



Zpracování dat SQL serveru a následná analýza změny objemu brzdového válce

Bakalářská práce

Studijní program: B2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301R000 – Strojní inženýrství
Autor práce: **Lenka Šmrhová**
Vedoucí práce: Ing. Jan Kolaja, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechanical Engineering ■

SQL Server data processing and subsequent analysis of volume displacement of caliper cylinder

Bachelor thesis

Study programme: B2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 2301R000 – Mechanical Engineering

Author: **Lenka Šmrhová**
Supervisor: Ing. Jan Kolaja, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka Šmrhová**
Osobní číslo: **S12000198**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojní inženýrství**
Název tématu: **Zpracování dat SQL serveru a následná analýza změny objemu
brzdového válce**
Zadávací katedra: **Katedra výrobních systémů a automatizace**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Seznamte se se strukturou dat uložených v centrální databázi firmy TRW.
2. Vypracujte metodiku, jak z uložených dat získat informace o jednotlivých prováděných testech.
3. Podle této metodiky následně vypracujte statistickou analýzu změny objemu brzdového válce v závislosti na parametrech brzdy.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] **PRATT P. J.** *A Guide to SQL*. Cengage Learning, Inc, Boston, 2010.
ISBN 978-0-324-59768- 4.

[2] **MICROSOFT CORPORATION.** *Microsoft Official Course 2778A : Writing Queries Using Microsoft SQL Server 2008 Transact-SQL*. Microsoft Corporation, 2008.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Kolaja, Ph.D.

Katedra výrobních systémů a automatizace

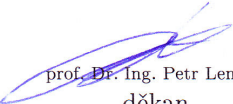
Konzultant bakalářské práce:

Ing. Petr Novák

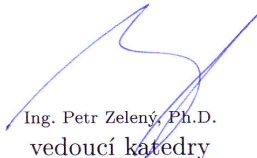
TRW Automotive Czech s.r.o.

Datum zadání bakalářské práce: **15. listopadu 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. února 2017**


prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan




Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2015

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu práce Ing. Janu Kolajovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky k práci, konzultantovi práce Ing. Petru Novákovi za podporu při tvorbě praktické části práce a firmě TRW Automotive Czech s. r. o. za to, že mi poskytla téma a zázemí k vypracování bakalářské práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá statistickou analýzou změny objemu válce brzdového třmenu v závislosti na parametrech brzdy, parametry jsou průměr pístu, použitá montážní kapalina a typ těsnění. Práce popisuje tři hlavní typy brzd, jejich části a princip a software použitý v praktické části. K analýze dat byl využit MS Excel 2007 a k jejich získání z databáze MS SQL Server 2008. Práce popisuje postup výpočtů a zpracování dat pro analýzu a následné vykreslení grafů v MS Excel. Obsahuje ukázky kódu, a to jak v jazyce T-SQL (Transact Structured Query Language) pro práci v MS SQL Server, tak VBA (Visual Basic for Applications) v programu MS Excel. Závěrem praktické části práce jsou ukázky výsledných grafů – histogram a kontingenční graf.

Klíčová slova

Brzda, brzdový třmen, objemové testování brzd, MS Excel, MS SQL Server.

Abstract

Thesis deals with the statistical analysis of volume displacement of caliper cylinder based on the brake parameters. The parameters are piston diameter, assembly fluid and type of the seal. The thesis describes the three main types of brakes, their parts and principle and software used in the practical part. MS Excel 2007 was used to analyze the data and MS SQL Server 2008 was used to get the data from database. Thesis also describes calculations and data processing for analysis and subsequent drawing charts in MS Excel. It contains code samples, both in T-SQL (Transact Structured Query Language) used in MS SQL Server and VBA (Visual Basic for Applications) in MS Excel. The final part of the thesis contains examples of resulting graphs – histogram and pivot chart.

Key words

Brake, caliper cylinder, volume displacement tests, MS Excel, MS SQL Server.

Obsah

Seznam zkratk	8
1. Úvod a cíl práce	9
2. Brzda	9
2.1 Typy brzd.....	9
2.2 Přední brzda	10
2.3 Zadní brzda.....	12
2.4 Elektronická parkovací brzda	14
3. GLMS	15
3.1 Struktura databáze	16
4. Datové spojení SQL serveru a MS Excel	18
4.1 MS SQL Server 2008.....	18
4.2 Relační databáze	18
4.3 MS Excel 2007	19
4.4 Datové spojení MS Excel a MS SQL Server.....	20
5. Získání dat z databáze	22
5.1 Charakteristika testu	22
5.2 SQL dotaz	25
6. Zpracování dat	28
6.1 Import tabulky a nalezení souborů s daty.....	28
6.2 Filtrace dat a sjednocení názvů parametrů	33
6.3 Import dat z vyhodnocovacího programu.....	36
7. Statistická analýza	38
7.1 Metoda delta.....	39
7.2 Metoda konstanta	41
7.3 Vykreslení grafů.....	42
7.4 Kontingenční graf	43
8. Závěr	46
Použitá literatura	47
Seznam příloh	47

Seznam zkratek

3D	3 dimenzionální
API	Application Programming Interface
DLL	Dynamic-link Library
EPB	Elektronická parkovací brzda
GLMS	Global Lab Management Systems
ID	Identifikační číslo
IT	Informační technologie
MS	Microsoft
ODBC	Object Database Connectivity
ODC	Office Data Connection
OLE-DB	Object Linking and Embedding Database
SQL	Structured Query Language
SSMS	SQL Server Management Studio
T-SQL	Transact-SQL
UDL	Unversal Data Link
VBA	Visual Basic for Applications

1. Úvod a cíl práce

Brzdný systém je velmi podstatnou součástí každého automobilu a z hlediska aktivní bezpečnosti je nutné, aby byl za každých okolností funkční. K dimenzování brzd a jejich součástí dopomáhá řada testů, které jsou ve firmě TRW Automotive Czech, s.r.o. prováděny.

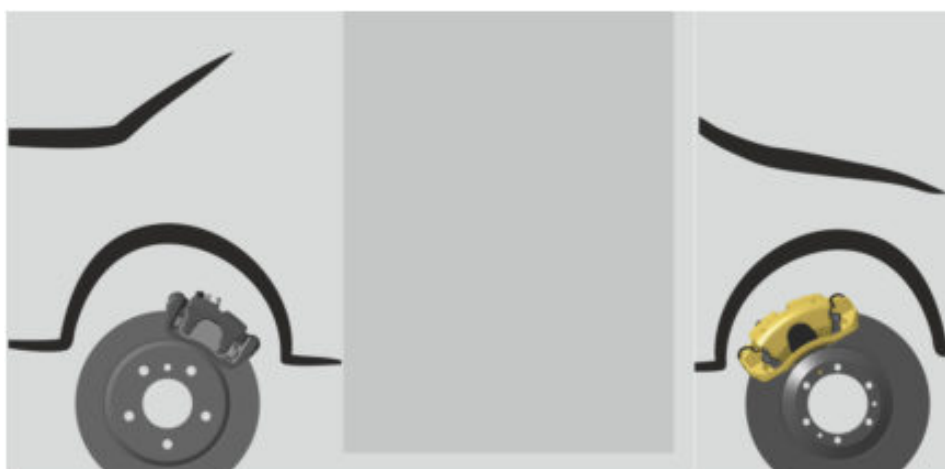
Testy zkoumají jak funkčnost, tak životnost brzd a jejich částí. Testované vzorky jsou vybaveny snímači jednotlivých měřených veličin a umístěny do měřících stavů, kde podstupují různé druhy zatížení, jsou vystaveny teplotám v rozmezí -40°C až $+80^{\circ}\text{C}$ a vlivům posypové soli. Při testech dojde řádově k desítkám až stovkám tisíc zabrzdění na každém vzorku.

Cílem této bakalářské práce je se zaměřit na objemové testy brzd, kdy je zjišťována změna objemu válce v brzdovém třmenu při vzrůstajícím tlaku, a vypracovat statistickou analýzu závislosti změny objemu na daných parametrech testované brzdy, kterými jsou průměr pístu brzdy, použitá montážní kapalina a typ těsnění. Potřebná data jsou uložena v centrální databázi a zpracovávána v softwaru vytvořeném zaměstnancem firmy.

2. Brzda

2.1 Typy brzd

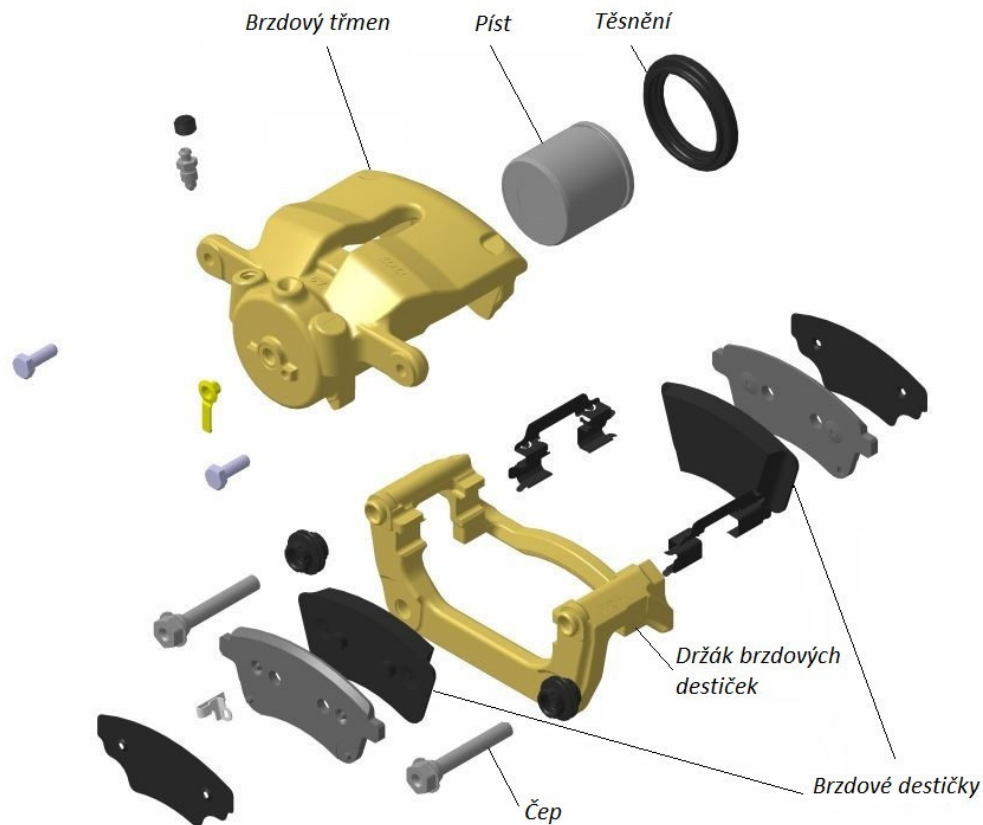
V automobilovém průmyslu jsou využívány tři hlavní typy brzd, ty jsou děleny na provozní a ruční. Do kategorie provozních brzd patří přední a zadní brzdy, které jsou ovládány hydraulicky pomocí brzdového pedálu za provozu vozidla. V případě odstavení vozidla je využíván systém ruční (parkovací) brzdy, kdy dojde k zabrzdění zadní nápravy buď mechanicky, nebo elektronicky. Elektronická parkovací brzda je označována zkratkou EPB.



Obrázek 1: Umístění brzd na automobilu (zdroj: TRW Automotive Czech, s. r. o.)

Na obrázku 1 je znázorněno umístění brzd na automobilu. Přední brzda je umístěna za svislou osou kola a zadní brzda před svislou osou ve směru otáčení kola. Přední brzda vykonává přibližně 40% práce při brzdění a zadní přibližně 10%. Brzdy jsou párová součást automobilu a jsou umístěny na všech kolech.

2.2 Přední brzda



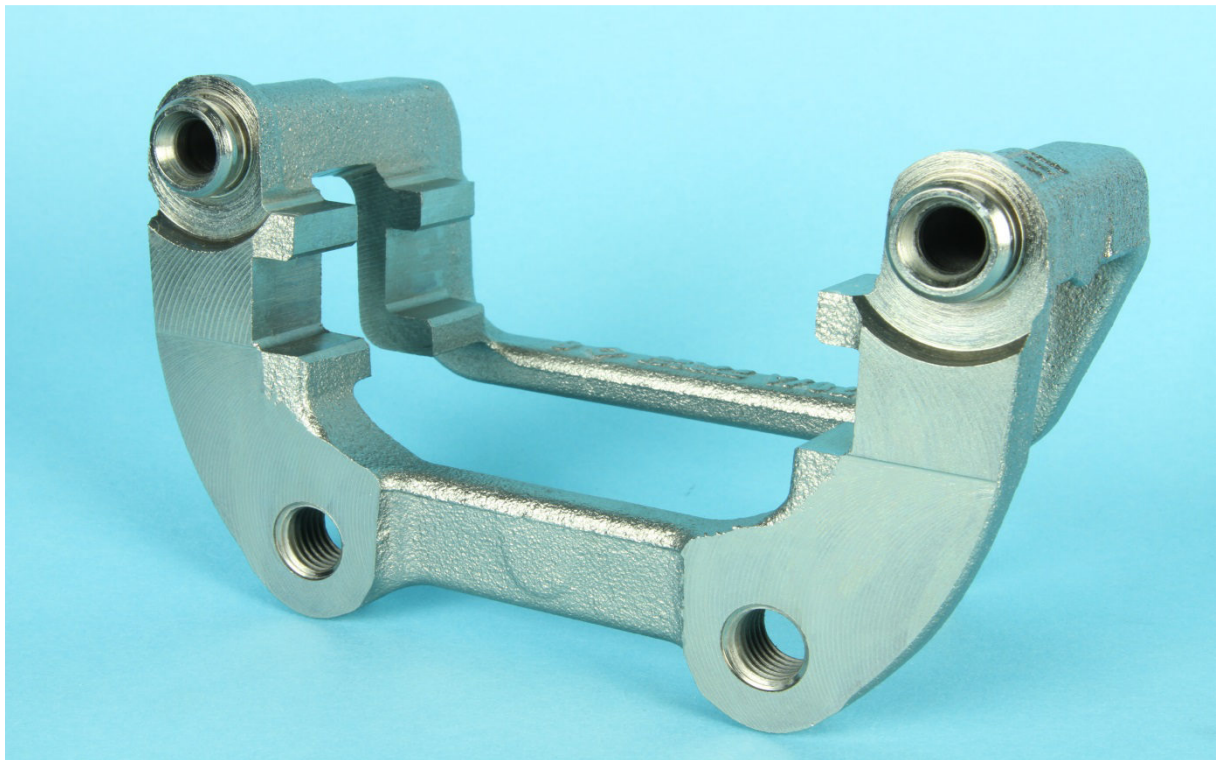
Obrázek 2: Rozpad levé přední brzdy (zdroj: TRW Automotive Czech, s. r. o.)

Na obrázku 2 je naznačen rozpad přední brzdy s popisem hlavních součástí. Tělo brzdy je tvořeno brzdovým třmenem, do kterého je vsazen držák brzdových destiček. Držák je ke třmenu upevněn pomocí dvou čepů, po kterých se může pohybovat. Brzdové destičky jsou v držáku umístěny zevnitř a při instalaci do automobilu je mezi nimi brzdový kotouč. V brzdovém třmenu se nachází také píst s těsněním, který přenáší brzdovou sílu na destičky.

Přední brzda je ovládána hydraulicky pomocí brzdového pedálu. Sešlápnutím brzdového pedálu dojde ke stlačení pístu v brzdovém válci (případně přes posilovač brzd), který převede tlak do systému s brzdovou kapalinou, která přeneše tlak na píst. Píst se posune v brzdovém třmenu a začne vyvíjet tlak na brzdové obložení a brzdové destičky. K samotnému brzdění ale dojde až po usazení všech částí brzdy.

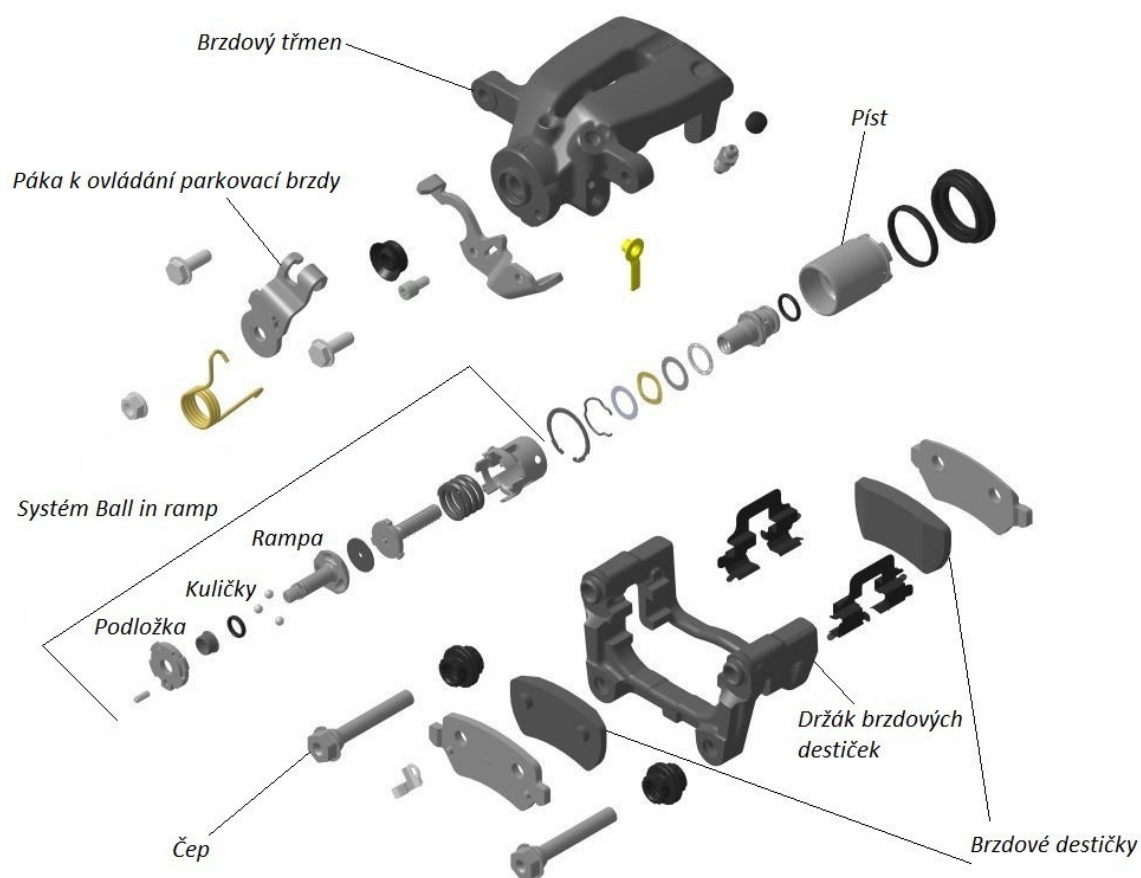
Usazování brzdy probíhá postupně a začíná dosednutím pístu na brzdové obložení destičky, která je k pístu umístěna blíž. Poté dojde ke kontaktu destičky a jedné strany brzdového kotouče a zároveň dosedá druhá destička svým obložím na prsty brzdového třmenu a je přitlačena k druhé straně kotouče. Teprve při kontaktu obou destiček s brzdovým kotoučem dochází k brzdění.

Se vzrůstajícím tlakem pístu se zvyšuje tření mezi destičkami a kotoučem a dochází k přeměně energie na teplo. Z tohoto důvodu jsou brzdové destičky vytvářeny z vysoce teplotně odolného materiálu. Dříve byl používán azbest, ale vzhledem k jeho toxicitě byl nahrazen syntetickým aramidem.



Obrázek 3: Držák brzdových destiček (zdroj: TRW Automotive Czech, s. r. o.)

2.3 Zadní brzda



Obrázek 4: Rozpad levé zadní brzdy (zdroj: TRW Automotive Czech, s. r. o.)

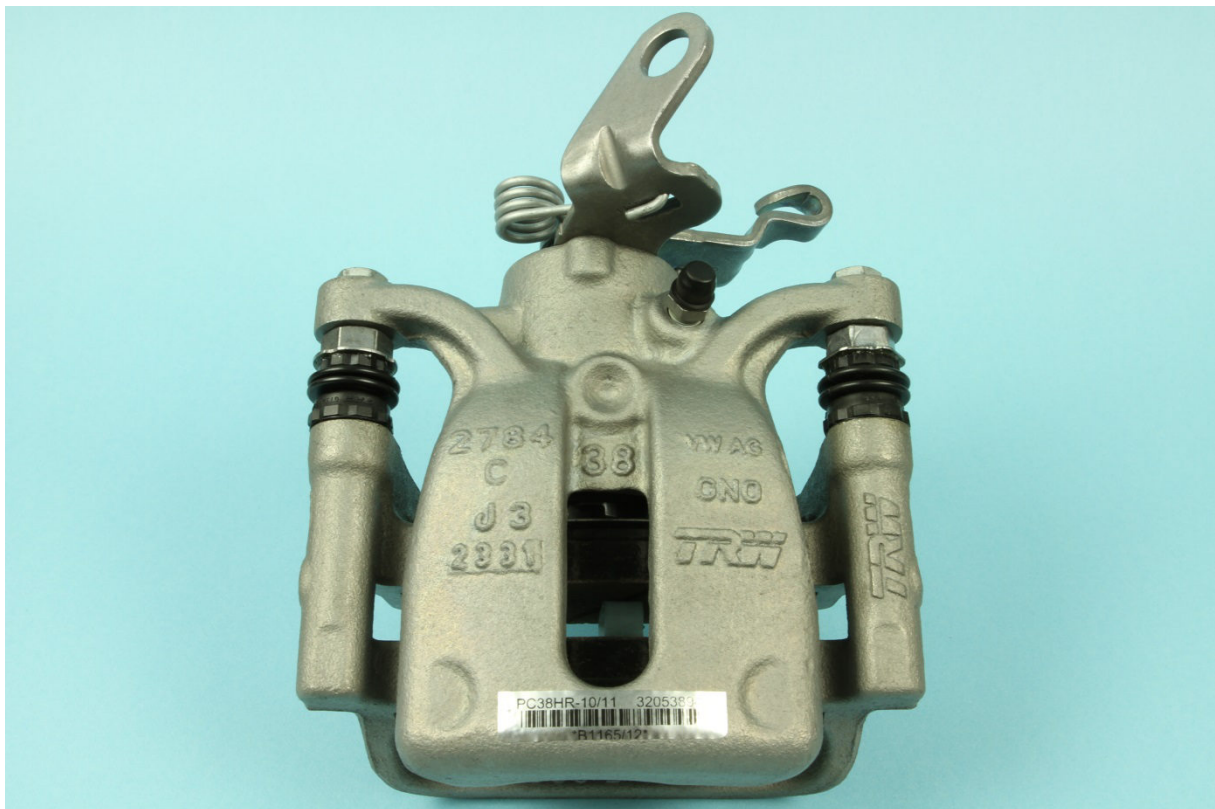
Obrázek 4 představuje rozpad zadní brzdy se systémem Ball in ramp, který slouží jako ruční brzda. Základem brzdy je opět brzdový třmen, ke kterému je pomocí čepů připevněn držák brzdových destiček s destičkami a obložením. Ve válci brzdového třmenu se pohybuje píst s těsněním a navíc se v těle pístu nachází systém Ball in ramp.

Princip zadní provozní brzdy je stejný jako v případě přední provozní brzdy. Brzda je ovládána brzdovým pedálem, při jehož stlačení dojde k posuvu pístu v brzdovém válci a přenosu tlaku až k pístu v brzdovém třmenu.



Obrázek 5: Brzdové destičky s obložením

Ball in ramp plní funkci parkovací brzdy a nejčastěji je ovládán mechanicky pomocí páky ruční brzdy, někdy je však i tento systém ovládán elektronicky. Hlavními součástmi jsou rampa se třemi prohlubněmi s plynulými nástupnými hranami, tři kuličky a podložka. Kuličky jsou umístěny v prohlubních a z druhé strany jsou přitlačeny podložkou. V obou případech ovládání, elektronickém i mechanickém, je přenos síly uskutečněn pomocí lanka a páky, která při zatažení za lanko pootočí rampu tak, že se kuličky dostanou mimo prohlubně a dojde ke zvětšení mezery mezi rampou a podložkou a posunutí rampy. Posunem rampy ve směru k pístu vzniká tlak na píst a dojde k zabrzdění. Systém brzdy navíc obsahuje samostavící šroub k vymezení brzdy před zabrzděním.



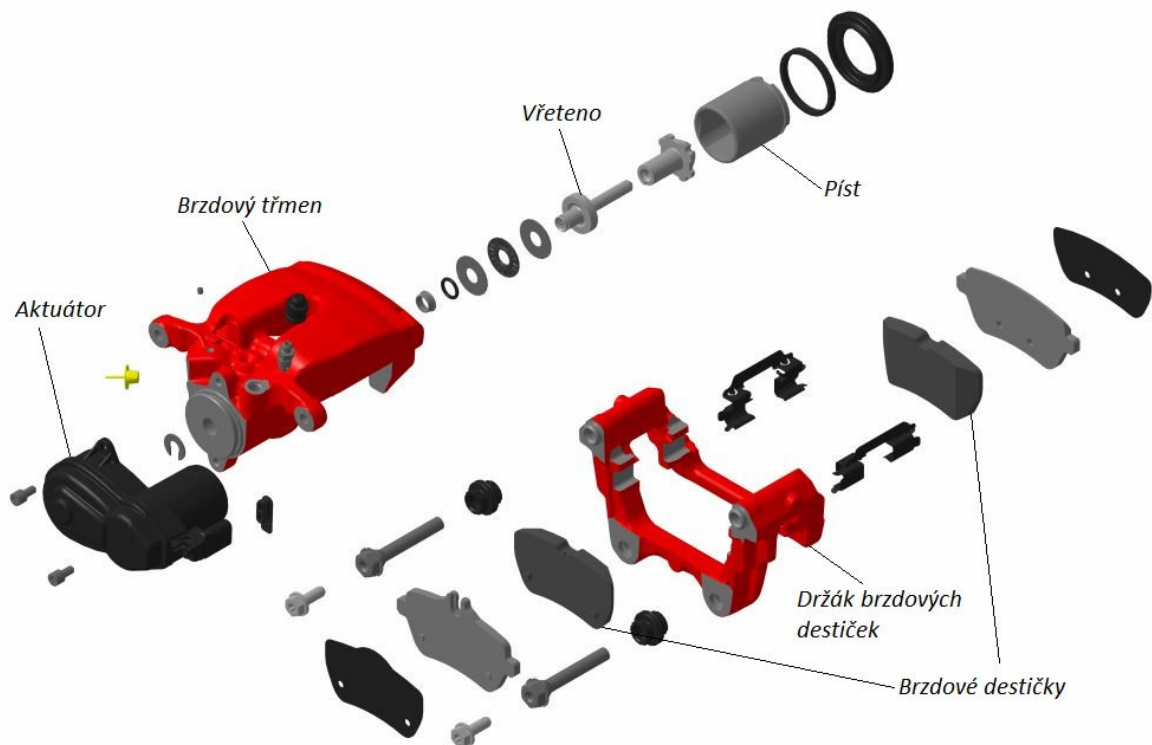
Obrázek 6: Kompletní zadní brzda s pákou systému Ball in ramp (zdroj: TRW Automotive Czech, s. r. o.)

Použití zadní brzdy se systémem Ball in ramp je sice oproti elektronické parkovací brzdě zastaralé, ale jeho významnou výhodou je jeho spolehlivost. Mechanické ovládání brzdy nevyžaduje napájení a není ovlivněno elektronickými závadami na automobilu.

Opotřebením nebo závadou může dojít k zatečení vody do lanovodu a ke korozi lanka. V zimním období pak voda v lanovodu zamrzá a znemožňuje pohyb lanka, může se tedy stát, že při sepnuté brzdě voda zamrzne a nebude možné ji odbrzdít.

Nevýhodou použití mechanické zadní brzdy je, že není možné instalovat systémy, které aktivně zasahují za provozu vozidla, jako například asistent rozjezdu do svahu. Z uživatelského a nutno dodat i estetického hlediska je ovládání pomocí tlačítka (u EPB) modernějším řešením než pomocí páky ruční brzdy.

2.4 Elektronická parkovací brzda



Obrázek 7: Rozpad elektronické parkovací zadní brzdy (zdroj: TRW Automotive Czech, s. r. o.)

Na obrázku 7 je zobrazen rozpad elektronické parkovací brzdy. Tělo brzdy je opět tvořeno brzdovým třmenem, držákem brzdových destiček a destičkami s obložením. Parkovací brzda je ovládána elektronicky aktuátorem.

Provozní funkce brzdy má stejný princip jako u předchozí zadní brzdy, hydraulický přenos tlaku od brzdového pedálu až k pístu ve válci brzdového třmenu.

Parkovací funkci brzdy plní aktuátor, který obsahuje řídicí jednotku a motorek, který otáčí vřetenem. Rotační pohyb vřetena je pomocí šroubovice převáděn na posuv a posuvem je vyvíjen tlak na píst. Veškeré ovládání parkovací brzdy je elektronické a řidič ji spíná pomocí tlačítka.

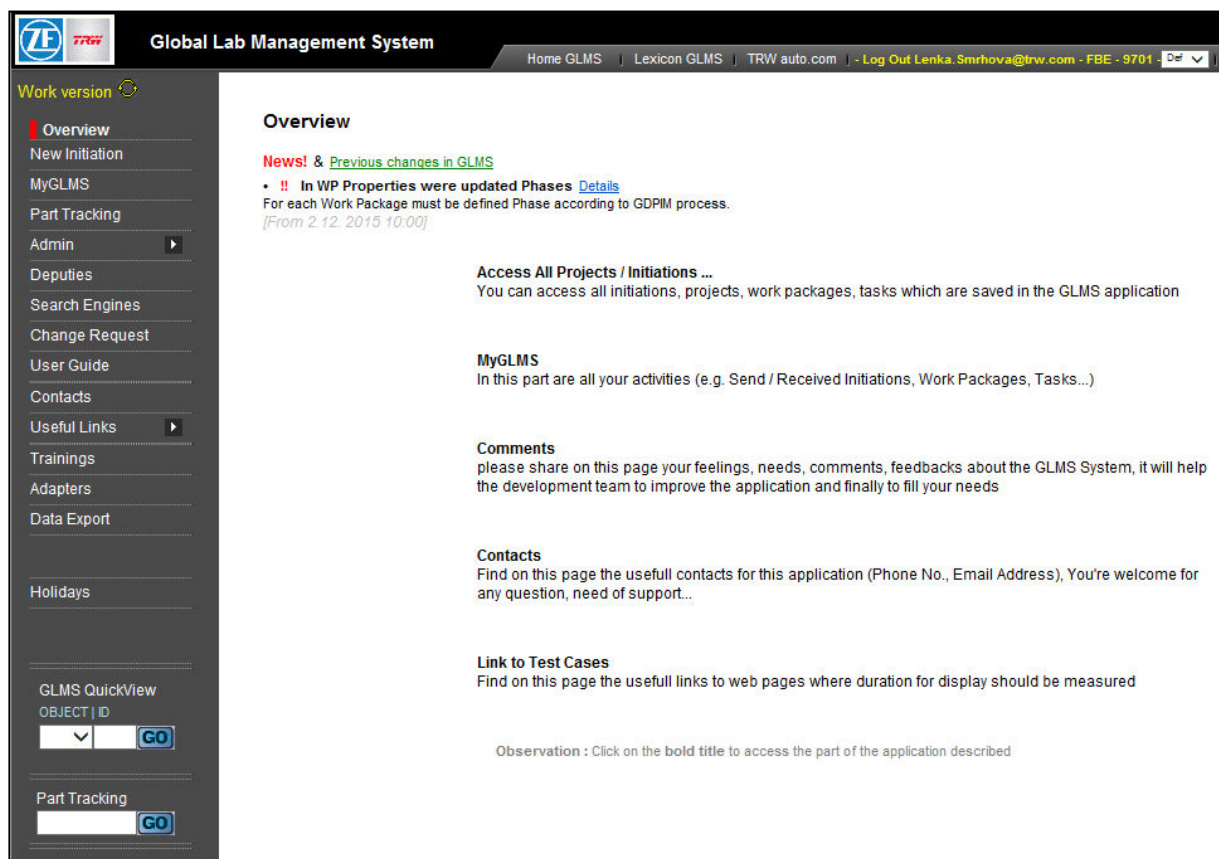


Obrázek 8: Píst (zdroj: TRW Automotive Czech, s. r. o.)

3. GLMS

Veškerá data firmy TRW Automotive s.r.o. jsou uložena v centrální databázi Global Lab Management System, zkráceně GLMS. Databáze se skládá z několika desítek propojených tabulek obsahujících informace o všech vzorcích brzd, testech, zaměstnancích, pracovištích i strojích.

Každý zaměstnanec má přístup k nahlížení do databáze přes webové uživatelské rozhraní. Každý zaměstnanec je identifikován vlastními přihlašovacími údaji a různé skupiny zaměstnanců mají různá práva. Uživatelé systému (zaměstnanci) mohou do databáze vkládat výsledky testů, které byly na jejich pracovišti provedeny, vytvářet nové skupiny testů, nebo zadávat úkoly ostatním zaměstnancům. Databázové rozhraní rovněž zajišťuje veškerou oficiální komunikaci mezi zaměstnanci, jako žádosti o instalace softwarů na oddělení IT podpory, žádosti o nákup nového vybavení, atd.



Obrázek 9: Úvodní stránka webové aplikace GLMS

3.1 Struktura databáze

Tabulky jsou vytvořeny pro jednotlivé parametry a obsahují veškeré informace o daném parametru. Zároveň přidělují parametru identifikační číslo a ostatní tabulky dále pracují pouze s ID čísly parametrů. Například tabulka Dept obsahuje seznam všech oddělení firmy s přiděleným identifikačním číslem DeptID a informacemi o oddělení. Tabulka AppliUser obsahuje seznam všech zaměstnanců firmy a informace v podobě ID čísel oddělení, pobočky, atd.

dbo_AppliUser * UserID Surname Name Dept Email Plant AccessID UserStatus UserDN Registered LangID FileAccess	dbo_Assembly * AssemblyID DrawingNum PartListNo Issue Suffix Name CustomerData Disc DataSheetNo Imported DateOfCreation Creator DeptBranchID	dbo_AssemblySup * AssemblySupID AssemblyID Status dbo_LinkTestSample * LinkTestSampleID ProjectTestSampleID ProjectTestID Status RawData SAnalysis RawDataArchive SAnalysisArchive	dbo_Dept * DeptID Plant Costcentre Name DeptBranchID dbo_ProjectTestSamples * ProjectTestSampleID ProjectTestID PartIndex Status Side TrackingNum Barcode SamplesOrderID OwnTrackNoGr OwnTrackNo PartID OwnTNYear OrderOfBarcode	dbo_DeptBranch * DeptBranchID Abbreviation Name NikuAbbrev dbo_FtpVirtualDirectory * FtpVirtualDirID FactoryID BranchID VirtualDirectory FtpServer FtpServerEncrypt LoginRequested LoginRequestedEncrypt PhysicalPath FtpServerReports FtpServerEncryptReport LoginRequestedReports LoginRequestedEncrypt PhysicalPathReports FTPServerArchive FTPServerArchiveEncry PhysicalPathArchive	dbo_Test * TestID Name Descript ProciD Type CreatedBy DateOfCreation Category DeptID SpecParagraph SpecIssue SpecName Status DisplayDefaultValues CustomerID OfficialTask DeptBranchID
dbo_ProjectTest * ProjectTestID ProjectWorkID TestID ReportingDate Note Tester PartIDRight TestedIndexRight PartIDLeft TestedIndexLeft MachineID Status DurationPer Note2 Priority PartDetails TAnalysis TReport TAttach TestComment TCorrection TCosts TAnalysisArchive InnovCommentID UsualConditions	dbo_TestParamValue * TestParamValueID TestParamID ProjectTestID ParamValue dbo_Machine * MachineID MachineName MachineCode Description ResponsibleEng DeptID InsertedBy InsertDate Status InventoryNo ControlPlan dbo_TestParam * TestParamID ParamName ParamUnit CreatedBy DateOfCreation	dbo_ProjectWork * ProjectWorkID ProjectID WorkPackageID ProjectProductID WorkInstructions EngInstructions ReportingDate RespEng NikuNo LabManager LabReport Status SamplesOrderID AskApproval WPCreator ReportStatus WPStructure WPAttach PartsDelivery WPAnalysis LVBSReport WPName SubmitterID CurrencyID PONumber	dbo_LinkProductParam * LinkID ProjectProductID ProductParamID PPValue Status PPGrpID dbo_WorkPackage * WorkPackageID Name Type CreatedBy DateOfCreation Status DeptID	dbo_LinkProductParam * LinkID ProjectProductID ProductParamID PPValue Status PPGrpID dbo_ProjectProduct * ProjectProductID ProjectID AssemblySupID Status PComment LinkAssyPPGrpID PPDefinedBy dbo_ProductParam * ProductParamID NameEN Unit NameDE NameCZ GroupID	

Obrázek 10: Vybrané tabulky databáze a jejich obsahy

Ve webovém uživatelském rozhraní jsou testy uspořádány do skupin a dále se dělí až k jednotlivým vzorkům brzd. Nejvyšší kategorií je iniciace označena písmenem *I* (*Initiation*) a číslem, která představuje zakázku, specifikuje testované vzorky a druhy prováděných testů. Iniciace může obsahovat soubor testů prováděných při vývoji brzdy, může být zaměřena na určitou výrobní linku, nebo může vyřizovat reklamaci jediného vzorku brzdy. Kategorii zakládá iniciátor, který pověří zodpovědnou osobu z požadovaného oddělení nebo vedoucího projektu.

Podskupinami iniciací jsou balíky testů označovány písmeny **WP** (*WorkPackage*) a čísla, které obsahují soubory testů se společnými parametry. Testy mohou být do balíků rozděleny podle pracoviště, kde budou prováděny, podle zaměstnance, který je bude provádět, nebo podle dalších kritérií.

Jednotlivé testy jsou rozepsány ve formě úloh a označovány písmenem **T** (*Task*) a číslem. Úloha představuje jeden druh testu, který je na vzorcích prováděn. Každý druh testu má svou specifikaci a zaměřuje se na jednu vlastnost testovaného vzorku. Testují se například objemové deformace, tlaková těsnost, vibrace, opotřebení těsnění pístu, a další. U každé úlohy je možné zobrazit výsledky daného testu pro jednotlivé testované vzorky, které jsou popsány kódem (*BarCode*) složeným z písmen a číslic.

The screenshot shows a software interface with the following components:

- Navigation Tabs:** Initiation, Project Details, Products Definition, Work Packages Definition, **Works & Tasks**, Tree View.
- Work Package Header:**
 - WP1171 Off-tool brakes front axle (Finished)
 - WP-An, WP-Report, LVBS-Rep, H, H, H
- Instructions:**
 - PV- testing (release package)
 - Project : Hyundai YN
 - Product: front brake CI57 - 26/13
 - PIN : 32041740/741PIK
 - Parts for testing will be ready by end of October 2008
- Project Information:**
 - Project Engineer: Linka Ivan, Niku No: PR08157, Customer: Hyundai
 - Platform: YN, Car: Matrix successor, Category: Release
- Task List:**

Task ID	Status	Task Name	RD&SA	T-Analysis	T-Report	Icons
T7416	✓	Trägerfestigkeitstest TS4-15-108 2.0 (TS4-15-108 / AW Trägerfestigkeit)	!!	!!	!!	H, H, H
T3060	✓	Caliper Body Slide Load (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3049	✓	Vacuum Leakage Test (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3050	✓	Low Pressure Leakage (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3053	✓	High Pressure Leakage - Hydraulic (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3056	✓	Volume Displacement & Housing Deflection with Pads (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3057	✓	Volume Displacement & Housing deflection with Steel Block (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3059	✓	Piston Pop Out (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3067	✓	Rollback / Clearance without Adjuster - with Pads (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3068	✓	Rollback / Clearance without Adjuster - with Steel Block (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3058	✓	Piston Threshold Pressure (TS4-15-106)	!!	!!	!!	H, H, H
T3061	✓	Burst Test (TS4-15-108)	!!	!!	!!	H, H, H
T3063	✓	Torque Overtightening Test - Bleed Screw (TS4-15-108)	!!	!!	!!	H, H, H
T3064	✓	Torque Overtightening Test - Inlet Screw (TS4-15-108)	!!	!!	!!	H, H, H
T3065	✓	Torque Fatigue (TS4-15-109 / Lastwechsel SDTest)	!!	!!	!!	H, H, H
T3069	✓	Torque Endurance Test for Adhesive Bonded Caliper Pad Noise Control Shim (TS4-15-123)	!!	!!	!!	H, H, H
T3051	✓	Vibration Test (TS4-15-109)	!!	!!	!!	H, H, H
T3062	✓	Carrier Strength Test (TS4-15-108)	!!	!!	!!	H, H, H
T3066	✓	Resonator test - bracket (TS4-15-103)	!!	!!	!!	H, H, H

Obrázek 11: Iniciace 763 obsahující balík 1171 a jednotlivé úlohy v balíku

4. Datové spojení SQL serveru a MS Excel

4.1 MS SQL Server 2008

MS SQL Server je databázový server vyvinutý společností Microsoft. První verze systému byla vydána již v roce 1989 pod názvem Microsoft SQL Server 1.0(16 bit) a v následujících letech až na několik výjimek vycházely další verze. Nyní v roce 2015 je nejnovější verzí Microsoft SQL Server 2014.

MS SQL Server 2008 s kódovým označením Katmai vyšel v roce 2008 jako nástupce MS SQL Serveru 2005. Katmai je v pořadí již 12. verzí, nese však označení Verze 10.0. Ke správě databáze slouží systémy studií, které existovaly již u předchozí verze z roku 2005.

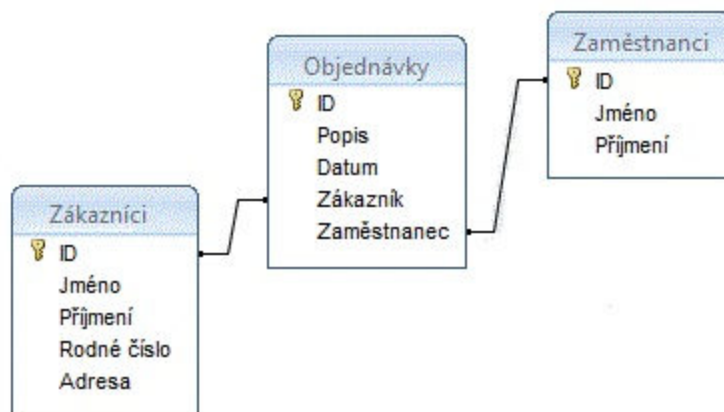
Základním nástrojem je SQL Server Management Studio (SSMS), který umožňuje provádět všechny základní operace s databází. Nástroj je určen pro správu jednotlivých databází i instancí, nahlížení do propojených databází, editace jednotlivých objektů a spouštění SQL dotazů. Po prvotním nastavení jednotlivých instancí již SSMS plně postačí ke kompletní správě databáze.

K práci s daty v relačních databázích slouží dotazový jazyk SQL (Structured Query Language). Syntaxe jazyka byla vytvořena v angličtině a to tak, aby byla co nejvíce transparentní. Společnost Microsoft pro své databázové systémy vyvinula rozšíření jazyka a vznikl tak T-SQL (Transact-SQL).

4.2 Relační databáze

Podle struktury uložených dat můžeme databáze rozdělit na relační a objektové. Relační databáze využívají relačního modelu logického skladování dat, pojem vznikl v roce 1970.

Princip relačního uložení dat spočívá v dvojrozměrných tabulkách tvořených řádky – záznamy a sloupci – atributy. Každý atribut tabulky má daný datový typ a doménu, které určují formát vkládaných záznamů. Tabulky zpravidla obsahují klíče, které zaručují unikátnost jednotlivých záznamů. Primární klíč může být přidělen atributu nebo skupině atributů tak, aby jejich kombinací bylo dosaženo jednoznačného určení záznamu. Nejčastěji je však do tabulky přidán atribut, který plní funkci primárního klíče, například v podobě identifikačního čísla záznamu, které je automaticky přidělováno novým záznamům jako pořadové číslo. Primární klíč by měl již při tvorbě tabulky být navržen tak, aby již pro jednotlivé záznamy nemusel být nikdy měněn.



Obrázek 12: Schéma tabulek relační databáze se seznamy atributů

Na obrázku 12 jsou znázorněny tři tabulky s názvy Zákazníci, Objednávky a Zaměstnanci a jejich atributy. Obrázek klíče u atributu symbolizuje primární klíč tabulky, v tomto případě se vždy jedná o přidělené identifikační číslo. Tabulka Objednávky obsahuje informaci o zákazníkovi a zaměstnanci, pouze ale označuje identifikačním číslem, o který záznam z tabulek Zákazníci a Zaměstnanci se jedná. Pro bližší informace je nutné vyhledat pomocí identifikačního čísla záznam přímo v dané tabulce.

4.3 MS Excel 2007

Excel je tabulkový procesor společnosti Microsoft. Nejčastěji bývá součástí sady Microsoft Office, která obsahuje balík procesorů, aplikací a programů podle cílového uživatele. První tabulkový kalkulátor firmy Microsoft byl vydán v roce 1982, po jeho neúspěchu byl následně vyvinut Excel.

Program umožňuje uživatelsky snadnou práci přímo v prostředí tabulek tvořených sítí číslovaných řádků a sloupců. Nabízí řadu matematických, statistických, logických, vyhledávacích a dalších funkcí, které lze aplikovat pro jednotlivé buňky nebo pro skupiny buněk pomocí příkazového řádku. Každá buňka figuruje jako samostatné pole, lze ji přiřadit formát, vlastní písmo, barvu, atd.

Data v tabulkách je možné převést do podoby grafu. Program obsahuje šablony několika základních typů grafů, např. spojnicový, bodový, sloupcový, koláčový, nebo 3D. Data lze rovněž zobrazit jako kontingenční tabulku nebo kontingenční graf, které slouží k vizualizaci vztahu dvou statistických znaků.

V programu MS Excel je možné vytvářet makra v jazyce Visual Basic for Application (VBA), který byl vyvinut pro řadu Microsoft Office. VBA umožňuje tvorbu funkcí, automatizaci procesů a přístup k Windows API, sloužící ke komunikaci mezi programy. Díky možnosti komunikace s ostatními programy z řady Microsoft Office lze aplikaci Excel propojit například s Microsoft Outlook a automaticky odesílat emailové zprávy obsahující přílohy i v jiném formátu než dokument aplikace Excel.

Makra lze přiřadit k různým vkládaným prvkům ActiveX (např. tlačítka, zaškrťovací políčka, seznamy, textová pole, a další), ke spuštění makra pak dojde na základě zvolené akce provedené na prvku. Program může rovněž pracovat s uživatelskými funkcemi pomocí menu, formulářů nebo dialogů. Formuláře komunikují s uživatelem, obsahují otázky ohledně programu a nabízejí odpovědi, na jejichž základě program proběhne.

K usnadnění práce s makry slouží funkce Záznam makra, která zaznamenává provedené akce a následně je převede do formátu VBA kódu, což umožňuje tyto akce provádět opakovaně pouhým spuštěním makra.

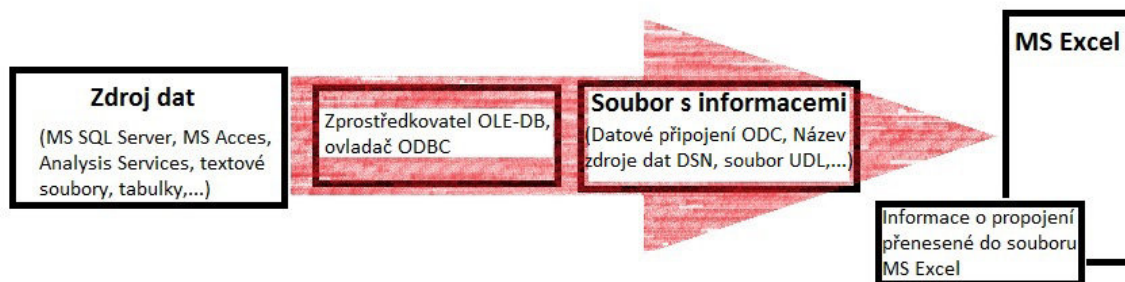
4.4 Datové spojení MS Excel a MS SQL Server

V případě, že je potřeba zpracovat či analyzovat data, která jsou uložena v databázi, je ideálním řešením data exportovat do sešitu aplikace Excel a potřebné operace provádět zde. K tomu slouží v MS Excel Průvodce datovým připojením, který je možné spustit na kartě Data. Datové spojení obsahuje informace o zdroji dat, o jeho umístění, o způsobu přístupu k datům a případné přihlašovací údaje. Tyto informace mohou být uloženy přímo v sešitu MS Excel nebo v samostatném souboru (např. soubor datového připojení systému Office nebo Název zdroje dat). Soubory jsou uživatelské, může je využít pouze konkrétní uživatel počítače, nebo systémové, které jsou viditelné pro všechny uživatele počítače.

Existuje řada možností, jak propojit MS Excel a MS SQL Server. První možností je sdílení externího zdroje dat. Takový zdroj může být realizován pomocí souborů, které vytvoří správce připojení a uloží je do zabezpečeného umístění, kde je mohou ostatní uživatelé pouze číst, nikoli upravovat. Soubory mohou být typu ODC (soubor datového připojení) nebo textové soubory obsahující informace o připojení. Soubory dotazů mohou být vytvořeny v několika formátech podle zdrojové databáze a použitých zprostředkovatelů, ovladačů, atd.

Další možností je připojení pomocí rozhraní ODBC (Open Database Connectivity). ODBC je nezávislé na databázovém systému i na operačním systému počítače, vyžaduje ale instalaci ovladačů. Funguje jako komunikační kanál mezi aplikací a zdrojem, operace jsou prováděny pomocí SQL. Při využití ODBC se aplikace (např. MS Excel) připojí k rozhraní ODBC, které pak ve Správci ovladačů zvolí ovladač (např. ovladač ODBC systému SQL Serveru) pro připojení ke zdroji (např. MS SQL Server). Informace o zdroji jsou ukládány v souboru nebo pomocí připojovacího řetězce v jazyce Microsoft Visual Basic.

Architektura připojení OLE-DB (Object Linking and Embedding Database) nazývá aplikaci spotřebitelem (*consumer*) a přístup k datům zajišťuje zprostředkovatel (*provider*). Zprostředkovatel je vybrán podle zdroje, ke kterému se spotřebitel připojuje (např. Zprostředkovatel Microsoft OLE-DB pro SQL Server). Informace o zdroji jsou uloženy v souboru UDL (Universal Data Link). [3]



Obrázek 13: Schéma propojení MS Excel a MS SQL Server (zdroje dat)

Obrázek 13 představuje schéma propojení aplikace MS Excel a zdroje pomocí zprostředkovatele či ovladače, soubor obsahující informace o zdroji a informace zobrazené přímo v MS Excel.

5. Získání dat z databáze

Prvním úkolem praktické části této práce je selektovat z databáze pouze data týkající se objemových testů, tak aby mohla být analyzována. Data jsou uložena v databázi MS SQL Server 2008, proto byl k získání dat použit dotaz v jazyce T-SQL, pomocí kterého byl v databázi vytvořen náhled nové tabulky. Data v tabulce byla následně importována do aplikace MS Excel pomocí zprostředkovatele OLE-DB.

5.1 Charakteristika testu

Analýza změny objemu válce brzdového třmenu vychází pouze z dat objemových testů. Při testu je zaznamenáván tlak, který je vyvíjen na píst a posuv pístu. V prostoru válce brzdového třmenu se nachází brzdová kapalina a ta je jen velmi málo stlačitelná, proto můžeme z informace o posuvu pístu vypočítat změnu objemu válce z rovnice

$$V = l * S \quad (1)$$

kde l je dráha (posuv) pístu a S je plocha pístu získaná ze známého průměru pístu d dle vzorce

$$S = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad (2)$$

Testy prováděné v TRW Automotive Czech s. r. o. mají jednak číselné označení a také název v angličtině. Název specifikuje, o jaký druh testu se jedná, díky čemuž je možné uvedené testy vyhledat podle obsahu názvu.

```

SELECT DISTINCT t.TestID, t.Name

FROM (((dbo_Test AS t

INNER JOIN dbo_ProjectTest AS pt ON t.TestID = pt.TestID)

INNER JOIN dbo_Machine AS m ON pt.MachineID = m.MachineID)

INNER JOIN dbo_Dept AS d ON m.DeptID = d.DeptID)

WHERE (((t.Name) Like '*volume*') AND ((d.Plant)=1)

AND ((d.DeptBranchID)=1))

GROUP BY t.TestID, t.Name;

```

Zdrojový kód 1: Dotaz v jazyce T-SQL k vyhledání objemových testů v databázi

Zdrojový kód 1 prochází tabulky *Test*, *ProjectTest*, *Machine* a *Dept* a vyhledává v databázi objemové testy podle klíčového slova *Volume* (z angličtiny objem) v názvu testu, zároveň musí být dodrženy podmínky *Plant* (z angličtiny továrna), kdy hodnota 1 odpovídá pobočce v Jablonci nad Nisou, a *DeptBranch* (z angličtiny oddělení), kdy hodnota 1 odpovídá oddělení *Foundation Brakes* (základní oddělení firmy TRW Automotive Czech s. r. o. zabývající se brzdami). Podmínky jsou vypsány za slovem *WHERE*.

Výsledkem dotazu je tabulka se sloupci *TestID* (identifikační číslo testu) a *Name* (název testu). Atributy tabulky jsou vypsány za příkazem *SELECT*. Přidáním příkazu *DISTINCT* bylo zabráněno opakování duplicitních hodnot, v případě, že by bylo slovo *DISTINCT* vynecháno, by tabulka obsahovala identifikační číslo a název testu pro veškeré provedené objemové testy i přes to, že by jejich název a charakteristika byly stejné. [2]

TestID	Name
135	Volume Displacement with Pads
136	Volume Displacement with Steel Block
263	Volume Displacement & Housing Deflection with Pads
264	Volume Displacement & Housing deflection with Steel Block
972	Volume Displacement & Housing Deflection with Pads
973	Volume Displacement & Housing deflection with Steel Block
1232	Volume Displacement & Housing Deflection with Pads
1233	Volume Displacement & Housing deflection with Steel Block

Obrázek 14: Tabulka výsledků nalezených pomocí Zdrojového kódu 1

Obrázek 14 znázorňuje výsledek dotazu z ukázky zdrojového kódu 1. Výsledek je zobrazen v databázovém nástroji firmy Microsoft – MS Access. Tabulka je pouze pracovní a slouží jako přehled objemových testů. V levém sloupci jsou zobrazeny importované tabulky z databáze GLMS, ze kterých jsou čerpána data.

Po získání všech objemových testů prováděných v pobočce v Jablonci nad Nisou v oddělení *Foundation Brakes* byly z výsledků vybrány pouze některé testy na základě požadavků firmy na analýzu dat. Další data budou proto náležet pouze k testům s identifikačními čísly 135, 136, 263, 264, 972, 973, 1232, 1233.

TestID	Name
135	Volume Displacement with Pads
136	Volume Displacement with Steel Block
263	Volume Displacement & Housing Deflection with Pads
264	Volume Displacement & Housing deflection with Steel Block
972	Volume Displacement & Housing Deflection with Pads
973	Volume Displacement & Housing deflection with Steel Block
1232	Volume Displacement & Housing Deflection with Pads
1233	Volume Displacement & Housing deflection with Steel Block

Obrázek 15: Vybrané objemové testy

5.2 SQL dotaz

Výsledky testů jsou ukládány na firemní server v příslušných složkách. Cesta k umístění složky je tvořena algoritmem, který se skládá z informací o provedeném testu, neaktuální data jsou uložena v archivu. Cílem následujícího dotazu je získat seznam složek s jejich umístěním a k nim náležící parametry brzdy. Parametry, na jejichž základě je vytvářena analýza, jsou průměr pístu brzdy, použitá montážní kapalina a typ těsnění pístu. Již z názvů testů na obrázku 15 vyplývá, zda byla při testu použita brzdová destička (*Pads*) nebo zkušební ocelový blok (*Steel Block*), což je dalším parametrem analýzy.

```
SELECT
((ftp.PhysicalPathArchive)+'\work\T'+CStr(pt.ProjectTestID)+'\'+
 IIF((INSTR(pts.barcode, '.') = 0),pts.Barcode, MID(pts.Barcode,
 2))+'\'+ 'RawData')

FROM ((dbo_Machine AS ma
      INNER JOIN dbo_Dept AS d ON (ma.DeptID=d.DeptID))
      INNER JOIN dbo_DeptBranch AS db ON
(d.DeptBranchID=db.DeptBranchID))
      INNER JOIN dbo_FtpVirtualDirectory AS ftp ON
(d.Plant=ftp.FactoryID) and (d.DeptBranchID=ftp.BranchID))

WHERE (ma.MachineID=pt.MachineID)
```

Zdrojový kód 2: Sestavení cesty k umístění složky

Ukázka zdrojového kódu 2 představuje výňatek z dotazu v jazyce T-SQL, která vytváří cestu k umístění složky. Ukázka je polovinou podmínky *CASE – WHEN*, která zjišťuje, zda jsou data uložena v archivu nebo na stávajícím serveru. Příkaz *SELECT* sestavuje cestu dle známého algoritmu a ukládá ji do sloupce *Path* (toto je zajištěno na konci podmínky *CASE – WHEN*, která v ukázce není uvedena celá, jelikož se její dvě poloviny liší pouze v atributu tabulky *dbo_FtpVirtualDirectory*, kdy pro data uložená v archivu tvoří začátek cesty atribut *PhysicalPathArchive* a data na serveru atribut *PhysicalPath*). [2]

V příkazu *SELECT* jsou v jednoduchých uvozovkách vypsána lomítka oddělující jednotlivé složky v umístění. Slovo *work* je pro všechna umístění neměnné, proto je též zapsáno mezi jednoduchými uvozovkami, a představuje pracovní název databáze. Znaménko + vytváří textový řetězec složený ze záznamů (uvedeny v závorkách) a textu (uveden v jednoduchých horních uvozovkách).

Funkce *CStr()* převádí záznam do formátu *String* (text), aby mohl být součástí tvořeného textového řetězce. V ukázce zdrojového kódu 2 je převáděna číselná hodnota *ProjectTestID* z tabulky *dbo_ProjectTest*, která je označována zkratkou *pt*. Hodnota *ProjectTestID* odpovídá označení úlohy (*Task*) představené v kapitole 3.1 o struktuře databáze GLMS, proto je před číselnou hodnotou uvedeno písmeno **T**.

Další částí cesty k umístění složky je identifikace vzorků brzd z dané úlohy. Vzorek je označován hodnotou *BarCode* z tabulky *dbo_ProjectTestSamples*. *BarCode* je složen z číslic a písmen jako zvyšující se posloupnost, po vyčerpání číslic jsou použita písmena a po vyčerpání písmen je vytvořena další pozice. Z důvodu chyby při vytváření algoritmu pro sestavování *BarCode* byl později algoritmus změněn, a aby bylo zabráněno možnému stejnému záznamu, byl na začátek všech chybně vytvořených *BarCode* přidán znak . (tečka). V cestě k souborům však znak tečky obsažen není, pro je nutné jej v případě výskytu odstranit. Funkce *IIF()* nejprve zjistí pomocí funkce *InStr()*, zda *BarCode* tečku obsahuje, a v případě, že se na první pozici hodnoty *BarCode* tečka nachází, je hodnota vypsána až od druhé pozice. Cílové umístění výsledků testů se nachází ve složce *RawData*, což tvoří závěr cesty k datům.

TestID	ProjectTestID	BarCode	Path
135	537	.SGI	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SGI\RawData
135	537	.SHJ	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SHJ\RawData
135	537	.SIK	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SIK\RawData
135	537	.SIL	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SIL\RawData
135	537	.SKM	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SKM\RawData
135	537	.VIN	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VIN\RawData
135	537	.VJO	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VJO\RawData
135	537	.VKP	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VKP\RawData
135	537	.VLQ	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VLQ\RawData
135	537	.VMR	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VMR\RawData
135	2148	.4U3A	\\cadnas.jabcz.trw.com\glms\TaskData\FBE\work\T2148\4U3A\RawData
135	2148	.4U4B	\\cadnas.jabcz.trw.com\glms\TaskData\FBE\work\T2148\4U4B\RawData
135	2148	.4U5C	\\cadnas.jabcz.trw.com\glms\TaskData\FBE\work\T2148\4U5C\RawData
135	2148	.4U6D	\\cadnas.jabcz.trw.com\glms\TaskData\FBE\work\T2148\4U6D\RawData
135	2148	.4UJR	\\cadnas.jabcz.trw.com\glms\TaskData\FBE\work\T2148\4UJR\RawData
135	2148	.4UKS	\\cadnas.jabcz.trw.com\glms\TaskData\FBE\work\T2148\4UKS\RawData

Obrázek 16: Ukázka cest k datům s výsledky testů

K jednotlivým cestám jsou přiřazeny parametry brzdy přes hodnotu *ProjectProductID*, která je společná pro tabulky *dbo_LinkProductParam* a *dbo_ProjectWork*. Tabulky jsou propojeny příkazem *INNER JOIN* přes podmínku stejné hodnoty *ProjectProductID*. Tabulka *dbo_LinkProductParam* obsahuje atribut *ProductParamID*, který identifikuje určitý parametr (např. typ těsnění, montážní kapalinu, svěrnou sílu, různé parametry destiček,...), a atribut *PPValue*, který udává hodnotu parametru.

TestID	ProjectTestI	LinkTestSan	Path	AssemblyFl	TypeOfSeal
135	163	147	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T163\2DO\RawData	BCF11	Smo
135	163	148	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T163\2EP\RawData	BCF11	Smo
135	163	155	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T163\2FQ\RawData	BCF11	Smo
135	163	156	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T163\2GR\RawData	BCF11	Smo
135	537	7649	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SGI\RawData	9R100	Str
135	537	7650	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SHJ\RawData	9R100	Str
135	537	7651	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SIK\RawData	9R100	Str
135	537	7652	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SQL\RawData	9R100	Str
135	537	7653	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SKM\RawData	9R100	Str
135	537	7723	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VIN\RawData	9R100	Str
135	537	7724	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VJO\RawData	9R100	Str
135	537	7725	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VKP\RawData	9R100	Str
135	537	7726	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VLQ\RawData	9R100	Str
135	537	7727	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VMR\RawData	9R100	Str
136	164	149	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T164\2DO\RawData	BCF11	Smo
136	164	150	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T164\2EP\RawData	BCF11	Smo
136	164	157	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T164\2FQ\RawData	BCF11	Smo
136	164	158	\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T164\2GR\RawData	BCF11	Smo

Obrázek 17: Ukázka výsledné tabulky včetně parametrů brzdy

Atribut *TypeOfSeal* (Typ těsnění) výsledné tabulky může obsahovat pouze dvě hodnoty, *Str* (*Structured*) – strukturované těsnění, nebo *Smo* (*Smooth*) – hladké těsnění. Sloupec *AssemblyFluid* (Montážní kapalina) může obsahovat více hodnot, a to i různých pro jeden druh montážní kapaliny, jelikož může být označována více způsoby (názvem, částí názvu, kódovým označením,...). V další části práce bude nutné sjednotit názvy montážních kapalin.

6. Zpracování dat

V kapitole 5.2 bylo popsáno, jak pomocí SQL dotazu nalezneme cesty k umístění dat v databázi firmy. Další práce s daty bude probíhat v MS Excel, kde jsou provedeny veškeré výpočty a vykreslení grafů. Výsledky testů jsou ukládané v souborech ve formátu LVD a je proto nutné je otevřít ve vyhodnocovacím programu firmy *DataProcessing* (Software v LabView vytvořený zaměstnancem firmy), odkud lze výsledky exportovat do MS Excel.

6.1 Import tabulky a nalezení souborů s daty

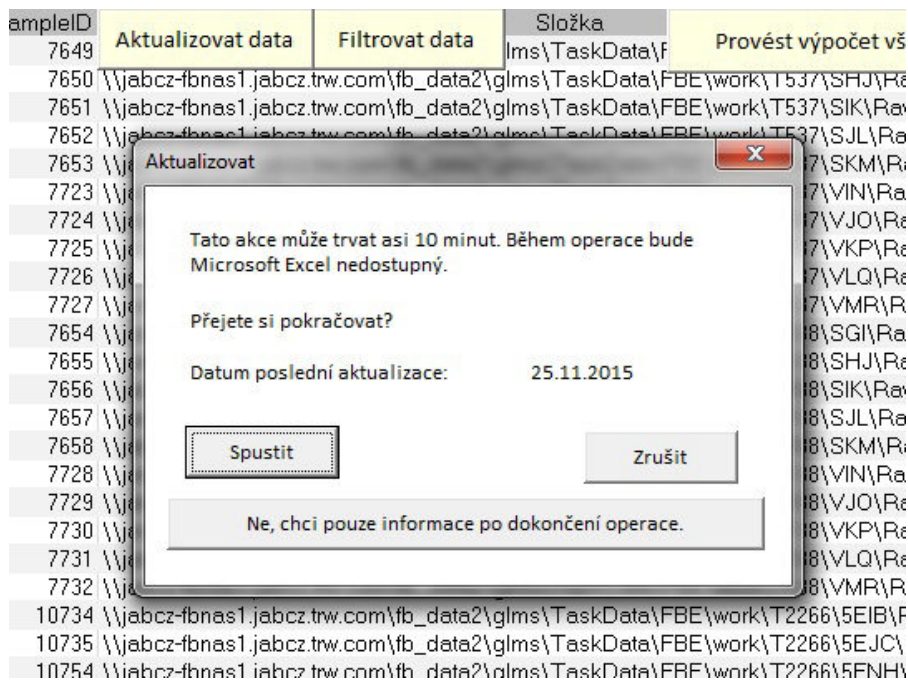
Aplikace MS Excel umožňuje snadno importovat data z jiných aplikací pomocí Průvodce datovým připojením. Na kartě **Data – Načíst externí data** lze vybrat z různých aplikací, ze kterých chceme data načíst. Jakmile je vytvořen zdroj dat, zobrazí se jako existující připojení. Aktualizace připojených dat může být prováděna automaticky nebo ručně opět na kartě **Data**.

1	2	3	4	5	6	7
time [sec]	ke [bar]	Me TestID	ProjectTestID	LinkTestSampleID	Aktualizovat data	Filtrovat data
8	39.96518	135	537	7649		
9	39.98021	135	537	7650	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\SHJ\RawData	
10	39.99015	135	537	7651	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\SIK\RawData	
11	40.03254	135	537	7652	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\JL\RawData	
12	40.05511	135	537	7653	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\SKM\RawData	
13	39.99117	135	537	7723	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\VIN\RawData	
14	40.06493	135	537	7724	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\VO\RawData	
15	40.00642	135	537	7725	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\VKP\RawData	
16	40.00903	135	537	7726	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\VLO\RawData	
17	39.92822	135	537	7727	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T537\VMR\RawData	
18	40.07838	136	538	7654	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\SG\RawData	
19	40.1242	136	538	7655	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\SHJ\RawData	
20	40.15272	136	538	7656	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\SIK\RawData	
21	40.1644	136	538	7657	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\JL\RawData	
22	40.17717	136	538	7658	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\SKM\RawData	
23	40.16436	136	538	7728	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\VIN\RawData	
24	40.14905	136	538	7729	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\VO\RawData	
25	40.18518	136	538	7730	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\VKP\RawData	
26	40.13048	136	538	7731	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\VLO\RawData	
27	40.12517	136	538	7732	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T538\VMR\RawData	
36	40.0686	264	2266	10734	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2266\5EIB\RawData	
37	40.01794	264	2266	10735	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2266\5EJC\RawData	
38	40.27981	264	2266	10754	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2266\5FNH\RawData	
39	40.18005	264	2266	10755	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2266\5FOI\RawData	
40	39.83841	263	2267	10736	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2267\5EIB\RawData	
41	39.79816	263	2267	10737	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2267\5EJC\RawData	
42	39.86759	263	2267	10756	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2267\5FNH\RawData	
43	39.87879	263	2267	10757	\\jabcz-fbnas1.jabcz.tnw.com\fb_data2\gims\TaskData\FBE\work\T2267\5FOI\RawData	
44	40.02922	263	1289	9521	\\cadnas.jabcz.tnw.com\gims\TaskData\FBE\work\T1289\3A2O\RawData	

Tabulka 1: Úvodní list aplikace se seznamem všech souborů a jejich parametry

Po spuštění aplikace v MS Excel je zobrazen úvodní list s názvem *Seznam_Souboru*, který obsahuje seznam importovaných dat z náhledu tabulky (*TestID*, *ProjectTestID*, *LinkTestSampleID*, *Složka*, *Název brzdy* a parametry k jednotlivým vzorkům brzd), vytvořený seznam souborů a datum vytvoření souboru (slouží pro řazení souborů tak, aby nejnovější data byla vždy na konci seznamu) a hodnotu tlaku (2. sloupec), která vychází z průběhu objemového testu a slouží k následné filtraci dat.

Na úvodním listu se dále nacházejí tlačítka (prvky ActiveX), pomocí kterých uživatel provádí analýzu dat. Zpracování dat začíná tlačítkem *Aktualizovat data*, po kliknutí na tlačítko se zobrazí formulář s informacemi o délce trvání operace a datem poslední aktualizace aplikace.



Obrázek 18: Formulář aktualizace dat

Po spuštění aktualizace dat proběhne několik operací. Nejprve dojde k samotné aktualizaci připojení, dat, která byla importována z databáze. V ukázce Zdrojový kód 3 je nejprve odstraněno řazení z tabulky a následně jsou data aktualizována. Název připojení je *glms.jabcz.trw.com dbGLMS V_DataAnalysePath*.

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Seznam_Souboru").ListObjects( _
"Tabulka_glms.jabcz.trw.com_dbGLMS_V_DataAnalysePath").Sort.SortFields.Clear
ActiveWorkbook.Connections("glms.jabcz.trw.com dbGLMS
V_DataAnalysePath").Refresh
```

Zdrojový kód 3: Aktualizace importovaných dat

Další operací aktualizace je nalezení souborů s výsledky testů v cílových složkách – ukázka Zdrojový kód 4. Soubory s výsledky jsou vždy ve formátu LVD. Ve složce se může nacházet jeden i více souborů, nebo žádný, proto je kód na procházení složek v několika cyklech *For*, které zajišťují, aby nalezený soubor byl vypsán na řádku příslušném složce. V případě, že je ve složce více souborů, jsou do tabulky vkládány řádky. Pokud se ve složce žádný soubor ve formátu LVD nenachází, celý řádek je po dokončení odstraněn.

```

Dim objFSO As Object
Dim objFolder As Object
Dim objFile As Object
Dim i As Integer
Dim y As Integer
Dim j As Integer

i = 2
y = 1
For j = 2 To 50000
    y = 0
    Set objFSO = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
    If Not IsEmpty(Cells(j, "F")) Then
        Set objFolder = objFSO.GetFolder(Cells(j, "F"))
        For Each objFile In objFolder.Files
            If objFile.Name Like (*.lvd) Then
                y = y + 1
                If y > 1 Then
                    Cells(i - 1, "F").Offset(1).EntireRow.Insert
                End If
                strFileName = objFile.Path
                Cells(i, "G") = objFile.Path
                Cells(i, "O") = FileDateTime(strFileName)
                i = i + 1
            End If
        Next objFile
        If y = 0 Then
            i = i + 1
        End If
    End If
Next

```

Zdrojový kód 4: Nalezení souborů ve formátu LVD v cílových složkách

Dalším krokem aktualizace dat je získání průměru pístu brzdy. Tato hodnota je obsažena v názvu brzdy jako první dvojčíslí. Název může vypadat například takto: *DISC-BRAKE CII36HR-10/11-16"*, kde průměr pístu je 36mm. Poté je k jednotlivým testům přiřazeno, zda byla použita brzdová destička, nebo zkušební ocelový blok, to vyplývá již z názvu testu.

Po odstranění řádků se složkami, které neobsahují žádné výsledky, jsou data seřazena dle data vytvoření od nejstarších po nejnovější pomocí ukázky zdrojového kódu 5.

```
ActiveWorkbook.Worksheets("Seznam_Souboru").ListObjects( _
"Tabulka_glms.jabcz.trw.com_dbGLMS_V_DataAnalysePath").Sort.SortFiel
ds.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("Seznam_Souboru").ListObjects( _
"Tabulka_glms.jabcz.trw.com_dbGLMS_V_DataAnalysePath").Sort.SortFiel
ds.Add Key_
:=Range("Tabulka_glms.jabcz.trw.com_dbGLMS_V_DataAnalysePath[Datum
vytvoření]"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending,
DataOption:=xlSortNormal

With ActiveWorkbook.Worksheets("Seznam_Souboru").ListObjects( _
"Tabulka_glms.jabcz.trw.com_dbGLMS_V_DataAnalysePath").Sort

.Header = xlYes

.MatchCase = False

.Orientation = xlTopToBottom

.SortMethod = xlPinYin

.Apply

End With
```

Zdrojový kód 5: Seřazení dat podle data vytvoření

Po seřazení dat je vytvořen textový soubor obsahující sloupec s cestami k jednotlivým souborům. Soubor lze nahrát jako celek do vyhodnocovacího programu *DataProcessing* a následně exportovat číselné hodnoty dat zpět do MS Excel opět jako celek.


```

Dim FilePath As String
Dim CellData As String
Dim i As Integer
Dim lastRow As Integer

FileSelected =
Application.GetSaveAsFilename(InitialFileName:="Seznam_souboru",
FileFilter:="Text file , *.txt", Title:="Prosím vyberte umístění
souboru se seznamem LVD souborů.")

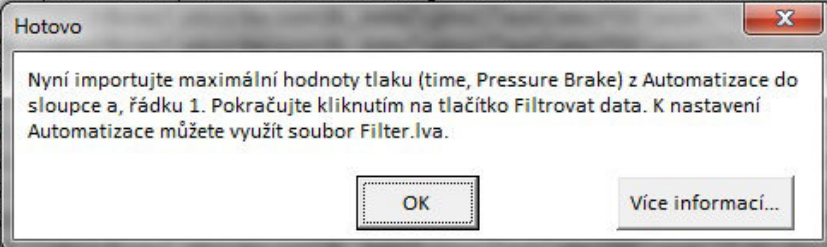
If Not FileSelected <> "False" Then
    Exit Sub
End If
If FileSelected <> "False" Then
    lastRow = ActiveSheet.Range("F" & Rows.Count).End(xlUp).Row
    Open FileSelected For Output As #1
    For i = 2 To lastRow
        If i = lastRow Then
            CellData = Cells(i, "G").Value
            Print #1, CellData;
        Else
            CellData = Cells(i, "G").Value
            Print #1, CellData
        End If
    Next i
    Close #1
End If

```

Zdrojový kód 6: Vytvoření textového souboru se seznamem LVD souborů

Zdrojový kód 6 vytvoří textový soubor s předdefinovaným názvem *Seznam_souboru.txt*, který ovšem lze změnit. Kód vypisuje obsah sloupce G (7. sloupec) do nového textového souboru, který byl označen číslem 1 (#1) pomocí funkce *Print*. Text je vypisován do jednotlivých řádků tak, jak se nachází v MS Excel, bez jakýchkoliv oddělovačů. Po dokončení vypisování je textový soubor uzavřen *Close #1*. Pokud uživatel nevybere umístění souboru, celá operace se přeruší. Po dokončení aktualizace je zobrazen formulář na obrázku 19 informující uživatele o dalším postupu. *Automatizace* je součástí vyhodnocovacího programu *DataProcessing*.

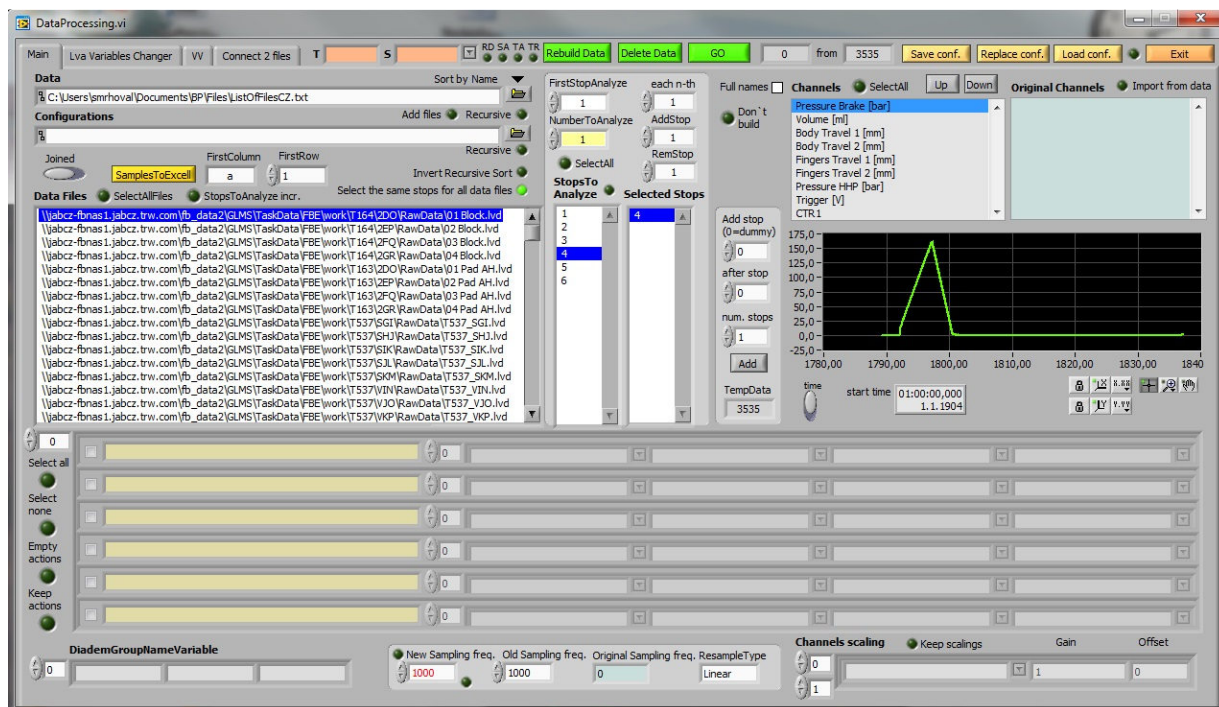
stSampleID	Aktualizovat data	Filtrovat data	Složka	Provést výpočet všech bi
7649			lms\TaskData\fb	
7650			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SHJ\RawDat	
7651			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SIK\RawData	
7652			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SJL\RawDate	
7653			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\SKM\RawDal	
7723			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VIN\RawDate	
7724			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VJO\RawDat	
7725			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VKP\RawDat	
7726			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T537\VLQ\RawDat	
7727				
7728				
7729			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T538\VJO\RawDat	
7730			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T538\VKP\RawDat	
7731			\\jabcz-fbnas1.jabcz.trw.com\fb_data2\glms\TaskData\FBE\work\T538\VLQ\RawDat	



Obrázek 19: Formulář po dokončení aktualizace dat

6.2 Filtrace dat a sjednocení názvů parametrů

Aby bylo možné data filtrovat, je nutné nahrát do aplikace v MS Excel hodnoty maximálního tlaku, které lze získat pomocí *DataProcessing* programu na obrázku 20. Uživatel vloží cestu k vytvořenému textovému souboru do kolonky *Data* a zvolí 4. krok testu (dle charakteristiky testu je při čtvrtém kroku na brzdu vyvinut tlak 40bar) a kanál tlaku (*Pressure Brake [bar]*). Zeleným tlačítkem *Rebuild Data* budou data zpracována do dalšího modulu *Automatizace*, odkud je lze exportovat na vybranou pozici do otevřeného dokumentu aplikace MS Excel.



Obrázek 20: Vyhodnocovací program DataProcessing

Vyhodnocovací program nabízí velmi širokou nabídku nastavení a díky tomu též možnost uložit aktuální nastavení pro další použití. K aplikaci je přiložen soubor *Filter.lva*, který je možné použít k nastavení programu pro filtraci dat.

```
lastRow = ActiveSheet.Range("B" & Rows.Count).End(xlUp).Row
Dim x As Integer
For x = lastRow To 2 Step -1
    If Cells(x, "B") > 45 Then
        Cells(x, "B").EntireRow.Delete
    End If
    If Cells(x, "B") < 35 Then
        Cells(x, "B").EntireRow.Delete
    End If
Next
```

Zdrojový kód 7: Filtrace dat podle nejvyšší hodnoty tlaku

Zdrojový kód 7 odstraní ze seznamu řádky s daty, kde nejvyšší hodnota tlaku při 4. kroku není přibližně 40bar. Hodnoty nejvyšších tlaků mohou být přibližně 40bar nebo přibližně 160bar, proto stačí jako meze pro filtr hodnoty 35 – 45 bar.

Během filtrace dat dochází také ke sjednocení názvů montážních kapalin. Nejčastěji se vyskytuje kapalina *9R100*, která může být též označována jako *Klueber* nebo *TS2-34-101*, a kapalina *Breox* označována též jako *BCF11* nebo *TS2-32-011*. Další používané montážní kapaliny mají jednotné názvy. Ke sjednocení názvů slouží ukázka zdrojového kódu 8.

```
Dim T As Integer
lastRow = ActiveSheet.Range("H" & Rows.Count).End(xlUp).Row
For T = 1 To lastRow
    If Cells(T, "H") Like "*9R*" Or Cells(T, "H") Like "*34*" Or
        Cells(T, "H") Like "*Klueber*" Then

        Cells(T, "H") = "9R100"

    End If
    If Cells(T, "H") Like "*Bre*" Or Cells(T, "H") Like "*32*" Or
        Cells(T, "H") Like "*BCF*" Then

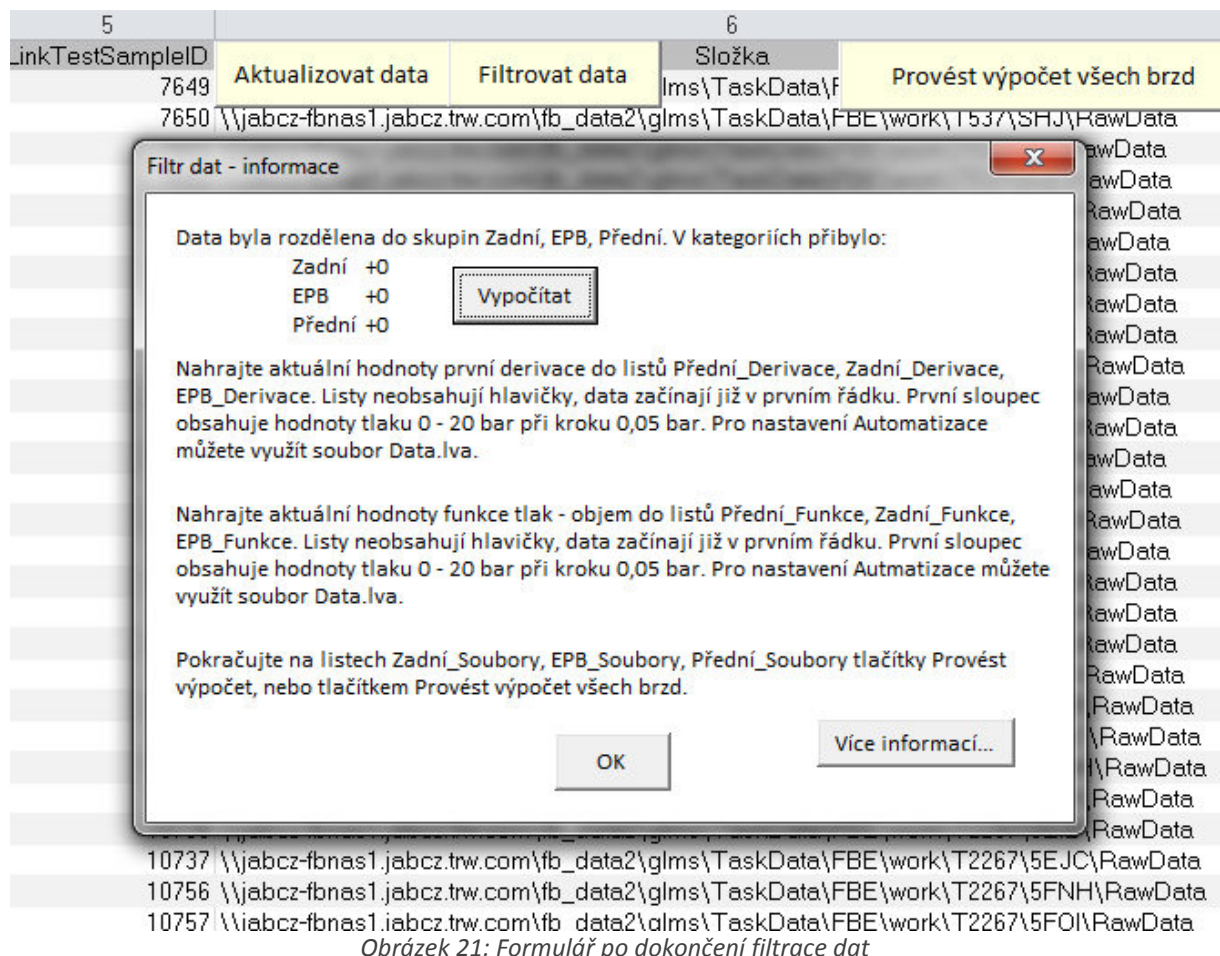
        Cells(T, "H") = "Breox"

    End If
Next
```

Zdrojový kód 8: Sjednocení názvů montážních kapalin

V této fázi zpracování dat jsou vzorky brzd rozděleny na přední, zadní a EPB. Identifikace brzdy je obsažena v jejím názvu, zadní brzda má v názvu písmena **HR** (např. *DISC-BRAKE CII36HR-10/11-16"*), elektronická parkovací brzda je označena písmeny **HE** (např. *DISC-BRAKE CII42HE-20/324*) a přední brzda není identifikována žádnými písmeny (např. *DISC-BRAKE CII57-26/13*). Pro každou kategorii existuje v aplikaci list s příslušným názvem (*Zadni_Soubory*, *Predni_Soubory* a *EPB_Soubory*) a barevným odlišením, které je pro kategorie dodržováno ve zbytku dokumentu.

Po rozdělení brzd jsou opět vytvořeny textové soubory se seznamy LVD souborů z každé kategorie. Vytvoření textových souborů probíhá totožně jako v případě popsaném v kapitole 6.1 v ukázce zdrojového kódu 6, názvy souborů jsou opět předdefinovány dle názvu kategorie. Po uložení textových souborů jsou v dokumentu provedeny grafické úpravy jako barevné rozlišení sudých a lichých řádků. Uživateli je opět zobrazen formulář s informacemi o provedené operaci a dalším postupu. Uživatel může kliknutím na tlačítko *Vypočítat* zjistit, kolik přibylo aktualizací vzorků v jednotlivých kategoriích, v případě, že nová data spadají do jediné kategorie, není nutné provádět výpočet pro všechny kategorie. Formulář je na obrázku 21.

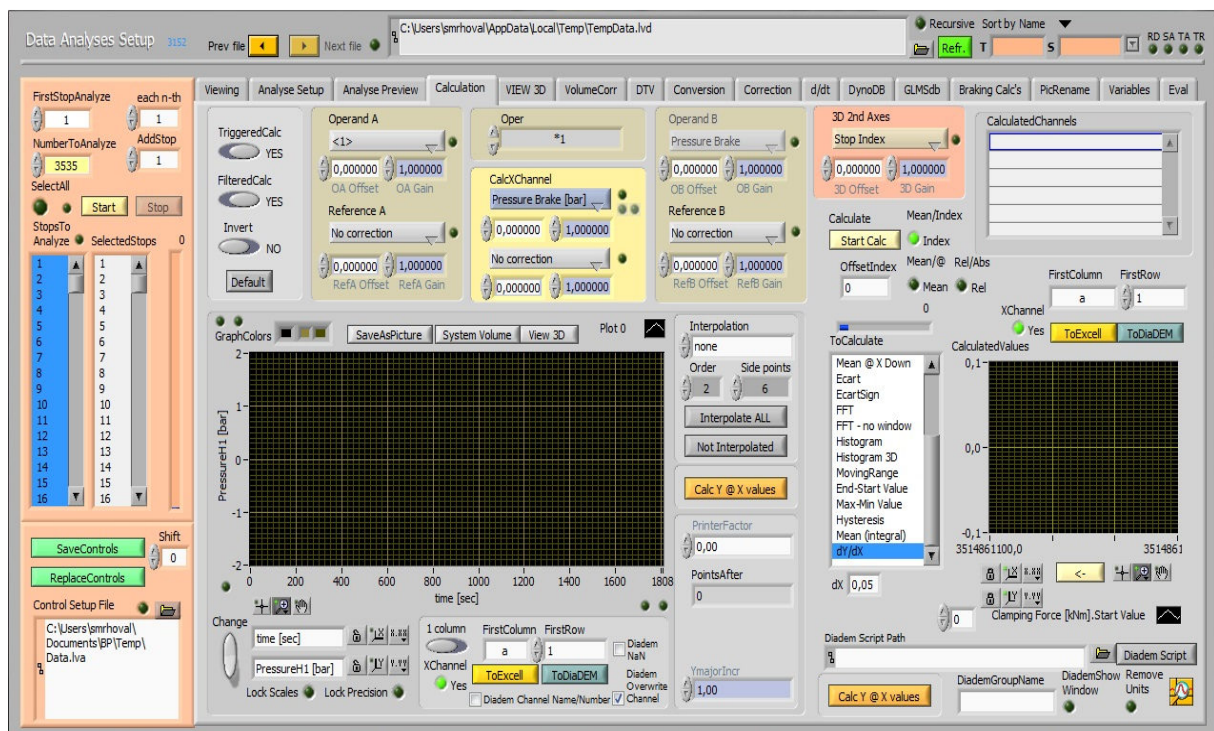


Obrázek 21: Formulář po dokončení filtrace dat

6.3 Import dat z vyhodnocovacího programu

Po rozdělení vzorků brzd do jednotlivých kategorií a vytvoření textových dokumentů je nutné k vzorkům přiřadit data s výsledky testů. Uživatel postupuje stejně, jak bylo popsáno v kapitole 6.2 – do programu *DataProcessing* vloží cestu k umístění textového souboru a s vybranými kanály *Pressure Brake*, *Volume* a *Trigger* data zpracuje. Vyhodnocená data se zobrazí v jiném modulu *DataAnalysesSetup*, odkud je lze exportovat do MS Excel.

Pro importované hodnoty jsou v aplikaci vytvořeny listy s příslušnými názvy (např. *Zadni_Derivace*, *Predni_Funkce*,...). Při exportu dat z vyhodnocovacího programu musí být aktivní list, do kterého chceme data vložit. Buňku umístění lze zvolit v programu.



Obrázek 22: Data Analyses Setup – modul vyhodnocovacího programu DataProcessing

Na obrázku 22 je karta *Calculation* vyhodnocovacího programu. V levé části okna jsou ve sloupcích vypsány jednotlivé vzorky brzd (pouze pořadová čísla). Ve střední části se nachází prostor grafu, který zobrazuje průběhy dat dle nastavení – v horní části lze nastavit hodnoty na osách grafu, jejich korekce a filtry. Pravá část okna obsahuje nabídku výpočtů, které lze s daty provést. Zvolený výpočet je první derivace funkce – zobrazena bude v menším grafu v pravé části okna. V blízkosti každého grafu se nachází žluté tlačítko *ToExcel*, kterým lze exportovat data do otevřené aplikace MS Excel do zvolených buněk.

K nastavení programu pro účely zpracování dat byl vytvořen soubor *Data.lva* s uloženým nastavením. Na osách grafu bude zobrazena závislost objemu na tlaku a po exportu dat výchozí funkce dostaneme tabulku, kde první sloupec představuje hodnoty tlaku s krokem 0,05bar a další sloupce obsahují příslušné hodnoty objemu pro jednotlivé vzorky brzd – viz tabulka 2.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	-0.000306	-0.001186	-0.00144	-0.001073	-0.000893	-0.001388	-0.001273	-0.002391	-0.002272	-0.00369	-0.001476	-0.000746	-0.001234	-0.001995	-9.3659E-05	-0.002752
0.05	-0.000449	-0.001077	-0.00144	-0.001073	-0.000893	-0.001388	-0.001273	-0.002391	-0.002272	-0.00369	-0.001476	-0.000746	-0.001234	-0.001995	-9.3659E-05	-0.002752
0.1	0.000577	0.000426	-0.001029	0.00067	-0.000904	-0.001362	-0.001273	-0.002391	-0.002317	-0.002194	0.003187	-0.000191	-0.000431	-0.00154	-0.00034956	-0.001452
0.15	0.009394	0.010949	0.004221	0.008789	0.007422	-0.001494	-0.001273	-0.002208	0.0063	0.001926	0.011006	0.006215	0.003927	0.000781	0.004597032	-0.001204
0.2	0.025998	0.024664	0.016816	0.022049	0.018947	-0.001541	0.002898	0.006652	0.018284	0.010035	0.019545	0.013857	0.0112	0.014998	0.014511762	0.001033
0.25	0.051529	0.045637	0.043402	0.045883	0.032212	-0.001366	0.010345	0.014909	0.042544	0.022919	0.030108	0.022302	0.019837	0.024916	0.02427592	0.007471
0.3	0.064494	0.061872	0.058536	0.072021	0.047006	0.036924	0.022399	0.027767	0.064117	0.042219	0.042609	0.032245	0.029149	0.040063	0.043081328	0.014145
0.35	0.083493	0.077925	0.092575	0.09433	0.056289	0.047804	0.047603	0.066342	0.095639	0.061339	0.054554	0.044193	0.04233	0.049213	0.051398884	0.021558
0.4	0.109645	0.094863	0.112839	0.114928	0.07455	0.062982	0.056288	0.080302	0.115151	0.086443	0.070741	0.057686	0.049752	0.061739	0.065420868	0.029116
0.45	0.129416	0.114918	0.136894	0.131143	0.095268	0.076956	0.076852	0.107841	0.14403	0.111105	0.08201	0.066233	0.060862	0.074918	0.07740009	0.041391
0.5	0.143288	0.13352	0.152503	0.158392	0.10629	0.095556	0.096712	0.124948	0.16473	0.127625	0.098165	0.076937	0.073004	0.085614	0.090768202	0.051716
0.55	0.160494	0.145943	0.171223	0.179059	0.120472	0.10974	0.110257	0.150105	0.183242	0.142825	0.110375	0.092269	0.084228	0.102435	0.106084762	0.067703
0.6	0.175863	0.16178	0.18627	0.202516	0.140045	0.123164	0.130698	0.171628	0.200494	0.156909	0.128165	0.105674	0.10196	0.113696	0.12066953	0.085648
0.65	0.191216	0.178672	0.205111	0.224324	0.151674	0.133433	0.145456	0.186047	0.217236	0.169529	0.140474	0.121251	0.115668	0.130354	0.136401834	0.103282
0.7	0.205627	0.194554	0.219719	0.245283	0.171339	0.145659	0.161497	0.210322	0.234471	0.192236	0.15692	0.1391	0.133871	0.145614	0.151316101	0.11127
0.75	0.222662	0.204576	0.238152	0.260544	0.185756	0.158147	0.17583	0.222309	0.25327	0.206923	0.168437	0.150607	0.142755	0.161828	0.167034818	0.133275
0.8	0.235822	0.217267	0.249438	0.281548	0.199851	0.170249	0.189149	0.247899	0.267259	0.223219	0.180251	0.166235	0.155168	0.176239	0.18679824	0.144361
0.85	0.251218	0.230575	0.267293	0.295907	0.21567	0.185306	0.203545	0.260347	0.287258	0.240686	0.196393	0.182797	0.169185	0.192515	0.198853034	0.156131
0.9	0.260518	0.249125	0.283842	0.310774	0.230894	0.19618	0.218162	0.270121	0.300434	0.256663	0.210401	0.196171	0.185304	0.209565	0.213199363	0.173302
0.95	0.279955	0.263074	0.299917	0.323301	0.242845	0.21353	0.229535	0.294448	0.317022	0.27501	0.226928	0.211781	0.197605	0.223453	0.229810731	0.187779
1	0.29402	0.281304	0.318005	0.338112	0.260435	0.224958	0.240237	0.305013	0.331141	0.289835	0.23884	0.223603	0.21039	0.236328	0.245507449	0.202327
1.05	0.310587	0.293307	0.332926	0.347388	0.278156	0.239893	0.253667	0.323037	0.350622	0.307328	0.253262	0.240295	0.223424	0.251462	0.257955516	0.215233
1.1	0.324448	0.308818	0.345152	0.353542	0.291921	0.255978	0.272297	0.33749	0.366377	0.320878	0.269116	0.258012	0.236693	0.262193	0.272713446	0.234802
1.15	0.340608	0.324979	0.348227	0.358206	0.308239	0.266974	0.28839	0.353516	0.370983	0.341484	0.288166	0.273774	0.251246	0.277261	0.28916959	0.248379
1.2	0.355398	0.341397	0.351146	0.362093	0.320597	0.281806	0.298443	0.371675	0.374248	0.354008	0.299063	0.289014	0.262416	0.293252	0.301539053	0.261133
1.25	0.371167	0.354991	0.353931	0.366035	0.335734	0.29588	0.31478	0.38645	0.376504	0.370486	0.314656	0.300199	0.277395	0.310864	0.311484834	0.278187
1.3	0.381834	0.370308	0.356549	0.368858	0.350642	0.313032	0.325926	0.403328	0.378109	0.38389	0.329053	0.314352	0.291032	0.323719	0.315242168	0.295637
1.35	0.401428	0.38464	0.3588	0.371977	0.367207	0.331216	0.340366	0.409362	0.37999	0.408411	0.341909	0.321727	0.303798	0.337595	0.317632857	0.309778
1.4	0.412954	0.39594	0.361536	0.375367	0.381701	0.344395	0.354782	0.412559	0.382045	0.422692	0.353876	0.335705	0.318823	0.343209	0.319095572	0.324985
1.45	0.416217	0.412564	0.364991	0.378057	0.398742	0.356899	0.3692	0.415108	0.383543	0.436482	0.357822	0.349026	0.333228	0.346258	0.320992306	0.339578

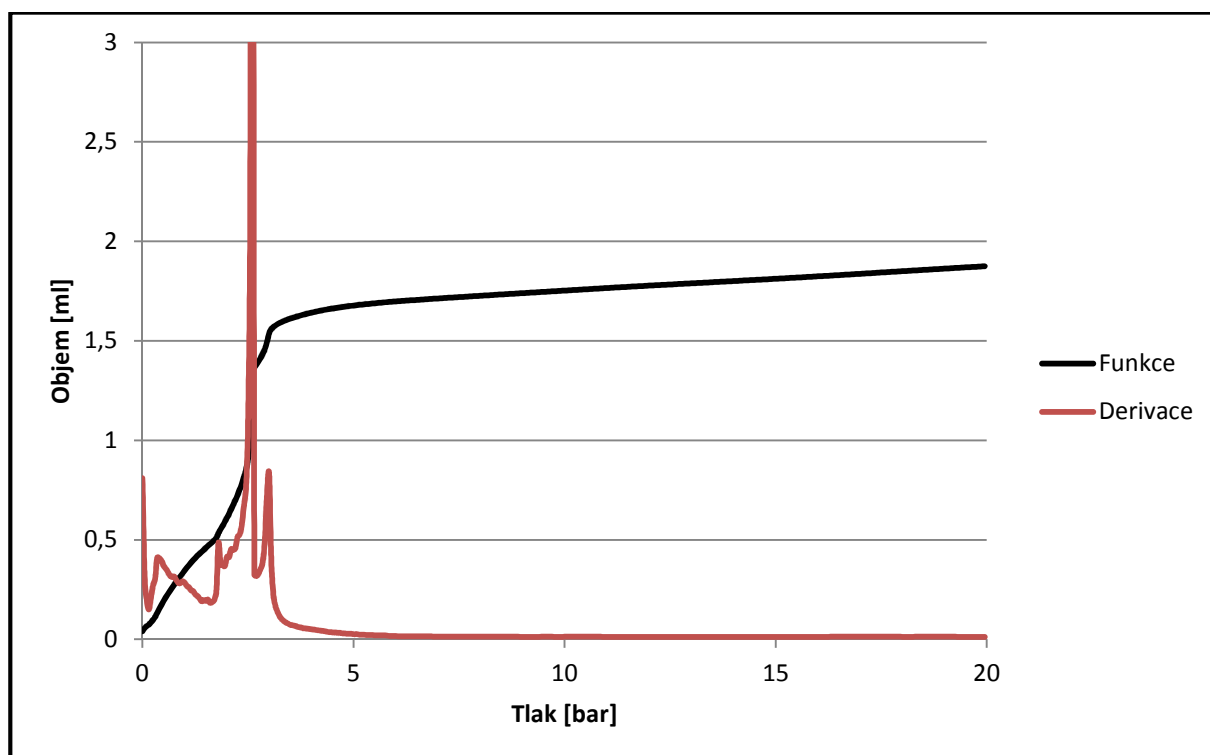
Tabulka 2: Tabulka funkcí závislosti objemu na tlaku pro zadní brzdy

Další hodnotou potřebnou k analýze dat je první derivace funkce objem – tlak. Ve vyhodnocovacím programu uživatel zvolí hodnotu $\Delta x = 0,05$ (dle hodnot tlaku funkce po 0,05bar) a tlačítkem *Start Calc* provede výpočet první derivace. Výsledná data lze exportovat do MS Excel stejně jako v případě vytvoření funkce – první sloupec je tvořen hodnotami tlaku a další sloupce obsahují příslušné hodnoty první derivace. Ukázka hodnot první derivace je v tabulce 3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	-0.0107	-0.014	-0.0245	-0.025	-0.0156	-0.0353	-0.0241	-0.0526	-0.0329	-0.0544	-0.0161	-0.0063	-0.0144	-0.0272	-0.017	-0.0299
0.05	0.00732	-0.0067	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.0045	0	0	0	0	0
0.1	0.01495	0.02924	0.00393	0.03837	-0.0025	0.00805	0	0	-0.0063	0.01054	0.08436	0.00246	0.00579	0.00114	0.00999	0.00082
0.15	0.18834	0.21044	0.10499	0.16238	0.16653	-0.0026	0.00168	0.0084	0.16523	0.0824	0.15638	0.12812	0.08715	0.04162	0.09893	0.00495
0.2	0.32008	0.2743	0.25189	0.2652	0.23051	-0.0009	0.08034	0.1772	0.23968	0.16217	0.17079	0.15284	0.14546	0.28435	0.19829	0.04476
0.25	0.51062	0.41948	0.53172	0.47668	0.26529	0.0035	0.14896	0.16515	0.48519	0.25768	0.21125	0.16889	0.17274	0.19836	0.19528	0.12874
0.3	0.2593	0.32469	0.30269	0.52275	0.29588	0.7658	0.24108	0.25717	0.43147	0.386	0.25002	0.19886	0.18624	0.30294	0.37611	0.1335
0.35	0.37998	0.32106	0.68077	0.44618	0.18567	0.21759	0.50406	0.77149	0.63045	0.38241	0.2389	0.23897	0.26362	0.18301	0.16635	0.14825
0.4	0.52304	0.33877	0.40529	0.41196	0.36522	0.30356	0.17371	0.2792	0.39024	0.50208	0.32375	0.26986	0.14844	0.25051	0.28044	0.15117
0.45	0.39542	0.40109	0.48109	0.3243	0.41436	0.27948	0.41128	0.55078	0.57758	0.49323	0.22537	0.17093	0.2222	0.26358	0.23958	0.24549
0.5	0.27745	0.37203	0.31218	0.54499	0.22043	0.372	0.3972	0.34215	0.414	0.33043	0.32309	0.21408	0.24285	0.21393	0.26733	0.2065
0.55	0.34411	0.24847	0.37439	0.41332	0.28365	0.28368	0.27091	0.50314	0.37024	0.30398	0.24421	0.30666	0.22448	0.33642	0.30636	0.31974
0.6	0.30738	0.31674	0.30094	0.46915	0.39144	0.26847	0.40882	0.43045	0.34503	0.28168	0.35579	0.26808	0.35464	0.22521	0.2917	0.3589
0.65	0.30707	0.33783	0.37682	0.43617	0.2326	0.2054	0.29516	0.28839	0.33484	0.25239	0.24618	0.31155	0.27415	0.33317	0.31464	0.35267
0.7	0.28822	0.31765	0.29217	0.41917	0.39328	0.24451	0.32081	0.4855	0.34471	0.45414	0.32894	0.35697	0.36407	0.30519	0.29829	0.15976
0.75	0.3407	0.20044	0.36866	0.30523	0.28835	0.24976	0.28666	0.23975	0.37597	0.29373	0.23033	0.23015	0.17769	0.32428	0.31437	0.4401
0.8	0.26319	0.25381	0.22572	0.42008	0.2819	0.24204	0.26639	0.51178	0.27979	0.32592	0.23627	0.31256	0.24825	0.28823	0.39527	0.22172
0.85	0.30793	0.26617	0.3571	0.28719	0.31637	0.30114	0.28792	0.24897	0.40938	0.34935	0.32285	0.33124	0.28035	0.32552	0.2411	0.2354
0.9	0.18601	0.371	0.33097	0.29734	0.30449	0.21749	0.29233	0.19547	0.25412	0.31953	0.28016	0.26747	0.32238	0.34099	0.28693	0.42343
0.95	0.38873	0.27899	0.32151	0.25053	0.23902	0.34699	0.22746	0.48656	0.33176	0.36695	0.33053	0.31221	0.24602	0.27776	0.33223	0.20953
1	0.28131	0.36459	0.36174	0.29621	0.35179	0.22857	0.21405	0.21128	0.28239	0.29649	0.23825	0.23645	0.25571	0.25751	0.31393	0.29097
1.05	0.33133	0.24008	0.29843	0.18553	0.35443	0.29869	0.26861	0.36049	0.38961	0.34987	0.28845	0.33384	0.26067	0.30267	0.24896	0.25812
1.1	0.27722	0.31022	0.24452	0.12308	0.2753	0.32171	0.3726	0.28906	0.3151	0.27099	0.31708	0.35434	0.26537	0.21462	0.29516	0.39138
1.15	0.32321	0.32322	0.06149	0.09327	0.32635	0.21992	0.32184	0.32052	0.09213	0.41212	0.38099	0.31523	0.29106	0.30137	0.32912	0.27153
1.2	0.29579	0.32836	0.05839	0.07775	0.24716	0.29664	0.20107	0.36318	0.06529	0.25049	0.21794	0.30481	0.22341			

7. Statistická analýza

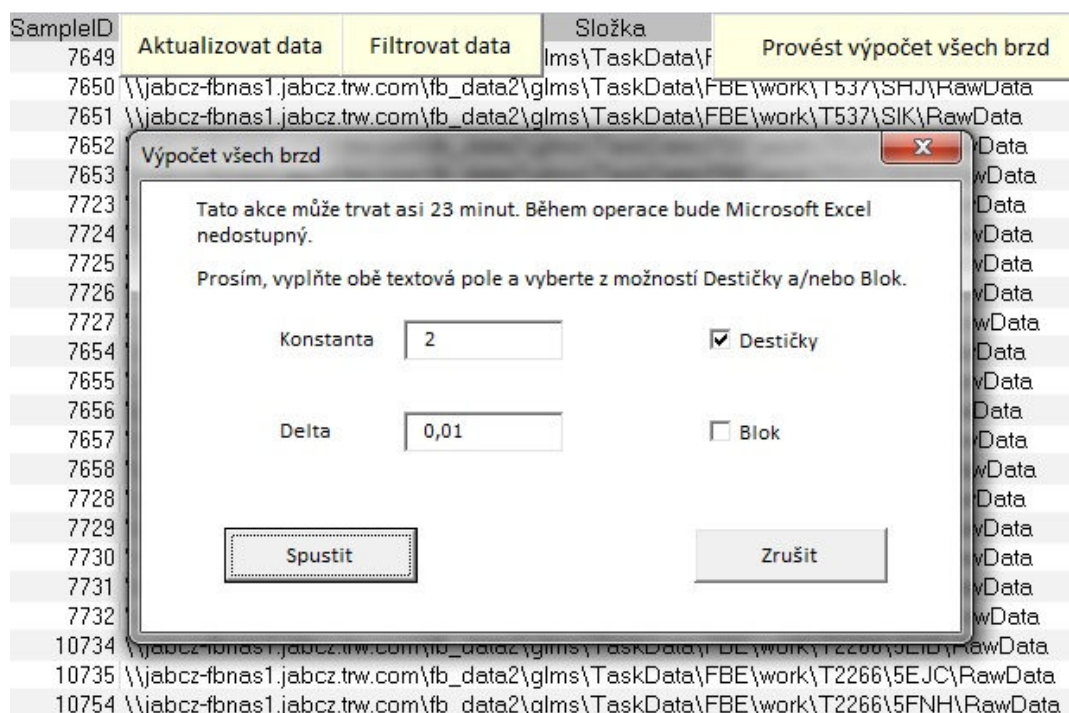
Analýza výsledků objemového testování brzd vychází z velikosti tlaku potřebného k dosednutí všech součástí brzdy, což je moment, od kterého brzda skutečně začíná vyvíjet tlak brzdovými destičkami. Bod dosednutí brzdy je zřejmý na grafu znázorňujícím závislost objemu na tlaku, k nalezení tohoto bodu byly využity dvě metody. Cílem těchto metod je nalézt bod, od kterého je funkce přibližně lineární (tj. konstantní tuhost). S ohledem na různé průběhy funkcí byly nalezeny a zvoleny výchozí hodnoty pro obě metody. Hodnoty lze pro výpočet změnit a k seznámení se s jejich vlivem na nalezení bodu byla v aplikaci vytvořena záložka *Test hodnot* s ukázkou několika typických grafů pro každou kategorii. V ukázkových grafech je vyznačen nalezený bod a uživatel pomocí textových polí může hodnoty měnit.



Graf 1: Graf závislosti objemu na tlaku při testování brzdy

Na grafu 1 je znázorněn průběh funkce a derivace pro náhodný vzorek brzdy. Bod, od kterého je funkce přibližně lineární je na průběhu funkce zřejmý, ale přesnější identifikace bodu je možná z hodnoty první derivace funkce. Pro lineární část funkce je první derivace konstantní, vzhledem k malému sklonu je téměř nulová. Postupujeme-li grafem zprava, hodnota derivace se začne zvyšovat, což znamená, že se zvětšuje směrnice funkce, tedy funkce přestává být lineární.

Výpočet hodnot pro grafické znázornění analýzy může být spuštěn buď pro všechny kategorie najednou tlačítkem *Provést výpočet všech brzd* na listu *Seznam_Souboru* nebo pro jednotlivé kategorie na příslušných listech se seznamy. Po kliknutí na tlačítko je uživateli zobrazen formulář s informacemi o následující operaci a možnostmi výpočtu – viz obrázek 23. V textových polích hodnot jsou vyplněny výchozí hodnoty, po přepsání hodnot zůstanou vyplněny aktuální.

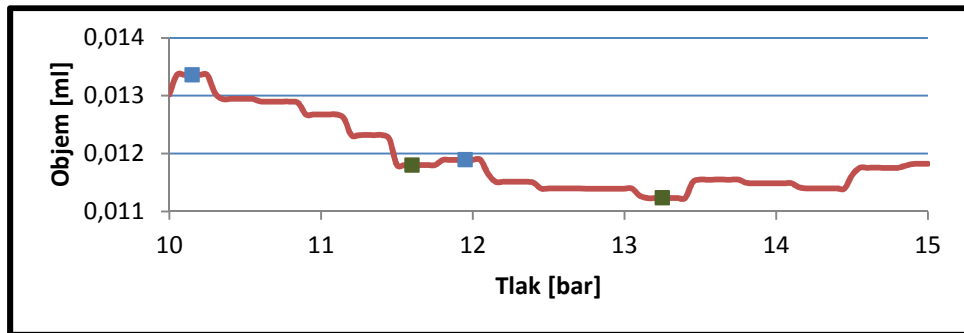


Obrázek 23: Formulář před spuštěním výpočtu hodnot

Před spuštěním výpočtu dojde ke kontrole importovaných dat, zda počet vzorků v importovaných datech odpovídá počtu vzorků v seznamu a zda první sloupec obsahuje správné hodnoty tlaku. Pokud není některá z podmínek splněna, nedojde k provedení výpočtů a uživateli je oznámena chyba s pravděpodobnou příčinou.

7.1 Metoda delta

První metoda byla nazvána *delta*, jelikož vyhledává rozdíly mezi maximy a minimy první derivace funkce. Metoda prochází hodnoty od konce funkce (na grafu zprava) a zaznamenává nalezená maxima a minima. Pokud rozdíl sousedícího maxima a minima překročí hodnotu *delta* zadanou uživatelem, bod v maximu je vyhodnocen jako bod dosednutí brzdy. Výchozí hodnota *delta* byla určena 0,01.



Graf 2: Výřez (10-15bar) z průběhu první derivace s vyznačenými maximy a minimy

V grafu 2 je zobrazen výřez z grafu 1 tak, aby byl lépe viditelný průběh první derivace. Modře jsou vyznačená maxima a zeleně minima, k vyhodnocení bodu dosednutí musí být jejich rozdíl alespoň jedna setina, na výřezu grafu v oblasti 10 – 15bar se jejich rozdíly pohybují jen v řádech tisícín.

```

Dim T As Boolean
Dim P As Boolean
If TextBox2 <> "" Then
    For c = 2 To lastColumn
        T = False
        For r = lastRow - 1 To 3 Step -1
            P = False
            If T = False And Podmínka 1
                For i = r To 3 Step -1
                    If P = False And Podmínka 2
                        P = True
                        If Podmínka 3
                            Výpočet
                            T = True
                        Else: Exit For
                    End If
                End If
            End If
        Next
    Next
End If
Next
End If

```

Zdrojový kód 9: Provedení výpočtů metodou delta

Zdrojový kód 9 provádí výpočet hodnot pro statistickou analýzu metodou delta. Z důvodu přehlednosti byly v ukázce vynechány podmínky a výpočet hodnot, který je představen v kapitole 7.4 Kontingenční tabulka. Podmínka 1 zjišťuje, zda tři po sobě jdoucí hodnoty první derivace tvoří lokální maximum, pokud je nalezeno maximum, podmínka 2 vyhledává nejbližší lokální minimum (opět z tří po sobě jdoucích hodnot). Proměnné *P* a *T* typu *Boolean* (mohou obsahovat pouze hodnoty *True* nebo *False*) zajišťují, aby kód našel vždy jen jediné, a to nejbližší lokální maximum/minimum. Po nalezení maxima i minima porovnává podmínka 3 jejich rozdíl se zadanou hodnotou *delta*, pokud jejich rozdíl hodnotu překročí, jsou provedeny výpočty všech šesti hodnot pro analýzu (síla, tlak, objem, směrnice, tuhost a dráha pístu) a vypsány do příslušného listu kategorie.

7.2 Metoda konstanta

Druhá metoda s názvem *konstanta* vychází z hodnoty první derivace při tlaku 20bar (konečná hodnota první derivace). Data jsou opět procházena od konce a bod dosednutí brzdy je vyhodnocen v místě, kde hodnota první derivace překročí násobek konečné hodnoty první derivace a *konstanty*. *Konstanta* tedy určuje, kolikrát se musí zvýšit hodnota první derivace, aby bylo možné prohlásit, že výchozí funkce již není lineární. Doporučená hodnota *konstanty* je 2.

```
Dim W As Boolean
If TextBox1 <> "" Then
    For c = 2 To lastColumn
        W = False
        For r = lastRow - 1 To 2 Step -1
            If Sheets("Predni_Derivace").Cells(r, c) > TextBox1.Value
                * Sheets("Predni_Derivace").Cells(lastRow, c) And W =
                False Then
                    Výpočet
                    W = True
            End If
        Next
    Next
End If
```

Zdrojový kód 10: Provedení výpočtů metodou konstanta

V ukázce zdrojového kódu 10 byl opět vynechán výpočet hodnot pro analýzu. Proměnná *W* zajišťuje, aby kód našel pouze první odpovídající výsledek, podmínkou je zjišťováno, zda již hodnota první derivace překročila konečnou hodnotu první derivace vynásobenou *konstantou*, která je zadána uživatelem v textovém poli formuláře na obrázku 23. Vypočítané hodnoty jsou zapsány do příslušného listu kategorie a zpracovány při vykreslování grafů.

7.3 Vykreslení grafů

Pro vykreslení grafů je nutné nejprve zpracovat hodnoty získané výpočty v kapitolách 7.1 a 7.2. Tyto výsledky byly vypsány do listů se seznamy souborů příslušných kategorií – viz tabulka 4. Názvy hodnot tvoří metoda výpočtu, název veličiny a jednotky (např. *konst_Sila [N]*, *delta_Tuhost [kN/mm]*,...).

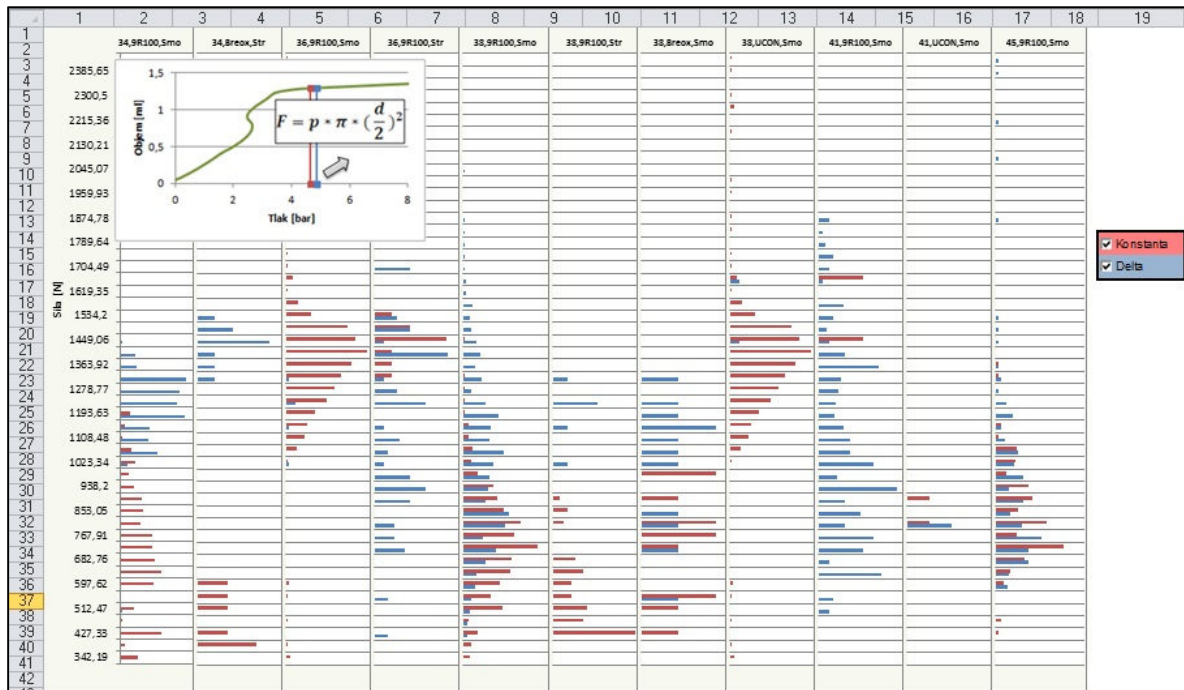
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	konst_Sila [N]	delta_Sila	konst_Tlak [bar]	delta_Tlak	konst_Objem [m]	delta_Objem	konst_Smernice	delta_Smernice	konst_Tuhost [kN/mm]	delta_Tuhost	konst_DrahaPistu [mm]	delta_DrahaPistu
2	1033,14416	880,4628	10,15	8,65	1,28496717	1,22733836	0,020186267	0,022595906	5,13255672	4,58521811	1,262400474	1,205783746
3	1694,763573	951,7141	16,65	9,35	1,454462559	1,18954393	0,016259464	0,029989468	6,372114249	3,454784842	1,428919172	1,168653063
4	1201,093703	799,0327	11,8	7,85	1,306230175	1,16931833	0,017231065	0,022897661	6,012812229	4,524792306	1,283290056	1,148782669
5	1664,227292	1689,674	16,35	16,6	1,456419025	1,46203205	0,014939474	0,014380774	6,93512781	7,20140603	1,430841278	1,43635573
6	422,4185482	1155,289	4,15	11,35	0,777131521	1,23873093	0,044745151	0,028625576	2,315494678	3,619391214	0,763483476	1,21687624
7	1267,255645	926,2672	12,45	9,1	1,343431565	1,20011953	0,017486949	0,025260413	5,924827618	4,101562341	1,319838113	1,179042939
8	1501,367129	1119,664	14,75	11	1,374173703	1,28054025	0,021351238	0,025080828	4,852512944	4,13093062	1,350040355	1,238402545
9	1084,037961	773,5858	10,65	7,6	1,347387668	1,2273864	0,017037726	0,022524517	6,081043732	4,599750639	1,327247338	1,205830947
10	1379,222007	773,5858	13,55	7,6	1,400243163	1,22770908	0,014842592	0,021634581	6,98039545	4,788960796	1,375551981	1,206147952
11	1221,451224	931,3566	12	9,15	1,352435602	1,21728166	0,025373661	0,031165274	4,083256185	3,324442379	1,328668402	1,195903666
12	916,0884178	773,5858	9	7,6	1,334842371	1,29414884	0,012928209	0,014750309	6,014037961	7,024066699	1,311399763	1,271420894
13	1104,395481	839,7477	10,85	8,25	1,399896405	1,34707287	0,011039357	0,013092225	9,385253265	7,913640231	1,375311313	1,323415474
14	1134,931762	839,7477	11,15	8,25	1,396829167	1,32591088	0,01252067	0,01546606	8,27488856	6,699001342	1,372297942	1,302625132
15	768,4963949	732,8707	7,55	7,2	1,321178343	1,31386752	0,012171953	0,012410284	8,511958829	8,348492264	1,297975704	1,290793272
16	1486,098989	732,8707	14,6	7,2	1,442860186	1,28481162	0,010654929	0,016842592	9,723871783	6,151497243	1,41752056	1,262247656
17	931,3565581	865,1946	9,15	8,5	1,319524734	1,30775016	0,010878492	0,011287496	9,524036901	9,17893171	1,296351136	1,28478335
18	1002,607879	793,9433	9,85	7,8	1,351336463	1,30083129	0,014091371	0,015863326	7,352525332	6,531237925	1,327604184	1,277985989
19	1058,591061	722,692	10,4	7,1	1,367398888	1,27425788	0,0118483	0,016037573	8,744474601	6,460276712	1,34338452	1,251879259
20	1053,50168	743,0495	10,35	7,3	1,384741246	1,31325978	0,011570319	0,014420082	8,954564096	7,18492159	1,36042231	1,290196205
21	1140,021142	875,3734	11,2	8,6	1,476305753	1,39625909	0,012563926	0,016720106	8,246399658	6,196561	1,450378754	1,37173788
22	657,7866698	606,7515	5,8	5,35	1,377617196	1,36675928	0,013803211	0,014120377	9,31824265	9,108940651	1,21470685	1,205132939
23	1434,655409	584,0692	12,65	5,15	1,50255082	1,3347634	0,010807721	0,016648092	11,90090585	7,725910481	1,324866428	1,176920735
24	1338,255639	408,2814	11,8	3,6	1,575833368	1,24283137	0,009969311	0,025289655	12,9017615	5,08594008	1,389482936	1,095860144
25	1604,772651	686,1395	14,15	6,05	1,593957364	1,45341274	0,010590567	0,014516089	12,14492826	8,860628753	1,405463676	1,281539183
26	782,5393141	538,7046	6,9	4,75	1,214812794	1,13444595	0,018004866	0,020736449	7,143709348	6,20268555	1,071154909	1,000291863
27	1281,549891	521,6929	11,3	4,6	1,305311042	1,0888964	0,016390669	0,023312563	7,847249563	5,517268698	1,150951272	0,960128779
28	1156,797247	652,1161	10,2	5,75	1,376386369	1,23001661	0,015964025	0,02125033	8,056970067	6,052690495	1,213621574	1,084560794
29	856,2567857	487,6694	7,55	4,3	1,362996509	1,23621206	0,016455023	0,021124171	7,816559999	6,088838809	1,201815135	1,0900236
30	1236,185293	379,9285	10,9	3,35	1,495936346	1,31918889	0,011123287	0,016694857	11,56327896	7,704269044	1,319034149	1,163187989

Tabulka 4: Výpis hodnot vypočítaných metodami delta a konstanta pro zadní brzdy

Grafy v podobě histogramů (pruhový graf) jsou vykreslovány pro jednotlivé veličiny (síla, objem, dráha pistu a tuhost) a pro každou veličinu pro všechny kombinace parametrů průměr pistu, montážní kapalina a typ těsnění. List s daty pro grafy je pro uživatele skrytý, obsahuje veškeré pracovní výsledky jako například výpis unikátních hodnot všech parametrů a všechny jejich kombinace, počty vzorků brzd pro jednotlivé kombinace a samotná data pro histogram.

Na vsílě ose histogramu je vynesena zaznamenávaná veličina (síla, objem, dráha pistu nebo tuhost), maximum na ose je zjištěno z nejnižší a nejvyšší hodnoty veličiny pro příslušnou kombinaci parametrů. Rozsah je rozdělen na 50 intervalů a pro každý interval je vykreslen počet vzorků brzd, pro které je hodnota zaznamenávané veličiny součástí intervalu.

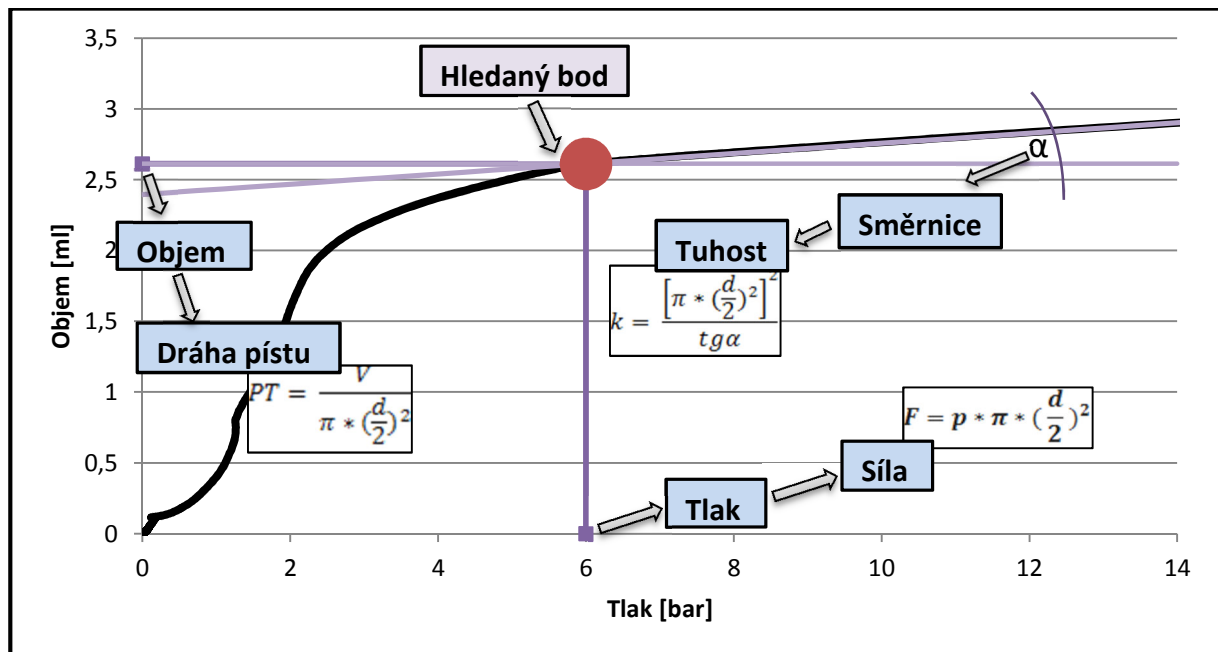
Před vytvořením grafů jsou nejprve odstraněny z listu všechny předchozí a poté vytvořeny nové grafy pouze pro kombinace parametrů obsahující data. Názvy jednotlivých grafů jsou tvořeny výčtem parametrů (např. *34,Breox,Str*, kde průměr pistu je 34mm, použita byla montážní kapalina Breox a těsnění je strukturované). Modrou barvou jsou vyznačeny výsledky metody delta a červenou výsledky metody konstanta. Pomocí zaškrtačích políček lze skrýt či zobrazit data pro jednotlivé metody. Ukázka grafů pro sílu na zadních brzdách je v grafu 3. Data v grafu byla záměrně z důvodu ochrany firemních dat zkrácena.



Graf 3: Histogramy znázorňující hodnoty síly pro zadní brzdy (data jsou zkeslená)

Veškeré parametry grafu jsou vytvářeny kódem, rozměry grafů jsou vypočteny na základě počtu grafů pro příslušnou veličinu tak, aby jejich celková šířka byla vždy stejná. První graf obsahuje popis a název svíslé osy, které jsou platné pro všechny ostatní grafy. Do grafů je vložen obrázek znázorňující pomocí grafu a vzorce postup výpočtu zobrazované veličiny.

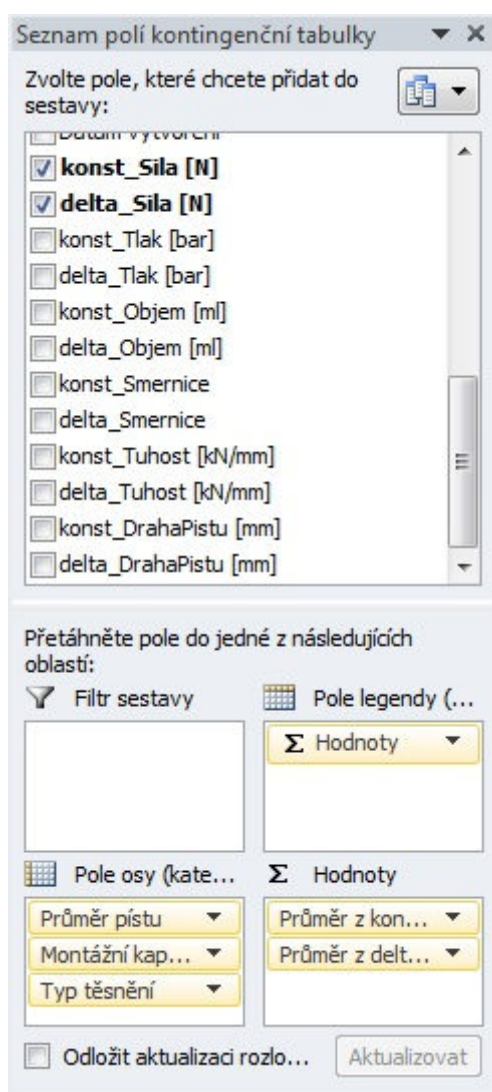
7.4 Kontingenční graf



Graf 4: Postupy výpočtů analyzovaných veličin

Graf 4 znázorňuje postupy výpočtů veličin zobrazovaných v kontingenčním grafu. Výpočty jsou prováděny metodami *konstanta* a *delta*, výsledkem jsou tedy dvě sady hodnot, které lze navzájem porovnávat.

Kontingenční graf je vytvořen pouze jeden pro každou kategorii brzd (přední, zadní, EPB) a je po provedení výpočtů a vykreslení grafů aktualizován. Jelikož je příliš možností, jak data pomocí kontingenčního grafu analyzovat, uživatel si sám zvolí, jaké hodnoty bude graf zobrazovat, jaký bude formát zobrazovaných dat, atd. – viz obrázek 24.



Obrázek 24: Seznam polí kontingenční tabulky

U každého kontingenčního grafu je umístěn zmenšený obrázek grafu 4 informující uživatele o veličinách, které jsou zobrazovány.

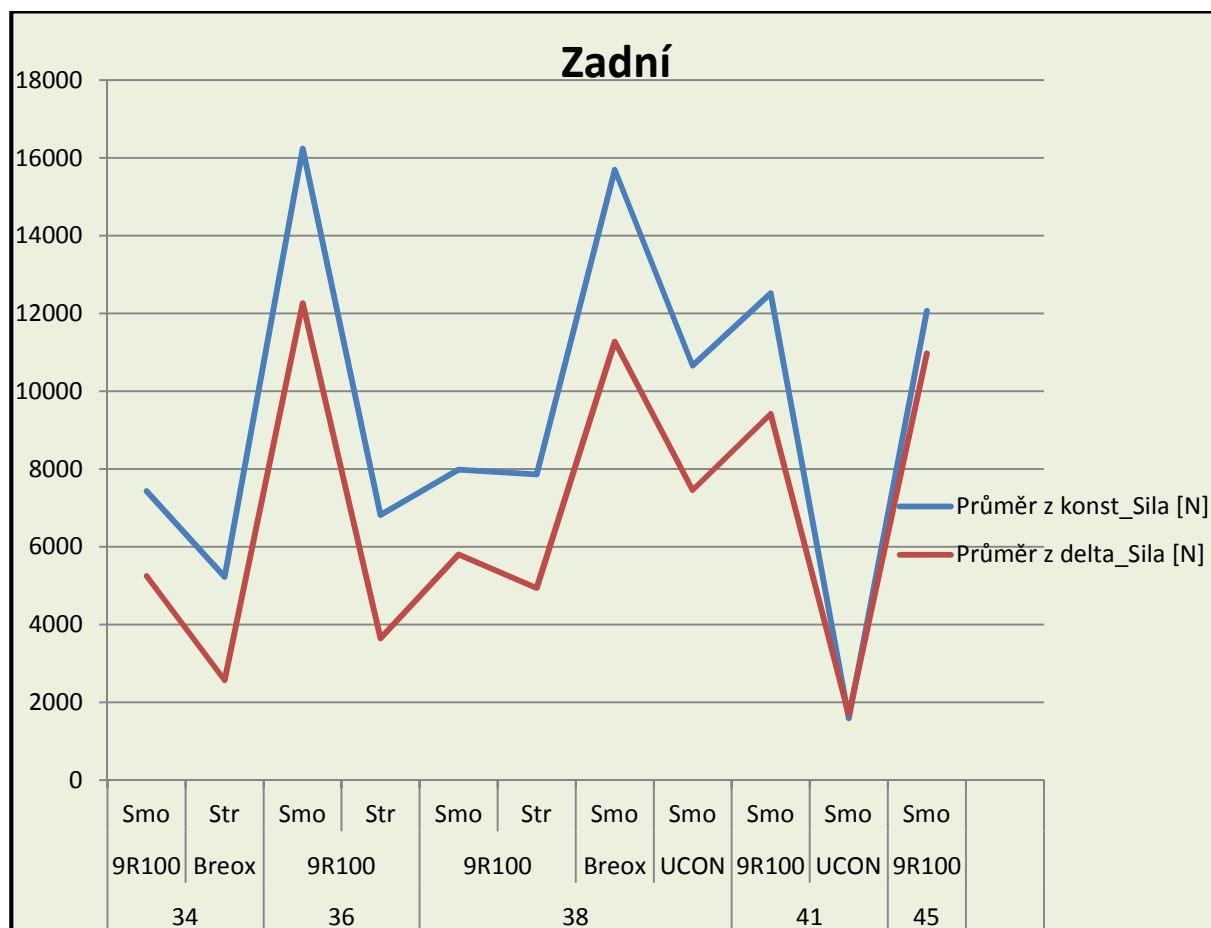
Aktualizace dat pro kontingenční tabulku je prováděna pomocí ukázky zdrojového kódu 11. Tabulky se nachází v pozadí grafu, který je automaticky vykreslován z dat obsažených v tabulce.

```

Set PT = Sheets("Predni_KontingencniTabulka").PivotTables
For Each PT In Sheets("Predni_KontingencniTabulka").PivotTables
    PT.RefreshTable
Next PT
    
```

Zdrojový kód 11: Aktualizace kontingenční tabulky

Graf 5 porovnává výsledky síly vypočítané metodou *delta* a *konstanta* pro zadní brzdy. Pro porovnání byl zvolen průměr vypočítaný z hodnot pro jednotlivé kategorie. Na vodorovné ose jsou zobrazeny parametry brzdy v pořadí průměr pístu, montážní kapalina a typ těsnění, stejně jako v případě histogramů. Data v grafu byla záměrně z důvodu ochrany firemních dat zkreslena.



Graf 5: Ukázka kontingenčního grafu porovnávajícího hodnoty síly pro obě metody (data jsou zkreslená)

8. Závěr

Tato práce popisuje postup a výsledky statistické analýzy změny objemu válce brzdového třmenu v závislosti na zadaných parametrech. Práce obsahuje teoretickou část a ukázky a postupy z praktické části – aplikace MS Excel sloužící k analýze výsledků objemových testů. Praktická část práce byla zadána firmou TRW Automotive Czech s. r. o. specializující se na vývoj a výrobu automobilových brzd.

První kapitola teoretické části se zabývá automobilovými brzdami a jejich dělením. Popisuje vybrané typy brzd, jejich základní části a princip a případné výhody a nevýhody jejich použití. Další kapitola představuje strukturu databáze firmy, odkud byla čerpána data pro analýzu.

V teoretické části je rovněž představen použitý software, a to konkrétně Microsoft Excel 2007 a Microsoft SQL Server 2008. Kapitola dále popisuje datové spojení uvedených programů.

První část popisu praktické úlohy se zabývá získáním požadovaných dat pomocí dotazového jazyka T-SQL z databáze MS SQL Server. Popisuje testy, z jejichž výsledků byla prováděna analýza a obsahuje ukázky dotazů použitých k selekci požadovaných dat.

Druhá část praktické úlohy se zaměřuje na dvě metody výpočtu dat, které byly vyvinuty v průběhu práce. Cílem metod je identifikovat okamžik, kdy brzda skutečně začíná vyvíjet tlak na brzdové destičky – tedy došlo k usazení všech částí brzdy. Metody vycházejí z grafu závislosti objemu na tlaku, který vhodně zobrazuje okamžik usazení brzdy.

Výstupem práce jsou grafická znázornění analýzy v podobě histogramů a kontingenčních grafů pro tři typy brzd – přední, zadní a elektronické parkovací brzdy. Histogramy zobrazují veličiny sílu, objem, dráhu pístu a tuhost v závislosti na parametrech brzdy průměr pístu, použitá montážní kapalina a typ těsnění pístu. Kontingenční graf nabízí zobrazení veličin síla, objem, tlak, směrnice lineární části závislosti objemu na tlaku, dráha pístu a tuhost.

Tyto grafické výstupy byly prezentovány vedoucímu oddělení *Foundation Brakes* ve firmě TRW Automotive Czech s. r. o., vyplývá z nich například narůstající tuhost brzdy se zvyšujícím se průměrem pístu, nebo snižující se tlak se zvětšujícím se průměrem pístu. Výsledky práce z velké části potvrdily očekávání, nebyla však prokázána další závislost analyzovaných veličin na parametrech brzdy.

Použitá literatura

- [1] Philip J. Pratt: A Guide to SQL
- [2] Microsoft Official Course 2778A Writing Queries Using Microsoft SQL Server 2008 Transact-SQL
- [3] <https://support.office.com/>
- [4] <https://msdn.microsoft.com>

Seznam příloh

I. Obsah přiloženého CD

- text bakalářské práce
 - ❖ bakalarska_prace_Lenka_Smrhova_2016.pdf
- adresář s aplikací MS Excel a pomocné soubory
 - ❖ analyza_objemu.xlsm
 - ❖ filter.lva
 - ❖ data.lva