

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Možnosti sledování kapacitního vytížení  
měřicích strojů v sériové výrobě**

**Autor: Bc. Jiří Mandinec**

**Vedoucí práce: Ing. Jan Urban**

**Studijní obor: Výrobní inženýrství**



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Mandínek** Jméno: **Jiří** Osobní číslo: **456789**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávající katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**  
Studijní program: **Výrobní inženýrství**  
Specializace: **Bez specializace**

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Možnosti sledování kapacitního vytižení měřicích strojů v sériové výrobě.**

Název diplomové práce anglicky:

**Possibilities of monitoring of capacity utilization the measuring equipment in serie production**

Pokyny pro vypracování:

1. Provedení rešerše dostupných nástrojů pro sledování kapacitního vytižení strojů
2. Provedení analýzy současného stavu monitoringu kapacitního vytižení CMM ve Škoda Auto a.s.
3. Návrh a volba vhodného zpracování dat ze systému Chy.Stat
4. Návrh vhodné interpretace sledování kapacitního vytižení.

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Jan Urban, ústav technologie obrábění, projektování a metrologie FS**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **30.04.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **29.07.2021**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

Ing. Jan Urban  
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Libor Beránek, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## Anotační list

<b>Název:</b>	Možnosti sledování kapacitního vytížení měřicích strojů v sériové výrobě
<b>Autor:</b>	Bc. Jiří Mandínek
<b>Akademický rok:</b>	2020/2021
<b>Studijní program:</b>	Výrobní inženýrství
<b>Ústav</b>	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie
<b>Vedoucí DP:</b>	Ing. Jan Urban
<b>Počet stran</b>	101
<b>Počet obrázků</b>	65
<b>Klíčová slova</b>	kapacitní, vytížení, PowerBI, layout, vizualizace

### Anotace:

Tato diplomová práce se zabývá možnostmi sledování kapacitního vytížení měřicích strojů v sériové výrobě. Hlavním úkolem bylo zvolit vhodný software pro zpracování získaných dat a následné navržení vizualizací určených pro sledování kapacitního vytížení. Úkol je vypracován pomocí programu Microsoft Power BI. V programu jsou data zpracována a následně přetvořena do vizualizací. Průběh je detailně popsán. Výsledkem je navržený layout určený pro sledování kapacitního vytížení měřového střediska GQH – 1.

**Title of MT:** Possibilities of monitoring of capacity utilization the measuring equipment in serie production

**Key words:** capacitive, load, PowerBI, layout, visuals

### Abstract:

This master thesis deals with the possibilities of monitoring the capacity utilization of measuring machines in serial production. The main task was to select a suitable software for processing the obtained data and subsequent design of visualizations designed to monitor capacity utilization. The task is developed using Microsoft Power BI. In the program, the data are processed and then transformed into visualizations. The process is described in detail. The result is designed layout designed to monitor the capacity utilization of the GQH - 1 measurement center.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW, atd.) uvedené v příloženém seznamu. Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)

V Praze dne

Podpis: .....

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Urbanovi za jeho neocenitelné rady a čas, který mi věnoval. Dále bych chtěl také poděkovat Ing. Ondřeji Košťákovi a Ing. Ivaně Tomšů.

## Obsah

Úvod .....	8
1. Co je mezioperační kontrola a co je její cíl .....	9
2. Souřadnicové měřicí stroje (CMM). .....	9
2.1 Vývoj a historie CMM .....	10
3. Rozdělení CMM .....	12
3.1 Dle konstrukce CMM.....	12
3.2 Dle souřadnicového systému .....	14
3.3 Statistické SW pro sledování výrobní stability kontrolovaných znaků .....	16
4. Popis stávajícího stavu procesu rozměrové kontroly kvality .....	17
4.1 Měřicí systém Calypso .....	18
4.2 Doplnkové opce systému Calypso .....	19
5. Statistický software chy.stat .....	20
5.1 Způsob přenosu dat z metrologického SW Calypso do systému chy.stat .....	21
5.2 K-klíče (Key Fields).....	22
5.3 Sledované informace v SW chy.stat a možnost jejich využití pro kapacitní sledování. ....	23
6. Faktory ovlivňující plynulost odbavení měrových zakázek.....	24
6.1 Pravidelnost dodávek dílů k měření .....	24
6.2 MFU.....	24
6.3 Proces teplotní stabilizace dodaných dílů .....	24
7. Využití dat SW chy.stat a jejich popis .....	25
8. Představení možností pro vizualizaci exportovaných dat.....	26
8.1 BI – Business Intelligence.....	26
8.2 Možnosti pro vizualizaci exportovaných dat .....	26
9. Představení vybraného nástroje a popis jeho možností.....	29
9.1 Úvod do Power BI.....	29
9.2 Upload exportovaných dat do Microsoft Power BI.....	31
9.3 Popis Power BI Query.....	31
9.4 Načtení dat .....	32
10. Úprava exportovaných dat v Microsoft Power BI.....	34
10.1 Automatické hledání chyb.....	34
10.2 Nastavení názvu sloupců .....	35
10.3 Změna typů dat.....	36
10.4 Oprava prázdných položek .....	37
11. Závěr k doplnění prázdných polí .....	41

11.1	Nalezení a oprava neopakujících se chyb .....	41
11.2	Nelezení neopakujících se chyb.....	42
11.3	Poznámka k nahrazení dat metodou „Custom Column“ .....	48
12.	Úprava dat potřebných pro kapacitní výpočty .....	48
12.1	Úprava doby měření .....	48
12.2	Závěr k úpravám časů .....	54
13.	Výpočet kapacitního vytížení .....	56
13.1	První část výpočtu kapacitního vytížení .....	57
13.2	Druhá část výpočtu kapacitního vytížení .....	58
14.	Závěr k úpravě dat.....	58
15.	Tvorba vizualizačního rozhraní pro sledování kapacit.....	59
15.1	Úvod .....	59
15.2	Popis nástrojů Power BI pro tvorbu vizualizací.....	59
16.	Tvorba layoutu.....	66
16.1	Úvod .....	66
16.2	Ověření funkčnosti dat .....	66
16.3	Tvorba vizuálů pro layout.....	70
16.4	Navržení layoutu z vytvořených vizuálů .....	77
16.5	Závěr ke tvorbě layoutů.....	80
17.	Úpravy layoutu 2A .....	80
17.1	Změna popisků grafů .....	81
17.2	Změna názvu grafů .....	82
17.3	Doplnění chybějících dnů do grafu kapacity.....	82
17.4	Převedení formátu do Škoda standardu.....	85
17.5	Změna typu průřezu.....	86
17.6	Přidání doplňkových vizualizací .....	87
17.7	Změna vizuálu „Měřené díly“ na skládaný sloupcový graf .....	87
18.	Tvorba mobilního layoutu.....	88
19.	Ověření funkčnosti.....	89
20.	Popis doporučení pro optimální funkčnost .....	90
	Závěr.....	91
	Použité zkratky.....	93
	Použitá literatura .....	94
	Seznam obrázků .....	98
	Seznam Vzorců.....	101

## Úvod

V současné digitální době je důležitou součástí vedení podniku sběr a také analýza dat. Výsledky těchto činností mohou výrazně ovlivnit rozhodování managementu na všech úrovních a jsou uplatnitelné i ve výrobě. Tento proces rozhodování se nazývá business intelligence. K využití plného potenciálu dat byly vytvořeny softwary, které se touto problematikou zabývají. I když je provoz těchto softwarů velmi nákladný, je jejich uplatnění nezpochybnitelné. S pomocí BI softwarů je možná kompletní analýza dat a následné tvoření vizualizací, či predikce budoucích trendů.

Tato práce se zaměřuje na výpočet kapacitního vytížení měrového střediska GQH – 1 ve ŠKODA AUTO a.s. a následnou vizualizací zjištěných poznatků pomocí programu Microsoft Power BI. V teoretické části práce jsou popsány základní pojmy, které jsou součástí této problematiky. V praktické části je popsán celý cyklus načtení dat, úprava načtených dat, výpočet kapacitního vytížení, tvorba vizualizací a konečná tvorba layoutů.

Výsledkem diplomové práce je funkční layout se statickými daty, pomocí kterého je možné sledovat kapacitní vytížení měrového střediska GQH – 1 ve ŠKODA AUTO a.s. Pomocí poznatků z diplomové práce je dále možné vytvořit kontinuální sběr a vizualizaci dat.



## 1. Co je mezioperační kontrola a co je její cíl

Hlavním cílem mezioperační kontroly je ověření základních parametrů jakosti, a to v průběhu výrobního procesu. Přesněji řečeno jedná se o zjištění, zda vyrobený kus odpovídá výrobnímu, technologickému a montážnímu postupu. [1]

Mezi hlavní cíle patří dodržování stanovených technologických postupů, celková kvalita provedení kusů, které byly vyrobeny jako první po seřízení stroje, zastavení provádění vadných operací, které by mohly vést ke znehodnocení výrobku. Další součástí mezioperační kontroly je povinnost přebrat do další části výroby pouze takové kusy, které vyhovují předepsané dokumentaci a potvrzují provedení kontroly. Dalším kontrolovaným prvkem je, zda zaměstnanci používají předepsaná a kalibrovaná měřidla. [1]

Zjištěné nevyhovující výrobky jsou od ostatních (vyhovujících) výrobků odděleny a podle stavu jejich neshody s předepsanou výrobní dokumentací následuje jedno z řešení [1] :

- Výrobky opravitelné

Neshoda je zcela opravitelná, buď dalším krokem ve výrobním postupu, anebo zásahem předchozí výrobní operace. Samozřejmou výhodou je, že se výrobek vrátí do výroby. [1]

- Výrobky neopravitelné

Neshoda je neopravitelná žádným krokem ve výrobním postupu. Dělí se na neshody, které neovlivní funkční vlastnosti hotového výrobku, a tudíž jsou použitelné. Záleží na konečném použití výrobku (V Automobilovém průmyslu absolutně nežádoucí). Další jsou výrobky zcela neopravitelné. Tyto výrobky se ve větší části vrátí na přetavení do základního materiálu (pokud se jedná o kov) nebo se vyhazují. [1]

## 2. Souřadnicové měřicí stroje (CMM).

**Souřadnicové měřicí stroje**, nebo také **CMM** (Coordinate measuring machine), představují jednu z nejvýznamnějších inovací v oblasti měření ve

strojírenství. Jedná se o univerzální stroje určené k nedestruktivním metodám měření. Měření může probíhat dotykově, nebo bezdotykově. [4], [6]

Vývoj souřadnicových měřicích strojů byl vynucen rostoucí potřebou přesnějšího měření, zejména v automobilovém a leteckém průmyslu. [4], [6]

Princip měření spočívá v určení základního bodu v prostoru, pomocí kterého naměříme polohy dalších bodů formou souřadnicových rozměrů v osách X, Y, Z. Z těchto informací je možné vygenerovat výstupy rozměrových kontrol, geometrických specifikací. Očekávaná přesnost CMM strojů se v dnešní době pohybuje okolo čtyřnásobku přesnosti výrobních zařízení. [4], [5], [6]

Ve srovnání s konvenčními metodami měření, kde je odečítání hodnot z jemných stupnic nejen velmi zdoluhavé a namáhavé, ale také vyžaduje značnou šikovnost operátora, CMM stroje představují velký krok vpřed. Dále je většina strojů CMM schopna určitého stupně automatizace, kdy je možné ke stroji připojit zařízení, která zaznamenávají naměřené hodnoty, jež slouží jako doklad o měření, či mohou být použity pro další statistické vyhodnocení měření. CMM stroj ve spojení s další technikou je tedy velmi účinný prostředek pro zvýšení, popřípadě udržení, určitého stupně jakosti ve strojírenské výrobě. [4], [6], [5]

Existuje široká škála CMM strojů světových značek. Tyto druhy se liší konstrukcí, velikostí stroje, stupni automatizace, přesností a rozdílnými souřadnicovými systémy. Všechny tyto aspekty ovlivňují možnosti použití. [4], [6], [5]

CMM se skládá ze subsystémů, které se vzájemně propojují. Jsou složeny z mechanické části, odměřovací části, snímacího systému, řídicího systému, připojeného obslužného PC a v poslední řadě softwaru od výrobce stroje, či doplňujícího softwaru pro podrobnější analýzu výsledků. [4], [6], [5]

## 2.1 Vývoj a historie CMM

První měřicí stroje, které spadaly do kategorie CMM, byly vytvořeny jako doprovodný produkt k rostoucí škále NC strojů. Hlavním impulzem k vývoji těchto strojů bylo zdoluhavé měření vyrobených součástí na NC strojích, přičemž čas

měření a kontrolování, tradičním způsobem, některých součástí se pohyboval v řádech několika hodin. [2], [3], [5]

K vývoji těchto strojů dopomohl velký technologický růst a také nové technologie, jako například digitální měřicí systém, či moire proužky snímané fotočlánkem s digitálním výstupem pro odměření polohy na ose. Tyto nové technologie vedly ke vzniku strojů se třemi souřadnicemi X, Y, Z, se snímáním konkrétních bodů, které byly měřeny na povrchu dotykem. [2], [3], [5]

Počátky vývoje CMM sahají až do dvacátých let 19. století a je velmi těžké, pro dlouhotrvající spor o prvenství, určit původního vynálezce souřadnicového měřicího stoje. První CMM byl zřejmě od skotské firmy Ferranti Metrology. Tato firma vytvořila úhlový CMM s pevnými sondami v roce 1950. Zhruba ve stejný čas italská firma DEA (Digital Electronic Automation) uvedla na trh pevný rám s pevnou sondou. Dalším kandidátem na prvenství je například firma Shelton technology, která přivedla na trh CMM se vzduchovým ložiskem v 60. letech. [2], [3], [5]



Obrázek 1 – První CMM od firmy Shelton [22]

Samozřejmě od té doby se staly CMM důležitou součástí průmyslu. Velmi napomohly lepší kontrole a dodržení kvality ve výrobě. Další vývoj CMM byl realizován spoluprací, ale i kupováním a slučováním jednotlivých firem. Tento trend vede až k současným strojům, jak je dnes známe. [2], [3], [5]

### 3. Rozdělní CMM

#### 3.1 Dle konstrukce CMM

##### Mostová konstrukce

Vyznačuje se velmi dobrou přístupností k měřenému výrobku a je tedy vhodná pro velkou škálu měření. Bohužel se tato konstrukce vyznačuje horšími přesnostmi měření. Pomocí mostových CMM strojů je možné měřit součásti, velkých rozměrů. Tyto hodnoty dosahují například až 20 000 mm x 6 000 mm x 4 000 mm. Problematikou těchto strojů je zmíněná horší přesnost měření a také přesun velkých měřených objektů na CMM. Největší využití je v lodním nebo leteckém průmyslu. [4], [5], [6], [21]

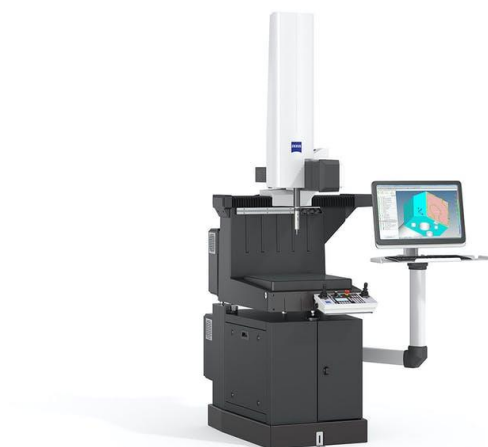


Obrázek 2 – Mostová konstrukce [23]

##### Výložníková konstrukce

Její charakteristikou je velmi dobrý přístup ke měřené součásti a možnost měření velmi dlouhých součástí v ose X. Tato výhoda je ale kompenzována velmi krátkou osou Y, která je takto uzpůsobena za účelem docílení potřebné tuhosti snímacího ramene. Stroje této konstrukce jsou určeny pro dílenské prostředí. Dají se využít jak na mezioperační kontroly, tak konečné kontroly nebo přímo ve výrobních systémech. Chyba těchto strojů nepřekročí  $(2,4 + L/300)$   $\mu\text{m}$  při teplotě

18 – 30 °C. Tyto stroje našly velké využití v automobilovém průmyslu. [4], [5], [6], [21]



Portálová konstr

Vyznačuje se velkou tuhostí a je vhodná pro velké a střední rozsahy. Díky těmto aspektům dosahuje portálová konstrukce vysokých přesností měření. Nevýhodou je omezená dostupnost k měřenému výrobku. Stroje s portálovou konstrukcí se dělí na konstrukci s pevným portálem a s pohyblivým portálem. Nejlepší dosažená hodnota maximální mezní chyby může být až  $(0,3 + L/1\ 000)$   $\mu\text{m}$ . Tyto stroje je možné využít v laboratořích, leteckém a automobilovém průmyslu. [4], [5], [6], [21]



Sí *Obrázek 4 – Portálová konstrukce [25]*

Je definována relativně malou měřicí plochou s velmi dobrou přístupností k měřenému výrobku. Tato konstrukce dosahuje velmi dobrých přesností měření.

Uplatnění těchto strojů je v automobilovém průmyslu, pro měření karosérií vozů a jejich částí. [4], [5], [6], [21]



Obrázek 5 – Sloupová/stojanová konstrukce [26]

### 3.2 Dle souřadnicového systému

#### Kartézsky uspořádané CMM stroje

Jsou řízeny třemi ortogonálními osami X, Y, Z. Tyto osy jsou na sebe navzájem kolmé a jsou opatřeny shodným lineárním měřicím systémem pro každou osu. Tento systém určuje polohu použitého snímacího prvku v jedné ose nezávisle od ostatních os. V praxi toto ale nebývá pravidlem a můžeme se setkat i se stroji, které mají dvě, nebo jenom jednu osu. Tyto stroje jsou schopné měřit složitější aplikace, ale jejich velkou nevýhodou je omezená velikost a malá hmotnost měřených dílů, která je dána rozměry a hmotností stroje. Dále je možné využít i čtvrtou osu, v podobě otočného stolu, pro odměření přesného úhlu. [4], [5], [6]

#### Nekartézsky uspořádané CMM stroje

Ty využívají cylindrických, sférických a polárních souřadnicových systémů. Tyto stroje jsou nejčastěji používány v leteckém průmyslu. Pro měření vzdáleností

se využívá optických zařízení a pro sledování polohy bodu v prostoru se využívá úhlů. Tyto systémy jsou vhodné pro měření rozměrných součástí, kde velikost dosahuje několika metrů. Mezi CMM využívající nekartézské souřadné systémy patří laser trackery, laser radary, měřicí ramena a další. [4], [5], [6]



Obrázek 6 – Nekartézský CMM [27]

Dle environmentálních podmínek měření.

#### Díleenské CMM

Jsou stroje, kterých se využívá na měření mimo měrových středisek nebo laboratoří. Již podle názvu je patrné, že tento stroj musí být uzpůsoben na podmínky výrobních hal (prašnost, vibrace, neustále se měnící teplota a vlhkost.) Nejčastěji se na tyto aplikace využívají stroje s konstrukcí stojanovou nebo také konstrukci výložníkovou. Tyto stroje samozřejmě nedosáhnou takové přesnosti, jako stroje laboratorní. [4], [5], [6]

## Laboratorní CMM

Největší rozdíl mezi dílenskými stroji a laboratorními stroji je v konstrukčním řešení pohonů. Dílenské stroje využívají většinou přesné šroubové převody, pro posuv jednotlivých částí stroje, v kombinaci s klasickými kuličkovými ložisky. Laboratorní stroje navíc využívají dražší, ale přesnější třecí převody, v kombinaci s aerostatickými ložisky. [4], [5], [6]

Laboratorní stroje také vyžadují přesně stanovené environmentální podmínky, jako je stálá teplota, vlhkost vzduchu a bezprašnost. Po splnění těchto podmínek se tyto stroje vyznačují svou přesností. V dnešní době jsou tyto stroje nezbytností pro přesnou rozměrovou kontrolu sériové a velkosériové výroby. [4], [5], [6]

### 3.3 Statistické SW pro sledování výrobní stability kontrolovaných znaků

V dnešní době je důležité sledovat výrobní stabilitu a monitorovat kontrolované znaky. Tudíž není překvapením, že se na českém trhu vyskytuje mnoho firem, které software, jenž se danou problematikou zabývá, vyvíjejí. Jedná se například o program **STATISTICA** od firmy Statsoft, **IBM SPSS Statistics** od firmy IBM a **NCSS** od stejnojmenné firmy NCSS.

#### STATISTICA

Co se týče funkcí, najde uživatel vše, co potřebuje v denní praxi. Je zde velmi příjemné uživatelské prostředí, které je podobné MS Office. STATISTICA dále obsahuje grafické funkce, které se neobjevují u většiny konkurentů. [7]

- Klady:
  - Komplexní funkce a grafy
  - Uživatelsky přívětivé
  - Podobné MS office
- Zápory:
  - Menší zaměření na produktivitu
  - Malé rozšíření po ČR (malá možnost sdílení práce)



#### IBM SPSS Statistics

Mezi hlavní výhody patří velké rozšíření tohoto softwaru po ČR. Dalším velkým kladem je zaměření na efektivitu a rychlost zpracování dat a možnost využití programovacího jazyku syntax. [8]

- Klady:
  - Vysoká efektivita
  - Uživatelsky přívětivé
- Zápory:
  - Vyšší cena
  - Velké nároky na hardware

#### NCSS

Jedná se o velmi zajímavou alternativu z hlediska počtu funkcí a ceny. Funkce jsou téměř srovnatelné, je jich mnoho a cena je, oproti konkurenci, téměř poloviční. Nástroj je určen pro uživatele, kteří používají základní tabulky s využitím pokročilé statistiky. [9]

- Klady:
  - Malá cena
  - Velké množství nástrojů
- Zápory:
  - Malé rozšíření po ČR
  - Neexistující česká podpora

## 4. Popis stávajícího stavu procesu rozměrové kontroly kvality

Pro rozměrovou kontrolu výroby komponentů ve ŠKODA AUTO a.s. je kromě CMM a ručních měřidel ve výrobě využíváno měrových středisek, která jsou rozmístěna po výrobních halách. Měrová střediska jsou vybavena laboratorními stroji značky Zeiss, které jsou z důvodu vysoké požadované přesnosti vybaveny aktivním dotykovým snímacím systémem, umožňující skenování bodů. Strojům sekunduje měřicí systém Zeiss Calypso, který

umožňuje jednoduché naprogramování stroje za pomoci CAD modelu. Pomocí programovatelného měření lze výrazně zkrátit potřebný čas na kontrolu jednoho kusu a dále snížit počet chyb způsobených lidským faktorem.

Data, získaná z měření, se dále vyhodnocují v softwaru chy.stat od firmy Diribet. chy.Stat slouží jako nástroj pro vyhodnocování a vizualizaci kontrolovaných prvků.

#### 4.1 Měřicí systém Calypso

Univerzální měřicí systém Calypso je software vyvinutý pro podporu měření a programování souřadnicových měřicích strojů od výrobce Zeiss. Calypso slouží k měření geometrie pravidelných i obecných tvarových prvků. Předpokladem pro měření jsou charakteristiky, které jsou buď importovány skrz CAD model, nebo jsou uvedeny na výkrese měřené součásti. Tyto charakteristiky jsou úhlové a délkové rozměry opatřené o potřebné tolerance. Měření probíhá vybráním tolerancí z výkresu, nebo z CAD modelu dle požadavků pro měřenou součást, které mají být vyhodnoceny. Software následně vygeneruje plán měření, který je možné doladit, a to například strategií měření, vybráním snímače a také upřesněním počtu snímaných bodů. Software je také obohacen o manuální měření, programování na souřadnicovém stroji i offline mimo stroj, dotykové, nebo také optické měření. V poslední řadě také obsahuje simulátor, ve kterém je možné vyzkoušet průběh celého měření a odladit případné chyby. [10]

Tato metoda generování měřicího programu eliminuje množství potenciálních chyb, které by jinak vznikly ze strukturálního programování. Je tudíž zaručeno, že všechna pozornost uživatele je zaměřena na měření jako takové. [10]

S programem Calypso je také možné pracovat na různých souřadnicových strojích, přičemž vlastnosti programu se nemění na základě použitého souřadnicového stroje. Lze plně automatizovat průběh měření, což je výhodné pro sériovou výrobu. Obrázek dole ukazuje patrný rozdíl mezi konvenčním postupem programování měření a generováním měřicího plánu pomocí systému Calypso. [10]



Obrázek 7 - Software Calypso [28]

Průběh měření pomocí systému Calypso začíná přípravou CAD dat, která se nahrají do systému. Je možné načíst data ve formátech: IGES, VDAFS, DXF, STEP, CATIAV, ProE. Uživatel si ale musí dávat pozor na vícenásobnou konverzi, která by mohla způsobit nepřesnosti. [10]

Jakmile je definován měřený prvek, je systém Calypso schopen vytvořit strategii pro měření daného prvku. Jak již bylo zmíněno výše, tuto strategii je možné upravovat dle přání uživatele. V poslední řadě jsou vygenerovány i dráhy pojezdu. [10]

Pro detailní prezentaci výsledků je možné využít integrované funkce ZEISS PiWeb. Jedná se o snadnou vizualizaci kompletních reportů dle potřeby uživatele či zákazníka. [10]

#### 4.2 Doplnkové opce systému Calypso

**Blade<sup>pro</sup>** je doplněk určený k vyhodnocení měření turbínových lopatek naměřených v rozhraní Calypso. Jsou zde k dispozici analytické postupy potřebné k vyhodnocení geometricky složitých dílců. [10]

**Curve** je doplněk určený pro měření křivek. Tímto doplňkem je zaručeno spolehlivé měření vačkových hřídelí, či šroubových kompresorů. Výsledky jsou opět zobrazeny v systému. [10]

**Gear<sup>pro</sup>** je doplněk zaměřený na vyhodnocení čelních, kuželových a také šnekových ozubených kol. Dále je možné tento doplněk použít na měření geometrie odvalovacích fréz. [10]

## 5. Statistický software chy.stat

Chy.Stat, nebo také „chytrá statistika“ od firmy Diribet, je modulárně vystavěný statistický software, na bázi webového rozhraní, pro sledování stability výrobních procesů a udržování jejich kontinuální optimalizace. Cílem implementace softwaru chy.stat do firem je velké zrychlení regulačních cyklů výroby a také zvýšení transparentnosti výroby. Je tedy stěžejním pro sledování výrobních procesů. Software také umožňuje operativní sledování výroby. Je tedy možné sledovat i jednotlivé stroje. Získaná data lze archivovat a následně promazávat. Jak již bylo výše zmíněno, jedná se o modulový software. Tyto moduly dále rozšiřují možnosti sledování výroby. [11]

### Modul Monitor

Jedná se monitorovací modul, který hlásí chyby v reálném čase. Je možné si zadat své vlastní KPI (Klíčové ukazatele výkonosti), které jsou potřebné pro sledování výroby. Mezi další funkce patří sledování OEE (Celková efektivnost zařízení) a historie kvality a měření. [11]

### Modul Crustalus

Tento modul je zaměřen na udržení dlouhodobé stability procesů. Je možné porovnávat chování procesů na linkách, a to přes směny, výrobky, nebo přes výrobní dávky. [11]

### Modul Lucra

Lucra je modul pro dlouhodobé sledování klíčových ukazatelů výkonosti. Uživatel nastaví realistické cíle KPI a sleduje jejich plnění. [11]

### Modul Ordo

Modul uzpůsobený pro řízení zakázkových měření pro laboratoře. Pro uživatele je možnost sledování výrobní zakázky, či výrobní dávky. [11]

### Modul Fenestra

Využití online layoutů ve výrobě, které jsou tvořeny uživatelem. Možnost vizualizace stavu linky a následné prezentace výsledků. [11]

## Modul Křivky

Pokročilá analýza výrobních křivek a následné porovnávání s ostatními daty. Možnost vyhledání anomálií na křivkách. [11]

### 5.1 Způsob přenosu dat z metrologického SW Calypso do systému chy.stat

Všechna měření ze systému Zeiss Calypso se převádí do systému chy.stat pomocí převodu dat AQDEF. Tento formát je v dnešní době průmyslovým standardem. Ve většině případů je nutné dodržování těchto datových formátů u dodavatelů měřicích systémů a výrobců systémů SPC (systém monitorování kvality). Mezi výhody zavedení celofiremního jednotného datového formátu patří možnost kombinace měřených dat z různých systémů. Jednotný formát umožňuje snadnější standardizované ukládání a vyhodnocení naměřených hodnot. [11], [12]

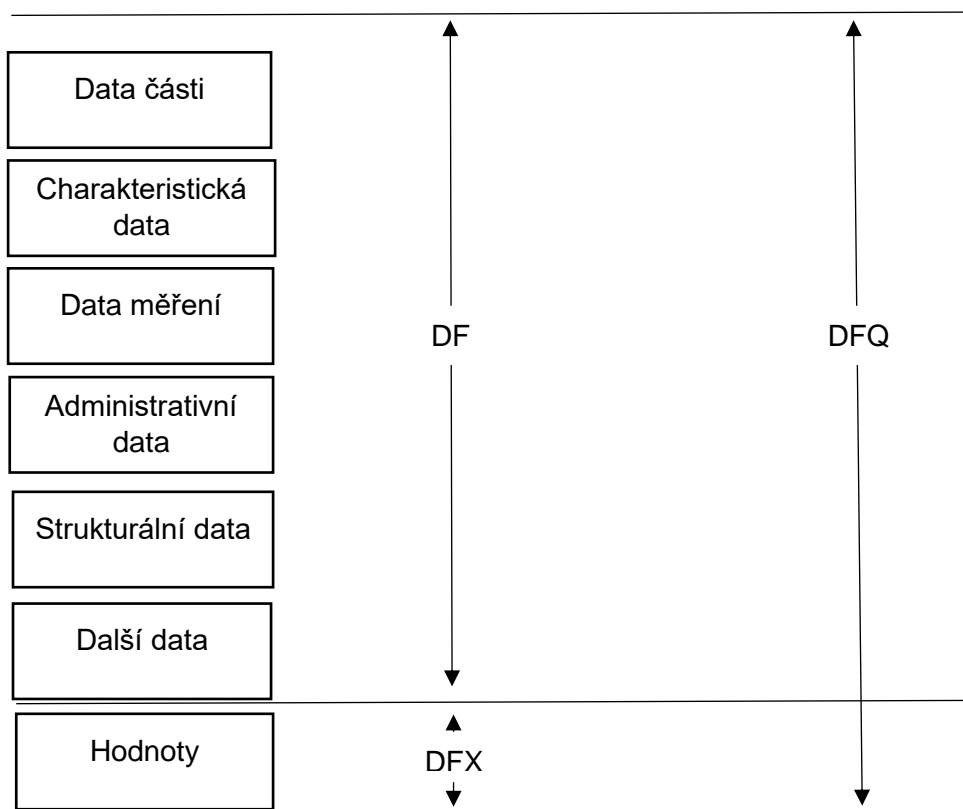
Formát přenosu ASCII je flexibilní a poskytuje transparentní strukturu. Je prostorově úsporný a snadno kopírovatelný. Datový formát se skládá ze dvou typů dat. [12]

- Data hodnot
- Data popisu

Tyto hodnoty jsou buď ve dvou rozdělených složkách, nebo v jedné. Tyto složky mají stejné jméno, ale rozděluje je koncovka: [12]

- Sdílená složka \*.DFQ
- Složka hodnot \*.DFX
- Doplnková/popisující složka\*.DFD

Následující obrázek popisuje strukturu složky obsahující data:



Obrázek 8 - Struktura složky [12]

## 5.2 K-klíče (Key Fields)

Vše o popisování dat začíná u K-klíčů, ty zaručují přesné zařazení dat. Klíče jsou rozděleny podle čísel. [12]

- K0001 – K0999 Popis naměřených hodnot
- K1000 – K1999 Data částí
  - Jedná se o data měřené části, která navazují na charakteristická data.
- K2000 – K2999 Charakteristická data
  - Doplnující údaj pro data částí.
- K3000 – K3999 Data měření
  - Data o průběhu měření
- K4000 – K4999 Administrativní data
  - Doplnující data. Informace jsou tříděny do tzv. katalogů. Tyto katalogy obsahují procesní parametry, informace o stroji a jiné.
- K5000 – K5999 Strukturální informace

- Slouží pro udržení strukturální hierarchie dat. Obsahují informace o nadřazenosti jednotlivých elementů a jejich zařazení do skupin.
- K6000 – K6999 Reserved
- K7000 – K7999 QCC (quality control charts)
- K8000 – K8999 Doplnková data
  - Jednotky, atributy, kalkulace.
- K9000 – K9999 Reserved

### 5.3 Sledované informace v SW chy.stat a možnost jejich využití pro kapacitní sledování.

Pro potřeby měrového střediska GQH - 1 je využíván modul Monitor, který je součástí softwaru chy.stat. Pomocí tohoto modulu je sledována kvalita výroby pomocí KPI (klíčových ukazatelů výroby). Tyto klíče jsou: [11]

- Název programu měření
- Interní název dílu a jeho index
- Datum měření
- Jakost měřených dílů
- Jméno pracovníka provádějícího měření
- Jméno a ID měřicího stroje
- Jméno a ID výrobního stroje
- Dobu trvání měření
- Číslo zakázky
- Použité upínače
- Důvod měření

Pro měrové středisko je nejdůležitějším faktorem sledovat celkovou jakost měřených dílů. To probíhá vyhodnocením naměřených elementů, které systém vyhodnotí jako správné, tedy v toleranci, elementy, které jsou na hraně tolerančních polí a elementy, které jsou mimo toleranční meze.

Všechna měření i se sledovanými KPI jsou dále dostupná v softwaru, kde jsou vyhodnocována v reálném čase a jsou dostupná k analýze.

Pro kapacitní sledování jsou nejdůležitějšími faktory:

- Doba trvání měření
- Datum měření
- Název dílu
- Důvod měření

Tato data jsou základním předpokladem pro správné určení kapacitního vytížení měrového střediska. Kompletnost těchto dat bude mít tedy velký význam na správné určení kapacitního vytížení.

Ostatní data jsou použitelná jako data doplňková, která zvýší vypovídající schopnost vizualizací.

## 6. Faktory ovlivňující plynulost odbavení měrových zakázek

### 6.1 Pravidelnost dodávek dílů k měření

Pravidelnost dodávek pro měrové středisko je určena kontrolním plánem operace (dále jen KPO). V KPO se nachází informace o četnosti měření, tedy počtu kusů nebo náměrů po sobě jdoucích a časový interval mezi jednotlivými měřeními. Tento časový interval je zapsán v minutách a určuje pravidelnost dodávek na měrové středisko. Pro jednotlivé díly na měrovém středisku jsou určeny různé intervaly měření, které jsou dány potřebou výroby.

### 6.2 MFU

Je kontrolní operace, která spočívá v provedení měření po sobě jdoucích kusů z výroby. Jedná se o zkoušku výrobní způsobilosti stroje na lince, která určuje schopnost stroje vyrábět stabilní nastavené rozměry na konkrétních dílech. Zkoušky se provádí po větších opravách výrobních strojů, kdy se musí demontovat odměřovací systém apod. MFU se dělí na malé a velké. Toto rozdělení spočívá v počtu měřených kusů. Velké MFU se provádí na 50 kusech a malé na 10 kusech.

### 6.3 Proces teplotní stabilizace dodaných dílů

Mezi faktory, které nejvíce ovlivňují přesnost měření, patří především vliv roztažnosti materiálu měřeného dílu v závislosti na teplotě a atmosferických podmínkách. Teplota měřeného dílu je tedy velmi důležitým faktorem při měření



na CMM. Pro teplotní stabilizaci dílů před měřením jsou určeny temperační místnosti na měrových střediscích. V těchto místnostech je kontrolována teplota a vlhkost vzduchu dle předepsaných norem pro měření. Také jsou doporučeny temperační časy pro jednotlivé typy dílů. Tyto časy jsou experimentálně stanoveny.

## 7. Využití dat SW chy.stat a jejich popis

Data určená pro výpočet kapacitního vytížení pro měrové středisko byla stažena ze softwaru chy.stat. Tato data jsou ve formátu Text/CSV, který je podporován jako zdroj dat pro Power BI. Přesněji se jedná o data nashromážděná v rozmezí let 2019 až 2020. Sloupce dat jsou v textovém souboru odlišeny čárkami. Tento stav je požadován, aby mohla být data automaticky rozdělena v rozhraní Power BI. Po analýze vygenerovaných dat je zjištěno, že obsahuje tyto sloupce:

- Soubor DFAQ
- Název dílu
- Číslo dílů
- Index
- ID dílu
- Název operace
- Číslo linky
- Datum měření
- Čas měření
- ID měřicího stroje
- Název měřicího stroje
- ID výrobního stroje
- Název výrobního stroje
- Název upínače
- Dobu měření
- Číslo zakázky
- Důvod měření

Celkový počet řádků za sledované období dosahuje 60 000. Tyto řádky je nutné zkontrolovat v rozhraní Power BI Query kvůli chybám, které by ovlivnily výpočet kapacitního vytížení. Při použití softwaru typu Excel by velký objem dat způsobil pomalý chod programu, zejména při použití výpočetních funkcí. Použití výše zmíněných funkcí je nutné pro určení kapacitního vytížení, a tedy je implementace Power BI, pro zpracování těchto dat, žádoucí.

Nejdůležitějším sloupcem dat je „Doba měření“. Tomuto sloupci je věnována zvláštní pozornost při úpravě dat. Jakákoli chyba v tomto sloupci výrazně ovlivní možnost určení kapacitního vytížení.

## 8. Představení možností pro vizualizaci exportovaných dat

V této kapitole budou rozepsány vlastnosti softwarů, které mohou být použity pro vizualizace dat exportovaných ze systému chy.stat. Pojem Business Intelligence úzce spjatý s touto tematikou je také popsán a definován.

### 8.1 BI – Business Intelligence

V současné době je podnikání dynamickou činností a je tedy nutné se co nejrychleji přizpůsobit měnícím se podmínkám na trhu. Nasbíraná data z minulých let a z nich odvozené tendence vývoje trhu mají velký vliv na rozhodování managementu. Toto myšlení se dá uplatnit ve všech úrovních managementu a je použitelné i ve výrobě. Aby mohla být data použita co nejefektivněji, je nutné odlišit užitečné informace od informací neužitečných. Proces získání dat, jejich následné zpracování a dále využití jejich obsahu ke strategickému rozhodování, se nazývá business intelligence. [13], [14]

Data jsou v dnešní době velmi cenná a většina podniků si tuto cenu uvědomuje. Existuje velké množství softwarů, které se zabývají tematikou BI. Provoz těchto softwarů je velmi nákladný, ale při správném používání jsou velmi cenným nástrojem pro sledování a analýzu dat v podniku. [13], [14]

### 8.2 Možnosti pro vizualizaci exportovaných dat

Vizualizace dat a vizuální analytika je poměrně nový trend, který našel své využití v průmyslu. Jedná se o tvoření reportů, nebo barevných layoutů, které ukazují vyhodnocení dat v reálném čase. [13], [14]

## Qlik

Jedná se o platformu pro kompletní datovou a obchodní analýzu. Qlik umožňuje uživatelům provádět analýzu dat a kombinovat řady dat tak, aby bylo možné vytvořit asociaci a připojení mezi nimi. Software obsahuje dva hlavní produkty Qlik Sense a QlikView. Qlik Sense umožňuje úpravu dat a jejich kombinaci a tvoření asociací. QlikView slouží k analýze statických dat. [15]

Jednou z výhod softwaru Qlik jsou její doplňkové nadstavby. Pro potřebu správy podnikových dat je možné využít nadstavbu Qlik Data Catalyst. Dále je možné využít cloudových služeb, které mají přístup k různým datovým knihovnám. Tyto knihovny se dají následně použít pro rozšíření dat uživatelů. Další důležitou nadstavbou je Qlik Connector, která umožňuje interakci s hlavními moduly s externími typy dat. [15]

- Výhody:
  - Velmi rychlý způsob přeměny dat do vizuální pochopitelné podoby
  - Velká dostupnost doplňkových modulů
  - Zabudovaná in-memory analýza (zpracování velkého množství dat)
- nevýhody:
  - Velké náklady pro větší týmy

## Tableau

Tableau patří mezi nejvyužívanější analytický software na trhu s uživatelsky přívětivým prostředím, který je primárně určen pro tvoření layoutů. Jednoduše zpracované funkce tohoto softwaru umožňují jednoduché tvoření layoutů a vizualizací ze zpracovaných dat. Software je pomocí licence rozdělen na tyto moduly: [16]

### Creator:

Tento modul umožňuje zaujmout roli tvůrce/autora. Do této role spadá možnost tvoření a publikování vizualizací z desktopové aplikace z připojených

zdrojových dat a následná úprava datového modelu. Další funkcí je pak správa přístupů a obsahů na úrovni celého serveru. [16]

Explorer:

Role tvůrce vlastních pohledů na datové modely s možnostmi tvorby nových modelů, tvorby nového obsahu, stahování dat a spravování přístupů dat. [16]

Viewer:

Běžný uživatel, který si zobrazuje layouty, analýzy a specifické pohledy na zpracovaná data. Je zde možnost manipulace s existujícím obsahem ve webovém a mobilním prostředí. [16]

- Výhody:
  - Velká flexibilita
  - Jednoduché ovládání
  - Možnost využití kódovacích jazyků
- Nevýhody:
  - Velká cena licencí Explorer a Creator
  - Pokročilé funkce jsou zpracovány skrz kódovací jazyky

Microsoft Power BI

Analytický software od firmy Microsoft, který je součástí balíčku Microsoft Office 365. Power BI je velmi dostupný software na vizualizaci a vizuální analýzu dat. Hlavní výhodou je možnost zpracování zdrojových dat, téměř z každého dostupného zdroje. Tím může být například jednoduchý textový soubor s daty, nebo pokročilejší SQL server s kontinuálním tokem dat. Prostředí softwaru je podobné ostatním z rodiny Microsoft, a tudíž je velmi jednoduché na orientaci pro uživatele. Tvorba layoutů a vizualizací je realizována pomocí funkce dash and drop. [17], [19], [20]

- Výhody:
  - Zpracování téměř všech druhů dat
  - Jednoduché prostředí podobné ostatním programům z rodiny MS Office
  - Jednoduché tvoření layoutů
  - Možnost velmi důkladné kontroly dat (filtrace dat, přiřazení dat do skupin)
  - Možnost využití kódovacích jazyků
- Nevýhody:
  - Chybějící funkce jsou řešeny pomocí kódovacího jazyku M

## 9. Představení vybraného nástroje a popis jeho možností

### 9.1 Úvod do Power BI

Pro vizualizaci dat převedených ze systému chy.stat byl zvolen software Microsoft Power BI. Jedná se o analytický software pro firmy, který umožní jednoduchou a přehlednou práci s daty a jejich následnou vizualizaci. Všechna provedená práce se dá zároveň nasdílet ostatním uživatelům Power BI ve firmě. Hlavní výhodou, a také hlavním důvodem zvolení softwaru Power BI, je možnost načtení téměř všech typů dat. Práce se softwarem Power BI se dá pomyslně rozdělit do tří hlavních bodů: [17], [19], [20]

- Načtení/Příprava dat a analýza dat

Pod načtením dat je myšleno připojení programu ke zdrojům dat, které obsahují tzv. hrubá data, která byla exportována ze zdroje a jsou bez změny uživatele. [17], [19], [20]

Následuje příprava dat. Tento krok čistě záleží na uživateli. Je možné například měnit data ve sloupcích, nebo řádcích a měnit formát dat, třeba z textu na číslo. Hlavním cílem přípravy dat je mít ucelená data, která mohou být dále použita pro analýzu dat. [17], [19], [20]

Analýza dat může být velmi sofistikovaná. Výpočet průměrů, výpočet počtu sloupců, ale i velmi pokročilé predikce budoucích dat. [17], [19], [20]

Příprava dat pro vizualizaci a analýza dat, probíhá v podsystému Power BI a tím je Power Query Editor. [17], [19], [20]

- Vizualizace dat

Je samozřejmostí, že data mohou být prezentována jako jednoduché tabulky. Tato možnost je také dostupná v Power BI. Hlavním zaměřením ale samozřejmě zůstává pokročilé vytváření tzv. vizuálů. Mezi příklady vizuálů patří čárové grafy, plošné grafy, bodové grafy, výsečové grafy nebo také pokročilejší přiřazení dat k mapám. Z vytvořené práce je pak možné vygenerovat zprávu současného stavu. [17], [19], [20]

- Sdílení

Posledním hlavním bodem je sdílení. Je samozřejmostí, že uživatel může využívat Power BI samostatně, jako jedinec, ale častějším postupem je práce v týmech. Pomocí tohoto bodu je možné sdílet hotovou, či rozpracovanou práci uvnitř organizace, nebo mimo organizaci. [17], [19], [20]

Toto byly tři základní body, které dělají z Power BI velmi mocný nástroj pro podnikovou analýzu výrobních dat. Další otázkou je, jak těchto tří základních bodů dosáhnout. Vše je řešeno pomocí nástrojů dostupných v softwaru.

Power BI není totiž jen jeden nástroj pro vizualizaci a analýzu dat. Jedná se o seskupení mnoha nástrojů, které mezi sebou komunikují. Těmito nástroji jsou: [17], [19], [20]

- Power BI Desktop

Nástroj Desktop je dostupná aplikace/program, který je součástí v balíčku Microsoft Office 365, s jediným omezením, je dostupný pouze pro operační systém Windows. S tímto nástrojem má uživatel možnost splnit valnou většinu úkolů, které spadají do tří hlavních bodů. Spadá sem práce s daty a jejich následná analýza. Dále je možné vytváření všech druhů vizuálů a jejich následná prezentace. Aplikace Desktop má jedno omezení a tím je neuskutečnitelnost práce v týmu na jednom projektu. [17], [19], [20]

- Power BI Service (PRO)

Jedná se o cloudovou aplikaci, do které se uživatel přihlásí přes webový prohlížeč. V této aplikaci není možná práce s načtenými daty. Tento krok spadá do aplikace Desktop. Práce na vizuálech a vytváření reportů je možná. Hlavním cílem této aplikace je vytváření layoutů a možnost práce v týmech na jednom projektu a následné sdílení výsledků v týmu. [17], [19], [20]

- Power BI Mobile

Jak již název napovídá, jedná se o mobilní aplikaci, která je dostupná na Android i iOS. Pomocí aplikace Mobile může mít uživatel přístup kdekoli k informacím uloženým v softwaru Power BI. [17], [19], [20]

Detailnější popis funkcí Power BI je uveden v další kapitole, která se zabývá tvorbou vizuálů pro měrovou laboratoř GQH - 1 a nahráváním a úpravou dat do softwaru. [17], [19], [20]

## 9.2 Upload exportovaných dat do Microsoft Power BI

Tato kapitola je zaměřená na upload dat do softwaru Power BI a popis možností načtení dat jiných. První část je zaměřena na popis a práci v subsystému Power BI Query editor. Druhá část je zaměřena na tvorbu vizuálu pro měrové středisko ve ŠKODA AUTO a.s.

## 9.3 Popis Power BI Query

Power Bi Query editor je subsystém softwaru Power BI. V této části softwaru je možné upravovat načtená data. Může se jednat o jednoduché úpravy:

- Přidání/odebrání řádků
- Filtrace hodnot
- Nahrazení hodnot
- Úprava typu dat a práce s daty
- Přidání sloupců
- Změna datového formátu
- Změna zobrazení dat
- Nastavení parametrů

- Spojení různých zdrojů dat
- Detekce snadno odhalitelných chyb

Query editor dále podporuje i složitější operace s daty. Tyto operace pracují s načtenými daty a vyhodnocují je. Jedná se o operace:

- Použití dat ve výpočtech
- Predikce dat budoucích
- Analýza dat
- Možnost použití programovacího jazyka Python a R
- Diagnostické možnosti

Výše zmíněné nástroje jsou pouze ty nejpoužívanější. Tyto nástroje lze využít i k hledání chyb v datech. Příkladem může být filtrování správného typu dat ve sloupci a tím zjištění výskytu chyb.

#### 9.4 Načtení dat

Po otevření desktopové aplikace je zobrazeno okénko s návrhem zdroje dat. Jsou zde zobrazeny základní typy zdrojů dat, jako například načtení dat z programu Microsoft Excel, ale i pokročilejší, jako je připojení na SQL server. Pokud nemá uživatel žádná data, je zde možnost vyplnění tabulky dat. Tato tabulka je stejná jako v programu Excel. Jak již bylo zmíněno, hlavní výhodou programu je schopnost práce s téměř všemi typy dat. Pro načtení těchto typů je nutno zvolit položku „Get data“ na domovské stránce programu. Po najetí na položku Get data jsou zobrazeny všechny běžné zdroje dat:

- Excel
- SQL server
- Text/CSV
- Web
- PDF

Po kliknutí na položku se zobrazí všechny dostupné zdroje dat. Tyto zdroje jsou děleny podle jejich umístění a jejich počet je okolo 200. Jedná se o data ve složkách, kam patří téměř všechny základní zdroje dat, ale i možnost exportu dat



z databází, Azure service, Power platform, Cloudových a online uložišť a dalších. Další možnosti zdrojů jsou přidávány aktualizací softwaru.

Exportovaná data ze systému chy.stat jsou ve formátu Text/CSV. Jsou pomocí položky Get data načteny do softwaru. Data jsou rozdělena do 17 sloupců, kam patří:

- Soubor DfQ
- Název dílu
- Číslo dílů
- Index
- ID dílu
- Název operace
- Číslo linky
- Datum měření
- Čas měření
- ID měřicího stroje
- Název měřicího stroje
- ID výrobního stroje
- Název výrobního stroje
- Název upínače
- Dobu měření
- Číslo zakázky
- Důvod měření

Počet řádků ve sloupcích dosahuje 60 000 hodnot. Jedná se o Data nashromážděná v rozmezí několika měsíců na měřicím středisku ve ŠKODA AUTO a.s., v hale M2.

Po načtení dat je uživatel přesunut do podsystému Power Query editor. Tento editor slouží k úpravě načtených dat. Do úpravy dat spadá nalezení chyb, které vznikly při exportu, chybně vyplněné položky, prázdné položky, nebo také jednoduché úpravy, jako změna typu dat, či úprava sloupců. Tyto změny typů dat

poslouží k jednoduššímu zpracování dat a k vytvoření vizualizace. Nahraná data vypadají následovně:

Column1	Column2	Column3	Column4	Column5	Column6	Column7	Column8
Soubor DFQ	ID dílu	Číslo dílu	Index	Název dílu	Operace	Linka	Datum měření
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	525	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	040	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	525	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	040	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	525	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	040	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	516	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	516	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	516	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	516	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	461	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	100/110	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	514	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	120	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	521	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	070	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	517	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	080	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	517	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	080	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	521	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	070	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	517	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	080	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	521	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	070	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP30_AJ_2_...	462	04E 105 411	AJ	Ojnice_AJ_op30	030	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	443	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	060	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP40_201_...	470	04E 105 401	AJ	Ojnice_AJ_op 40,43,47	040	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\QJINICE_1,4_TSI_OP40_201_...	470	04E 105 401	AJ	Ojnice_AJ_op 40,43,47	040	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\KLIKOVY_HRIDEL_04C_105_...	443	04C 105 101	AJ	Klikovy hridel 3V 1,0T5I	060	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\BLOK_1,0_CNG_OP220_20190102_...	502	04C 103 019	D	Blok valcu 1_0_CNG_op220	220	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\BLOK_1,0_CNG_OP220_20190102_...	502	04C 103 019	D	Blok valcu 1_0_CNG_op220	220	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\BLOK_1,0_CNG_OP200_20190102_...	528	04C 103 019	D	Blok valcu 1_0_CNG_op200	200	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\HLAVA_VALCU_1,0_TSI_ZG_...	110	04C 103 373	AB	Hlava_valcu_EA211_1,0T5I	010	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\HLAVA_VALCU_1,0_TSI_ZG_...	110	04C 103 373	AB	Hlava_valcu_EA211_1,0T5I	010	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\BLOK_1,0_CNG_OP220_20190102_...	502	04C 103 019	D	Blok valcu 1_0_CNG_op220	220	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\HLAVA_VALCU_1,0_TSI_ZG_...	110	04C 103 373	AB	Hlava_valcu_EA211_1,0T5I	010	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\BLOK_1,0_CNG_OP200_20190102_...	528	04C 103 019	D	Blok valcu 1_0_CNG_op200	200	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\OP10\HLAVA_VALCU_1,0_TSI_ZG_...	110	04C 103 373	AB	Hlava_valcu_EA211_1,0T5I	010	7	02.01.19
D:\data\koncentratorM2\Zeiss\M2\BLOK_1,0_CNG_OP220_20190102_...	502	04C 103 019	D	Blok valcu 1_0_CNG_op220	220	7	02.01.19

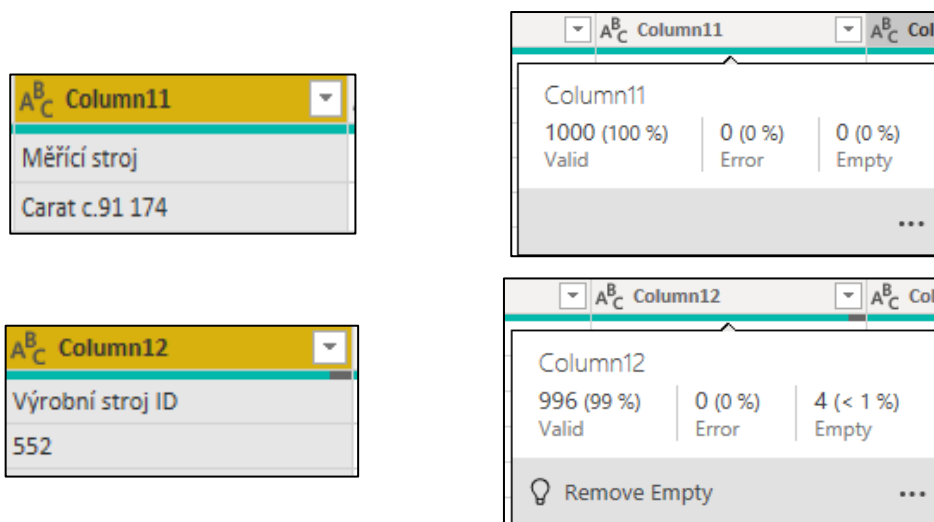
Obrázek 9 – Nahraná data

## 10. Úprava exportovaných dat v Microsoft Power BI

### 10.1 Automatické hledání chyb

První část úprav dat je nalezení chyb. Chyby mohou spadat do kategorie opakujících se chyb, které lze lehce odhalit. Nebo chyb neopakujících se, jež jsou ojedinělé a jejichž výskyt se špatně odhaluje. Power BI je v tomto ohledu našťastí vynikajícím nástrojem a sám upozorňuje na výskyt jednoduchých chyb ve sloupcích. Pod názvem každého sloupce se nachází barevná čára. Pokud je zelená, je znakem toho, že jsou data bezchybná. Pokud se objeví na barevné čáře i část červená, data obsahují chyby. Tyto chyby, ohlášené softwarem, mohou být například špatně vyplněná políčka, chybějící hodnoty, nebo hrubé chyby v datech. Jedná se tedy velkou pomocí při odhalení opakujících se chyb. Po najetí na barevnou čáru je uživateli zobrazeno procentuální zastoupení chyb

v daném sloupci. Na následujících obrázcích je porovnání mezi sloupcem, který je bez chyb a sloupcem s chybami.

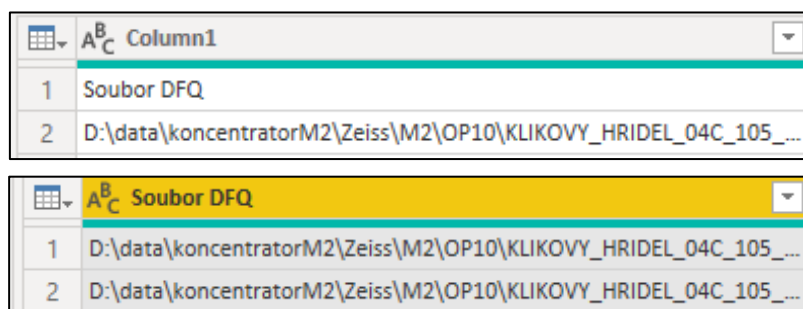


Obrázek 10 – Automatické hledání chyb

U sloupce „Výrobní stroj ID“ a mnoha dalších, software automaticky nahlásil chyby v podobě chybějících hodnot. Tyto chyby jsou opraveny v pozdějších krocích.

## 10.2 Nastavení názvu sloupců

V prvních řádcích dat je okamžitě vidět další chyba. Jedná se o přítomnost názvu dat ve sloupcích. Tato chyba by zbytečně znehodnotila data a musí být odstraněna. Naštěstí má Power BI velmi jednoduchý nástroj pro tuto situaci. V domovské liště se nachází pod Tlačítkem „Transform“ dlaždice „Use first row as headers“. Po kliknutí na tuto dlaždici je problém vyřešen.



Obrázek 11 – Nastavení názvu sloupců

### 10.3 Změna typů dat

Dalším důležitým krokem je změna typů dat. Software tuto akci může provést automaticky, ale pro přesnější volbu typu dat je lepší, pokud je manuálně nastavena. Manuálním nastavením se dá předejít zbytečným chybám v práci s daty, jako například využívání programovacího jazyka, či jednoduché vzorce. Zvolenými typy mohou být:

- Text
- Desetinné číslo
- Celé číslo
- Procenta
- Upravené celé číslo
- Datum/čas
- Datum
- Časová hodnota
- Hodnota trvání času
- Datum/čas/časová zóna
- Binární hodnota
- True/false hodnota

V závislosti na zvoleném typu dat je následně možná další manipulace s daty. Tyto typy se velmi liší. Například u číselných hodnot je možné použití dat do vzorců. Časová hodnota je pouze statickým zadáním času, a tudíž ho nelze sečíst, k tomu je potřeba použít hodnotu trvání času atd. výše zmíněné sloupce byly upraveny následovně:

- Soubor DFQ – Text
- Název dílu – Text
- Číslo dílů – Text (tento sloupec obsahuje čísla a písmena)
- Index – Text
- ID dílu – Desetinné číslo
- Název operace – Text (tento sloupec obsahuje čísla a znaky. Je nutné zachování textového typu)

- Číslo linky – Text
- Datum měření – Datum
- Čas měření – Časová hodnota
- ID měřicího stroje – Desetinné číslo
- Název měřicího stroje – Text
- ID výrobního stroje – Desetinné číslo
- Název výrobního stroje – Text
- Název upínače – Text
- Doba měření – Časová hodnota
- Číslo zakázky – Text
- Důvod měření – Text

Další změny v typech jsou možné v jakémkoli procesu části úpravy dat. Je však důležité věnovat pozornost tomu, zda změněný sloupec není součástí vzorců, či výpočtů.

#### 10.4 Oprava prázdných položek

Pomocí automatického hledání chyb byly odhaleny ty sloupce, které obsahují prázdné položky. Tyto sloupce jsou:

- Výrobní stroj
- Upínač
- Doba měření
- Číslo zakázky chy.stat

Tyto chyby mohou být způsobeny špatným vyplněním dat, nebo špatným vygenerováním dat. Pro zachování kompletnosti dat a následnou tvorbu vizualizací, je nutné řádky s těmito chybami opravit. Pro kompletnost je vypsáno více způsobů na opravu těchto chyb. V praktické části je použita funkce „Replace Values“.

Oprava sloupce „Výrobní stroj“ pomocí příkazového řádku

Sloupec výrobní stroj obsahuje názvy výrobních strojů. Automatické hlášení potvrdilo, že se zde nachází 13 prázdných buněk. Tyto buňky musí být doplněny o textový zápis (jedná se o sloupec s textovým typem dat).

Po kliknutí na sloupec se dále najede do horního příkazového řádku. Tento řádek slouží pro programování funkcí a příkazů. Pro opravu lze použít funkci substitute. Ta nahradí stávající text, v tomto případě prázdné buňky, za text jiný, který volí uživatel. V příkazovém řádku je možný tento zápis:

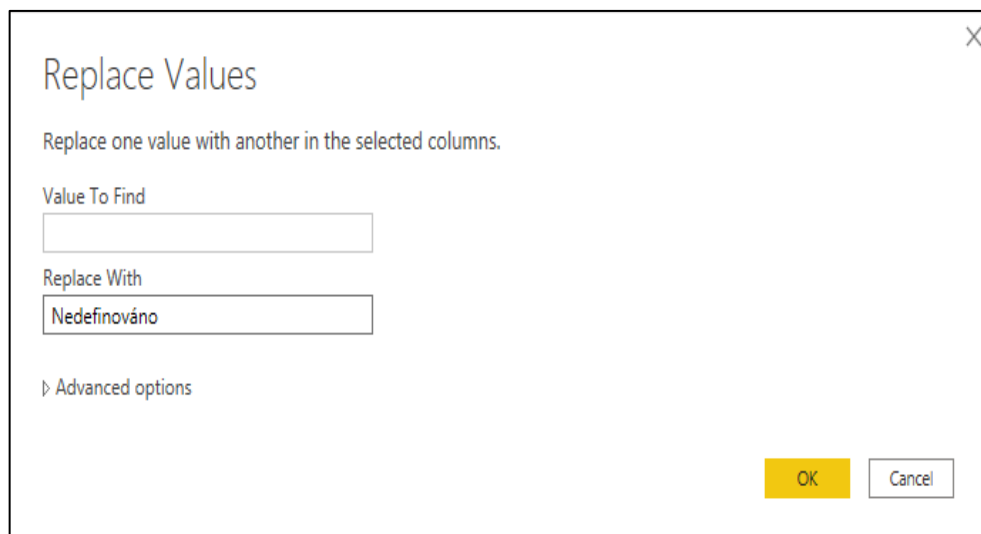
= SUBSTITUTE ([Výrobní stroj]," ","nedefinováno")

Tedy v přepisu nahrad' prázdné buňky, textem nedefinováno. Chybové hlášení nehlásí prázdné buňky a problém je vyřešen. Tento způsob má bohužel jednu velkou nevýhodu a tou je použití programování, které může způsobit mnoho nechtěných chyb.

Oprava sloupce „Upínač“ pomocí funkce „Replace Values“

U sloupce „Upínač“ je hlášeno větší množství chyb. Jak již bylo zmíněno je možné tento problém vyřešit pomocí příkazového řádku, ale Power BI má na tento problém jednoduché řešení.

Po najetí na jméno sloupce a kliknutí pravým tlačítkem se ukáže nabídka nástrojů. Mezi nimi je i nástroj „Replace Values“, tedy v překladu nahrad' hodnoty. Po kliknutí na nástroj se objeví okno, kde je řádek pro vyplnění „Value to find“ (hodnota k nalezení) a řádek „Replace With“ (nahradit tímto). V prvním řádku není vyplněno nic, protože nahrazujeme prázdné buňky a do druhého řádku je napsáno „Nedefinováno“. Opět se jedná o sloupec s typem text a je nutné použít jednoduchý text. Po kliknutí na „OK“ jsou buňky vyplněny.



Obrázek 12 – Funkce „Replace Values“

Opět bylo zkontrolováno chybové hlášení, které nehlásí žádné chyby, problém je vyřešen. Výhodou této metody je jednoduchost a velmi malá šance na vznik chyb způsobených uživatelem.

A <sup>B</sup> <sub>C</sub> Výrobní stroj	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> Upínač	🕒 doba měř
Alfing/op.30/M2/Ojnice	upinac 2	
nedefinováno	1.upinac	
Grob 2 op.60 (133)	2.upinac	
Grob 2 op.60 (133)	2.upinac	
Unior op.120 (014)	nedefinováno	
Gehring/op.290/1/M2/Blok	2.upinac	
Unior op.80 (116)	upinac A	
Grob 5 op.60 (080)	2.upinac	

Obrázek 13 – Opravená data sloupce „Upínač“

Oprava sloupce „Doba měření“

Při opravě tohoto sloupce je třeba brát zřetel na typ sloupce. Je zde zápis doby měření, tedy hodnoty trvání času. Pro tento typ dat je nutné nahradit prázdné buňky hodnotou, která je ve formátu hh:mm:ss. Bohužel nepřítomnost hodnot v tomto sloupci výrazně ovlivňuje budoucí výpočet kapacity pro měrové

středisko. Tato chyba mohla vzniknout špatným vygenerováním dat ze systému chy.stat.

Pro opravu je využito funkce „Replace Values“. V řádku „Values to find“ není vyplněno nic a do „Replace With“ je zapsána hodnota 00:00:00.

Upínač	doba měření	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> Číslo zakáz
c 2	0:05:23	1220442
mac	0:24:31	nedefinováno
mac	0:15:08	1220497
mac	0:08:02	1220497
inováno	0:05:00	1220413
mac	0:00:00	nedefinováno
c A	0:05:25	1220481
mac	0:15:11	1220452

Obrázek 14 – Opravená data sloupce „Doba měření“

Po analýze dat bylo zjištěno, že pouze data u stroje Prismo 7 c. 112 414 obsahují tuto chybu, a tudíž budou vizualizace neuplné.

Oprava sloupce „Číslo zakázky chy.stat“

Pro tento sloupec bylo využito funkce „Replace With“. Stejně jako při opravě chyb ve sloupci „Upínač“ jsou nahrazeny prázdné hodnoty.

doba měření	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> Číslo zakázky chy.stat	A <sup>B</sup> <sub>C</sub> Důvod m
0:05:23	1220442	Mereni dle Kl
0:24:31	nedefinováno	Mereni dle Kl
0:15:08	1220497	Mereni dle Kl
0:08:02	1220497	Mereni dle Kl
0:05:00	1220413	Mereni dle Kl
0:00:00	nedefinováno	Mereni dle Kl
0:05:25	1220481	Mereni dle Kl
0:15:11	1220452	Mereni dle Kl

Obrázek 15 – Opravená data sloupce „Číslo zakázky“ chy.stat



## 11. Závěr k doplnění prázdných polí

Pro řešení problému chybějících dat byly ukázány dvě metody pro opravu těchto chyb, a to pomocí kódovacího jazyka a funkce „Replace With“. Všechny chyby v datech byly, z důvodu jednoduchosti, opraveny pomocí funkce „Replace With“. Bohužel takto nahrazená data nejsou stejná jako data původní, která byla ztracena při generování, a tudíž se promítnou do závěrečné vizualizace.

Největší problém byl zaznamenán u stroje Prismo 7 c.112 414, u kterého bylo nalezeno nejvíce chyb. Chyby ve sloupcích „Číslo zakázky chy.stat“, „Upínač“ a „Výrobní stroj“ jsou pro výpočet kapacitního vytížení nepodstatné. Jedná se pouze o doplňkové informace. Sloupec „Doba měření“ je naopak velmi důležitý a absence dat bude promítnuta do výsledné vizualizace.

### 11.1 Nalezení a oprava neopakujících se chyb

Oproti opakujícím se chybám, jako prázdné pole, se chyby neopakující, hledají velmi těžko a Power BI nemá určený nástroj, který by je jednoduše odhalil. Příčinou velké obtížnosti nalezení těchto chyb je skutečnost, že se jedná o pouhé překlepy, špatně vyplněné sloupce a špatně vygenerovaný formát dat. Když je k těmto možnostem přičten faktor obrovského množství dat, začíná být oprava velmi zdoluhavým procesem, který je ale nutný udělat. Při nedodržení tohoto kroku bude vypovídající schopnost vizualizací snížena, a to v závislosti na počtu chyb v datech.

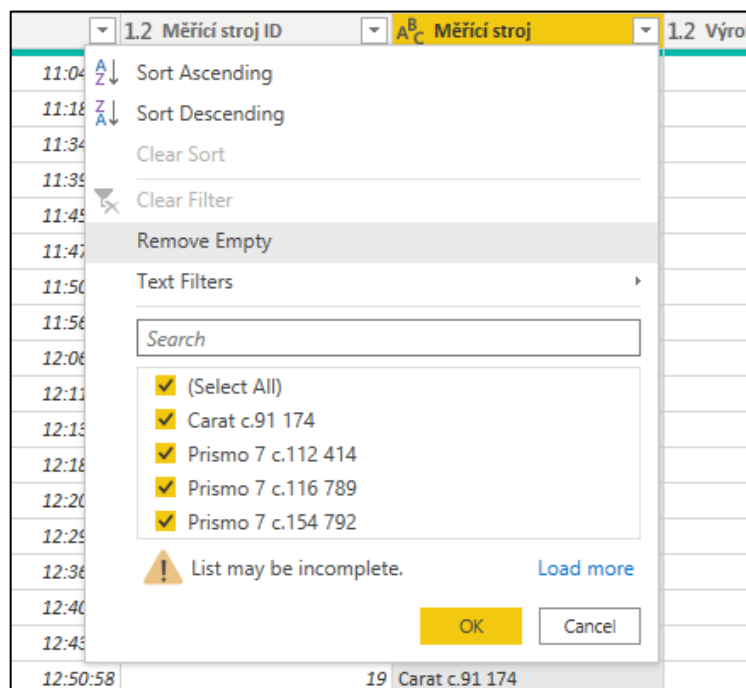
Nalezení neopakujících se chyb je nejtěžší částí tohoto kroku. Nicméně není nutné projíždět každý sloupec, řádek po řádku. Jak již bylo zmíněno, Power BI nemá nástroj určený k odhalení těchto chyb, ale má nástroje, které k tomu lze použít. Nejlepším příkladem u neopakujících se dat je použití filtrů. Tyto filtry jsou známé všem uživatelům, kteří používají MS Excel. Je totiž možné ve filtru nastavit, jaké hodnoty hledáme. Tato možnost lze použít v případě, pokud má uživatel znalost dat, se kterými pracuje.

V případě nalezení těchto chyb je možné tyto chyby odstranit celkově, tedy vymazat celý řádek, nebo je opravit pomocí dostupných funkcí. Běžnější praxí je odstranění těchto řádků.

V následujících podkapitolách je nejprve popsán proces hledání chyb pomocí nástroje filtrování a následně je aplikován na jednotlivé řádky.

## 11.2 Nelezení neopakujících se chyb

Pro vyvolání funkce filtru je nutné kliknout na šipku, která se nachází vedle názvu sloupce. Po kliknutí se objeví tabulka, ve které je zkrácený výpis všech dat ve sloupci (1000 řádků). Tento výpis je možné zvětšit po kliknutí na tlačítko „Load more“. Poté se vypíší všechna data. V horní části se nachází možnosti seřazení od největšího a nejmenšího. Toto seřazení funguje jak na čísla, tak na písmena, která seřadí podle abecedy. Dále se zde nachází prázdné pole, kde je možné vyplnit hledanou frází. Mezi další možnosti patří také hledání určitých částí v textu atd. Na obrázku níže je vyobrazena tabulka filtru.



Obrázek 16 – Tabulka filtru

U sloupců jako je „Měřicí stroj“, „Výrobní stroj“ apod. je hledání těchto druhů chyb jednoduchou záležitostí, z důvodu malého množství hodnot dat. Sloupec „Měřicí stroj“ obsahuje pouze 4 stroje, a tudíž kontrola je velmi krátká.

Zvláštní pozornost bude věnována sloupci doba měření, který obsahuje důležitá data pro vyhodnocení kapacitního vytížení, a tudíž je nutné zaručení bez chybovosti.

#### Oprava sloupce „Soubor DFQ“

Tento sloupec obsahuje název uložště dat pro danou hodnotu. Jedná se o název disku, následovaný složkou a poté názvem měření.

Protože všechny správně vygenerované položky začínají názvem disku, bylo nastaveno filtrování položek s tímto názvem. Tato funkce byla uskutečněna pomocí textových filtrů. Po zadání tohoto filtru nezůstaly žádné hodnoty ve sloupci, a tudíž jsou data správná.

#### Oprava sloupce „ID dílu“

Sloupec ID dílu obsahuje pouze číselné hodnoty, tudíž pro kontrolu chybných dat jsou všechny číselné hodnoty odfiltrovány. Po uplatnění filtru se ve sloupci nenacházejí žádné hodnoty, tudíž je správně a bez chyb.

#### Oprava sloupce „Číslo dílu“

Jedná se o interní značení čísla měřeného dílu. Tato čísla musí odpovídat měřeným součástem na měrovém středisku ve ŠKODA AUTO a.s. Toto značení musí odpovídat interním předpisům. V případě tohoto sloupce je nutná manuální kontrola. Po provedení kontroly bylo zjištěno, že je sloupec bez chyb.

#### Oprava sloupce „Index“

Tento sloupec obsahuje indexy, které jsou součástí čísel dílů. Pro ověření těchto hodnot byl zapsán filtr, který obsahuje názvy všech indexů. Poté tyto hodnoty byly odfiltrovány. Výsledkem je prázdný sloupec, a tudíž jsou hodnoty správně.

#### Oprava sloupce „Název dílu“

Sloupec názvů je zkontrolován pomocí textových filtrů. Se znalostí měřených dílů na měrovém středisku byl vypracován filtr, který obsahuje začátky názvů. Po filtraci dat je sloupec prázdný, a tedy bez chyb.

#### Oprava sloupce „Operace“

Pro tento sloupec nebylo zvoleno žádné filtrování, protože jsou zde obsaženy hodnoty, které jsou jak číselně zapsané, tak textově. Pro kontrolu

těchto dat byla zvolena metoda manuální kontroly. Data jsou po kontrole v pořádku.

Oprava sloupce „Linka“

Data ve sloupci „Linka“ obsahují pouze jednu hodnotu, a tudíž ji považujeme za správnou.

Oprava sloupce „Datum měření“

Tento sloupec je nutný pro správné vypracování kapacitního vytížení, tedy je důležité, aby se nevyskytovaly chyby. Pro kontrolu byla vyfiltrována data obsahující zápis typu date (datum). Celý sloupec je poté prázdný a je možné jej považovat za bezchybný.

Oprava sloupce „Čas měření“

Oprava tohoto sloupce probíhá stejně jako oprava sloupce předešlého. Jedná se pouze o hodnoty typu čas. Pomocí filtrů jsou všechny tyto hodnoty odfiltrovány a zbyl prázdný sloupec.

Oprava sloupce „Měřicí stroj ID“

V tomto sloupci se nacházejí pouze tři hodnoty, není tedy nutné použít filtry. Po kontrole je tento sloupec v pořádku.

Oprava sloupce „Měřicí stroj“

Oprava tohoto sloupce byla popsána na začátku této kapitoly.

Oprava sloupce „Výrobní stroj + výrobní stroj ID“

Pro potřebu této diplomové práce nejsou tyto sloupce potřeba ke správnému určení kapacitního vytížení. Sloupce budou ponechány beze změny.

Oprava sloupce „Doba měření“

Kontrola a následná oprava tohoto sloupce je velmi důležitá, neboť data v tomto sloupci jsou zásadní pro výpočet kapacitního vytížení měrového střediska. Nejprve byly odfiltrovány všechny hodnoty, které neodpovídají správnému typu dat, tedy časové hodnotě.

Po filtraci jsou zobrazeny všechny hodnoty, které neodpovídají zápisu času.

✓ PL02190501003 02T311261AL 005/18	✓ 145
✓ PL02200202956 02T311251L 090/07	✓ 22
✓ PL02200302049 0AJ311205B 013/12	✓ 26
✓ PL02200501800 02T311529L 070/22	✓ 27
✓ PL02200602777 02T311261AB 012/27	✓ 4
✓ PL05190600333 02T311255J 036/24	
✓ PL05190905105 02T311315D 094/37	

Obrázek 17 – Příklad nalezených chyb ve sloupci „Doba měření“

Jedná se o číselné hodnoty, se kterými je možné dále pracovat a upravit je v použitelná data, nebo je smazat. Dále se zde nachází hodnoty, které nejsou ani časovou hodnotou ani hodnotou číselnou.

Tato data jsou textového typu a spadají spíše do sloupce názvu dílů a je nutné je odstranit, protože se jedná o hrubou chybu a mohly by zásadně ovlivnit následnou tvorbu vizualizací.

U dat s čísly jsou možné dva postupy, odstranění těchto hodnot, nebo jejich oprava. Jedná se o tyto hodnoty:

- 145
- 22
- 26
- 27
- 4

Po konzultaci byl zvolen postup zachování hodnot. Také bylo domluveno, že se jedná o zápis vteřin. Pro opravu těchto hodnot nelze použít funkci „Replace With“, neboť by funkce nahradila zvolenou frází (v tomto případě zvolené číslo) v celém sloupci za definovanou náhradu. Příklad:

- 4 -> 00:00:04
- 00:00:04 -> 00:00:000:00:04

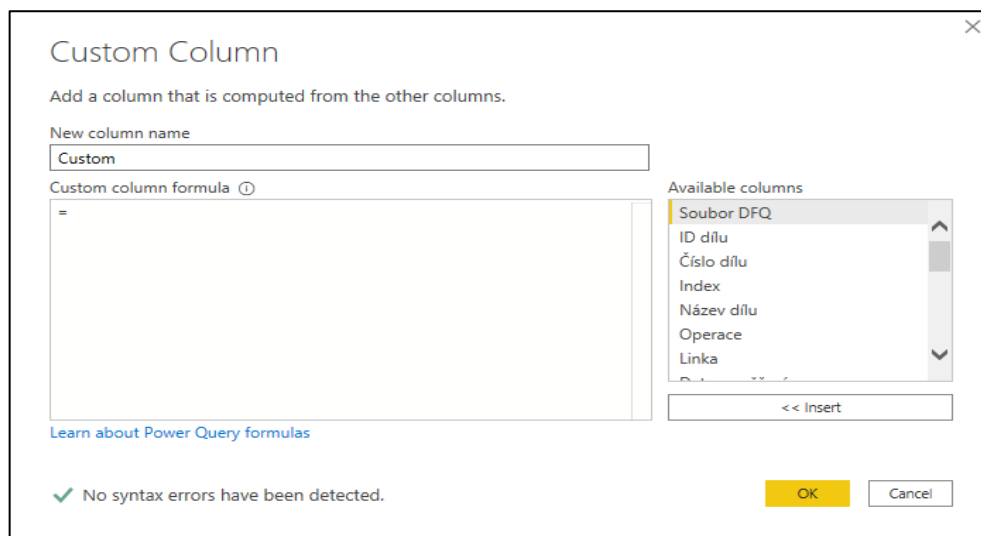
Pro opravu těchto typů chyb je potřeba využití programovacího jazyka, zejména funkce IF a funkce vytvoření nových sloupců.

Oprava číselných hodnot ve sloupci „Doba měření“

Oprava těchto chyb musí proběhnout využitím nově vytvořených sloupců, které se odkazují na data ze sloupce doby měření. V těchto sloupcích bude uplatněna podmínková funkce, která změní výše zmíněné chybně zapsané hodnoty. Toto řešení zaručí bezchybný chod vizualizací a také zachová stávající data.

V hlavním menu softwaru se nachází záložka „Add column“, po kliknutí na záložku je možné vybrat „Custom Column“. Tato funkce umožní vytvořit nový sloupec, který přebírá data, z již existujícího sloupce. Na tento nový sloupec je dále možné napasovat podmínkovou funkci IF.

Po otevření „Custom column“ se zobrazí tabulka, kde se nachází řádek pro vyplnění jména nového sloupce, tabulka pro vyplnění funkcí a dostupné sloupce, na které může nový sloupec odkazovat.



Obrázek 18 – Custom column „Doba měření“

Do řádku pro funkci bylo vyplněno:

- if [Doba měření] = "4" then "00:00:04" else [Doba měření]

V přepisu se jedná o průběh, když systém nalezne buňku se znakem 4, tak ji přepíše na hodnotu 00:00:04. Pokud buňka nespĺňuje tento požadavek, tak je použita hodnota ze sloupce doby měření. Pomocí tohoto postupu je možné předejít chybám způsobeným funkcí „Replace With“.

Po kliknutí na OK je vygenerován nový sloupec, ve kterém je nahrazena hodnota 4 za 00:00:04. Byla provedena kontrola, jestli nedošlo k úpravě správných dat. Tato kontrola proběhla v pořádku.

4	00:00:04
4	00:00:04
27	27
26	26
22	22
145	145

Obrázek 19 – Ukázka opravených hodnot 1

Nyní je nutné nahradit další hodnoty. Průběh je téměř totožný s jedním rozdílem, že se nyní funkce odkazuje na nově vygenerovaný sloupec. Funkce byla zapsána tímto způsobem:

- if [Custom] = "27" then "00:00:27" else [Custom]

„Custom“ je v tomto případě název sloupce vygenerovaný v předchozím kroku. Po odkliknutí OK je vygenerován nový sloupec „Custom1“ s opravenou hodnotou. Předchozí sloupec „Custom“ může být smazán.

00:00:04	00:00:04
00:00:04	00:00:04
27	00:00:27
26	26
22	22
145	145

Obrázek 20 – Ukázka opravených hodnot 2

Nahrazení dalších hodnot probíhá stejným způsobem s rozdílem zvolení jiného sloupce, na který má funkce odkazovat. Po provedení úprav u všech

hodnot nyní hodnoty odpovídají správnému zápisu a nebudou způsobovat žádné problémy při tvorbách vizualizací. Toto řešení platí pouze pro nesmyslné chyby objevené ve vygenerovaných datech pro diplomovou práci.

00:00:04	00:00:04
00:00:04	00:00:04
00:00:27	00:00:27
26	00:00:26
22	00:00:22
145	00:02:25

Obrázek 21 – Ukázka opravených hodnot 3

V posledním kroku je nutné smazat nově vytvořené sloupce až na poslední vygenerovaný „Custom“ sloupec. Tento sloupec je možné přejmenovat na „Dobu měření“ a nahradit jím původní data. Odstraněním původních dat nedojde k vymazání dat, která z nich vycházejí, a tedy nahrazení nezpůsobí žádné další problémy. Po změně byla data zkontrolována. Nebyly nalezeny žádné chyby.

### 11.3 Poznámka k nahrazení dat metodou „Custom Column“

Předchozí kroky byly provedeny odděleně, aby se zaručila menší chybovost při psaní funkce IF. Tuto funkci je možné rozepsat a vytvořit jednu velkou funkci, která obsahuje všechny zapsané podmínky. Zapsání funkce tímto způsobem by způsobilo stejný výsledek jako zvolené řešení. Nerozdělení kroků je ale zbytečně těžké pro běžného uživatele, a tedy byl zvolen postup s menší pravděpodobností výskytu chyb.

## 12. Úprava dat potřebných pro kapacitní výpočty

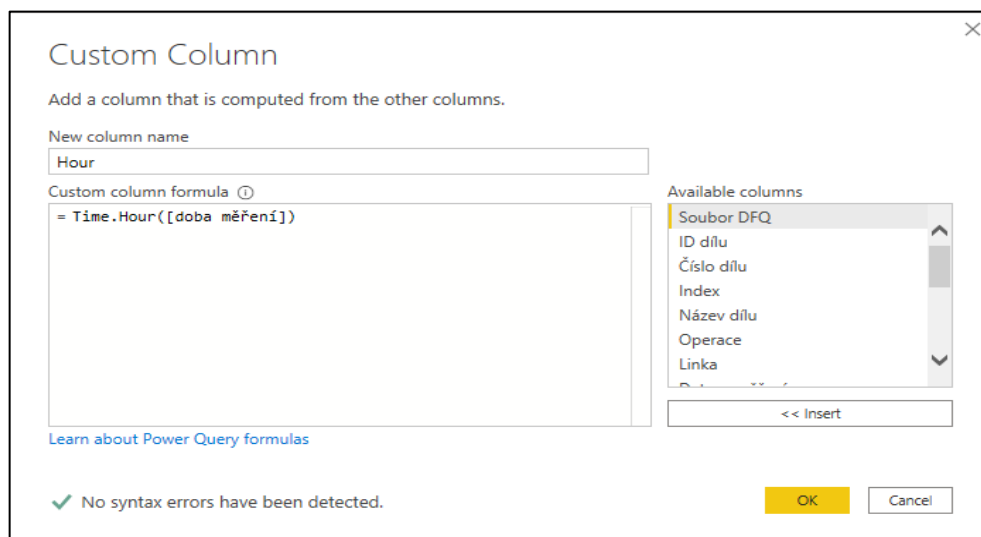
### 12.1 Úprava doby měření

Pro přesnější výpočet kapacitních propočtů je nutné přidat sloupec obsahující informace o čase jednotlivých operací, převedený na hodiny, minuty a sekundy. Z těchto převodů je možný další postup. Tyto převody jsou realizovány pomocí funkce „Custom Column“ se správně zvolenou podmínkou.



### Vygenerování počtu hodin

Pro vygenerování počtu hodin je zvolena funkce „Custom Column“. Po kliknutí je otevřeno okno, do kterého je vyplněno:

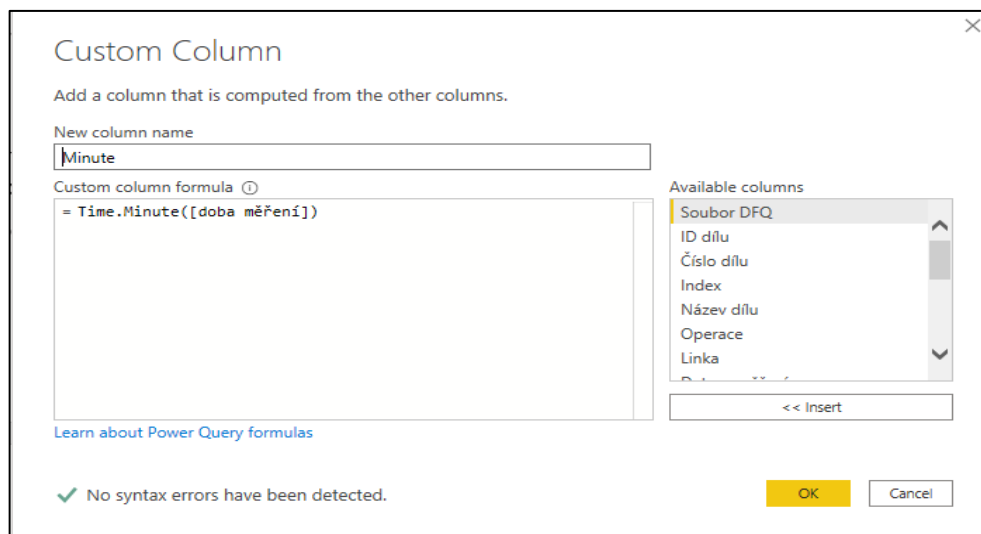


Obrázek 22 – Vygenerování počtu hodin

Pomocí tohoto zápisu je vygenerován nový sloupec s hodnotou, která odpovídá hodinové hodnotě ve sloupci „Doba měření“. Po kliknutí na OK je vygenerován sloupec s názvem „Hour“.

### Vygenerování počtu minut

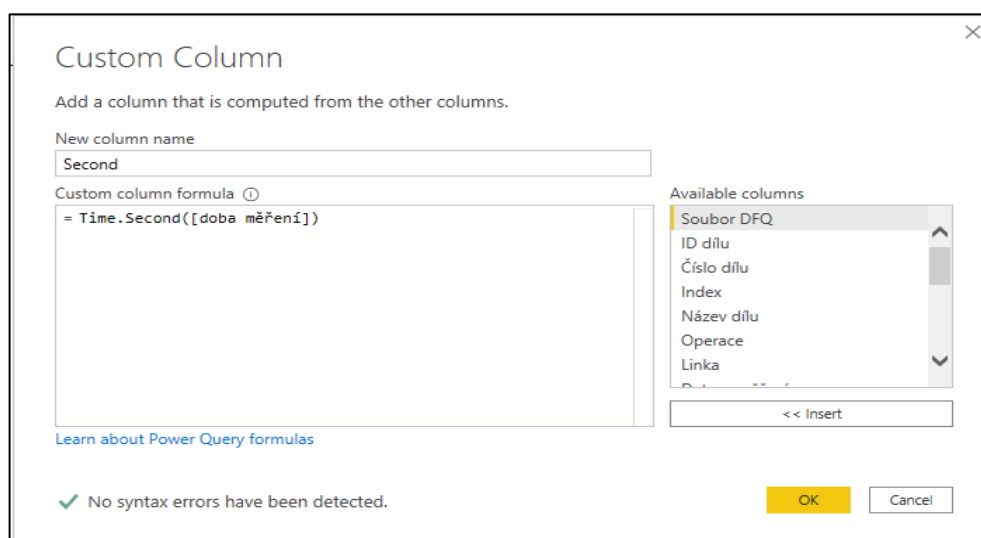
Stejně jako v předchozím kroku je využito funkce „Custom Column“. S výjimkou použití jiné funkce pro vygenerování počtu minut ze sloupce doba měření.



Obrázek 23 – Vygenerování počtu minut

### Vygenerování počtu sekund

Pro vygenerování počtu sekund je použito stejného postupu. V tomto případě se jedná o zápis:



Obrázek 24 – Vygenerování počtu sekund

Po úspěšném vygenerování počtu hodin, minut a sekund byla provedena kontrola. Tato kontrola spočívala v porovnání sloupce doby měření s vygenerovanými hodnotami:

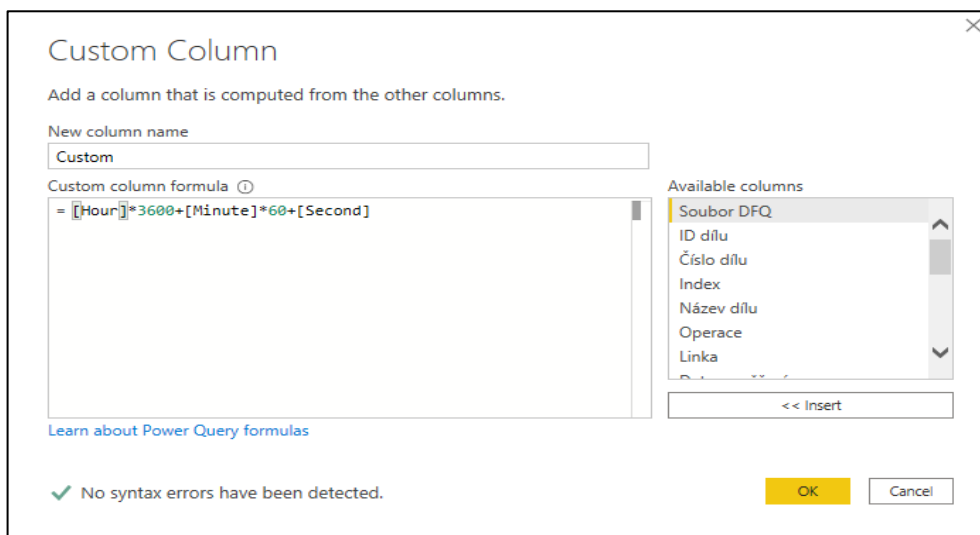
dobu měření	Hour	Minute	Second
1:39:21	1	39	21
1:38:55	1	38	55
1:38:09	1	38	9
1:15:04	1	15	4
1:12:17	1	12	17
1:11:16	1	11	16
1:10:52	1	10	52

Obrázek 25 – Nově vygenerované sloupce

Tyto vygenerované sloupce vznikly za účelem přehlednější manipulace s nadcházejícími výpočty a v pozdějších krocích budou smazány.

Vygenerování celkového času

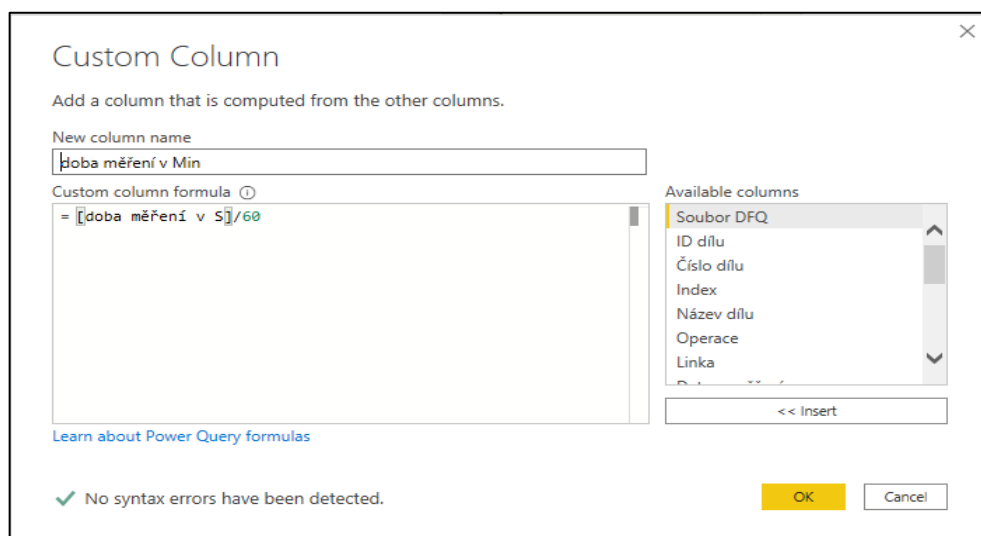
Následující krok opět využívá funkce vytvoření vlastního sloupce „Custom Column“. Jedná se o použití dat, které se nachází ve sloupcích „Hour“, „Minute“, „Second“ ve výpočtech. Hodnoty z výsledků těchto výpočtů budou nadále použity pro koncový výpočet kapacitní vytíženosti měrového střediska. Přesněji se jedná o přepočet a následný součet hodnot, které byly vygenerovány v předchozím kroku. Ve výsledku jsou vygenerovány tři nové sloupce s daty, odpovídající převodu sloupce doby trvání na sekundy, minuty a hodiny. Vygenerování počtu sekund je provedeno následujícím způsobem:



Obrázek 26 – Výpočet počtu sekund

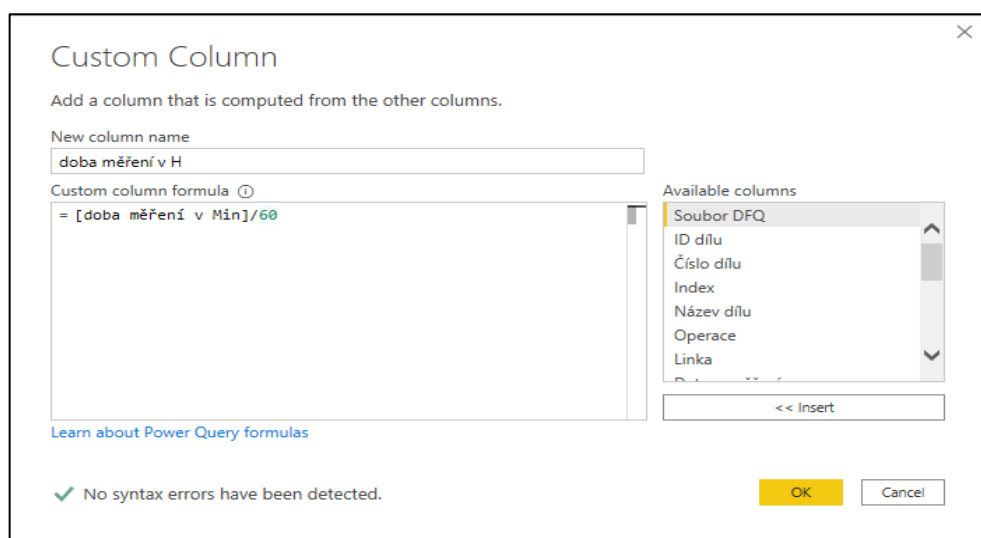
V přepisu se jedná o vzorec, který vezme hodnotu hodinového sloupce, kterou vynásobí číslem 3600, poté k ní přičte hodnotu minutového sloupce vynásobeného hodnotou 60 a v posledním kroku připočte hodnotu sekundového sloupce. Po kliknutí na OK je vygenerován sloupec s celkovým časem měření převedeným do sekund. V tento okamžik je možné Sloupce „Hour“, „Minute“, „Second“ smazat a pokračovat pouze s daty v nově vygenerovaném sloupci, který je přejmenován na „Dobu měření v S“.

Dále je možné využít nově vygenerovaný sloupec pro získání celkového počtu minut a hodin. Tento krok proběhl stejně jako krok předchozí, tedy použitím funkce „Custom Column“. Pro vygenerování celkového počtu minut je znovu otevřena funkce „Custom Column“ a je vyplněna následovně:



Obrázek 27 – Výpočet celkového počtu minut

Pomocí tohoto výpočtu je vytvořen nový sloupec „Doba měření v Min“. Tento sloupec je nadále použit pro další přepočty na dobu měření v hodinách. Vygenerování doby měření v hodinách probíhá stejným způsobem, použitím funkce „Custom Column“. Opět s rozdílem zadání jiných hodnot do příkazového řádku. Přesněji tedy výměnou „Doby měření v S“ za „Dobu měření v Min“. Tabulka funkce je vyplněna následovně:



Obrázek 28 – Výpočet celkového počtu hodin

Po kliknutí na OK je vygenerován sloupec „Doba měření v H“. Sloupce vygenerované v přechodících krocích poslouží ke konečnému výpočtu kapacitního vytížení měrového střediska GQH - 1.

Po konzultaci byl zvolen další postup, pouze se sloupcem, který obsahuje dobu měření v hodinách. Tento sloupec musí být upraven. Úprava spočívá v zaokrouhlení desetinných míst na tři. Tato úprava proběhla pomocí funkce „Round“, která se nachází v záložce „Transform“. Po kliknutí na funkci je zobrazena tabulka, kde je možné zvolit počet desetinných míst. Po kliknutí na OK je vygenerován nový sloupec „Round“ se zaokrouhlenými hodnotami.

ABC 123	doba měření v S	ABC 123	doba měření v Min	ABC 123	doba měření v H	1.2	Round
	5961		99,35		1,655833333		1,656
	5935		98,91666667		1,648611111		1,649
	5889		98,15		1,635833333		1,636
	4504		75,06666667		1,251111111		1,251
	4337		72,28333333		1,204722222		1,205
	4276		71,26666667		1,187777778		1,188
	4252		70,86666667		1,181111111		1,181

Obrázek 29 – Úprava vygenerovaných dat (zaokrouhlení)

## 12.2 Závěr k úpravám časů

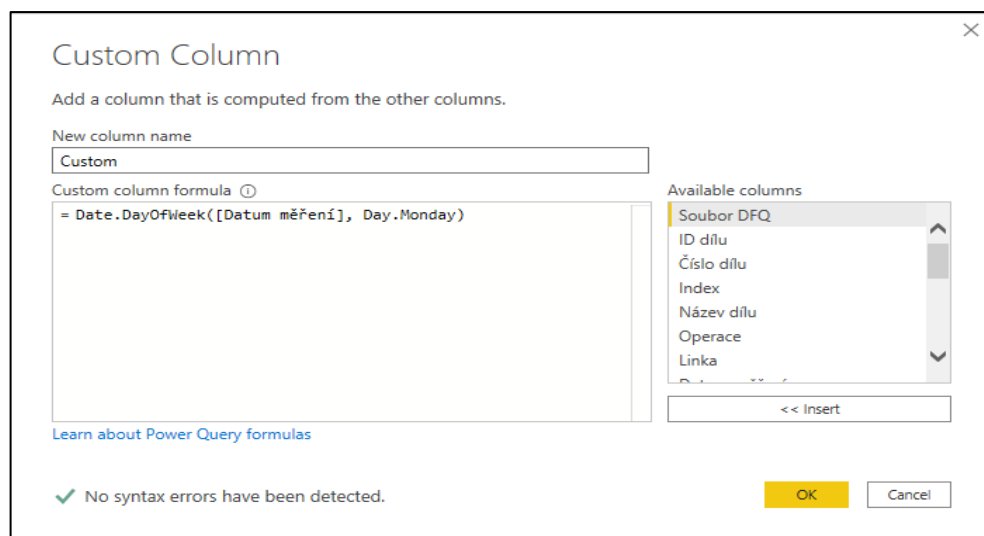
Tyto úpravy byly provedeny, aby byl možný jednodušší konečný výpočet kapacitního vytížení. Hlavním problémem původních dat bylo, že byla zapsána formátem hh:mm:ss. Tento formát není podporován pro použití ve vzorcích, výpočet kapacitního vytížení by tudíž nebyl možný.

Vygenerování sloupce s počtem hodin za směnu.

Dalším krokem je vygenerování vzorce, který obsahuje počet hodin směn, které odpovídají pracovním dnům a víkendům. Po konzultaci byly tyto časy zvoleny jako 21 hodin pro pondělí až sobotu a 13 hodin pro neděli. Tyto časy určují čistý pracovní čas po odečtení přestávek.

Zvoleným postupem pro tento krok, je využití funkce „Custom Column“. Také je využito vestavěných funkcí pro generování datových hodnot. Nejprve tedy budou vygenerována data odpovídající dnu v týdnu ze sloupce „Datum měření“. Následně bude těmto datům přiřazena hodnota odpovídající počtu hodin ve směně. Výsledný sloupec bude nadále použit ve výpočtech vedoucích k určení kapacitního vytížení.

Nejprve je nutné vygenerovat sloupec obsahující data, určující den v týdnu. Tento krok je proveden pomocí funkce „Custom Column“, kde je využito datové funkce „Date“. „DayofWeek“, která využije data ze sloupce „Datum měření“. Zápis je proveden následujícím způsobem:

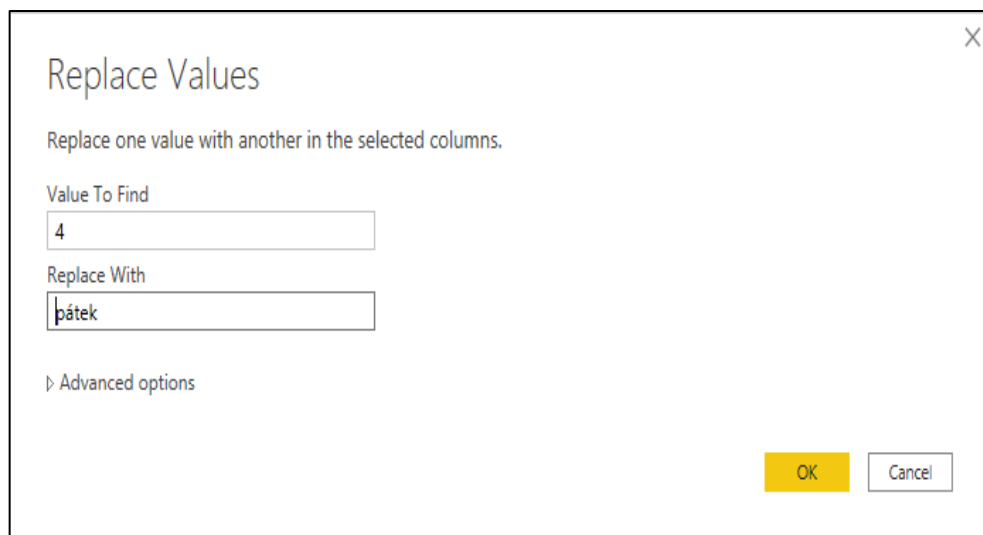


Obrázek 30 – Funkce „DayofWeek“

Po kliknutí na OK je vygenerován sloupec obsahující čísla od 0 do 6. Tento zápis není chybný. Funkce „Date.DayOfWeek“ s přídavkem „Day.Monday“ vrací číselné pouze číselné hodnoty. Příklad určí den, kterému je přiděleno první číslo. V tomto případě „Day.Monday“ přidělí první číslo 0 pondělí. Číselné značení tedy odpovídá:

- 0 – pondělí
- 1 – úterý
- 2 – středa
- 3 – čtvrtek
- 4 – pátek
- 5 – sobota
- 6 – neděle

V dalším kroku je sloupec zkopírován a data v kopii jsou nahrazena za jména dní v týdnu. Toto nahrazení proběhne pomocí funkce „Replace Values“. Ve sloupci budou postupně nahrazeny číselné hodnoty za jméno dne, který tomuto číslu odpovídá. Tento sloupec, nazván „Day“, je čistě pro zpětné ověření funkčnosti následujících kroků a bude smazán.

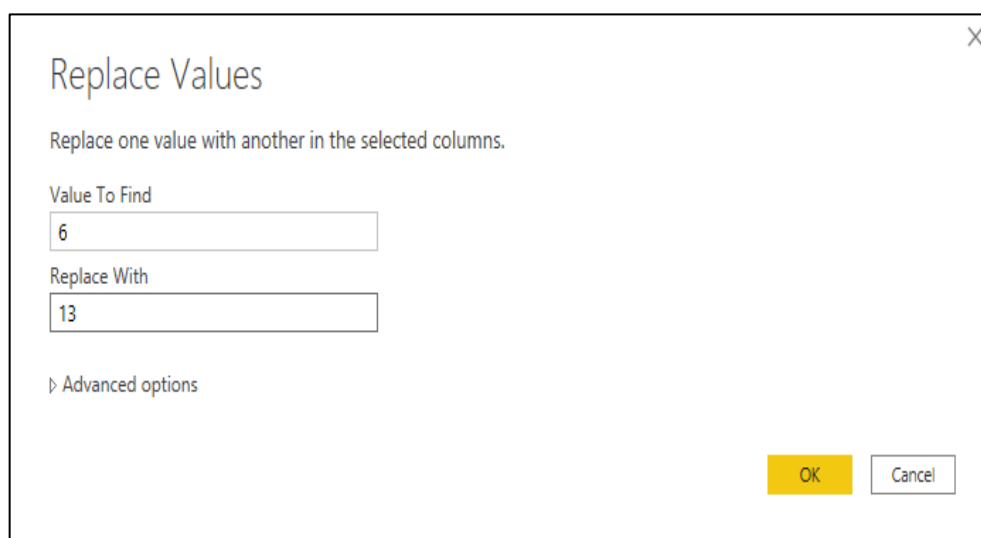


Obrázek 31 – Nahrazení číselného značení 1

Dále pomocí funkce „Replace Values“ je možné nahradit hodnoty 0,1,2,3,4,5 za hodnotu 21, která odpovídá hodinám směny od pondělí do soboty. V poslední řadě je použita „Replace Values“ i na poslední hodnotu 6 s výjimkou,

že tato hodnota je nahrazena za 13, aby odpovídala hodinám směny v neděli.

Příklad zápisu:



Obrázek 32 – Nahrazení číselného značení 2

Po kliknutí na OK je sloupec upraven do požadovaného tvaru. Pro ujištění byla provedena kontrola. Se znalostí dat by měl sloupec obsahovat pouze hodnoty 13 a 21. Po kontrole dat sloupec obsahuje pouze tyto hodnoty. Dále je nutná kontrola, zda odpovídají správnému dnu. Tato kontrola proběhne pomocí duplikátu, ve kterém jsou napsána jména dnů. Porovnáním dat se nezjistila žádná chyba.

### 13. Výpočet kapacitního vytížení

Nyní je možný poslední krok úpravy dat a tím je konečný výpočet kapacitního vytížení. Tento krok využívá funkce „Conditional Column“ a „Custom Column“. Pro jednoduchost a přehlednost je výpočet rozdělen na více kroků. Výpočet procentuálního kapacitního vytížení je dle vzorce:

$$\frac{\text{Doba měření} * 100}{\text{Počet hodin ve směně}}$$

Vzorec 1 – První část vzorce kapacitního vytížení

Pro přehlednost je vzorec rozdělen na části. První část obsahuje vygenerování sloupce, který obsahuje vzorec:



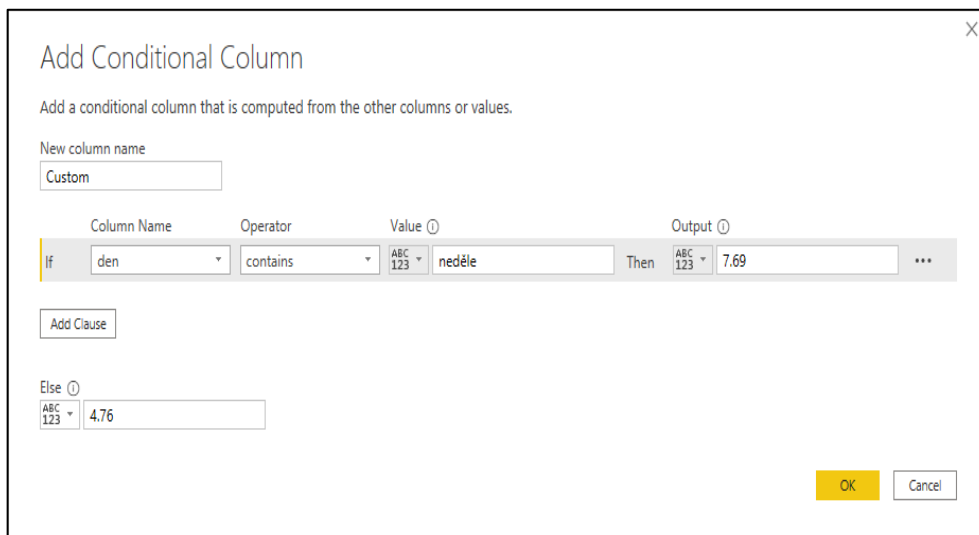
### *Počet hodin ve směně*

#### *Vzorec 2 – Druhá část vzorce kapacitního vytížení*

Ve druhé části je tento sloupec vynásoben hodnotami ve sloupci „Doba měření“. Výsledkem je procentuální kapacitní vytížení, které je možné použít pro tvorbu vizualizací.

#### 13.1 První část výpočtu kapacitního vytížení

Pro potřebu výpočtu je nutné nejprve vytvořit „Conditional Column“, který pracuje na bázi funkce IF. Pomocí této funkce je možné vytvořit sloupec, který analyzuje data a následně na základě zvolených podmínek vygeneruje nový sloupec. Funkce byla zapsána následovně:



The screenshot shows the 'Add Conditional Column' dialog box. It contains the following fields and options:

- New column name:** Custom
- Table structure:**

Column Name	Operator	Value	Output
If den	contains	neděle	7.69
Else		4.76	
- Buttons:** Add Clause, OK, Cancel

Obrázek 33 – Výpočet kapacitního vytížení

Pro zápis funkce je použit pomocný sloupec „Day“. Pokud buňka ve sloupci obsahuje slovo neděle, tak přiřadí hodnotu 7,69. Tato hodnota odpovídá výsledku  $\frac{100}{13}$ . Pokud buňka tuto podmínku neobsahuje, přiřadí systém hodnotu 4,76 tedy  $\frac{100}{21}$ . Tímto zápisem je vygenerován nový sloupec obsahující první část výpočtu.

### 13.2 Druhá část výpočtu kapacitního vytížení

Druhá část výpočtu využívá funkci „Custom Colum“. Pomocí této funkce je vygenerován sloupec, obsahující kapacitní vytížení měrového střediska. Do příkazového řádku je zapsán vzorec, který vynásobí hodnotu z první části dobou měření v hodinách. Po kliknutí na OK je vygenerován sloupec obsahující procenta.

Po změně typu dat na procenta je nalezena chyba. Software automaticky vydělí hodnoty v buňkách 100 a převede je na procenta. Tuto chybu je možné odstranit dalším použitím funkce „Custom Column“ a sloupec s procenty vynásobit 100. Touto úpravou je problém vyřešen a výpočet kapacitního vytížení je hotov. Posledním krokem je smazání všech pomocných sloupců, které byly vygenerovány v průběhu výpočtů a úprav dat. Sloupce, které zůstávají, jsou:

- Sloupce původních dat
- Doba měření v H
- Doba měření v Min
- Doba měření v S
- Den
- Počet hodin směny
- Kapacitní vytížení

## 14. Závěr k úpravě dat

Data, vygenerovaná z programu chy.stat byla načtena do softwaru MS Power BI a pomocí Power BI Query byly upraveny opakující a neopakující se chyby. V dalších krocích byl popsán průběh výpočtu kapacitního vytížení jednotlivých operací. Tyto výpočty spolu s původními daty umožnily vytvoření vizualizace kapacitního vytížení měrovém střediska GQH - 1 ve ŠKODA AUTO a.s.

Všechny tyto úpravy byly provedeny pomocí dostupných funkcí (Custom Column, Conditional Column, Replace Value, Použití filtrů apod.) v softwaru. Dále byl také použit programovací jazyk pro řešení vzniklých problémů.

## 15. Tvorba vizualizačního rozhraní pro sledování kapacit

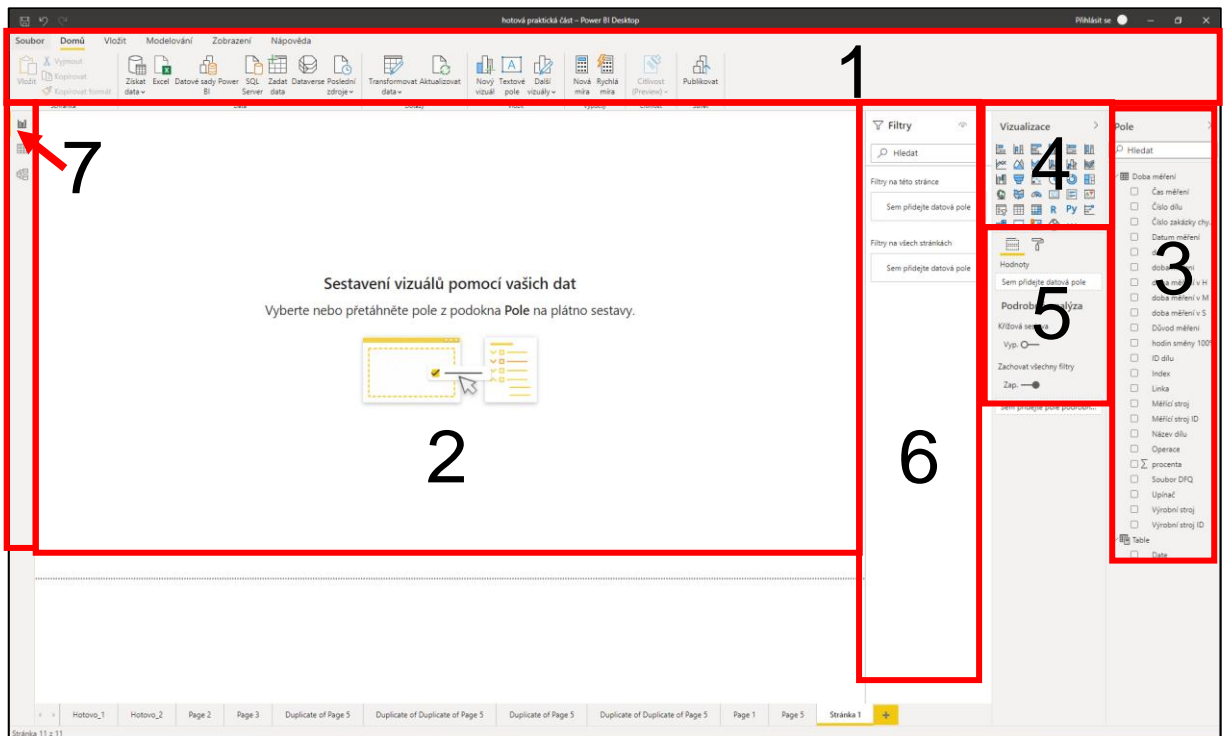
### 15.1 Úvod

Po ukončení subsystému Power BI Query, systém nahraje data do hlavního rozhraní Power BI. V tomto rozhraní je možná tvorba vizualizací z upravených dat a jejich upravení dle požadavků uživatele. Vizualizace jsou data zpracovaná do přehledné a interaktivní podoby. Tyto vizualizace je možné navzájem propojit a vytvořit celek (dashboard/layout) obsahující všechny potřebné informace o kapacitním vytížení měrového střediska.

Další kapitoly jsou zaměřeny na vysvětlení tvorby vizualizací a nástrojů k tomu potřebným, tvorbě vizualizací pro měrové středisko a návržení layoutu. V poslední řadě je popsáno také ověření funkčnosti navržených prvků.

### 15.2 Popis nástrojů Power BI pro tvorbu vizualizací

Power BI má mnoho částí, které jsou potřebné pro tvorbu vizualizací. Z tohoto důvodu je obrázek plochy rozdělen na číslem oddělené segmenty. Následně budou popsány funkce jednotlivých segmentů a jejich role ve tvoření vizualizací.



Obrázek 34 – Popis dostupných nástrojů

## 1 – Panel nástrojů

Díky skutečnosti, že je Power BI součástí rodiny programů Microsoft 365, si je panel nástrojů velmi podobný s více známým programem MS Word. V panelu nástrojů je rozdělen na 6 záložek:

- Soubor
  - Ukládání dat
  - Import dat
  - Publikace
  - Možnosti a nastavení
    - Pokročilejší nastavení např. rozeznávání typu dat
- Domů
  - Možnosti pro import dat
    - Výběr zdroje dat
  - Přístup do Query editoru
    - Přístup do opravy dat i během tvorby vizualizací
  - Možnost aktualizace dat
    - Užitečné u dat, které se nacházejí na SQL serverech, webu, či jiných cloudových uložiscích
- Vložit
  - Vkládání vizualizací
    - Jedna z mnoha možností, jak vkládat vizualizace
  - Vkládání obrázků
  - Vkládání tvarů
  - Vkládání textových polí
  - Přidání stránky
- Modelování
  - Možnosti spravování relací
  - Přidání nového sloupce
  - Přidání nové tabulky
  - Spravování rolí pro přístup
    - Povolení přístupu členům týmu

- Možnost uzamčení rozpracovaného projektu
- Nastavení parametrů
- Zobrazení
  - Možnosti zobrazení mřížek
  - Zamknutí objektů
  - Tvorba mobilního layoutu
    - Tvorba mobilního layoutu z vizualizací vytvořených v desktopové aplikaci
  - Nastavení vzhledu (motivu)
  - Zobrazení stránky
- Náповěda
  - PBI blog
  - Dokumentace
  - Podpora
  - Školicí videa
  - Učení s asistencí
  - Ukázkové sestavy a příklady

Panel nástrojů obsahuje většinu důležitých funkcí pro tvorbu vizualizací, nicméně jedná se spíše o odkazy umístění těchto funkcí.

## 2 – Hlavní okno

V hlavním okně probíhá tvoření vizualizací a výsledného layoutu. Do tohoto okna je možné přetahovat (funkce drag and drop) data, prázdné vizualizace a následně s nimi pracovat. Rozložení vizualizací v hlavním poli je dáno uživatelem.

## 3 – Datová pole

V tomto okně se nachází názvy tabulek dat. Tyto tabulky lze rozkliknout. Po rozkliknutí se odhalí názvy sloupců, které představují skupinu dat. Tyto skupiny je pak možné použít při tvorbě vizualizací. Data v těchto sloupcích lze opět použít ve vzorcích, nebo je možné z nich použít medián, či průměr atd. Další

možností je například odstranění dat, či zákaz používání ve vizualizacích. V případě velkého množství dat je zde pole pro hledání.

#### 4 – Vizualizace

Zde je možné nalézt všechny typy vizualizací, které má Power BI k dispozici. Jedná se o základní grafy:

- Skládaný pruhový graf
- Skládaný sloupcový graf
- Skupinový pruhový graf
- Skupinový sloupcový graf
- Spojnicový graf
- Plošný graf
- Skládaný plošný graf
- Pásový graf
- Bodový graf
- Výsečový graf
- Prstencový graf
- Vodopádový graf
- Měřidlo
- Karta
- Tabulka
- Matice

Dále je možná kombinace grafů. Tyto lze libovolně kombinovat. Defaultně jsou dostupné tyto typy:

- Spojnicový a skládaný sloupcový graf
- Spojnicový a skupinový sloupcový graf

V Power BI má uživatel možnost označit typy dat jako polohu. Pro data tohoto typu je možné využít vizualizací, které umí polohu zaznamenat. Pro správné použití je nutné nejdříve změnit typ dat na data polohy. Dostupné vizualizace:

- Mapa
- ArcGIS mapy pro PBI

Vizualizace, které jsou primárně určené k interakci, se také nacházejí ve výběru. Dostupné vizualizace:

- Klíčové influencery
- Rozkladový strom
- Průřez/Slicer
- Klíčový ukazatel výkonu
- Q&A

Dále jsou dostupné vizualizace, které využívají programovacích jazyků. Tyto vizualizace využívají programovacích jazyků R a Python.

- Vizuál R skriptu
- Vizuál jazyka Python

V aplikaci dále existuje možnost, přidání dalších vizuálů. Tyto vizuály jsou buď vytvořeny Microsoftem, nebo jinými uživateli Power BI. Tato možnost se nachází na poslední pozici ve výběru vizualizací a je označena třemi tečkami.

#### 5 – Pole interakce s vizualizacemi

Po vytažení vizualizace do hlavního pole, je pouze prázdnou schránkou, do které je nutné vložit sledovaná data. Tato data se vkládají přetažením z datového pole do pole interakce s vizualizacemi. Možnosti vkládání těchto dat záleží na vybraném vizuálu. S vloženými hodnotami je možné, i poté co byly vloženy do pole interakce, manipulovat. Tato manipulace může obsahovat výpočty, nebo úpravy provedené softwarem. Jedná se o počet hodnot, sumu, medián, a mnoho dalších. Data mohou být vložena do políček:

- Osa
  - Data, která tvoří popisky os
- Legenda
  - Data použitá pro vygenerování legendy
- Hodnoty

- Hodnoty použité ve vizualizaci
- Popisky dat
  - Interaktivní popisek dat, který se ukáže po najetí na vizualizaci

Dále se zde nachází možnost volby formátu vizualizace. Zde je možné měnit:

- Obecné vlastnosti
  - Pozice X a Y, šířka, výška
- Popis legendy
  - Velikost písma, zapnutí/vypnutí, umístění
- Popis osy X a Y
  - Velikost písma, zapnutí/vypnutí, umístění, zvolení typu
- Barevné značení dat
- Popisky dat
  - Velikost písma, zapnutí/vypnutí, umístění, orientace
- Oblast vykreslení
  - Přidání obrázku, průhlednost
- Úprava názvu
  - Velikost písma, zapnutí/vypnutí, umístění
- Pozadí
- Ohraničení
  - Zapnutí/vypnutí, barva
- Stín
  - Zapnutí/vypnutí, barva
- Popis
  - Zvolení typu, velikost textu, zapnutí/vypnutí
- Záhlaví vizuálu
  - Barva pozadí, ikony chybového hlášení, ikony upozornění, seznam podrobností.

Dostupné funkce ve formátu záleží na zvoleném vizuálu.



Poslední volbou je možnost analýzy. Opět v závislosti na zvoleném vizuálu je možné vytvořit následující typy dynamických čar.

- Stínování symetrie
- Čára percentilu
- Čára maxima
- Čára minima
- Čára mediánu
- Čára průměru
- Konstantní čára na ose X
- Konstantní čára na ose Y

## 6 – Filtry

Filtry jsou velmi důležitou částí při tvorbě vizualizací, s jejich pomocí je možné měnit objem dat, která zvolený vizuál využije. Data, na která jsou filtry aplikovány, mohou být součástí zvolené vizualizace, nebo je lze použít jako základ filtrů, které budou působit na aktuální stránce, či na všech stranách. Data, která jsou součástí vizualizace, se nacházejí ve filtrech automaticky. Pokud je potřeba vytvoření filtrace pro celou stranu projektu, je nutné, aby uživatel přetáhl data do pole filtru z datového pole. Dostupné filtry:

- Je menší než
- Je menší než, nebo rovno
- Je větší než
- Je větší než, nebo rovno
- Je
- Není
- Je prázdné
- Není prázdné
- Filtrace hodnot

Filtrace dat vizualizací jsou automaticky přidány softwarem na základě typu těchto dat. Tento krok je nutné kontrolovat z důvodu velké nahodilosti.

## 7 – Panel sestava, data, model

Panel na levé straně programu umožňuje uživateli přepínat mezi sestavou (tvorba vizuálu) daty (náhled do dat, ze kterých vizualizace vycházejí) a datovým modelem (vizualizace relací mezi jednotlivými tabulkami).

Panel data nelze využít k úpravě dat. Pro tento účel slouží Power BI Query editor. Tento panel je primárně určen pouze k náhledu a ke změně typu dat.

Panel datový model je využíván ke spravování relací dat a ke správě rolí. Relace dat je v datovém modelu označena šipkou mezi jednotlivými tabulkami. Její účel je zaručení přesného výpočtu výsledků a zobrazení správných informací o sestavách. Relace jsou tvořeny, jako většina kroků v Power BI, automaticky. Tuto automatickou tvorbu relací je vždy nutné zkontrolovat z důvodu chybného propojení podobných dat.

## 16. Tvorba layoutu

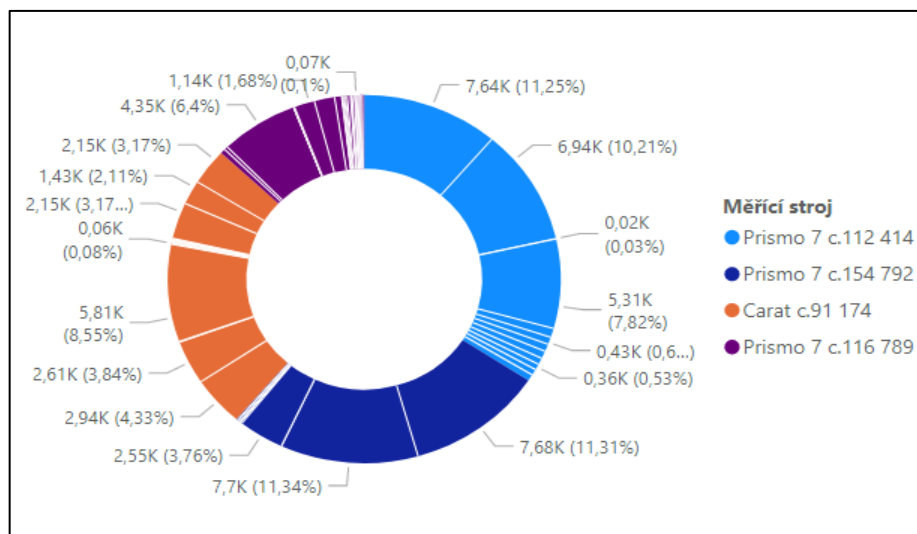
### 16.1 Úvod

V následující kapitole je popsána tvorba layoutu. Nejprve je provedena tvorba vizuálů za účelem otestování funkčnosti jednotlivých dat. Poté jsou vytvořeny vizuály přesně pro měrové středisko, které vypovídají o kapacitním vytížení.

### 16.2 Ověření funkčnosti dat

Pro kontrolu funkčnosti dat jsou navrženy a vytvořeny vizualizace, které tato data využívají. Tyto vizuály nebudou použity ve výsledném layoutu. Jedná se pouze o test, pomocí kterého je vyzkoušeno, jakým způsobem vybrané vizuály reagují na různé typy dat. Výsledná zjištění jsou dále použita v tvorbě celkového layoutu.

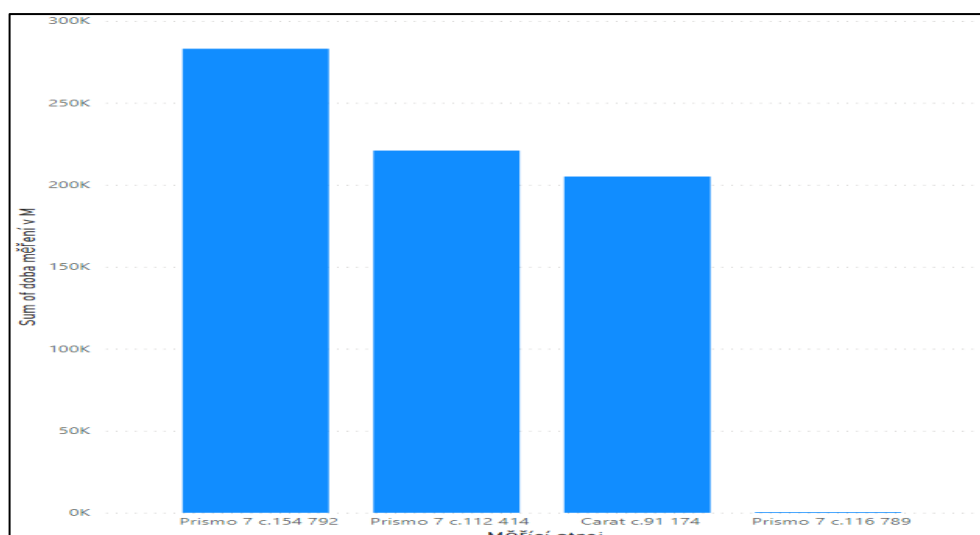
První vizuál pro ověření funkčnosti je výsečový graf. Tento graf ukazuje závislost použitých upínačů na době měření s přidanou legendou, která oddělí data podle strojů. Tímto grafem je ověřena funkčnost těchto hodnot.



Obrázek 35 – Ověření funkčnosti dat 1

Z výsledku je patrné, že data, použitá pro tento typ grafu, pracují správně. Dále je zjištěn problém, že některé hodnoty jsou až příliš malé a je nutné zvolit jiný typ grafu, nebo hodnoty rozdělit po menších časových úsecích.

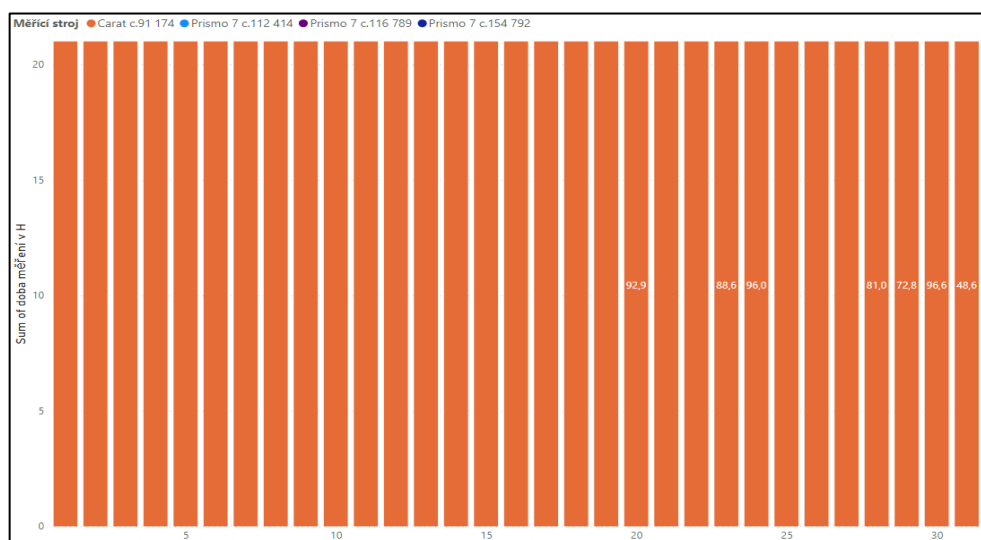
Dalším grafem pro kontrolu je skládaný sloupcový graf. V tomto grafu je znázorněna závislost sumy doby měření na měřicích strojích. Připojením tohoto grafu do layoutu je možné vyzkoušet vzájemné propojení grafů. Také je možné ověřit stav důležitých dat, ze kterých byl proveden výpočet kapacit.



Obrázek 36 – Ověření funkčnosti dat 2

Z vygenerovaného grafu je patrný chybný export dat pro stroj Prismo 7 c.116 789. Data pro tento stroj, jak již bylo zmíněno v kapitole o opravě chyb v datech, byla ztracena při generaci dat ze systému chy.stat a výrazně tedy ovlivní kapacitní propočty pro tento stroj. Jiné stroje jsou podle dat v pořádku.

Dalším krokem je zkouška funkčnosti průřezů (slicer). Tento vizuál umožní interakci uživatele s vizuály. Může se jednat například o zvolení sledovaného období, nebo jednoho dne a data budou odfiltrována na tuto hodnotu ve všech vizuálech. Nejprve je vytvořen sloupcový graf, který ukazuje závislost dat měření na sumě doby měření.



Obrázek 37 – Vizualizace před aplikací průřezů

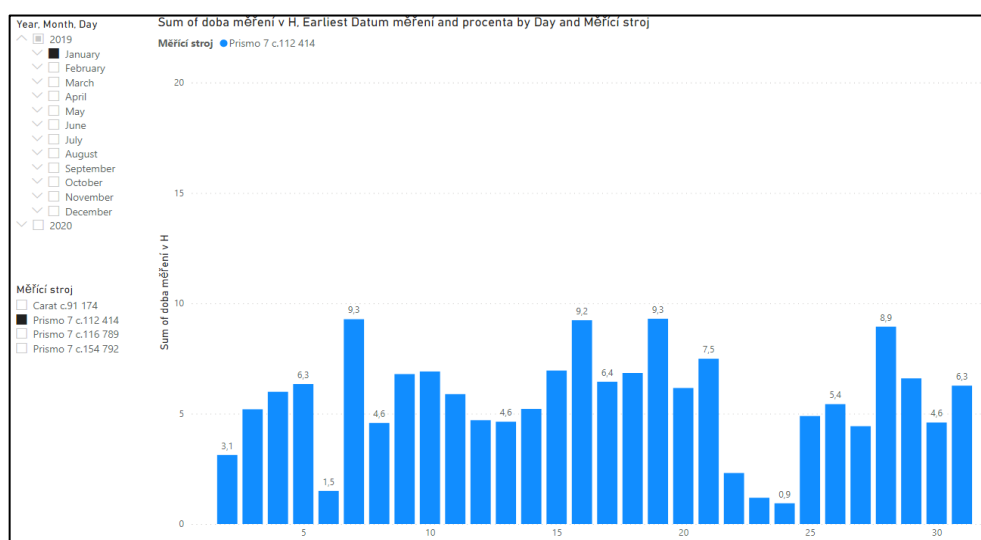
Tento graf sám o sobě nemá žádnou vypovídající hodnotu. Proto je nutná aplikace průřezů, podle kterých je možné určit sledované období a měřicí stroj. Průřezy pracují na principu aplikace filtrů. Byly vytvořeny dva vizuály průřezů. Do prvního byla vložena data odpovídající sloupci „Datum měření“. Do druhého byla vložena data odpovídající sloupci „Měřicí stroj“.



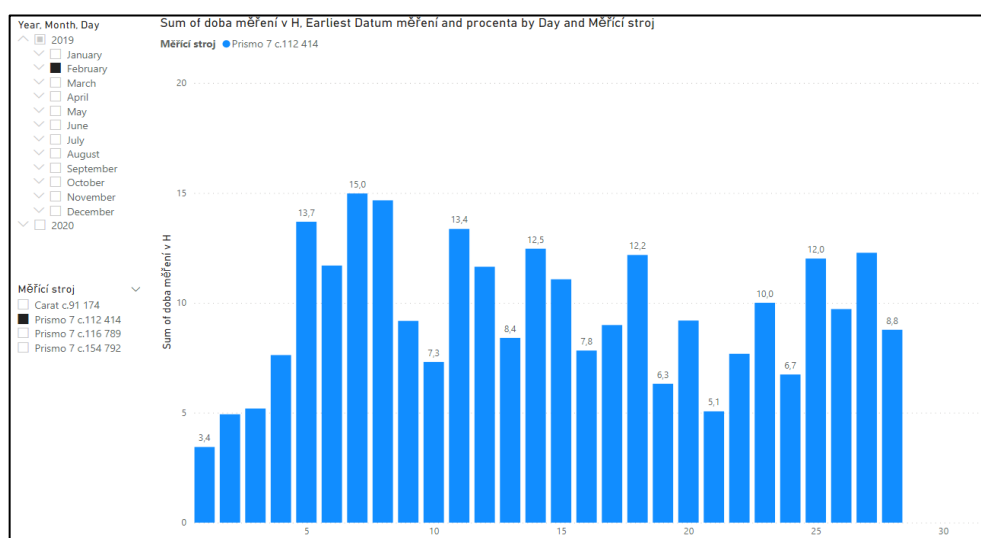
Obrázek 38 – navržené průřezy

Pomocí aplikace průřezů je nyní možné libovolně přepínat mezi sledovaným obdobím. Toto období je vygenerováno podle kalendářních dat v datech, je tedy možné, že zobrazení sedmi hodnot za sebou může ukázat hodnoty, které jsou ze dvou rozdílných týdnů. Tento, stav je nežádoucí a bude muset být opraven. Toto může být způsobeno například nečinností měrového střediska z důvodu svátku, nebo plánované odstávky.

Dále je možné zvolit stroj, u kterého chce uživatel provést kontrolu vytížení. Po vygenerování průřezů lze nyní volně přepínat mezi sledovaným obdobím, které se promítne do grafu.



Obrázek 39 – Aplikace průřezů 1



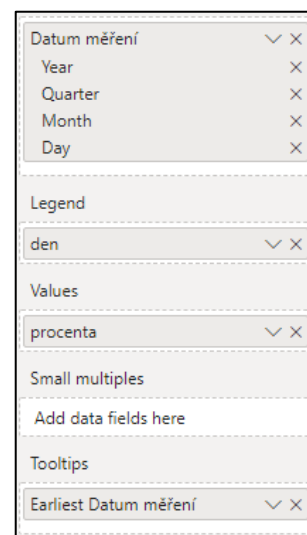
Obrázek 40 – Aplikace průřezů 2

Na obrázcích je znázorněno časové vytížení pro stroj Prismo 7 c 112 414 ve dvou různých měsících (leden 2019 a únor 2019), při použití průřezů.

Po zjištění funkčnosti dat pro tyto typy vizualizací je postoupeno k tvorbě vizualizací, které budou součástí výsledného layoutu.

### 16.3 Tvorba vizuálů pro layout

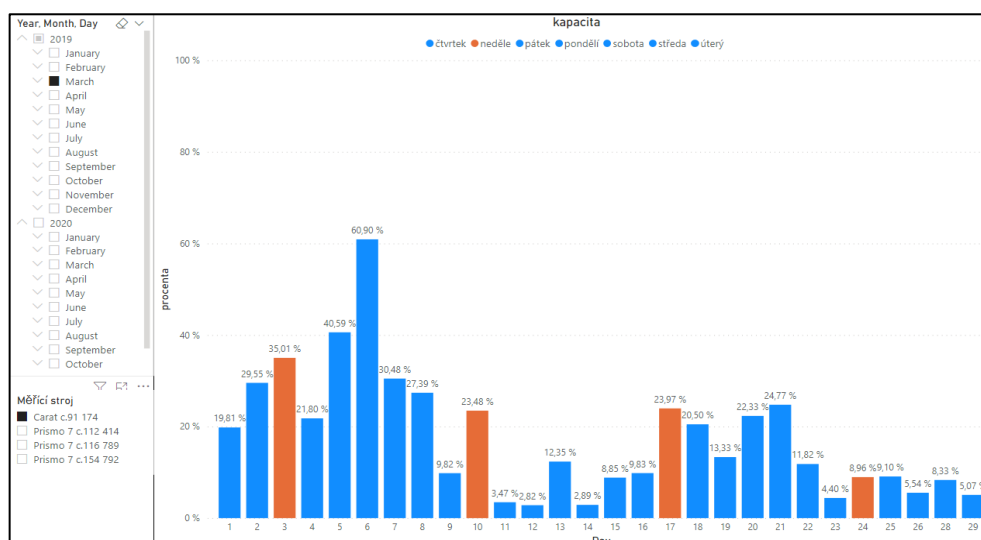
První vizuál vychází z posledního vizuálu v poslední kapitole. Jedná se o sloupcový graf, který byl upraven na vyobrazení závislosti procentuálního vytížení na datu měření. Do políčka legenda jsou vložena data ze sloupce den, aby bylo možné rozeznat, o který den se jedná. Tato úprava je nutná kvůli změně počtu hodin na směnu v neděli. Dále byla vložena do popisků data o názvu datu měření. Tyto popisky se zobrazí při najetí na data.



Obrázek 41 - Vyplněné hodnoty

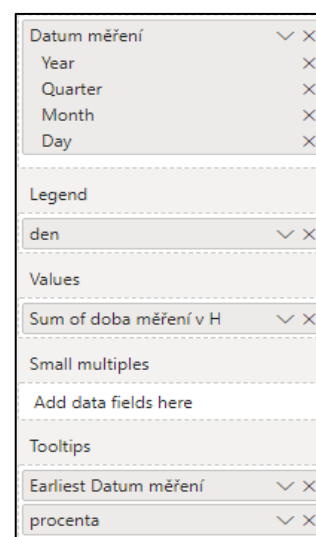
Dále byly zachovány průřezy, do kterých byla načtena kalendářní data o datu měření a měsících strojích. Pomocí průřezů bude možné přepínat ve sledovaném období a tím měnit hodnoty ve sloupcovém grafu.

Po vygenerování grafu byly v záložce formát přepsány popisky dat. Název byl změněn na „Kapacita“, popis osy Y na „Procenta“ a popis osy X byl ponechán s názvem „Day“. Protože se jedná o procenta, byla maximální hodnota osy Y změněna na 1, aby data odpovídala měřítku. Dalším krokem bylo zaškrtnutí „Total labels“, aby se zobrazily maximální hodnoty pro každý sloupec. Dále byly změněny barvy pro jednotlivé dny. Pro pondělí až sobotu, byla navolena modrá a pro neděli byla navolena oranžová. Toto barevné značení odpovídá rozdílným hodinám směn.

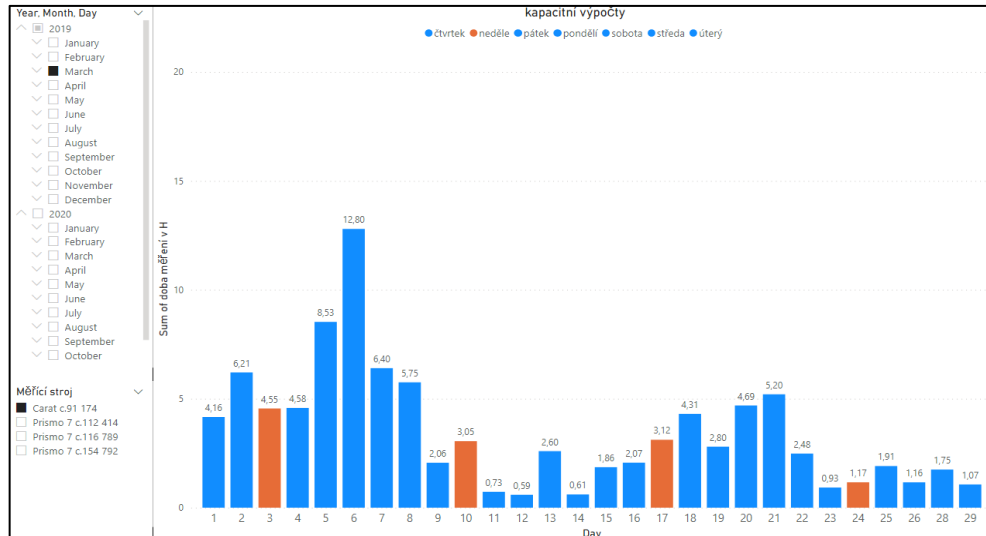


Obrázek 42 – Upravená vizualizace pro kapacitní vytížení (Procenta)

Další možností pro tento vizuál je nahrazení hodnot procent v ose X za sumu hodnot ze sloupce doby měření. Hodnota procent by byla použita v popisku dat a byla by zobrazena po najetí na data. Osově hodnoty by odpovídaly, jako v předchozím grafu, hodnotám ve sloupci „Datum měření“. Po vygenerování vizuálu byly provedeny stejné operace na opravu jeho formátu s výjimkou zvolení maximální hodnoty na ose Y. Ta byla nastavena na hodnotu 21, aby odpovídala největší možné hodnotě. Výsledný graf je téměř totožný s grafem předchozím, s výjimkou zobrazení dat ze sloupce procenta, který odpovídá kapacitnímu vytížení. Půřezy byly zachovány stejné, jako v předchozím kroku



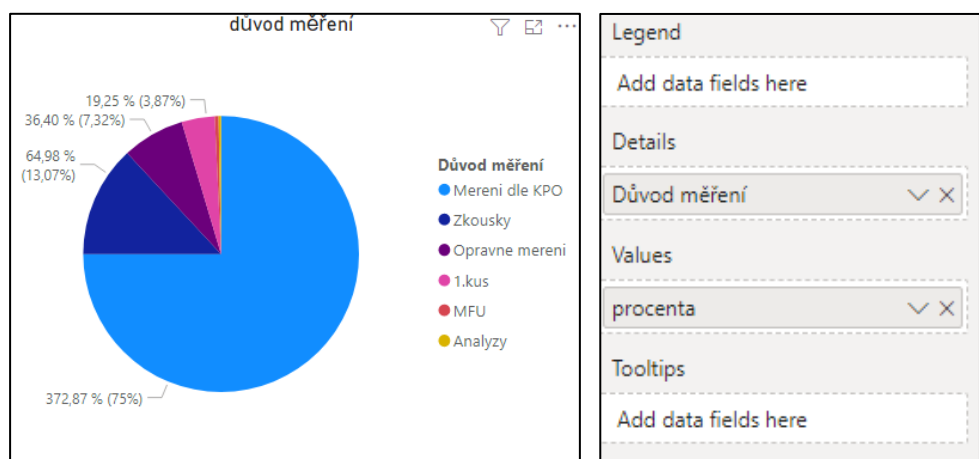
Obrázek 43 - Vyplněné hodnoty 2



Obrázek 44 – Upravená vizualizace pro kapacitní vytížení (Suma doby měření)

Po konzultaci byl zvolen 1. graf pro použití ve výsledném layoutu, z důvodu předhlednosti a okamžitého určení vytížení jednotlivých dnů.

Druhým vizuálem je znázornění Důvodu měření, tento vizuál byl vytvořen pomocí výsečového grafu, kam byla načtena data ze sloupce „Důvod měření“ do pozice „Details“ a do pole „Values“ byla vložena data ze sloupce „Procenta“. Legenda nebyla vyplněna, ale systém samostatně přiřadil názvy důvodů měření. V záložce formát nebyly provedeny žádné změny, až na změnu názvu grafu.

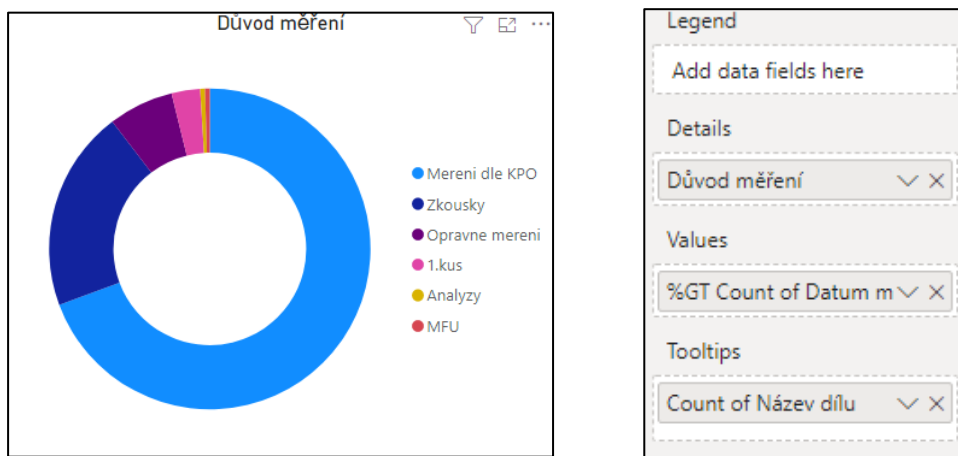


Obrázek 45 – Vizualizace důvodu měření 1

Dalším možným řešením pro graf důvodu měření je použití prstencového grafu. Do políčka „Details“ jsou vložena data z důvodu měření a do políčka



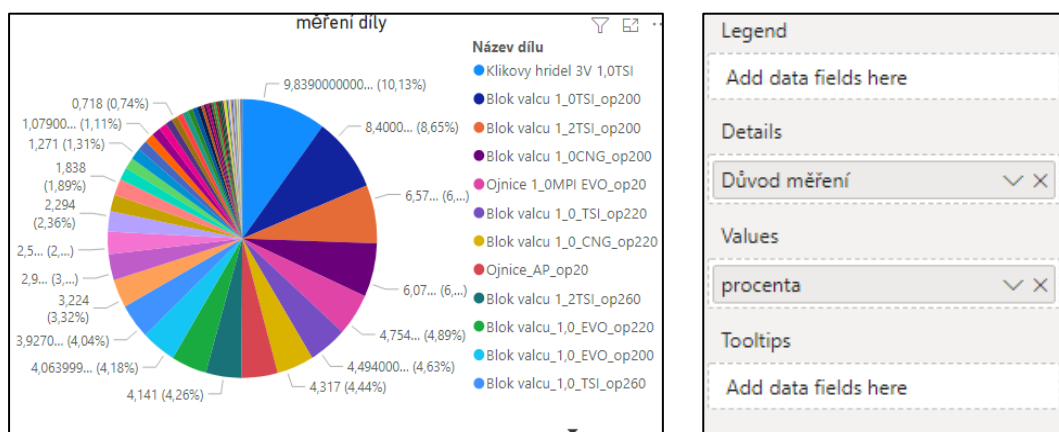
„Values“ byla vložena data ze sloupce „Datum měření“, která byla vložena jako počet převedený na procenta (%GT Count od Datum měření). Nejsou zde zobrazeny procentuální hodnoty ve grafu. Tyto hodnoty je možné zobrazit po najetí na graf. Protože jsou v tomto grafu použity hodnoty ze sloupce „Datum měření“ je jeho interakce s kapacitními propočty více přesná. Vygenerovaný graf a nahraná data:



Obrázek 46 – Vizualizace důvodu měření 2

Pro výsledný layout bylo zvoleno druhé řešení, tedy prstencový graf. Tento graf je více přehledný, jedná se o graf s doplňujícími informacemi a tudíž není nutné zobrazení hodnot v grafu.

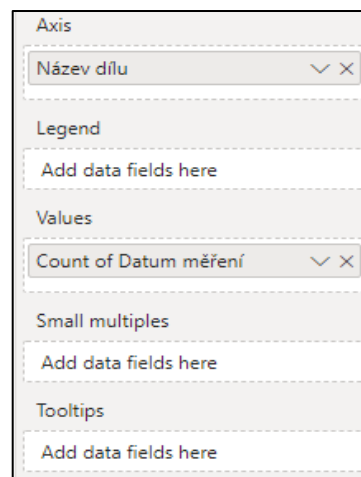
Mezi důležitá data se řadí také počet měřených dílů za sledované období a jejich název. Pro tyto potřeby byl vygenerován výsečový graf, který obsahuje data z názvem dílu na pozici „Details“, sumu „Doba měření“ v hodinách a jako popisek obsahuje název dílů. Tento graf se ukázal být velmi nepřehledný z důvodu velkého počtu měřených dílů.



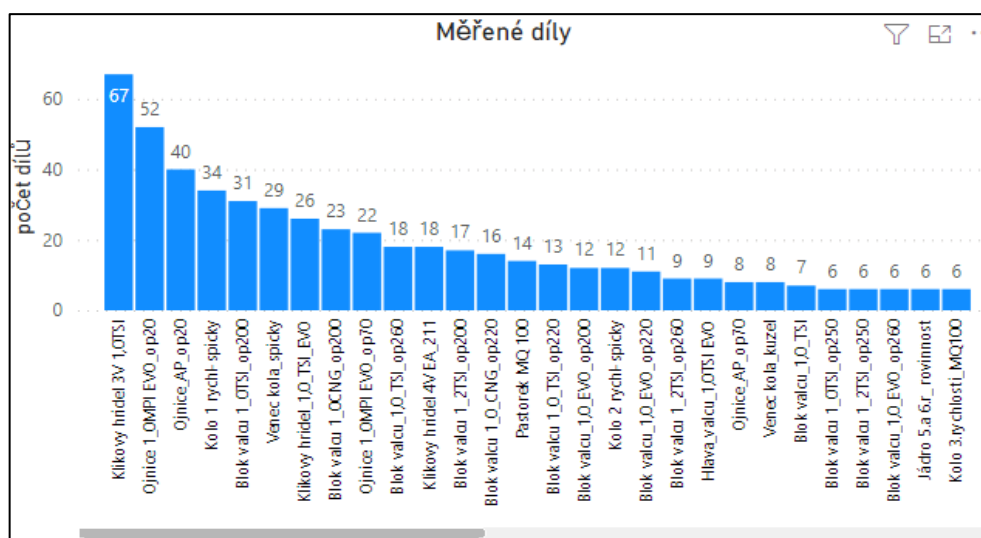
Obrázek 47 – Vizualizace počtu měřených dílů 1

Jak je patrné z grafu, legenda a popisky dat jsou velmi nepřehledné. Z důvodu toho, aby měl výsledný layout co největší výpovídající schopnost, je nutné tyto hodnoty ponechat.

Za účelem zlepšení tohoto vizuálu byl změněn typ grafu na graf sloupcový. Pomocí této změny se řeší problém s nepřehledností grafu a je možné nyní správně určit počet jednotlivých kusů, které byly měřeny. Do políčka hodnot pro osy byla načtena data ze sloupce „Název dílu“. Do políčka „Values“ byla načtena data ze sloupce „Doba měření“. Tato data byla vložena jako počet (count of). Ve formátu byly přidány popisky na Y ose. Tyto popisky odpovídají názvu měřeného dílu. Dále byly změněny názvy os, aby odpovídaly datům.

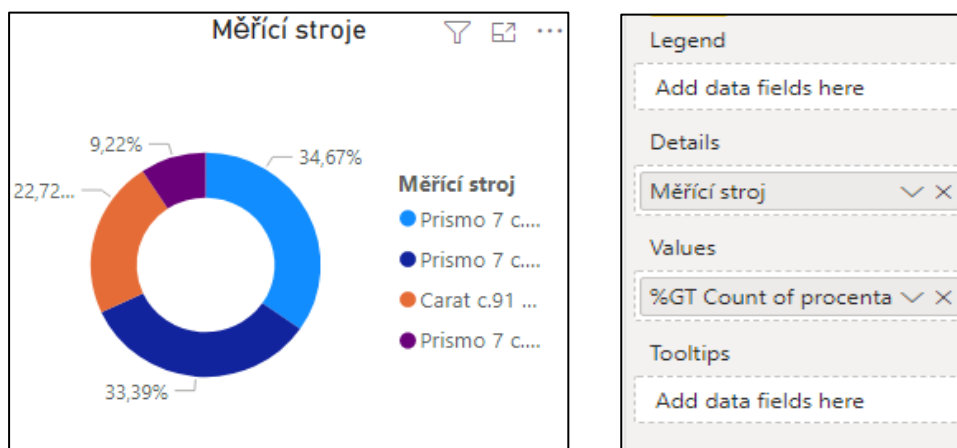


Obrázek 48 - Vyplněné hodnoty 2



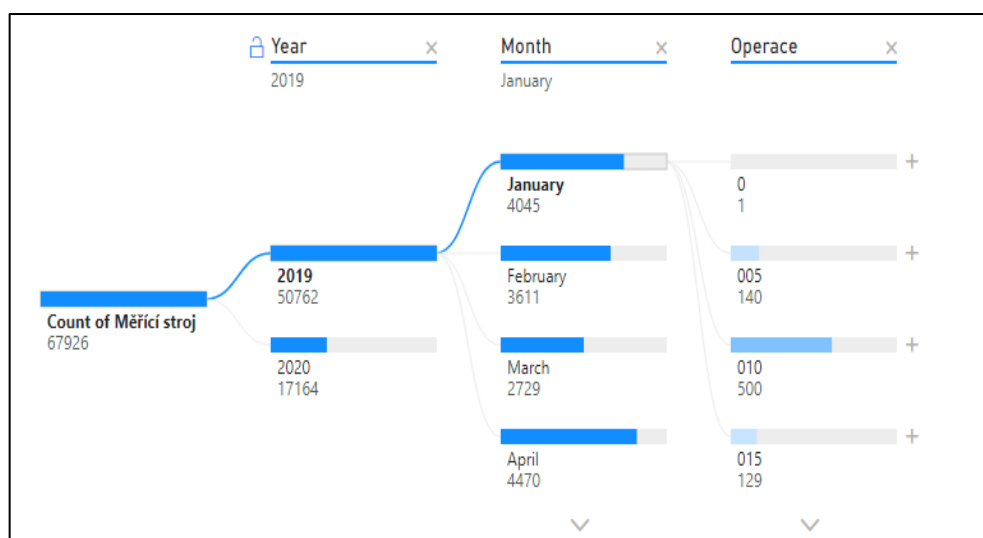
Obrázek 49 – Vizualizace počtu měřených dílů 2

Za účelem doplnění informací o vytížení jednotlivých strojů je navržen prstencový graf, do kterého jsou načtena data ze sloupce „Měřicí stroj“ a data ze sloupce „Procenta“. Tento graf obsahuje doplňující informace, které slouží uživateli pro rychlé ověření vytížení jednotlivých strojů za sledované období. Do grafu jsou přidány popisky dat a v legendě jsou vypsány stroje. Dále byl změněn název grafu.



Obrázek 50 – Vizualizace důvodu měření

Mezi další dopňkový graf je řazen rozkladový strom. Do tohoto grafu je možné načíst všechny dostupné sloupce dat. Poté je možné v tomto grafu ukázat závislost jednotlivých prvků na sobě. Tento graf může být nastaven uživatelem, nebo může být přednastaven a uzamknut, aby ukazoval přednastavené hodnoty. Opět se jedná o graf s doplňkovými informacemi.



Obrázek 51 – Rozkladový strom

Do grafu byla načtena data ze všech dostupných sloupců. Hlavním předmětem analýzy byly nastaveny měřicí stroje. Toto nastavení proběhlo přetažením dat ze sloupce měřicí stroje do položky analýza. Do položky „Explain“ byly přetaženy všechny zbývající sloupce s daty.

Na obrázku je ukázán pouze příklad možného rozkladu informací. V tomto případě se jedná na rozklad měřicí stroj -> rok -> měsíc -> provedené operace.

Dále byl navržen vizuál v podobě tabulky. Do této tabulky byl a nahrána data obsahující názvy měřicích strojů, počet změřených dílů a průměrné vytížení jednotlivých strojů.

Měřicí stroj (CMM)	Celkový počet změřených dílů	Průměrné vytížení CMM
Prismo 7 c.154 792	1344	59,33 %
Prismo 7 c.112 414	1520	41,72 %
Carat c.91 174	889	33,95 %
Prismo 7 c.116 789	738	0,00 %

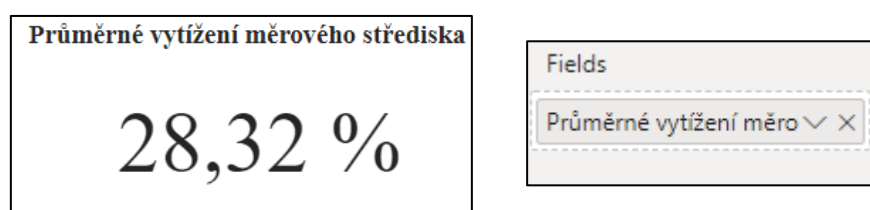
Values

- Měřicí stroj ▾ ×
- Počet změřených dílů ▾ ×
- Průměrná vytíženost strojů ▾ ×

Obrázek 52 – Vizualizace tabulky

Pomocí tohoto vizuálu je možné během okamžiku zjistit potřebné informace o počtu změřených dílů a průměrném vytížení strojů operacích na měrovém středisku.

Dalším návrhem je vizuál „Karta“. Do tohoto vizuálu je možné přetáhnout data, která se poté zobrazí jako číslo. Byly vytvořeny dva vizuály tohoto typu. Do prvního vizuálu jsou nahrána data o průměrném vytížení měrového střediska. Ve druhém vizuálu jsou data o počtu změřených dílů.



Obrázek 53 – Karta – Průměrné vytížení měrového střediska



Obrázek 54 – Karta – Celkový počet změřených dílů

Všechny vytvořené vizuály jsou propojeny s průřezy, u kterých se mění sledované období a měřicí stroj.

#### 16.4 Navržení layoutu z vytvořených vizuálů

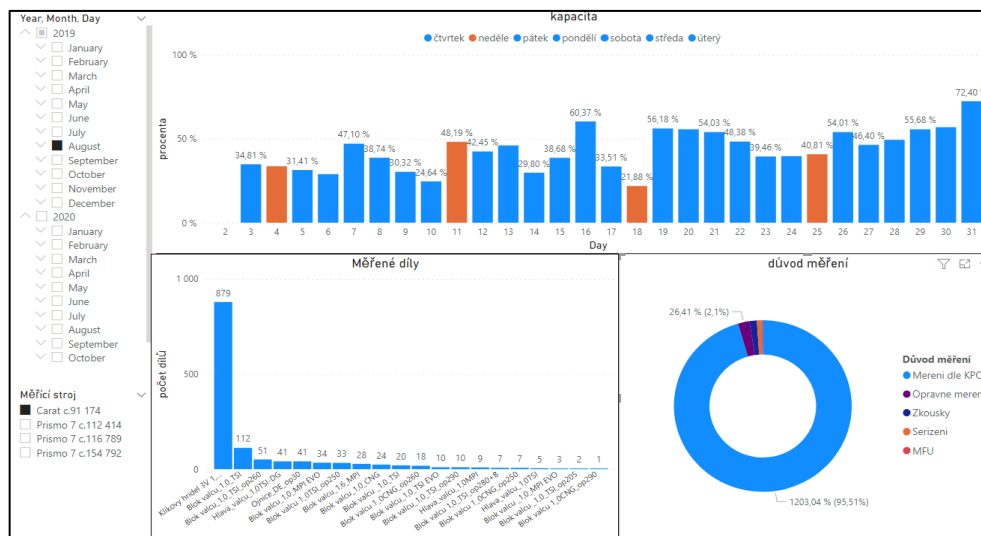
Z vytvořených vizuálů, byly vytvořeny tři návrhy na layout pro měrové středisko. Jedná se o návrh 1, který je zkrácený a obsahuje pouze ty nejdůležitější informace. Dále byly navrženy layouty 2A a 2B, tyto layouty obsahují více vizuálů a liší se od sebe použitím jiných vizuálů s doplňujícími informacemi.

##### Layout 1

Jedná se o layout, který neobsahuje vizuály s doplňujícími informacemi.

Obsahuje vizuály:

- Důvod měření
- Kapacitní vytížení
- Měřené díly
- Průřezy (Datum měření, Měřicí stroje)



Obrázek 55 – layout 1

Průřezy pro ovládání jsou na levé straně layoutu, pomocí kterých se ovládá zbytek layoutu. Pro sledování kapacitního vytížení je nutné zvolit sledované období. V tomto případě měsíc a měřicí stroj. Grafy se po změně zadání automaticky aktualizují na hodnoty odpovídající zvolenému období. Jedná se o layout pouze se základními informacemi.

Graf kapacitního vytížení je přítomný v horní části layoutu. V grafu je vždy přidělena maximální hodnota k příslušnému sloupci. Také jsou barevně vyznačeny dny. Dny od pondělí do soboty jsou vyznačeny modře a neděle je vyznačena oranžově. Toto značení odpovídá rozdílným hodinám směn.

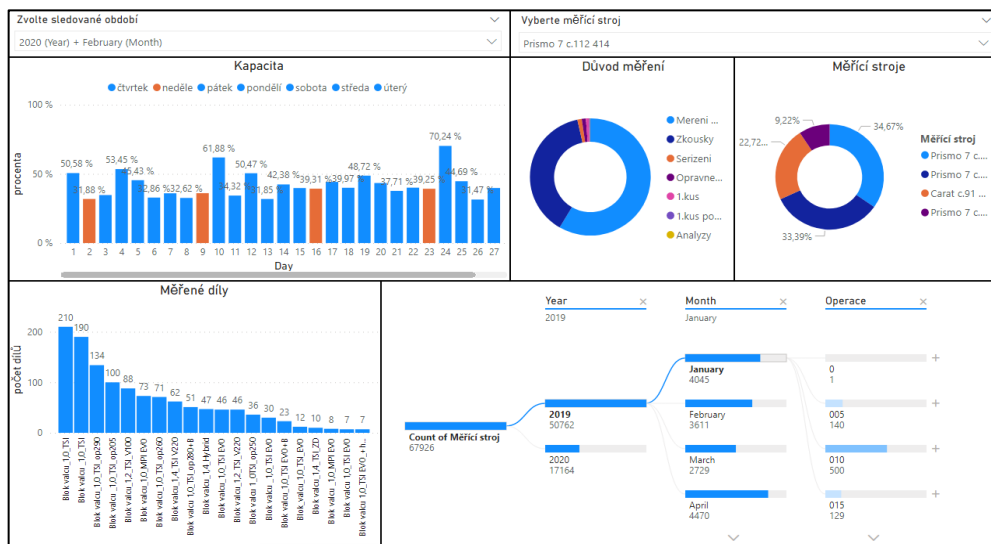
V dolní části se nachází sloupcový graf, který ukazuje názvy a počet měřených dílů za sledované období. Dále je zde prstencový graf s hodnotami důvodu měření, který ukazuje procentuální zastoupení jednotlivých důvodů měření.

#### Layout 2A

Navržený layout 2A obsahuje větší počet vizuálů a tedy obsahuje více informací o stavu měrového střediska. Vizuály v layoutu:

- Kapacitní vytížení
- Měřicí stroje
- Důvod měření

- Měřené díly
- Průřezy (Datum měření, Měřicí stroje)
- Rozkladový strom s operacemi.



Obrázek 56 – Layout 2A

Průřezy jsou v tomto layoutu umístěny v horní části. Opět platí stejné fungování těchto prvků. Nejprve je nutné zvolit sledované období a měřicí stroj. Poté se s výjimkou grafu měřicí stroje, který reaguje jen na změnu sledovaného období, se všechny ostatní grafy změní podle zadaných podmínek.

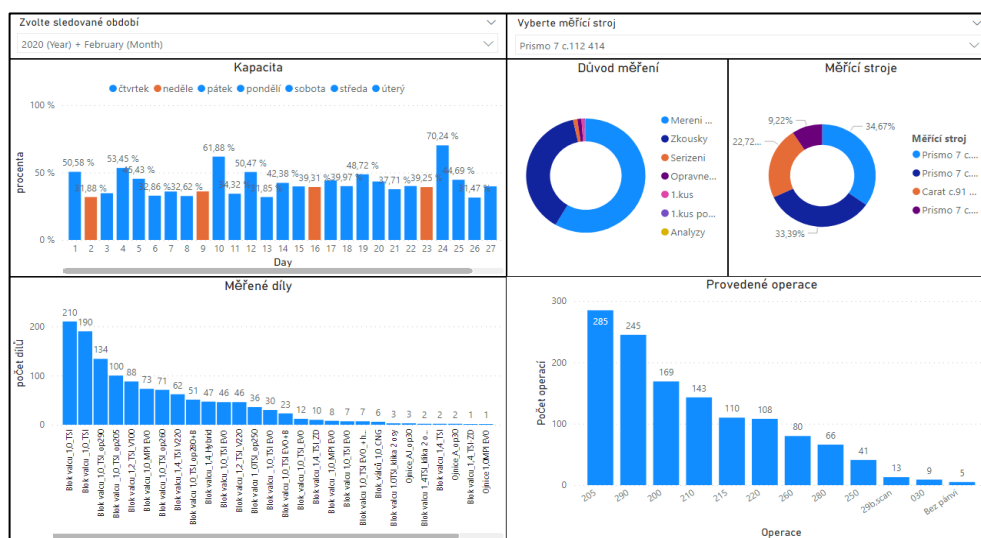
Pod průřezy se nachází grafy s hodnotami kapacitního vytížení, důvodu měření a doplňkový graf procentuálního zastoupení jednotlivých strojů za sledované období. Tento graf byl přidán jako orientační pro správnou volbu strojů.

Ve spodní části se nachází graf s počtem a názvy měřených dílů. Dále rozkladový strom, který obsahuje informace o počtu a názvu provedených operací za dané období.

#### Layout 2B

Navržený layout 2B je podobný vizuálu 2A. Má stejné rozložení, ale místo použitého rozkladového stromu v layoutu 2A je zde použit sloupcový graf s informacemi o provedených operacích.

- Kapacitní vytížení
- Měřicí stroje
- Důvod měření
- Měřené díly
- Průřezy (Datum měření, Měřicí stroje)
- Provedené operace



Obrázek 57 – Layout 2B

Fungování layoutu je totožné jako u 2A. Pomocí nastavených podmínek v průřezích se změň data ve vizuálech. Opět je zde výjimka v podobě grafu měřicí stroje, který reaguje pouze na průřez se sledovaným obdobím.

## 16.5 Závěr ke tvorbě layoutů

V této kapitole byly navrženy layouty 1, 2A a 2B. Layout 1 obsahuje pouze ta nejdůležitější data. Layouty 2A a 2B jsou obohaceny o grafy s doplňujícími informacemi, jako je počet měřených dílů či počet a název provedených operací.

Po konzultaci byl zkrácený layout 1 a 2B vyřazen a další úpravy budou probíhat jen na layoutu 2A.

## 17. Úpravy layoutu 2A

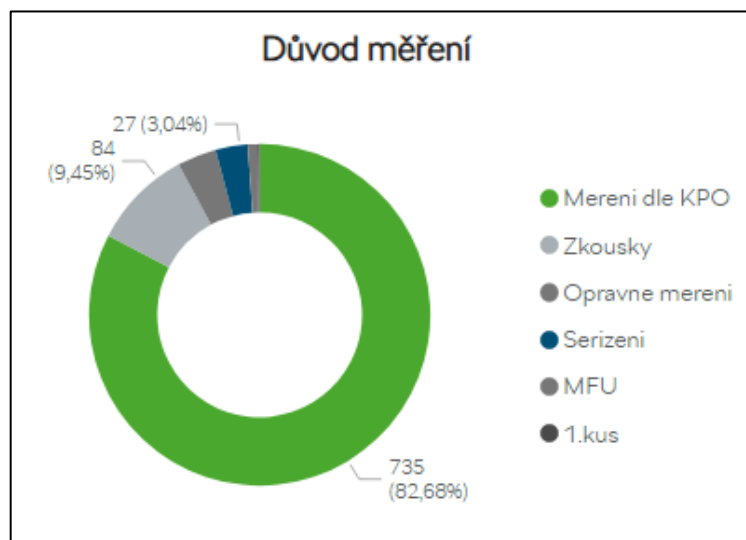
Po konzultaci byly navrženy další úpravy na existující layouty. Mezi tyto úpravy patří:



- Změna popisků grafů
- Změna názvů grafů
- Doplnění chybějících dnů do grafu kapacity
- Převedení formátu do Škoda standardu
- Přidání popisku dnů u grafu kapacitního vytížení
- Změna typu průřezu s volbou sledovaného období z tabulky na kalendář.
- Přidání doplňujících vizualizací
- Změna vizuálu „Měřené díly“ na skládaný sloupcový graf

### 17.1 Změna popisků grafů

V této změně je potřeba přidání číselných hodnot do grafů „Důvod měření“. Tuto změnu je možné provést v záložce formát. Po najetí na graf a kliknutí na záložku se objeví sloupec obsahující možnosti změn formátu grafu. Jednou z těchto možností je volba „Detail labels“. Jedná se o zapnutí a vypnutí popisků dat v grafu. Dále je nutné rozkliknout „Detail labels“ a v záložce label style zvolit „Values and Percent of total“. Tato změna přidá popisek v podobě procentuálního zastoupení jednotlivých prvků a hodnoty.



Obrázek 58 – Změna popisků grafů

## 17.2 Změna názvu grafů

Pro větší přehlednost byly přejmenovány názvy grafů. Názvy grafů je možné předělat v záložce formát. Po najetí na graf a kliknutí na záložku formát je zvolena záložka „Title“. Po kliknutí na záložku „Title“ je možné v políčku „Title text“ zvolit nový název grafu. Dále je možné provádět změny typu textu, velikosti textu atd.

Názvy byly změněny následovně:

- Měřené díly -> Počet změřených dílů
- Kapacita -> Přehled kapacitního vytížení CMM
- Počet změřených kusů -> Počet změřených kusů dle operací
- Název layoutu -> Přehled kapacitního vytížení CMM v útvaru GQH - 1/1 Hala M2

## 17.3 Doplnění chybějících dnů do grafu kapacity

Pro vyřešení tohoto problému je nutné vygenerovat novou tabulku s daty obsahujícími kalendář. Podmínkou pro tento kalendář je, aby jeho poslední hodnota byl datum před dvěma roky a hodnota první byl dnešní den. Další podmínkou je, aby se každý den vytvořila nová buňka obsahující datum z dnešního dne a zároveň, aby se smazala poslední hodnota. Tímto způsobem je možné zamezit zbytečnému hromadění dat. Tento problém je nutné vyřešit programováním v rozhraní Power BI a použitím kódovacího jazyka DAX. Vytvořenou tabulku je dále nutné napojit na již existující data. Toto napojení je realizováno pomocí relací dat.

Nejprve je nutné vytvořit novou tabulku s kalendářem. V hlavním panelu v záložce „Modeling“ je možnost „New table“. Po kliknutí se objeví příkazový řádek, do kterého je možné zapisovat funkce. Power BI obsahuje funkci potřebnou pro řešení tohoto problému, a tou je funkce „CALENDAR“. Další funkcí potřebnou pro vygenerování dnešního data je funkce „TODAY“, která vytvoří dnešní datum. S použitím těchto funkcí je možné vygenerovat kalendář s požadovanými podmínkami.

Po zapsání „CALENDAR“ do příkazového řádku se objeví hlášení, které uživateli napovídá, jakým způsobem má zapsat danou funkci. V případě této funkce se jedná o zápis CALENDAR (StartDate, EndDate). Kdyby bylo zapsáno pouze statické datum, nedosáhlo by se podmínky o vygenerování nové hodnoty každý den a smazání hodnoty poslední. Tudíž je přidána funkce „TODAY“. Funkce „TODAY“ funguje zápisem TODAY(). Po tomto zápisu je vygenerováno dnešní datum. Kombinace těchto dvou funkcí byla zapsána tímto způsobem.

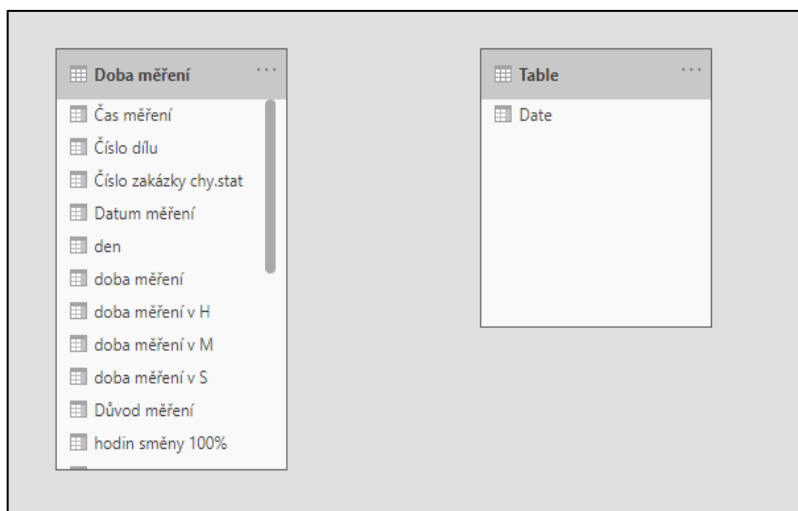
- `Table = CALENDAR (TODAY()-730,TODAY());`

V přepisu se jedná o příkaz vygenerování nové tabulky se sloupcem pomocí funkce „CALENDAR“ kde je první hodnota dnešního data -730 dní (2 roky zpět) a poslední hodnota je dnešní datum. Po kliknutí na tlačítko enter. Je vygenerován nový sloupec obsahující tato data.

Date
<i>neděle 30. června 2019</i>
<i>pondělí 1. července 2019</i>
<i>úterý 2. července 2019</i>
<i>středa 3. července 2019</i>
<i>čtvrtek 4. července 2019</i>
<i>pátek 5. července 2019</i>
<i>sobota 6. července 2019</i>

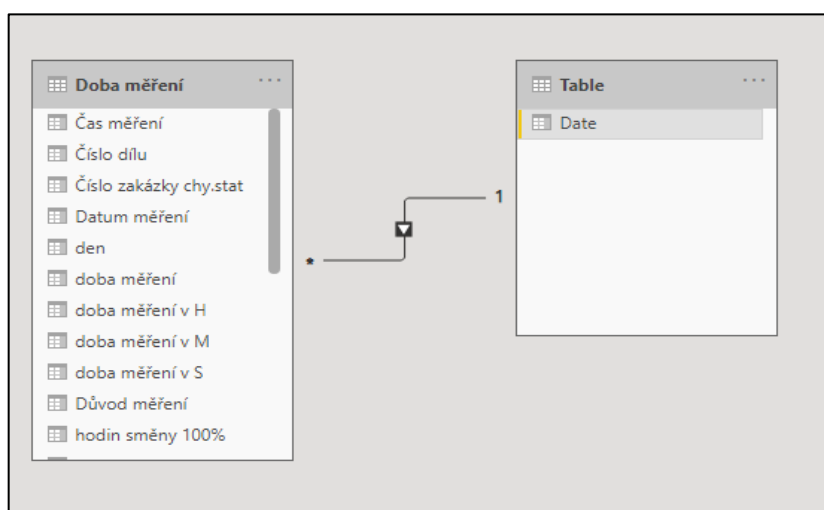
Obrázek 59 – Data z vygenerovaného kalendáře

Dalším krokem je vytvoření relací mezi nově vzniklým sloupcem s kalendářem a sloupcem dat v původní tabulce, obsahující datum měření. Tento krok je možné provést po kliknutí na ikonu datového modelu, kde se nyní objeví původní tabulka s daty a nově vygenerovaná tabulka „Table“ s kalendářem.



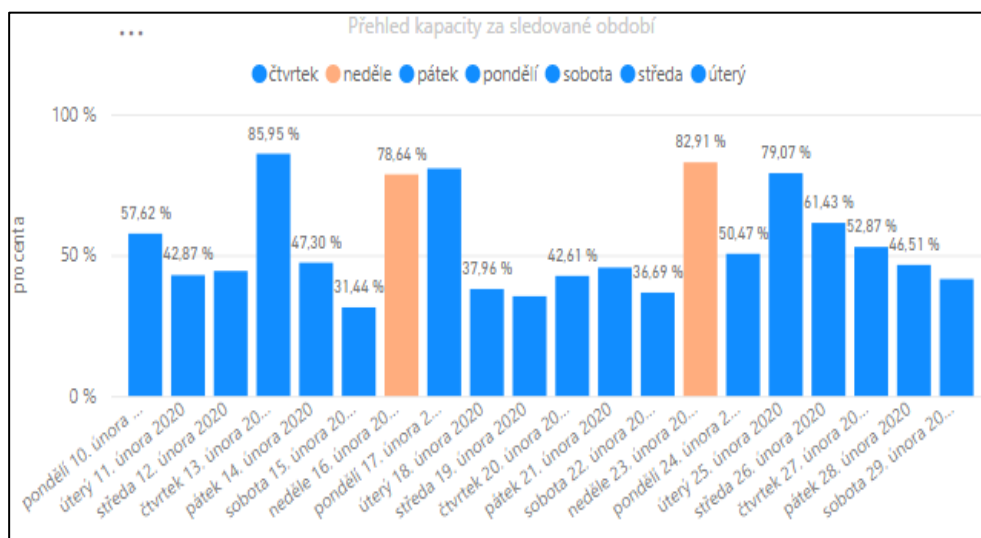
Obrázek 60 – Datový model

Pro vytvoření relací je nyní nutné kliknout v hlavních panelech na „Manage Relationships“. Po kliknutí na políčko se otevře tabulka, kde je možnost spravování, opravení, vymazání a vytvoření nových relací. Po kliknutí na „New“ se otevře další tabulka, kde uživatel vybere v horním políčku tabulku, ze které chce zvolit data. Byla vybrána tabulka „Table“ s kalendářem. Protože soubor obsahuje pouze dvě tabulky, je do spodního pole okamžitě přiřazena tabulka s původními daty. V horní tabulce se poté klikne na sloupec s daty, obsahující kalendář, a ve spodní tabulce se vybere sloupec s datem měření. Po kliknutí na OK je vytvořena relace mezi těmito daty. Relace mezi daty je označena šipkou mezi tabulkami.



Obrázek 61 – Vytvoření relace

Tímto krokem jsou nyní doplněny chybějící data v původním sloupci. Tyto změny je nyní možné sledovat ve vizuálech.



Obrázek 62 – Opravené hodnoty ve vizualizaci kapacitních propočtů

Na obrázku lze vidět data z prosince 2019. Pomocí vygenerování kalendáře, bylo docíleno doplnění dat. Vytvoření relací zároveň vyřešilo vygenerování popisků jednotlivých dnů. Viz obrázek.

#### 17.4 Převedení formátu do Škoda standardu

Jednou z konečných úprav je upravení vzhledu layoutu dle požadovaných norem firmy ŠKODA AUTO a.s. Jedná se o změnu použitých barev a také přidání firemního loga. Změnu barev vizuálů je možné nastavit v hlavním panelu Power BI, přesněji v záložce zobrazení. Po kliknutí na záložku se v levé části zobrazí dostupné motivy. Po kliknutí na motivy je dále nutné zvolit možnost upravit aktuální motiv. Poté se zobrazí tabulka, kde je možné nastavit barvy, které budou použity pro vizuály. Barvy byly nastaveny dle standardů ŠKODA AUTO a.s.

Dále je možná změnit:

- Velikost a font písma
- Pozadí, ohraničení, záhlaví a popis vizuálů
- Pozadí a tapetu stránky
- Nastavení barev podoken filtrů

Dalším krokem je vložení loga firmy do layoutu.



Obrázek 63 – Vložená loga ŠKODA AUTO a.s.

### 17.5 Změna typu průřezu

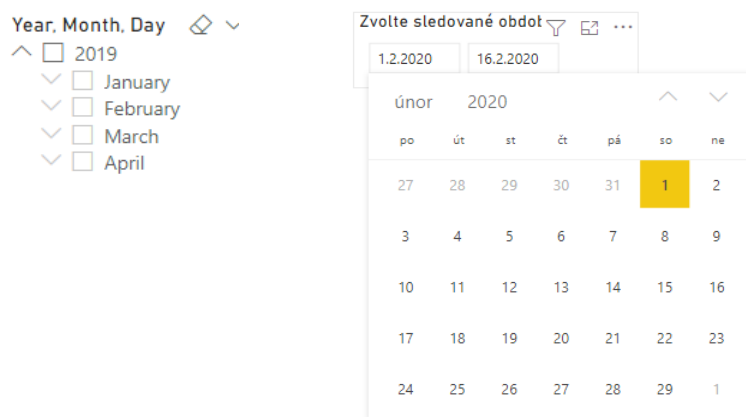
Při konzultacích byl podán návrh na změnu typu použitého průřezu. Tato změna spočívá v úpravě vizualizace průřezu na vzhled kalendáře, aby byla docílena možnost přesnějšího zvolení sledovaného období.

Pro tuto změnu je potřeba najet na vizuál průřezu, kde se v levém horním rohu objeví šipka. Po kliknutí na znak šipky je možné vybrat možnosti zobrazení průřezu. Tyto možnosti jsou:

- Možnost „Mezi“
  - Vzhled kalendáře
  - Uživatel může zvolit začáteční a koncové datum
  - Posuvník na určení dat
- Možnost „Před dnem“
  - Ukáže datum před volbou
- Možnost „Po dni“
  - Vzhled kalendáře
  - Uživatel určí pouze jeden den
- Možnost „Seznam“
  - Aktuální vzhled, data jsou vypsána do seznamu
- Možnost „Rozevírací“
  - Podobné volbě seznam, je přidána lišta s daty.
- Možnost „Relativní datum, čas“
  - Výběr dle nastavených parametrů

Pro řešení tohoto požadavku byl průřez nastaven na typ „Mezi“. Průřez nyní odpovídá požadavku na vzhled a přesnější určení sledovaného období.

Funkce „Mezi“ přidává do průřezů navíc posuvník. Pomocí posuvníku je možné vyhledávat v datech. Pro aplikaci v layoutu je posuvník zbytečností a je odstraněn. Toto odstranění proběhlo v liště formát průřezu a zakřížkování položky posuvník.



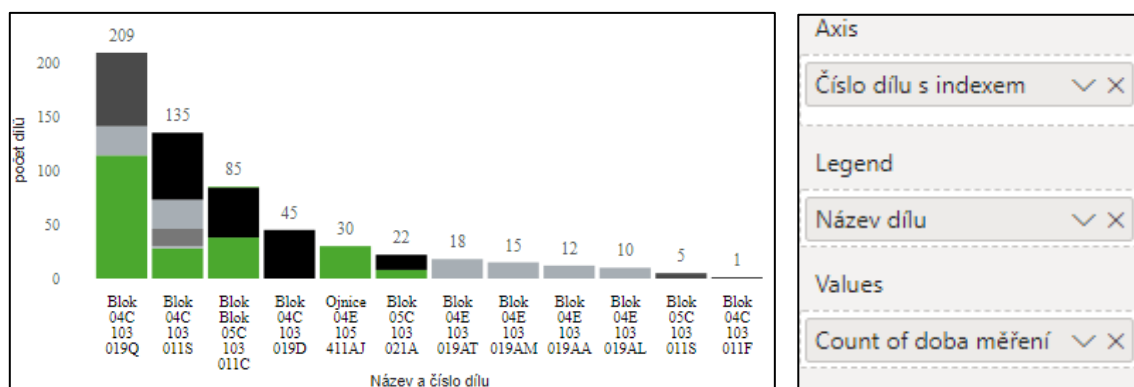
Obrázek 64 – Upravený průřez

## 17.6 Přidání doplňkových vizualizací

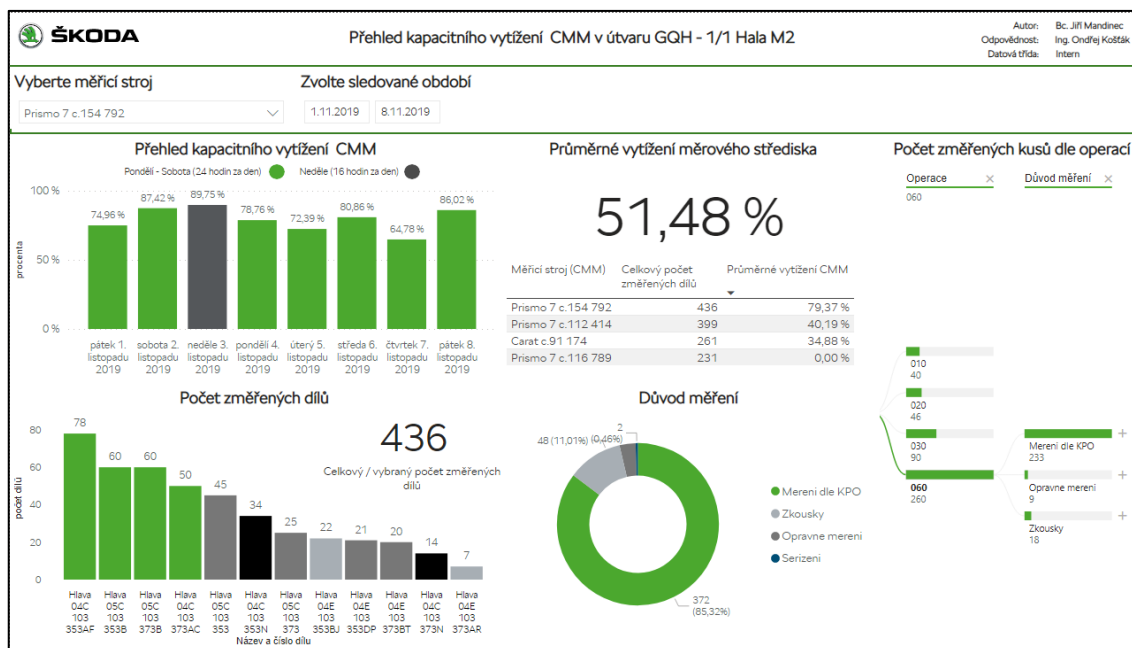
Dále jsou přidány doplňující vizualizace obsahující celkové vytížení měrového střediska za sledované období a tabulka s informacemi o počtu změřených dílů a průměrném vytížení stroje. V poslední řadě byl přidán vizuál zobrazující celkový počet změřených dílů. Vše, kromě tabulky, je realizováno pomocí vizuálu „Karta“. Tabulka je vytvořena pomocí vizuálu „Tabulka“.

## 17.7 Změna vizuálu „Měřené díly“ na skládaný sloupcový graf

Cíl této změny je zlepšení přehlednosti layoutu. Do skládaného grafu jsou přidána data obsahující informace o dílech.



Obrázek 65 – Skládaný graf pro měřené díly



Obrázek 66 – Finální verze layoutu 2A

Layout je upraven tak, aby vizualizace spolu navzájem komunikovaly (při kliknutí na hodnotu grafy zvýrazní relevantní informace). Přidání doplňkových vizualizací, které byly vloženy ke grafům, vylepšilo přehlednost výsledného layoutu. Takto upravený layout splňuje požadavky měrového střediska GQH – 1 na hale M2 ve ŠKODA AUTO a.s. a může být využit ke sledování kapacitního vytížení.

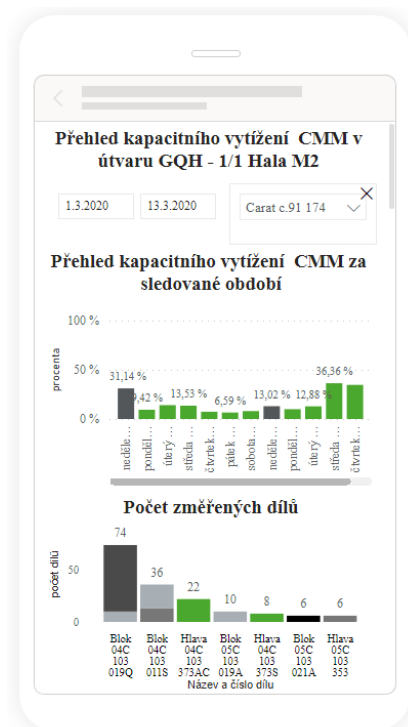
## 18. Tvorba mobilního layoutu

Pro kompletnost využití nástrojů dostupných v programu Power BI, je vytvořen mobilní layout. Možnost vytvoření mobilního layoutu se nachází v hlavních panelech v záložce zobrazení. Poté je uživatel převeden do rozhraní pro tvorbu.

V hlavním okně je nyní plocha mobilu. Do této plochy je možné z pravé části ze záložky vizualizace, vkládat již vytvořené vizualizace. Pro potřebu mobilního layoutu byly použity vizuály:

- Počet měřených dílů
- Přehled kapacitního vytížení CMM za sledované období
- Průřezy pro volbu stroje a období





Obrázek 67 – Navržený mobilní layout

Další úpravy mobilního layoutu jsou možné a jejich provedení probíhá stejným způsobem, jako jeho vytvoření.

Díky takto vytvořenému layoutu je možná kontrola kapacitního vytížení mimo pracovní stanoviště. Pro přístup k mobilnímu layoutu je nutné stáhnout mobilní aplikaci Power BI z GooglePlay pro Android, nebo App store pro iOS.

## 19. Ověření funkčnosti

Funkčnost vybraných layoutů byla ověřena během konzultací s koordinátorem měrového střediska Ing. Ondřejem Košťákem a vedoucím práce Ing. Janem Urbanem. Při této konzultaci byla ověřena funkčnost všech navržených vizuálů a celková funkčnost layoutu. Pro ověření byla náhodně vybrána data, která se nastavila ve vizualizacích pomocí průřezů. Poté proběhlo porovnání se záznamy měrového střediska. Po ověření nebyla zjištěna žádná chyba.

Poznatky z této DP budou dále aplikovány na kontinuální sběr dat pro měrové středisko GQH - 1 ve ŠKODA AUTO a.s. Tento sběr dat bude probíhat připojením cloudového úložiště, jako zdroje dat pro vizualizace.

## 20. Popis doporučení pro optimální funkčnost

Vytvoření vizualizací v rozhraní Power BI využívá data stažená ze softwaru chy.stat. Výpočet kapacitního vytížení pro měrové středisko není možný, pokud tato data nebudou kompletní. Toto pravidlo platí zejména pro sloupec „Doba měření“. Je tedy nutné brát velký ohled na správnost, a hlavně kompletnost vygenerovaných dat. Při doplňování vizualizací a jejich případné změny je dále nutné tyto změny konzultovat s pracovníkem znalým v softwaru PBI. Toto pravidlo platí také pro změny a úpravy dat a případné tvoření relací mezi daty.

Při přestupu na kontinuální proud dat (Cloud, SQL server apod.) je nutné nastavit sběr dat tak, aby nebyl zahlcován server. Tento krok je možné vyřešit stažením dat ze serveru jednou denně. Stahování dat je možné nastavit v rozhraní Power BI.

## Závěr

V teoretické části diplomové práce byly rozebrány základní pojmy, související se zadáním práce. Byl definován pojem mezioperační kontrola. Dále byly popsány a rozděleny CMM, softwary použité ke kontrole kvality a faktory ovlivňující plynulost odbavování měrových zakázek. Hlavním cílem diplomové práce byl výpočet kapacitního vytížení měrového střediska GQH – 1 ve ŠKODA AUTO a.s. Nejprve byl popsán statistický software chy.stat a způsob přenosu dat z tohoto softwaru. Také byly objasněny možnosti pro zpracování dat. Mezi tyto možnosti byl zařazen i Microsoft Power BI, který byl následně použit v praktické části.

Praktická část diplomové práce začíná načtením vygenerovaných dat do softwaru Power BI. Práce s daty probíhala v subsystému Power BI Query editor. Zde byla data analyzována. Bylo vypnuto automatické rozeznávání typu dat. Tyto typy byly přiděleny manuálně. Tento způsob byl zvolen, aby se předešlo zbytečným softwarovým chybám. Analýza dat odhalila velké množství chyb. Tyto chyby byly odstraněny pomocí funkcí v Power BI. Postup byl detailně popsán. V této části bylo také zjištěno špatné vygenerování měřicích časů pro stroj Prismo 7 c. 112 414. Z důvodu špatného vygenerování dat jsou vizualizace pro tento stroj neúplné.

Dalším krokem bylo vygenerování pomocných sloupců pro přesnější určení kapacitního vytížení měrového střediska. Tyto sloupce byly použity z důvodu špatného automatického převodu času v softwaru. Hodnoty z pomocných sloupců byly následně použity k výpočtu kapacitního vytížení. Po výpočtu byly smazány pomocné sloupce a Power BI Query editor byl uzavřen. Po uzavření editoru byla data nahrána do systému.

Pro objasnění průběhu tvorby vizualizací byly vysvětleny všechny nástroje dostupné v programu Power BI. Po prvním kroku byly vytvořeny prvotní vizualizace. Tyto vizualizace nebyly určeny pro finální layout, ale pro ověření funkčnosti dat. Následovalo vytvoření vizualizací pro layouty. V tomto kroku byly vždy navrženy dvě vizualizace a z nich byla vybrána ta nejlepší varianta.

Po tvorbě vizualizací byly vytvořeny tři layouty 1, 2A, 2B. Po konzultacích byl další postup zvolen s layoutem 2A.

Na zvoleném layoutu byly provedeny finální úpravy. Mezi tyto úpravy patří například doplnění chybějících dnů do vizualizace kapacitního vytížení. Tento krok byl vyřešen pomocí kódovacího jazyka a byla vygenerována nová tabulka obsahující data. V těchto datech je zapsána funkce, která každý den vygeneruje nové datum a nejstarší datum odstraní. Rozpětí těchto dat je 24 měsíců zpět. Další úpravy layoutů jsou popsány v kapitole 17. Úpravy layoutu 2A. Zde se mimo jiné popisuje změna vzhledu vizuálu do Škoda standard.

Posledním krokem bylo vytvoření mobilního layoutu pro využití programu Power BI Mobile. Tento layout je zkrácený a je možné, po stažení mobilní aplikace, ho otevřít na mobilním zařízení.

Ověření funkčnosti layoutů bylo provedeno s koordinátorem měrových středisek Ing. Ondřejem Košťákem a s vedoucím práce Ing. Janem Urbanem. Ověření spočívalo v porovnání záznamů měrového střediska s navrhnutým layoutem. Ověření proběhlo v pořádku.

Bylo potvrzeno, že data nejsou jen cenným zdrojem informací pro řízení výroby, ale i pro sledování výkonnosti pracovišť rozměrové kontroly. Toto zjištění se dá využít k efektivnějšímu plánování činností laboratoře jako celku.

Z poznatků diplomové práce lze vytvořit layout pro kontinuální sběr dat ze zdrojů typu cloud, nebo SQL server. Pomocí kontinuálního sběru dat je možné určit kapacitní vytížení měrového střediska GQH – 1 v reálném čase.

## Použité zkratky

CMM	Coordinate measurement machine (souřadnicové měřicí stroje)
DEA	Digital electronic automation
IBM	International Business Machines Corporation (mezinárodní obchodní strojná společnost)
SPSS	Statistical package for the social sciences (statistický balíček pro sociální vědy)
NCSS	Number crunching statistical system (číselný statistický systém)
ČR	Česká republika
CAD	Computer aided design (počítačem podporovaný design)
IGES	Initial graphics Exchange specification (počáteční specifikace výměny grafiky)
MFU	Maschinen fähigkeitsuntersuchung (analýza schopností stroje)
VDAFS	Vereinigung Deutsche Automobilindustrie Flächen Schnittstelle (asociace automobilového průmyslu - povrchové datové rozhraní)
DXF	Drawing Exchange format (Formát výměny výkresů)
STEP	Standard for Exchange of product model data (Standard pro výměnu údajů o modelu produktu)
CATIAV	PC aided three-dimensional interactive application (Trojrozměrná interaktivní aplikace podporovaná počítačem)
ProE	Pro Engineer
KPI	Key performance indicator (Klíčové ukazatele výkonosti)
OEE	Overall equipment effectiveness (Celková efektivnost zařízení)
AQDEF	Advanced Quality Data Exchange Format (pokročilý formát pro výměnu kvalitních dat)
SPC	Statistical process control (systém monitorování kvality)
ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Pokročilý formát pro výměnu dat)
QCC	Quality control charts (grafy kontroly kvality)
KPO	Kontrolní plán operací
SQL	Structured query language (Strukturovaný dotazovací jazyk)
DAX	Data Analysis Expression (Vyjádření analýzy dat)

## Použitá literatura

- [1] ISHIKAWA, Kaoru. *Co je celopodnikové řízení jakosti? Japonská cesta*. Praha: Česká společnost pro jakost, 1994, 175 s. ISBN 80-02-00974-6.
- [2] A Brief History of CMM Technology – *Status.CMM Machines, Coordinate Measuring Machines, CMM Services* – Státus [online]. Copyright Status 2021. All Rights Reserved [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://status-cmm.co.uk/blog/a-brief-history-of-cmm-technology/>
- [3] *The History of Coordinate Measuring Machines* | CMMXYZ. [online]. Copyright © Copyright 2021 Canadian Measurement [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://blog.cmmxyz.com/blog/the-history-of-coordinate-measuring-machines>
- [4] TICHÁ, Šárka. *Strojírenská metrologie*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská -Technická univerzita, 2004. ISBN 80-248-0671-1.
- [5] HOCKEN, Robert J. a Paulo H. PEREIRA. *Coordinate measuring machines and systems*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2012. ISBN 9781574446524.
- [6] *SOUŘADNICOVÉ MĚŘICÍ STROJE*. In: Katedra výrobních systémů a automatizace[online]. [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <http://www.ksa.tul.cz/getFile/id:2522>
- [7] Statistica.pro – *Datová analytika pro správné rozhodování*. *Statistica.pro – Datová analytika pro správné rozhodování* [online]. Dostupné z: <https://www.statistica.pro/>
- [8] *SPSS Software* | IBM. [online]. Copyright © Copyright IBM Corporation 2021 [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>
- [9] *Statistical Software | Sample Size Software* | NCSS. *Statistical Software | Sample Size Software* | NCSS [online]. Copyright © 2021 NCSS. All trademarks are the properties of their respective owners. [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://www.ncss.com/>

- [10] ZEISS CALYPSO - Messsoftware für Regelgeometrien. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: [https://www.zeiss.de/messtechnik/produkte/software/calypso-uebersicht/calypso.html?gclid=Cj0KCQjw8vqGBhC\\_ARIsADMSd1Ck7ZvK7qXosUVVzFDw6utcDKztkhyuu82f396dHHIoT-pD1LK2YxQaAlh\\_EALw\\_wcB](https://www.zeiss.de/messtechnik/produkte/software/calypso-uebersicht/calypso.html?gclid=Cj0KCQjw8vqGBhC_ARIsADMSd1Ck7ZvK7qXosUVVzFDw6utcDKztkhyuu82f396dHHIoT-pD1LK2YxQaAlh_EALw_wcB)
- [11] *chy.stat.* [online]. Copyright © chy.stat [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://www.chystat.com/en/>
- [12] *Q-DAS ASCII Transferformat* [online]. Copyright © [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: [https://www.q-das.com/fileadmin/mediamanager/Datenformat\\_Dokumente/Q-DAS\\_ASCII-Transfer-Format\\_ENG\\_V12\\_ec.pdf](https://www.q-das.com/fileadmin/mediamanager/Datenformat_Dokumente/Q-DAS_ASCII-Transfer-Format_ENG_V12_ec.pdf)
- [13] NOVOTNÝ, Ota, Jan POUR a David SLÁNSKÝ. *Business intelligence: jak využít bohatství ve vašich datech*. Praha: Grada, 2005. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-1094-3.
- [14] GÁLA, Libor, Jan POUR a Zuzana ŠEDIVÁ. *Podniková informatika: počítačové aplikace v podnikové a mezipodnikové praxi. 3., aktualizované vydání*. Praha: Grada Publishing, 2015. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-5457-4.
- [15] Qlik | *Data Analytics & Data Integration Solutions. Object moved* [online]. Copyright © 1993 [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://www.qlik.com/us/>
- [16] Business Intelligence and Analytics Software. *Business Intelligence and Analytics Software* [online]. Copyright © 2003 [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://www.tableau.com/>
- [17] Vizualizace dat | *Microsoft Power BI. Object moved* [online]. Copyright © 2021 Microsoft [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://powerbi.microsoft.com/cs-cz/>



- [18] Základní informace o dotazech v *Power BI Desktopu* - *Power BI | Microsoft Docs*. [online]. Copyright © Microsoft 2021 [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://docs.microsoft.com/cs-cz/power-bi/transform-model/desktop-query-overview>
- [19] Microsoft Power BI - A Complete Introduction [2021 EDITION] | *Udemy. Online Courses - Learn Anything, On Your Schedule | Udemy* [online]. Copyright © 2021 Udemy, Inc. [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://www.udemy.com/course/powerbi-complete-introduction/>
- [20] Microsoft Power BI with Desktop Training Course | *Udemy. Online Courses - Learn Anything, On Your Schedule | Udemy* [online]. Copyright © 2021 Udemy, Inc. [cit. 02.07.2021]. Dostupné z: <https://www.udemy.com/course/microsoft-power-bi-up-running-with-power-bi-desktop/>
- [21] Souřadnicová měřicí technika | *MM Průmyslové spektrum. MM Průmyslové spektrum – nejčtenější strojírenský časopis a jeho digitální obsah | MM Průmyslové spektrum* [online]. Copyright © 2001 [cit. 17.07.2021]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/souradnicova-merici-technika>
- [22] Počátky CMM - AUTOR NEUVEDEN. *A Brief History Of CMM Technology* [online]. [cit. 2.7.2021]. Dostupný na WWW: Dostupné z: <https://status-cmm.co.uk/blog/a-brief-history-of-cmm-technology/>
- [23] Mostová konstrukce - AUTOR NEUVEDEN. *ALWAID* [online]. [cit. 10.7.2021]. Dostupný na WWW: <https://www.alwaid.cz/mostove-cmm/>
- [24] Výložníková konstrukce - ZEISS. *Zeiss* [online]. [cit. 17.7.2021]. Dostupný na WWW: <https://www.zeiss.cz/metrologie/produkty/systemy/souradnicove->





merici-stroje/souradncove-merici-stroje-do-vyrobnihopro-  
stredni/zeiss-duramax.html

- [25] Portálová konstrukce - AUTOR NEUVEDEN. *ALWAID* [online]. [cit. 10.7.2021]. Dostupný na WWW: <https://www.alwaid.cz/portalove-cmm/>
- [26] Sloupová/stojanová konstrukce - *ZEISS. Zeiss* [online]. [cit. 10.7.2021]. Dostupný na WWW: <https://www.zeiss.cz/metrologie/produkty/systemy/souradnicove-merici-stroje/stojanove-merici-stroje-s-horizontalnim-ramenem/zeiss-pro-t.html>
- [27] Nekartézský CMM - AUTOR NEUVEDEN. *Keysence* [online]. [cit. 17.7.2021]. Dostupný na WWW: <https://www.keyence.com/products/measure-sys/cmm/>
- [28] Software Calypso - *ZEISS. Zeiss Calypso* [online]. [cit. 2.7.2021]. Dostupný na WWW: <https://www.zeiss.cz/metrologie/produkty/software/calypso-overview/zeiss-calypso.html>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – Původní CMM od firmy Shelton

Obrázek 2 – Mostová konstrukce

Obrázek 3 – Výložníková konstrukce

Obrázek 4 – Portálová konstrukce

Obrázek 5 – Sloupová/stojanová konstrukce

Obrázek 6 – Nekartézský CMM

Obrázek 7 – Software Calypso

Obrázek 8 – Struktura složky

Obrázek 9 – Nahraná data

Obrázek 10 – Automatické hledání chyb

Obrázek 11 – Nastavení názvu sloupců

Obrázek 12 – Funkce „Replace Values“

Obrázek 13 – Opravená data sloupce „Upínač“

Obrázek 14 – Opravená data sloupce „Doba měření“

Obrázek 15 – Opravená data sloupce „Číslo zakázky chy.stat“

Obrázek 16 – Tabulka filtru

Obrázek 17 – Příklad nalezených chyb ve sloupci „Doba měření“

Obrázek 18 – Custom column „Doba měření“

Obrázek 19 – Ukázka opravených hodnot 1

Obrázek 20 – Ukázka opravených hodnot 2

Obrázek 21 – Ukázka opravených hodnot 3

Obrázek 22 – Vygenerování počtu hodin

Obrázek 23 – Vygenerování počtu minut

Obrázek 24 – Vygenerování počtu sekund

Obrázek 25 – Nově vygenerované sloupce

Obrázek 26 – Výpočet počtu sekund

Obrázek 27 – Výpočet celkového počtu minut

- Obrázek 28 – Výpočet celkového počtu hodin
- Obrázek 29 – Úprava vygenerovaných dat (zaokrouhlení)
- Obrázek 30 – Funkce DayofWeek
- Obrázek 31 – Nahrazení číselného značení 1
- Obrázek 32 – Nahrazení číselného značení 2
- Obrázek 33 – Výpočet kapacitního vytížení
- Obrázek 34 – Popis dostupných nástrojů
- Obrázek 35 – Ověření funkčnosti dat 1
- Obrázek 36 – Ověření funkčnosti dat 2
- Obrázek 37 – Vizualizace před aplikací průřezů
- Obrázek 38 – navržené průřezy
- Obrázek 39 – Aplikace průřezů 1
- Obrázek 40 – Aplikace průřezů 2
- Obrázek 41 – Vyplněné hodnoty
- Obrázek 42 – Upravená vizualizace pro kapacitní vytížení (Procenta)
- Obrázek 43 – Vyplněné hodnoty 2
- Obrázek 44 – Upravená vizualizace pro kapacitní vytížení (Suma doby měření)
- Obrázek 45 – Vizualizace důvodu měření 1
- Obrázek 46 – Vizualizace důvodu měření 2
- Obrázek 47 – Vizualizace počtu měřených dílů 1
- Obrázek 48 – Vyplněné hodnoty 2
- Obrázek 49 – Vizualizace počtu měřených dílů 2
- Obrázek 50 – Vizualizace důvodu měření
- Obrázek 51 – Rozkladový strom
- Obrázek 52 – Vizualizace o počtu provedených operací
- Obrázek 53 – Karta – Průměrné vytížení měrového střediska
- Obrázek 54 – Karta – Celkový počet změřených dílů
- Obrázek 55 – layout 1

Obrázek 56 – Layout 2A

Obrázek 57 – Layout 2B

Obrázek 58 – Změna popisků grafů

Obrázek 59 – Data z vygenerovaného kalendáře

Obrázek 60 – Datový model

Obrázek 61 – Vytvoření relace

Obrázek 62 – Opravené hodnoty ve vizualizaci kapacitních propočetů

Obrázek 63 – Vložená loga ŠKODA AUTO a.s.

Obrázek 64 – Upravený průřez

Obrázek 65 – Skládání graf pro měřené díly

Obrázek 66 – Finální verze layoutu 2A

Obrázek 67 – Navržený mobilní layout

## Seznam Vzorců

Vzorec 1 – První část vzorce kapacitního vytížení

Vzorec 2 – Druhá část vzorce kapacitního vytížení