VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# OPTIMALIZACE ZKOUŠKY PEVNOSTI SPOJE SACÍHO VENTILU

ON THE OPTIMIZATION OF SUCTION VALVE JOINT STRENGHT TESTING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR
Radek Attasek

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2011/12

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Radek Attasek

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

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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:

**Optimalizace zkoušky pevnosti spoje sacího ventilu**

v anglickém jazyce:

**On the optimization of suction valve joint strength testing**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se zabývá optimalizací zkoušky pevnosti spoje sacího ventilu, návrhem designu smluvního zkušebníhi zařízení, metodikou zkoušky a zpracováním dosažených výsledků.

Cíle bakalářské práce:

Úvod.
Rozbor problému, zhodnocení stávajícího stavu.
Návrh designu nového zkušebního zařízení.
Analýza dosažených výsledků.
Závěry.

Seznam odborné literatury:

SHIGLEY J.E., MISCHKE, CH.R., BUDYNAS, R.G., HARTL, M., VLK, M. Konstruování strojních součástí. Vysoké učení technické v Brně, VUTIUM, 2010,ISBN 8021426292.
KOŽÍŠEK, J., STIEBEROVÁ, B. Statistická a rozhodovací analýza. Praha. České vysoké učení technické v Praze, 2008. 252 s.
DORNFELD David, LEE Dae-Eun. Precision Manufacturing. Berkeley, California, 2008.ISBN 978-0-387-32467-8. Dostupné na World WideWeb: <http://www.scribd.com/doc/47415310/Precision-Manufacturing-2008-Edition>

Vedoucí bakalářské práce:prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.

V Brně, dne 20.11.2011 21:15

L.S.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ DĚKANÁT

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

## ABSTRAKT

Práce je zaměřena na optimalizace zkoušky pevnosti spoje sacího ventilu. Hlavním záměrem je analyzovat současný stav procesu lisování na oddělení pro montáž sacích ventilů ve společnosti Bosch Diesel, s.r.o. Jihlava. Součástí práce je dále návrh nového designu zkušebního zařízení s ohledem na snížení počtu servisních zásahů a zkrácení výrobního taktu s následným závěrečným zhodnocením.

**Klíčová slova**

Lisování, sací ventil CP4, výrobní takt, optimalizace.

## ABSTRACT

The thesis is focused on the testing and its optimization of the joint suction valve strength. The main intention is an analysis the current state of the pressing process in the department for installations of suction valves at Bosch Diesel, Ltd. Jihlava. Part of the work is focused on the new design of the teswting equipment with an intention to reduce the need of service and reduction of the production tact, with a final discussion and assessment.

**Key words**

Presing, suction valve CP4, production tact, optimization.

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ATTASEK, Radek. *Optimalizace zkoušky pevnosti spoje sacího ventilu.* Brno 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 43 s. příloh 8. Vedoucí práce prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Optimalizace zkoušky pevnosti spoje sacího ventilu** vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Radek Attasek

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto prof. Ing. Miroslavu Píškovi, CSc. z VUT Brno, Ing. Michalu Kostolánymu a dalším kolegům z firmy BOSCH DIESEL s.r.o. Jihlava za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

# OBSAH

ABSTRAKT ..... 4
PROHLÁŠENÍ ..... 5
PODĚKOVÁNÍ ..... 6
OBSAH ..... 7
ÚVOD ..... 8
1 Firma Bosch v České republice ..... 9
1.1 Bosch Diesel s.r.o. Jihlava – historie a výrobní program ..... 10
1.2 Produkty závodu Jihlava ..... 11
1.3 Čerpadlo CP4 pro systém Common-Rail ..... 12
2 Rozbor stávajícího stavu montážního procesu sacího ventilu CP4 ..... 14
2.1 Komponenty sacího ventilu CP4 ..... 14
2.2 Čistota dílců vstupujících do montážního procesu. ..... 15
2.3 Nakládání s odpady ..... 15
2.4 Montáž a zkouška sacího ventilu CP4 ..... 16
2.4.1 Popis jednotlivých částí stanice pro montáž a zkoušku sacího ventilu CP4 ..... 16
2.4.1.1 Montážní přípravek, popis průběhu procesu ..... 18
2.4.1.2 Tlakové spoje vytvořené lisováním za studena ..... 22
2.4.1.3. Odsávání případných třísek vzniklých při procesu lisování ..... 28
3 Posouzení možnosti optimalizovat současný stav procesu kompletace sacího ventilu ..... 29
3.1 Optimalizace výrobního taktu stanice ..... 29
3.1.1 Návrh optimalizace lisovacího a vodicího trnu ..... 30
3.1.1.1 Posouzení přínosu po zavedení optimalizace lisovacího a vodicího trnu ..... 31
3.1.2 Návrh optimalizace vodicího pouzdra ..... 32
3.1.2.1 Návrh optimalizace designu vodicího pouzdra lisovacího trnu ..... 32
3.1.2.2 Posouzení přínosu po zavedení optimalizace vodicího pouzdra ..... 34
3.1.3 Návrh designu pomocných přípravků pro fixaci lisovacího pouzdra a pro dotažení vnitřní pojistné části pouzdra ..... 34
3.1.3.1 Posouzení přínosu po zavedení pomocných přípravků do výrobního procesu ..... 36
3.1.4 Návrh optimalizace přípravku pro odsávání špon ..... 36
3.1.4.1 Posouzení přínosu po zavedení optimalizace ..... 37
4 Zhodnocení navržených a zavedených optimalizačních opatření ..... 38
4.1 Návrh možných budoucích optimalizací ..... 39
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ ..... 41
Seznam použitých symbolů a zkratek ..... 42
SEZNAM PŘÍLOH ..... 43

# ÚVOD

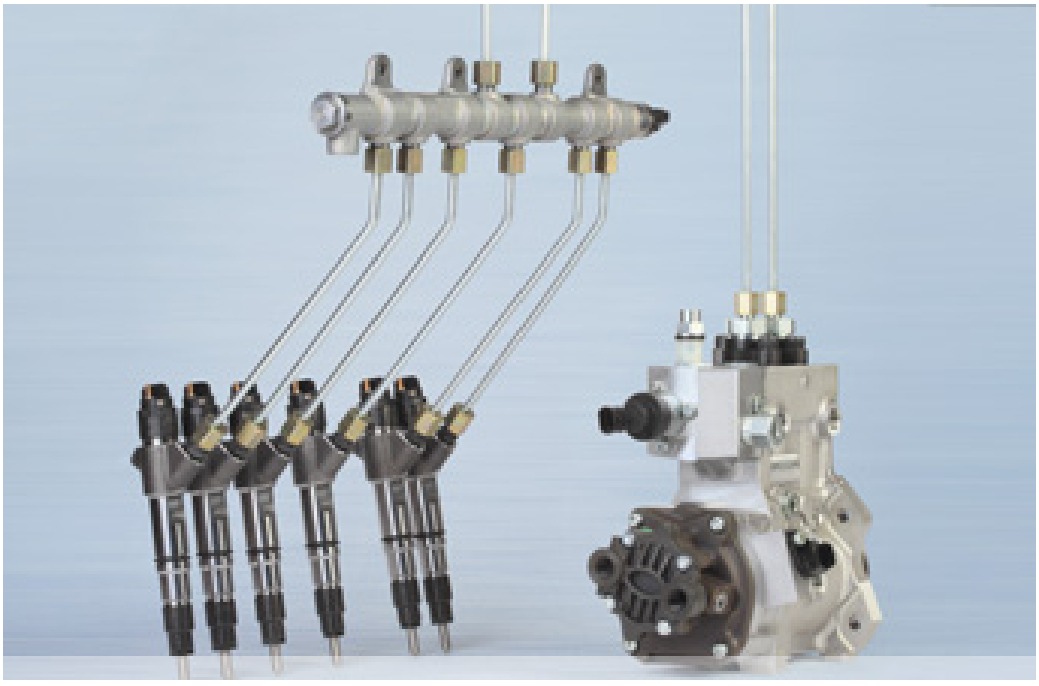
Proces optimalizace se ve výrobě provádí z důvodu snahy o nalezení co nejefektivnějšího využití nástrojů, zkrácení výrobního cyklu, využití surovin a zdrojů a tím následně k co nejefektivnější a nejekonomičtější výrobě.

Při snaze optimalizovat stávající procesy ve výrobním systému je nejprve nutno vytypovat problematické místo. Získat co nejpodrobnější informace o daném problému, komplexní přehled o výrobě a jejím sledu, seznámit se s technickými možnostmi podniku a jednotlivými výrobními postupy.

Proces neustálého zlepšování a optimalizace vede z technického i ekonomického hlediska k udržení konkurenceschopnosti a k zajištění dalšího rozvoje podniku. Umožňuje předejít stagnaci v daném průmyslovém oboru. Schopnost podniku v krátké době reagovat pružně na nové požadavky zajišťuje dlouhodobě jeho dobrou pozici na trhu.

Společnost Bosch nabízí zákazníkům takové výrobky, které splňují vysoké technické standardy, přičemž klade velký důraz na kvalitu produktu i jeho šetrnost k životnímu prostředí.

Jedním z produktů, se kterým přišla společnost Bosch na trh v České republice je systém vstřikování paliva Common Rail (viz obr. 1.1) pro vznětové motory osobních, užitkových i nákladních automobilů. S tímto systémem pro užitková vozidla vstoupila firma na trh již v roce 1997 a od roku 1999 byla zahájena výroba. Název vznikl od společného tlakového zásobníku (Common Rail), který dodává palivo do všech válců. Tím se odlišuje od ostatních systémů vstřikování paliva. Vytváření tlaku a samotné vstřikování je u systému Common-Rail odděleno. Vysokotlaké čerpadlo dodává soustavně palivo do zásobníku-Railu odkud je distribuováno k jednotlivým vstřikům. Vysoký tlak je tedy neustále k dispozici. Palivo je pak do válců pomocí řídící jednotky a jednotlivých vstřikovačů dávkováno s vysokou přesností, což má za následek snížení spotřeby, emisí i hluku celého motoru[2].



Obr 1.1 Common Rail systém[2].

Systém Common Rail 4. generace je určený pro těžká užitková vozidla a využívá nové technologie injektorů s převodníky tlaku. Ten v současnosti dokáže stlačit palivo v injektoru až na 2100 barů. Tlak v převodníku může být ovládán nezávisle na vstřikovací jednotce. Tato technologie umožňuje volnou úpravu průběhu tlaku a tím minimalizaci vzniku škodlivých látek při spalování[2].

Tato práce se systémem Common Rail úzce souvisí, základem celého systému je vysokotlaké čerpadlo (Common Pump), kde sací ventil, na jehož montáž se práce zaměřuje, tvoří jednu ze základních částí. V práci bude analyzován proces zkoušky pevnosti lisovaného spoje sacího ventilu se zaměřením na úpravu stávajícího zkušebního zařízení a následně navržena optimalizace jeho designu.

# 1 FIRMA BOSCH V ČESKÉ REPUBLICE

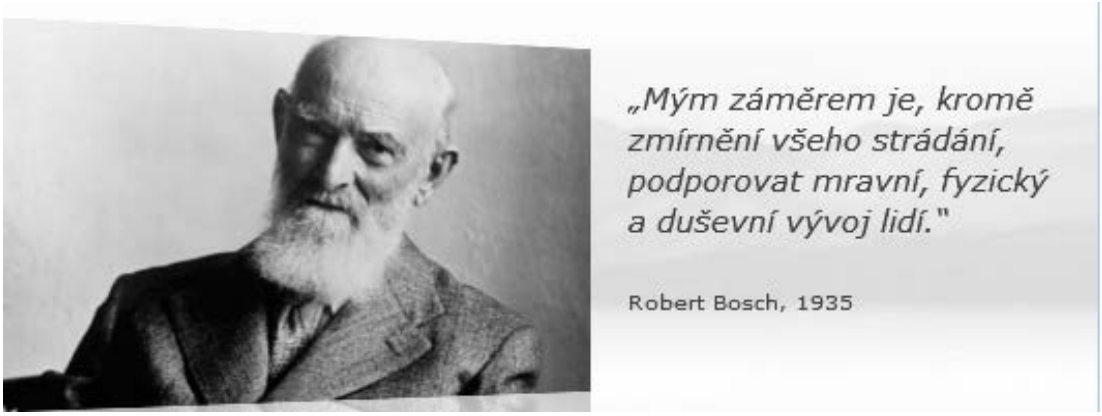
V Čechách je společnost Robert Bosch zastoupena již od konce 19.století. V této době obchodovala s firmou Laurin & Klement. V roce 1920 byla v Praze založena první oficiální pobočka Bosch. V roce 1989 se po nucené 44leté přestávce opět vrátila a od prosince roku 1991 je opět v činnosti[1].

V současné době sídlí v Česku několik na sobě nezávislých dceřiných firem Robert Bosch GmbH Stuttgart. V Praze to jsou firmy Robert Bosch odbytová s.r.o., Bosch Termomechanika s.r.o., Bosch-Siemens Hausgärete GmbH, společnost s 50% majetkovou účastí Robert Bosch GmbH, která obchoduje s domácími spotřebiči – BSH domácí spotřebiče s.r.o. V Brně Bosch Rexroth s.r.o[3].

Výrobní závody Bosch se nacházejí v Jihlavě – Bosch Diesel s.r.o., v Českých Budějovicích – Robert Bosch s.r.o., v Brně – Bosch Rexroth s.r.o., v Krnově a Albrechticích – Bosch Termomechanika s.r.o[3].

V České republice zaměstnává firma Bosch Group zhruba 8 000 pracovníků a celkový hospodářský obrat Bosch Group za rok 2010 v České republice činil 1200 milionů euro[3].

Firma Bosch byla založena v roce 1886 ve Stuttgartu Robertem Boschem (1861 – 1942) (viz obr. 2.1). Nejprve to byla dílna pro jemnou mechaniku a elektroniku. Později rozšířila svoji činnost na zapalovací zařízení pro motory všeho druhu. V současné době je celosvětově významným výrobcem v oblasti automobilové a průmyslové techniky, spotřebního zboží a techniky budov[1].

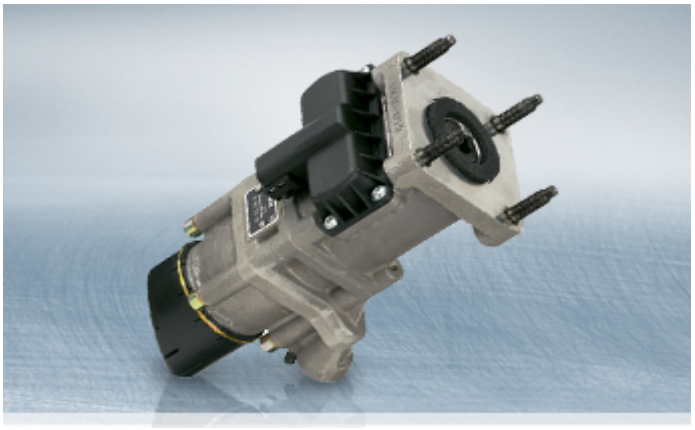



Obr. 1. 2 Robert Bosch[1].

### 1.1 Bosch Diesel s.r.o. Jihlava – historie a výrobní program

Společnost Bosch Diesel s.r.o. v Jihlavě byla založena 4. ledna 1993. První smlouva byla podepsána se společností Motorpal již v říjnu 1992. Historie firmy Bosch ale začíná v Jihlavě již roku 1927, kdy byl Josefem Poláčkem a Josefem Bindrem založen servis Bosch, kde oficiálně prodávali a opravovali produkty firmy Bosch. Zajímavostí je i to, že vnuk Josefa Poláčka Milan Poláček pracuje dnes v jihlavském závodě. Tento servis v roce 1948 z důvodu politických změn zanikl[1,4].

V roce 1946 byl v Jihlavě založen národní podnik Motorpal, kde se dodnes vyrábí vstřikovací zařízení pro vznětové motory. Tato firma společně s firmou Bosch vybudovala ve svém sousedství na Humpolecké novou halu, kde se začalo vyrábět čerpadlo s označením PF (viz obr. 3.1). Na podzim roku 1996 odkoupil Bosch Diesel s.r.o. od společnosti Motorpal její podíl a stal se jediným vlastníkem. Firma Bosch Diesel s.r.o. se velmi rychle rozvíjela. V roce 1994 měla firma 160 zaměstnanců. V současnosti je ve firmě Bosch Diesel s.r.o. Jihlava zaměstnáno 4 500 zaměstnanců, čímž je největším zaměstnavatelem v kraji Vysočina. Od založení v roce 1993 investovala společnost Bosch do závodů v Jihlavě již více než 700 milionů euro[1,3].



Obr. 1. 3 Jednoválcové čerpadlo PF[2].

Společnost Bosch Diesel s.r.o. vyrábí v Jihlavě ve svých třech závodech součásti dieselového systému Common-Rail:

- závod I – Humpolecká,
- závod II – Dolina,
- závod III – Pávov v současnosti největší výrobní hala společnosti Bosch na světě, která byla dokončena v roce 2008[1].

Jedná se o vysokotlaká vstřikovací čerpadla:

- CP1H (nyní již ve výběhu z produkce jihlavského závodu),
- CP3,
- CP4,
- CPN5.

Tlakové zásobníky – raily.

Regulační tlakové ventily DRV.

Firma také provádí sériové opravy vstřikovacích systémů[1,3].

### 1.2 Produkty závodu Jihlava

Jedním z prvních produktů vyráběných v závodě Jihlava bylo jednoválcové čerpadlo PFM (viz obr. 1. 4), vstřikovací čerpadlo VP30 (viz obr. 1. 5), dále například řadové čerpadlo PE (viz obr. 1. 6) a čerpadlo pro systém Common-Rail CP1H (viz obr. 1. 7). Tyto systémy se v současné době již v závodě Jihlava nevyrábějí, je prováděn pouze jejich servis.

Vysokotlaká čerpadla pro systém Common-Rail s označením CP3 (viz obr. 1. 8). V závodě III jsou nyní tři montážní linky, CP4 (viz obr. 1. 9). V závodě III je v současné době šest montážních modulů. Vysokotlaké Raily pro 3,4,6 a 8mi válcové motory a tlakové regulátory DRV, které se vyrábějí ve dvou provedeních DRV1 a DRV2.

V letošním roce nabíhá na závodě III výroba nového čerpadla s označením CPN5, které je určeno pro nákladní a užitková vozidla.

Tyto produkty jsou v současnosti hlavním výrobním programem společnosti Bosch Diesel s.r.o. v Jihlavě.

Obr. 1. 4 Jednoválcové čerpadlo PFM[2].

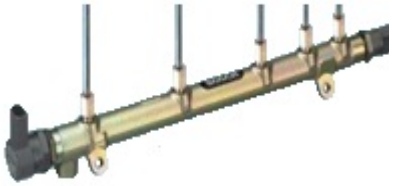
Obr. 1. 5Vstřikovací čerpadlo VP30[2].

Obr. 1. 6 Řadové čerpadlo PE[2].

Obr. 1. 7 CRS čerpadlo CP1H[2].

Obr. 1. 8 CRS čerpadlo CP3[2].

Obr. 1. 9 CRS čerpadlo CP4[2].



Obr. 1. 10 Tlakový zásobník – Rail[3].

Obr. 1. 11 Tlakový regulační ventil – DRV[3].

### 1.3 Čerpadlo CP4 pro systém Common-Rail

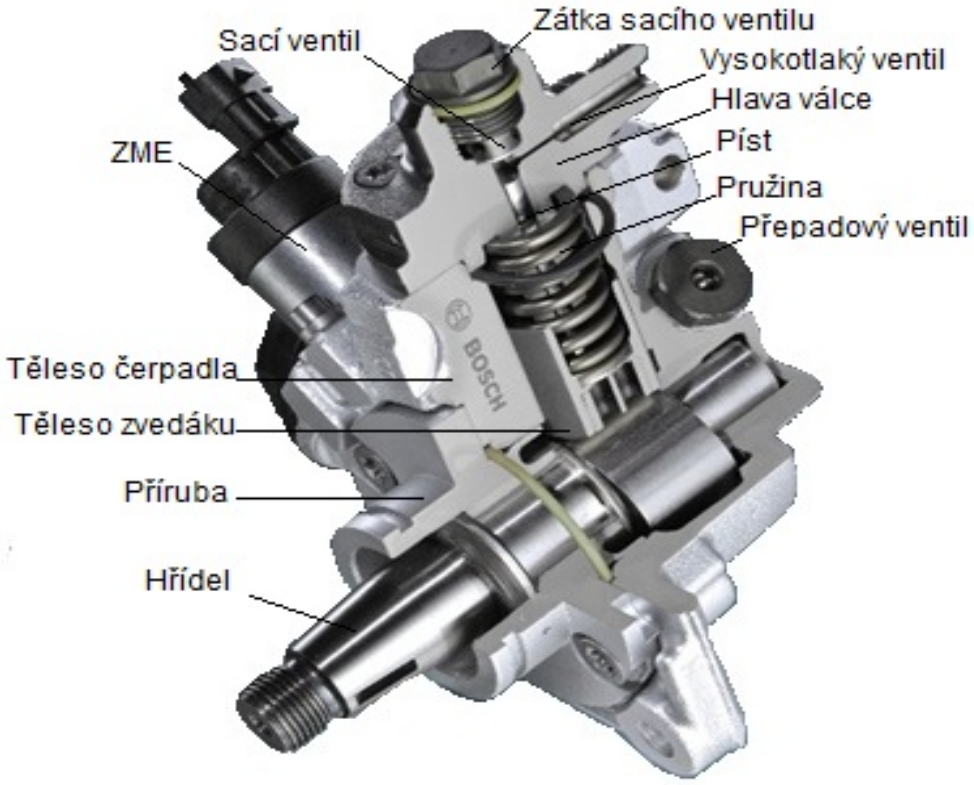
Čerpadlo CP4 (viz obr. 1. 12) je jedním z hlavních produktů společnosti Bosch Diesel s.r.o. Jihlava. Je to nový inovativní produkt, který splňuje současné náročné požadavky zákazníků. Je malé, kompaktní, lehké a velmi výkonné. Na obrázku 1. 13 je vyobrazeno čerpadlo v rozloženém stavu. Vyrábí se ve dvou variantách, jako jednohlavé nebo dvouhlavé čerpadlo. Jeho účelem je během provozu průběžně dodávat potřebné množství paliva pod vysokým tlakem, který běžně dosahuje až 2100 barů,do zásobníku – railu a v něm vytvářet stálý systémový tlak. Je namontováno přímo na motoru a poháněno klikovým hřídelem motoru pomocí ozubeného, řemenového nebo řetězového převodu. Palivo je pak čerpadlu dodáváno pomocí podávacího nízkotlakého zubového čerpadla, které je namontováno přímo na tělese čerpadla[2].

Obr. 1. 12 Dvouhlavé čerpadlo CP4[5].

Obr.1. 13 Rozklad čerpadla CP4[2].

Poměr otáček hřídele a otáček motoru byl u čerpadel CP3 a CP1 1:2 nebo 2:3. Čerpadlo CP4 je novinkou, jeho převodový poměr je 1:1. Vačka na hřídeli čerpadla je dvojitá. Během jedné otáčky hřídele dojde tedy ke dvěma podávacím zdvihům. Čerpadlo je tvořeno jednou nebo dvěma pístovými jednotkami. V případě dvou jsou k sobě vzájemně postaveny pod úhlem 90°. Každá jednotka je tvořena sacím a výtlačným ventilem. Dvojitá vačka, která je součástí hnacího hřídele čerpadla ovládá pohyb pístů. Otáčení vačky způsobuje vratný pohyb pístu, který je realizován pomocí zdvihátek, přitlačených na vačku vinutou pružinou. Palivo je do čerpadla dodáváno nízkotlakým zubovým čerpadlem přes filtr a pojistný ventil. Ten je složen z pístku s pružinou a škrtícím otvorem, kterým proudí palivo do chladícího a mazacího okruhu čerpadla. Po dosažení požadovaného tlaku se otevře a palivo pak přes sací ventil postupuje do prostoru válce. Když dosáhne píst čerpadla horní úvratě, sací ventil se uzavře a palivo proteče přes výtlačný ventil do zásobníku tlaku. Regulátor tlaku upravuje tlak v čerpadle podle aktuálního provozního stavu motoru. Přebytečné palivo je kuličkovým ventilem odpouštěno zpět do palivové nádrže[2].

Sací ventil proto musí být nastaven s velmi vysokou přesností a musí být dokonale těsný, aby byl zajištěn bezproblémový chod celého čerpadla. Tvoří tak, přestože se jedná o poměrně drobnou součástku, jeden z klíčových prvků celého čerpadla. Umístění sacího ventilu v čerpadle CP4 je patrné z obrázku 1. 14.




Obr. 1. 14 Umístění sacího ventilu v čerpadle CP4[3].

Pro výrobu čerpadel CP4 jsou dodávány tři typy sacích ventilů. Jedná se o typ 14xx xxx xx6 a typ 14xx xxx xx7, které pracují s tlaky v rozmezí 1,35 až 1,95 barů v rozmezích podle předepsaných tolerancí. Posledním typem je potom 14xx xxx xx5, jenž je navíc vybaven filtrem na zachycení drobných partiklů. Zkompletovaný sací ventil pro čerpadlo CP4 je zachycen na obrázku 1.15.

Obr. 1. 15 Sací ventil CP4[2].

# 2 ROZBOR STÁVAJÍCÍHO STAVU MONTÁŽNÍHO PROCESU SACÍHO VENTILU CP4

Na montážním středisku nesoucím název SKG jež vznikl z prvních písmen produktů, které jsou tu vyráběny – Sací ventil, Küv (přepadový regulační ventil), Gleitmo (dílce opatřené speciálním povlakem) jsou vyráběny sací ventily pro čerpadla Common-Rail systémů CP3, CP4 a připravuje se výroba i pro čerpadla CPN5. Pro sací ventil CP4 je na středisku k dispozici pět montážních stanic.

Tato práce je zaměřena na proces kompletace sacího ventilu CP4 pomocí lisování, hlavně na zkoušku pevnosti lisovaného spoje se snahou optimalizovat tento proces a nalézt řešení, které by umožnilo snížit četnost servisních zásahů a zkrátit čas výrobního cyklu.

## 2.1 Komponenty sacího ventilu CP4

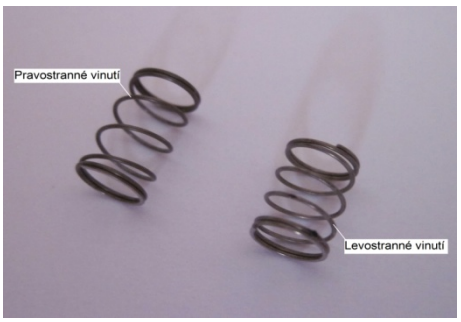
Sací ventil je složen z tělesa ventilu (viz obr. 2. 1), které je společné pro všechny montované typy.

Pístu ventilu (viz obr. 2. 2), který je už přímo z výroby opatřen vrstvou řezného oleje, aby bylo dosaženo požadovaných sil při procesu lisování.

Obr. 2. 1 Těleso sacího ventilu[2].

Obr. 2. 2 Píst sacího ventilu[2].

Pružiny (viz obr. 2. 3), jsou dodávány dva typy, každý z nich v několika třídách. Typy lze rozlišit podle směru jejich vinutí. Sedla ventilu (viz obr. 2. 4), který je také společné pro všechny montované typy.




Obr. 2. 3 Pružina sacího ventilu vinutá[2]: a) vpravo, b) vlevo.

Obr. 2. 4 Sedlo ventilu[2].

## 2.2 Čistota dílců vstupujících do montážního procesu.

Většina polotovaru vstupujícího na montáž je nejprve dokonale odmaštěna a očištěna. Praní probíhá na pračce s označením Dürr-Ecoclean (viz obr. 2. 5). Pracím médiem je Dowclean, uhlovodíková směs modifikovaných alkoholů. Tyto směsi jsou hořlavé a vztahuje se na ně směrnice o hořlavých kapalinách a mají bod vzplanutí 55°C. Nebezpečí výbuchu je vyloučeno pomocí vytvoření vakua[7]. Praný polotovar je za použití zvýšených teplot, opakovaných cyklů a ultrazvuku dokonale odmaštěn a zbaven případných nečistot. Tyto kroky jsou nutné k tomu, aby se zamezilo vniknutí partiklů do finálního výrobku , kde by hrozilo zaseknutí pohyblivých součástí a následná porucha funkce celého čerpadla. Rovněž je praní nutné k zajištění odpovídajících, stabilních a opakovatelných podmínek, potřebných pro proces lisování.

Obr. 2. 5 Uhlovodíková pračka[6].

Dílce jsou k jednotlivým stanicím dodávány vnitřním zásobovačem v pravidelných cyklech, aby nedocházelo k prostojům. U každé montážní stanice jsou válečkové skluzy, na které zásobovač umístí paletky s polotovary a obsluha si je následně odebírá pro montáž. Prázdné paletky potom dalšími skluzy obsluha odesílá od stanice a zásobovač si je odebere a opětovně doplní. Tento systém je nazýván řízením výroby spotřebou a zároveň umožňuje udržovat štíhlou zásobu rozpracované výroby.

## 2.3 Nakládání s odpady

Firma Bosch klade velký důraz na čistotu pracovního prostředí a na minimalizaci dopadů výroby na životní prostředí.

V Jihlavském závodě se o zacházení s odpady a manipulaci s nebezpečnými látkami stará, v souladu Bosch normami stroje, zařízení a vybavení pro manipulaci s látkami ohrožujícími vodní zdroje a management odpadů na základě smlouvy, externí firma[2].

V závodě je vzhledem k probíhajícím procesům vyprodukováno velké množství odpadních látek, hlavně na bázi ropných produktů. Například použité prací médium je recyklováno, čištěno a opětovně používáno.

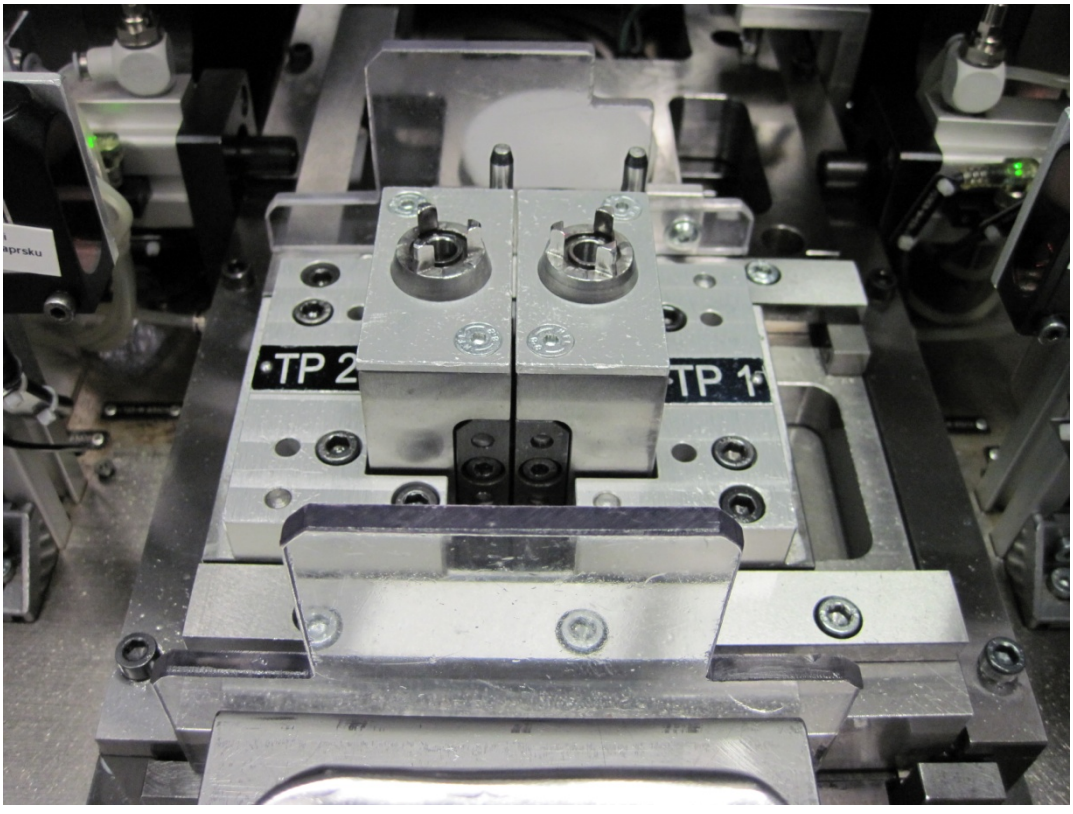
## 2.4 Montáž a zkouška sacího ventilu CP4

Stanice pro montáž a následnou funkční zkoušku sacího ventilu pro čerpadla CP4 je složena ze čtyř základních jednotek. Každá z těchto jednotek má svůj úkol. Montáž a funkční zkouška probíhá v postupných na sebe navazujících krocích. Celý proces je neustále kontrolován a zaznamenáván. V případě zjištění neshodného dílce je proces přerušen, do doby, než je neshodný dílec odstraněn z výroby. Každá jednotlivá pozice je snímána pomocí optických nebo indukčních čidel. Každý smontovaný a přezkoušený dílec je na konci procesu založen do paletky, která je opatřena čipem, na který se uloží veškerá data a výsledky z procesu funkční zkoušky i montáže.

### 2.4.1 Popis jednotlivých částí stanice pro montáž a zkoušku sacího ventilu CP4

V následující části bude stručně vysvětlen princip činnosti montážního a zkušebního zařízení pro montáž polotovarů sacího ventilu CP4 pomocí spojení lisováním a následnou funkční zkoušku, která ověří bezchybnou funkci sacího ventilu v čerpadle CP4 a jeho nastavení v předepsaných tolerancích.

Celý proces začíná montáží sacího ventilu (viz obr. 2. 6). Jednotlivé díly odebírá obsluha z paletek s polotovary a podle předepsaného pracovního postupu založí všechny dílce do přípravku, kde dojde ke spojení jednotlivých polotovarů pomocí lisování. Tato práce se zaměřuje právě na tuto část výroby. Podmínky a jednotlivé kroky montáže popisuje tato práce podrobněji v následujících kapitolách.




Obr. 2. 6 Montážní přípravek pro sestavu a lisování sacího ventilu[2].

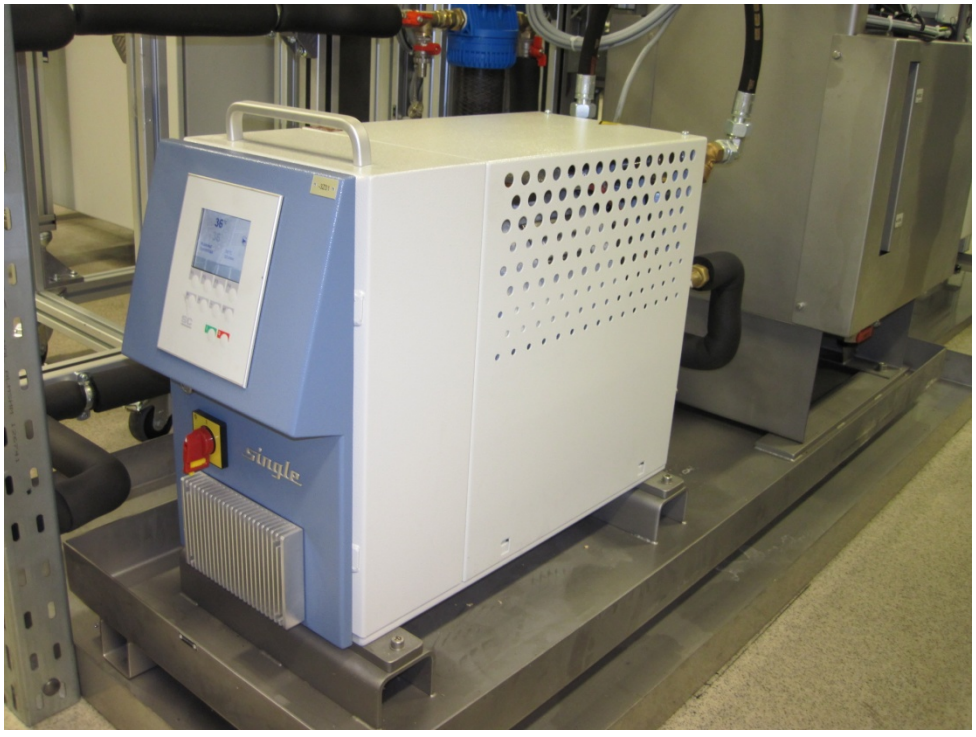
V další části následuje odsátí případných třísek, které mohou vzniknout při lisování. Je realizováno pomocí vývěvy. Zalisovaný sací ventil je odložen do přípravku, kde je v několika krátkých intervalech pomocí vytvořeného podtlaku prouděním vzduchu provedeno odsátí nečistot.

Následně je sací ventil založen do zkušební stanice, kde probíhá funkční zkouška. V prvním kroku dojde k propláchnutí sacího ventilu proudem zkušební kapaliny. Zkušební kapalina nahrazuje naftu. Je označena Shell calibration fluid. Jedná se o zdraví škodlivou látku, která je nebezpečná pro životní prostředí. Je doporučeno pracovat v ochranných rukavicích. Nakládání s těmito látkami určuje směrnice jihlavského závodu. Kapalina je zahřáta na provozní teplotu, simulující provozní podmínky chodu čerpadla při provozu v automobilu. O správné nastavení teploty a její udržení v požadovaných tolerancích se stará speciální jednotka (viz obr. 2. 7).

V dalším kroku dojde ve zkušební stanici k nastavení tlaku tak, aby byl nižší, než je požadovaný tlak nutný pro otevření sacího ventilu, systém se uzavře a po přesně definovanou dobu probíhá zkouška těsnosti sacího ventilu pomocí měření poklesu tlaku. Pokud daný kus projde touto zkouškou, následuje poslední krok.

V tomto kroku dochází k postupnému narůstání tlaku až do doby, kdy dojde k otevření sacího ventilu. Při této zkoušce je sledován nejen finální otevírací tlak, ale i průběh přírustku tlaku v závislosti na čase.

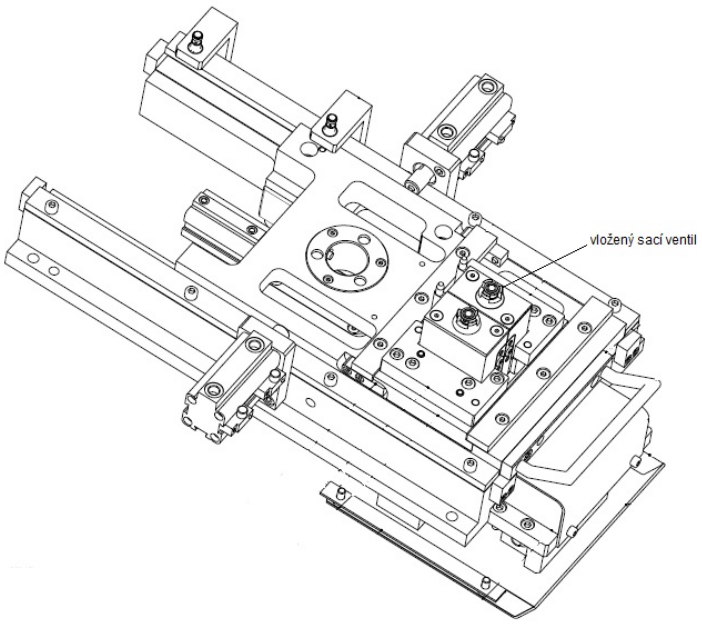
Na konci funkční zkoušky sacího ventilu CP4 je skluz s paletkami na hotové dílce. Tyto paletky jsou opatřeny čipy, na které se ukládají všechna data z celého procesu montáže a zkoušky. Tyto čipy jsou následně načítány při další montáži sacích ventilů do čerpadla CP4. Lze tedy kdykoliv dohledat informace o konkrétních dílcích a reagovat tak na případné problémy při výrobě a předejít jejich opakování do budoucna.




Obr. 2. 7 Zařízení pro udržení teploty zkušebního média[7].

### 2.4.1.1 Montážní přípravek, popis průběhu procesu

Nejdůležitější části montážního přípravku jsou patrné ze schématu (viz obr. 2. 8). Jedná se o soustavu pojezdů a dvojici přípravků pro samotnou montáž sacích ventilů CP4. Pojezdy jsou realizovány zčásti ruční obsluhou a zčásti pomocí pneumaticky ovládaných pístnic. Samotné zalisování je realizováno lisem od firmy FlexPress.




Obr. 2. 8 Design přípravku pro montáž sacího ventilu CP4.

Tato práce se detailně zaměřuje na funkci vodicího pouzdra a trnu, který slouží k usnadnění montáže a s jeho pomocí je realizována zkouška pevnosti lisovaného spoje sacího ventilu.

Komponenty jsou do přípravku vkládány v postupném pořadí. Nejprve je založeno sedlo sacího ventilu (viz obr. 2. 4). Jeho správnou pozici zajišťuje vodicí a lisovací trn, který je na počátku v horní poloze. Sedlo sacího ventiluje je na něj navlečeno.

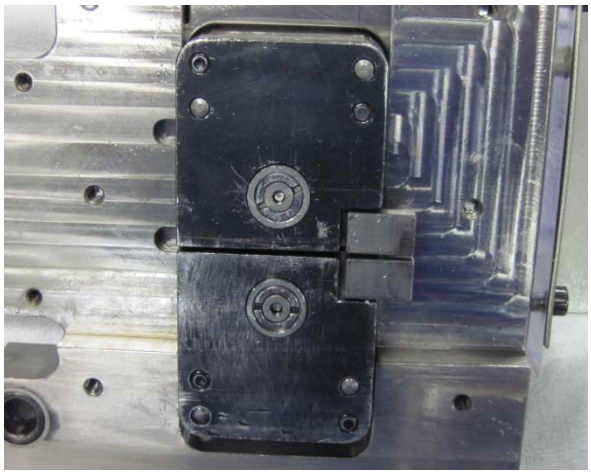
Následně je osazena vinutá pružina (viz obr. 2. 3), která je předtím v pomocném přípravku několikrát stlačena, aby došlo k ustálení jejich vlastností a hodnoty se co nejvíce přiblížily skutečnému provozu. Poté obsluha stiskne ovládací tlačítko a trn sjede do spodní polohy, aby nedošlo k jeho poškození při lisování sedla ventilu na dřík pístu ventilu.

Nyní je do vedlejšího přípravku založeno těleso ventilu (viz obr. 2. 1) a pomocí vakuové pinzety je z paletky uchopen píst sacího ventilu (viz obr. 2. 2) a ten založen do tělesa sacího ventilu. Celá tato sestava se poté vloží do přípravku, kde je již založeno sedlo sacího ventilu a vinutá pružina.

Píst sacího ventilu je z paletky odebírán pomocí vakuové pinzety uchopením za hlavu pístu a to proto, aby nedošlo k setření olejového filmu při manipulaci rukou. Tento film se nachází na dříku pístu sacího ventilu. Byl vytvořen při procesu broušení, kterým probíhá výroba pístu sacího ventilu. Jedná se o řezný a brusný olej Multicut Grind. Nejedná se o nebezpečnou látku a nevztahuje se na něj směrnice o nakládání s nebezpečnými materiály. Dodržení této podmínky je důležité pro zajištění odpovídajících lisovacích sil.

Současný vzhled designu montážního a zkušebního zařízení je patrný z následujících pohledů (viz obr. 2. 9 a 2. 10). Tento stav způsobuje problémy a výpadky při samotné montáži, protože dochází k uvolnění vodicího pouzdra v přípravku, tím následně k zaseknutí celé sestavy v pojezdech a je nutná demontáž celé sestavy a problematické dotažení uvolněného pouzdra. K uvolňování dochází zcela náhodně, nelze ho vypozorovat z žádných předběžných údajů a celá následující oprava zabere zaškolenému pracovníkovi průměrně 20 minut. Po tuto dobu je celá stanice mimo provoz. Jedná se tedy o ztrátový čas.

Obr. 2. 9 Pohled na montážní sestavu shora[2].



Obr. 2. 10 Pohled na montážní sestavu zespoda[2].

Po založení všech komponentů do montážního přípravku a po zajetí vodicího a lisovacího trnu do spodní polohy stiskne obsluha tlačítko a ručně přesune ve vodicích kolejnicích celou sestavu do pozice pro lisování.

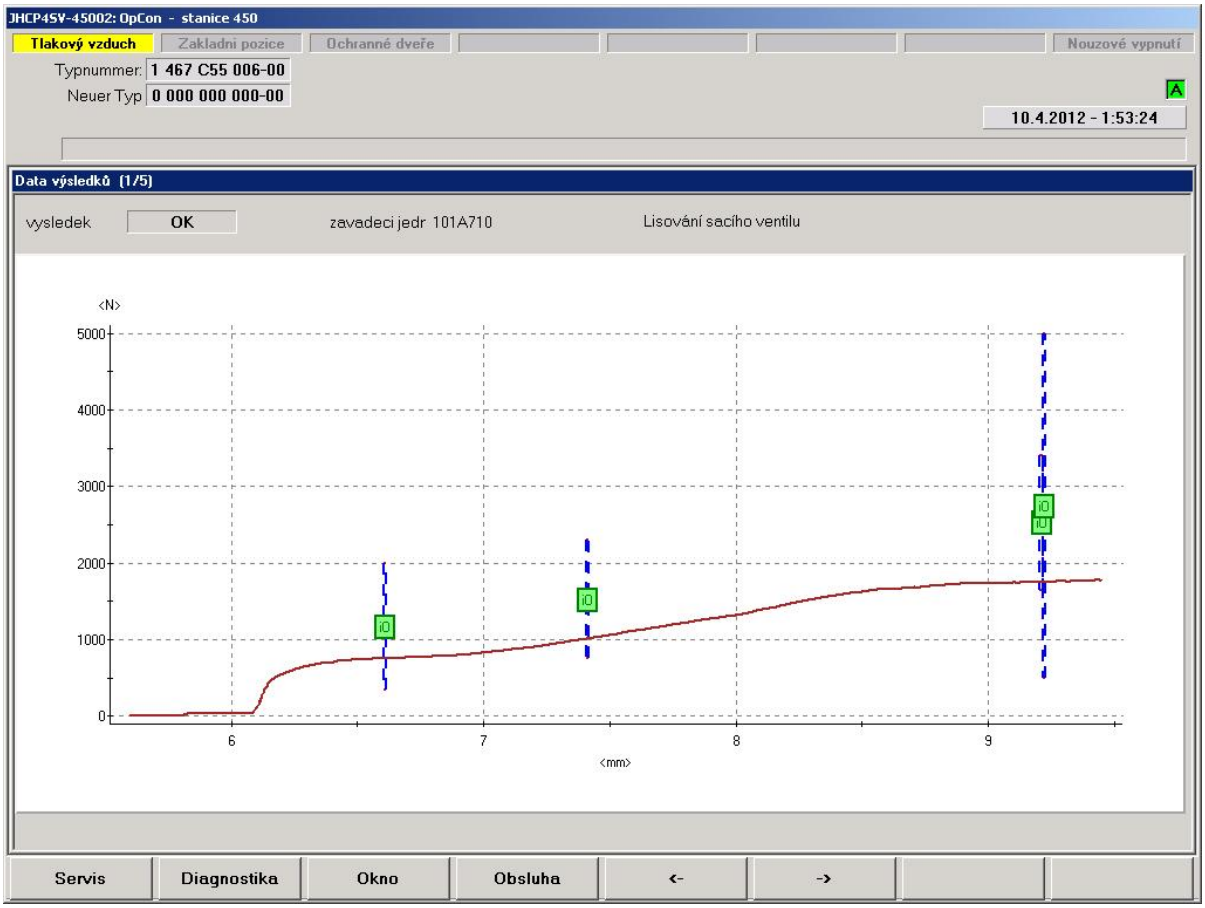
Následně je tato sestava zajištěna proti posunutí v pozici pomocí trnu, který je pneumaticky ovládán. V dalším kroku shora sjede hlavice osazená na lisovacím zařízení firmy FlexPress a dojde k nalisování sedla sacího ventilu na dřík pístu sacího ventilu. Po celou dobu lisování je sledován průběh lisovacích sil v závislosti na dráze, po které se lisovací hlavice pohybuje. Celková dráha je dána jako parametr, který lze měnit. Hlavice vždy dosáhne nastavené polohy. Tento parametr je měněn podle aktuální třídy pružin, které jsou v danou chvíli používány.

Standardem je, že olejový film, který ulpívá na dříku pístu sacího ventilu vyhovuje lisovacímu procesu. Dochází však i k tomu, že film na dříku nevyhovuje a dochází k výpadkům v důsledku nevyhovujících lisovacích sil. Je to způsobeno i tím, že píst ventilu je dodáván ze závodů v Německu a podmínkami při přepravě (například vysokou teplotou v nákladním prostoru v letních měsících) nemusí být vrstva oleje dostačující. V tomto případě je paletka s písty ponořena do lázně s řezným olejem Multicut Grind a po okapání vrácena na montáž.

Dochází ale i k tomu, že vlastnosti povrchové vrstvy dříku pístu sacího ventilu po broušení v kombinaci s tolerancemi pístu a sedla sacího ventilu způsobují výpadky v procesu lisování. V tomto případě jsou používány další dva oleje o rozdílných viskozitách, do kterých se paletka s písty ponoří a nový film zajistí plynulý lisovací proces s minimem výpadků.

Pro opakované mazání pístů sacích ventilů jsou kromě základního řezného a brusného oleje Multicut Grind používány oleje Mol Hydro, hydraulický olej s vyšší viskozitou než má olej Multicut a olej Shell Tonna motorový olej s nejvyšší viskozitou z celé této používané řady. Žádný z těchto olejů není kvalifikován jako nebezpečná látka. O nakládání s těmito produkty se stará, na základě vnitřních předpisů, externí firma.

Průběh lisovacích sil je nasnímán na zkušebním vzorku (viz obr. 2. 11). Průběh lisovacích sil u dalších dvou vzorků je součástí přílohy č.5 a č.6.

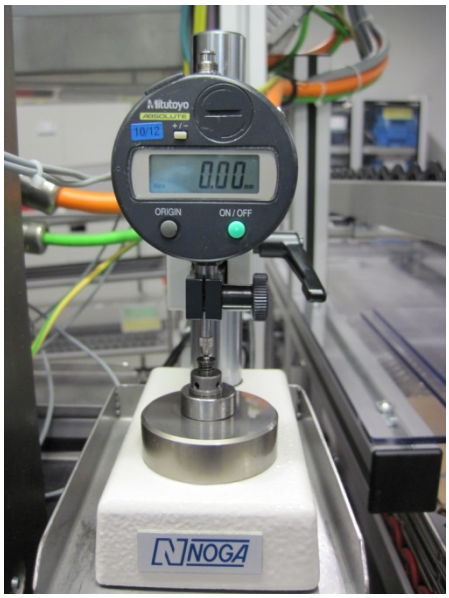



Obr. 2. 11 Průběh lisovacích sil[2].

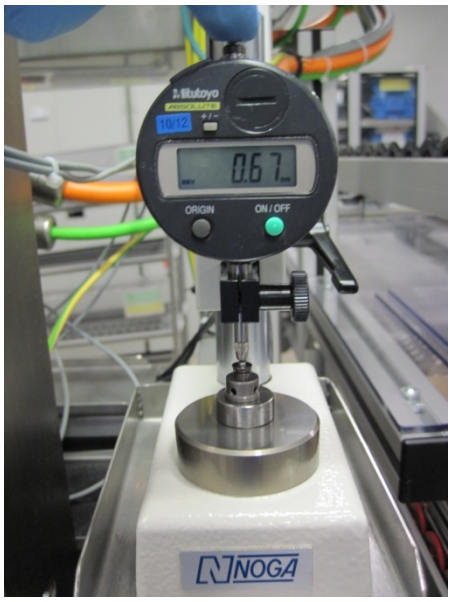
Síly jsou zaznamenávány a kontrolovány ve třech bodech. Náběh lisovací síly (zásadně ovlivněn geometrii čela dříku), její průběh a maximální dosažená hodnota (na tyto hodnoty má zásadní vliv dodržení tolerancí při broušení a mazací olejový film) ve spojení s geometrií a dodržením tolerancí při výrobě sedla sacího ventilu.

Pro správnou funkci sacího ventilu v čerpadle je důležité dodržení geometrie finálního produktu. Jedná se o hloubku zalisování sedla sacího ventilu na dřík pístu tak, aby byl zajištěn dostatečný pohyb pístu v tělese sacího ventilu a tím zajištěna požadovaná dodávka paliva do systému. Tato geometrie je nazývána zdvihem sacího ventilu a je kontrolována na počátku každé směny nebo v případě změny parametru dráhy lisování. Její měření je prováděno úchylkoměrem firmy Mitutoyo (viz obr. 2. 12) a zaznamenáváno tak, aby bylo možno dosledovat průběh procesu.

Kontrola hloubky zalisování sedla sacího ventilu (viz obr. 2. 13). Zalisovaný sací ventil je vyjmut ze sestavy pro kompletaci. Obsluha ho umístí na podpěrný kroužek z nerezové oceli tak, aby se při zatlačení na jeho horní část mohl píst ventilu volně pohybovat. Hodnoty, které se následně odečtou z displeje měřícího zařízení musí být v předepsaných tolerancích. V opačném případě je zapotřebí provést změnu parametru hloubky lisování a proces měření u dalších kusů zopakovat. Korekci parametru smí provádět pouze zaškolený pracovník. Měření provádí obsluha stanice a případné nesrovnalosti ihned hlásí zodpovědné osobě. Kusy, které nevyhoví předepsané toleranci je nutno vyřadit.




Obr. 2. 12 Digitální úchylkoměr Mitutoyo[2].




Obr. 2. 13 Měření zdvihu sacího ventilu[2].

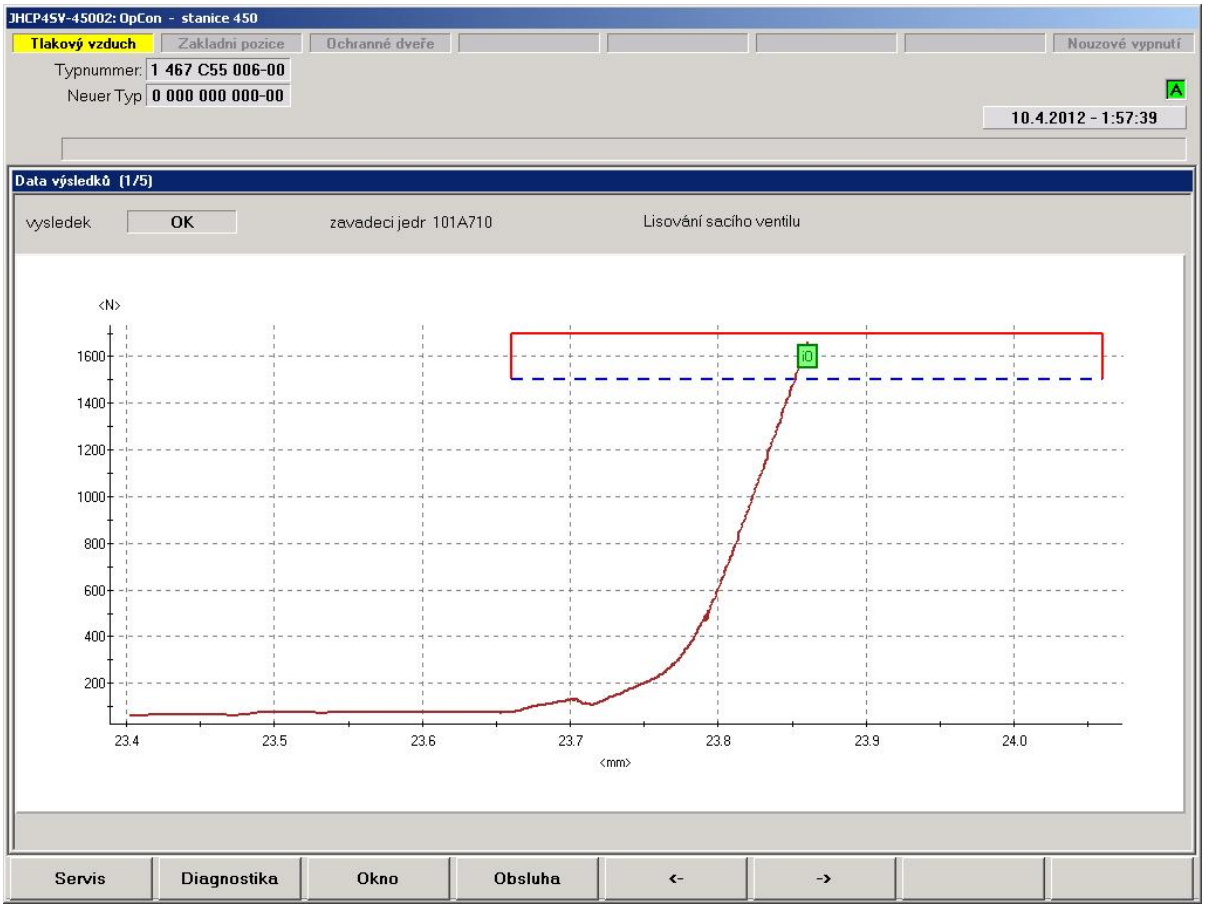
Po kompletaci a zalisování sacího ventilu najede lisovací a vodicí trn do horní pozice, je podepřen a zajištěn proti pohybu. Následně je v horní hlavě vyměněna pomocí pneumatiky koncovka a lisovací zařízení začne najíždět na zalisovaný sací ventil. Lis se pohybuje rychlostí 0,5 mm za sekundu a když dojde ke kontaktu s tělesem ventilu, začne na něj tlačit silou 1650 N po přesně definovanou dobu a průběžně se kontroluje, jestli nedojde ke změně dráhy. Lisovací trn je tedy namáhán při každé zkoušce a proto se při nedostatečném dotažení v sestavě uvolňuje.

Dojde-li k pohybu sedla ventilu po dříku pístu znamená to, že lisovaný spoj není dostatečně pevný a dílec je vyřazen.

Čas, kdy hlavice lisu postupně sjíždí k zalisovanému sacímu ventilu a než dojde ke kontaktu a počátku měření sil, je výrazně ovlivněn délkou lisovacího a vodícího trnu. Při rychlosti posuvu 0,5 mm·s-1 znamená délka 1 mm je rovna času 2 sekundy, což výrazně ovlivní celkový takt procesu. Proto je potřebné najít nejvhodnější délku lisovacího trnu.

Zároveň je nutné zajistit, aby při najetí trnu do spodní pozice nezasahoval do pracovního prostoru a nedocházelo ke kolizi trnu, pístu sacího ventilu a hlavice lisovacího zařízení FlexPress. Rozměry lisovacího a vodicího trnu byly navrženy od výrobce tak, aby se předešlo případné kolizi. Byly však navrženy a vyrobeny s příliš velkou tolerancí, která prodlužuje celkový čas taktu.

Průběh sil při zkoušce pevnosti spoje sacího ventilu CP4 byl ověřen na zkušebních vzorcích (viz obr. 2. 14). Výsledky dalších dvou měřených vzorků jsou součástí přílohy č.7 a č.8.




Obr. 2. 14 Průběh zkoušky pevnosti lisovaného spoje sacího ventilu[2].

### 2.4.1.2 Tlakové spoje vytvořené lisováním za studena

Tlakový spoj je pevné (většinou) nerozebíratelné spojení dvou součástí pomocí tření, které vzniká v místech vzájemného dotyku spojovaných součástí radiálním napětím, vzniklým díky změně tvaru součásti při lisování s přesahem. Nepoužívají se žádné spojovací součásti. Používají se zejména pro spojení válcových součástí, kde je potřeba přenášet velký točivý moment nebo sílu působící v ose spojovaných součástí. Základním znakem tohoto spojení je přesah hřídele oproti díře[8,11].

Ve strojírenství se v soustavě jednotné díry používají uložení H6/r5, H6/s5, H7/p6, H7/r6, H7/s6, H7/s7, H7/u7, H8/u8[7,11].

Výhody tlakového spoje:

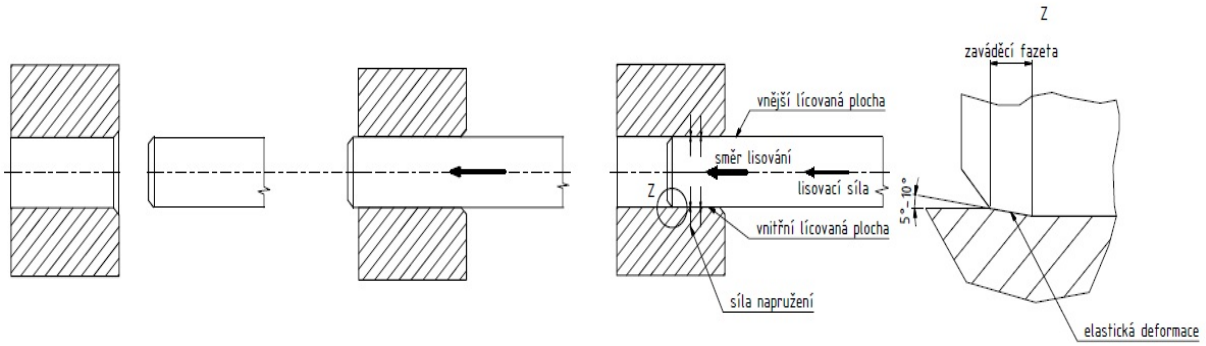
- tlakové spoje jsou výrobně jednoduché a proto mají nízké výrobní náklady,
- nedochází k zeslabení nosného průměru hřídele (průřez není zeslaben drážkou),
- souosost spojovaných součástí,
- lze spojovat součásti, které nelze vyrobit vcelku (velké klikové hřídele, nákolky železničních kol apod.)[8,11].

Nevýhody tlakového spoje:

- lze spojovat pouze součásti kruhového průřezu,
- vysoká teplota může narušit pevnost spoje,
- v případě velkého přesahu může dojít k deformaci a hrozí také prasknutí spojovaných součástí[8].

Technologické zásady přímého lisovaného spojení za studena:

- použití hlavně pro součásti s malým válcovitým průměrem,
- hřídel je vyroben s přesahem oproti díře (0,01 až max. 0,02mm). Přesah je volen s ohledem na spojovaný materiál tak, aby nedošlo k poškození spojovaných součástí,
- použitím vhodného maziva zabráníme zadření součástí při lisování,
- za studena se spojují lisováním součásti do průměru 50mm,
- pro dobrý průběh lisovacích sil se sráží hrany na hřídeli i v otvoru, na vnitřním dílci se vytváří náběh (2 – 5mm) s kuželovým osazením ( 5 - 10°) (viz obr. 2. 15),
- rychlost lisování by neměla překročit (2 $m \cdot s^{-1}$).[8]




Obr. 2. 15 Spojení přímým nalisováním za studena[8].

Pro výpočet únosnosti nalisovaného spoje pro osovou se používá vztah (1).

$$F_{min} = \frac{\pi}{k} \cdot 2R \cdot l \cdot p_{min} \cdot f \qquad (1)$$

kde:

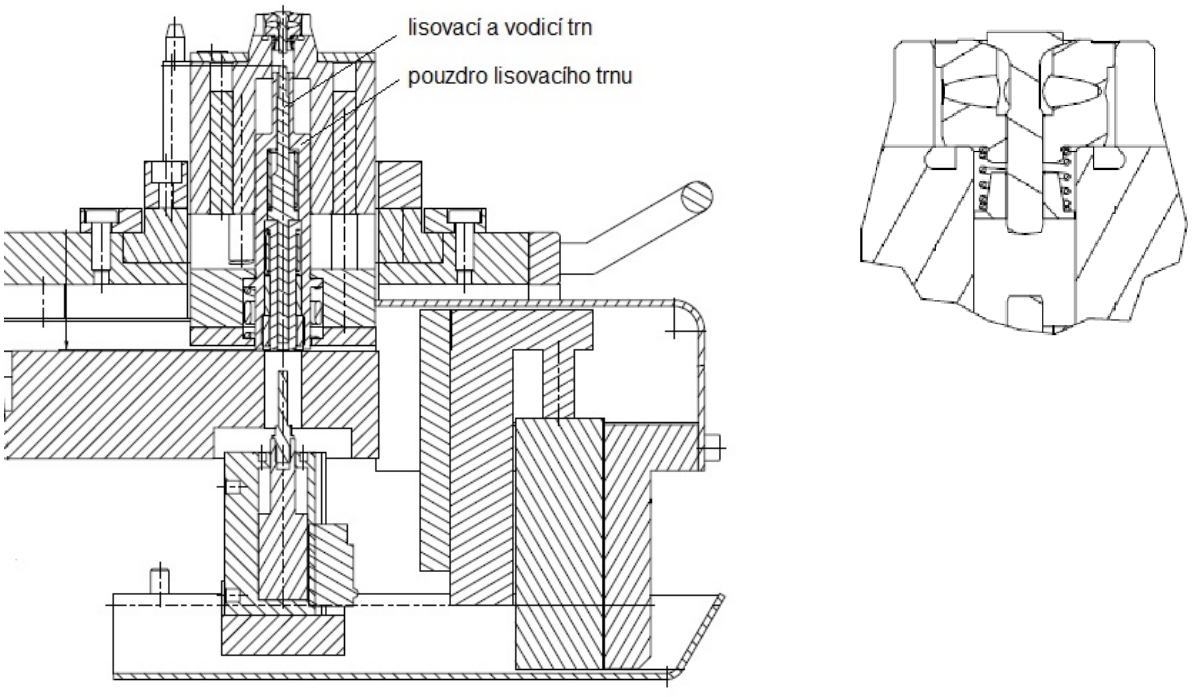
| | | | |
|---|---|---|---|
| $F_{min}$ [N] | - | minimální osová síla |
| k [-] | - | bezpečnost spoje |
| f [-] | - | součinitel tření |
| l [mm] | - | šířka spoje |
| $p_{min}$ [MPa] | - | minimální tlak ve spoji |
| R [mm] | - | poloměr lisovaného spoje[8] |

Pro výpočet únosnosti nalisovaného spoje pro krouticí moment se používá vztah (2).

$$M_{kmin} = \frac{\pi}{k} \cdot R^2 \cdot l \cdot p_{min} \cdot f \qquad (2)$$

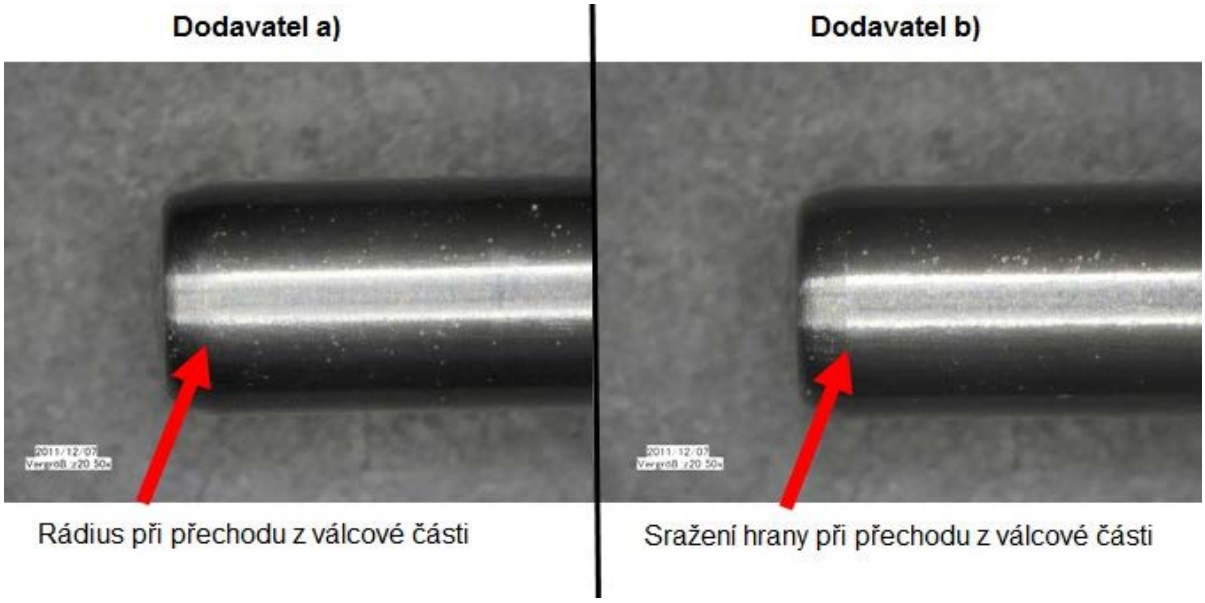
kde: $M_{kmin}$ [kN·m] - minimální krouticí moment
k [-] - bezpečnost spoje
f [-] - součinitel tření
l [mm] - šířka spoje
$p_{min}$ [MPa] - minimální tlak ve spoji
R [mm] - poloměr lisovaného spoje[8]

Aby nedocházelo ke zkreslení hodnot naměřených lisovacích sil, je nutné zajistit dostatečnou tuhost celé lisovací sestavy. Pro konstrukci přípravku je třeba volit vhodné použité materiály a uvažovat nad takovým designem celé sestavy, kde je zohledněn co nejmenší počet dílů, aby nedocházelo k pružení celé soustavy. Zároveň je třeba přihlédnout i k ekonomičnosti výroby přípravku. Pohled na lisovací soustavu a detail uložení sacího ventilu v přípravku je na obr. 2. 16.



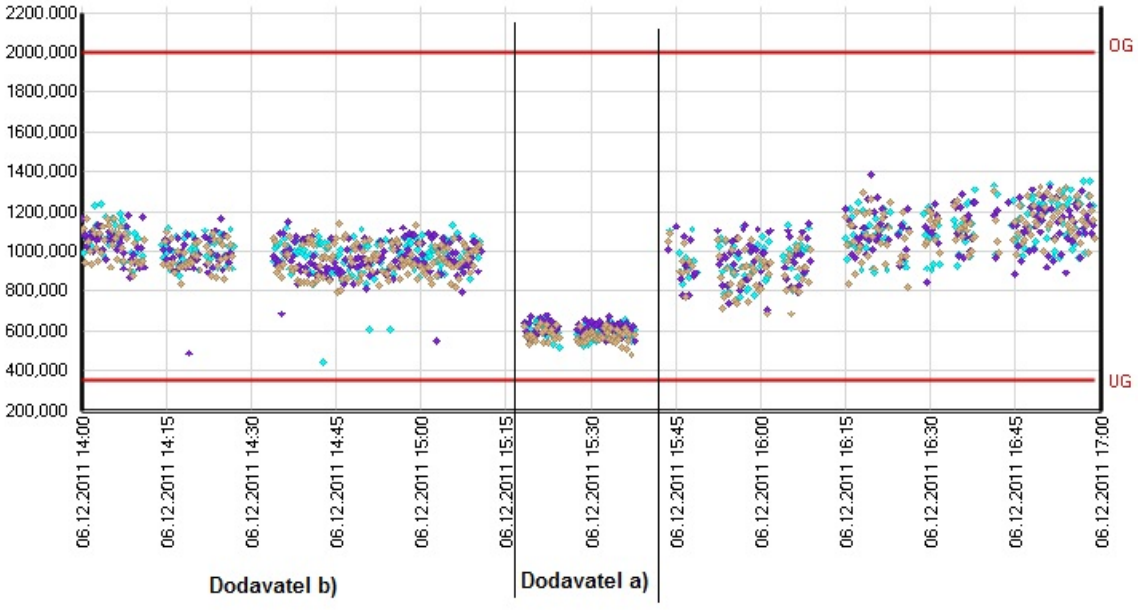

Obr. 2. 16 Lisovací soustava a detail uložení sacího ventilu[2].

Průběh lisovacích sil je možno na stanici zaznamenat jako soubor dat a následně si jej převést do grafické podoby, kde je patrný vliv různých vlivů, jako jsou například dodržení tolerance průměru dříku pístu oproti vnitřnímu průměru sedla ventilu, geometrie náběhu, který je na dříku pístu, drsnost povrchu atd. Písty jsou na středisko dodávány od dvou různých externích dodavatelů. Každý z těchto dodavatelů má odlišný tvar geometrie náběhu na dříku pístu sacího ventilu (viz obr. 2.17).




Obr. 2. 17 Rozdíl v geometrii náběhu dříku pístu od různých dodavatelů[2].

Rozdíly v náběhu lisovacích sil v závislosti na geometrii čela dříku jsou patrné z obr. 2. 18.

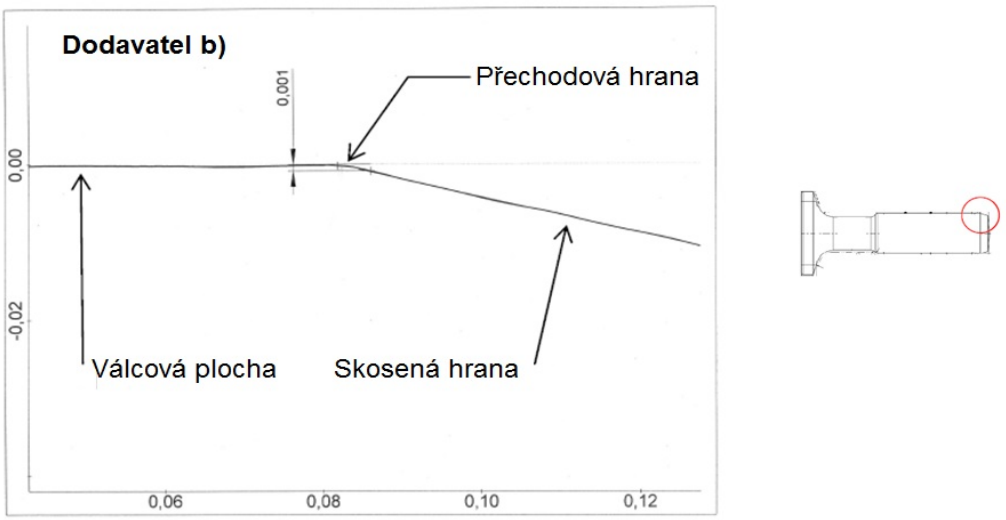



Obr. 2. 18 Rozdíl hodnot v náběhu sil[2].

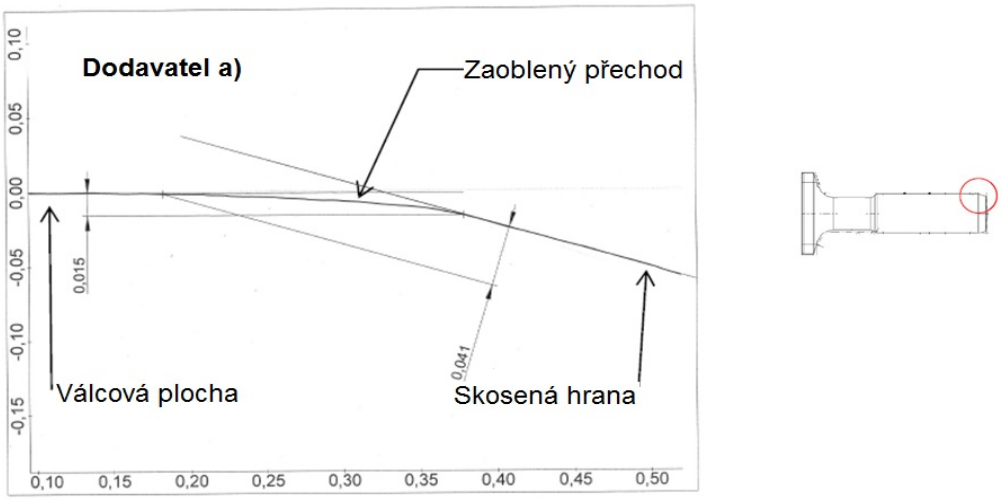
Lisovací síly v době náběhu lisování jsou od obou dodavatelů rozdílné. Každý z dodavatelů používá při výrobě součásti odlišnou technologii. Z obr. 2. 18 je dobře patrný rozdíl v naměřených hodnotách.

Při použití pístu sacího ventilu od dodavatele **a** se hodnoty měřených lisovacích sil pohybují v průměrném rozsahu 480 - 680N. Při použití pístu od dodavatele **b** se měřené hodnoty pohybují průměrně v rozsahu 900 – 1100N.

Rozdíly způsobuje odlišná geometrie čela dříku – respektive náběh. Zatímco u dodavatele **b** je používána při přechodu z válcové plochy do skoseného kuželu ostrá hrana (viz obr. 2. 19), u dodavatele **a** je používána v těchto místech zaoblená plocha (viz obr. 2. 20). Náběh lisovací síly je tak u dodavatele **a** téměř o 500N nižší. Dochází tak k menšímu opotřebení přípravků pro lisování.

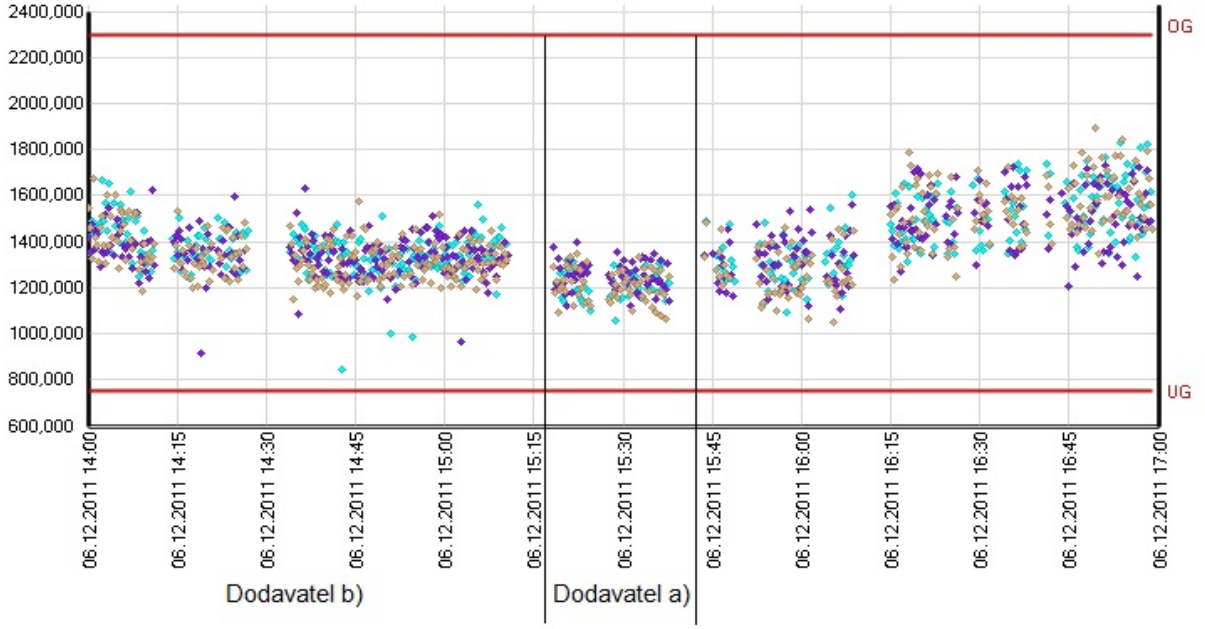



Obr. 2. 19 Geometrie čela dříku pístu dodavatel **b**.



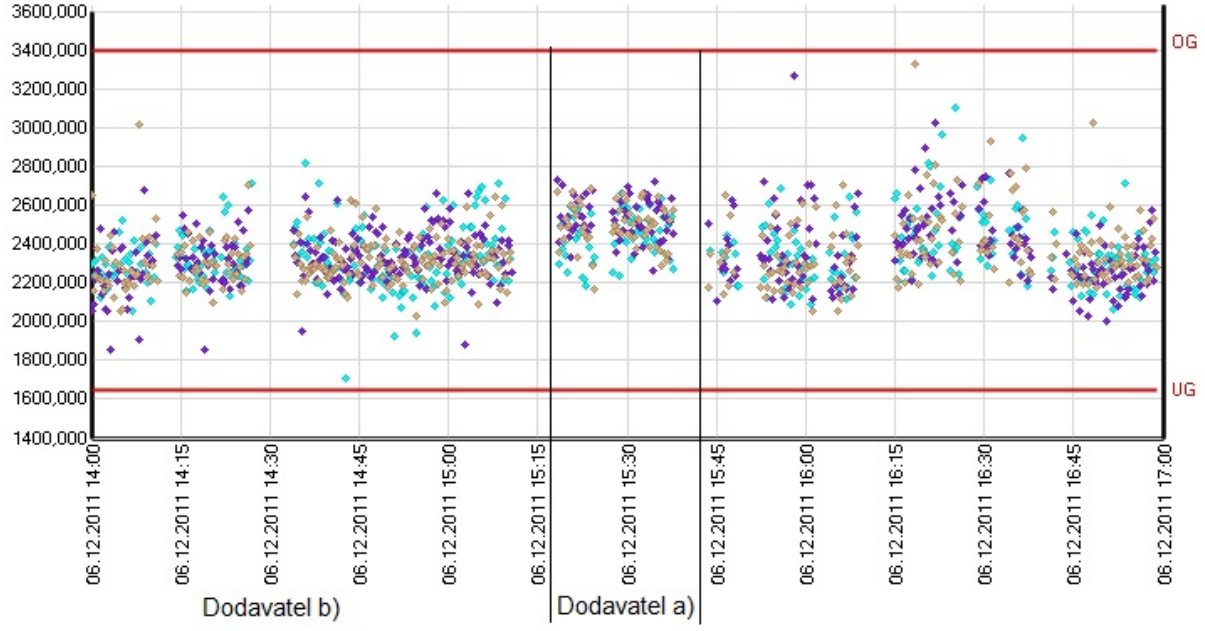

Obr. 2. 20 Geometrie čela dříku pístu dodavatel **a**.

Pro dokonalé porovnání byly sledovány lisovací síly i v průběhu procesu lisování sedla sacího ventilu na dřík a byly zaznamenány do grafu (viz obr. 2. 21).




Obr. 2. 21 Průběh hodnot lisovacích sil[2].

Naměřené hodnoty lisovacích sil se v druhém bodě, kde je sledován průběh lisovací síly téměř vyrovnávají. Rozdíly se pohybují zhruba okolo 100 – 200N v závislosti na vlastnostech konkrétní dodávky. Hodnoty lisovacích sil snímané na konci lisovacího procesu jsou již zcela totožné, bez ohledu na počáteční geometrii(viz obr. 2. 22).



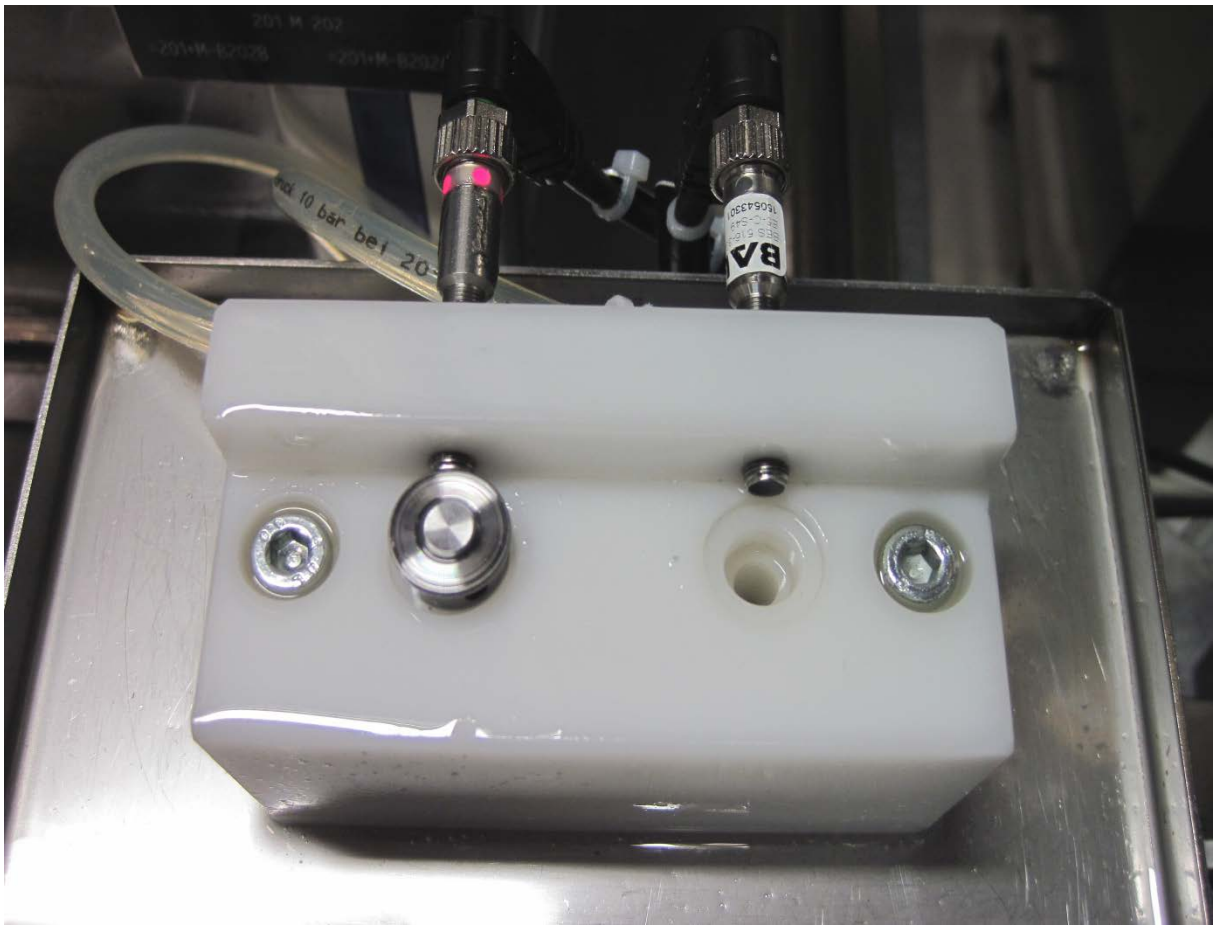

Obr. 2. 22 Hodnoty sil na konci lisovacího procesu[2].

### 2.4.1.3. Odsávání případných třísek vzniklých při procesu lisování

Při nalisování sedla sacího ventilu na dřík pístu občas dochází k vytvoření drobných třísek. Aby se předešlo k případnému vniknutí třísek do sacího ventilu a tím ke vzniku netěsností, což by mělo za důsledek ztrátu funkce těsnosti, je zalisovaný sací ventil založen do přípravku, kde je pomocí vývěvy vytvořen podtlak a proud vzduchu, který vzniká, strhává případné třísky do filtru, který je namontován na konci odsávacího systému.

Pokud by nebyly případné třísky dokonale odstraněny, mohlo by dojít k uvolnění třísek ve finálním výrobku - vysokotlakém čerpadle. Hrozilo by tak zaseknutí některé z jeho pohyblivých součástí nebo ke ztrátě dodávky paliva, či ztrátě funkce mazání. To by mělo za následek poruchu celého Common-Rail systému a došlo by k zastavení vozidla.

Zkompletovaný sací ventil je založen do přípravku pro odsávání třísek (viz obr. 2. 23), kde indukční snímače Balluff zaznamenají přítomnost kusu a dojde ke spuštění cyklu odsávání.



Obr. 2. 23 Odsávací přípravek se snímačem Balluff[2].

Indukční snímače Balluff se využívají pro řízení, regulaci, automatizaci a polohování při výrobních procesech. Jedná se o masivní celokovové bezdotykové snímače, které zaznamenávají přítomnost kovových částí a mají elektronický výstup[10].

# 3 POSOUZENÍ MOŽNOSTI OPTIMALIZOVAT SOUČASNÝ STAV PROCESU KOMPLETACE SACÍHO VENTILU

Optimalizace je snaha o nalezení nejvýhodnějšího řešení konkrétního úkonu nebo optimálního sledu operací. Optimální stav je takový stav, kdy jsou nalezeny takové hodnoty řešení konkrétního problému, při kterých za daných podmínek dosáhneme dosažení maximálních nebo minimálních hodnot zadaných kritérií[9,12].

Parametry, které jsou předmětem optimalizace nejsou pevně dány, mohou se pohybovat v určitém rozmezí[12].

K procesu optimalizace lze přistupovat různými způsoby[12]:

- logickým rozborem konkrétního stavu,
- intuitivně, pomocí pokusu na základě získaných zkušeností,
- pomocí aplikace matematických metod.

Pro optimalizaci procesu kompletace sacího ventilu lisováním na středisku SKG byla použita metoda solidního logického rozboru v kombinaci s intuitivním přístupem a s využitím zkušeností získaných dlouhodobým sledováním výrobního procesu.

Tato práce se zaměřuje na optimalizaci současného stavu procesu z několika rozdílných hledisek.

Zásadním hlediskem je snaha o zkrácení výrobního taktu stanice a tím navýšení počtu vyrobených sacích ventilů, což povede přímo ke snížení nákladů na jeden smontovaný sací ventil a následně na celý Common-Rail systém.

Druhým hlediskem je potom snížení počtu nutných servisních zásahů do přípravku pro lisování sacího ventilu, což nepřímo vede také ke zvýšení produktivity stanice.

Posledním hlediskem je potom prodloužení životnosti indukčního snímače v přípravku pro odsávání, které povede ke snížení provozních nákladů.

## 3.1 Optimalizace výrobního taktu stanice

Na stanici byly prověřeny jednotlivé montážní kroky a byly hledány možnosti jejich optimalizace. Pozorováním montážního cyklu bylo zjištěno, že u jednotlivých stanic jsou rozdílné časy výrobního taktu.

Při detailním zkoumání byl zjištěn rozdíl v době zkoušky, po kterou dochází v přípravku pro lisování sacího ventilu ke kontrole pevnosti lisovaného spoje sedla sacího ventilu a dříku pístu sacího ventilu. Tato zkouška je realizována pomocí přípravku, ve kterém je vloženo přes pružinu vodicí pouzdro a v něm na soustavě pružin uložen lisovací trn. Zkouška pevnosti spoje je prováděna pomocí lisovacího trnu, který zespodu podepírá hlavu pístu sacího ventilu. Shora na zalisovaný sací ventil začne sjíždět hlavice lisovacího zařízení FlexPress. Rychlost posuvu lisovací hlavy je $0{,}5 mm \cdot s^{-1}$. Jakmile dojde ke kontaktu mezi hlavicí FlexPressu, tělesem sacího ventilu a pístu ventilu, který je podepřen lisovacím trnem, je vyvinuta síla 1650N. Tato síla je o 50N nižší, než je nejnižší požadovaná síla, které musí hotový sací ventil odolat. Po přesně definovanou dobu dochází ke konstantnímu tlaku a současně je pomocí snímače kontrolována dráha hlavice a nesmí dojít k posunu zalisovaného dříku pístu v sedle sacího ventilu. Je snímána a dále vyhodnocena pozice hlavice lisovacího zařízení na počátku

a na konci cyklu zkoušky lisovacího spoje a vyhodnocen rozdíl mezi těmito pozicemi. V případě, že měřený kus nevyhoví zadaným kritériím, je z dalšího procesu vyřazen.

Byly demontovány jednotlivé zkušební přípravky a byly kontrolovány rozdíly mezi jednotlivými dílci sestav. Měřením byly zjištěny rozdíly v délce lisovacích trnů, které způsobovaly výsledné rozdíly v čase cyklu jednotlivých stanic. Zásadní je doba, než dojde ke kontaktu lisovací hlavice s podepřeným pístem sacího ventilu. Při rychlosti pojezdu lisovacího zařízení FlexxPress 0,5mm·s$^{-1}$ urazí hlavice dráhu 1mm za 2 sekundy. Délka lisovacího trnu je tedy zásadním údajem.

### 3.1.1 Návrh optimalizace lisovacího a vodicího trnu

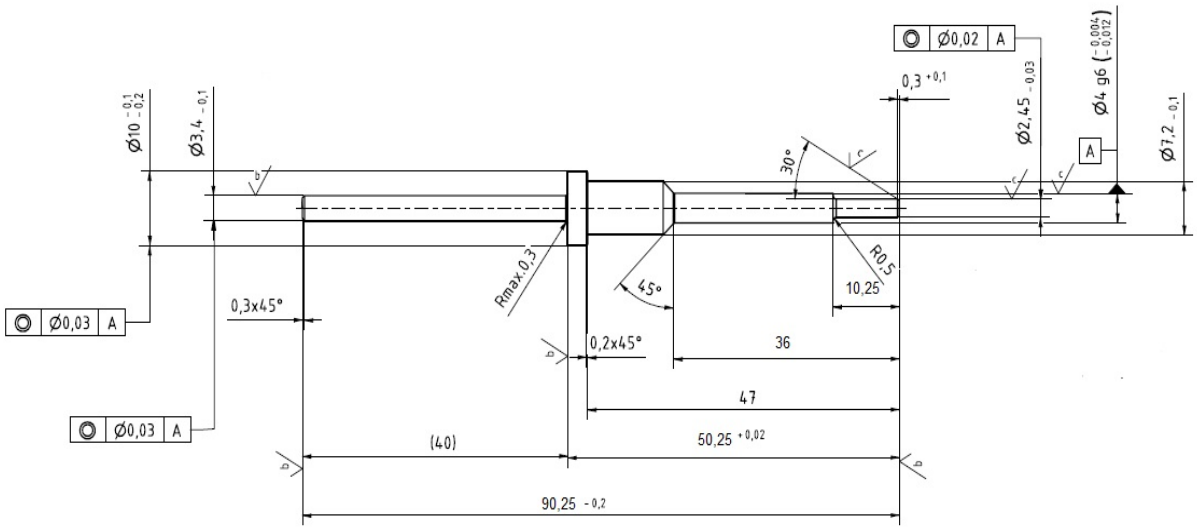
Byly nalezeny takové rozměry lisovacího trnu, které vyhovují procesu lisování, kdy trn slouží pouze jako vodicí a nesmí zasahovat do prostoru, kde dochází k lisování sedla ventilu na dřík pístu a zároveň je trn dostatečně dlouhý, aby čas, než dojde při zkoušce pevnosti lisovaného spoje ke kontaktu jednotlivých částí byl co nejkratší. Kontrolou výkresové dokumentace bylo zjištěno, že je možné upravit stávající rozměry a prodloužit délku trnu.

Při samotné zkoušce navíc dochází k ohnutí konce lisovacího trnu. Toto poškození vzniká proto, že zalisovaný sací ventil leží v přípravku volně a vzhledem ke vznikajícím drobným odchylkám v souososti dojde k vychýlení konce lisovacího trnu. Pokud tento stav nastane, každá další zkouška pevnosti tento stav nadále zhoršuje a následně je nutná demontáž celé sestavy a výměna lisovacího trnu. K tomuto jevu dochází při současném stavu v průměru jednou za deset dní. Na obr. 3. 1 je znázorněna současná geometrie lisovacího trnu a znázorněno místo, kde dochází k deformaci trnu.

Obr. 3. 1 Stávající geometrie lisovacího a vodicího trnu[2].

Současný vodicí a lisovací trn je vyráběn z oceli 1.2436, která je kalena na 58 $^{+2}$ HRC. Pro nový lisovací trn byla navržena a odzkoušena ocel 1.9436, která je kalena a popouštěna na 48$^{+2}$ HRC. Tento materiál je pružnější, než původní materiál lisovacího trnu. V případě drobného vychýlení z osy, se díky elastickému chování vrací zpět do výchozího tvaru. Nová geometrie trnu a jeho materiál jsou zakresleny na výkrese 3K/1-3, který je přílohou č. 3.

Dále byl zkrácen kužel na lisovacím a vodicím trnu o 2mm. Byla prodloužena délka posledního dílu trnu a tím také lisovacího trnu, jako celku (viz obr. 3. 2).




Obr. 3. 2 Nový tvar lisovacího a vodícího trnu.

### 3.1.1.1 Posouzení přínosu po zavedení optimalizace lisovacího a vodicího trnu

Po zavedení nové geometrie a nového materiálu lisovacího a vodicího trnu do stávajícího procesu byly sledovány výpadky výroby v důsledku deformace konce lisovacího trnu. Dřívější interval nutných servisních zásahů a výměn byl cca 10 dní. Po zavedení optimalizace je tento interval delší než jeden měsíc. Došlo tak nejen ke zvýšení produkce, ale také k úspoře nákladů na díly, určené pro výměnu.

Zásadním údajem, který byl měřením zdokumentován a potvrzen, bylo výrazné zkrácení výrobního taktu, jak je patrné z tabulky 3.1. Došlo ke zkrácení výrobního taktu o cca 5,75 sekundy. Což je výrazný přínos s ohledem na velkosériovou výrobu, která zde probíhá. Proto byla tato změna ihned zavedena do výroby.

Tab. 3.1 Výrobní takt montáže sacího ventilu.

| Stanice č. | Měření před optimalizací | Čas na 1 kus před optimalizací | Měření po optimalizaci | Čas na 1 kus po optimalizaci |
|---|---|---|---|---|
| **St. 1** | 30,7 s·2ks$^{-1}$ | 15,3 s·ks$^{-1}$ | 19,5 s·2ks$^{-1}$ | 9,8 s·ks$^{-1}$ |
| **St.2** | 32,8 s·2ks$^{-1}$ | 16,4 s·ks$^{-1}$ | 21,7 s·2ks $^{-1}$ | 10,8 s·ks$^{-1}$ |
| **St.3** | 32,5 s·2ks$^{-1}$ | 16,2 s·ks$^{-1}$ | 20,1 s·2ks$^{-1}$ | 10,0 s·ks$^{-1}$ |

### 3.1.2 Návrh optimalizace vodicího pouzdra

Při kontrole jednotlivých dílců přípravku pro montáž a lisování sacího ventilu bylo také zjištěno, že dochází ke kolizi kuželu na lisovacím a podpěrném trnu s přechodovou hranou v pouzdru vodicího trnu. Byl kontaktován konstruktér stávajícího zkušebního zařízení a bylo zjištěno, že pro správnou funkci celé sestavy není potřeba kontakt mezi kuželem lisovacího trnu a pouzdra. Naopak, tento kontakt je nežádoucí. Místo kontaktu lisovacího trnu a pouzdra (viz obr. 3.3). V části znázorněné na obrázku dochází vně trnu k poškození, které později způsobuje sevření a zadírání vodicího a lisovacího trnu.

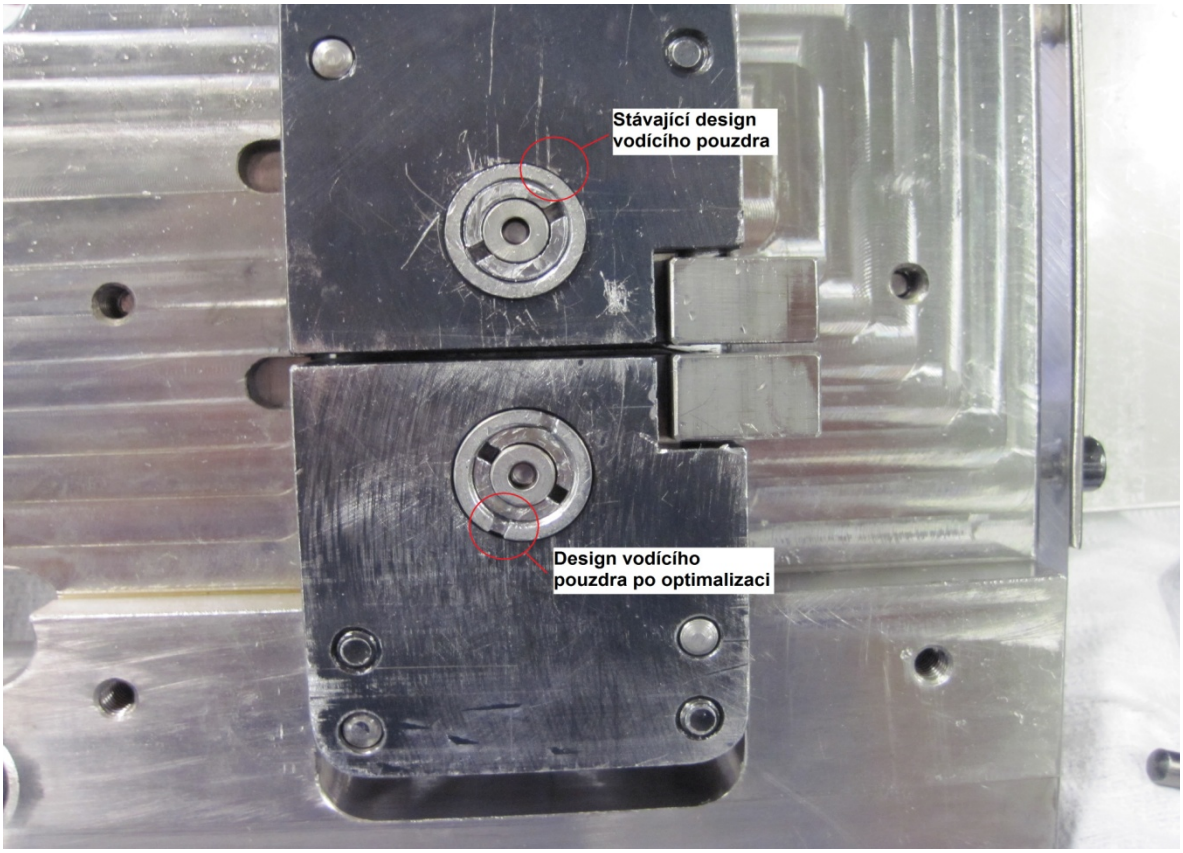
Obr. 3. 3 Vodicí pouzdro a místo vzniku deformace.

Zkrácením kuželu na dříku lisovacího a vodicího trnu bylo zabráněno kolizi s vodicím pouzdrem. Tato úprava zabránila poškození a nutným opravám vodicího pouzdra.

#### 3.1.2.1 Návrh optimalizace designu vodicího pouzdra lisovacího trnu

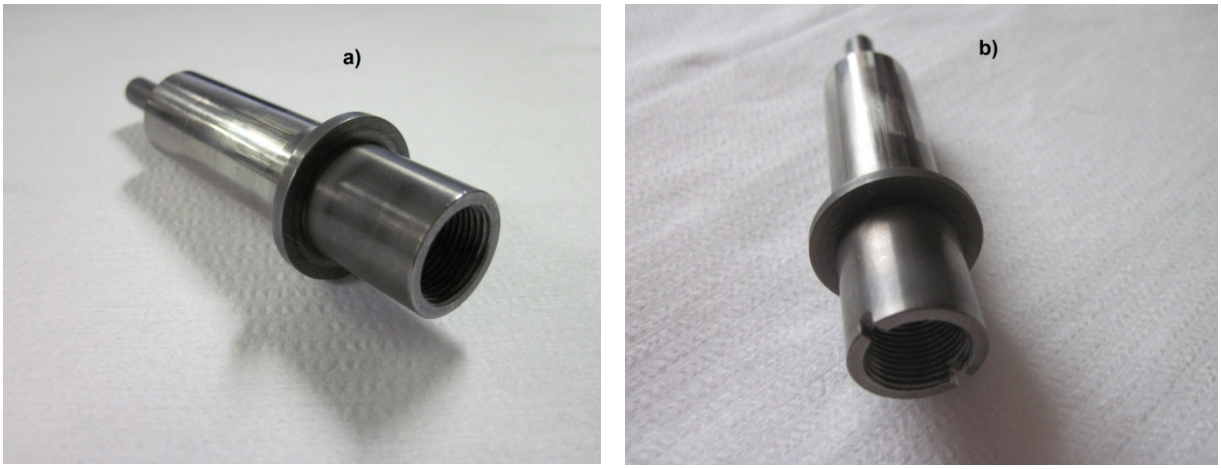
Stávající vodicí pouzdro slouží k uložení a vedení lisovacího trnu pomocí dvou pružin, tlačného dílu a vnitřního pojistného dílu, který je do tělesa vodicího pouzdra zašroubován. Stávající vodicí pouzdro je tvořeno válcovými plochami a vnitřní závěrný a pojistný člen je dovnitř zašroubován. Jeho dotažení je však problematické, protože pouzdro nelze ničím zajistit proti volnému otáčení. Během procesu lisování a následné zkoušky pevnosti spoje často dochází k uvolnění vnitřního pojistného dílu. Ten se uvolní o několik závitů, čímž se prodlouží celková délka přípravku a dochází ke kolizi s pneumatickým podpěrným zařízením, případně i k zaseknutí celé sestavy. Demontáž a následné dotažení zabere zhruba dvacet minut a je značně problematické. Proto je navrženo do stávajícího pouzdra vytvořit dva zářezy, aby bylo možno pouzdro zafixovat a vnitřní díl pevně dotáhnout a zabránit tak jeho uvolnění v sestavě.

Nový design vodicího pouzdra (viz obr. 3. 4) umožňuje jednoduchým způsobem dotáhnout vnitřní pojistný díl a zabránit tak jeho uvolnění. V další části práce budou dále navrženy pomocné přípravky, které budou sloužit pro zajištění vnitřního pojistného dílu uvnitř vodicího pouzdra.




Obr. 3. 4 Stávající a nový design vodícího pouzdra[2].

Nový design vodicího pouzdra je detailně zobrazen na výkrese 3K/4, který tvoří přílohu č. 4. Rozdíl v designu starého a nového vodicího pouzdra pro lisovací trn je patrný z obr. 3. 5. Byl vytvořen jednoduchou úpravou stávajícího tvaru. Pouze doplněním drážky.




Obr. 3. 5 Design vodicího pouzdra: a) původní geometrie, b) nová geometrie.

### 3.1.2.2 Posouzení přínosu po zavedení optimalizace vodicího pouzdra

Upravený design vodicího pouzdra zajišťuje pomocí navržených montážních přípravků, kterými se tato práce bude dále zabývat, bezpečné a pevné zajištění pojistné části sestavy, aniž by hrozilo její uvolnění. Dříve docházelo k uvolnění sestavy minimálně dvakrát týdně. S využitím nového designu tento problém prakticky zcela vymizel. Došlo tak k omezení počtu servisních zásahů a v návaznosti na to k dalšímu zvýšení produktivity na daném pracovišti.

### 3.1.3 Návrh designu pomocných přípravků pro fixaci lisovacího pouzdra a pro dotažení vnitřní pojistné části pouzdra

Tato práce dále řeší návrh přípravků, které budou sloužit pro fixaci pozice vodicího pouzdra a k samotnému dotažení pojistného vnitřního dílu. Byly navrženy dva přípravky pro ruční činnost. Jsou konstruovány tak, aby jejich použití bylo co možná nejjednodušší a rychlé.

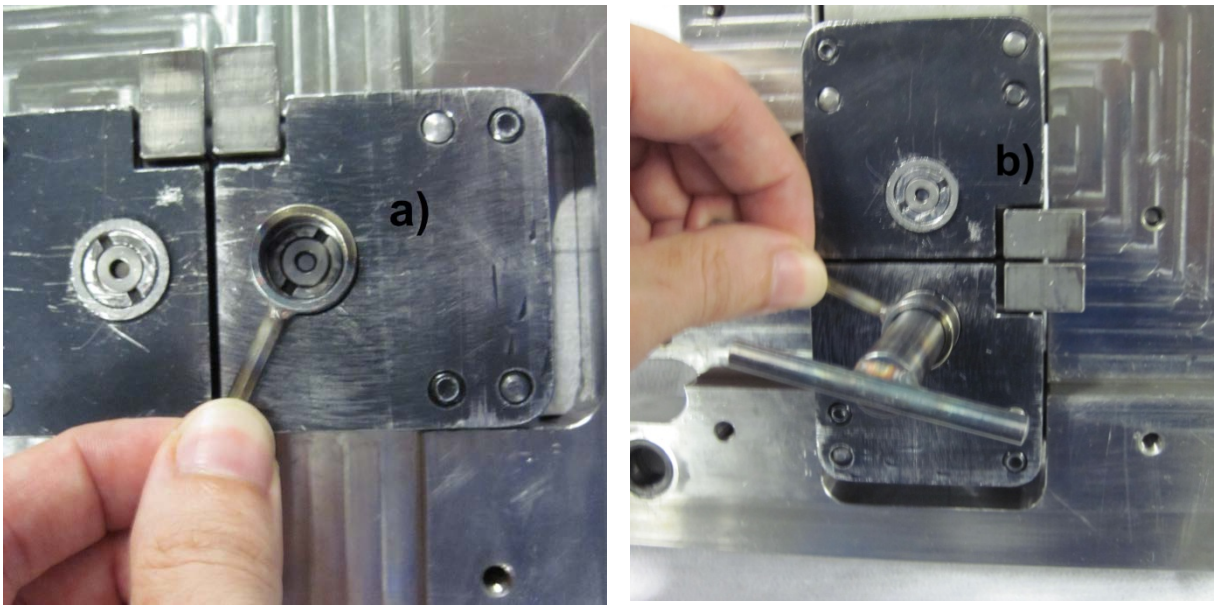
Byl navržen a zkonstruován pomocný přípravek (viz obr. 3. 6), jehož dvě vystupující části zapadají do výřezů ve vodicím pouzdru a umožňují jeho zajištění proti otáčení a druhý pomocný přípravek (viz obr. 3. 7), který projde prvním přípravkem, zapadne do výřezů v pojistném dílu a otáčením rukou za současného přidržení vodicího trnu prvním přípravkem dojde k pevnému dotažení a zajištění pozice vnitřního pojistného dílu.

Obr. 3. 6 Pomocný přípravek pro fixaci pozice vodicího pouzdra.

Oba dva pomocné přípravky byly zhotoveny z oceli s označením 1.4220 a následně byly kaleny a popouštěny na $48^{+2}$ HRC, aby byla zajištěna dostatečná pevnost a zabránilo se tak jejich předčasnému opotřebení.

Obr. 3. 7 Pomocný přípravek pro dotažení vnitřního pojistného dílu.

Pro názornost jsou oba pomocné přípravky zachycené při pracovním procesu utahování na obr. 3. 8. První obrázek zachycuje nasazení prvního přípravku a zajištění pozice vodicího pouzdra. Druhý obrázek zachycuje samotné dotažení vnitřního pojistného dílu druhým pomocným přípravkem.




Obr. 3. 8 Pomocné přípravky při práci: a) zajištění vodicího pouzdra, b) dotažení pojistného dílu.

### 3.1.3.1 Posouzení přínosu po zavedení pomocných přípravků do výrobního procesu

Původní design zkušebního zařízení způsoboval vlivem uvolněného spojení vnitřního pojistného dílu ve vodicím pouzdru lisovacího trnu časté výpadky ve výrobě. Sledováním záznamů servisních zásahů od seřizovačů z jednotlivých směn byl zjištěn průměrný interval, kdy bylo nutno dotahovat uvolněný spoj.

Bylo vypočteno, že k zásahu docházelo průměrně 1,6 x týdně na jedné montážní a zkušební stanici. Průměrná doba servisního zásahu činila 16 minut. Vzhledem k tomu, že je na středisku v současné době v provozu 5 montážních stanic byla celková denní ztráta vypočtena 18,28 minut.

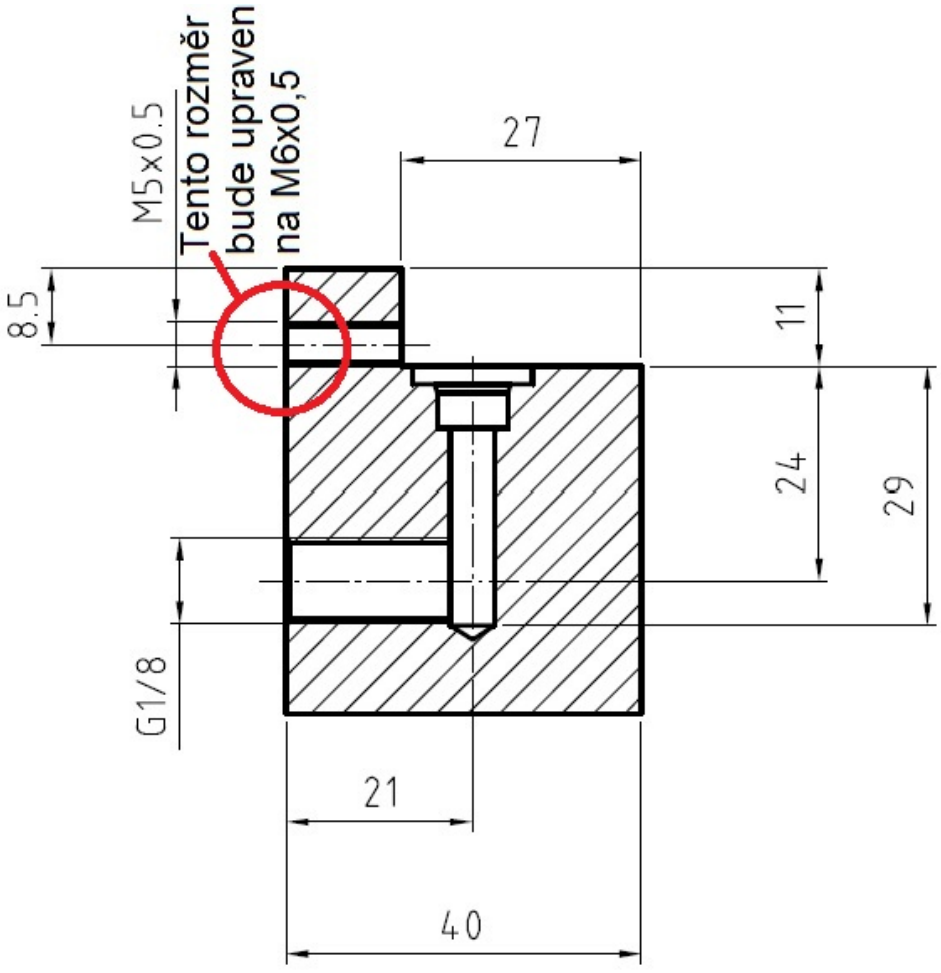
Po zavedení pomocných přípravků do výrobního cyklu nebylo samovolné uvolnění pojistného dílu v období dvou měsíců zaznamenáno ani jedenkrát. Tento ušetřený čas pomohl navýšit počet vyráběných kusů a zvýšit tak produktivitu na daném pracovišti.

### 3.1.4 Návrh optimalizace přípravku pro odsávání třísek

V průběhu shromažďování informací pro tuto práci bylo zjištěno, že na dvou stanicích, které jsou na sledovaném úseku došlo k výměně indukčních snímačů Balluff v odsávacím přípravku z důvodu jejich mechanického poškození (viz obr. 3. 9). Tyto snímače jsou poměrně masivní a samotné snímání probíhá bezkontaktním způsobem. Bylo zkoumáno každé pracoviště, za účelem zjištění vznikajícího problému.

Obr. 3. 9 Umístění indukčního snímače Balluff v odsávacím přípravku.

Pozorováním procesu bylo zjištěno, že mezera, která vzniká po založení zkompletovaného sacího ventilu do přípravku pro odsávání třísek a čelem indukčního snímače Balluff je menší než 1 mm. Když obsluha zakládá sací ventil do přípravku občas dochází ke kontaktu se samotným snímačem a postupem doby dochází k jeho poškození. Experimentálně bylo odzkoušeno posunout snímač do větší vzdálenosti, tak aby nemohlo ke vzájemnému kontaktu docházet. Bylo však zjištěno, že snímač není dostatečně citlivý, aby zaznamenal přítomnost kusu s požadovanou přesností. Tato práce počítá se změnou typu použitého snímače. Stávající snímač bude nahrazen novým snímačem od stejného dodavatele, ale s vyšší citlivostí. Nový snímač má větší průměr těla (viz obr. 3. 10). a je proto třeba provést změnu geometrie závitu v odsávacím přípravku.




Obr. 3. 10 Nová geometrie odsávacího přípravku

### 3.1.4.1 Posouzení přínosu po zavedení optimalizace

Tato úprava je ve fázi návrhu. V práci není navržena okamžitá výměna stávajících indukčních snímačů. Předpokládá se, že stávající snímače jsou funkční a jejich výměna bude provedena postupně, jakmile dojde k poruše jejich funkce. Nové indukční snímače umožní, aby mezera mezi dílcem a čelem snímače byla min. 2mm. Tím bude zabráněno jejich vzájemnému kontaktu a následnému poškození. Přínos tedy není okamžitý, ale do budoucna předpokládá úsporu nákladů na náhradní díly.

# 4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH A ZAVEDENÝCH OPTIMALIZAČNÍCH OPATŘENÍ

Návrh optimalizace procesu zkoušky pevnosti lisovaného spoje sacího ventilu byl zpracováván se zaměřením na zkrácení výrobního taktu a také bylo záměrem dosáhnout snížení času, nutného pro servisní zásahy, které způsoboval stávající stav procesu. Bylo také přihlíženo k možné úspoře nákladů na náhradní díly.

V prvním kroku byla řešena optimalizace z hlediska zkrácení výrobního taktu. Záměrem bylo, zkrátit výrobní takt a dosáhnout tak zvýšení produktivity práce při minimálních nákladech na samotnou optimalizaci. Čehož bylo dosaženo jednoduchou úpravou stávající geometrie lisovacího a vodicího trnu. Nově vyrobené díly byly vždy experimentálně instalovány na jednu stanici a výrobní proces byl důsledně sledován a časy zaznamenávány. Teprve po potvrzení pozitivních hodnot úspory času byla tato optimalizace zavedena na všechny montážní a zkušební stanice na středisku. Zkrácení taktu bylo sledováno ve vztahu k jednomu vyrobenému kusu sacího ventilu (viz tab. 3. 1). Výpočtem bylo zjištěno, že došlo k úspoře času montáže potřebného pro jeden kus o 5,75 sec., což je při velkosériové výrobě, která zde probíhá, velmi pozitivní výsledek. Výrazně byla snížena potřeba výměny vodicích a lisovacích trnů až o 90% a tím sníženy náklady na náhradní díly. Při přípravě optimalizace byl předpokládaný přínos úspory výrobního taktu 3 sec. Hodnoty výrobního taktu skutečně naměřené po zavedení optimalizace, dosahují o 2,75 sec. lepších výsledků, než bylo při zpracování práce uvažováno.

Dalším krokem byla optimalizace zaměřená na snížení počtu servisních zásahů. Tohoto cíle bylo dosaženo úpravou geometrie lisovacího trnu ve vztahu vůči geometrii vodícího pouzdra. Také byly navrženy a vyrobeny pomocné přípravky pro usnadnění montáže vnitřního pojistného dílu sestavy. Tyto úpravy designu byly opět vyzkoušeny a odladěny nejprve na jedné montážní stanici a teprve poté byly zavedeny na celém středisku. Sledovanou veličinou byla při této části optimalizace četnost nutných servisních zásahů a v přímé návaznosti zkrácení času nutného pro servis montážních stanic. Pozorováním procesu a jeho zaznamenáváním byl zjištěn čas, který byl průměrně ušetřen za jeden den na celém středisku. Tato hodnota je zhruba 18 minut. Umožňuje tak zvýšení celkové denní produkce. Dlouhodobě se předpokládá přínos i v úspoře nákladů na náhradní díly, protože je předpoklad prodloužení životnosti přípravků. Konkrétní hodnoty, vzhledem k tomu, že optimalizace byla zavedena na středisku teprve nedávno, nebyly zatím z důvodu malého množství dat získány.

V posledním kroku byla navržena optimalizace přípravku pro odsávání třísek se zaměřením na prodloužení životnosti použitých indukčních snímačů. Tato optimalizace je teprve návrhem a bude zaváděna postupně s tím, jak bude docházet k poškození stávajících indukčních snímačů. Její přínos se projeví až po určité době, ale je předpoklad, že ekonomický výsledek bude přínosný, protože náklady na navržený nový typ indukčního snímače se v budoucnu díky prodloužení životnosti vrátí a postupně pak dojde k úspoře nákladů na náhradní díly.

### 4.1 Návrh možných budoucích optimalizací

Mimo již zavedených optimalizačních opatřeních, lze do budoucna uvažovat o dalších optimalizacích, které vylepší stávající proces montáže a zkoušky pevnosti lisovaného spoje sacího ventilu.

V kapitole 2.4.1.2 Tlakové spoje vytvořené lisováním za studena se tato práce zaměřuje na rozdíly v lisovacích silách při náběhu sedla ventilu na dřík pístu ventilu od rozdílných dodavatelů. U dodavatele **a**, který místo ostrého přechodu z válcové části do skosení využívá zaoblený rádius, jsou měřením zjištěny nižší lisovací síly a to až o 500N. Oba výrobci přitom splňují konstrukčně předepsané požadavky. Lze uvažovat o jednotném předpisu pro oba dodavatele a sjednocení provozních podmínek.

Dále by bylo možné provést detailní analýzu procesu zkoušky pevnosti lisovaného spoje se zaměřením na to, zda-li by nebylo možné upravit hodnoty požadovaných sil dosahovaných v procesu lisování tak, aby se do budoucna mohla tato zkouška ze stávajícího procesu vyloučit.

Například zvýšit nejnižší požadovanou lisovací sílu. Analýzou dat získaných během současného montážního a lisovacího procesu lze vysledovat, že počet kusů, které projdou první částí montážního procesu a vyhoví požadavkům na předepsané lisovací síly a poté následně vypadnou při zkoušce pevnosti lisovaného spoje je minimální. Byla by nutná spolupráce s konstrukčním oddělením a také souhlas se změnou od všech odběratelů. Došlo by tak k dalšímu zkrácení výrobního taktu.

# ZÁVĚR

Tato práce se zaměřuje na jihlavskou pobočku Bosch Diesel s.r.o., popisuje výrobní program a objasňuje systém Common-Rail, včetně jeho funkce.

Detailní analýzou současného stavu výrobního procesu byl popsán jeden z nejdůležitějších komponentů vysokotlakého čerpadla CP4 sací ventil. Byl prověřen celý výrobní postup se zaměřením na montážní proces. Byly podrobně zkoumány možnosti optimalizací jednotlivých kroků výrobního procesu.

Hlavním cílem této práce bylo zkrácení výrobního taktu při procesu montáže a následné zkoušky pevnosti lisovaného spoje sacího ventilu. Tohoto cíle bylo dosaženo nalezením nového designu montážního a zkušebního přípravku. Konkrétně úpravou geometrie vodicího pouzdra a lisovacího trnu.

Zkouška pevnosti spoje byla vyhodnocena jako místo, s nejdelším výrobním taktem celého procesu. Před zavedením optimalizace byl zjištěn průměrný čas montáže a následné zkoušky pevnosti 16 sekund. Po optimalizaci byl naměřen průměrný čas 10,20 sekundy. Byl zkrácen čas této části procesu o 5,75 sekundy. Měřením bylo vypočteno zkrácení výrobního taktu ve výši 56,8% pro tuto část procesu. Celkově byla zvýšena produkce o 30%.

Dalším požadavkem bylo snížení počtu servisních zásahů z důvodu uvolňování sestavy původního montážního a zkušebního přípravku. Zde byl upraven stávající design vodicího pouzdra. K tomuto účelu byly navrženy a vyrobeny dva pomocné přípravky, umožňující snadné a bezpečné zajištění pojistného dílu vodicího pouzdra. Analýzou dat, získaných sledováním procesu po zavedení této optimalizace, byla zjištěna úspora času, která činí dohromady pro všechny stanice 18,28 minut denně.

V poslední části se práce zabývá úpravou přípravku pro odsávání třísek tak, aby nedocházelo k předčasnému opotřebení indukčních snímačů. Tato optimalizace je právě zaváděna do výroby. V současné době není dostatek dat pro statistickou analýzu.

Všechny tyto optimalizace byly po odzkoušení zavedeny a umožnily tak zajistit jihlavskému závodu Bosch zvýšení konkurenceschopnosti, snížení nákladů na výrobu a tím výrazně přispět i k udržení dobré pozice na trhu. Nepřímo tak přispívají i k udržení zaměstnanosti v jihlavském regionu.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. KRÁLÍK, Jan. a Robert Bosch GmbH, *Bosch v České republice*. 2007. Praha, BB Partner, s.r.o., neprodejné.
2. Bosch Diesel Jihlava spol. s.r.o. *Firemní a školící materiály.*
3. BOSCH: *Bosch v Česku* [online]. [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: http://www.bosch.cz/content/language1/html/index.htm
4. Robert Bosch GmbH. *Global Impressions of Bosch*. 2011. Stuttgart, Corporate Commuinications Robert Bosch GmbH, ©2011, neprodejné.
5. *Motorsport Diesel: Motorsport competition components* [online]. 2012, roč. 4, no.12 [cit.2012-04-29]. Dostupné z: http://www.goestores.com/storename/motorsportdiesel2/dept/270418/ItemDetail10728722.aspx
6. Dürr Ecoclean: *Hydrocarbons - no problem* [online]. [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: http://www.durr-ecoclean.com/en/products/cleaning/cleaning-media/non-halogenated-hydrocarbons/
7. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky čtvrté doplněné vydání*. Praha, Albra, 2008, ISBN 978-80-7361-051-7.
8. COPTEL. MECHATRONIKA. Výukové materiály: Tlakové spoje [online]. ©2009 [cit.2012-04-29]. Dostupné z: http://coptel.coptkm.cz/index.php?action=2&doc=26904&docGroup=4915&cmd=0&instance=2
9. ZEMČÍK, Oskar. *Nástroje a přípravky pro obrábění*. Akademické nakladatelství Brno, CERM, 2003, ISBN 80-214-2336-6.
10. BALLUFF: *Steel Face Inductive Senzors* [online]. [cit. 2012-04-29]. Dostupné z: http://www.baluf.cz/novinky/steelface.html
11. SHIGLEY, J.E., MISCHKE, CH.R., BUDYNAS, R.G., HARTL, M., VLK, M. *Konstruování strojních součástí.* Vysoké učení technické v Brně, VUTIUM, 2010, ISBN 978-80-214-2629-0.
12. KOCMAN, Karel. *Technologické procesy obrábění.* Akademické nakladatelství Brno, CERM, 2011, ISBN 978-80-7204-722-2.

# SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

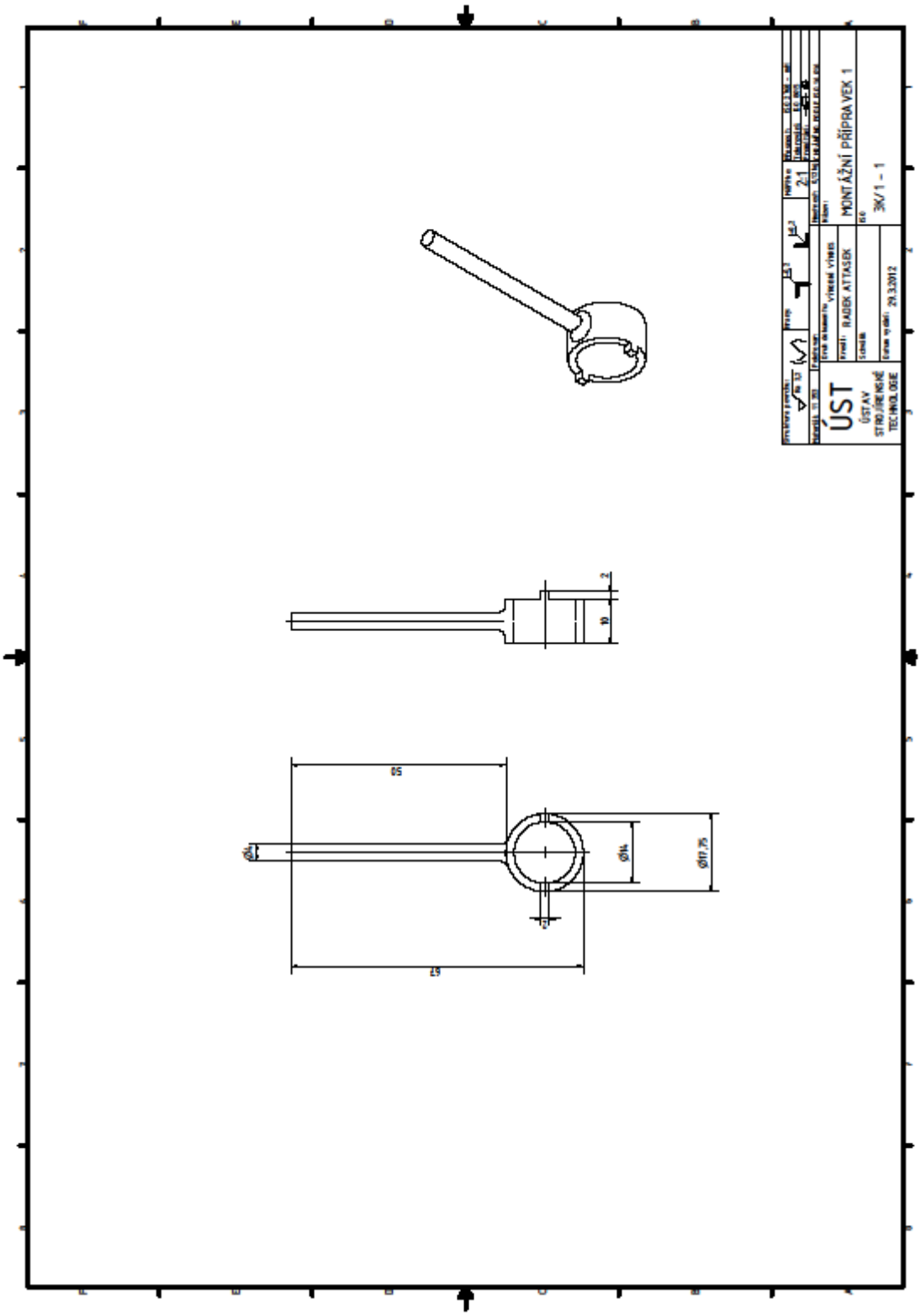
| Zkratka | Jednotka | Popis |
|---|---|---|
| **CP4** | [-] | Common Pump čtvrté generace |
| **HRC** | [-] | tvrdost podle Rockwella |
| **SKG** | [-] | Sací ventil, Küv, Gleitmo |

| Symbol | Jednotka | Popis |
|---|---|---|
| $\mathbf{F_{min}}$ | [N] | minimální osová síla |
| $\mathbf{M_{kmin}}$ | [kN·m] | minimální krouticí moment |
| **R** | [mm] | poloměr lisovaného spoje |
| **f** | [-] | součinitel tření |
| **k** | [-] | bezpečnost spoje |
| **l** | [mm] | šířka spoje |
| $\mathbf{p_{min}}$ | [MPa] | minimální tlak ve spoji |
| $\boldsymbol{\pi}$ | [-] | Ludolfovo číslo |

# SEZNAM PŘÍLOH

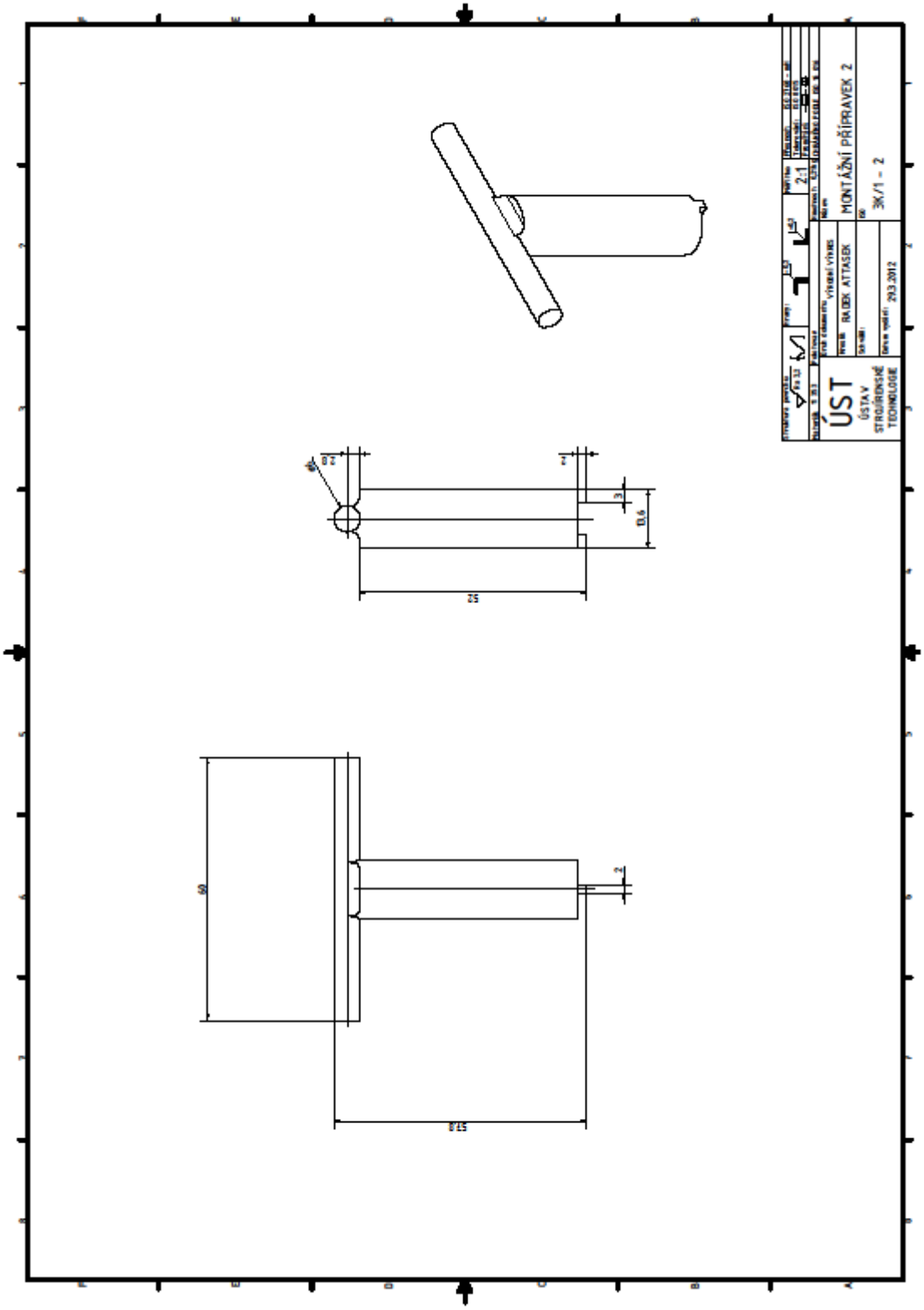
Příloha 1 Montážní přípravek 1.
Příloha 2 Montážní přípravek 2.
Příloha 3 Vodicí a lisovací trn.
Příloha 4 Vodicí pouzdro.
Příloha 5 Průběh lisovacích sil – vzorek 2.
Příloha 6 Průběh lisovacích sil – vzorek 3.
Příloha 7 Průběh sil při zkoušce pevnosti lisovaného spoje – vzorek 2.
Příloha 8 Průběh sil při zkoušce pevnosti lisovaného spoje – vzorek 3.

# PŘÍLOHA 1

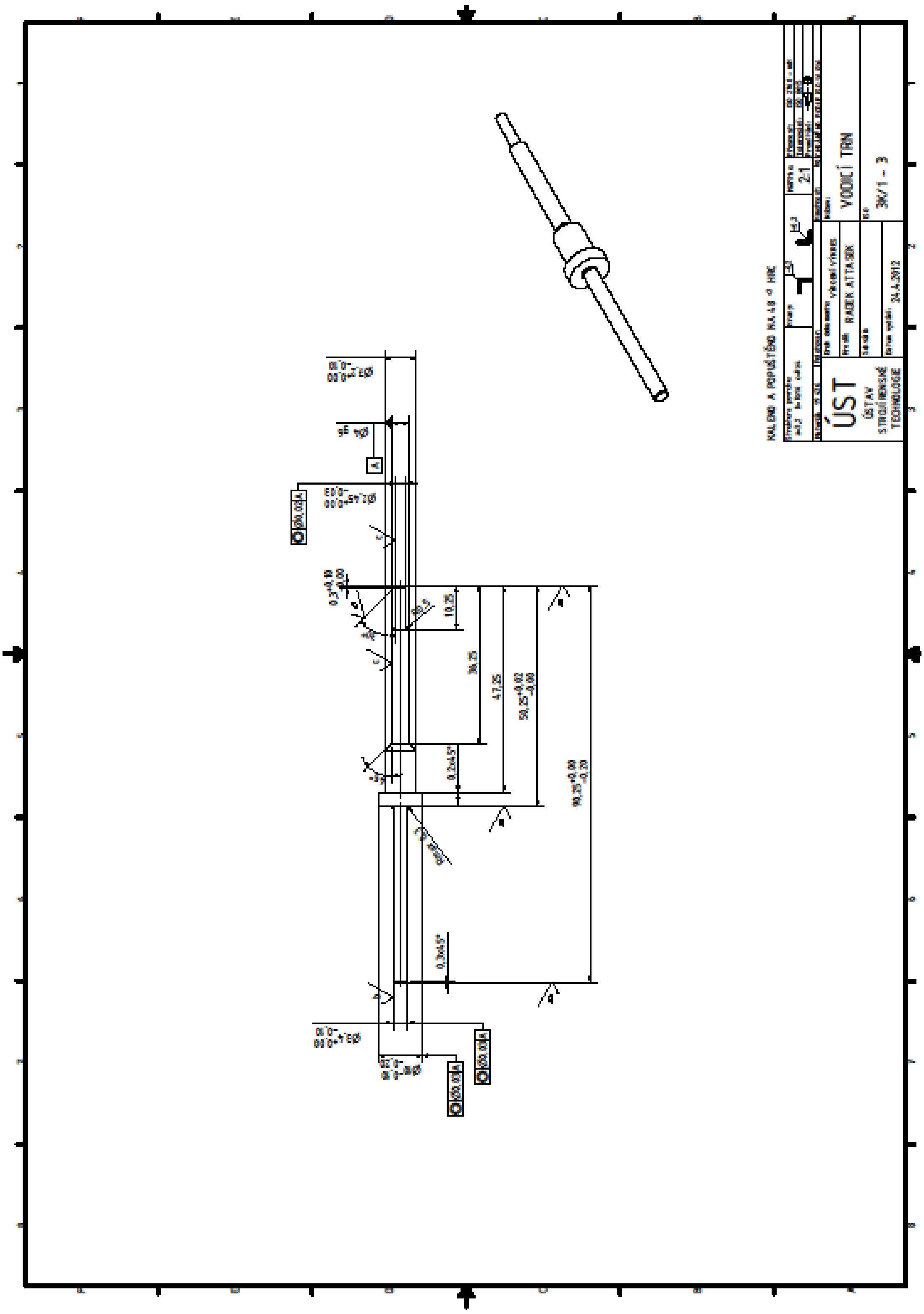


ÚST
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
RADEK ATTASEK
MONTÁŽNÍ PŘÍPRAVEK 1
3K/1 – 1
29.3.2012
2:1
50
67
Ø14
Ø17,75
10
2

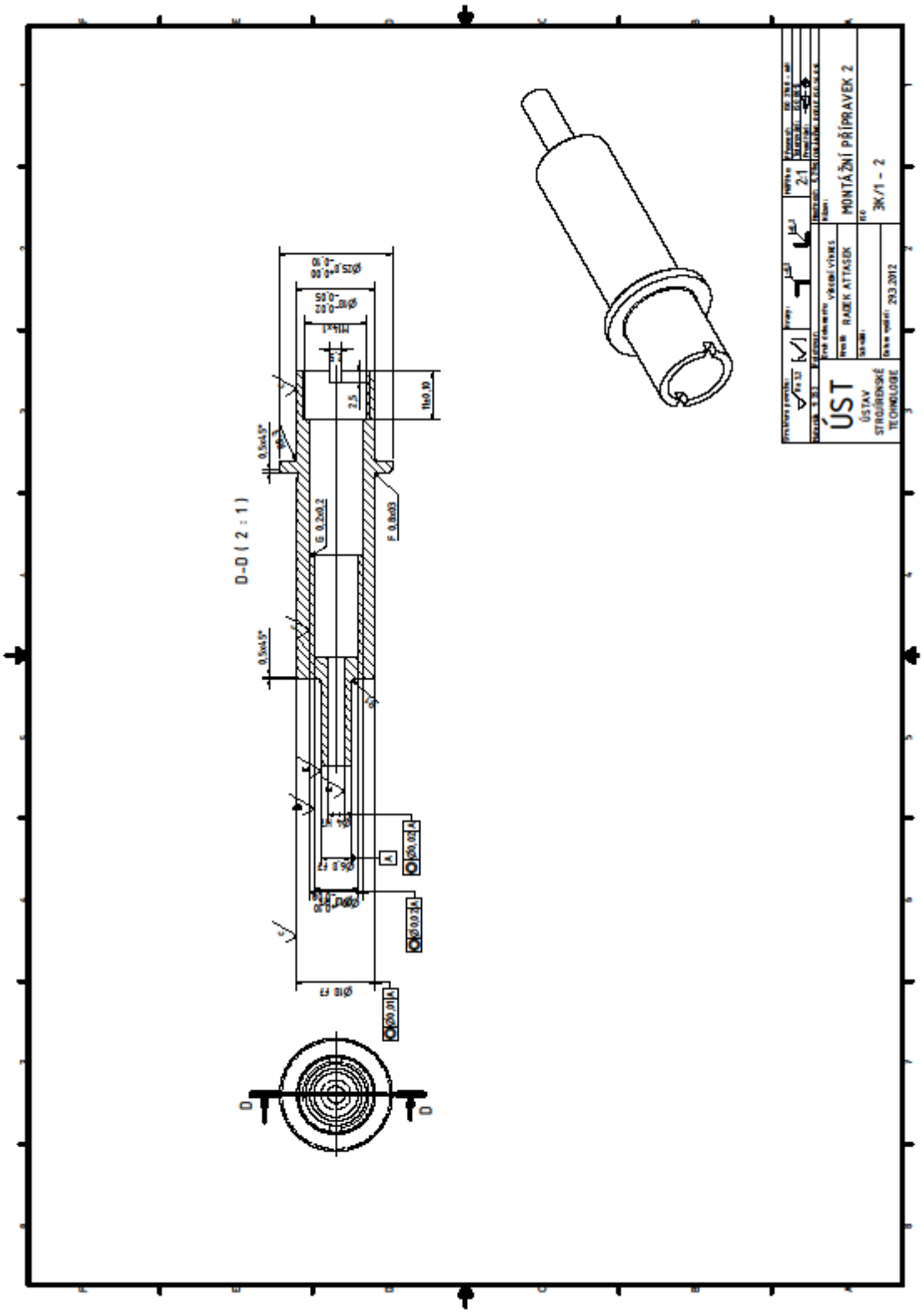
**PŘÍLOHA 2**


ÚST
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
RADEK ATTASEK
MONTÁŽNÍ PŘÍPRAVEK 2
3K/1 - 2
2:1
29.3.2012
52
60
57,8

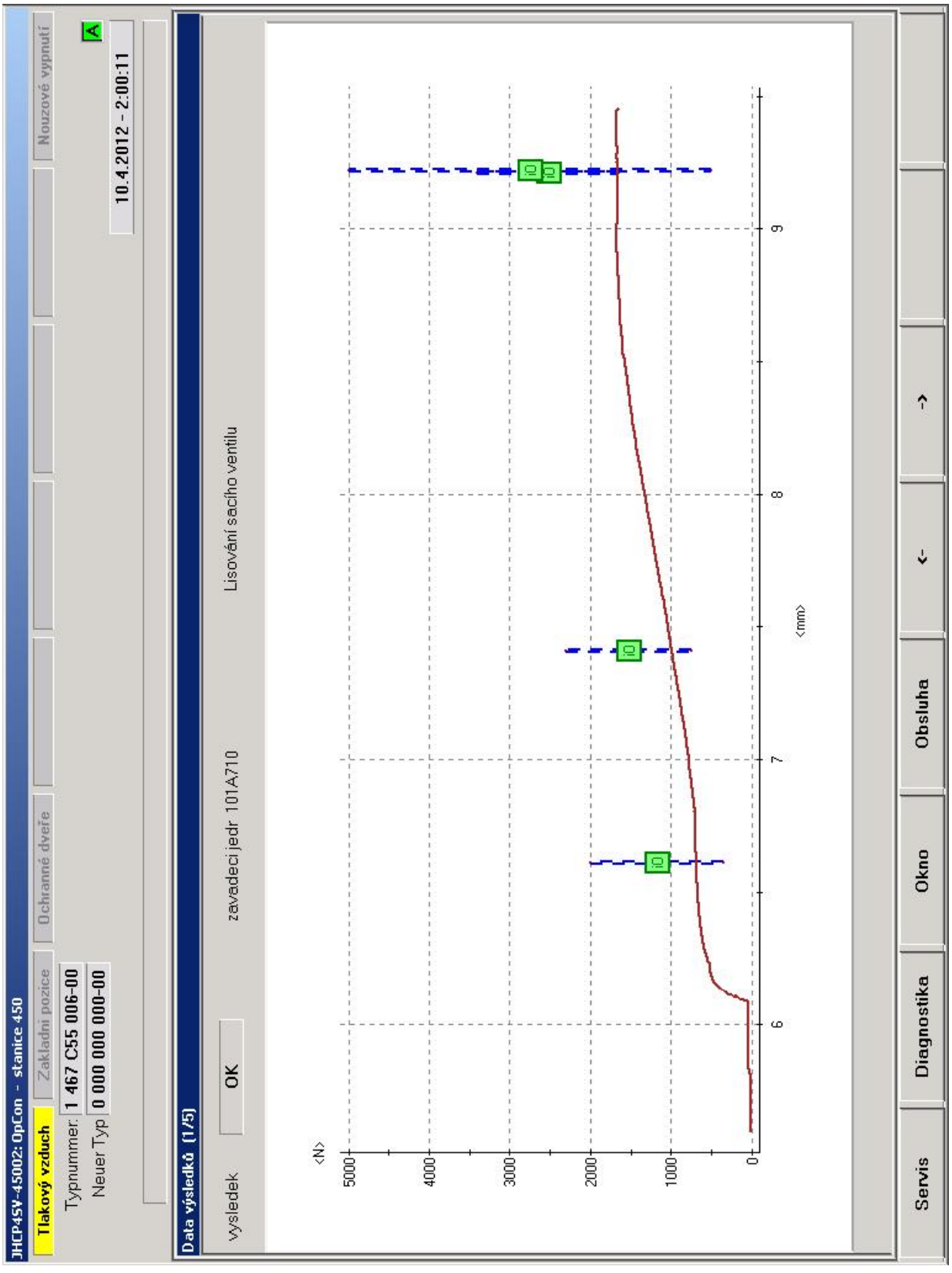
# PŘÍLOHA 3

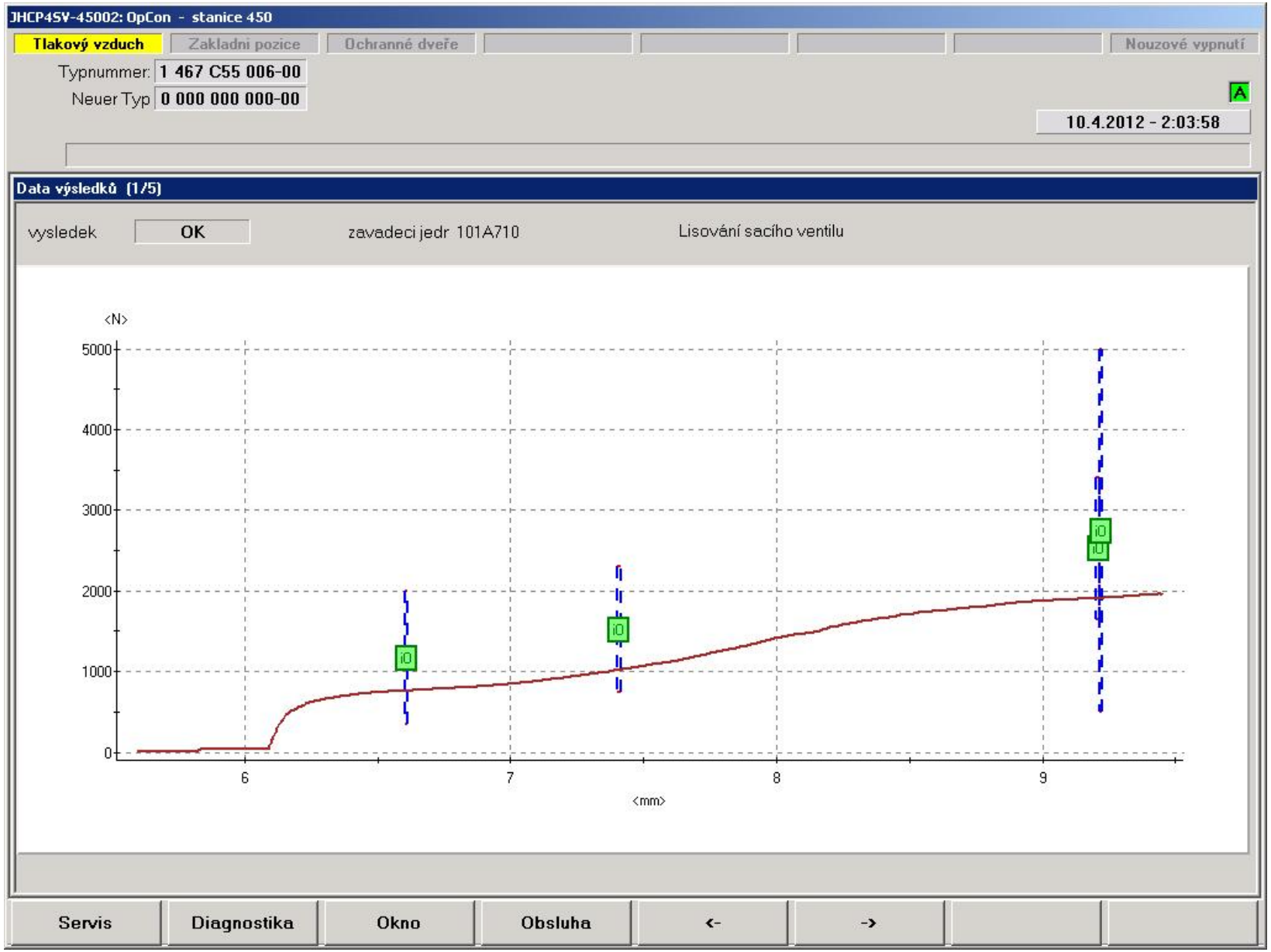


**PŘÍLOHA 4**

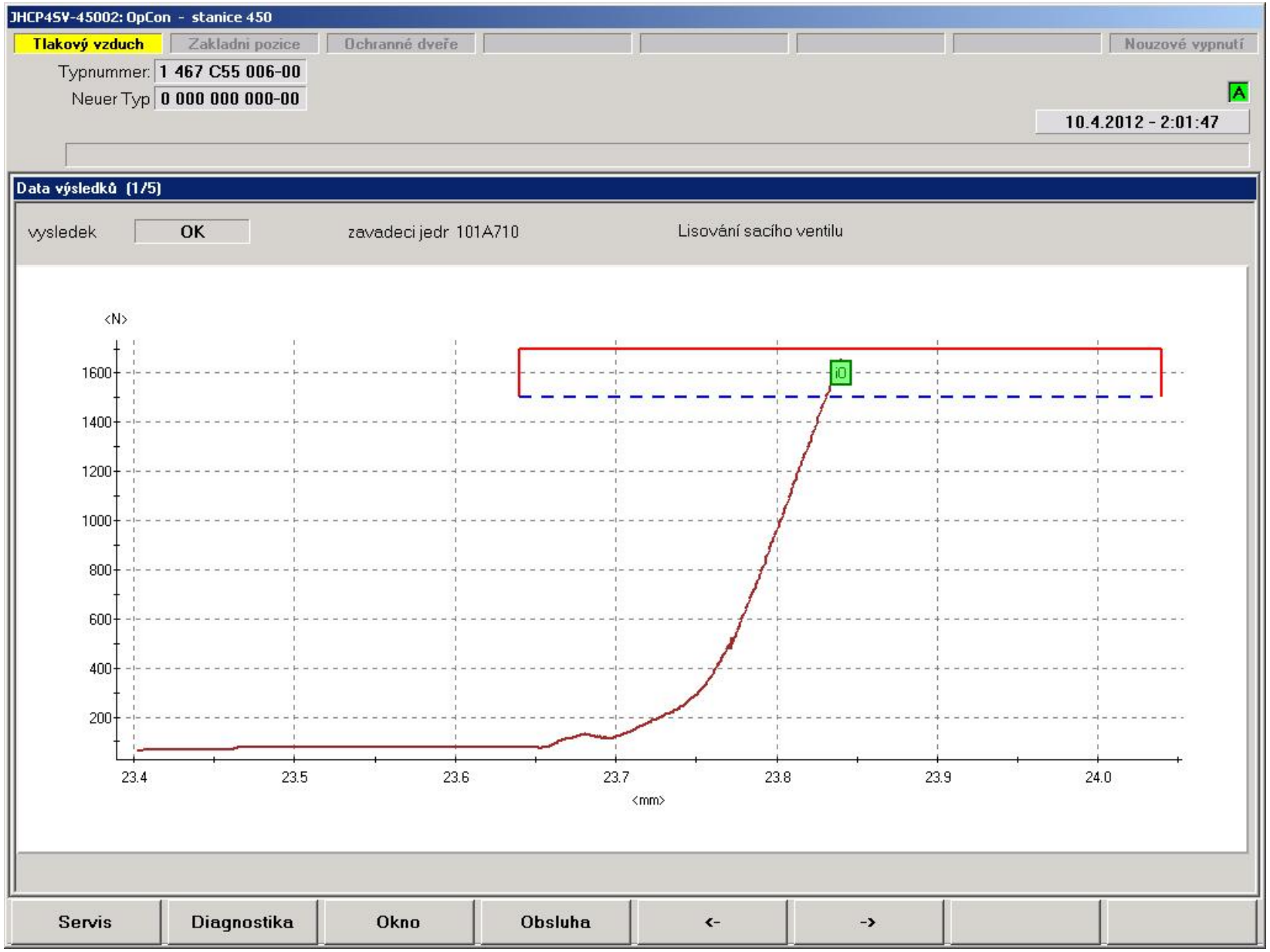

D-D ( 2 : 1 )
ÚST
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
MONTÁŽNÍ PŘÍPRAVEK 2
3K/1 - 2
RADEK ATTASOK
2:1

# PŘÍLOHA 5

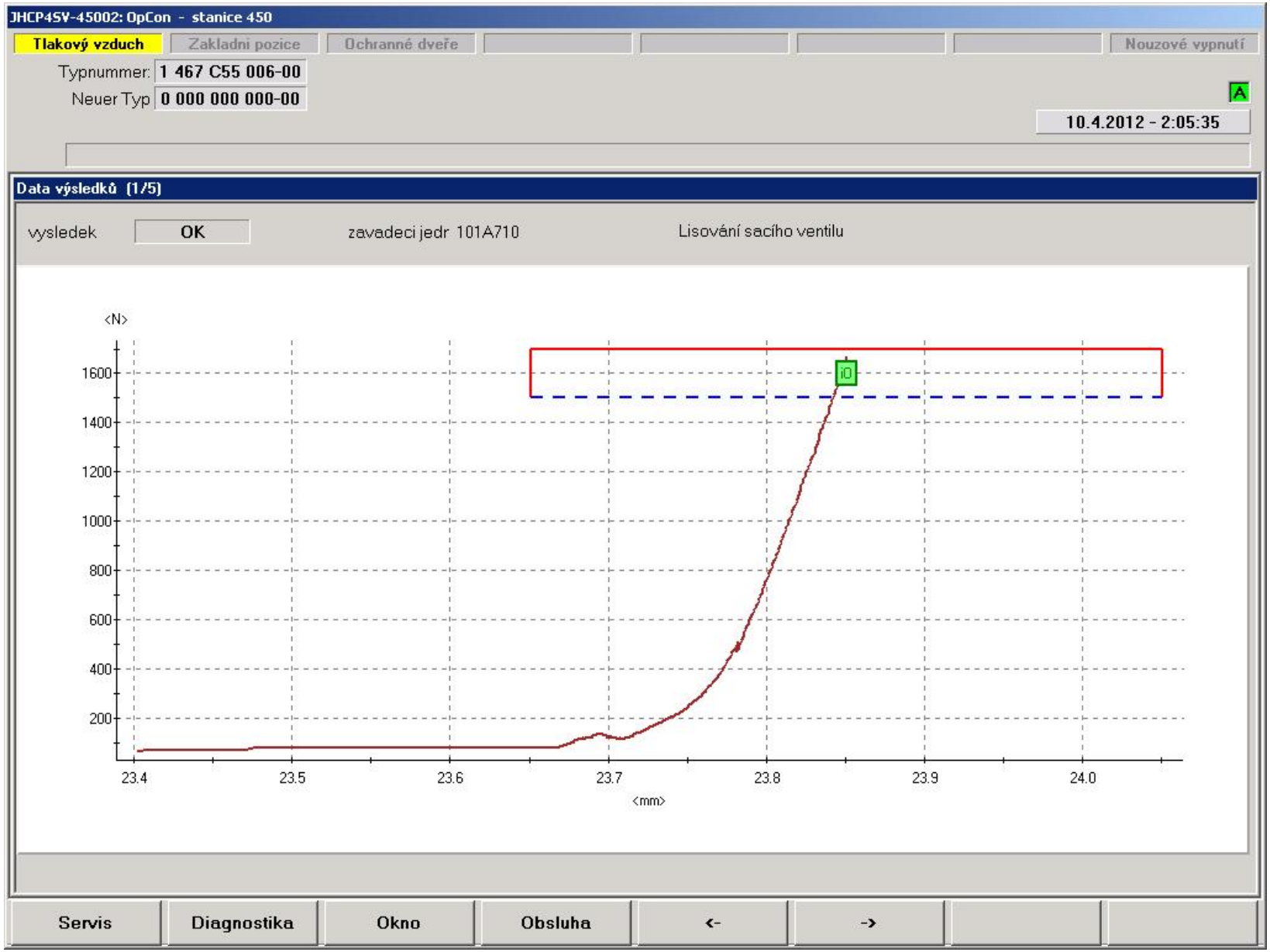

JHCP4SV-45002: OpCon - stanice 450
Tlakový vzduch
Základní pozice
Ochranné dveře
Nouzové vypnutí
Typnummer: 1 467 C55 006-00
Neuer Typ 0 000 000 000-00
10.4.2012 - 2:00:11
Data výsledků (1/5)
vysledek
OK
zavadeci jedr 101A710
Lisování sacího ventilu
<N>
5000
4000
3000
2000
1000
0
6
7
8
9
<mm>
Servis
Diagnostika
Okno
Obsluha
<-
->


JHCP4SV-45002: OpCon - stanice 450
Tlakový vzduch
Zakladni pozice
Ochranné dveře
Nouzové vypnutí
Typnummer: 1 467 C55 006-00
Neuer Typ 0 000 000 000-00
A
10.4.2012 - 2:03:58
Data výsledků (1/5)
vysledek
OK
zavadeci jedr 101A710
Lisování sacího ventilu
<N>
5000
4000
3000
2000
1000
0
6
7
8
9
<mm>
Servis
Diagnostika
Okno
Obsluha
<-
->

PŘÍLOHA 7


JHCP4SV-45002: OpCon - stanice 450
Tlakový vzduch
Zakladni pozice
Ochranné dveře
Nouzové vypnutí
Typnummer: 1 467 C55 006-00
Neuer Typ 0 000 000 000-00
A
10.4.2012 - 2:01:47
Data výsledků (1/5)
vysledek
OK
zavadeci jedr 101A710
Lisování sacího ventilu
<N>
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
23.4
23.5
23.6
23.7
23.8
23.9
24.0
<mm>
Servis
Diagnostika
Okno
Obsluha
<-
->

PŘÍLOHA 8


JHCP4SV-45002: OpCon - stanice 450
Tlakový vzduch
Zakladni pozice
Ochranné dveře
Nouzové vypnutí
Typnummer: 1 467 C55 006-00
Neuer Typ 0 000 000 000-00
A
10.4.2012 - 2:05:35
Data výsledků (1/5)
vysledek
OK
zavadeci jedr 101A710
Lisování sacího ventilu
<N>
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
23.4
23.5
23.6
23.7
23.8
23.9
24.0
<mm>
Servis
Diagnostika
Okno
Obsluha
<-
->