního průtokoměru.

7.2 Barevná kombinace

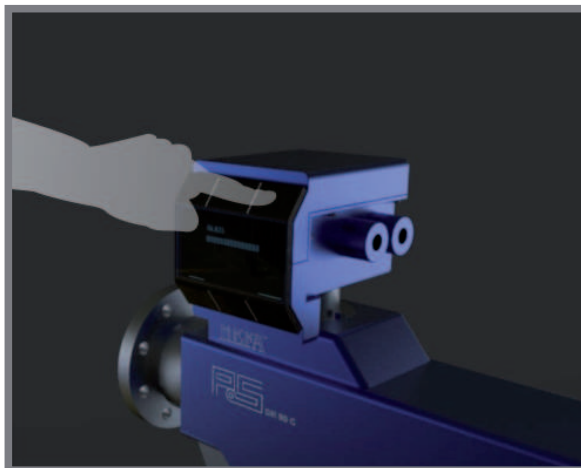
7.2

Důležitým ergonomickým aspektem je také zvolení barvy. V této kapitole se věnuji modré barvě z dalšího hlediska a to vztahu stroje k člověku. Modrá barva zpravidla pomáhá potlačovat depresi a únavu. Toto je důležité zvláště, pokud jsou průtokoměry aplikovány v náročnějších klimatických podmínkách. Zima podporuje u lidí nervozitu a právě depresi, proto by mohla být modrá barva tou nejvhodnější volbou.

7.3 Provedení displeje a dotykových panelů

7.3

Tato skutečnost podporuje také volbu podsvícení displeje. Další vlastností modré barvy je podpora klidu a přesnosti. Díky tomu by se mohl pracovník, který zaznamenává informace ze zobrazovací části vyvarovat větším chybám a lépe by odolával stresu. Pro lepší přehlednost bych volil pro posvícení spíše světlejší modrou. Díky poměrně velkým rozměrům displeje a použití dvouřádkového typu LCD displeje je také možno použít větší velikost písma a tím je podpořena lepší čitelnost. Dotykové panely jsou také dostatečně velké pro pohodlné ovládání. Napomáhá tomu také jejich šikmé umístění, jsou tedy očím dobře přístupné. Dalším prvkem je informační text. Zvolil jsem šikmou pozici textu, aby bylo možné čtení jak ve vertikální, tak v horizontální funkční poloze. Pro lepší přehlednost jsem zvolil bílou barvu textu na černém pozadí dotykového skla.



Obr. 29 Ergonomické řešení dotykového panelu

7.4 Údržba

Z hlediska čištění nemá přístroj žádné nepřístupné plochy a je tedy snadné ho udržovat ve vzhledném stavu. O přístupu k útrobám zobrazovací části jsem již mluvil v konstrukčním řešení. Kryt měřicí trubice je konstruován jako hermeticky uzavřený celek a během jeho provozu se v žádném případě nepředpokládá jeho otevření. Proto zde není přístup k měřicí trubici vůbec nutno řešit. Jediným problémem může být montáž zařízení. Průtokoměr dosahuje velké hmotnosti, okolo 60 kg a proto s ním není lehká manipulace. Jelikož tento parametr není v této oblasti ničím výjimečný, instalace, která je jednorázová, by neměla činit větší potíže.

8 DISKUZE

8

Přestože je u mého návrhu průtokového měřiče velká pravděpodobnost budoucí realizace, z čehož vyvozují na základě konzultací se zadávající firmou, cílem bylo hlavně vytvořit nový koncept. Tento koncept má nastínit budoucí vývoj v tomto průmyslovém odvětví a má vnést mezi současnou produkci nový pohled na problematiku měření průtoku. Proto se i zde mohou objevit nové předměty k diskuzi. Kryt měřicí trubice je navržen tak, aby vzhledově podpořil filosofii proudění kapaliny a svou nesymetrií pozitivně narušil současnou koncepci, zároveň je koncipován tak, aby nebránil ve funkci měření. Z praktického hlediska by však mohly být vzneseny námitky k menšímu sklonu spodní části na jedné straně krytu a tím mírně větším nárokům na materiál. Ve srovnání s jinými produkty by ale mohla být technologie výroby jednotlivých částí krytu jednodušší a tím by mohly být náklady na výrobu vyrovnané se současnou produkcí. Více dotazů by mohlo být vzneseno ke konstrukci zobrazovací části. Umístění zajišťovacích šroubů po stranách je u těchto produktů technicky neobvyklé řešení, stejně jako zvolený tvar celé zobrazovací části. Problém by mohl vyvstat hlavně na straně, kde se nachází výstupy pro síťové kabely. V tomto místě, zejména u šroubu umístěného ve stěně paralelní s rovinou displeje, by mohl být obtížný přístup pro demontáž. Poloha těchto výstupů ovšem není konstrukčně daná a tak je možno tyto výstupy posunout o určitou vzdálenost níže a tím by mohla být tato komplikace vyřešena. Počet zajišťovacích šroubů je také mezi průtokoměry nezvyklý. To je dáno samotnou koncepcí zobrazovací jednotky. Toto řešení má zajistit těsnost celé části. U běžných kruhových tvarů vyhodnocovacích jednotek je těsnost zajištěna pomocí velkého závitu po celém obvodu stěny krytu vyhodnocovací jednotky a zajištění proti nedovolenému vniknutí je splněno umístěním jednoho bezpečnostního šroubu. Přístup k vnitřním komponentům by tak mohl být o něco zdlouhavější. Nepředpokládá se však časté rozebírání zobrazovací části a proto by toto konstrukční řešení nemělo příliš komplikovat obsluhu průtokoměru.

8.1 Psychologická funkce návrhu

8.1

Design průtokoměru reaguje na prostředí, ve kterém tyto průmyslové součásti pracují. Měl by podpořit práci s přístrojem, snaží se svým elegantním vzhledem nenuceně zaujmout a tím přispět k dobré pracovní atmosféře. Tvary se snaží být co nejjednodušší a provedení co nejčistší, aby byly potlačeny nežádoucí psychické reakce. Tvar má za úkol působit uvolněně a nesnaží se za každou cenu přitáhnout pozornost. Barevná kombinace má potlačit napětí a podpořit kvalitu práce a soustředěnost. Přehledné ovládání a zobrazení dat má zase potlačit stres a napětí, které jsou v dnešní době stále častějším problémem.

8.2 Ekonomická funkce návrhu

8.2

V dnešní době je každý trh přesycený, proto je důležité zaujmout nejen špičkovými parametry. Často se stává, že sebelepší technické provedení může poškodit špatně zvolená barevná kombinace či nevhodně zvolený tvar. Materiály je nutné volit pouze z hlediska funkce a pro konstrukci průtokoměrů jsou jasně dané, a proto nemají při vizuálním porovnání žádný vliv. V případě vzhledu jde ale o velký potenciál. Můj návrh byl koncipován tak, aby co nejvíce vzhledově podpořil funkci přístroje. Tímto se dostávám k ceně. Coriolisovy průtokoměry jsou velmi přesné přístroje a jejich pořizovací ceny dosahují někdy i 300 000 Kč. Pokud mají tyto produkty srovnatelné

parametry, rozhoduje vizuální potenciál. Při navrhování jsem se řídil touto skutečností a snažil jsem se co nejvíce dát najevo hodnotu tohoto přístroje. Také jsem usiloval, aby byl vzhled co nejmodernější a průtokoměr tak bylo možno udržet v nezměněném stavu co nejdéle na trhu od nasazení do výroby. Z hlediska finančních nároků na výrobu byl design průtokoměru navržen s co největším ohledem na efektivní sériovou výrobu. Už samotné využití sériové výroby snižuje náklady. Použité materiály i technologie nejsou dražší než u jiných podobných přístrojů a tak by bylo možné přístroj prodávat za cenu do 200 000 Kč, což je v této kategorii mírný nadprůměr.

8.3 Sociální funkce návrhu

Jako průmyslová součást, průtokový měřič ovlivňuje chování člověka pouze v zaměstnání. Člověk si však z práce odnáší určité zkušenosti a tak může součást ovlivňovat i jeho soukromý život. Návrh by měl přinést do pracovní rutiny něco nového a tím zpestřit běžný pracovní den. Cílem je dosáhnout spokojenosti a přístroj navrhnout pro co nejjednodušší a nejrychlejší obsluhu a tím zjednodušit pracovní náplň. Tvar se nesnaží polarizovat názor společnosti, nevtíravě se snaží zalíbit všem na základě snahy o nápaditou a čistou formu. Z ekologického hlediska by mohla být výroba energeticky náročnější. Použité materiály jsou energeticky náročnější na výrobu stejně jako ostatní průmyslové součásti, na jejichž výrobu je potřeba dostatečné množství energie. Samotná kompletace by však díky využití sériové výroby nemusela příliš zatěžovat zdroje energie. Samotný provoz je čistě elektrický, nejvíc energie pravděpodobně spotřebuje technologie měření se všemi součástmi. Použití jednoduššího displeje by ovšem mohlo uspořit spotřebu energie.

9 ZÁVĚR

9

Mým úkolem bylo vytvořit moderní a inovativní návrh krytu na průtokový měřič paliva, který by splňoval funkční a estetické předpoklady a zároveň, aby byl realizovatelný pro sériovou výrobu. Snažil jsem se vytvořit produkt, který by vynikal v současné produkci a zaujal početné procento potenciálních zákazníků. Jedním z cílů bylo dosáhnout nadčasového vzhledu, který je podstatný pro produkt sloužící i deset let. Také jsem usiloval o využití moderních technologií pro kvalitnější a pohodlnější obsluhu za zachování funkce a rozumných výrobních nákladů. V návrhu jsem použil barevnou kombinaci, která by měla podpořit filosofii proudící kapaliny a zároveň by působila příjemně na obsluhující personál. Použil jsem prvky nesymetrie pro dosažení větší dynamiky a nápaditosti a usiloval jsem o to, aby se design odlišil od zaběhnutého industriálního vizuálního stylu. Produkt jsem se snažil také co nejvíce personifikovat a zlepšit tak vztah mezi člověkem a strojem. Propůjčil jsem průtokoměru vzhled, který by v očích mnoha pozorovatelů mohl připomínat podobu robota a tím tak symbolizoval přístroj jako pomocníka. Tím bych chtěl docílit efektu, který by kladně ovlivnil atmosféru na pracovišti a mohla by se tak zvýšit efektivita práce. Také jsem se zaměřil na detaily, které by podpořily komplexnost návrhu a dojem kvality. Příkladem může být zakomponování přírub do krytu měřící trubice na jednom konci a do krytu zobrazovací části na druhém konci, které přispělo k čistšímu tvaru a tvar tak měl získat na kvalitnějším dojmu. Výsledkem se stal koncept, který by mohl být vizí do budoucnosti konstrukce podobných strojních součástí a mohl by ovlivnit celkový vývoj průmyslových součástí vůbec. Dalším výsledkem mé práce se stal vizuální styl, který by bylo možno použít i na další produkty související s výrobním portfoliem dané společnosti a který by mohl přispět k lepšímu odbytu jejích dalších produktů a k lepšímu dojmu při prezentacích a veletrzích. Předpokládám, že v budoucnu, i přes nároky konzumní společnosti a potřeby přizpůsobit se trendům, nebude strojný průmysl touto skutečností ovlivněn a stále bude kladen důraz na kvalitu a dlouhou životnost.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ĎAĎO, Stanislav, Ludvík BEJČEK a Antonín PLATIL. Měření průtoku a výšky hladiny. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005, 448 s. ISBN 80-7300-156-X
- [2] BHASKARANOVÁ, Lakshmi. Podoby moderního designu : inspirace hlavních hnutí a stylů pro současný design. Praha: Slovart, 2007, 256 s. ISBN 978-80-7209-864-4.
- [3] CRHÁK, František. Výtvarná geometrie. 5. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1967, 161 s. ISBN 978-80-214-3767-8.
- [4] KRÁLOVÁ, Věra. Václav Král - designér, který chtěl změnit svět: [kniha připravená z obrázků a textů Václava Krále a vzpomínek blízkých. Vyd. 1. Roztoky u Prahy: Signum, c2010, 216 s. ISBN 978-80-903531-1-4.
- [5] RUBÍNOVÁ, Dana. Ergonomie. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 62 s. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně). ISBN 80-214-3313-2.
- [6] KADLEC, K. Coriolisovy průtokoměry. AUTOMA: odborný časopis pro automatizační techniku, listopad 2010, roč. 16, č. 11, s. 40-45. Dostupné také z WWW: < <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/42308.pdf> > ISSN 1210-9592.
- [7] KADLEC, K. Snímače průtoku - principy, vlastnosti a použití (část 1). AUTOMA: odborný časopis pro automatizační techniku, prosinec 2006, roč. 12, č. 10, s. 5-9. Dostupné také z WWW: <<http://www.odbornecasopisy.cz/download/au100605.pdf>> ISSN 1210-9592.
- [8] KADLEC, K. Snímače průtoku - principy, vlastnosti a použití (část 3).AUTOMA: odborný časopis pro automatizační techniku, prosinec 2006, roč.12, č. 12, s. 30-34. Dostupné také z WWW:<<http://www.odbornecasopisy.cz/download/au120630.pdf>> ISSN 1210-9592.
- [9] CASCETTA, Furio a Jerry RUSNAK. Short history of the flowmetering: A short history. ISBN <http://dx.doi.org/10.4324/9780203130933>.
- [10] Sphere project. *Research.microsoft.com* [online]. 2008 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/benko/projects/sphere/>
- [11] Měření průtoku. *Hydraulika.fsv.cvut.cz* [online]. 2011 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Hydraulika/Hydraulika/Predmety/Hyaulke_stazeni/prednasky/12_mereni_prutoku.pdf
- [12] Počátky novodobé těžby ropy. *petroleum* [online]. ©2007-2014 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/ropa/pocatky-novodobe-tezby-ropy.aspx>
- [13] Měření průtoku tekutin – principy průtokoměrů. *Elektrorevue* [online]. 2001 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/01049/index.html>
- [14] KREJČÍ, M. Návrh průtokového měřiče paliva. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 39 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Dvořáček.
- [15] Leonardo Da Vinci Birthday:The World most big genius 551-year-old today. *Nationalturk* [online]. 2013 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.nationalturk.com/en/leonardo-da-vinci-birthdaythe-world-most-big-genius-661-year-old-today-36624>

- [16] Wort Aeration & How To Build A Free Pump. *HomeBrewTalk.com* [online]. 2013 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.homebrewtalk.com/wort-aeration-how-to-build-a-free-pump.html>
- [17] Functional principal of the Turbine Flow Meter. *ProcessAutomatic* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.processautomatic.com/functional_principle_of_the_turbine_flow_meter/
- [18] ELSTER-domovní membránový plynoměr BK-G4. *topeni-vavra* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://topeni-vavra.cz/elster-domovni-membranovy-plynomer-bk-g4-p-2933>
- [19] Electromagnetic Flowmeter. *weiku* [online]. ©2011 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.weiku.com/products/5796596/Electromagnetic_Flowmeter.html
- [20] Coriolis Flowmeter installs within OEM equipment. *THOMASNET* [online]. 2011 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://news.thomasnet.com/fullstory/Coriolis-Flowmeter-installs-within-OEM-equipment-589466>
- [21] 14,2mm 7 - Segment Display. *Tandy* [online]. © 2013 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.tandyonline.co.uk/14-2mm-7-segment-display.html>
- [22] KOBOLD TM Coriolis Mass Flow Meter Türkiye. *IMTEK* [online]. ©2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://im-tek.com.tr/lang-en/flow-meter/1939-kobold-tm-coriolis-mass-flow-meter.html>
- [23] Coriolis Mass Flowmeter offers push button feature. *THOMASNET*[online]. 2002 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://news.thomasnet.com/fullstory/Coriolis-Mass-Flowmeter-offers-push-button-feature-17090>
- [24] Siemens Introduces SITRANS FC430 Coriolis Flowmeter. *FLW Southeast, Inc* [online]. 2012 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.flwse.com/events/newspost.asp?newsid=644>

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1	Leonardo da Vinci [15]	14
Obr. 2	Princip Woltmanova průtokoměru [17]	15
Obr. 3	Schéma Venturiho trubice [16]	15
Obr. 4	Membránový plynoměr [18]	16
Obr. 5	Elektromagnetický průtokoměr [19]	17
Obr. 6	Působení Coriolisovy síly na měřicí trubici [8]	18
Obr. 7	Vyhodnocovací jednotky [20]	18
Obr. 8	Heinrichs Kobold TM [22]	19
Obr. 9	Endress + Hauser Proline Promass [23]	20
Obr. 10	Siemens Sitrans FC430 [24]	20
Obr. 11	Klasický segmentový displej [21]	23
Obr. 12	Moodboard	24
Obr. 13	Skici	25
Obr. 14	Varianta 1 v horizontální funkční poloze	25
Obr. 15	Varianta 2 ve vertikální funkční poloze	26
Obr. 16	Varianta 3 v prezentační poloze	26
Obr. 17	Vývoj vyhodnocovací jednotky	27
Obr. 18	Finální varianta v horizontální funkční poloze	28
Obr. 19	Detail zobrazovací části	29
Obr. 20	Detail spojovací trubky	30
Obr. 21	Modrá barevná kombinace	31
Obr. 22	Červená barevná kombinace	31
Obr. 23	Žlutá barevná kombinace	32
Obr. 24	Umístění loga a ochranné známky HEFA	32
Obr. 25	Detail displeje ve vertikální funkční poloze	33
Obr. 26	Detail tvaru měřicí trubice	34
Obr. 27	Detail tvaru měřicí trubice	35
Obr. 28	Základní rozměry průtokoměru	36
Obr. 29	Ergonomické řešení dotykového panelu	38

SEZNAM PŘÍLOH

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

ZMENŠENÝ POSTER

