



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta strojní  
12134 Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**

**Snížení údržbových nákladů na extruzních robotech**

**Reducing maintenance cost of extrusion robots**

Diplomová práce

Studijní program: Strojní inženýrství  
Studijní obor: Výrobní a materiálové inženýrství

Vedoucí práce: Ing. BcA. Jan Podaný, Ph.D.

**Bc. Tomáš Beneš**

---

**Praha 2018**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Snížení údržbových nákladů na extruzních robotech vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....  
Datum

.....  
Bc. Tomáš Beneš

## **Poděkování**

Rád bych vřele poděkoval Ing. BcA. Janu Podanému, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, který byl vždy ochotný konzultovat vzniklé problémy, za cenné rady při tvoření této práce.

Dále bych rád poděkoval svým kolegům, kteří mi vždy poskytnuli potřebné informace a rady. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia, svému bratrovi, který mi vždy ochotně pomáhal při vzniklých potížích, a také své přítelkyni, která mě mnohdy inspirovala při tvorbě této práce.

Tímto všem zmíněným patří mé upřímné „DĚKUJI“.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá snižováním údržbových nákladů na extruzních robotech ve společnosti Saint-Gobain Sekurit ČR spol. s.r.o.

Na začátku jsou prozkoumány náklady na jednotlivé údržbové položky na extruzních linkách, z čehož vznikl přehled řešených součástí linky, a to otápěné hadice a zubové čerpadlo Extrex.

V další části práce jsou jednotlivé díly popsány a následně jsou navrženy možné procesní či technologické úpravy, které by měly zvýšit jejich životnost.

Dále je řešeno zavedení určitých variant do výroby a v závěru práce jsou vyhodnoceny vzniklé úspory.

## **Klíčová slova**

Otápěná hadice, zubové čerpadlo, Paretova analýza, extruze, robot

## **Abstract**

This thesis is dealing with reducing maintenance cost of extrusion robots in the Saint-Gobain Sekurit ČR spol. s.r.o.

At the beginning of the thesis, the cost of individual maintenance parts on extrusion lines is explored, namely the heated hose and the Extrex gear pump.

In the next part of the thesis parts are described and the possible process or technological modifications are designed which should increase their lifetime.

Furthermore, the implementation of certain variants into production is presented. At the end of the thesis savings of implemented variants are evaluated.

## **Key words**

Heated hose, gear pump, Pareto's analysis, extrusion, robot

## Obsah

Seznam zkratk .....	7
1 Úvod.....	8
2 Saint-Gobain Sekurit ČR spol. s.r.o .....	9
2.1 Historické milníky společnosti.....	10
2.2 Portfolio výrobků .....	12
2.3 Zákazníci SGS.....	15
2.4 Řešené problémy v SGS.....	17
3 Paretova analýza .....	18
3.1 Paretův diagram.....	18
3.2 Oblasti použití Paretova diagramu .....	20
3.3 Zhodnocení údržbových nákladů .....	21
4 Robotická extruze .....	23
4.1 Santoprene™ 121-50 M 500 .....	24
4.1.1 Popis produktu.....	24
4.1.2 Vlastnosti materiálu .....	25
4.1.3 Doporučení při zpracování .....	25
4.2 Extruzní linka.....	26
4.2.1 Popis procesu.....	26
4.3 Zubová čerpadla .....	28
4.3.1 Princip a funkce zubového čerpadla s vnějším ozubením .....	29
4.3.2 Dosahované parametry.....	30
4.3.3 Oblasti využití .....	30
4.4 Zubové čerpadlo EXTREX EX 22 SP .....	31
4.4.1 Konstrukce a funkce.....	31
4.4.2 Všeobecné mezní hodnoty .....	32
4.4.3 Návrhy úprav za účelem zvýšení životnosti.....	33
4.5 Otápěné hadice.....	37
4.5.1 Oblasti využití .....	38

4.5.2	Otápěné hadice firmy Hillesheim GmbH .....	39
4.6	Otápěné hadice v SGS .....	45
4.6.1	Analýza poruchovosti otápěných hadic .....	48
4.6.2	Návrhy úprav za účelem zvýšení životnosti.....	50
4.6.3	Zhodnocení jednotlivých variant .....	57
5	Finanční analýza .....	58
5.1	Vývoj nákladů na otápěné hadice .....	58
5.2	Provedené investice .....	59
5.3	Náklady na prostoje jednotlivých strojů .....	59
5.4	Celkové náklady a vzniklé úspory .....	60
6	Závěr.....	61
	Seznam použité literatury .....	62
	Seznam použitých obrázků .....	65
	Seznam použitých tabulek.....	67
	Přílohy .....	68

## Seznam zkratek

<b>Zkratka</b>	<b>Popis</b>
SGS	Saint-Gobain Sekurit
OEM	Prvovýroba
TPE	Termoplastický elastomer
PU	Polyurethan
TPV	Termoplastický vulkanizát
PTFE	Polytetrafluorethylen
PA	Polyamid

# 1 Úvod

Společnost Saint-Gobain Sekurit neustále pracuje na své vůdčí roli v dodávání laminovaných bezpečnostních skel do automobilek po celém světě. Z tohoto důvodu se zaměřuje na kvalitní a stabilní výrobu s co možná nejnižšími náklady. Právě problémy s údržbovými náklady u extruzních robotů daly vzniknout mé diplomové práci.

Na začátku práce je představena společnost Saint-Gobain Sekurit, pro kterou budu tuto diplomovou práci tvořit.

V další části bude popsána Paretova analýza, pomocí které zhodnotím údržbové náklady v celé společnosti. Konkrétněji bude studována poruchovost otápěných hadic a zubového čerpadla Extrex na linkách extruzních robotů.

Dále se budu věnovat podrobnému popisu výše zmíněných údržbových položek, analyzováním možných vzniků chyb a návrhem technických a procesních úprav, které by měly vést ke zvýšení životnosti daných dílů. Na toto téma naváže popis zavedení vhodných variant do výroby a tím vzniklé přínosy.

V průběhu celé doby tvorby této diplomové práce bude zaznamenáván vývoj údržbových nákladů pro otápěné hadice a zubové čerpadlo Extrex. Z nashromážděných údajů vznikne finanční analýza, která zhodnotí náklady, investice a případné úspory vzniklé zavedením navržených variant.



## 2 Saint-Gobain Sekurit ČR spol. s.r.o

Firma Saint-Gobain Sekurit (SGS) ČR spol. s r. o. je stoprocentní dceřinou společností koncernu Saint-Gobain se sídlem v Paříži. Historie tohoto nadnárodního koncernu sahá až do roku 1665. Tato skupina působí v 67 zemích světa, zaměstnává 179 000 lidí a za rok 2017 dosáhla obrátu 40,8 miliard EUR. V České republice působí tato skupina již od roku 1992. Aktuálně do ní patří 4 společnosti, které spravují 14 výrobních závodů, 9 značek a na 4 000 zaměstnanců. Tyto společnosti vyrábí vysoce výkonné stavební materiály, moderní skla pro stavebnictví a automobilový průmysl.



Obr. 1 Logo Saint-Gobain Sekurit [1]

Společnost SGS se specializuje na výrobu laminovaných bezpečnostních automobilových skel. Převážná část výroby je tvořena čelními vyhřívanými skly, skly odrážející tepelné záření, skly s integrovanou anténou či skly se speciální akustickou fólií. Vedle čelních automobilových skel se vyrábí také zadní laminovaná skla a panoramatické střešní zasklení. Firma se zaměřuje na neustálou modernizaci výroby a investice do vývoje, díky čemuž je schopná dodávat kvalitní a sofistikovaná skla do automobilek po celém světě. [1] [2]

## **2.1 Historické milníky společnosti**

**1994** - Společnost Saint-Gobain Sekurit ČR spol. s r. o. byla zapsána do Obchodního rejstříku. Jedná se o investici „na zelené louce“, kde v minulosti nebyla žádná sklářská tradice.

**1995** - V čerstvě vzniklé firmě byly nainstalovány první stroje na výrobu automobilových skel a byl zahájen testovací provoz výroby v nově postavené hale.

**1996** - Dne 5.2.1996 byla zahájena výroba čelních automobilových skel, což mělo za následek navýšení výroby na 77 tis. čelních skel za rok.

**1997** - SGS obdržela své první certifikáty v oblasti jakosti dle norem ISO 9001, QS 9000, VDA 6.1. Dále byl zahájen třísměnný provoz díky čemuž se v tomto roce vyrobilo zhruba 230 tis. čelních skel.

**1998** - Zavedení čtyřsměnného (nepřetržitého) provozu. Dále vznikl úsek na zpracování extruze a proběhly investice pro navýšení kapacit.

**1999** - Dokončení kapacitních investic z předchozího roku, což mělo za následek další navýšení výroby na 432 tis. čelních automobilových skel.

**2000** - Zahájení výroby vyhřívaných skel.

**2001** - SGS obdržela další certifikát ISO 14001.

**2002** - Společnost obdržela certifikát o bezpečnosti práce OHSAS 18001 a stala se vítězem Národní ceny ČR za jakost.

**2003** - Byl získán certifikát dle normy ISO/TS 16949.

**2004** - SGS získalo ocenění Q1 (FORD). Investice do kapacity a kapability

**2005** - Byl zahájen provoz na 3. výrobní lince, která zvládala komplexní a multifunkční výrobu skel i pro specifické a luxusní automobily.

**2006** - Společnost dosáhla ocenění "Dodavatel pro Auto roku 2006 v České republice". Dále se do podniku začal implementovat systém SAP, který měl ostrý náběh 1.10.2006.

**2007** - Získání ocenění VW v oblasti logistiky "Volkswagen Group Award 2007".

**2008** - Proběhly investice do kapacity a kapability třetí výrobní linky. Byla zahájeno středisko TPE extruze.

**2009** - Společnost dosáhla ocenění "Dodavatel pro Auto roku 2009 v České republice". Dále byly úspěšně zrealizovány investice do kapacity a kapability druhé výrobní linky.

**2010** - Proběhla demontáž první linky a instalace nové integrované výrobní linky.

**2011** - Zahájena výroba na integrované výrobní lince.

**2012** - Zahájena sériová výroba produktu sgsClimaCoat

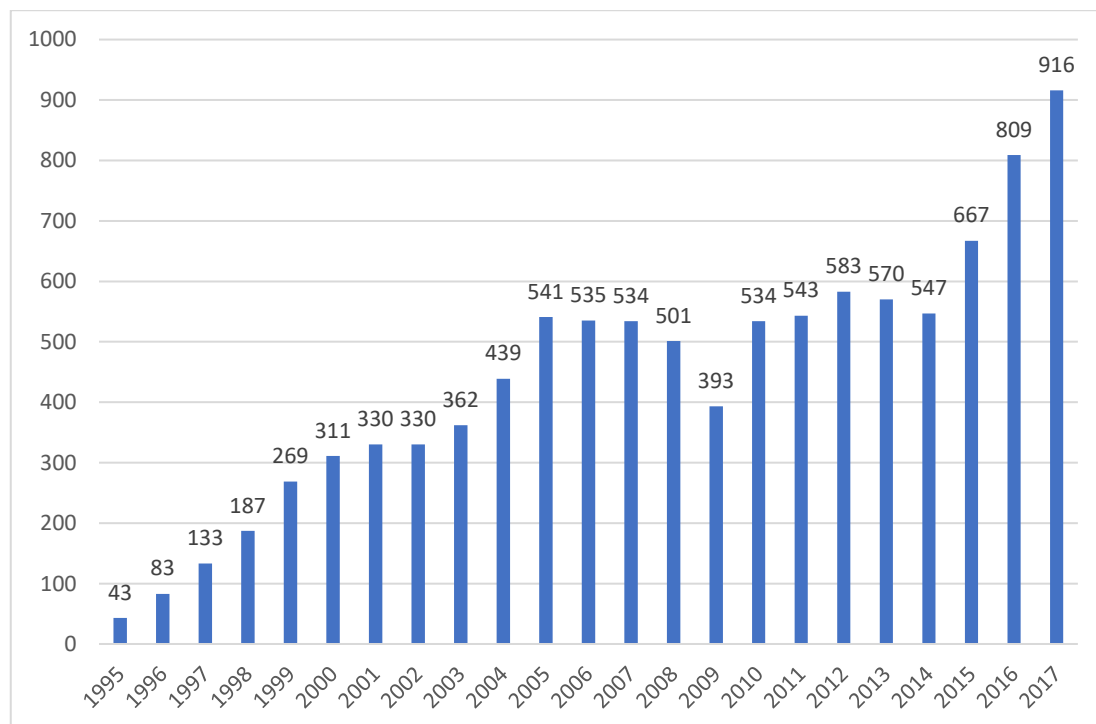
**2013** - Zahájení výroby tenkého skla sgsLightweight®. Investice do produktivity 1. a 2. výrobní linky.

**2014** - Další investice do produktivity. Společnost se stala účastníkem WCM pre-bronze auditu.

**2015** - Byly vystaveny nové výrobní haly.

**2016** - Spuštění výroby na nové vysoce robotizované výrobní lince.

**2017** - Další investice v oblasti robotizace.



Obr. 2 Vývoj počtu zaměstnanců [3] [4]

## 2.2 Portfolio výrobků

V dnešní době nalezneme skla od skupiny Saint-Gobain Sekurit v každém druhém evropském automobilu. Tato společnost se zaměřuje především na skla s vysokou přidanou hodnotou tzn. skla vyhřívaná, s implementovanými anténami, tenčená nebo s head up display. [1]

Jednotlivé typy vyráběných skel:

### a) sgsLightweight<sup>®</sup>

Jedná se o velmi tenké sklo, které přispívá k lepšímu výkonu a současně ke snížení spotřeby paliva. Menší spotřeba paliva znamená též menší znečištění ovzduší CO<sub>2</sub>. Přestože je sklo tenké, vykazuje vysokou odolnost proti poškození např. letícím kamínkem.

### b) sgsTennafit<sup>®</sup>

Do tohoto skla jsou přidávány integrované systémy, kterými jsou například antény nebo komunikační senzory pro plynulý průjezd mytými branami na dálnicích.

### c) HUD

HUD neboli head up display promítá důležité informace o řízení přímo na sklo do zorného pole řidiče. Tato inovace významně přispívá k bezpečnosti silničního provozu. Z hlediska geometrie a optiky je výroba takového skla vysoce náročná a je nutné dosahovat vysokých přesností v průběhu celého výrobního procesu.

### d) sgsGlobalprotect<sup>®</sup>

Jedná se o technologii laminovaného skla, kdy se celek skládá ze dvou kusů skel k sobě spojených polyvinylbutyralovou folií. Při roztříštění či rozbití takového skla zůstávají střepy a úlomky přilepené na této fólii, což hraje klíčovou roli pro bezpečnost pasažérů při autonehodách.

Dalšími výhodami je znesnadnění násilného vniknutí do automobilu. Ve srovnání se standardním tvrzeným sklem trvá dotyčným až 10x déle, než pronikne skrz laminované sklo.

Tento typ skel zastane funkci čelního zasklení, svou funkci však uplatní i u zasklení bočního či zadního.

**e) sgsClimacoat<sup>®</sup>**

Jedná se o typ čelního skla, které je vhodné do každého ročního období a stará se o komfort pasažérů. Neviditelná pokovená vrstva na čelním skle zajišťuje chlad v letních obdobích a udržuje sklo čisté od sněhu v období zimním.

**f) sgsDBComfort<sup>®</sup>**

Neboli akustické sklo má za úkol eliminovat rušivé zvuky vnějšího prostředí jakými jsou např. vítr, déšť či zvuk motoru. Toto sklo, které je vybaveno speciální akustickou folií. Dokáže pohltit až o 10 decibelů více hluku než ostatní skla stejné tloušťky.

Díky této skutečnosti lze použít při komplexním zasklení automobilu tenčích skel, což vede ke snížení hmotnosti vozu tedy i ke snížení spotřeby paliva a emisí CO<sub>2</sub>.

**g) sgsIcecontrol<sup>®</sup>**

Jedná se o typ skla, které díky své technologii téměř neviditelných drátků dokáže pohodlně a rychle odstranit led či zamlžení z povrchu skla. Při venkovní teplotě -10 °C dokáže takováto úprava odstranit led a zamlžení za méně než 5 minut.

**h) sgsThermocontrol<sup>®</sup>**

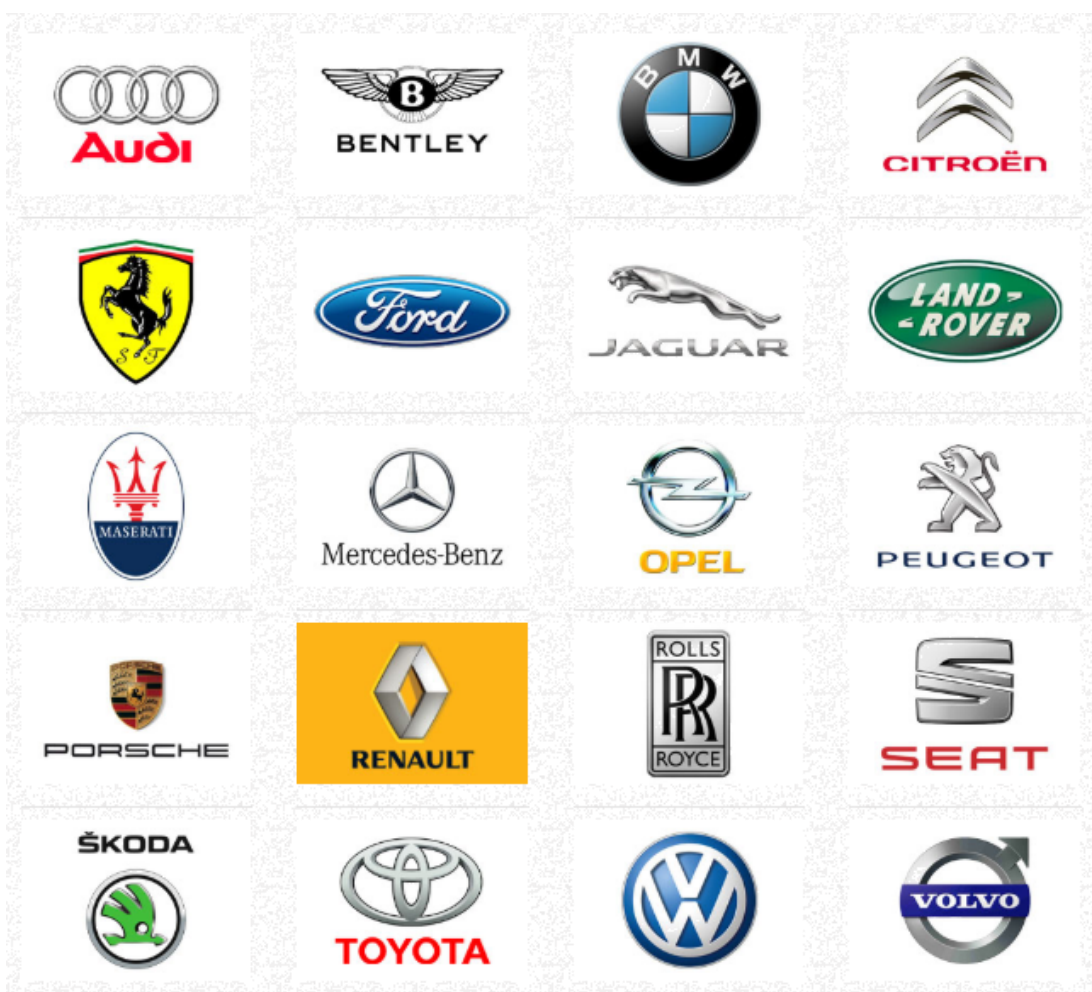
Jedná se o sklo, které je pokryto tenkou (neviditelnou) vrstvou oxidu stříbrného, který do určité míry odráží IR záření. Tím se v letním období dramaticky sníží teplota ve vozidle.

**i) Panoramatická střecha**

Jedná se převážně o designové provedení střech, které tato metoda přináší. V současnosti se staví nová výrobní linka, která tyto střechy bude moci vyrábět sériově. [5]

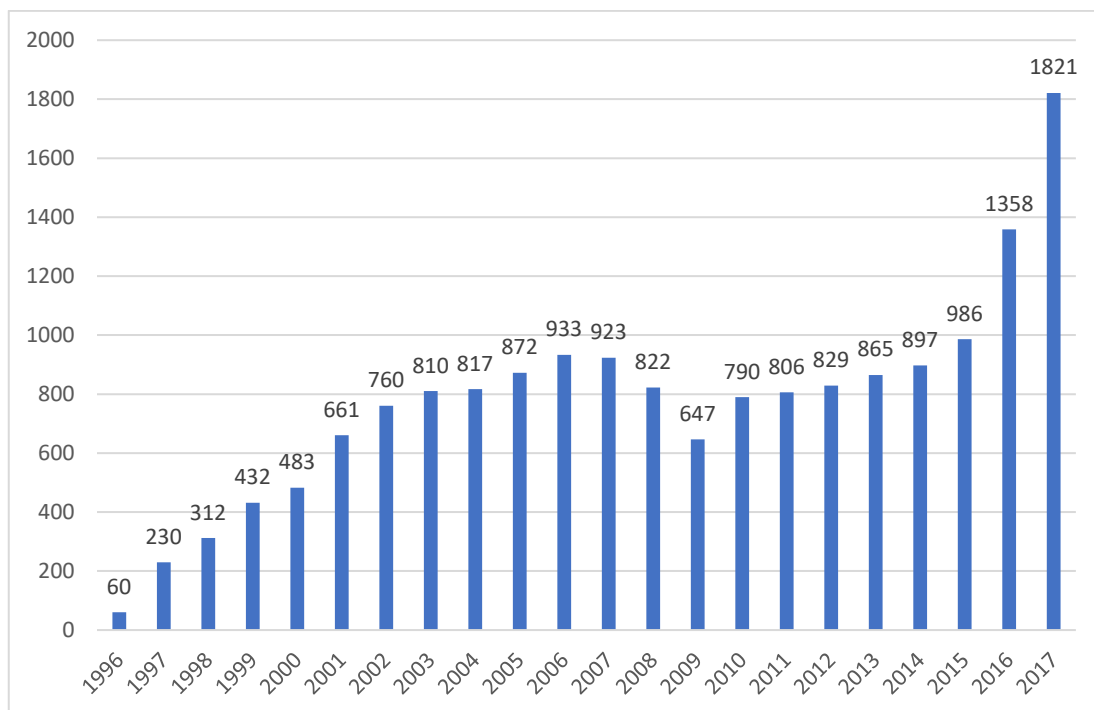
## 2.3 Zákazníci SGS

SGS dodává svá skla automobilkám do celého světa. Jmenovitě těmto zákazníkům: Audi, Bentley, BMW, Citroën, Ferrari, Ford, Jaguar, LandRover, Maserati, Mercedes-Benz, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Rolls-Royce, Seat, Škoda, Toyota, Volkswagen. [1]



Obr. 3 Zákazníci SGS [1]

Ve skupině SGS je prodej skel pro výše zmíněné zákazníky rozdělen do třech hlavních trhů.



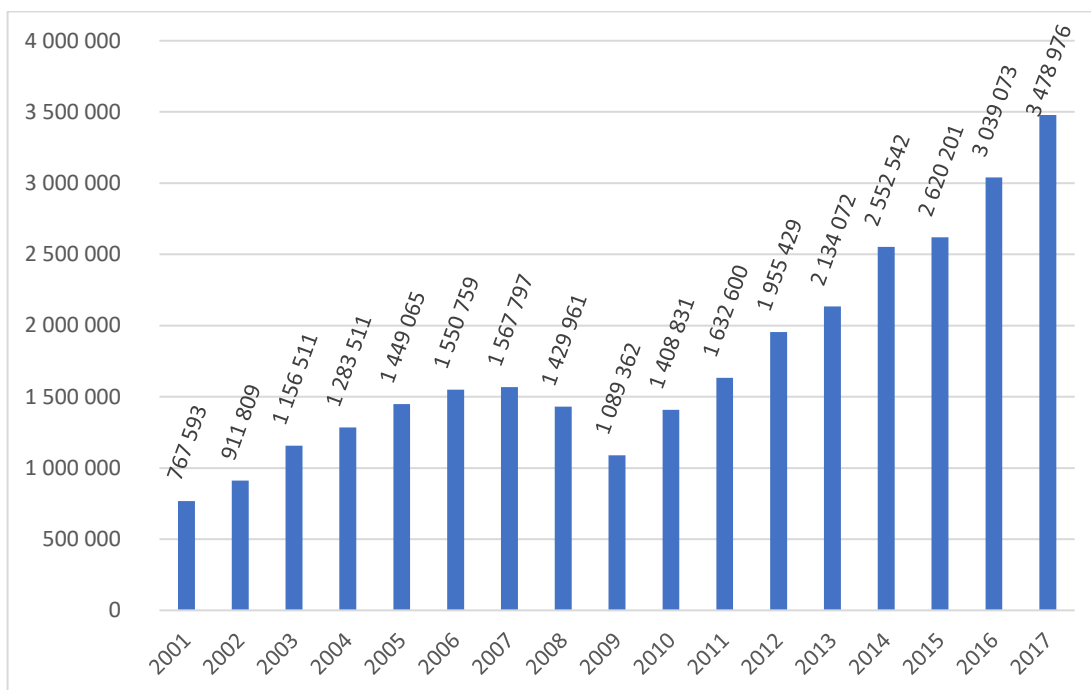
**Obr. 4 Vývoj prodejů automobilových skel v tis. Ks [3] [4]**

Zhruba 70 % výroby zastává trh zabývající se prvovýrobou (OEM). Mezi hlavní odběratele toho trhu patří Škoda Auto, VW group (VW, Audi, Bentley), Jaguar a Ford.

Dále se prodává na trh sériových náhradních dílů, který zastává zhruba 20 % objemu výroby. Hlavními odběrateli jsou stejní zákazníci jako na trhu OEM k nimž přibývají společnosti jako jsou Porsche, Toyota nebo BMW.

Zbývá produkce míří na trh volných náhradních dílů. Ten je zprostředkován společností Autover, která spadá pod mateřskou společnost Saint-Gobain.





Obr. 5 Vývoj tržeb společnosti v tis. Kč [3] [4]

## 2.4 Řešené problémy v SGS

Ve společnosti Saint-Gobain Sekurit pracuji pro oddělení inženýringu, které se zabývá zajištěním plynulého chodu výroby (co se technické stránky týče), investicemi a inovacemi. Toto oddělení úzce spolupracuje s oddělením údržby, které řešilo problém s rostoucími náklady na údržbové položky.

Pro zhodnocení stavu a vytvoření základního přehledu údržbových nákladů jsem se rozhodnul vytvořit Paretovu analýzu.

## 3 Paretova analýza

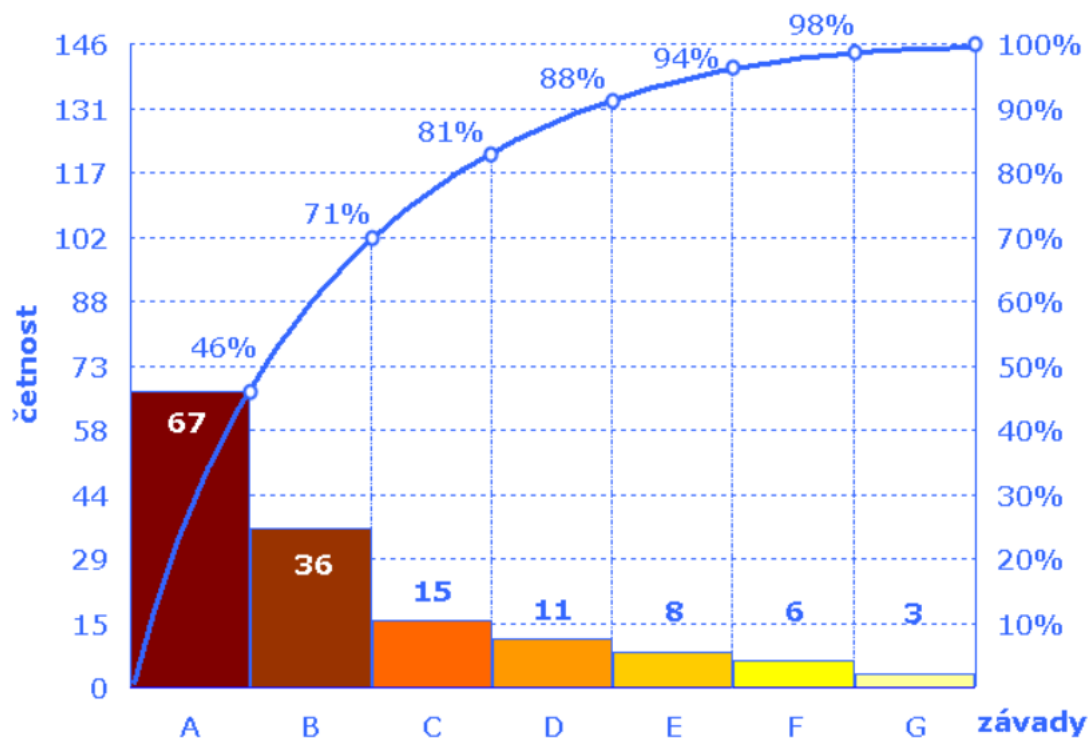
Snižování nákladů je v dnešní době alfou a omegou téměř všech firemních strategií. Vždy existuje široká řada neshod a každá z nich se objevuje s jinou intenzitou. Abychom si učinili objektivní pohled na náklady jako takové, je potřeba zhotovit analýzu, která nám představí četnost jednotlivých neshod v souvislosti se ztrátami, které dané neshody vyvolávají. Obvykle se ukazuje, že jen několik málo výrobních operací, neshod nebo jejich příčin je nositelem větší části celkových ztrát. Postup Paretovy analýzy je založen na myšlence italského ekonoma Vilfreda Pareta, který na začátku minulého století zjistil, že 80 % národního důchodu je tvořeno 20 % obyvatelstva. Z těchto poznatků vzniklo v pozdější době tvrzení aplikovatelné i v ostatních oborech. Jedná se o pravidlo 80/20, které tvrdí, že 80 až 95 % problémů v řízení jakosti je vyvoláno 5 až 20 % příčin (tyto procentuální hodnoty se v praxi mohou výrazně lišit), a právě na tuto menšinu je nutné se primárně zaměřit. Podrobně ji analyzovat a maximálně možné potlačit její následky. [6] [7]

### 3.1 Paretův diagram

Sestrojení Paretova diagramu předpokládá:

- a) Vymezení všech typů neshod, či vyspecifikování příčiny jejich vzniků.
- b) Stanovit kritérium, dle kterého se neshody, problémy či příčiny budou hodnotit (např. četnost, náklady nebo závažnost)
- c) Uspořádat si jednotlivé neshody, problémy či příčiny do klesající řady ve formě tabulky, v níž je pro každou položku uvedena nejen absolutní četnost, ale také kumulativní četnost a kumulativní relativní četnost.
- d) Sestrojit graf, v němž na vodorovné ose budou uvedeny všechny položky v pořadí stejném jako v předem připravené tabulce (v klesajícím pořadí), na levé svislé ose jsou vyznačeny kumulativní četnosti a na pravé straně svislé osy je vyznačena kumulativní relativní četnost. Spojením bodů

kumulativní relativní četnosti vznikne lomená čára (po vyhlazení spojitá křivka). Z průběhu této křivky se odečtou pro zvolenou hladinu důležitosti (například 80 %) typy neshod, které je vhodné, pro akutní zlepšení situace, vyřešit. Výše zmíněná křivka se nazývá Lorenzova křivka.



Obr. 6 příklad Paretova diagramu [6]

## 3.2 Oblasti použití Paretova diagramu

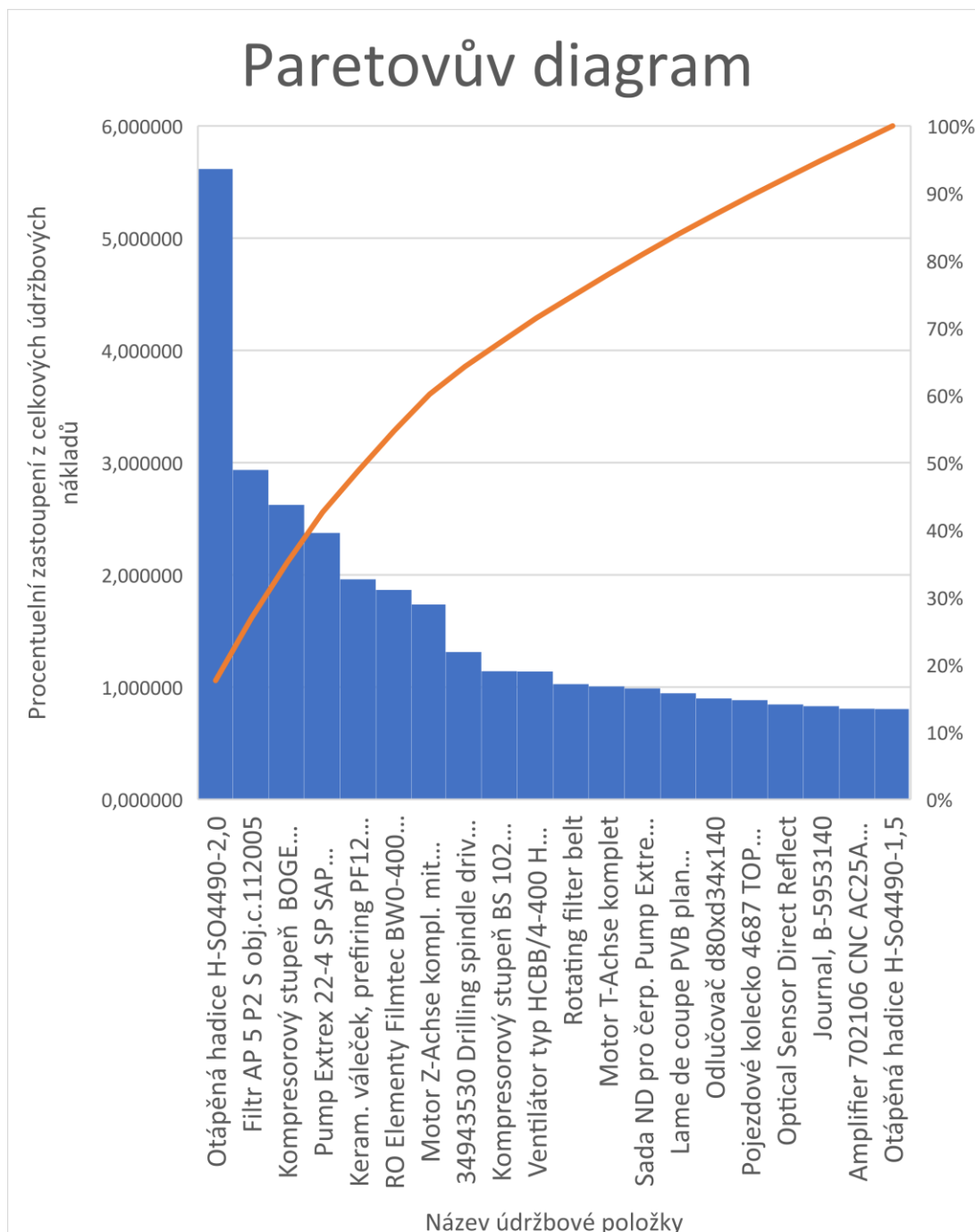
Paretův diagram si své uplatnění našel ve spoustě situací. Je každodenním nástrojem managementu, při stanovování hlavních příčin neshod, při technologických studiích, při analýze nově vzniklých neshod či v analýze nákladů na chod střediska atd. Další oblasti užití mohou být například marketingové studie spojené s hledáním příčin poklesu zájmu o výrobek.

Důvodem této široké škály využitelnosti je fakt, že tato poměrně jednoduchá analýza nám poskytne dostatečné informace o příčinách, které hrají důležitou roli v řešeném problému. Na druhou stranu je pro úspěšné provedení Paretovy analýzy potřeba rozsáhlý sběr dat, které musejí být stejného charakteru. Je nutná také jistá dávka odborné zkušenosti v daném oboru.

Tato analýza je tedy vhodným nástrojem pro zpracování dat, která nám pomohou odhalit slabá místa, ať už se jedná o četnost neshod, pracnost, časovou náročnost, finanční náklady nebo jinou rozhodující příčinu. [6] [7]

### 3.3 Zhodnocení údržbových nákladů

Z interních podkladů [8] pro záznam o nákladech vynaložených na nákup dílů určených pro údržbu byla zhotovena Paretova analýza.



**Obr. 7 Paretův diagram údržbových nákladů**

Na obr.7 je kvůli přehlednosti zobrazen pouze zlomek položek údržbových nákladů.

Z Paretova diagramu (obr. 7) je patrné, že nejzávažnější problém z údržbových nákladů je otápěná hadice H-SO4490-2,0, která patří do linky robotické extruze. Po prozkoumání dalších položek jsme zjistili, že hned čtvrtá je zubové čerpadlo Pump Extrex 22-4 SP, které patří do stejné linky jako předchozí otápěná hadice. Po konzultaci výsledků Paretovy analýzy s mým nadřízeným bylo rozhodnuto, že je nutné se zabývat snížením údržbových nákladů na extruzních robotech, což byl podnět ke vzniku tématu mé diplomové práce.

K výše zmíněným položkám přibyly další související, a to otápěné hadice H-So4490-1,5 a H-So4244-2,8-E4F4. Hadice H-So4244-2,8-E4F4 nebyla zavedena do systému údržbových zakázek a z toho důvodu se nevyskytla v Paretově analýze.

## 4 Robotická extruze

Profily sloužící k těsnění se v dnešní době v automobilovém průmyslu již nenanášejí ručně na jednotlivé díly, nýbrž jsou přímo fixovány na předem určené místo pomocí extruze.

Firma Reis Extrusion, dceřiná společnost firmy Reis Robotics, se specializuje na flexibilní extruzi termoplastických elastomerů (TPE). Tato společnost je na trhu od roku 1973 v té době pod názvem GEPOC Verfahrenstechnik.

Začátkem devadesátých let minulého století čekala automobilový průmysl složitá výzva. Byl to automobil VW Golf III, u kterého se zavedla sériová výroba bezrámových čelních skel. Řešení bylo hledáno za spolupráce se společností Saint-Gobain Sekurit. Nejprve byl těsnicí profil tvořen polyurethanem (PU), který se v roce 1996 začal nahrazovat termoplastickými elastomery. Ty měly výhodu oproti PU hlavně díky svým skvělým schopnostem, kterými jsou především odolnost proti UV záření a možnost manipulace a případného převozu ihned po vychladnutí extruze. Vzhledem k neustále se zvyšující potřebě vyrábět velké množství kusů přinášejí tyto vlastnosti nezanedbatelné výhody. Dále bylo díky použití TPE možné dosáhnout složitějších extruzních tvarů. Dalšími výhodami TPE oproti PU je možnost úplné recyklace materiálu a jeho stabilita. [9] [10]

## 4.1 Santoprene™ 121-50 M 500

### 4.1.1 Popis produktu

Jedná se o měkký, černý termoplastický vulkanizát (TPV), který spadá do skupiny termoplastických elastomerů. Tento materiál byl přímo navrhnut pro extruzní užití. Kvůli nutnosti stříhu při konečné fázi vytlačování je Santoprene TPV vhodný pro používání na konvenčních extruzních strojích.



**Obr. 8 Santoprene™ 121-50 M 500 ve formě granulátu**

Tento materiál je tvořen na bázi polyolefinu a je tedy recyklovatelný přímo ve výrobním cyklu. Dodává se ve formě granulátu. Tento polymer se vyznačuje dobrou elasticitou, odolností proti UV záření a téměř bezvadným vzhledem



povrchu. Kombinací těchto vlastností vznikl materiál vhodný pro užití převážně v automotive. [11] [12]

#### 4.1.2 Vlastnosti materiálu

Při zkouškách dle příslušných norem (tab. 1) bylo dosaženo těchto hodnot:

Tab. 1 Vlastnosti Santoprene™ 121-50 M 500 [11]

	Hodnoty	Norma
Hustota	0,91g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Tvrdość podle Shore A- 15sec, 23 °C	56	ISO 868
Tahové napětí při 100 %, 23 °C - napříč tokem	1,7 Mpa	ISO 37
Pevnost v tahu při přetržení, 23 °C - napříč tokem	4,0 Mpa	ISO 37
Poměrné prodloužení při přetržení, 23 °C - napříč tokem	400 %	ISO 37
Komprese, 70 °C, 22h	23 %	ISO 815
Komprese, 125 °C, 70h	41 %	ISO 815
Odolnost proti lomu při nízkých teplotách	-61 °C	ISO 812
Stárnutí - snížení pevnosti v tahu, 135 °C, 168h	-5,0 %	ISO 188
Stárnutí - snížení poměrného prodloužení, 135 °C, 168h	-5,0 %	ISO 188
Stárnutí - snížení tvrdosti podle Shore A, 135 °C, 168h	-1,0	ISO 188

#### 4.1.3 Doporučení při zpracování

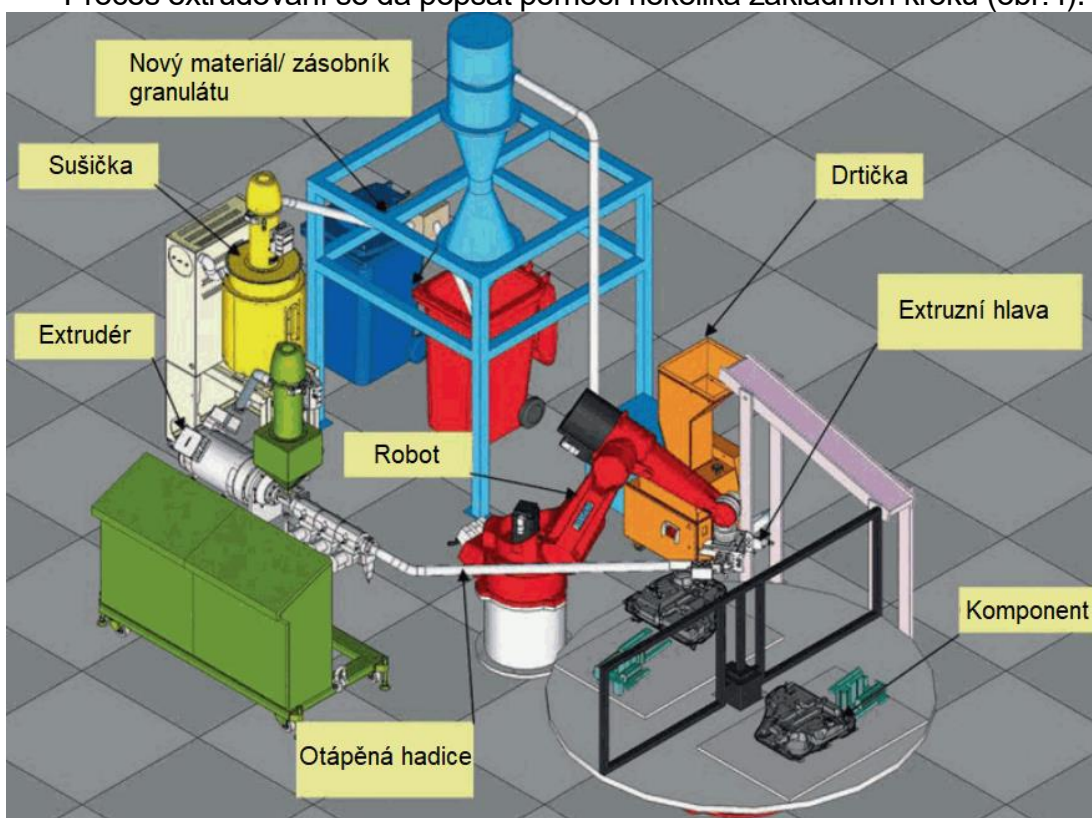
Před dalším zpracováním je doporučeno granulát vysoušet po dobu třech hodin při teplotě 80 °C. Aby byly zachovány výše zmíněné atributy, musí zpracování probíhat při teplotách od 190 do 230 °C. Tento materiál není kompatibilní s acetalovými pryskyřicemi, halogenovanými sloučeninami, fenolovými pryskyřicemi a se silnými oxidačními činidly. [11] [12]

## 4.2 Extruzní linka

Primární funkce extruzní linky je zajistit výrobu profilu a jeho instalaci v jednom kroku. Z tohoto důvodu není extruzní hlava připevněna přímo k extrudéru, ale je pohyblivá pomocí šestiosého robota. Extrudér a extruzní hlava je propojena otápěnou hadicí, která je odolná vůči zvýšeným tlakům. Robot s extruzní hlavou kopíruje trasu podél tvaru komponentu, při čemž extruduje kýžený profil. Pro zajištění plynulé a kvalitní výroby je nutné precizně synchronizovat pohyb robota s množstvím vytlačené extruze a udržet tento poměr konstantní po celou dobu extrudování. [10]

### 4.2.1 Popis procesu

Proces extrudování se dá popsat pomocí několika základních kroků (obr.4).



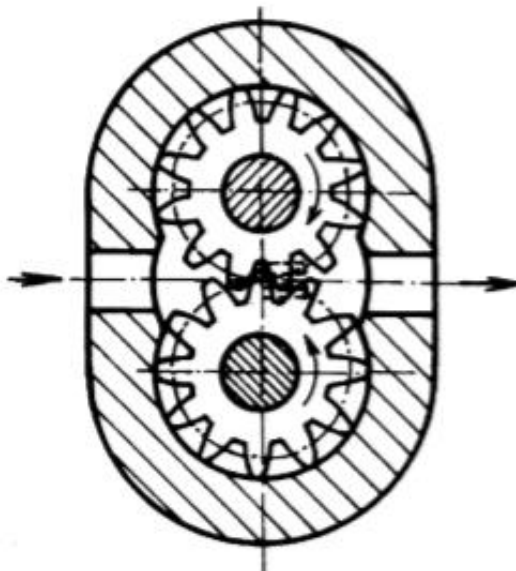
Obr. 9 Schématické vyobrazení robotické extruzní linky [10]

Ze zásobníku prochází materiál ve formě granulátu skrz sušičku. Z té se dostává dále do extrudéru, ve kterém se granulát roztaví za pomoci zvýšeného tlaku a teploty. Materiál dále putuje skrz filtr do zubového čerpadla, které zajišťuje přesné dávkování TPE hmoty. Pomocí otápěné ohebné hadice je čerpadlo spojeno přímo s extruzní hlavou. Z důvodu docílení precizní kvality a přesnosti výroby je tento proces kontinuální, což znamená, že extrudér se nezastavuje a neustále dodává hmotu. V extruzní hlavě se z tohoto důvodu nachází ventil, který umožňuje materiálu tok buď přímo extruzní hlavy nebo ho dokáže odklonit do zásobníku, který se při změně modelu opět vyprázdní. Jelikož může být používaný TPE materiál zcela recyklován, tak po vyprázdnění zásobníku dochází k rozemletí vzniklého odpadu a znovupoužití ve stejném procesu. Bez vzniklých odpadů dochází k výraznému ušetření za nakupovaný materiál. Extrudér je v provozu dokonce i při nutných odstávkách výroby, a to při sníženém výkonu. Toto nastavení se ukázalo jako výhodnější jak z hlediska nákladů, tak z hlediska kontinuity procesu, než kdyby se celý systém musel znovu nahřívat a uvádět do pochodu. [10] [11]

### 4.3 Zubová čerpadla

Jedná se o nejstarší a doposud nejrozšířenější druh hydrostatických čerpadel s rotačním pohybem pracovního prvku.

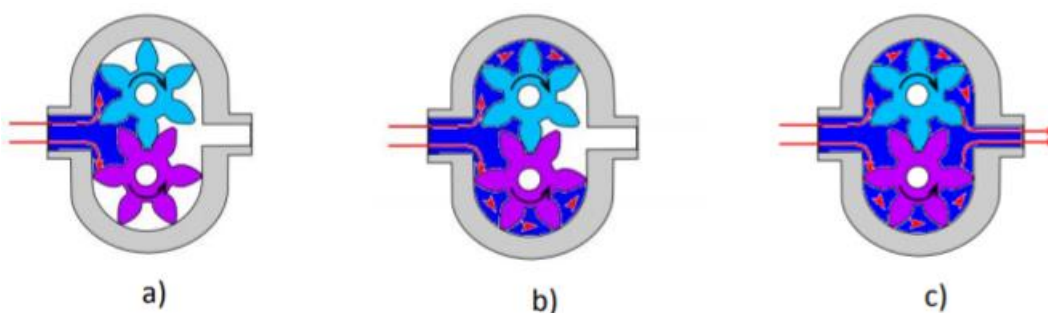
Tyto čerpadla jsou nejčastěji složena z páru ozubených evolventních kol, která jsou uložena s malou vůlí v tělese (obr. 10). Jedno z těchto kol je spojeno s pohonem. Jednotlivé zuby plní funkci uzavíracích prvků. Díky rotačnímu pohybu pracovních prvků se stále mění velikost pracovního prostoru, ve kterém je čerpané médium přemísťováno zubovými mezerami ze sacího do výtlačného prostoru. Právě na počtu zubů závisí i rovnoměrnost při dodávání kapaliny. Čím větší je jejich počet, tím rovnoměrnějšího výtlačku kapaliny lze dosáhnout. [13] [14]



Obr. 10 Zubové čerpadlo s čelním ozubením [13]

### 4.3.1 Princip a funkce zubového čerpadla s vnějším ozubením

Jak již bylo naznačeno výše, jedná se o čerpadla fungující na principu dvou evolventně ozubených kol, která jsou navzájem identická. Jejich ozubení vycházející ze záběru vytváří tzv. kapsy (zubové mezery), do kterých proudí kapalina ze sacího prostoru. Médium je poté unášeno po kruhové dráze až do místa záběru zubů. Tam je kapalina vytlačena ze zubové mezery do výtlačného prostoru. [14] [15]



Obr. 11 Princip zubového čerpadla s vnějším ozubením, a) Sání kapaliny do skříně čerpadla, b) Unášení média zubovými mezerami, c) Vytlačení kapaliny [23]

#### Výhody

- Plynulý průtok
- Přesné dávkování
- Vhodné pro vysoké rychlosti

#### Nevýhody

- Nutnost dodržování přísných tolerancí při výrobě
- Nevhodné pro vyšší průtoky
- Ložiska přicházejí do styku s přepravovaným médiem
- Nutnost čistoty a viskozity přepravovaného média

### **4.3.2 Dosahované parametry**

Objemová účinnost čerpadla se dle konstrukce pohybuje v rozmezí 0,85÷0,95. Otáčky se volí dle kritérií, mezi které spadá např. mazací schopnost či viskozita přenášené kapaliny a velikost stroje. Obvykle se tyto otáčky pohybují v řádech stovek až tisíců ot\*min<sup>-1</sup>, ale v miniaturních hydraulických mechanismech se ojediněle používají i čerpadla operující při 40 000 ot\*min<sup>-1</sup>.

### **4.3.3 Oblasti využití**

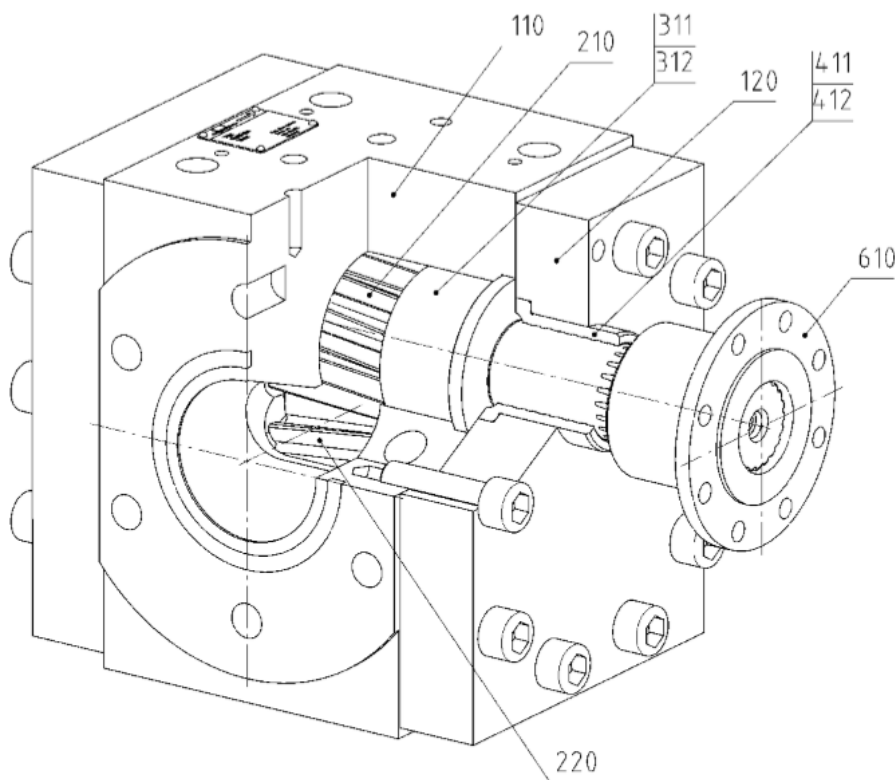
Zubová čerpadla v obvyklém provedení nejsou vhodná používat pro kapalinu znečištěnou pevnými částicemi nebo pro kapaliny, které málo mažou. Zubová čerpadla s vnějším ozubením našla svá využití v mnoha odvětvích průmyslu. Uplatňují se při čerpání netuhnoucích kapalin, emulzí, k čerpání různých druhů olejů, v potravinářském průmyslu pro čerpání tuků nebo v chemickém průmyslu, kde se tato čerpadla využívají např. při výrobě umělých vláken nebo polystyrenu. Při čerpání tuhoucích médií, kterým je například výše zmíněný TPE (kapitola 4.2), musí být čerpadlo vybaveno nahřívacím zařízením. [13] [14]

## 4.4 Zubové čerpadlo EXTREX EX 22 SP

Extrex je zubové čerpadlo pro polymerové taveniny. Montuje se jako čerpadlo ke zvýšení tlaku ve vytlačovacích (extrudačních) zařízeních mezi extrudér a nástroj. Čerpané polymerové taveniny musí být úplně roztaveny a bez jakýchkoliv nečistot. Pomocí čerpadla extrex se nesmí čerpat žádná pevná, prášková nebo plynná média. [16]

### 4.4.1 Konstrukce a funkce

Extrex je zubové čerpadlo s vnitřními ložisky a funguje tak, jak je to popsáno v části 4.3.1. Hydrodynamická kluzná ložiska jsou promazávána dopravovaným médiem. Aby bylo dosaženo čerpání s nízkými pulsacemi, mají obě hřídele šikmé ozubení. Extrex je vytápěno elektricky, kapalným nebo plynným topným médiem.



Obr. 12 Zubové čerpadlo extrex-celkový pohled, 110- Skříň, 120 Víko, 210- Hnací hřídel, 220- Krátká hřídel, 311- Kluzné ložisko, 312- Kluzné ložisko, 411- Viscoseal, 412- Viscoseal, 610- Náboj [16]

#### 4.4.2 Všeobecné mezní hodnoty

Tyto hodnoty jsou dány konstrukcí (materiál, pevnost, normy atd.) a nesmí být překračovány a/nebo podkračovány. Definují pro extrex technicky možný rámec a slouží především jako podklad při plánování.

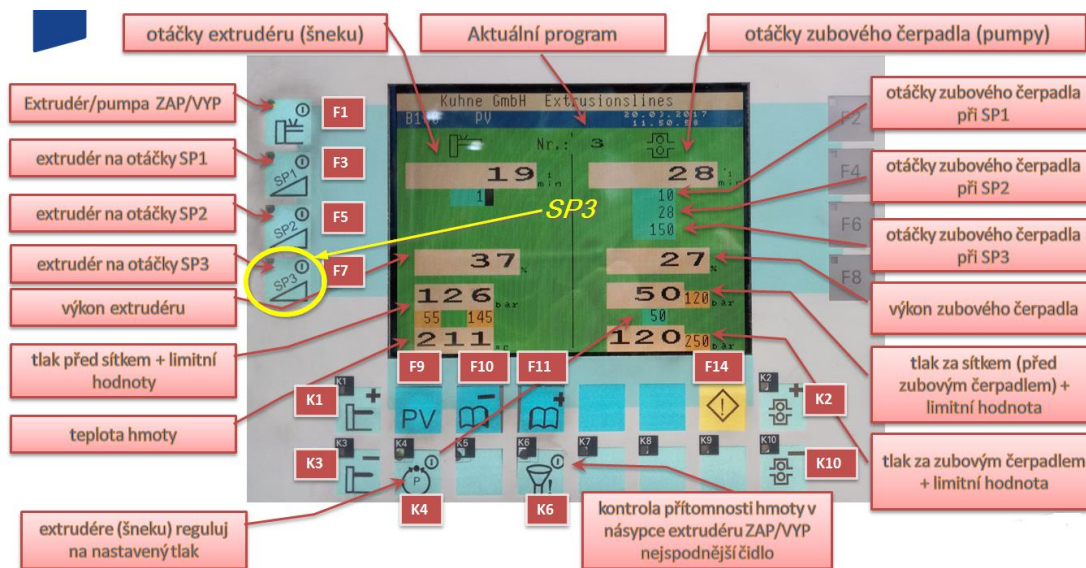
Tab. 2 Všeobecné mezní hodnoty Extrex EX 22 [16]

Označení		Extrex EX 22
Dynamická viskozita	[Pa*s]	50 .... 30 000
Otáčky min.	[min <sup>-1</sup> ]	5
Tlak taveniny na sací straně doporučený	[bar]	30÷60
Tlak taveniny na sací straně max.	[bar]	100
Tlak taveniny na výtlačné straně max.	[bar]	350
Rozdílový tlak min.	[bar]	10
Rozdílový tlak max.	[bar]	250
Teplota skříně max.	[°C]	350
Specifický objemový výkon	[cm <sup>3</sup> /U]	4,7
Max. přípustný točivý moment na h-hřídeli	[Nm]	35
Hmotnost	[Kg]	6

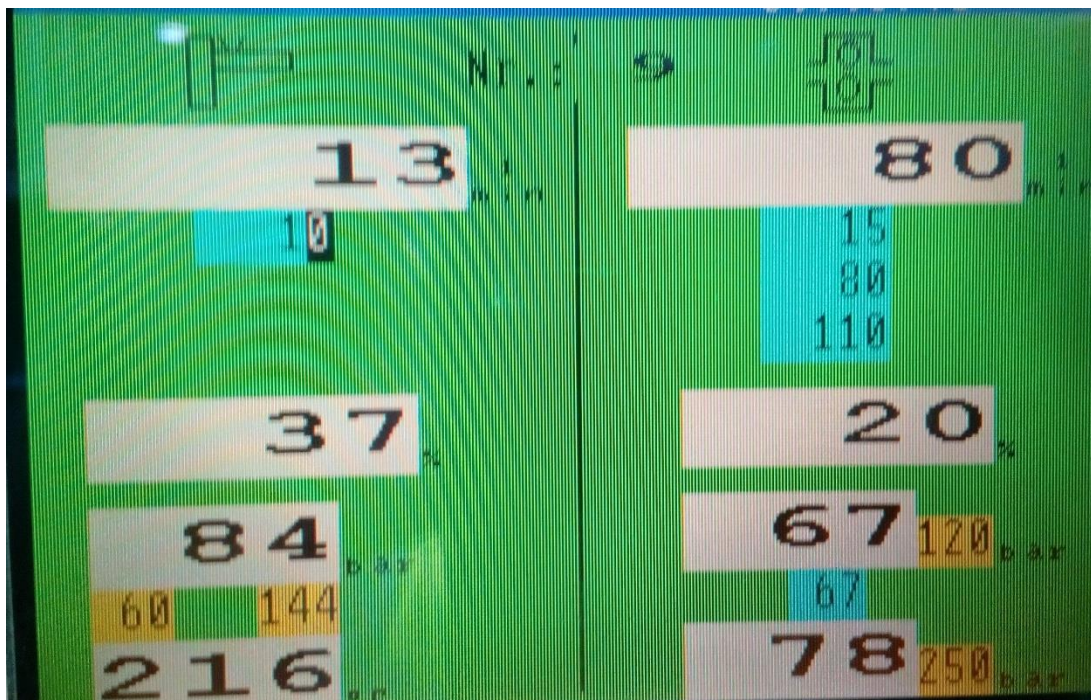


#### 4.4.3 Návrhy úprav za účelem zvýšení životnosti

Zubové čerpadlo Extrex EX 22 bylo za rok 2017 třikrát měněno a jednou repasováno. Celkové náklady na toto čerpadlo za rok 2017 tak tvořily 768 471 Kč.



Obr. 13 Popis ovládacího displeje [24]

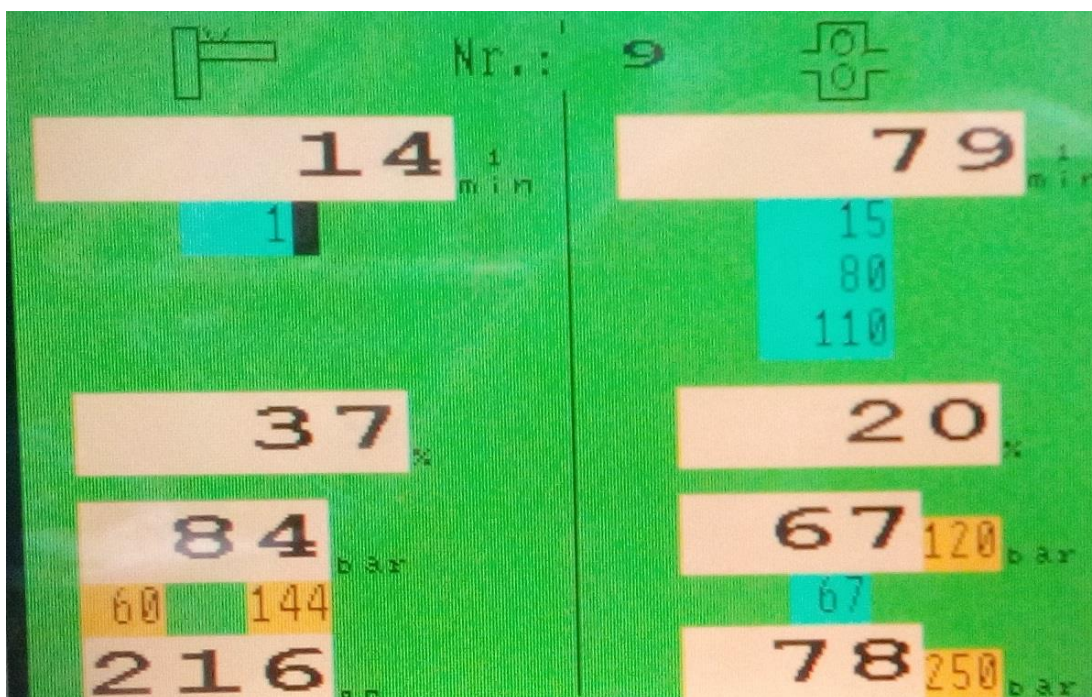


Obr. 14 Hodnoty pro CAR0



**Obr. 15 Hodnoty pro RA10**

Nejprve bylo nutné zjistit provozní údaje a analyzovat možné nedostatky v provozu čerpadla. K tomu jsem použil data z ovládacího displeje pro extrudér a zubové čerpadlo. Na obr. 13 jsou vysvětlené jednotlivé hodnoty. Obr. 14, 15 a 16 nám ukazuje konkrétní hodnoty zaznamenané Strojích CAR0, RA10 a RA20. Na Obr.15 je patrné, že čidlo měřící teplotu hmoty bylo s největší pravděpodobností poškozené a neudávalo správné hodnoty.



**Obr. 16 Hodnoty pro RA20**

Je patrné, že ne všechny hodnoty jsou v souladu s mezními hodnotami (tab. 2), které jsou uvedené v technické dokumentaci výrobku.

Již zde se nabízí první návrh pro zlepšení, a to korekce tlaku za sítkem (před zubovým čerpadlem). Tlak sice ani na jednom stroji nepřesahuje maximální možný tlak na sací straně zubového čerpadla, nicméně je nastaven a pohybuje se mimo doporučené hodnoty (30-60 bar). Zvláště pak na stroje RA10, kde je doporučená hodnota přesažena o 29 bar.

Tento návrh zatím nebyl ve výrobě vyzkoušen kvůli obavám ze snížení taktu stroje, který by mohl nastat. Rychlost výroby na extruzních robotech je pro SGS klíčovým faktorem.

Další variantou by byl nákup a implementace jiného, odolnějšího druhu čerpadla. Bohužel tato varianta byla zamítnuta z technicko-ekonomického důvodu. Extruzní linky jsou již přizpůsobeny stávajícím čerpadlům a náklady na

úpravy ať už softwarového či technického charakteru by značně převyšovaly možnou úsporu za zubová čerpadla.

Z výše uvedených informací je patrné, že údržbové náklady na zubová čerpadla se nijak nesnížily. Tato položka je v nynější době pro bezproblémový chod extruzních linek nutná. Potenciál pro zlepšení v tomto úseku je poměrně nízký a z toho důvodu jsem se této údržbové položce již nadále nevěnoval. Jelikož mé bádání ve spojení s čerpadly Extrex nepřineslo žádné úspory, nebudou zmíněny ani ve finální finanční analýze.

## 4.5 Otápěné hadice

Kdykoliv je potřeba přepravit horká tekutá média z jedné části zařízení do druhé bez teplotní ztráty a vedení musí být pohyblivé, je vhodné a doporučené použít ohebných otápěných hadic jako dopravního elementu.

Tyto hadice jsou vyráběny v různých provedení, ale většina vychází z velice podobného technického uspořádání. Hadice mívají vnitřní teflonovou trubici, která je usazena uvnitř nerezového pletiva a na obou koncích je vybavena konvenčními hydraulickými koncovkami. Hadice se skládá z několika vrstev, kde je první tvořena laminátovou tkaninou, kolem níž jsou navinuty elektrické odporové vodiče, odporové teplotní snímače a elektrické vedení obsahující zemnicí vodič.



**Obr. 17 Průřez otápěnou hadicí [17]**

Následují dvě vrstvy spirálově navinuté laminátové pásky, vrstva aramidových vláken, dvě vrstvy polyesterové plsti, a to vše je ovinuté vinylovou páskou. Odporové vodiče, teplotní snímače a elektrické vedení jsou přilnavě připevněny k první laminátové vrstvě, která je zase přilepena k nerezovému pletivu pokrývající teflonovou trubku. Někteří provedení mají navinutý zemnicí vodič odděleně od

ostatních vodičů. Vnější část hadice tvoří pletený polyesterový potah, přičemž na koncích hadice jsou připevněny tvrdé tvarové plastové manžety. Elektrické vedení, připojení k teplotním čidlům a odporové vedení procházejí právě skrz tyto manžety, za kterými jsou připojeny k elektrickým zásuvným adaptérům. [17] [18]

#### **4.5.1 Oblasti využití**

Otápěné hadice mají širokou škálu využití. Mezi hlavní odvětví průmyslu, ve kterých jsou využívány patří:

##### **a) Zdravotní průmysl**

- Použití u inhalačních zařízeních
- Využití při laboratorních diagnózách
- Technologie dialýzy

##### **b) Petrochemický průmysl**

- Dopravování ropných produktů
- Vyhřívání sil

##### **c) Potravinářský průmysl**

- Čerpání potravinářských tuků
- Přeprava tekutých potravin

##### **d) Zpracování adhesivních materiálů**

- Etiketovací stroje
- Doprava horkých lepidel

##### **e) Zpracování plastů**

- Vstřikovací technologie
- Výroba forem
- Extruzní roboti

#### 4.5.2 Otápěné hadice firmy Hillesheim GmbH

Firma Hillesheim se zabývá návrhem a výrobou elektricky otápěných hadic a sledovacích topných systémů. Tato firma nabízí veliké množství kombinací jednotlivých prvků otápěných hadic, které je možné po konzultaci mezi výrobcem a odběratelem zadat do výroby. Tabulka na obr. 18 ukazuje možnosti jednotlivých konfigurací. [17] [19]

Heating hose	Sensor	Outer protection	Fitting	Pressure hoses
1 = H 100	0 = Fe-CuNi	0 = polyamide standard braiding	0 = without	T1
2 = H 200	1 = Fe-CuNi + limiter	1 = stainless steel braiding	1 = DKR steel	T2
4 = H 400	2 = PT100	2 = galv. steel braiding	2 = RSL/RSS steel	T3
5 = H 500	3 = PT100 + limiter	3 = PA corrugated hose	3 = DKR-V2 A	T4
6 = H 600	4 = NiCr-Ni	4 = metal ring corr. hose	4 = RSL/RSS-V2 A	T5
7 = H 700	5 = NiCr-Ni + limiter	5 = textile glass braiding	5 = DKR-V4 A	TAW
8 = H 800	6 = limiter	6 = PU corrugated hose	6 = RSL/RSS-V4 A	T46
9 = H 900	7 = without sensor	7 = silicone outer skin	7 = DKJ steel	
	8 = HTI controller	8 = rubber hose	8 = DKL steel	
	9 = PT100 + 2 <sup>nd</sup> PT100		9 = BDN steel	

<b>H</b>					Nominal length in dm	DN	
----------	--	--	--	--	----------------------	----	--

Obr. 18 Druhy otápěných hadic a jejich značení u firmy Hillesheim GmbH [17]

Níže jsou popsány jednotlivé konfigurace hadic. Jako první jsou popsány tlakové hadice [17]:

##### a) Tlaková hadice T1

Hladká polytetrafluorethylenová (PTFE) hadice s jednou vrstvou pletiva z nerezové oceli. Maximální provozní teplota je 250 °C.

Tab. 3 Tlaková hadice T1

DN	[mm]	4	6	8	10	12	16	20	25
Maximální tlak	[bar]	275	240	200	175	150	135	100	80
Maximální rádius ohybu	[mm]	50	75	100	120	135	160	200	250



Obr. 19 Tlaková hadice T1

### b) Tlaková hadice T2

Hladká PTFE hadice se dvěma vrstvami pletiva z nerezové oceli. Maximální provozní teplota je 250 °C. Hodnota maximálního tlaku je přibližně o 25 % vyšší než u T1.

Tab. 4 Tlaková hadice T2

DN	[mm]	6	8	10	12	16	20	25	32	40
Maximální tlak	[bar]	275	250	225	200	175	150	130	70	50
Maximální rádius ohybu	[mm]	75	100	120	135	160	200	250	500	850



Obr. 20 Tlaková hadice T2

### c) Tlaková hadice T3

Hladká PTFE hadice se dvěma vinutými vrstvami a jedné splétané vrstvy z nerezové oceli. Maximální provozní teplota je 250 °C. Tato hadice je vhodná pro využití za vysokých tlaků. Díky těmto vlastnostem se tento typ tlakové hadice využívá v SGS právě na pracovištích extruzních robotů.

Tab. 5 Tlaková hadice T3

DN [mm]	6	8	10	12	16	20	25	32
Maximální tlak [bar]	500	475	475	450	400	300	275	250
Maximální rádius ohybu [mm]	60	85	110	150	175	200	240	275



Obr. 21 Tlaková hadice T3



#### d) Tlaková hadice TAW

Hladká PTFE hadice s jednou vinutou a jednou splétanou vrstvou z nerezové oceli. Maximální provozní teplota je 150 °C. Tato hadice se vyznačuje svou skvělou odolností proti pulsujícím tlakům a vysokou ohebností při zachování velmi nízké hmotnosti.

Tab. 6 Tlaková hadice TAW

DN	[mm]	6	8	10	12	16	20	25
Maximální tlak	[bar]	690	517	517	450	345	345	345
Maximální rádius ohybu	[mm]	50	60	80	100	120	150	200



Obr. 22 Tlaková hadice TAW

#### e) Tlaková hadice T4

Hladká PTFE hadice s jednou vrstvou pletiva z nerezové oceli. Maximální provozní teplota je 200 °C. Vyznačuje se svou vysokou ohebností, malým rádiusem ohybu a velkými nominálními průměry. Na povrchu a uvnitř je zvlňená.

Tab. 7 Tlaková hadice T3

DN	[mm]	25	32	40	50
Maximální tlak	[bar]	77	62	51	34
Maximální rádius ohybu	[mm]	90	100	150	180



Obr. 23 Tlaková hadice T4

#### f) Tlaková hadice T5

Zvlněná hadice z nerezové oceli s jednou vinutou vrstvou nerezové oceli. Maximální provozní teplota je 550 °C. Tyto hadice jsou dodávány v provedení: lehké, těžké a vysoce ohebné.

Tab. 8 Tlaková hadice T5-lehké provedení

DN	[mm]	4	6	8	10	12	16	20	25	32	40
Maximální tlak	[bar]	100	150	100	100	65	65	40	50	25	40
Maximální rádius ohybu	[mm]	80	80	120	130	140	160	170	190	260	300



Obr. 24 Tlaková hadice T5

#### g) Tlaková hadice T46

Zvlněná PTFE hadice uvnitř hladká se spirálami z nerezového drátu a s vysokopevnostní vrstvou pletiva z nerezové oceli. Maximální provozní teplota je 250 °C.

Tab. 9 Tlaková hadice T46

DN	[mm]	12	16	20	25	32	40	50
Maximální tlak	[bar]	50	50	60	40	45	40	25
Maximální rádius ohybu	[mm]	40	50	60	70	90	110	150



Obr. 25 Tlaková hadice T46

Dále zde jsou popsány druhy ochranných prvků pro vnější povrch hadic [17]:

**a) PA standartní ochranné pletení**

Vyznačuje se svou vysokou tvarovou poddajností.

<b>Materiál</b>	<b>PA 6, polyamid</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	150 °C

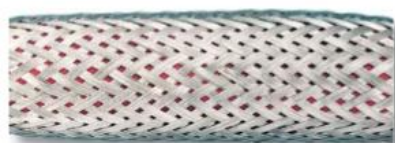


Obr. 26 Standartní ochranné pletení

**b) Kovové ochranné pletení**

Vyznačuje se vysokou flexibilitou a odolností proti otěru.

<b>Materiál</b>	<b>pozinkovaná nebo nerezová ocel</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	300÷500 °C



Obr. 27 Kovové ochranné pletení

**c) PA vlnovec**

Tento ochranný prvek se díky své flexibilitě, nehořlavosti a celkové odolnosti doporučuje používat v robotizovaném prostředí.

<b>Materiál</b>	<b>PA6</b>	<b>PA12</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	120 °C	100 °C



Obr. 28 PA vlnovec

**d) PUR vlnovec s ocelovou cívkou**

Tento ochranný prvek má velice podobné vlastnosti jako PA vlnovec, je tedy vhodný pro použití do robotizovaného prostředí.

<b>Materiál</b>	<b>PU (polyurethan)</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	90 °C



Obr. 29 PUR vlnovec

### e) Ocelový vlnovec

Flexibilní vnější ochranný prvek, který je obzvláště odolný proti ostrým částicím.

<b>Materiál</b>	<b>ocel, pozinkovaná ocel</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	300 °C



Obr. 30 Ocelový vlnovec

### f) Laminátové pletení

Tento ochranný prvek je flexibilní a vysoce odolný proti abrazi. Vhodný k použití, kde hadice může přijít do styku s horkými a ostrými částicemi.

<b>Materiál</b>	<b>laminát- černý</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	400 °C



Obr. 31 Laminátové pletení

### g) Silikonová vnější ochrana

Tato ochrana se vyznačuje hladkým povrchem, který se lehce čistí. Je voděodolný a velice poddajný.

<b>Materiál</b>	<b>silikon</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	200 °C



Obr. 32 Silikonová ochrana

### h) Gumová vnější ochrana

Díky materiálu je odolný proti abrazi a vhodný i pro venkovní užití.

<b>Materiál</b>	<b>guma/ATG</b>
<b>Maximální provozní teplota</b>	80 °C



Obr. 33 Gumová ochrana

## 4.6 Otápěné hadice v SGS

Na linkách extruzních robotů RA10, RA20 a CAR1, pro které se tato diplomová práce řeší, se používali celkem tři druhy hadic, které jsou popsány v tab. 10, 11 a 12. Hadice se používají na dvou specifických trasách. První je od extruzního čerpadla k robotu (horní díl) a druhá od robotu k extruzní hlavě (spodní díl). Otápěné hadice se neliší pouze v jednotlivých délkách, ale mohou mít také rozdílné některé parametry.

### a) Otápěná hadice H-So4490-1,5

Používá se pro specifické modely jako spodní díl. Tato hadice nepatří mezi poruchové a problémové.

Tab. 10 Hadice H-So4490-1,5

H-So4490-1,5		
Typ hadice	H800	
Tlaková hadice	T3	
DN	25	mm
Maximální provozní teplota	250	°C
Délka	1,5	m
Napětí	230	V
Výkon	570	W
Maximální tlak	275	bar
Min. poloměr ohybu	240	mm
Koncovky	DKR 1- pozinkováno	
Senzory	2x PT100	
Vzdálenost umístění senzoru	0,4	m
Délka přívodního kabelu a kabelu senzoru	0,9	m
Typ vnější ochrany	PUR-vlnovec, transparent	
Ukončení-strana A	tvrdá koncovka	
Ukončení-strana B	měkká silikonová koncovka	
Konektor	HAN Q	

### b) Otápěná hadice H-So4490-2,0

Používá se pro specifické modely jako spodní díl, střídá se tedy s hadicí H-So4490-1,5. Tato hadice se jeví jako jeden z významných problému, což je patrné i z Paretovy analýzy viz. 3.3.

Tab. 11 Hadice H-So4490-2,0

H-So4490-2,0		
Typ hadice	H800	
Tlaková hadice	T3	
DN	25	mm
Maximální provozní teplota	250	°C
Délka	2	m
Napětí	230	V
Výkon	760	W
Maximální tlak	275	bar
Min. poloměr ohybu	240	mm
Koncovky	DKR 1- pozinkováno	
Senzory	2x PT100	
Vzdálenost umístění senzoru	0,4	m
Délka přívodního kabelu a kabelu senzoru	0,9	m
Typ vnější ochrany	PUR-vlnovec, transparent	
Ukončení-strana A	tvrdá koncovka	
Ukončení-strana B	měkká silikonová koncovka	
Konektor	HAN Q	

### c) H-So4244-2,8-E4F4

Tento typ hadice je používán jako díl horní. V Paretově analýze viz. 3.3 tato hadice nebyla vůbec zavedena. Bylo tedy nutné zhotovit novou, úplnou analýzu poruchovosti jednotlivých hadic.

Tab. 12 Hadice H-So4244-2,8-E4F4

H-So4244-2,8-E4F4		
Typ hadice	H800	
Tlaková hadice	T3	
DN	25	mm
Maximální provozní teplota	250	°C
Délka	2,8	m
Napětí	230	V
Výkon	1064	W
Maximální tlak	27	bar
Min. poloměr ohybu	240	mm
Koncovky	DKR 1 ¼-pozinkováno	
Senzory	2x PT100	
Vzdálenost umístění senzoru	0,3	m
Délka přívodního kabelu a kabelu senzoru	1,8	m
Oddělené přívodní kabely	ANO	
Typ vnější ochrany	PA-modrá	
Ukončení-strana A	tvrdá koncovka	
Ukončení-strana B	měkká silikonová koncovka	
Konektor	HAN Q5 rohový, BINDER 690 5 pin	

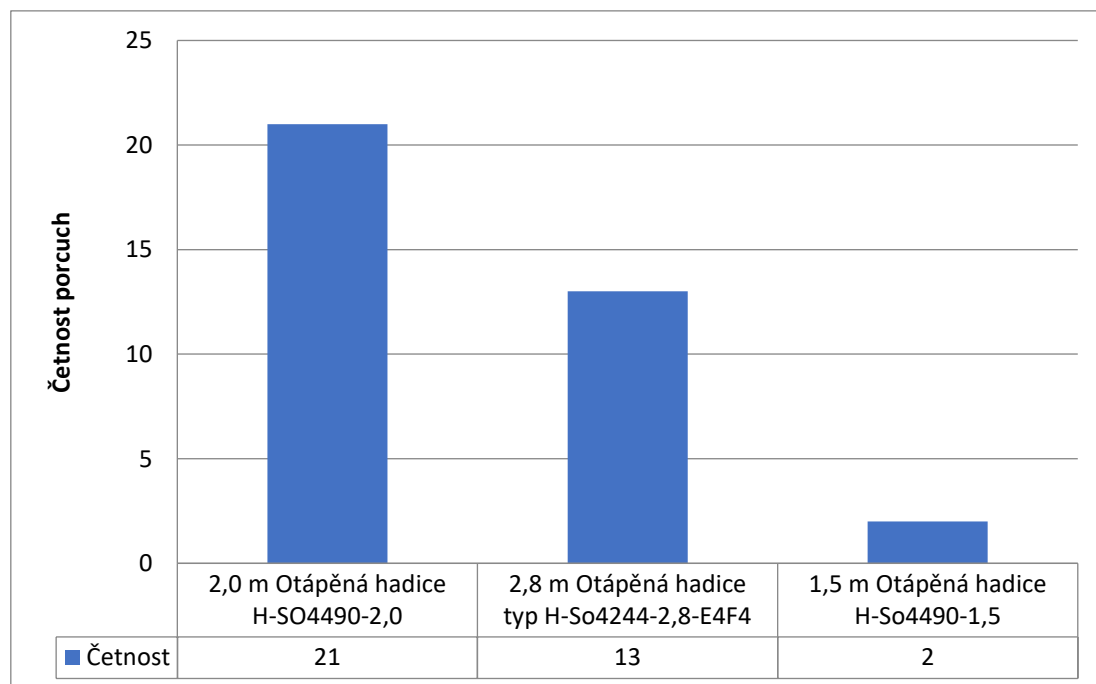
Při pozorování výrobního procesu byly již od pohledu patrné nedostatky, které by mohli vést právě k nižší životnosti otápěných hadic. Mezi hlavní, kterých jsem si všiml patřily:

- Špatně navržené nebo chybějící úchyty pro otápěné hadice
- Slabé balancéry, které nebyly schopné udržet hadici v dostatečné výšce
- Trajektorie robota, díky které by mohla být torze hadice vyšší, než je povolena.

#### 4.6.1 Analýza poruchovosti otápěných hadic

Začátkem listopadu 2017 byla provedena analýza poruchovosti otápěných hadic. Z této analýzy vzešlo několik podmětných informací. První důležitou informací byla četnost poruch u jednotlivých typů hadic (obr. 34). Z té je patrné, že nejčetnější poruchovostí trpí hadice H-So4490-2,0, která se porouchala jednadvacetkrát, dále hadice H-So4244-2,8-E4F4, u které bylo zaznamenáno 13 poruch a nejméně poruchová hadice byla H-So4490-1,5, u které byly zaznamenány poruchy pouze dvě.

Poruchy jsou v případě těchto otápěných hadic způsobeny třemi základními problémy. Jedná se o prasknutí hadice, chyby snímačů teploty PT100 a o ztrátu topné schopnosti hadice. Tyto tři hlavní problémy jsou mezi sebou téměř ve vzájemné rovnováze a nelze tedy určit, která z těchto tří je nejzávažnější.

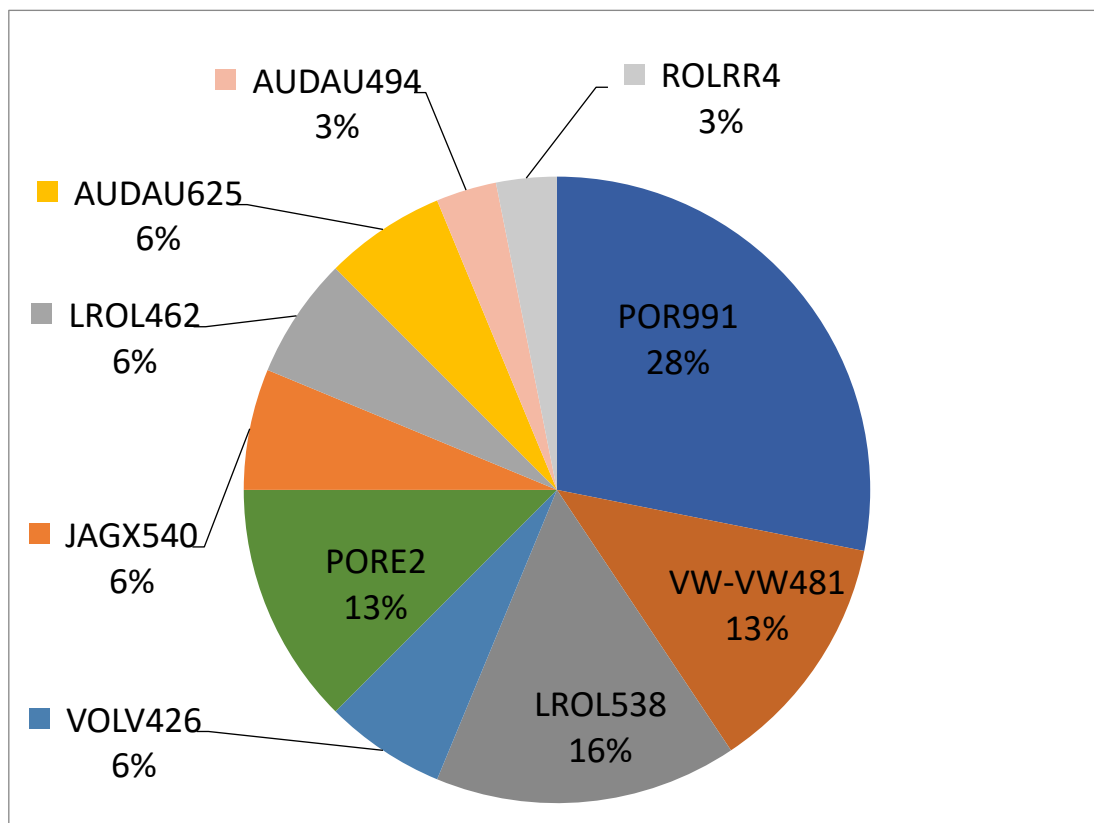


Obr. 34 Poruchy u jednotlivých typů hadic do konce listopadu 2017

Z těchto poznatků je patrné, že by bylo vhodné klást důraz na snížení spotřeby hadic H-So4490-2,0 a H-So4244-2,8-E4F4, které tvoří významnou část údržbových nákladů na extruzních robotech.



Další důležité informace se týkají druhu modelu autoskla, při kterých hadice nejčastěji praskají. Za účelem jejich získání jsem porovnal datумы jednotlivých



**Obr. 35 Četnost poruchovosti otápěných hadic pro jednotlivé modely do konce listopadu roku 2017**

poruch (pro rok 2017) s výrobním plánem v celozávodním systému Skynet. Po přiřazení jednotlivých modelů ke konkrétním poruchám bylo zjištěno, že největší podíl na poruchovosti otápěných hadic má extruze na autoskla pro Porsche 911 (obr. 35).

#### 4.6.2 Návrhy úprav za účelem zvýšení životnosti

Na základě pozorování výrobních procesů na extruzních robotech a poznatků vycházejících z analýzy poruchovosti otápěných hadic jsem začal postupně navrhovat opatření, která měla vést ke zvýšení životnosti poruchových položek.

Z analýzy četnosti poruch pro jednotlivé modely je patrné, že při extrudování na model skla POR 911 dochází k nejčastějším poruchám otápěných hadic.



**Obr. 36 Počáteční stav robotické extruze**

U tohoto modelu vykonávají otápěné hadice při pohybu robota složité a rychlé

pohyby, které s největší pravděpodobností vyvolávají velikou torzi a překračují minimální povolený poloměr ohybu pro dané hadice. Z těchto poznatků vznikla myšlenka pro uskutečnění první varianty pro zlepšení stavu. V návaznosti na nabití vědomosti bylo v listopadu 2017 navrženo, že by bylo vhodné přeprogramovat dráhy pohybu robota, zvláště v konečné fázi, kdy se již extruze neaplikuje na sklo a extruzní hlava se vrací do výchozí pozice. Pohyb stroje měl být zjednodušen a v konečné fázi i zpomalen. Tato varianta byla z technicko-ekonomického hlediska zamítnuta. Přeprogramování robotů pro jednotlivé verze skel by bylo časově velice náročné a nákladné. Dalším důvodem, který měl vliv na zamítnutí tohoto návrhu byla obava z možného snížení taktu robota, která je pro SGS klíčovým faktorem.

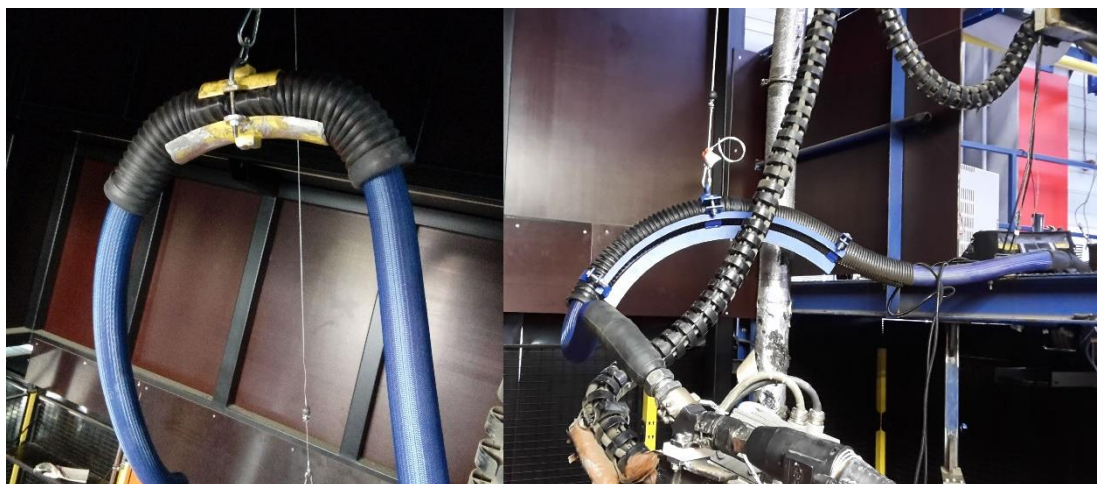
Tab. 13 H-SO4244-2,4-E2F4G11 [20]

H-SO4244-2,4-E2F4G11		
Typ hadice	H800	
Tlaková hadice	T3	
DN	25	mm
Maximální provozní teplota	250	°C
Délka	2,4	m
Napětí	230	V
Výkon	912	W
Maximální tlak	165	bar
Min. poloměr ohybu	240	mm
Koncovky	DKR 1 ¼-pozinkováno	
Senzory	2x PT100	
Vzdálenost umístění senzoru	0,15	m
Délka přívodního kabelu a kabelu senzoru	1,8	m
Typ vnější ochrany	PUR-vlnovec	
Ukončení-strana A	tvrdá koncovka	
Ukončení-strana B	měkká silikonová koncovka	
Konektor	HAN Q	

Při pohledu na otápěnou hadici H-So4244-2,8-E4F4 ve výrobě (obr. 36) bylo zřejmé, že minimální poloměr ohybu v některých místech nevyhovuje. Tento fakt

dal vzniknout návrhu druhé varianty, která by měla tento problém vyřešit. V listopadu 2017 byla poptána nová hadice H-SO4244-2,4-E2F4G11, která se vyznačuje oproti té minulé zkrácenou délkou na 2,4m a typem vnější ochrany, která byla zvolena na PUR vlnovec (tab. 13). Zmenšení délky hadice mělo zamezit převisy, ve kterých vznikaly ohyby s malými rádiusy. V prosinci 2017 byl nainstalován a implementován první kus na linku robotické extruze. Bohužel touto úpravou nebylo dosaženo kýženého výsledku zvýšení životnosti. Hadice o délce 2,4 m se ukázala být pro kontinuální provoz moc krátká a po 14 dnech v provozu praskla. Byla tedy poptána hadice stejných parametrů jen 2,6 m dlouhá, avšak předchozí zkušenost s kratší hadicí než 2,8 m vedla k rozhodnutí, že další hadice s kratší délkou se objednávat nebudou.

Jelikož kratší hadice nevyřešila problém s minimálním dovoleným poloměrem ohybu, bylo navrženo nové řešení, které mělo za úkol zvýšit životnost hadice H-So4244-2,8-E4F4. Jednalo se o koupi a instalaci silnějších balancerů (nosnost 9÷14 kg). Balancery slouží k zavěšení a fixování břemene do nastavené polohy.



**Obr. 37 Držáky pro hadice před/po instalaci**

Vždy po vytažení do jakékoliv pracovní polohy je zavěšená hadice pomocí vyvažovací síly vrácena do předem nastavené rovnovážné polohy, která se volí předpětím pružiny. Nové balancery mají za úkol udržet hadici v dostatečné výšce,

což by mělo mít za následek eliminaci míst jejího prověšení a tím i vzniku kritických míst. Společně s balancery byly poptány i nové držáky (obr. 37), které by měly předejít vzniku ostrých ohybů. Mezi objednanými držáky byl i vodící prvek (obr. 38)



**Obr. 38 Vodící prvek pro spodní hadici**

pro spodní hadici, u které byl hlavním problémem rychlý rotační pohyb, který měl za následek vysoké mechanické opotřebení. Toto vedení mělo daný pohyb omezit a zlepšit tím stávající stav spotřeby otápených hadic H-So4490-1,5 a H-So4490-2,0. Tato varianta byla implementována do výroby 8. února 2018. Bohužel vodící prvek pro spodní hadici způsobil změnu dráhy hadice, která u některých modelů zasahovala do extruze. Toto použití bylo tedy nevyhovující a dva dny po montáži bylo operátory demontováno.

Jelikož nejvíce poruch pocházelo z mechanického poškození hadice bylo nutné tento problém akutně řešit. Po prostudování jednotlivých možných

konfigurací otápěných hadic firmy Hillesheim vznikla idea popstat hadice s jiným druhem vnější ochrany, která by předešla mechanickému poškození. Pro tento účel se dle charakteristik jednotlivých ochranných typů hodí nejvíce vnější ochrana PA-vlnovec (obr. 28), která je i výrobcem doporučována do robotizovaného



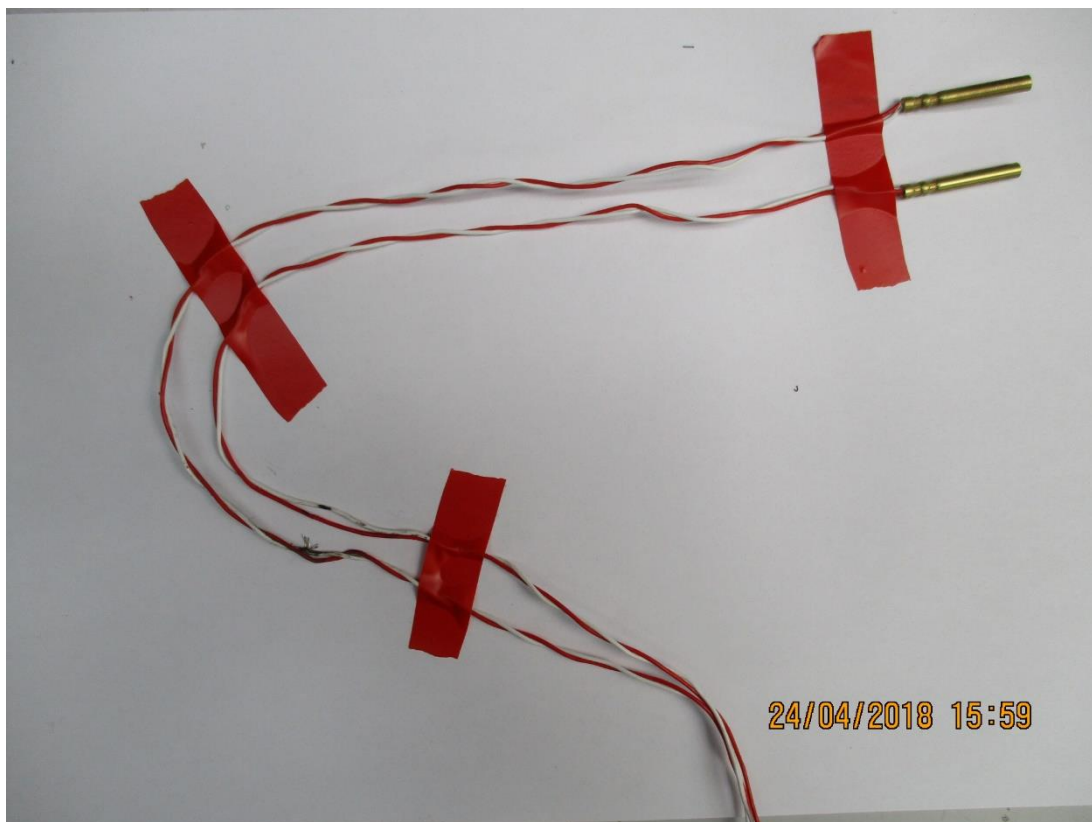
**Obr. 39 Hadice opatřená ochranou PA-vlnovec**

prostředí. Tento druh ochrany byl objednán na nově přichozí hadice H-So4244-2,8-E4F4 (obr. 39), které se používají v horní části extruzního robota. Poprvé byla tato varianta zavedena do výroby koncem března 2018.

V dubnu 2018 bylo rozhodnuto, že stávající balancery s nosností 9÷14 kg neplní svou funkci nadlehčování hadice dostatečně. Proto byly objednány nové silnější s nosností 13÷17 kg. Tyto balancery zvládají již plnohodnotně

nadzvedávat otápěné hadice, čímž eliminují možnosti vzniku kritických míst s malým poloměrem ohybu.

Jelikož dodavatel garantuje dvanáctiměsíční záruku na dodávané otápěné hadice, bylo koncem března navrženo pokusit se reklamovat porouchané hadice,



**Obr. 40 Poškozený snímač PT 100 [21]**

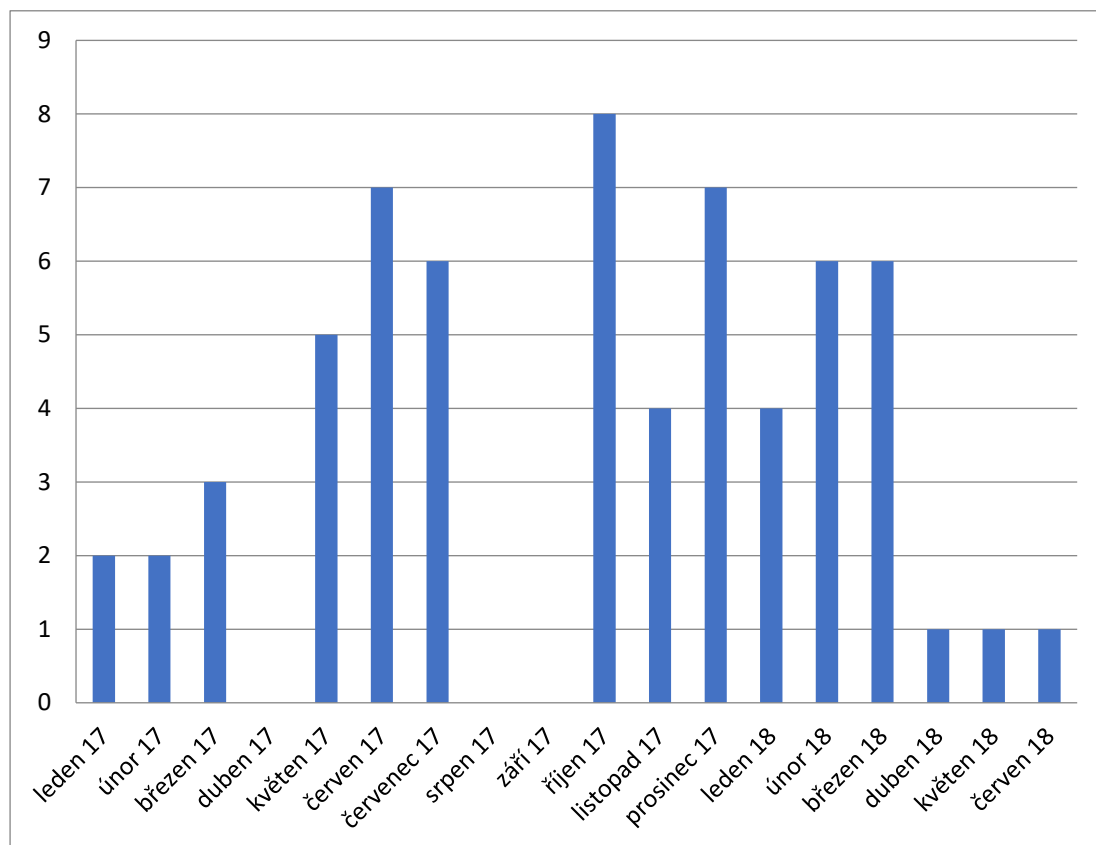
konkrétně ty, u kterých přestal fungovat teplotní snímač PT 100. Dodavatel provedl rozbor reklamovaných hadic. Všechny reklamované hadice vykazovaly zjevnou únavu materiálu na výstupní straně hadice způsobenou namáháním za provozu (tah, ohyb, krut). Bylo zjištěno, že přívodní kabely snímačů byly poškozeny. Vlivem mechanického namáhání (otěr) došlo k porušení izolace vodičů a následně i vodičů samotných. Dodavatel zamítnul reklamaci z důvodu nesprávného používání otápěných hadic ve výrobě. Na základě těchto reklamací byla navržena implementace ochranného pouzdra na kabelové vedení teplotních

snímačů. V květnu byly objednány první hadice s modifikovaným uložením snímačů PT 100. Toto řešení bylo implementováno až v červnu 2018. [21]



### 4.6.3 Zhodnocení jednotlivých variant

Do června 2018 byla průběžně rozšiřována analýza poruchovosti hadic (kapitola 4.6.1). Ze shromážděných dat je možné zpětně posoudit, které varianty byly účinné, co se týče zvýšení životnosti otápěných hadic. Z obr. 41 je



Obr. 41 Celkový vývoj poruch hadic do konce června 2018

patrné, že úpravy provedené na linkách robotické extruze měly na poruchovost otápěných hadic pozitivní účinek. Největší vliv na životnost otápěných hadic měly úpravy provedené v dubnu 2018 mezi které patřila instalace silnějších balancerů a návrh nové vnější ochrany otápěných hadic. Nelze ovšem zjistit, zda by tato zlepšení měla stejné výsledky bez implementace předchozích variant.

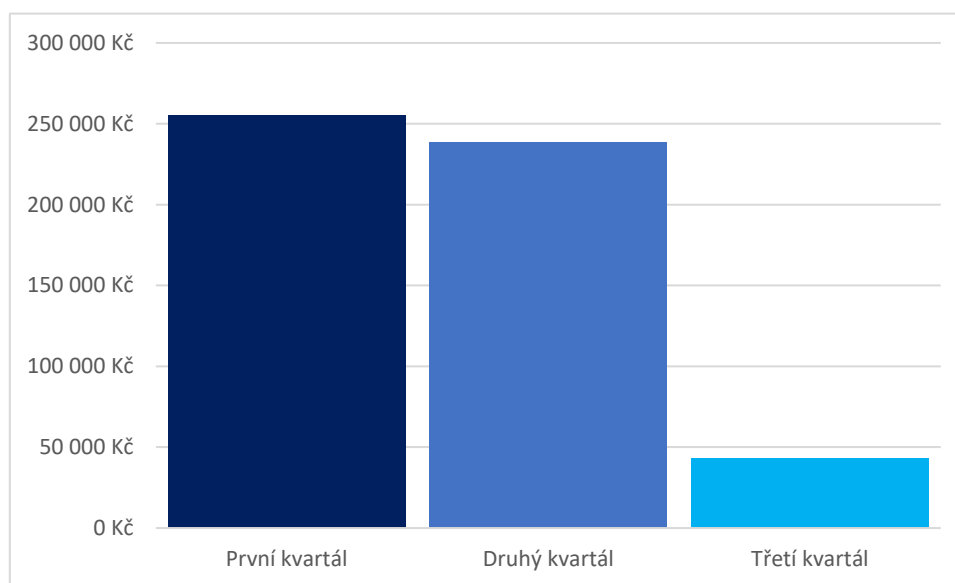
Pro měsíce duben, srpen a září 2017 nebyla dostupná data k vypracování analýzy, proto v ní tyto měsíce nejsou zahrnuty.

## 5 Finanční analýza

Údržbové náklady, pro středisko extruzních robotů, byly sledovány již od začátku roku 2017. Podrobněji byly však sledovány po dobu tvorby této diplomové práce, což znamená od listopadu 2017 do června 2018. Ze zjištěných údajů byla zhotovena finanční analýza, která poskytuje informace o nákladech, investicích a vzniklých úsporách. Pro názornost bylo rozděleno časové období do kvartálů, kde první kvartál udává časové rozmezí mezi říjnem a prosincem 2017, druhý mezi lednem a březnem a třetí mezi dubnem a květnem 2018.

### 5.1 Vývoj nákladů na otápěné hadice

V příloze č. 1 jsou shromážděné informace o cenách a množství nakupovaných hadic v jednotlivých měsících od začátku roku 2017. Z obr. 42 je



**Obr. 42 Průměrné měsíční náklady na otápěné hadice**

patrné, že průměrné měsíční náklady na otápěné hadice se ve třetím kvartálu výrazně snížily. Průměrné měsíční úspory mezi prvním a druhým kvartálem byly 16 350 Kč a mezi druhým a třetím kvartálem 195 456 Kč. Přepočteme-li tyto hodnoty na celkové náklady za jednotlivé kvartály zjistíme, že za první kvartál bylo

utraceno 765 028 Kč, za druhý 715 978 Kč a za třetí 129 611 Kč. Celková úspora na nákladech za otápěné hadice mezi prvním a druhým kvartálem tedy činí 49 050 Kč a mezi druhým a třetím 586 367 Kč. [22]

## 5.2 Provedené investice

Z přílohy č. 1 je patrné, že v každém kvartálu byly realizovány investice. V prvním kvartálu to byla koupě kratší hadice H-SO4244-2,4-E2F4G11. Tato hadice přišla na 48 388 Kč. V druhém kvartálu byly pořízeny nové balancery, ochranné prvky a držáky pro otápěné hadice. Tato investice byla ve výši 62 017 Kč. Ve třetím kvartálu proběhla poslední drobná investice, a to nákup nového balanceru, který stál 7 103 Kč. Celková výše investic se vyšplhala tedy na 117 458 Kč, což je vzhledem k vzniklým úsporám přijatelná částka. Do těchto investic nebyly započítány rozdílné ceny pro různé typy instalovaných hadic.

## 5.3 Náklady na prostoje jednotlivých strojů

Další nezanedbatelnou položkou jsou prostoje na výrobních linkách, které vznikají při výměně vadných kusů otápěných hadic. Jelikož nebylo možné zjistit přesné časy výměn při konkrétních poruchách, bude počítáno s průměrnou hodnotou 45 minut, která byla vyzorována pracovníky údržby.

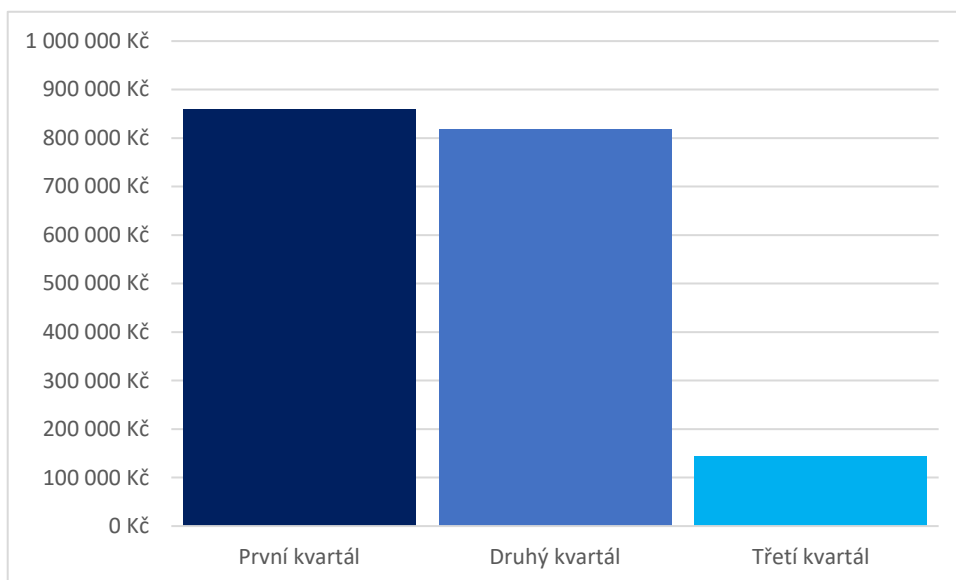
Tab. 14 Hodinové sazby nákladů pro jednotlivá střediska [23]

Středisko	Hodinové sazby nákladů (bez odpisů) 2017	Hodinové sazby nákladů (bez odpisů) 2018
EXT0	3 296 Kč	4 336 Kč
EXT1	3 178 Kč	3 026 Kč
CAR1	2 398 Kč	2 730 Kč

Z počtu poruch a z hodinových sazeb nákladů (tab. 14) byly vypočítány průměrné měsíční náklady vzniklé prostoji. V prvním kvartálu činily 15 089 Kč, v druhém 13 372 Kč a ve třetím 2 122 Kč. Celkové náklady na prostoje tedy činily pro první kvartál 45 267 Kč, pro druhý 40 115 Kč a pro třetí 6 365 Kč.

## 5.4 Celkové náklady a vzniklé úspory

Po sečtení jednotlivých nákladů (bez započítání investic) vyšlo, že náklady na první kvartál činily 810 295 Kč, na druhý 756 093 Kč a na třetí 135 976 Kč, z čehož vycházejí vzniklé úspory mezi jednotlivými kvartály. Úspora vzniklá mezi prvním a druhým činí 54 203 Kč a mezi druhým a třetím 620 117 Kč. Výše úspor po sečtení tedy činí 674 320 Kč. Z této sumy je nutné odečíst hodnoty všech provedených investic. Po tomto úkonu se dostaneme na finální úsporu při porovnání prvního a třetího kvartálu 556 862 Kč.



Obr. 43 Celkové náklady pro daný kvartál včetně investic

## 6 Závěr

Snižování nákladů je v dnešní době prioritou každé úspěšné společnosti. Není tomu jinak ani v Saint-Gobain Sekurit, kde se na zefektivňování výroby klade veliký důraz.

Tato diplomová práce se zabývá snížením údržbových nákladů na extruzních robotech. Nejprve však bylo nutné zjistit, které údržbové náklady jsou kritické. K tomu posloužila Paretova analýza, která byla zhotovena z dostupných dat. Jako nejzávažnějšími údržbovými položkami se ukázaly býti otápěné hadice a zubové čerpadlo Extrex.

Na začátku práce byla představena společnost, pro kterou byla tato diplomová práce zhotovena. Dále se práce zabývá charakteristikami, využitelností a doporučenými pracovními podmínkami daných součástí. Bylo zjištěno, že stav ve výrobě neodpovídá požadovanému nakonfigurování. Na základě nabitých znalostí byly navrženy procesní a technologické úpravy, které by měly vést ke zvýšení životnosti otápěných hadic a zubových čerpadel Extrex.

Bohužel u zubového čerpadla nebylo možné žádnou z variant zavést a vyzkoušet ve výrobě, proto byl kladen větší důraz na otápěné hadice, u kterých byly některé navržené varianty vyzkoušeny a následně implementovány do výroby. Jako nejúspěšnější variantou se ukázala instalace nových balancerů, ochranných prvků a nového typu vnější ochrany u otápěné hadice.

V závěru této práce byla zhotovena finanční analýza, která hodnotí investice, náklady a úspory implementovaných variant. Z této analýzy je patrné, že za poslední čtvrtletí bylo oproti prvnímu zkoumanému ušetřeno více jak půl milionu korun, a to po odečtení všech investic.

Tato diplomová práce byla řešena pouze do konce června 2018, avšak podmínky pro další zlepšení extruzních robotů budou vznikat i nadále. Domnívám se, že stanovené cíle diplomové práce byly naplněny.

## Seznam použité literatury

- [1] *Saint-Gobain Sekurit* [online]. Plzeň: Agionet, 2015-2018 [cit. 2018-06-28]. Dostupné z: <https://www.saint-gobain-sekurit.cz/cs/>
- [2] *Saint-Gobain* [online]. Praha: Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., b.r. [cit. 2018-06-28]. Dostupné z: <http://www.saint-gobain.cz/>
- [3] *Veřejný rejstřík a Sbírka listin: Sbírka listin Saint-Gobain Sekurit ČR spol. s r.o.* [online]. Hořovice, 2017 [cit. 2018-07-16]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=667042>
- [4] OKROUHLÝ, Michal. *Informace o SGS k Diplomové práci*. Emailová komunikace. 2018.
- [5] *Saint-Gobain SEKURIT CR Horovice 2018*. Hořovice, 2018.
- [6] LORENC, Miroslav. *Paretova analýza. Miroslav Lorenc- provozní management* [online]. 2001 [cit. 2018-07-05]. Dostupné z: <http://lorenc.info/3MA112/paretova-analyza.htm>
- [7] HORÁLEK, Vratislav. *Jednoduché nástroje řízení jakosti I.: výstup z projektu podpory jakosti č. 5/16/2004*. Vyd. 1. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2004. Průvodce řízením jakosti. ISBN 80-02-01689-0.
- [8] *Report\_Maintanance\_2017*. Saint-Gobain Sekurit, Hořovice, 2017.
- [9] *Reis Extrusion* [online]. Andrea Croll, 2008 [cit. 2018-07-10]. Dostupné z: <http://www.reis-extrusion.de>
- [10] A profile directly extruded on a surface. *ADHESION ADHESIVES&SEALANTS* [online]. 2013, 10(2), 18-20 [cit. 2018-07-10]. DOI: 10.1365/s35784-013-0157-6. ISSN 2192-2624. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1365/s35784-013-0157-6>

- [11] Santoprene™ 121-50 M 500. *Www.exxonmobilchemical.com* [online]. Exxonmobil chemical, 2014 [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: <https://exxonmobilchemical.ulprospector.com/datasheet.aspx?i=74710&e=244481&culture=en-us&u=1>
- [12] *SANTOPRENE™ THERMOPLASTIC VULCANIZATE - BLACK GRADE*. Exxonmobil chemical, 2018.
- [13] JAROSLAV BLÁHA, Karel Brada a GRAF. ÚPRAVA MIROSLAVA KUPKOVÁ. *Hydraulické stroje: Celostát. vysokošk. příručka pro skupinu stud. oborů Strojírenství a ostatní kovodělná výroba*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1992. ISBN 8003006651.
- [14] MELICHAR, Jan. *Hydraulické a pneumatické stroje: část čerpadla*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04383-7.
- [15] VOJÁČEK, Antonín. Principy průmyslových čerpadel: Zubová čerpadla. *Automatizace hw* [online]. 2011 [cit. 2018-07-12]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz//principy-prumyslovych-cerpadel-1dil-zubova-cerpadla>
- [16] *Provozní návod: Montáž do linky a uvedení do provozu*. 800.42235.04cs. Švýcarsko, 2005.
- [17] *General technical information and data for our heating hose systems*. o.z. MERES, HENNLICH s.r.o., 2017.
- [18] *Thermally insulated electrically heated hose for transmitting hot liquids*. 1984. United States. 4,455,474. Uděleno 11.12.1985. Zapsáno 1.11.1984. Dostupné také z: <https://patents.google.com/patent/US4553023A/en>
- [19] Hillesheim GmbH. *Hillesheim GmbH* [online]. 2018 [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: <https://www.hillesheim-gmbh.com/en/>
- [20] RAJTŠLÉGR, Petr a Filip NODL. *SGS Hořovice cenová a termínová poptávka otápěné hadice 2,4 m*. Hořovice, 2017.

- [21] HORÁKOVÁ, Hana a Roman PICURA. *Reklamace otápěných hadic RKL-10-04-18; Vaše č. 2018/061*. Emailová komunikace. Hořovice, 2018.
- [22] HUMLOVÁ, Martina. *Report\_Maintanance\_2018*. Saint-Gobain Sekurit, Hořovice, 2018.
- [23] MAREŠ, Dominik. *Návrh sady zubových čerpadel s rozbořem geometrických tolerancí*. Praha, 2017. Bakalářská práce. České vysoké učení technické. Vedoucí práce Ing. Karel PETR, Ph.D.
- [24] NODL, Filip. *Popis ovládacího displeje*. Hořovice, 2018.
- [25] RUŽBACKÝ, David. *Hodinové sazby nákladů na WC 2018*. Saint-Gobain Sekurit, Hořovice, 2018.



## Seznam použitých obrázků

Obr. 1 Logo Saint-Gobain Sekurit [1] .....	9
Obr. 2 Vývoj počtu zaměstnanců [3] [4] .....	11
Obr. 3 Zákazníci SGS [1].....	15
Obr. 4 Vývoj prodejů automobilových skel v tis. Ks [3] [4] .....	16
Obr. 5 Vývoj tržeb společnosti v tis. Kč [3] [4] .....	17
Obr. 6 příklad Paretova diagramu [6] .....	19
Obr. 7 Paretův diagram údržbových nákladů.....	21
Obr. 8 Santoprene™ 121-50 M 500 ve formě granulátu .....	24
Obr. 9 Schématické vyobrazení robotické extruzní linky [10].....	26
Obr. 10 Zubové čerpadlo s čelním ozubením [13].....	28
Obr. 11 Princip zubového čerpadla s vnějším ozubením, a) Sání kapaliny do skříně čerpadla, b) Unášení média zubovými mezerami, c) Vytlačení kapaliny [22] .....	29
Obr. 12 Zubové čerpadlo extrex-celkový pohled, 110- Skříň, 120 Víko, 210- Hnací hřídel, 220- Krátká hřídel, 311- Kluzné ložisko, 312- Kluzné ložisko, 411- Viscoseal, 412- Viscoseal, 610- Náboj [16] .....	31
Obr. 13 Popis ovládacího displeje [23].....	33
Obr. 14 Hodnoty pro CAR0 .....	33
Obr. 15 Hodnoty pro RA10 .....	34
Obr. 16 Hodnoty pro RA20 .....	35
Obr. 17 Průřez otápenou hadicí [17] .....	37
Obr. 18 Druhy otápených hadic a jejich značení u firmy Hillesheim GmbH [17].	39
Obr. 19 Tlaková hadice T1 .....	39
Obr. 20 Tlaková hadice T2 .....	40
Obr. 21 Tlaková hadice T3 .....	40
Obr. 22 Tlaková hadice TAW .....	41
Obr. 23 Tlaková hadice T4 .....	41

Obr. 24 Tlaková hadice T5 .....	42
Obr. 25 Tlaková hadice T46 .....	42
Obr. 26 Standartní ochranné pletení .....	43
Obr. 27 Kovové ochranné pletení.....	43
Obr. 28 PA vlnovec.....	43
Obr. 29 PUR vlnovec .....	43
Obr. 30 Ocelový vlnovec.....	44
Obr. 31 Laminátové pletení .....	44
Obr. 32 Silikonová ochrana .....	44
Obr. 33 Gumová ochrana .....	44
Obr. 34 Poruchy u jednotlivých typů hadic do konce listopadu 2017 .....	48
Obr. 35 Četnost poruchovosti otápěných hadic pro jednotlivé modely do konce listopadu roku 2017 .....	49
Obr. 36 Počáteční stav robotické extruze .....	50
Obr. 37 Držáky pro hadice před/po instalaci .....	52
Obr. 38 Vodicí prvek pro spodní hadici .....	53
Obr. 39 Hadice opatřená ochranou PA-vlnovec .....	54
Obr. 40 Poškozený snímač PT 100 [21] .....	55
Obr. 41 Celkový vývoj poruch hadic do konce června 2018.....	57
Obr. 42 Průměrné měsíční náklady na otápěné hadice .....	58
Obr. 43 Celkové náklady pro daný kvartál včetně investic .....	60

## Seznam použitých tabulek

Tab. 1 Vlastnosti Santoprene™ 121-50 M 500 [11].....	25
Tab. 2 Všeobecné mezní hodnoty Extrex EX 22 [16].....	32
Tab. 3 Tlaková hadice T1 .....	39
Tab. 4 Tlaková hadice T2 .....	40
Tab. 5 Tlaková hadice T3 .....	40
Tab. 6 Tlaková hadice TAW .....	41
Tab. 7 Tlaková hadice T3 .....	41
Tab. 8 Tlaková hadice T5-lehké provedení.....	42
Tab. 9 Tlaková hadice T46 .....	42
Tab. 10 Hadice H-So4490-1,5.....	45
Tab. 11 Hadice H-So4490-2,0.....	46
Tab. 12 Hadice H-So4244-2,8-E4F4.....	47
Tab. 13 H-SO4244-2,4-E2F4G11 [20].....	51
Tab. 14 Hodinové sazby nákladů pro jednotlivá střediska [23].....	59

# Přílohy

## Příloha 1 Přehled poruch, cen a investic pro dané období

	H-So4490-1,5		H-So4490-2,0		H-So4244-2,8-E4F4		ostatní investice		suma celkem
	množství	cena za ks	množství	cena za ks	cena za ks*	cena za měsíc	druh	cena	
leden 17	0	0 Kč	1	37 229 Kč	1	47 291 Kč			84 520 Kč
únor 17	1	37 663 Kč	0	0 Kč	1	47 291 Kč			84 954 Kč
březen 17	0	0 Kč	3	37 378 Kč	0	0 Kč			112 134 Kč
květen 17	0	0 Kč	2	37 488 Kč	3	47 291 Kč			216 849 Kč
červen 17	0	0 Kč	2	37 663 Kč	5	47 291 Kč			311 781 Kč
červenec 17	1	37 579 Kč	5	37 503 Kč	0	0 Kč			225 094 Kč
říjen 17	0	0 Kč	5	37 158 Kč	3	47 291 Kč			327 663 Kč
listopad 17	0	0 Kč	4	36 609 Kč	0	0 Kč			146 436 Kč
prosinec 17	0	0 Kč	4	37 264 Kč	3	47 291 Kč	Hadice H-SO4244-2,4-E2F4G11	48 338 Kč	339 267 Kč
leden 18	1	38 707 Kč	2	37 744 Kč	1	47 291 Kč			161 486 Kč
únor 18	0	0 Kč	1	37 475 Kč	5	47 291 Kč	Balancery 9÷14 kg, ochranné prvky,	62 017 Kč	335 947 Kč
březen 18	0	0 Kč	1	38 922 Kč	5	48 328 Kč			280 562 Kč
duben 18	0	0 Kč	0	0 Kč	1	51 048 Kč	Balancery 13÷17 kg	7 103 Kč	58 151 Kč
květen 18	0	0 Kč	1	38 921 Kč	0	0 Kč			38 921 Kč
červen 18	0	0 Kč	1	39 642 Kč	0	0 Kč			39 642 Kč
suma		113 949 Kč		1 198 910 Kč		1 333 090 Kč		117 458 Kč	2 763 407 Kč

\* jelikož hadice H-So4244-2,8-E4F4 nebyla zavedena v Report maintenance 2017/2018, uvedené ceny od Ledna 2017 do Března 2018 jsou zprůměrovány