



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

DIGITÁLNÍ MONITOROVÁNÍ A ANALÝZY PRÁCE VE VÝROBĚ

DIGITAL MONITORING AND ANALYSIS OF WORK IN PRODUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jiří Sekera

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Jiří Sekera**
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Kříž, Ph.D.**
Akademický rok: 2021/22
Studijní program: Procesní management

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Digitální monitorování a analýzy práce ve výrobě

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je nastavení sběru dat z digitálních čidel a jejich následná analýza pro efektivnější výrobní postupy.

Základní literární prameny:

GEMIGNANI, Zach, Chris GEMIGNANI, Richard GALENTINO a Patrick Jude SCHUERMANN. Efektivní analýza a využití dat. Přeložil Jiří HUF. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4571-5.

CHMELÁR, Michal. Reporting v Power BI, PowerPivot a jazyk DAX. Pezinok, Slovenská republika: Smart People, 2018. ISBN 978-80-973078-0-6.

MIKOVCOVÁ, Hana. Controlling v praxi. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-049-9.

ŘEHÁK, Jan a Ondřej BROM. SPSS – Praktická analýza dat. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4609-5.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.
garant

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce popisuje způsob sběru dat z výrobních strojů a jejich tok. Dokumentuje postup jejich analyzování s postupným progresem z hlediska efektivity zpracování a doplňování dalších užitečných informací pro výrobní a technologický úsek. Dále se práce věnuje procesu vizualizace dat v podobě reportů pro vedení firmy a jejích úseků.

Klíčová slova

Data, online monitoring, výroba, stroje, report, vizualizace, grafy, Power BI, analýza, Excel

Abstract

The bachelor thesis describes the method of data collecting from production machines and their flow. It documents the process of analyzing data with a gradual progression in terms of processing efficiency and adding more useful information for the production and technological department. Furthermore, the thesis deals with the process of data visualization in the form of reports for the management of the company and its departments.

Key words

Data, online monitoring, manufacture, machines, report, visualization, charts, Power BI, analysis, Excel

Bibliografická citace

SEKERA, Jiří. *Digitální monitorování a analýzy práce ve výrobě* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143757>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Jiří Kříž.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne

.....

podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Křížovi Ph.D. za odborné vedení, pomoc, rady a trpělivost při zpracování této práce. Dále bych rád bych poděkoval svojí rodině, přítelkyni a kamarádům za veškerou podporu během celého studia a psaní této bakalářské práce.

Obsah

Úvod.....	11
Cíle práce, metody a postupy zpracování	12
Cíle práce	12
Metody a postupy zpracování	12
1 Teoretická východiska práce	13
1.1 Siemens	13
1.2 Termíny IT architektury Condition monitoringu	15
1.2.1 S7 protokol.....	15
1.2.2 Machine a Office LAN	15
1.2.3 FIFO.....	15
1.2.4 SSL certifikát	16
1.2.5 OPC-UA.....	16
1.2.6 TIA portál	16
1.3 CEZ neboli OEE	16
1.3.1 Výpočet CEZ	17
1.3.2 Porovnání CEZ	18
1.4 Microsoft.....	18
1.4.1 Microsoft Excel.....	19
1.4.2 Power BI	22
1.5 Bizagi Modeler.....	27
1.6 SWOT analýza	28
2 Analýza současného stavu	29
2.1 Základní údaje o podniku.....	29
2.2 Výroba.....	30
2.2.1 Stroje.....	30

2.2.2	Výrobky	33
2.3	Organizace.....	34
2.4	Obchod a financování	34
2.4.1	Obchodní situace podniku	34
2.4.2	Financování společnosti.....	34
2.5	Hlavní a podpůrné procesy.....	35
2.6	Informační systémy	35
2.7	Podnikání z více pohledů	35
2.7.1	Personalistika	35
2.7.2	Komunikační strategie	36
2.7.3	Významné aspekty pro podnikání.....	36
2.7.4	Zajištění bezpečnosti práce	36
2.8	SWOT analýza podniku	36
2.9	Počáteční stav	37
2.9.1	Před monitoringem	37
2.9.2	Koncept Siemens	39
2.9.3	Nacnění služby	41
2.9.4	Důvod aplikace	41
2.9.5	Rozeznávaná data	41
2.9.6	SWOT analýza monitoringu	41
2.9.7	Připojená zařízení	43
3	Vlastní návrh řešení	44
3.1	Proč monitoring.....	44
3.2	Pilotní návrh.....	45
3.2.1	Specifikace dat.....	45
3.2.2	Výběr strojů	45

3.2.3	Výběr časového úseku	46
3.2.4	Vymezený výsledek	46
3.2.5	Řešení v Excelu	47
3.2.6	Analýza prostožů	49
3.2.7	Člověk versus stroj.....	50
3.2.8	Závěr pilotu.....	52
3.3	Finální řešení	53
3.3.1	Data a jejich zpracování.....	53
3.4	Vizualizace dat	61
3.4.1	Úvodní seznámení.....	61
3.4.2	Stavy a náklady	62
3.4.3	Vizualizace prostožů	62
3.4.4	Využití nástrojů.....	64
3.4.5	Zhodnocení řešení v Power BI.....	65
3.4.6	Procesní mapa	66
	Závěr	68
	Seznam použitých zdrojů.....	69
	Seznam obrázků	71

Úvod

Žijeme v moderní digitální době, kdy online publikace zpráv, živý přenos audio nebo audiovizuálních stop či základních dat, bereme jako samozřejmost. Pokud má výrobní podnik možnost sledovat online informace o strojích, měl by ji využít. To zapříčiní zjištění tvrdých dat, jenž stroj online vysílá a my je můžeme sbírat a analyzovat. Doporučení využít příležitosti sběru dat se vztahuje především pro podniky střední velikosti a vyšší. Pro podniky vyrábějící ve vyšších sériích či automotive. Pro podniky, které chtějí výrobu zefektivňovat, chtějí vyšší kvalitu, chtějí si poukázat na slabá místa, chtějí být konkurence schopní a stále se posouvat vpřed.

Firma VIVA CV s.r.o. splňuje podmínky pro doporučení, tudíž má smysl sběr surových dat ze strojů provádět. Dále je využito i zástupce analogové (fyzické) doby. Tedy dokumentu, do kterého samotní operátoři zaznamenávají informace o vzniklých prostojích. Souvisle se sběrem je vhodné vytvořit způsoby a postupy, jak získaná data analyzovat tak, aby byly výstupy využitelné pro výrobní a technologický úsek.

Výstupy analýz se prezentují vhodnými vizuály doplněných o hodnoty v aplikaci Power BI prostřednictvím zpracovaných reportů. Konečné vizuály informují po sedmidenních časových úsecích o poměrech provozních stavů strojů, o nákladech na nevýrobní čas, druzích prostojů či využití nástrojů.

Cíle práce, metody a postupy zpracování

Cíle práce

Cílem práce je účinně seskupit, zpracovat a analyzovat sesbíraná tvrdá data vystupující díky službě Siemens z výrobních strojů.

Data doplnit či porovnat s informacemi, které zaznamenává obsluha stroje.

Soubory dat zpracovat do podoby vhodné k importu do aplikace Power BI.

Vytvořit vhodné vizuály k předání nasbíraných a analyzovaných informací.

Seskupit report, který se stane zdrojem informací a činidlem, jež vybudí výrobní a technologický úsek k vykonávání zlepšovacích a zefektivňovacích kroků za účelem úspor nebo zvýšení výkonnosti podniku.

Metody a postupy zpracování

V bakalářské práci byla využita analýza SWOT, která poukázala nejen na slabé a silné stránky či na hrozby, ale především na příležitosti, kterých bakalářská práce využila.

Aktivní brainstormingy v prostředí VIVA CV s.r.o. daly vzniknout postupnému zlepšování návrhů a formátům předkládaných výstupů z dat.

Odbornější informace a podklady ohledně sběru a toku dat vyplývají z rozhovorů se zaměstnanci skupiny Siemens, konkrétně oddělením Digital Services specializující se mimo jiné na Condition monitoring.

1 Teoretická východiska práce

1.1 Siemens

Skupina Siemens zastřešuje několik společností s různým zaměřením a celosvětovým působením. Na území České republiky spadají pod Siemens následující subjekty:

- 1) Siemens, s.r.o. (sídlem v Praze 13)
- 2) Siemens Mobility, s.r.o. (sídlem v Praze 5)
- 3) Siemens, s.r.o., odštěpný závod Busbar Trunking Systems (sídlem v Mohelnicích)
- 4) Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Frenštát (sídlem ve Frenštátu pod Radhoštěm)
 - Dějiny působení závodu vznikly rokem 1946 při odseparování od zlínské firmy Baťa, která vyčlenila elektrovýrobu a té se muselo najít nové místo. Závod se rozpíná na rozloze 22 fotbalových hřišť. Nyní je největším závodem na výrobu standartních elektromotorů osových výšek 225–355 mm v Evropě a hlavním dodavatel nízkonapěťových elektromotorů do celého světa. Ročně vyrobí zhruba 75 000 motorů.
- 5) Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice (sídlem ve Frenštátu pod Radhoštěm)
- 6) Siemens, s.r.o., odštěpný závod Nízkonapěťová spínací technika (sídlem v Trutnově)
- 7) OEZ s.r.o. (sídlem v Letohradu)
- 8) Siemens Industry Software s.r.o. (sídlem v Praze 7)
- 9) Siemens Electric Machines s.r.o. (sídlem v Drásově)
 - Závod se specializuje od roku 1994 na výrobu indukčních motorů. Současná výroba se obohatila o synchronní generátory, komponenty a motory. Závod zaměstnává přes 850 pracovníků. Ti společně vyrobí na 200 strojů ročně, které spolehlivě a efektivně zabezpečují maximální energetický výkon. Vysoký podíl se exportuje mimo Českou republiku do zbytku Evropy, Asie i Ameriky.

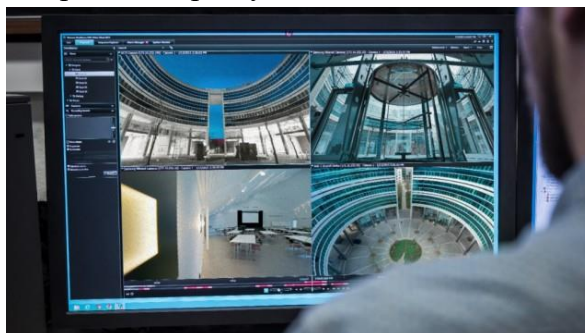


Obrázek 1 Vysoko voltový motor SIMOTICS HV M

Zdroj: [5]

Krom výše zmíněných výrob elektromotorů a pohonů skupina nabízí i jiné produkty a služby: [5]

- Průmyslová digitalizace a automatizace
 - Průmyslová bezpečnost, procesní analýza, e-business, nástroje pro projektanty, průmyslová komunikace, napájecí zdroje SITOP, průmyslové počítače, tabletové počítače, průmyslová identifikace a lokalizace, CNC systémy SINUMERIK a další produkty pro specifické požadavky jako nabíjecí infrastruktura pro elektromobily nebo systémy kontrolující zahřívání.
- Technologie budov
 - Protipožární ochrana bateriových úložišť, hořákové automatiky, systémy kontroly vstupu, video dohled, termální kamery, vodoměry, průtokoměry a další bezpečnostní prvky.



Obrázek 2 Inteligentní IP platforma pro video dohled

Zdroj: [6]

- Energetika
 - Akumulování energie, rozvody energie nebo dobíjecí stanice pro elektromobily. [5]



Obrázek 3 Dobíjecí stanice CPC 150 kW

Zdroj: 1

V rámci Průmyslové digitalizace Siemens s.r.o. oddělení Digital Services nabízí řešení Condition monitoring, která je podstatnou součástí zbylých částí bakalářské práce. [7]

1.2 Termíny IT architektury Condition monitoringu

1.2.1 S7 protokol

Jedním z dalších produktů skupiny Siemens je protokol S7. Slouží ke komunikaci v ekosystému softwarů a zařízení značky. Tímto protokolem mezi sebou komunikují například SIMATIC a SIMUMERIC stroje s Master PLC rozvaděčem. [7]

1.2.2 Machine a Office LAN

Část MachineLAN se skládá z výrobních zařízení a Master PLC a je připojena na odlišnou síť oproti Virtuálnímu serveru nebo počítači uživatele. Toto řešení je realizováno z důvodů bezpečnostních, aby kupříkladu útočník probourající se do počítače nebyl schopen nijak ovlivnit výrobní zařízení. [7]

1.2.3 FIFO

Režim FIFO je nejčastěji spojován s tokem materiálu v rámci logistiky, managementu zásob a podobných odvětví. Obdobným způsobem putují i data. V tomto případě do

bufferu. Zkrácenina anglického slovního spojení First In First Out si můžeme představit, že data, putující do bufferu se zastupují do řady. První, co vkročí, první vystoupí ven. [7]

1.2.4 SSL certifikát

SSL je digitálním certifikátem, který dává v možnost šifrované připojení na stránku a ověřuje její identitu. SSL je zkratkou pro Secure Sockets Layer, tedy Zabezpečená Vrstva Soketů. Pokud chtějí webové stránky zabezpečit online platby nebo zabezpečit informace o svých zákaznících, musí jejich webové stránky disponovat SSL certifikátem. SSL garantuje bezpečnost internetových připojení a zabraňuje hackerům sledovat nebo upravovat informace přenášené mezi dvěma systémy. [7][8]

1.2.5 OPC-UA

OPC-UA je zkratkou pro Opec Platfor Comunciations Unified Architecture čili Otevřená Komunikační Platforma – Sjednocená Architektura. Je to extenzivní, na platformě nezávislý standard, který umožňuje zabezpečit výměnu informací v průmyslovém systému a je založen na Ethernetu. OPC-UA je kompatibilní se systémem Windows, macOS, Android i Linux, může být také použit u zařízení bez operačního systému. OPC-UA funguje na počítačích, cloudových infrastrukturách, PLC i na CPS tedy kyberfyzických systémech. Siemens používá horizontální komunikaci mezi stroji a vertikální komunikaci od stroje až ke cloudu. [7][9]

1.2.6 TIA portál

Totally Integrated Automation Portal. Plně Integrovaná Automatizace. TIA propojuje do jedné uživatelsky přívětivé platformy nejrůznější inženýrské nástroje. Podporuje digitalizaci výrobní dokumentace, pracovní postupy a návrhy až po analytické úkony s daty vyplývajícími z všech fází projektu. Využívá se simulačních nástrojů a efektivních diagnostik. TIA napomáhá zvýšení flexibility optimalizováním a kontrolováním klíčových ukazatelů stanovených managementem. [10]

1.3 CEZ neboli OEE

Celková Efektivnost Zařízení, v angličtině Overall Equipment Effectiveness, je metrika tzv. nejlepších postupů, která určuje procento plánované doby výroby, která je skutečně produktivní. Výsledný 100 % CEZ představuje dokonalou výrobu: výroba pouze kvalitních dílů, co nejrychleji a bez prostojů. [11]

1.3.1 Výpočet CEZ

CEZ bere v úvahu všechny ztráty (prostoje, ztráty na rychlosti a ztráty kvality) a výsledkem je míra skutečně produktivního výrobního času.

$$\text{OEE} = \text{Dostupnost} \times \text{Výkon} \times \text{Kvalita} \times (100\%)$$
$$\text{Dostupnost} = \frac{\text{Skutečný čas výroby}}{\text{Plánovaný čas výroby}}$$
$$\text{Výkon} = \frac{\text{Skutečně vyrobené množství}}{\text{Teoreticky vyrobené normované množství}}$$
$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Celkové množství OK (shodných výrobků)}}{\text{Celkové množství všech výrobků}}$$

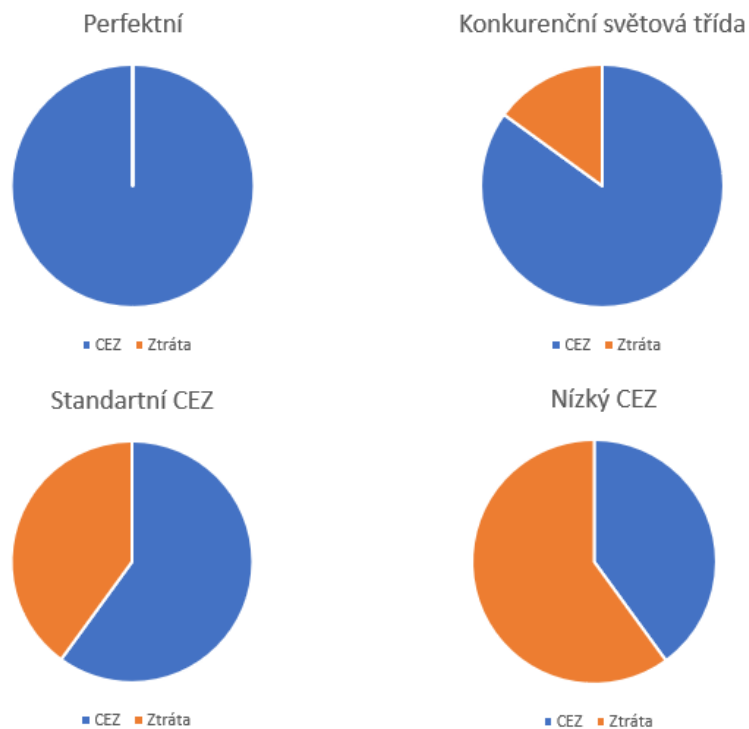
Obrázek 4 OEE a dílčí výpočty

Zdroj: [12]

- V dostupnosti se odráží ztráty, které zahrnují všechny události, které zastaví plánovanou výrobu na znatelně dlouhou dobu (obvykle několik minut nebo déle). Do ztráty dostupnosti se řadí neplánované prostoje (například poruchy zařízení a nedostatek materiálu) a plánované prostoje (například doba přeseřízení na novou zakázku).
 - Výkon zohledňuje ztrátu výkonu, která zahrnuje všechny aspekty, které způsobují, že výrobní prostředek pracuje menší než maximální možnou rychlostí (včetně pomalých cyklů a drobných pozastavení).
 - Kvalita reprezentuje ponížení kvality, jež je tvořena vztahem shodných kusů ku celkovému množství zahrnující vyrobené kusy, jenž splňují i nesplňují normy kvality – zmetky, včetně kusů, které jsou později přepracovány – neshodné kusy.
- [11]

1.3.2 Porovnání CEZ

- 100% CEZ znamená, že je produkce perfektní, obrábí se v nejvyšším možném tempu, žádné neshodné kusy a žádné prostoje.
- 85% CEZ je hodnota, ke které se chtějí blížit nebo mají jako stanovený cíl nejčastěji podniky zaměřující se na automotive či velkosériovou výrobu.
- 60% CEZ reprezentuje standartní podnik, jehož organizace výroby má prostor na zlepšení.
- 40% CEZ odráží například začínající výrobu, zkoušení technologie nebo velmi špatné podchycení výrobních procesů.



Obrázek 5 Porovnání CEZ

Zdroj: Vlastní

1.4 Microsoft

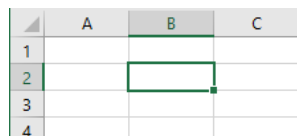
Microsoft Corporation (MS) je původem americkou technologickou společností. Zaměřuje se na počítačový software, spotřební elektroniku, osobní počítače a služby s tím spojené. Nejznámějším produktem je operační systém Microsoft Windows, balíček programů Microsoft 365 či webové prohlížeče Internet Explorer a Edge. Co se týče hardwaru je významným hráčem konzolového průmyslu skrze svůj Xbox. Kategorii

přenosných počítačů zastupuje Microsoft Surface. Důležité programy pro mou závěrečnou práci jsou Excel a Power BI. [13]

1.4.1 Microsoft Excel

Excel je program, který využívá buněk a tabulek k uspořádání čísel a dat pomocí funkcí a vzorců. Umožňuje uživateli data organizovat, formátovat, provádět matematické i logické úkony. Díky principu řádků a sloupců dává Excel uživateli možnost snáze zobrazit informace, které přidávají nebo mění. Je to nejzákladnější program užívaný napříč všemi odvětvími. Aktivně jej využívá finanční, obchodní a ekonomické oddělení, oddělení lidských zdrojů či plánování. Subjekty tedy využívají program pro obchodní analýzy, zadávání a ukládání dat, analýzu dat, shromažďování a ověřování obchodních dat, vykazování výkonnosti, strategické analýzy, účetnictví a rozpočty, administrativní a manažerské úkony, plánování projektů či k standardní administrativě. Pro uživatele Excelu jsou důležité následující termíny:

- Buňka – data se zadávají do buněk jejíž adresa odpovídá průsečíku určitého sloupce a řádku.
- Odkaz na buňku – soubor souřadnic, na kterých se buňka nachází. Řádky jsou číslovány a sloupcům je přiřazeno písmeno.
- Aktivní buňka – aktuálně vybraná buňka, která je ohraničena zeleným rámečkem.

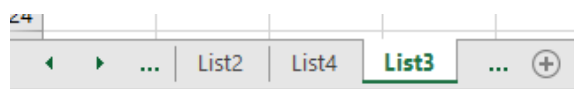


	A	B	C
1			
2			
3			
4			

Obrázek 6 Aktivní buňka

Zdroj: Vlastní

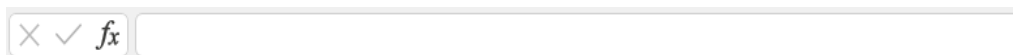
- Sešit – soubor aplikace Excel, který obsahuje jeden nebo více pracovních listů.
- Pracovní list – různé dokumenty vnořené do sešitu. Jejich výběr se nachází v levém dolním rohu.



Obrázek 7 Pracovní listy

Zdroj: Vlastní

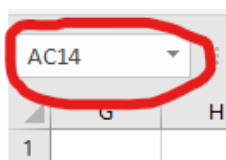
- Vzorce – matematické rovnice, odkazy na buňky nebo funkce, které lze umístit do buňky, a získat tak určitou hodnotu. Vzorce musí začínat znaménkem rovnosti "=".
- Řádek vzorců – dlouhý vstupní řádek, který slouží k zadávání hodnot nebo vzorců do buněk. Nachází se v horní části pracovního listu vedle označení "fx".



Obrázek 8 Řádek vzorců

Zdroj: Vlastní

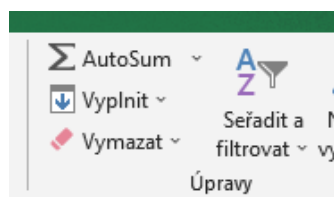
- Pole názvů – pole umístěné vlevo od pruhu vzorců zobrazuje číselné a písmenné souřadnice aktivní buňky.



Obrázek 9 Pole názvů

Zdroj: Vlastní

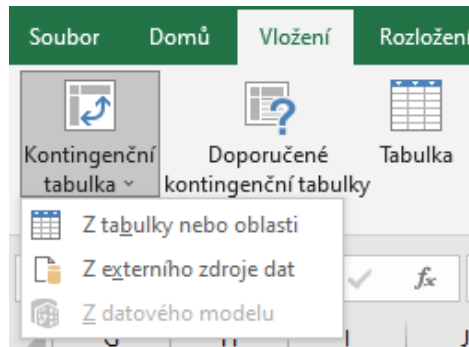
- Filtr – pravidla, která může uživatel využít k výběru řádků v pracovním listu, které se mají zobrazit. Tato možnost se nachází v pravém horním rohu domovské lišty pod položkou "Seřadit a filtrovat".
- Vyplnit řadu nebo vzor – funkce umožňuje uživatelům automaticky kopírovat data do více než jedné buňky. U dvou nebo více buněk v řadě může uživatel vybrat obě buňky a přetažením pravého dolního rohu dolů automaticky vyplnit zbytek buněk.
- Součet – pomůže uživatelům sčítat více hodnot. Uživatelé mohou vybrat buňky, které chtějí sečíst a stisknout klávesy Alt a Rovná se. Tlačítko pro zapnutí této funkce se nachází také v pravém horním rohu domovské stránky, nad položkou "Vyplnit" a vlevo od položky "Seřadit a filtrovat".



Obrázek 10 Vyplnit řadu, součet a filtr

Zdroj: Vlastní

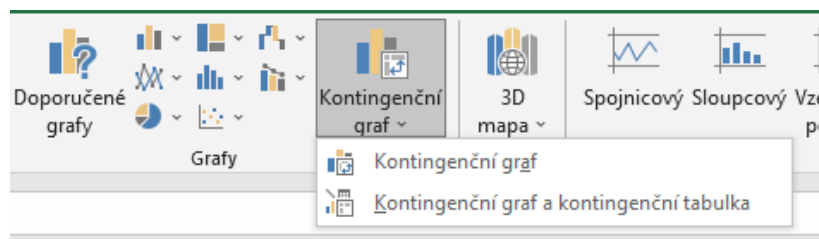
- Kontingenční tabulka – nástroj pro sumarizaci dat automaticky třídí a vypočítává data. Nachází se zcela vlevo pod kartou "Vložit".



Obrázek 11 Kontingenční tabulka

Zdroj: Vlastní

- Kontingenční graf – slouží jako vizuální pomůcka ke kontingenční tabulce a poskytuje grafické znázornění dat. Nachází se pod prostřední záložkou vložení, mezi grafy a 3D mapou. [14]



Obrázek 12 Kontingenční graf

Zdroj: Vlastní

1.4.2 Power BI

Power BI bylo uvedeno na trh v červenci roku 2015. Jedná se o platformu Business Intelligence. Dokáže sesbírat a skombinovat data v nejrůznějších formátech z nejrůznějších zdrojů. Následně analyzovat, vizualizovat a exportovat. Jedná se tedy o přímou konkurenci Tableau, QlikView či QlikSense. Power BI (PBI) předčí konkurenci více funkcionalitami a je zdarma k používání. PBI vychází z excelových doplňků PowerPivot, Power Query a Power View. Avšak oproti Excelu není nutno vlastnit Microsoft 365. [1]

1.4.2.1 Výhody PBI

- Možnost importu dat o miliardách řádcích
- Jedno prostředí, ve kterém jde pokrýt většinu operací analýz i reportingu
- Stabilita softwaru
- Aktivní podpora a aktualizace programu
- Komunitní hlasování o přidání doplňků do programu
- K instalaci stačí Windows 7 nebo vyšší [1]

1.4.2.2 Hlavní části PBI ekosystému

1. Power BI Desktop – středobod celého ekosystému. Využívá se na kombinování, transformaci a přípravu dat k tvorbě datových modelů, reportů a publikování do cloudu nebo na interní servery firmy. A to vše z velkého množství datových zdrojů. Tato aplikace je kompletním řešením pro přípravu reportů od počátku do konce. Používání aplikace je intuitivní. Je vhodná jak pro drobné analýzy v rámci malého oddělení, tak i pro komplexní akce.
2. Power BI cloud – služba původně vznikla za účelem publikování a sdílení reportů PBI. Funguje na webovém prohlížeči, a i přes to dává v možnost vytváření dashboardů datových modelů či automatické aktualizování a rozesílání reportů vycházejících již z existujících datových modelů. Dokáže v reálné čase streamovat definované informace. Slouží také jako základna pro další distribuci obsahu s dalšími webovými nebo cloudovými službami. Taková funkcionalita ale není zadarmo.
3. Power BI Report Server – využívá se k publikování reportů na interní servery podniku. Dává na výběr definování přístupů ostatních uživatelů k jednotlivým

reportům nebo jejich souboru. Dále disponuje funkcí automatické aktualizace dat a reporty jsou dostupné na webovém prohlížeči nebo v mobilní aplikaci. Power BI Report Server je v rámci předplatného Premium.

4. Power BI Mobile – jedná se o mobilní aplikaci stáhnutelnou na App Store, Obchode Play nebo Microsoft Store. [1]

1.4.2.3 Technologie PBI Desktop

- Power Query – dává v možnost stáhnutí dat z nejrůznějších zdrojů (složky, databáze, Excel, cloud, textové soubory, SharePoint, Azure, Google Analytic a skoro 100 dalších). Data je možno libovolně kombinovat a transformovat do podoby, aby se nám dobře analyzovaly. Není tedy potřeba datového skladu. Využívá se jazyku M.
- Power Pivot – analytický nástroj vysoké rychlosti. PBI jej udržuje v nejaktuálnější podobě ze všech ostatních aplikací MS. Analýzy jsou tvořeny pomocí jazyku DAX.
- Power View – reportingová vrstva, která umožňuje vytvářet moderní a interaktivní vizualizace. [1]

1.4.2.4 Porovnání verzí

1. Verze Free – zdarma, obsahuje 90% veškeré nabízené funkcionality.
2. Verze Pro – od 8,40 € za měsíc, obsahuje všechny funkcionality.
3. Verze Premium – disponuje vyhrazenými servery na cloudu a hostuje reporty i na interních serverech podniku. [1]

1.4.2.5 Vizualizace

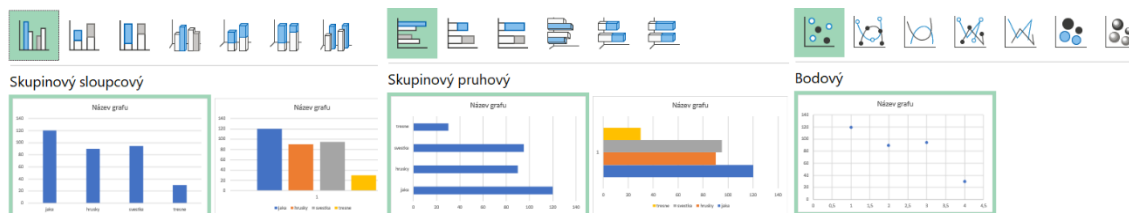
Správě data spočítat analyzovat je skvělé, ale pokud se špatně interpretují, tak práce přijde vniveč. Jedna z nejsilnějších stránek PBI jsou právě vizualizace. Zobrazování dat, při kterém jsou informace nejlépe pochopitelné a stravitelné. [1]

Vizuály jsou hlavním pilířem přehledů a reportů. Úkol grafu je čtenáři ušetřit čas a usnadnit porovnávání a rozlišování souborů dat. Nejsnazší posuzování hodnot pro člověka je ve 2D, tudíž výška sloupce nebo délka linky. Této výhody nejvíce využívají sloupcové a spojnicové grafy. Úkon posuzování se stává náročnějším v případě, kdy grafy začnou předávat informace i pomocí jiných vizuálních prostředků – odstíny barev, plochy, šířky, výseče. Barvy by se měly používat s rozmyslem a omezeně. Přidávají se pouze

tehdy, pokud vysvětlí nebo zdůrazní význam prvků v reportu. Barvy pomohou ustředit pozornost na důležité věci nebo je dokážou spojit. Syté červené se bude věnovat větší pozornost než vybledlé. Přírodní barvy lidé vnímají jako uklidňující, naopak syntetické evokují výstrahu. Pokud se nahrazují v grafech data barvami, jejich užití se dá rozdělit do tří typů schémat. Sekvenční, pokud se prezentované hodnoty řadí od nízkých po vysoké. Divergentní, pokud mezi hodnotami existuje centrální bod, myšleno průměr nebo nula. Kategorická, pokud se hodnoty řadí do rozdílných skupin, například americké státy. Jen musí mít sousedící státy kontrastní barvu. [2]

Kategorie grafů

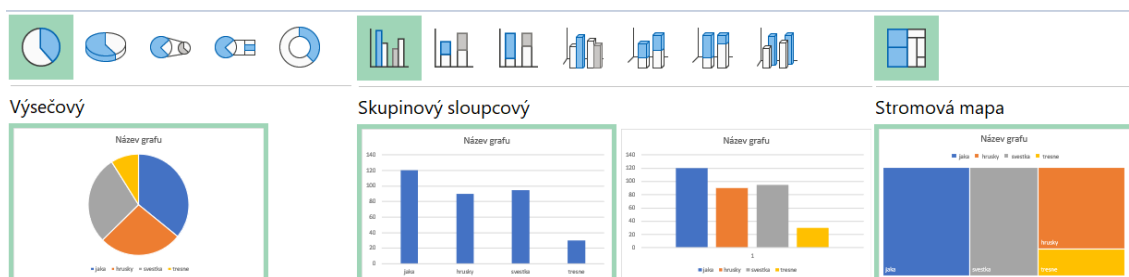
- Distribuce
 - Rozložení datových prvků do jedné nebo více dimenzí. Patří sem sloupcové, pruhové i bodové grafy.



Obrázek 13 Grafy distribuce

Zdroj: Vlastní

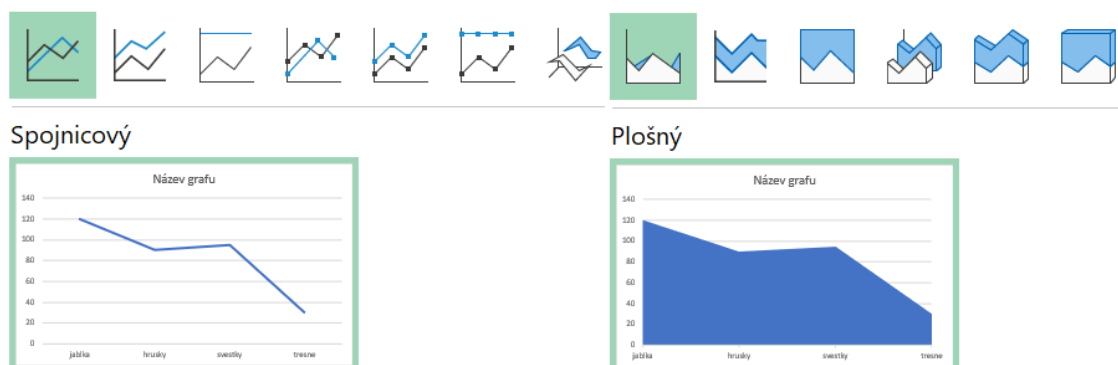
- Kompozice
 - Rozložení celku do jednotlivých dílů. Ku příkladu rozložení druhů provozních stavů v jednom týdnu. Využívá se koláčových nebo sloupcových grafů a stromové mapy.



Obrázek 14 Grafy kompozice

Zdroj: Vlastní

- Trendy
 - Trendy představují hodnoty měnící se v čase. Pro představu, vývoj návštěvnosti hradu za rok. Trendy znázorňují spojnicové a plošné grafy.



Obrázek 15 Grafy trendů

Zdroj: Vlastní

- Vztahy a srovnání
 - Srovnání jednotlivých prvků dat s jinými prvky. Kteří studenti mají nejlepší výsledky v testech a u kterých se projevilo největší zlepšení. Užívá se bublinových, bullet a kombinovaných grafů. [2]

Typy grafů

- Sloupcový graf (Bar) – číselná osa je svislá a horizontální reprezentuje kategorie.
 - Jednoduchý (simple) – jedna řada sloupců s kategoriemi jedné proměnné.
 - Skupinový (clustered) – skupiny kategorií jedné proměnné.
 - Skládáný (stacked) – osa X představuje sloupce kategorizované. Proměnné, jež jsou seskládány na sebe z kategorií dalších proměnných. Sloupce lze nastavit tak, aby představovaly 100 %.
- 3D sloupcový graf (3D Bar) - je obdobou klasického sloupcového grafu všech typů s tím, že se vyobrazuje v 3D prostoru.
- Spojnicový graf (Line) – vodorovnou osu má kategorizovanou a svislou číselnou. Hodnoty jsou prezentovány spojnicovou lomenou čarou.
 - Jednoduchý (simple) – graf je tvořen jednou lomenou čarou a je nejvhodnější pro vyobrazení jedné proměnné jedné kategorie.
 - Mnohonásobný (multiple) – graf je utvořen z vícero lomených čar.
 - Úsečkový – úsečkový typ grafu.

- Plošný graf (area) – podobný spojnicovému grafu s rozdílem vyobrazení plochy pod lomenou čarou.
 - Jednoduchý.
 - Skládaný.
- Koláčový graf (pie) – pouze jedna číselná osa, hodnoty představují výseče koláče. Součet hodnot odpovídá 100 %.
- Graf rozpětí (high-low).
 - Jednoduchý.
 - Skupinový.
- Graf rozptýlený krabicový (Boxplot) nebo intervalový (error bar).
 - Jednoduchý.
 - Skupinový.
- Populační pyramida (population pyramid) – porovnává četnostní distribuce svisle proti sobě. Svislá osa prezentuje kategorie a vodorovná četnost.
- Bodový graf a bodový graf hustoty (scatter/dot).
 - Jednoduchý (simple scatter).
 - Vrstvený (overaly scatter).
 - Maticový graf (matrix scatter).
 - Trojrozměrný (3D scatter).
 - Bodový graf hustoty (simple dot).
- Histogram – spojení intervalů, kdy výška sloupců úměrně odpovídá četnosti v intervalu.
- Sekvenční graf – podobný spojnicovému grafu s rozdílným zadáváním.
- PP a QQ grafy – ověřují statickou shodu teoretického a empirického rozložení dat.
- Grafy kontroly kvality – regulační diagramy (control charts). [3]

Pravidla designu

- Bez přebytečných údajů.
 - Vyhnout se ozdobným prvkům, třeba 3D efekty grafů. Odstranit pozadí, nadbytečné linky a mřížky či odstranit osu Y, pokud jsou soubory hodnot dostatečně popsány.

- Zviditelnění kontrastem.
 - Jsou-li popisky dat v nedostatečném kontrastu, mohou čtenáři důležité údaje snadno přehlédnout.
- Čitelné popisky.
 - Vyhnout se vertikálním popiskům a malým písmenům.
- Bez opakování.
 - Není vždy za potřebí, aby ke každému grafu byla přiřazena celá legenda a popisky, tuto funkci může dostatečně zastoupit titulek. Místo legendy se může přiřadit popisek přímo k datovým řadám.
- Bez vyhlazování.
 - Vyhlazování a zakulacování linek dává pocit, že graf obsahuje data, která tam ve skutečnosti nejsou a může se stát negativně zavádějícím.
- Bez přechodů.
 - Používání jednolitých barev bez přechodů do ztracena. Koncový bod musí být zřetelný.
- Seřazení.
 - Seřazením grafu dle metriky se stane graf přehlednějším a srozumitelnějším. Bude na první pohled jasné, jaké hodnoty jsou nejnižší a jaké nejvyšší.
- Různé barvy.
 - Aplikace stupňů šedi může být často lepší než paleta nejrůznějších barev. Zachování barev u jednotlivých bodů či druhů informací nebo při změně časového úseku. [2]

1.5 Bizagi Modeler

Bizagi Modeler je jeden z 5 produktů jež Bizagi nabízí hned vedle Bizagi Automation, Bizagi Studio, Xchange a Trust Center. Modeler slouží k mapování podnikových procesů ve standardu BPMN a jejich následné simulaci. Modeler umožňuje uživatelům vytvořit a zdokumentovat podnikové procesy pro zviditelnění příležitostí ke zlepšení nebo optimalizaci procesů s cílem zefektivnění chodu podniku. [15]

1.6 SWOT analýza

SWOT analýza je analýza, která implementuje hlavní východiska interních a externích analýz. Matice SWOT je souborem silných (strengths) a slabých (weaknesses) stránek doplněných o příležitosti (opportunities) a hrozby (threats). Výstupem SWOT jsou základní body pro budoucí strategické řízení. Doporučuje se sestavit matici minimálně jednou do roka. Snáz se tak přijde na hrozící nebezpečí či poslouží k zpětnému vyhodnocení rozhodnutí minulých. [4]

SWOT – Analysis		
Internal view	Strengths <ul style="list-style-type: none">• What advantages do we offer? (USP)• What synergies can be created?• Which factors lead to success?• What makes us unique?• Which resources make us better?	Weaknesses <ul style="list-style-type: none">• What disadvantages do we have?• What are we worse at than others?• What are our weaknesses?• What resources do we lack?
	External view	Opportunities <ul style="list-style-type: none">• What trends are there?• What opportunities are still untapped?• Are there positive societal changes?• Helpful legislative changes on the horizon?• Are there new technologies?

© Benjamin Talin, MoreThanDigital

Obrázek 16 SWOT analýza

Zdroj: [16]

2 Analýza současného stavu

2.1 Základní údaje o podniku

Firma, u které zpracovávám bakalářskou práci nese jméno VIVA CV s.r.o. Čestmír Vančura ji založil v roce 2006. Prvotním účelem společnosti byla pomoc obráběcími procesy Kovárně VIVA a.s. Kovárna kove primárně zápustkovou metodou. Aktuálně administrativní zázemí Kovárny sdílí budovu s technickým oddělením a výrobou VIVA CV s.r.o., 74. budova v Baťovském areálu Svit ve Zlíně. Posledních pár let působí jako plně samostatná firma. Výrobní prostory se rozkládají na 2200 m² a oddělení technických pracovníků s managementem na dalším tisíci čtverečních metrů. Ve firmě je přes 70 zaměstnanců.



Obrázek 17 Budova VIVA a.s. + VIVA CV s.r.o.

Zdroj: Vlastní

Podle Obchodního rejstříku jsou strukturované informace o firmě následující:

- Obchodní název: VIVA CV s.r.o.
- Sídlo: Vavrečkova 5333, 760 01 Zlín
- IČO: 27696057
- Datum zápisu: 22. srpna 2006
- Jednatel: Ing. Pavel Pařil
- Společník: Ing. Čestmír Vančura

- Základní kapitál: 200 000 Kč

Hlavním předmětem podnikání je:

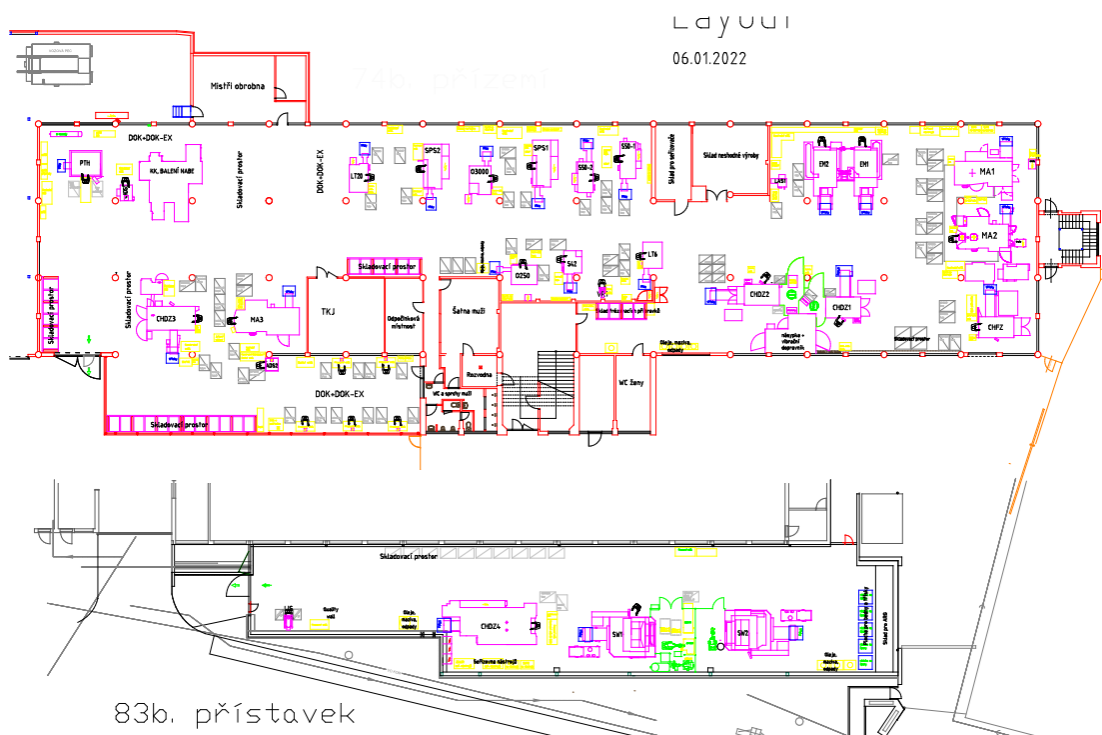
- Obrábění
- Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 a 3 živnostenského zákona

Logo firmy:



Zdroj: VIVA CV s.r.o.

2.2 Výroba



Obrázek 19 Layout výrobních prostor

Zdroj: VIVA CV s.r.o.

2.2.1 Stroje

Firma aktuálně disponuje celkem 32 zařízeními ve výrobním úseku.

2.2.1.1 Soustruhy

12 Computer Numerical Control, dále CNC, soustruhů. Horizontální s kluzným vedením nebo vertikální s paletizací. Řídící systémy jsou SIEMENS a OSP-P300LA. Je možno soustružit do průměru cca 400 mm a do délky 500 mm. Hmotnost soustružených dílů může dosahovat až 15 kg. Firma koupila nebo pronajímá stroje v následujícím počtu a označení: 1krát Okuma LB3000EX, 1krát Okuma L250E, 3krát SPS2/25 NC, 2krát S50, 1krát S42, 1krát Leadwell LTC20B, 1krát Leadwell T6 a 2krát Emag VL4.

2.2.1.2 Frézky

12 CNC frézovacích center. K dispozici je více druhů. 4 osé jednovřetenové horizontální frézky s otočným stolem nebo 3-4 osé vertikální frézky s otočným stolem a 2 nebo 4 vřeteny. Stůl má maximální velikost v X=730 mm, Y=730 mm a Z=800 mm. Vybraná centra mají autonomní robotickou apretaci obrobku nebo robotizovanou manipulaci polotovaru a obrobku. Fungují s řídicími systémy SIEMENS a FANUC. Obráběné díly mohou vážit až 18 kg. Aktuálně se používá: 3krát Makino A61NX, 1krát Chiron FZ 15 W, 2krát plně robotizované pracoviště s Chiron DZ 15W a 1krát samostatně s obsluhou, 1krát Chiron DZ 22W, 2krát automatizované pracoviště s centry SW BA 642 dovedené skoro do finále.



Obrázek 20 Frézovací centrum Chiron

Zdroj: VIVA CV s.r.o.

2.2.1.3 Ostatní

CNC protahovací stroj Stenhoj. Ten může protahovat až 3 kusy najednou anebo až do průměru 100 mm. Délka protahovacího trnu je až 2000 mm. Řídicí systém pod SIEMES a protahují se díly až do hmotností 18 kg.

Dvě průmyslové pračky ADS200 a ADS200R s průměrem pracovního koše 750 mm a výškou 400 mm. Pracují pod systémem SIEMENS a umožňuje praní dílců do 10 kg.

Do strojů ve výrobě zařadím i zařízení z oddělení kvality, i když nevýrobní. Na oddělení se nachází kamerová kontrola polohy ozubení nebo závitu, dílenské měřidlo DuraMax, konturograf a drsnoměr. Na nejsložitější dílce si posvítí 3D laboratorní měřicí přístroj Zeiss Acurra a Zeiss DuraMax.

V neposlední řadě stojí za zmínku i zařízení, které se používají zločkově méně vůči ostatním. Dílenský laser LT, vrtačka nebo indukční kalení.



Obrázek 21 3D měřicí přístroj

Zdroj: VIVA CV s.r.o.

2.2.2 Výrobky

Obrobené výkovky se nacházejí po celém světě v různých segmentech. Nejvíce však v nákladních automobilech (např. Scania) nebo v komponentech pro automotive se zaměřením na elektromobilitu. Dále v radiálních hydraulických motorech, manipulační, zdvihací a zemědělské technice. Vyrábí se pro trh tuzemský i zahraniční. Mezi další významné zákazníky patří Bosch, Linde, Poclain a ZF. Částečný průřez vyráběnými díly je následující:



Obrázek 22 Průřez výrobky

Zdroj: Vlastní

2.3 Organizace

VIVA CV se označuje jako obchodní společnost. Konkrétně společnost s ručením omezeným. Dříve byla VIVA CV spojená s kovárnou VIVA a.s. Od roku 2018 tomu tak již není. Majitel pan Ing. Čestmír Vančura může víc zasahovat to chodu firmy a řídit rozhodnutí, které z provozu plynou podle jeho uvážení a nabytých zkušeností. Jednatel firmy je Ing. Pavel Pařil. Organizační struktura je následující:



Obrázek 23 Organizační struktura

Zdroj: VIVA CV s.r.o.

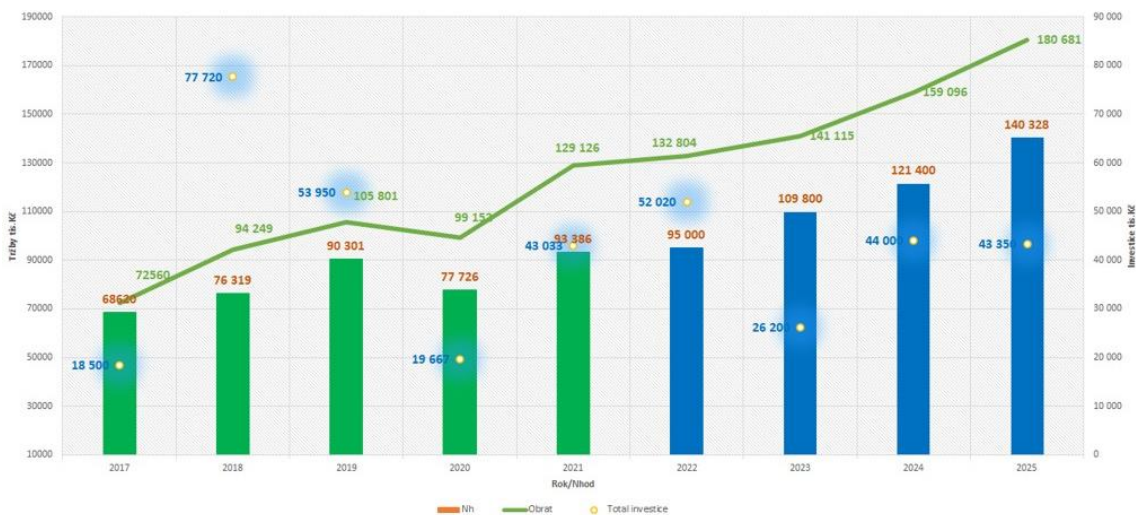
2.4 Obchod a financování

2.4.1 Obchodní situace podniku

Dodavatelem výrobků, určeným k obrábění, je kovárna VIVA a.s. Je pravda, že se v roce 2018 VIVA CV s.r.o. „osamostatnila“, ale kovárna je jak jediným dodavatelem, tak jediným zákazníkem. Všechny obchody tedy prochází kovárnou VIVA a.s.

2.4.2 Financování společnosti

Financování podniku plyne z výsledku hospodaření – zisku a dotací plynoucích z Evropské unie použité primárně na technologii, stroje, měřicí techniku a vzdělávání personálu.



Obrázek 24 Graf rozvoje VIVA CV

Zdroj: VIVA CV s.r.o.

Na obrázku, dodaným managementem, jsou znázorněny normohodiny sloupcovým, tržby spojnicovým a vynaložené investice bodovým grafem. Druhá polovina, od roku 2022, vizualizuje předpověď managementu až do roku 2025.

2.5 Hlavní a podpůrné procesy

Procesní řízení podniku se odvíjí od interní mapy, která je vytvořená na základě ISO 9001.

Mezi hlavní procesy se řadí výroba. Jí předcházející návrh a vývoj, požadavky na produkt a služby a zákaznický servis. Do podpůrných procesů patří lidské zdroje, dokumentované informace, hmotné zdroje a financování, IT, BOZP.

2.6 Informační systémy

Ve firmě se primárně pracuje se 3 softwary (mimo základní MS). Jako Product Lifecycle Management (PLM) se využívá TeamCenter, pro plánování Logis a jako Enterprise resource planning (ERP) ABAS. V ABAS se vedou takty, odvádění výroby, prodávání a veškerá dokumentace s výrobou spojená.

2.7 Podnikání z více pohledů

2.7.1 Personalistika

Lidé jsou primárně přijímáni z oboru strojírenství a následuje zaučení. Personalistka je externí. Trh s lidmi není aktuálně ideální.

2.7.2 Komunikační strategie

Na normální úrovni. Informovanost top managementu je v pořádku. Pravidelné porady středního managementu, avšak s nižšími poschodími hierarchie informovanost klesá.

2.7.3 Významné aspekty pro podnikání

2.7.3.1 IIP

Mezinárodně uznávaný standard z oblasti systémového rozvoje lidských zdrojů.

2.7.3.2 Zelená firma

Díky účasti v tomto projektu, mají zaměstnanci možnost bezplatně odevzdávat do specifického boxu baterie, akumulátory a elektrozařízení. Účast také umožní svoz a recyklaci velkého elektroodpadu zdarma.

2.7.3.3 IATF 16949:2016 a EN ISO 9001

Normy managementu kvality pro automobilový průmysl.

2.7.4 Zajištění bezpečnosti práce

Standardně personál dostává potřebné ochranné pomůcky odpovídající prostředí, ve kterém se pohybuje. Ochrana sluchu a zraku, pracovní oděv, rukavice a mycí pastu. Pravidelně probíhá školení bezpečnosti práce, požární ochrany a pravidelné lékařské prohlídky.

2.8 SWOT analýza podniku

Do silné stránky bych rozhodně zařadil komplexní servis pro zákazníky. Certifikace ISO 9001 a IATF 16949 Z oblasti lidských zdrojů to bude systém odměňování zaměstnanců, pravidelné vzdělávání a školení, akce typu slavnostních obědů nebo vyhlášení nejlepších pracovníků. Také dobrá dostupnost v centru města. Z hlediska výrobního je to bez váhání snaha o zavádění robotizace, inovací, automatizací, vysokou kvalitou výrobků a moderní CNC obráběcí stroje.

Slabou stránkou je závislost na Kovárně VIVA a.s., která je jediným dodavatelem výkovek a jediným zákazníkem. To je navázáno na plánování výroby, jež není možno zefektivňovat z důvodu nepravidelnosti dodávek. Následné zapříčinění častého seřizování strojů na jiný artikl, prostoje, zahlcování kontroly, posouvání expedice či zabírání místa ve skladu. I přes podstatný podíl moderních strojů se zde vyskytuje zastaralé vybavení pracovišť. Interní komunikace nepatří k nejlepším. Těžko říct, zda nedostatek zaměstnanců ve výrobě byl dosud kvůli pandemii či nechuti lidí pracovat ve vícesměnném provozu, nicméně je to realitou. Velmi slabou stránkou je plánování výroby z důvodu nekonzistentních dodávek. Dále je potřeba zapracovat na obrazu firmy k veřejnosti.

Co se týče příležitostí, jak již bylo ve slabé stránce uvedeno je VIVA CV s.r.o. přímo závislá na kovárně VIVA. Tudíž nevyužití příležitosti spolupráce i s jinými společnostmi, než je Kovárna VIVA a.s. Častější využití nových technologií, ale i současných. Automatizace a robotizace, včetně nové balicí linky, nevykazují avizované výkony. Proces dokončení a doladění balicí linky, za několik milionů, je na bodě mrazu, stejně jako její nevyužitý potenciál. Pokud se firmě podaří získat nové zakázky a zákazníky, má možnost svou výrobu rozšířit do sousedních budov, kterými majitel podniku obohatil svůj majetek. V aktuální době, nechvalné invaze na Ukrajinu, se mohou zaměstnanecké řady rozšířit o nové pracovníky ze státu s modro-žlutou vlajkou.

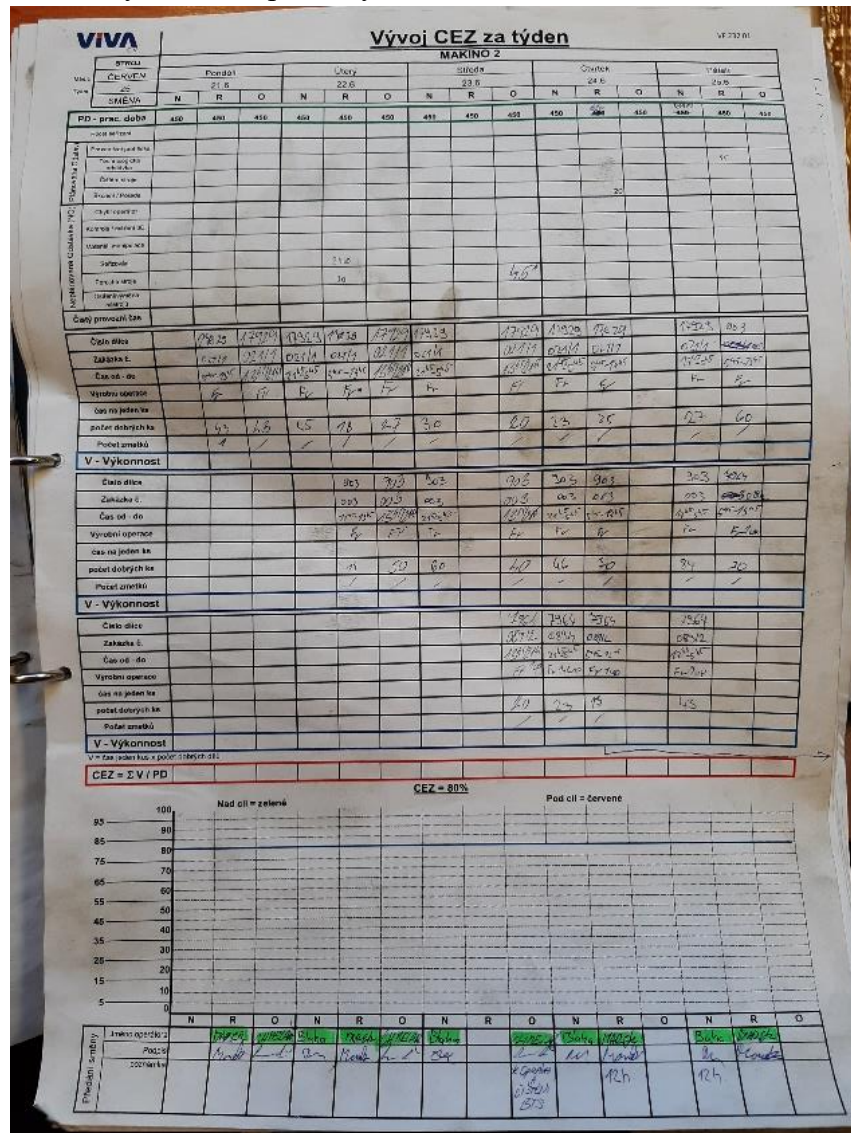
Hrozby. Covidová krize podstatně ovlivnila zakázky a jejich velikosti. To se může opakovat v obdobném měřítku. Dále zvýšení cen materiálu a energií. V poslední řadě pozorovatelná fluktuace zaměstnanců.

2.9 Počáteční stav

2.9.1 Před monitoringem

Vykazování práce je ve firmách letitý standard a VIVA CV není výjimkou. Dlouhé roky se ve výrobě používá dokument velikosti A3 nesoucí název Vývoj CEZ za týden. Ten obsahuje následující údaje: Stroj, měsíc, den, datum, směna, pracovní doba. To dostává pracovník předvyplněné. Následují údaje o počtu seřízení a typech prostojů, které se vyplňovaly jen zřídka nebo vůbec. Po manuálním odečtení prostojů vzniká čistý provozní čas. Další jsou údaje o zakázce. Tedy číslo dílce, číslo zakázky, čas zpracování zakázky (od-do), druh výrobní operace, čas na 1 kus, počet dobrých kusů, počet zmetků a vypočítat

výkonnost. Tabulka o zakázce se opakuje, protože se jich může za směnu sejít víc nebo pracovník obsluhuje více strojů. V neposlední řadě by se měl vypočítat CEZ a následně zakreslit do grafu se zvýrazněnou cílovou hranicí 80 %. Závěrem jméno a podpis pracovníka, popřípadě poznámka ke směně. Z celé A3 byla předvyplněná hlavička o datu a stroji a až na vzácné výjimky, bylo vyplněno pouze č. dílce, č. zakázky, od-do, počet kusů dobrých a zmetků a podpis. Vyplývá mi z toho nevyužitý potenciál výkazu a plýtvání papírem, tudíž zbytečné náklady. Foto výkazu před konzultacemi s obsluhou strojů na téma vyplňování nemám, tudíž příkládám z prvotního počátku zlepšování, což vychází obdobně. Jeden CEZ připadá na týden na jeden stroj. Liší se tedy strojem a druhem směn, 3 směnný-5dní a nepřetržitý ranní, noční-7denní.



Obrázek 25 Výkaz CEZ za týden

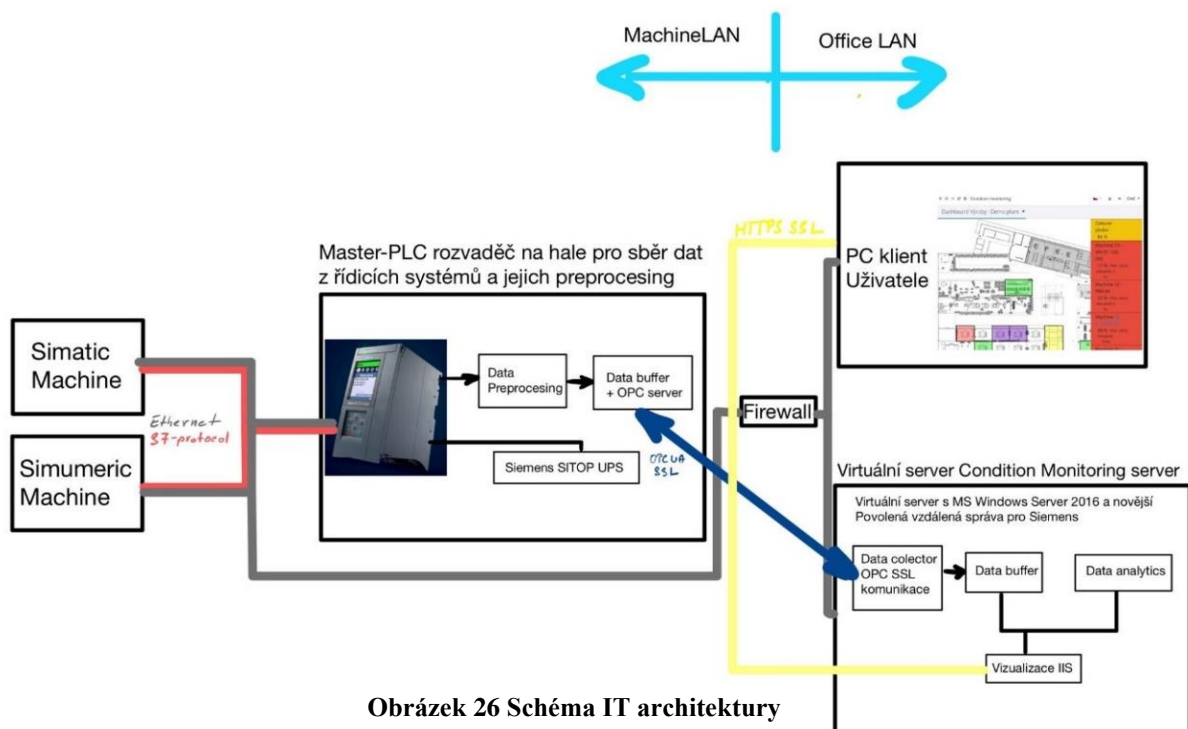
Zdroj: Vlastní

2.9.2 Koncept Siemens

V březnu 2021 jsem byl vedoucím technologického úseku vyzván k připojení do projektu online monitoringu. Úkol byl formulován jako analyzování provozních stavů strojů, které byly monitorované službou Condition monitoring.

2.9.2.1 IT architektura

Pro automatizování monitorování strojů je potřeba Programmable logic controller, dále jen PLC, spolu s Numeric control (NC) programátory k části MachineLAN a IT programátory k části Office LAN. Rozdělení je znázorněno na schématické obrázku světle modře. Je to propojení průmyslového světa řídicích systémů se světem IT. Stroj/zařízení/výrobní linka je řízen řídicím systémem PLC (u Siemensu Simatic nebo Simumerik – ten se programuje ve Step7 nebo TIA Portal). Step7 a Totally Integrated Automation Portal jsou programovací jazyky. Pro účely monitoringu je doporučeno vytvořit nebo rozšířit PLC o nový datový blok, který obsahuje požadovaná data, například na požadované stavy strojů (AUTO, Prostoj, Alarm...). Stroj automaticky neví, že je v režimu AUTO. Určí se tak, až na základě několika mnoha podmínek. Například u obráběcího stroje že nejsou žádné chyby od os, program má status Program running verride os je vyšší jak 5 %, dílec je založen atd. V PLC se dále nastaví detekce vyrobených kusů.



Obrázek 26 Schéma IT architektury

Zdroj: Vlastní podle rozhovorů se zaměstnanci Siemens

S řídicím systémem stroje komunikuje, prostřednictvím S7 protokolem, zase řídicí systém. Konkrétně Master PLC centrální rozvaděč. Obecně se nazývá datový koncentrátor. Jeden rozvaděč stačí až pro 60 strojů. Firma má jeden uprostřed výroby připevněn na zdi kontrolního oddělení. Díky rozvaděči jsou stroje bezpečnostně chráněny před vstupem „z venku“. Stroje komunikují pouze s Master PLC. Z horní proměnné stroje vychází status, který se inkrementuje každou sekundu nebo se změní. Master PLC čte pouze status, pokud se změní, vyčte celý interface stroje.



Obrázek 27 Master PLC

Zdroj: Vlastní

Dále data putují do bufferu. Ten pomáhá při rozpojení s hlavní IT částí, serverem. Jako bezpečnostní prvek napájení je zaveden SITOP, jakožto záloha zdroje. Rozvaděč jde ještě dodatečně naprogramovat například data odladit, sjednotit nebo strukturalizovat.

Následně data putují jedním datovým tokem režimem FIFO do virtuálního serveru službou Data collector (SW modul), která to prostřednictvím OPC-UA (průmyslový protokol) s SSL certifikátem (šifrovaná komunikace) vyčítá do neomezeného datového bufferu, potom data směřují do databáze. Databáze může být jak na virtuálním serveru, tak může být fyzicky oddělená. Na virtuálním serveru může fungovat modul vizualizace

IIS i modul datové analytiky. Při databázovém serveru je dvou databázová struktura. První část je produkční, která v časových intervalech přepočítává a přelévá do druhé části, analytické databáze. Vizualizace nahlíží pouze do analytické databáze. Děje se tak, aby se nenarušil datový tok.

Data končí načtená nebo částečně vizualizovaná u PC uživatele ve webovém prohlížeči.

2.9.3 Nacenění služby

Z finanční stránky je u Siemens práce za stroj (napojení stroje) naceněná průměrně na 80 000 Kč. Server se pohybuje v rozmezí 400-800 tisíc korun. Master PLC je zhodnoceno na 180 tisíc korun.

2.9.4 Důvod aplikace

Bez Conditional monitoringu nevíme, jak ve skutečnosti stroje vyrábí nebo nevyrábí. Pomáhá nám analyzovat neprovozní stavy. Nicméně je to pouze nástroj a za nás důvody prostojů nevyřeší. Dokáže nám však poskytnout data a podklady k tomu, abychom podnikli adekvátní kroky. Lépe zmanegovat operátory, plánování, podchytit údržbu a podobně. Ve firmě byla ještě jedna specifická motivace, a to sledování životnosti nástrojů. Data nám pomohou při sledování výměn nebo výběru dodavatelů nástrojů a s pákou vůči jejich předepsaným životnostem.

2.9.5 Rozeznávaná data

- AUTO – stroj obrábí v automatickém režimu
- Prostoj – nevýrobní čas stroje
- Alarm – stroj detekuje chybu, která znemožňuje automatický režim
- Zahřívání – stroj se automaticky přepnul do zahřívacího režimu
- JOG – stroj je v režimu JOG (ruční ovládání)
- Prázdný vstup – stroj má prázdný vstup (není založený díl k obrábění)
- Vypnuto – stroj je vypnutý nebo byla přerušena komunikace

2.9.6 SWOT analýza monitoringu

Jedna z nejsilnějších stránek Siemens monitoringu je poskytování tvrdých raw dat. Bez lží a okolků nám dává pravdivý přehled, co se ve výrobě aktuálně děje. Služba Conditional monitoring se dá implementovat na každý podstatný stroj ve výrobě. Siemens

poskytuje obstojný zákaznický servis. Pokud se se službou správně a aktivně pracuje je návratnost investice brzká. Pozitivní je obecně zavedení výkazu CEZ.

Slabá stránka monitorování jako celku je, že se mu nikdo aktivně nevěnuje, tudíž nízká produktivita procesu. Plně se nevyužívá zavedených formulářů a dokumentací. Prezentování dat Siemensem není uživatelsky přívětivé.

Příležitosti jsou významné. Conditional Monitoring poskytuje data, která přímo vybízejí k dalšímu zpracování. Již několik let zavedený výkaz CEZ může naplnit svůj potenciál. Obsluha strojů ho z velké části nevyplňuje a ani k tomu není vedena. Nejvíce se z výkazu k posouzení hodí druhy prostojů. Kombinace těchto dvou složek, CM a CEZ, vytváří obstojný soubor informací, který může pomoci technologickému úseku a managementu ve tvorbě opatření a patřičných kroků ke zefektivnění výroby. Minimálně se tak v období dají posuzovat provozní stavy, druhy prostojů, náklady nevýrobního času nebo využití nástrojů.

Největší hrozbou je, že se zpracovaná data nebudou využívat, nebudou se provádět patřičné zefektivňovací kroky. Tím přijdou náklady na investici vniveč. Další hrozbou je špatná interpretace dat.

2.9.7 Připojená zařízení

Zakomponování strojů do Conditional monitoringu je rozčastěno na několik etap. V první etapě se napojily 3 frézovací centra a 1 soustruh pro sledování vyrobených kusů a provozních stavů. Makino A61NX, SW BA 642, Chiron DZ 15W a SPS25/2NC. Později přibyla i možnost sledování životnosti nástrojů u SW.



Obrázek 28 Stroje připojené ke Condition monitoringu

Zdroj: Vlastní

3 Vlastní návrh řešení

3.1 Proč monitoring

Ve velkých výrobních podnicích je monitoring výroby samozřejmost, ve středních doporučený doplněk a v malých často nadbytečný luxus.

Počáteční impulz zavedení může přijít odkudkoli. Top management, technologický či výrobní úsek. Každý za jiným účelem využití.

Monitoring má smysl tehdy, pokud bude aktivně využíván. Počáteční investice se může zdát vyšší, avšak podle přístupu zainteresovaných zaměstnanců a druhu výroby se může tento pomocník stát velice rychle profitabilní investicí.

Podle zkušeností zástupce firmy Siemens je návratnost investice reálná již v horizontu třičtvrtě roku. Období fungování služby je takřka neomezené.

Monitoring nám dává přehled o výrobě. Může nám poskytovat online informace o tom, jaké stroje jsou v provozu, kolik je vyrobených dílů nebo kdy se mění nástroje.

Potenciál poskytovaných informací je velmi obstojný a já se pokusím svým konečným řešením prezentovat odpovědi na otázky:

- V jakých velikostech nebo poměrech jsou provozní stavy strojů
- V jaké výši jsou vynaloženy náklady na nevýrobní čas stroje
- Jaké druhy prostojů vznikly, v jaké velikosti, v jakém poměru
- Je-li maximalizováno využití nástrojů vzhledem k hodnotám uváděných dodavatelem

Na otázky bude odpovězeno vizualizací dat a jejich prezentováním. Následné opatřovací nebo zefektivňovací kroky jsou již předmětem vrstev managementu, především středního a operativního.

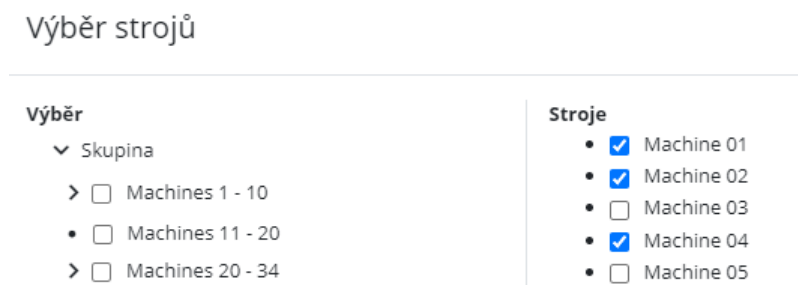
3.2 Pilotní návrh

Pilotní návrh, kterým jsem započal své snažení, zodpověděl pouze první otázku. Tento návrh měl také za úkol prověřit, jakým způsobem a jak efektivně se dají data získat, analyzovat a prezentovat, protože se službou Siemens Condition Monitoring (CM) byly seznámeny pouze nízké jednotky lidí. CM skrze prostředí webového prohlížeče nabízí informace ohledně provozních stavů vybraných strojů (popsané již v analytické části) za zvolené období. Z části budou přiložené obrázky pouze ilustrační z demo verze CM.

3.2.1 Specifikace dat

3.2.2 Výběr strojů

Začne se specifikací stroje. Nabídka nám dává příležitost vybrat pouze ty stroje, které nás zajímají. V pilotu nás zajímal pouze jeden stroj, pouze SPS2.



Obrázek 29 Filtrace strojů

Zdroj: Vlastní

3.2.3 Výběr časového úseku

Následuje výběr časového úseku. V kalendáři se zvolí, od kterého dne, do kterého dne chceme data zobrazit. V pilotním návrhu mě zajímaly data den po dni za měsíc březen. Co se týče hodinového údaje, tak pracovní den začíná noční směnou v den předchozí.

Výběr data a času: x

Od:

Posledních 24 hodin
Posledních 7 dní
Posledních 30 dní
Posledních 90 dní

Dnes
Včera
Minulý týden
Minulý měsíc

Do:

2-směnný provoz
Denní
Noční
3-směnný provoz
Ranní
Odpolední
Noční

-1 den +1 den

Storno Načíst

Obrázek 30 Filtrace období

Zdroj: Vlastní

3.2.4 Vymezený výsledek

Po nastolení specifikací, CM nabídne doby provozních stavů.

Stroj ^	AUTO		TPM		Alarm	
	Doba	Procent	Doba	Procent	Doba	Procent
Machine 01	17:11:05	71.60 %	00:00:00	0.00 %	00:43:43	3.04 %
Machine 02	16:20:01	68.06 %	00:00:00	0.00 %	01:48:02	7.50 %
Machine 04	12:00:00	50.00 %	00:00:00	0.00 %	00:53:36	3.72 %

Obrázek 31 Výsledek po vyfiltrování

Zdroj: Vlastní

3.2.5 Řešení v Excelu

Jedním z cílů pilotního návrhu bylo sdělení a seznámení určitých pracovníků se službou CM a možností sledování chodu strojů. Návrh byl zpracován v programu Microsoft Excel následujícím způsobem. Hodnoty se z tabulky nedají kopírovat, tudíž bylo potřeba ručně přepsat 372 polí.

$(\text{AUTO} + \text{Alarm} + \text{Prostoj} + \text{JOG} + \text{Prázdný vstup} + \text{Vypnuto}) * ((\text{měsíc-víkendy v hodinové hodnotě}) + (\text{měsíc-víkendy v procentuální hodnotě}))$.

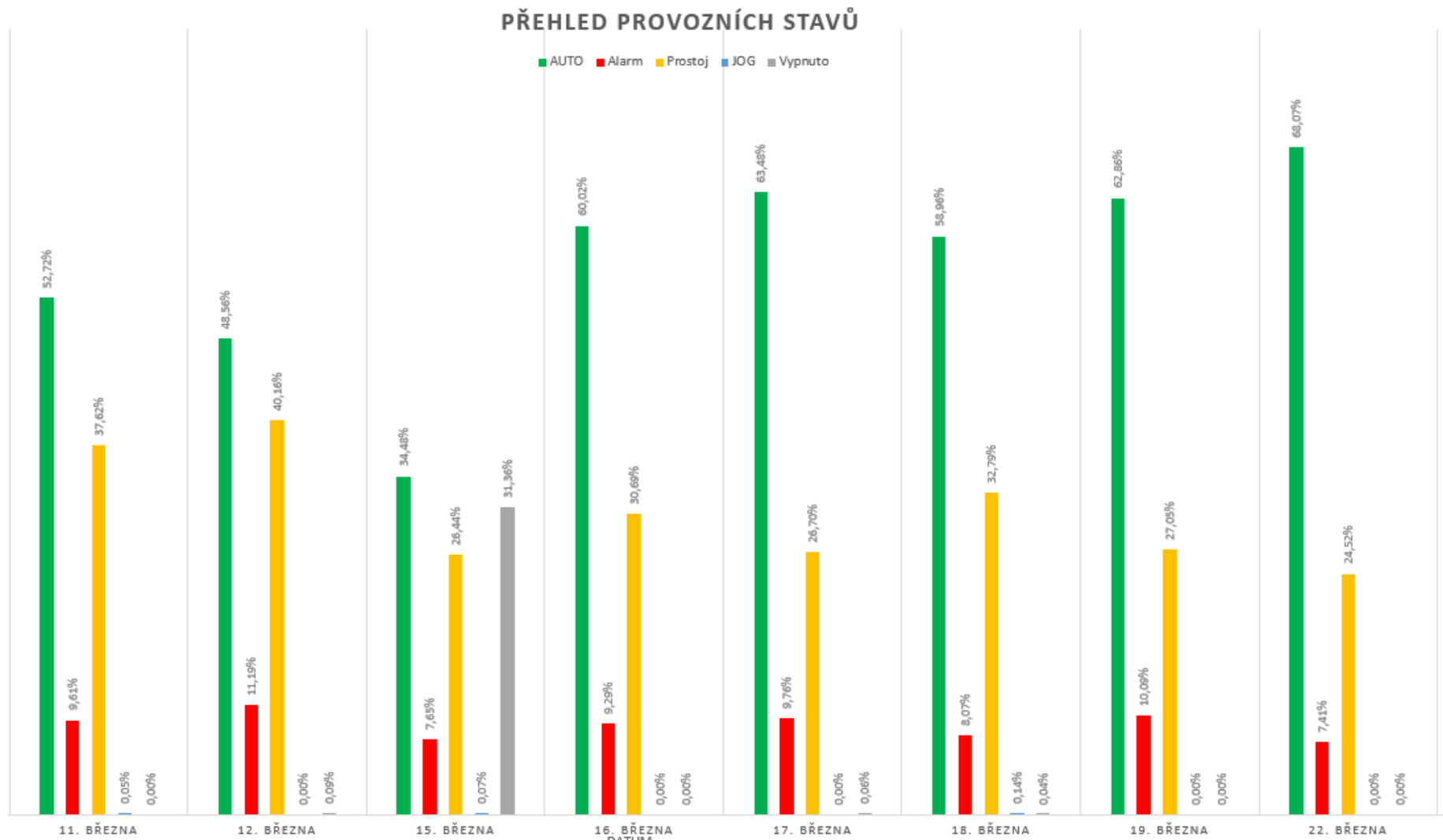
Sloupce jsou rozděleny podle dní v týdnu doplněné o odpovídající datum. Řádky rozlišují provozní stavy.

	1. března		2. března		3. března		4. března		5. března	
	Pondělí		Úterý		Středa		Čtvrtek		Pátek	
AUTO	67,11%	16:06:19	64,99%	15:35:55	56,01%	13:26:31	69,24%	16:37:04	66,53%	15:58:02
Alarm	9,46%	2:16:17	9,36%	2:14:47	24,20%	5:48:25	8,83%	2:07:10	6,59%	1:34:57
Prostoj	23,43%	5:37:24	25,65%	6:09:18	19,80%	4:45:04	21,93%	5:15:46	26,88%	6:27:01
JOG	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00
Prázdný vstup	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00
Vypnuto	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00

Obrázek 32 Prvotní vyčíslení provozních stavů v Excelu

Zdroj: Vlastní

Co se přepsaných buněk týče, jejich primární vlastností je, že slouží jako vstup pro vizualizaci dat. V tomto případě pro sloupcový graf. Vedlejší účel je pro podrobnější zkoumání stavů. Na první pohled je vidno, že některé řádky jsou nulové. JOG se vyskytuje minimálně. Prázdný vstup se u SPS2 nevyskytuje, protože ho neumí stroj rozeznat, nicméně u jiných strojů rozeznat lze. Z důvodu, že v pilotní analýze se odebraly víkendy a provoz na SPS2 je 3směnný, tudíž vypadávají dny, ve které by byl stroj 24 hodin vypnut.



Obrázek 33 Prvotní vizualizace provozních stavů

Zdroj: Vlastní

V grafickém znázornění provozních stavů je na první pohled zřetelné, v jaké výrobní zátěži stroj daný den byl. Na ose X jsou dny a osa Y představuje čas. Přesněji osa Y představuje podíl provozního stavu za 24 hodin. Barvy sloupců reprezentují buňky, z nichž vychází. Nejvýznamnější pro stroj SPS 2 je zelená pro produktivní stav, červená pro alarm, oranžová pro prostoj a šedá pro vypnuto.

Již tento pilotní návrh a prezentování tvrdých dat přímo ze stroje by měly vyvolat otázky a návrhy na zlepšení u operativního managementu. Například, co způsobuje prostoje?

Na otázku, co způsobuje prostoje jsem se pokusil odpovědět v následujícím upgradu návrhu.

3.2.6 Analýza prostojů

Na řadu přišel, již v analytické části zmiňovaný, výkaz CEZ. Dlouho ročně zavedený dokument sloužící primárně k vykazování práce operátorů.

Mimo údaje ohledně zakázky a vyrobených kusech dává výkaz i možnost osvětlit prostoje zapsáním minut k příslušnému druhu prostoje.

Týden		SMĚNA			SMĚNA			SMĚNA			SMĚNA			SMĚNA		
		N	R	O	N	R	O	N	R	O	N	R	O	N	R	O
PD - prac. doba		450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Počet seřizení																
Přívratná Odstávka	Preventivní prohlídka	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10
	Technologická odstávka	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10
	Čištění stroje															
	Školení / Porada													20		
Neplánovaná Odstávka (NO)	Chybi operátor															
	Kontrola / měření 3D													60		
	Materiál manipulace	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10
	Seřizování													60		
Neplánovaná Odstávka (NO)	Porucha stroje															
	Odstavení/výměna nástrojů	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10	70	70	10
Čistý provozní čas		470	470	410	470	470	410	470	470	410	470	470	410	470	470	410

Obrázek 34 Dokumentace prostojů ve výkazu CEZ

Zdroj: Vlastní

3.2.6.1 Počáteční druhy rozeznávaných prostojů:

- Preventivní prohlídka – opakovaně chybně zapisovaný údaj. Preventivní prohlídka je tehdy, pokud se stroji věnuje údržba.
- Technologická odstávka – v případě změny technologie či jiných nevýrobních úkonů v asistenci s technologickým úsekem.
- Čištění stroje – pravidelné čištění a kontrola stavu stroje obsluhou.
- Školení/porada – operátor není u stroje z důvodu operativní porady nebo školení.

- Chybí operátor – stroj nevyrábí, protože operátor je nepřítomen z důvodu lékaře, dovolené apod.
- Kontrola/měření 3D – v intervalu dle měřicího plánu je třeba obrobené kusy změřit patřičným měřidlem nebo v rámci uvolnění výroby stroj neobrábí dokud není provedeno uvolnění kontrolním úsekem prvního kusu změřením na 3D měřidle.
- Materiál manipulace – vyvezení špon, přivezení výkovků, odvezení obrobků.
- Seřizování – doba, za kterou se seřizuje stroj na obrábění jiného artiklu.
- Porucha stroje.
- Výměna nástrojů.

3.2.7 Člověk versus stroj

Hodnoty druhů prostojů, jenž byly vyzískány za pomoci obsluhy jsem postavil do rovnosti k prostojům udávaných ze služby CM jakožto tvrdá data.

Rovnost v praxi dodržena nikdy nebude. Doplněk, na straně prostojů vykázaných obsluhou, aby rovnost vztahu byla zachována se nazval Neurčitý zbytek. Je to hodnota, která nebyla obsluhou přiřazena k žádnému druhu prostoje. Neurčitý zbytek bývá ve většině času kladný, avšak výjimky se dějí a obsluha si vykáže více prostojů než je reálné a tím si poníží výsledný CEZ, který by měla splnit.

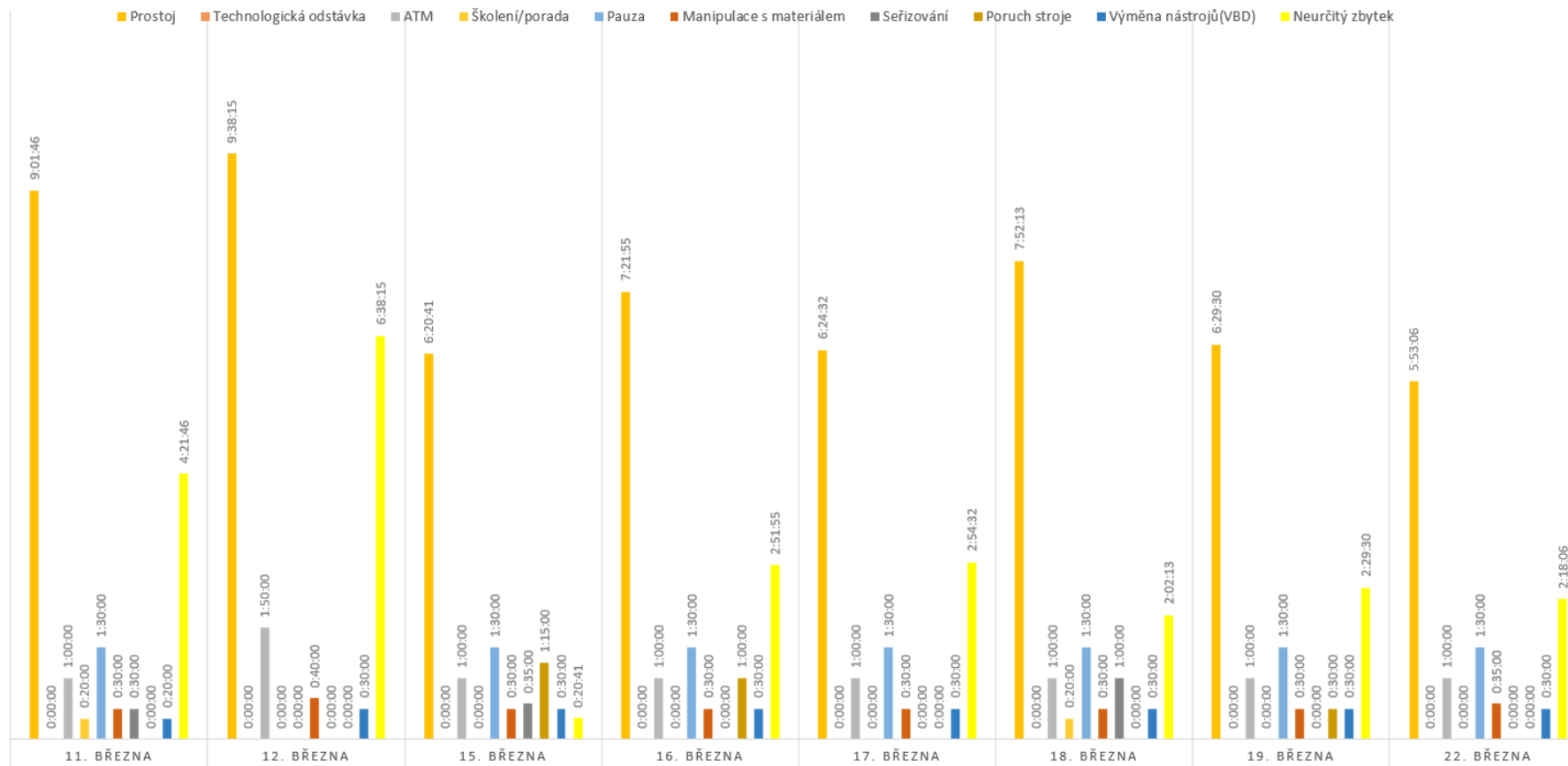
Prostoje vykázané obsluhou+Neurčitý zbytek = Prostoj z CM

Prostoje celkem	23,43%	5:37:24	25,65%	6:09:18	19,80%	4:45:04	21,93%	5:15:46	26,88%	6:27:01
Preventivní prohlídka	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00
Technologická odstávka	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00
ATM	17,78%	1:00:00	16,25%	1:00:00	16,25%	1:00:00	19,00%	1:00:00	28,42%	1:50:00
Školení/porada	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	6,33%	0:20:00	0,00%	0:00:00
Pauza	26,67%	1:30:00	24,37%	1:30:00	24,37%	1:30:00	28,50%	1:30:00	23,25%	1:30:00
Chybí materiál	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00
Kontrola/3D měření	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	19,00%	1:00:00	0,00%	0:00:00
Manipulace s materiálem	8,89%	0:30:00	9,48%	0:35:00	8,12%	0:30:00	9,50%	0:30:00	7,75%	0:30:00
Seřizování	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	19,00%	1:00:00	0,00%	0:00:00
Poruch stroje	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00
Výměna nástrojů(VBD)	8,89%	0:30:00	8,12%	0:30:00	8,12%	0:30:00	11,08%	0:35:00	9,04%	0:35:00
Ostatní	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00	0,00%	0:00:00
Neurčený zbytek	37,76%	2:07:24	41,78%	2:34:18	26,33%	1:15:04	-12,42%	#####	31,53%	2:02:01

Obrázek 35 Digitální vyčíslení prostojů

Zdroj: Vlastní

ANALÝZA PROSTOJŮ



Obrázek 36 Vizualizace druhů prostožů v Excelu

Zdroj: Vlastní

Aby byla použitelná vizualizace prostožů i separátně, obsahuje krom výše vyjmenovaných druhů prostožů i sloupec s celkovými prostoži, aby bylo na první pohled zřejmé, jak velký prostož za den byl. Na ose Y znázorněno trvání, na ose X datum – dny. Sloupce jsou opět barevně rozeznatelné.

3.2.8 Závěr pilotu

První návrh a vůbec první pokus, o analyzování provozních stavů, analyzování prostožů a následnou jednoduchou vizualizaci spolu s osobní prezentací, se setkal s úspěchem u managementu i ostatních zainteresovaných kolegů. Aby dostali povědomí o CM a možnosti tvořit analýzy se zdařilo.

Co se týče zpracování, je jisté, že v delší časové periodě a pro více strojů nebude reálné manuálně vypisovat buňku po buňce a bude potřeba vymyslet vhodnější řešení, jak reporty vytvářet, přinejlepším obohatit i o další metriky.

3.3 Finální řešení

V rámci studia bakalářského programu Procení management se vyučuje předmět Zpracování dat. Předmět se mi stal zdrojem a stavebním pilířem pro vytvoření dalšího řešení v rámci analýzy a především vizualizace dat. Koncovému návrhu řešení předcházelo několik konceptů a různých klikatých i slepých cest k docílení finální vizualizace. Využívaným nástrojem je Microsoft Power BI. Nejvhodnější časové období, pro které je vhodné report vytvářet se ustálilo měsíční nebo na vyžádání denní. Měsíční report se skládal ze 4 nebo 5 skupin vizualizací podle počtu týdnů v měsíci.

3.3.1 Data a jejich zpracování

3.3.1.1 Provozní stavy

Provozní stavy a jejich druhy už byly rozebrány. Z pilotního návrhu je zřejmé, že přepisování buňky po buňce není dlouhodobě udržitelné a už vůbec ne efektivní. Využilo se tedy funkce exportu dat.

Export dat

Od:
03.10.2021 22:00
Posledních 24 hodin
Posledních 7 dní
Posledních 30 dní
Posledních 90 dní

Do:
10.10.2021 22:00

Stroje:
 Vše Dle aktuálního výběru
Dnes
Včera
Minulý týden
Minulý měsíc

Data:
 Analýza provozních stavů
 Analýza výroby kusů

-1 den +1 den

Storno Exportovat

Obrázek 37 Filtrace exportu dat

Zdroj: Vlastní

Obdobně jako při pouhém zobrazení se vybere datum od-do si přejeme data exportovat. Při měsíčním reportu rozčastěném na 4 nebo 5 skupin by stačilo vyexportovat čtyři nebo pět týdenních analýz provozních stavů. Avšak aby se dalo pružně zareagovat na

požadavek denní analýzy je vhodné exportovat den po dni a není potřeba se k exportu při požadavku vracet. Dále jsou na výběr stroje a zda chceme exportovat provozní stavy nebo počty vyrobených kusů. V tomto případě se volí provozní stavy.

Analýza výroby kusů nedává smysl především z důvodu, že CM není propojen s interním ERP, tudíž víme, kolik kusů se vyrobilo, ale těžko říct, bez zpětného vyhledávání v ERP, čeho.

Vyexportovaný textový soubor pro 1 den s oddělovači Microsoft Excelu vypadá následovně.

MachineId	MachineName	MachineStateNumber	Name	StateActiveSeconds
2	CHDZ2		0 Vypnuto	256
2	CHDZ2		2 Alarm	438
2	CHDZ2		3 Prostoj	3052
2	CHDZ2		4 Zahřívání	0
2	CHDZ2		5 AUTO	76384
2	CHDZ2		7 JOG	0
2	CHDZ2		8 Prázdný vstup	6270
4	MA1		0 Vypnuto	381
4	MA1		2 Alarm	1
4	MA1		3 Prostoj	8173
4	MA1		4 Zahřívání	0
4	MA1		5 AUTO	52857
4	MA1		7 JOG	0
4	MA1		8 Prázdný vstup	24988
3	SPS2		0 Vypnuto	605
3	SPS2		2 Alarm	6322
3	SPS2		3 Prostoj	21708
3	SPS2		4 Zahřívání	0
3	SPS2		5 AUTO	57765
3	SPS2		7 JOG	0
3	SPS2		8 Prázdný vstup	0
1	SW2		0 Vypnuto	272
1	SW2		2 Alarm	0
1	SW2		3 Prostoj	23985
1	SW2		4 Zahřívání	0
1	SW2		5 AUTO	62139
1	SW2		7 JOG	4
1	SW2		8 Prázdný vstup	0

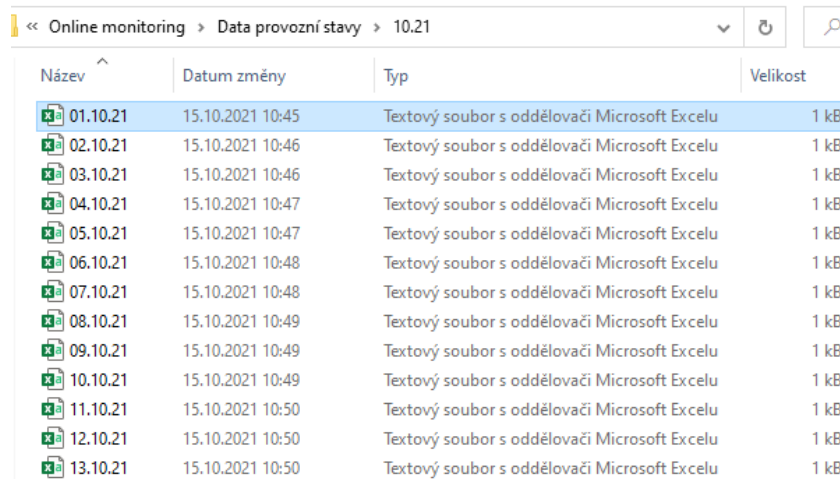
Obrázek 38 Vyexportovaný textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu

Zdroj: Vlastní

V první sloupci (Machine ID) je číselné označení stroje, v druhém (Machine Name) jeho zkratka, ve třetím (Machine State Number) číselné označení provozního stavu, následuje

název provozního stavu (Name) a nakonec doba trvání provozního stavu za určené období, v tomto případě jeden den, v sekundách (State Active Seconds).

Aby se dala data řádně vložit do Power BI, seskupují se v jedné složce, která se nakonec do aplikace importuje.

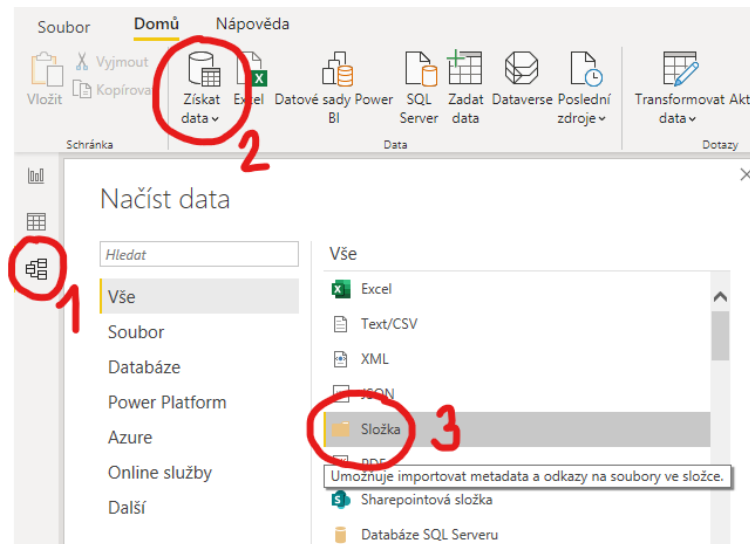


Název	Datum změny	Typ	Velikost
01.10.21	15.10.2021 10:45	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
02.10.21	15.10.2021 10:46	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
03.10.21	15.10.2021 10:46	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
04.10.21	15.10.2021 10:47	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
05.10.21	15.10.2021 10:47	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
06.10.21	15.10.2021 10:48	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
07.10.21	15.10.2021 10:48	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
08.10.21	15.10.2021 10:49	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
09.10.21	15.10.2021 10:49	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
10.10.21	15.10.2021 10:49	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
11.10.21	15.10.2021 10:50	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
12.10.21	15.10.2021 10:50	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB
13.10.21	15.10.2021 10:50	Textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	1 kB

Obrázek 39 Uspořádání souborů ve složce

Zdroj: Vlastní

V rámci Power BI je postup zpracování dat následovný. Záložka Model, v kartě Data> Získat data> Jiné> Složka .



Obrázek 40 Importování složky

Zdroj: Vlastní

Provozní stavy se doplní o sloupec Datum pro snadnější operace při vizualizaci. Název souborů je záměrný. Funkcí LEFT vybereme pouze část znaků z názvu souboru a změnou typového souboru získáme datum.

The screenshot shows a data table with the following columns: Zdroj.Název, MachineId, MachineName, MachineStateNumber, Name, StateActiveSeconds, Column1, and Datum. The formula for the 'Datum' column is: 1 Datum = LEFT('Provozní stavy'[Zdroj.Název],8). The data rows are as follows:

Zdroj.Název	MachineId	MachineName	MachineStateNumber	Name	StateActiveSeconds	Column1	Datum
01.10.21.csv	1	SW2	4	Zahřívání	0		pátek 1. října 2021
01.10.21.csv	4	MA1	7	JOG	0		pátek 1. října 2021
01.10.21.csv	3	SPS2	8	Prázdný vst	0		pátek 1. října 2021
01.10.21.csv	1	SW2	8	Prázdný vst	0		pátek 1. října 2021
01.10.21.csv	1	SW2	2	Alarm	0		pátek 1. října 2021
01.10.21.csv	2	CHDZ2	8	Prázdný vst	6270		pátek 1. října 2021
01.10.21.csv	4	MA1	8	Prázdný vst	18936		pátek 1. října 2021

Obrázek 41 Úprava dat

Zdroj: Vlastní

3.3.1.2 Náklady na nevýrobní čas

Většina strojů ve firmě je pronajímána, tudíž i když je stroj ve výrobě klidně 10 let, tak se stále za něj platí. Každý stroj má určitou hodinovou sazbu. V sazbě jsou započítány i průměrné náklady za energie a vzduch. Řeč je o nevýrobním čase, který může být za účasti obsluhy či nikoli. V rámci usnadnění se počítá, že pokud je stroj vypnutý obsluha u něj není. Není přítomna na směně nebo obsluhuje jiný stroj. Pokud stroj neobrábí není u něho v určitém časovém horizontu nutná údržba a není potřeba měnit nástroje. Výpočetní vztahy konzultované s ekonomem firmy jsou tedy následující.

Nevýrobní náklady mimo vypnuto	čas*(Celková sazba-nástroj)
Vypnuto	čas*(Celková sazba-opravy-lidé-nástroj)

Obrázek 42 Výpočet nákladů

Zdroj: Vlastní

Nevýrobním časem mimo vypnuto je myšlen součet všech provozních stavů mimo režimu AUTO a Vypnuto.

Důvod, proč vyčíslit náklady v korunách je prostý. Člověk do kontaktu s penězi přichází každý den. Pokud z reportu vyplývá, že každý týden je nevýrobní stav stroje na 35 %, tak to není úplně ideální. Avšak pokud se nevýrobní čas vyčíslí v peněžních jednotkách a náklady jsou v řádech stovek tisíc za stroj, je to problém a je třeba řešit.

Cesta k vizualizaci obsahuje export týdenních provozních stavů z CM. Vytvoření excelové tabulky v rozumném formátu a vynásobení sazeb s časy. Nakonec import tabulky do Power BI.

Týden	Stroj	Prostoj	Vypnuto
40	SPS2	27 988,15 Kč	25 159,24 Kč
40	CHDZ2	64 961,25 Kč	251,91 Kč
40	MAK1	33 300,84 Kč	23 250,55 Kč
40	SW2	59 777,06 Kč	482,21 Kč
41	SPS2	24 854,46 Kč	21 958,67 Kč
41	CHDZ2	86 257,50 Kč	297,88 Kč
41	MAK1	26 163,72 Kč	25 642,32 Kč
41	SW2	38 570,43 Kč	101 471,23 Kč
42	SPS2	35 941,00 Kč	21 761,11 Kč
42	CHDZ2	69 113,75 Kč	283,10 Kč
42	MAK1	34 764,33 Kč	37 995,34 Kč
42	SW2	101 860,10 Kč	396,57 Kč
43	SPS2	18 290,45 Kč	43 573,94 Kč
43	CHDZ2	40 775,00 Kč	47 238,39 Kč
43	MAK1	22 967,55 Kč	48 059,18 Kč
43	SW2	42 728,90 Kč	109 403,59 Kč

Obrázek 43 Vypočítané náklady nevýrobních časů

Zdroj: Vlastní

3.3.1.3 Analýza prostojů

Zpracování druhů prostojů je časově nejnáročnější dílčí část reportu. Vstupní data jsou z fyzických papírových A3 příslušících ke každému stroji. Údaje z CEZů je nutno ručně zdigitalizovat.

Ze čtyř strojů jsou druhy prostojů vedeny pouze u tří, protože CHDZ2 je robotizované pracoviště, kterému je pouze nutno jednou za určitý čas založit díly a vybrat obrobené.

Ke každému stroji jsou vytvořeny 2 excelové soubory plus jeden výsledný pro souhrn. Celkem tedy 7. Nadcházející obrázky přiblíží jejich princip.

	DATUM	04.10.2021	05.10.2021	06.10.2021	07.10.2021	08.10.2021	09.10.2021	10.10.2021
Obecný přehled	Vypnuto	605	127	700	298	27450	86400	84361
	Alarm	6322	6209	6090	6225	3757	0	24
	Prostoj	21708	30145	25609	21343	18189	0	1088
	Zahřívání	0	0	0	0	0	0	0
	AUTO	57765	49537	54001	58534	37004	0	927
	JOG	0	382	0	0	0	0	0
	Prázdný vstup	0	0	0	0	0	0	0
1	Prostoje	28030	36354	31699	27568	21946	0	1112
2	Plánované							
3	Preventivní prohlídka	0	0	0	0	0	0	0
4	Technologická odstávka	600	18000	0	0	0	0	0
5	ATM	3600	3600	3600	3600	5400	0	0
6	Školení/porada	0	0	0	0	0	0	0
7	Přestávka	5400	5400	5400	5400	3600	0	0
8	Neplánované							
9	Chybí materiál	0	0	0	0	0	0	0
10	Kontrola/3D měření	0	0	0	0	0	0	0
11	Manipulace s materiálem	1800	1800	1800	1800	1200	0	0
12	Seřizování	0	0	0	900	1200	0	0
13	Porucha stroje	0	0	0	0	0	0	0
14	Výměna nástrojů	1800	1200	1800	1800	1200	0	0
15	Otočení (26*2)	8736	6708	5980	6396	4264	0	0
16	Ostatní	0	0	0	0	0	0	0
17	Neurčitý zbytek	6094	-354	13119	7672	5082	0	1112

Zdroj: Vlastní

Obrázek 44 Základ pro import

Obrázek je z první tabulky stroje SPS2. Oproti pilotnímu návrhu se liší. Údaje jsou zapisovány pouze v jednoduchém čísle, v sekundách, oproti časovému typu v hodinách a minutách a procentům. Dále přibyl prostoj Otočení. U stroje dochází k rotaci stolů nebo vřetena. CM tento stav rozeznává jako nevýrobní, ale je to nedílná část výrobního procesu. Tento čas se vynásobí počtem vyrobených kusů. Obecný přehled se zkopíruje z exportovaných analýz provozních stavů. Hodnoty z CEZu se vynásobí 60 (převod na sekundy) a zapíše. Po týdnech se zkopírují do druhé tabulky, kde na ně čeká sečtení a týdenní zprůměrování.

	DATUM	04.10.2021	05.10.2021	06.10.2021	07.10.2021	08.10.2021	09.10.2021	10.10.2021	Součet	Procento
Prostoje		28030	36354	31699	27568	21946	0	1112	146709	
Plánované	Preventivní prohlídka	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Technologická odstávka	600	18000	0	0	0	0	0	18600	13%
	ATM	3600	3600	3600	3600	5400	0	0	19800	13%
	Školení/porada	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Pauza	5400	5400	5400	5400	3600	0	0	25200	17%
Neplánované	Chybí materiál	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Kontrola/3D měření	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Manipulace s materiálem	1800	1800	1800	1800	1200	0	0	8400	6%
	Seřizování	0	0	0	900	1200	0	0	2100	1%
	Porucha stroje	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Výměna nástrojů	1800	1200	1800	1800	1200	0	0	7800	5%
	Otočení	8736	6708	5980	6396	4264	0	0	32084	22%
	Ostatní	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Neurčitý zbytek	6094	-354	13119	7672	5082	0	1112	32725	22%

Obrázek 45 Upravený základ pro import

Zdroj: Vlastní

Odsud nás zajímají pouze procenta, která budou putovat do poslední tabulky společně pro všechny 3 stroje.

Tyden	Stroj	Preve	Techni	ATM	Škol	Pauza	Chyb	Kont	Maniř	Seřiz	Poru	Výmě	Otoče	Ost	Neurčit
40	SPS2	0%	13%	13%	0%	17%	0%	0%	6%	1%	0%	5%	22%	0%	22%
40	MAK1	0%	0%	8%	1%	15%	0%	0%	1%	2%	5%	1%	4%	0%	62%
40	SW2	0%	6%	9%	1%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	4%	0%	53%
41	SPS2	0%	6%	16%	1%	21%	0%	0%	7%	0%	0%	7%	33%	0%	10%
41	MAK1	0%	0%	8%	1%	21%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	12%	0%	57%
41	SW2	0%	16%	20%	1%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	9%	2%	0%	38%
42	SPS2	0%	2%	12%	1%	16%	0%	4%	6%	7%	0%	6%	25%	0%	21%
42	MAK1	0%	10%	7%	1%	11%	0%	0%	14%	12%	3%	1%	4%	0%	36%
42	SW2	0%	8%	5%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	13%	4%	2%	0%	58%
43	SPS2	0%	0%	14%	0%	17%	0%	8%	5%	9%	0%	7%	17%	0%	23%
43	MAK1	0%	0%	7%	0%	17%	0%	0%	1%	0%	6%	8%	5%	0%	55%
43	SW2	0%	15%	5%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	8%	13%	2%	0%	47%

Obrázek 46 Finální data prostořů nachytána na import do PBI

Zdroj: Vlastní

Taková finální tabulka je importována do Power BI.

3.3.1.4 Analýza nástrojů

Sledování výměn nástrojů je skvělý doplněk pro řízení nástrojového hospodářství. Lze tímto způsobem porovnávat počty cyklů udané dodavatelem ku obráběcím cyklům reálným. Jsou to tvrdá data, která nám pomohou při vyjednávání s dodavatelem nebo při úpravě obráběcího postupu. Nutno dodat, že tento doplněk je implementován pouze na stroj SW2, u kterého se dlouhodobě obrábí pouze jeden typ artiklu.

Mi	Ch	Duř	ToolNumbr	Tc	ToolTypeName	ToolName	LifeChanges	ToolLifeTarget	LifeMin	LifeAverage	LifeMaxi
1	1	1	2	0	Vrtací tyč	T2	10	220	2	51	143
1	1	1	4	0	Spirální vrták	T4	2	700	11	113	215
1	1	1	5	0	Stopková fréza	T5	6	180	15	56	169
1	1	1	6	0	Spirální vrták	T6	18	60	2	8	17
1	1	1	7	0	Fréza s kulovou	T8	4	1600	2	20	48
1	1	1	9	0	Kuželová zápus	T10	2	1000	2	3	5
1	1	1	11	0	Stopková fréza	T12	2	1000	2	3	5
1	1	1	12	0	Frézovací nástro	T13	3	250	1	9	27
1	1	1	14	0	Stopková fréza	T15	8	150	3	18	73
1	1	1	18	0	Frézovací nástro	T18	14	90	2	5	10
1	1	1	19	0	Frézovací nástro	T19	17	90	5	29	80

Obrázek 47 Export dat životnosti nástrojů z CM

Zdroj: Vlastní

Obdobným způsobem jako u provozních stavů se na bázi týdnů vyexportují z CM informace o nástrojích v textovém souboru. Na první pohled není jasné, o čem některé sloupce vypovídají. Nejdůležitější sloupec z exportu je ToolLifeTarget. To je cílový počet cyklů, kterého by měl nástroj dosáhnout. Dále sloupec LifeAverage, to je průměrný počet cyklů, které chybí do splnění maximální životnosti nástroje. Odečtením LifeAverage od ToolLifeTarget dostaneme průměrnou životnost nástroje. Podíl

životnosti nástroje a ToolLifeTarget vytvoří procentuální životnost nástroje. Přijatelná odchylka je 5 % od 100 %. Pro operativní sledování životností byla zpracována přiložená tabulka. Tatož tabulka je importována do Power BI a pro grafické znázornění je využit poslední sloupec, tedy procentuální životnost.

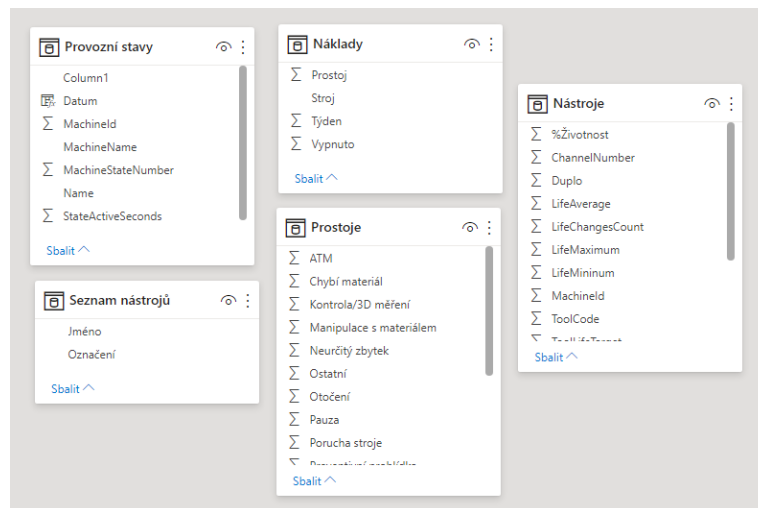
Week	Tool	ToolType	Name	ToolLife	Chang	ToolLifeTarget	LifeMin	LifeAverage	LifeMax	Životnost	%Životnost
40	2	Vrtací tyč	T2	10		220	2	51	143	169	77%
40	4	Spirální vrták	T4	2		700	11	113	215	587	84%
40	5	Stopková fréza (se	T5	6		180	15	56	169	124	69%
40	6	Spirální vrták	T6	18		60	2	8	17	52	87%
40	7	Fréza s kulovou hl	T8	4		1600	2	20	48	1580	99%
40	9	Kuželová zápustka	T10	2		1000	2	3	5	997	100%
40	11	Stopková fréza (b	T12	2		1000	2	3	5	997	100%
40	12	Frézovací nástroj	T13	3		250	1	9	27	241	96%
40	14	Stopková fréza (b	T15	8		150	3	18	73	132	88%
40	18	Frézovací nástroj	T18	14		90	2	5	10	85	94%
40	19	Frézovací nástroj	T19	17		90	5	29	80	61	68%
41	2	Vrtací tyč	T2	1		220	37	37	37	183	83%
41	5	Stopková fréza (se	T5	3		180	87	92	99	88	49%
41	6	Spirální vrták	T6	7		60	3	6	22	54	90%
41	7	Fréza s kulovou hl	T8	1		1600	216	216	216	1384	87%
41	12	Frézovací nástroj	T13	2		250	22	24	26	226	90%
41	14	Stopková fréza (b	T15	3		150	1	2	4	148	99%
41	18	Frézovací nástroj	T18	5		90	12	16	24	74	82%
41	19	Frézovací nástroj	T19	7		90	9	26	64	64	71%
42	2	Vrtací tyč	T2	4		220	16	76	112	144	65%
42	4	Spirální vrták	T4	1		700	172	172	172	528	75%
42	5	Stopková fréza (se	T5	3		180	3	6	11	174	97%

Obrázek 48 Operativní sledování životnosti

Zdroj: Vlastní

Poslední datový vstup do BI je seznam označení nástrojů s jejich jménem.

Model se všemi tabulkami vypadá následovně.



Obrázek 49 Model Power BI

Zdroj: Vlastní

3.4 Vizualizace dat

Grafická prezentace dat je nedílnou součástí reportů a ani v tomto řešení tomu nebude výjimkou. Všechna data jsou importována, modifikována a připravena k použití. Nutno podotknout, že je potřeba myslet na to, aby bylo možno report exportovat i ve formátu PDF, tudíž, že konzument nebude vidět sestavové strany, nebude moct nijak upravovat grafy nebo rozbalovat nabídky. Proto je vhodné alespoň jednou absolvovat osobní prezentaci reportu, aby se následně snáze orientoval. Vizualizace je pouze pro interní užití a všechny popisy nebo názvy jsou konzultovány nebo upraveny podle zpětné vazby.

3.4.1 Úvodní seznámení

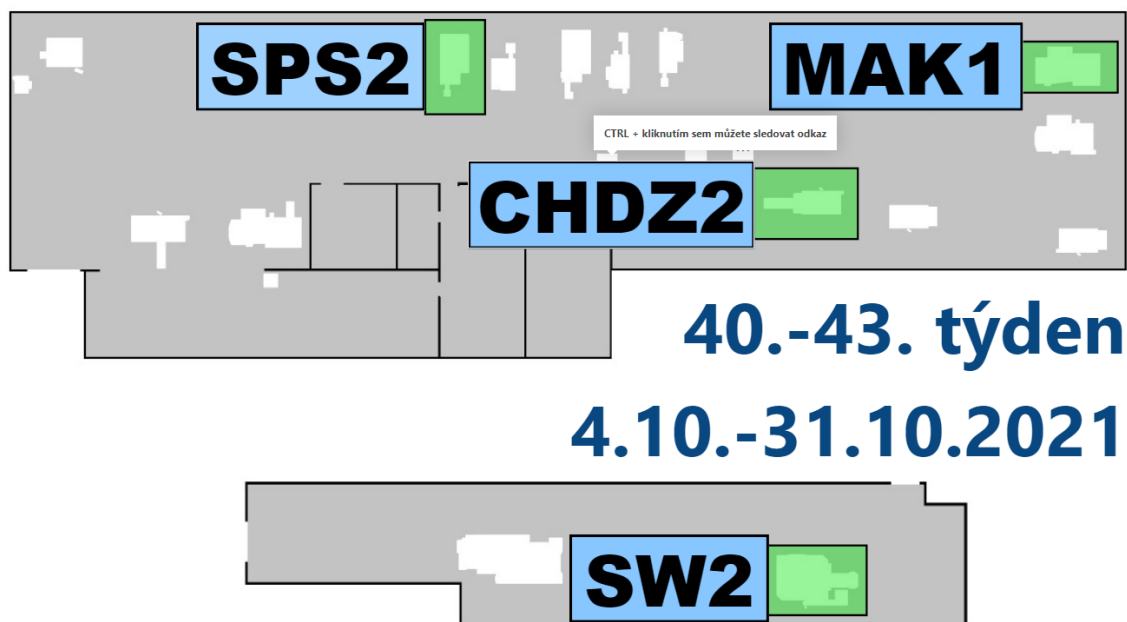
Měsíční report obsahuje deset sestavových stran.



Obrázek 50 Sestavové stránky

Zdroj: Vlastní

Úvodní strana nadepsaná Layout slouží k seznámení s reportem. Obsahuje časové období, pro které je report vytvořen skrze textové pole a přehled strojů jako obrázek v pozadí. Nadepsání strojů je vytvořeno navigačními tlačítky.

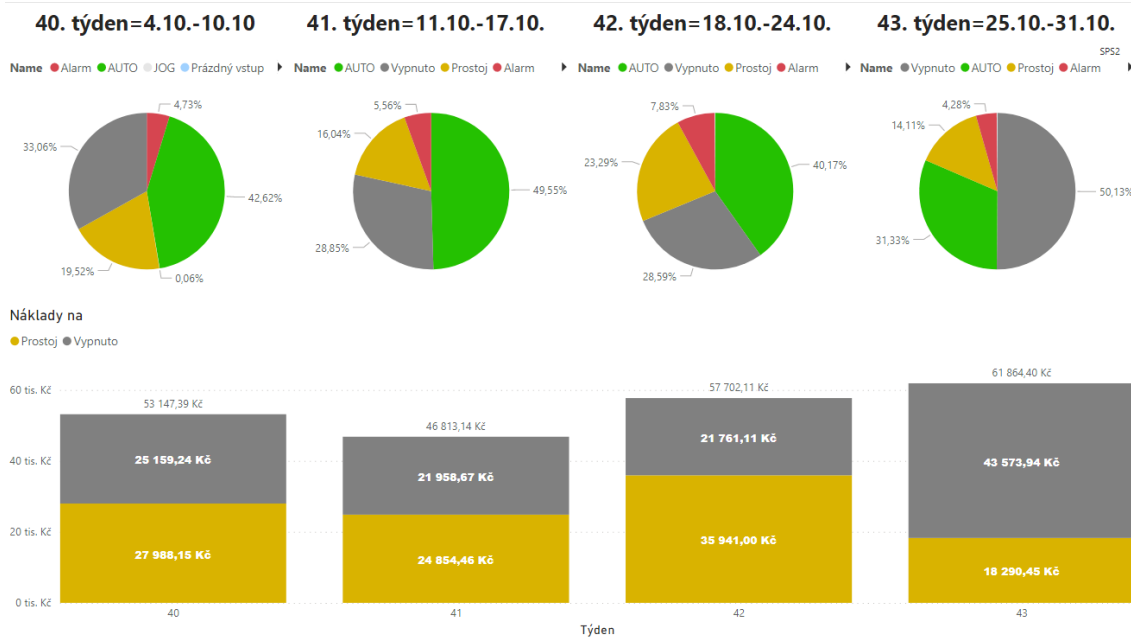


Obrázek 51 Titulní strana reportu

Zdroj: Vlastní

3.4.2 Stav a náklady

Záložka pro konkrétní stroj stavů a nákladů obsahuje v podstatě 4 až 5 sloupců opět rozlišených dle týdnů. Ve vrchní polovině sloupce lze spatřit časové období a drobným písmem označení stroje pro formát PDF. Pod ním následuje koláčový graf reprezentující celek všech provozních stavů v procentech. Barvy jsou zachovány dle excelové verze. Spodní polovina stránky patří nákladům znázorněných pomocí skládaných sloupcových grafů. Sloupce jsou doplněny o odpovídající částky v Kč.



Obrázek 52 Stránka s provozními stavy a náklady nevýrobních časů

Zdroj: Vlastní

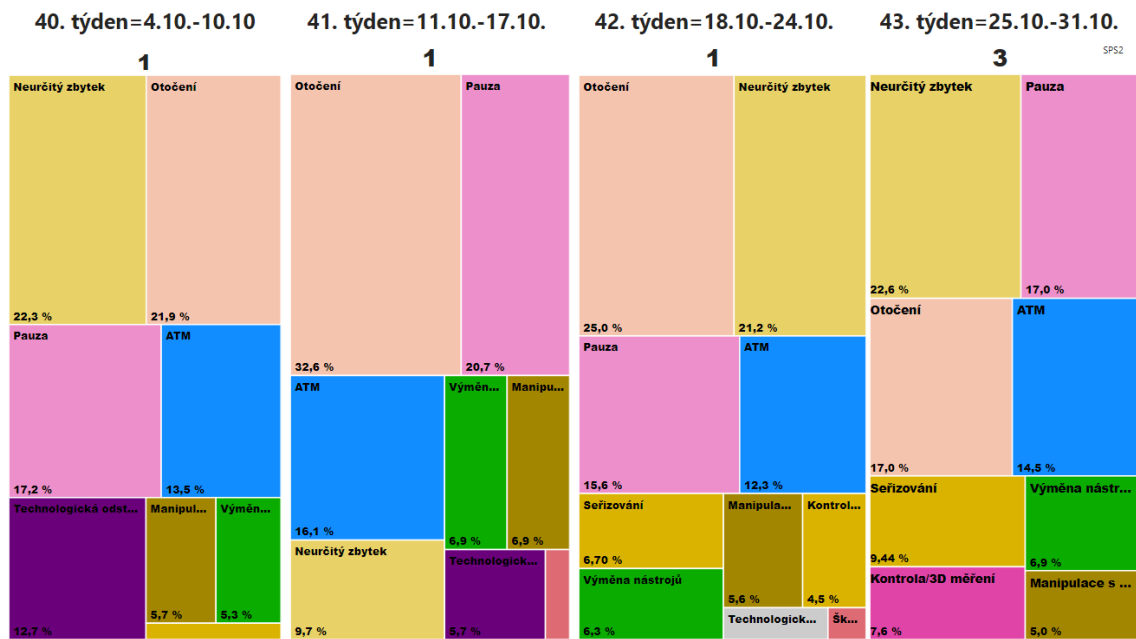
Filtry pro vizuál výšečového grafu jsou Datum, například 4.10. až 10.10 a MachineName, kde se zvolí požadovaný stroj, v případě přiloženého obrázku SPS2. Do legendy vstupuje Name a Datum. V hodnotách potom StateActiveSeconds.

Pro sloupcový graf nákladů stačí filtr pouze jeden, filtr stroje. Osu vizualizace zastupuje Týden a do hodnot přísluší Prostoj a Vypnuto.

3.4.3 Vizualizace prostojů

I v tomto případě hlavička stránky patří datu. Oproti předešlé stránce zde působí pouze jeden typ grafu. Mapa stromové struktury je ideální pro tento počín. Prostoje jsou od sebe zřetelně barevně odlišné. Velikost druhů prostojů – rovnoběžníků se odvíjí podle výše podílu z celkových prostojů. Procento je znázorněno v levém dolním rohu čtyřúhelníku.

Nad každým grafem vystupuje číslice, která znázorňuje počet uvolňovacích nebo kontrolních měření při změně parametrů, artiklu či zakázky. Filtrován je pouze týden a stroj. Do hodnot vstupují všechny druhy prostožů.

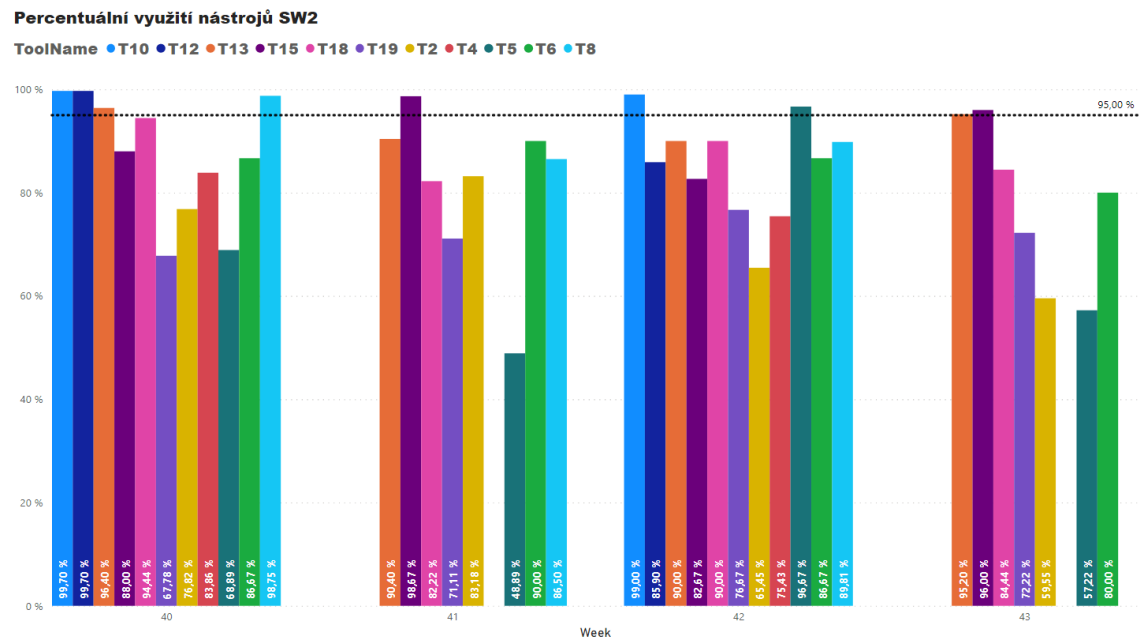


Obrázek 53 Stromová mapa druhů prostožů

Zdroj: Vlastní

3.4.4 Využití nástrojů

Analyzování nástrojů je využíváno, jak už bylo řečeno, pouze u stroje SW2, tudíž tato stránka vystupuje pouze jednou. Percentuální využití nástrojů prezentuje skupinový sloupcový graf s tečkovanou referenční čarou zafixovanou u 95 %, což je přijatelná odchylka využití.



Obrázek 54 Vizualizace využití nástrojů

Zdroj: Vlastní

Na skupiny jsou podle osy X rozděleny opět na týdny, legenda nám říká, jaká barva sloupce odpovídá jakému nástroji a osa Y vykresluje procentuální životnost.

Poslední stránka navázaná na životnost osvětluje jednoduchou tabulkou označení nástrojů a připojuje k němu celé jméno.

Popis nástrojů SW2

Označení Jméno

T13	Fréza D12 mono UJDE1200a6aqe
T5	Fréza D12 R0.5 mono UDDE1200A5ARA
T15	Fréza D16 mono UJDE1600A6AQK
T18	Fréza D16 mono UJDE1600A6AQK
T19	Fréza D16 mono UJDE1600A6AQK
T12	Fréza D6 mono F4AS0600ADL38
T10	Kuželová Fréza mono D14 R4 UJBE0800A6CP
T8	Srážec D16x45°
T2	Vrtací tyč D35 VBD dokončovací
T1	Vrtací tyč D35 VBD Hrubovací
T6	Vrták D21 VBD
T4	Vrták D7.1 mono B732A05410HP

Obrázek 55 Identifikace nástroje podle označení

Zdroj: Vlastní

3.4.5 Zhodnocení řešení v Power BI

Oproti pilotnímu návrhu je to uspokojující progres jak po stránce zpracování a implementace dat, tak i po stránce vizuální.

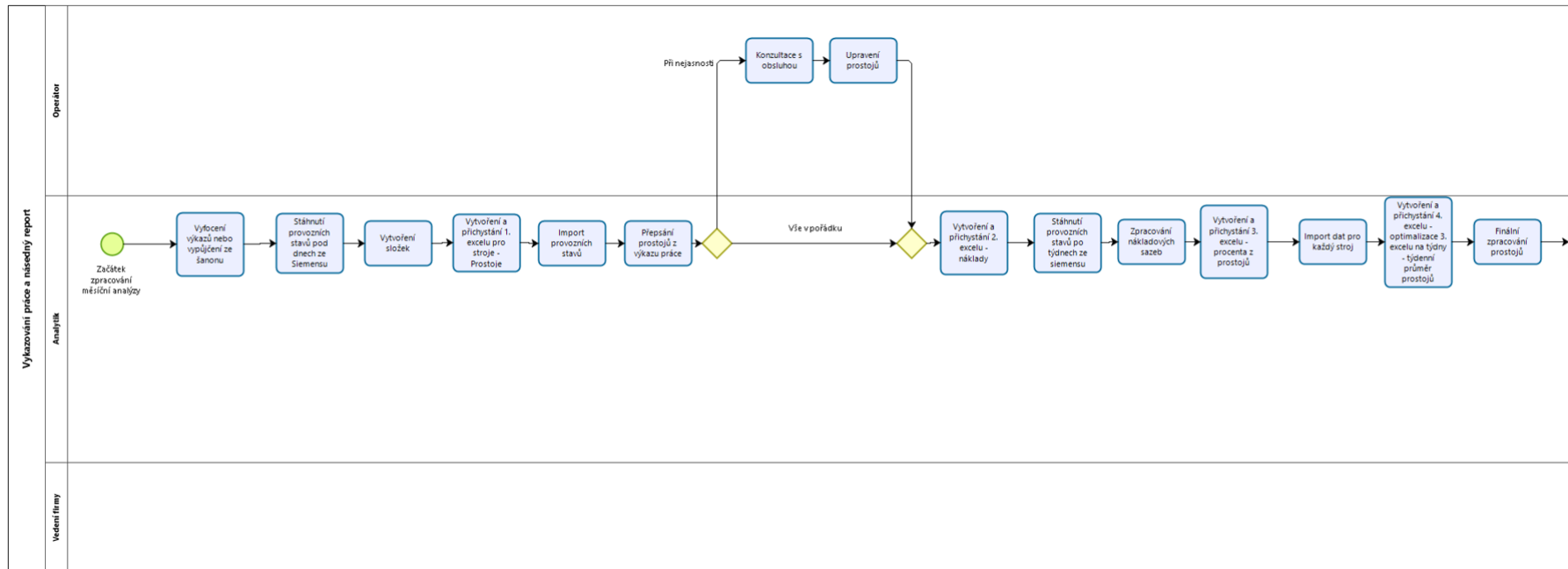
Koncové řešení bylo doplněno o vyčíslení nákladů, počty uvolnění dílů a zpracování životnosti nástrojů oproti pilotnímu návrhu viz obrázky číslo 53, 54, 55.

Výsledný zpracovaný měsíční report úspěšně slouží jako pomocný pilíř při organizačních nebo rozhodovacích úkonech top managementu.

Denní analýzy se využijí jako základní pilíř pro operativní řízení výroby.

3.4.6 Procesní mapa

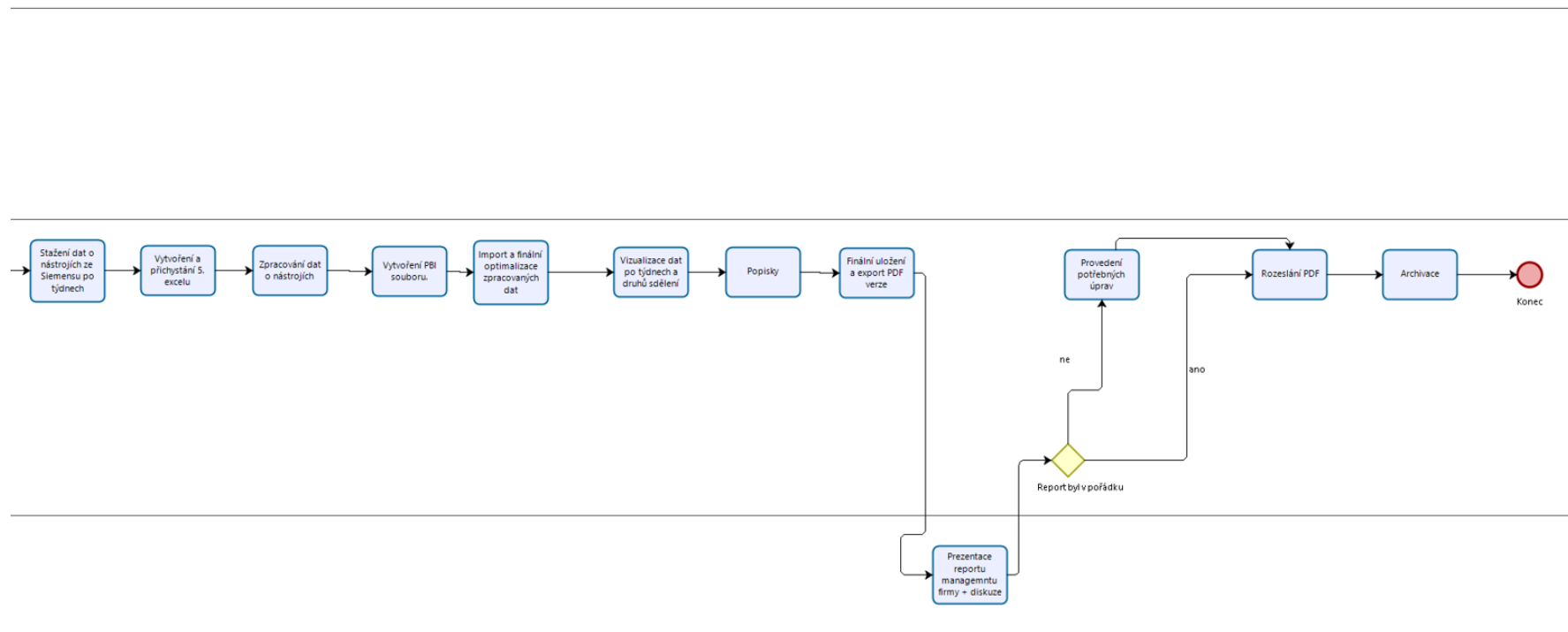
3.4.6.1 První polovina



Obrázek 56 První polovina procesní mapy

Zdroj: Vlastní

3.4.6.2 Druhá polovina



Obrázek 57 Druhá polovina procesní mapy

Zdroj: Vlastní

Závěr

Definované cíle rozepsané počátkem práce se podařilo ve většině úspěšně splnit.

V první části věnované teoretickým podkladům byla přiblížena skupina Siemens, z jejíž služby Conditional monitoring vychází následně i návrhová část. V návaznosti byly objasněny odbornější termíny z oblasti IT architektury služby CM. Seskupily se informace a základní způsoby používání softwarů Microsoft Excel a Power BI, ve kterých se řešení zpracovávaly. Teoretická část je zakončena přiblížením aplikace Bizagi Modeler a analýzy SWOT.

Druhou hlavní část práce zastupuje část analytická, která blíže popisuje firmu VIVA CV s.r.o. Objasňuje hlavní předmět podnikání a informuje o výrobním úseku. S podpůrným pilířem, v podobě příležitostí z analýzy SWOT, přibližuje analytická část možné budoucí kroky ve směru monitorování a analyzování dat vycházejících ze strojů a zápisů operátorů strojů.

Poslední část závěrečné práce dokumentuje způsob postupu a progres z hlediska sběru, seskupení, zpracování a analyzování dat. To vše doplněno o importování souborů do aplikace Power BI, ve které se skrze grafy soubory dat vizualizovaly do snáze pochopitelné podoby. Vizuality podávají informace ohledně poměrů provozních stavů strojů, nákladů na nevýrobní čas stroje, druhých prostojů, počtu kontrol a životnosti nástrojů. Vytvořené reporty slouží jako podklady pro adekvátní kroky výrobního a technologického úseku v prospěch firmy.

Seznam použitých zdrojů

- [1] CHMELÁR, Michal. *Reporting v Power BI, PowerPivot a jazyk DAX*. Pezinok, Slovenská republika: Smart People, 2018. ISBN 978-80-973078-0-6.
- [2] GEMIGNANI, Zach, Chris GEMIGNANI, Richard GALENTINO a Patrick Jude SCHUERMANN. *Efektivní analýza a využití dat*. Přeložil Jiří HUF. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4571-5.
- [3] ŘEHÁK, Jan a Ondřej BROM. *SPSS - Praktická analýza dat*. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4609-5.
- [4] MIKOVCOVÁ, Hana. *Controlling v praxi*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-049-9.
- [5] *Siemens: O nás* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/cz/cs/spolecnost/o-nas.html>
- [6] *Siemens: Produkty a služby* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/cz/cs.html>
- [7] Rozhovory se zaměstnanci skupiny Siemens
- [8] *Kaspersky: What is an SSL certificate – Definition and Explanation* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-a-ssl-certificate>
- [9] *Paessler: IT Explained: OPC UA* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.paessler.com/it-explained/opc-ua>
- [10] *Siemens: TIA Portal* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://new.siemens.com/cz/cs/products/automation/industry-software/automatizacni-software/tia-portal.html>
- [11] *LEANPRODUCTION: OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/oeef/>
- [12] *Automatizace.hw.cz: OEE = celková efektivnost zařízení a výroby* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/oeef-celkova-efektivnost-zarizeni-a-vyroby.html>
- [13] *Wikipedia: Microsoft* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft>

- [14] *TechTarget: Excel* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searchenterprisedesktop/definition/Excel>
- [15] *Bizagi: Platform Overview* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.bizagi.com/en/platform>
- [16] *MoreThenDigital: SWOT analysis* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://morethandigital.info/en/swot-analysis-definition-and-5-steps-for-a-professional-swot/>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Vysoko voltový motor SIMOTICS HV M.....	14
Obrázek 2 Inteligentní IP platforma pro video dohled	14
Obrázek 3 Dobíjecí stanice CPC 150 kW.....	15
Obrázek 4 OEE a dílčí výpočty	17
Obrázek 5 Porovnání CEZ.....	18
Obrázek 6 Aktivní buňka.....	19
Obrázek 7 Pracovní listy.....	19
Obrázek 8 Řádek vzorců.....	20
Obrázek 9 Pole názvů	20
Obrázek 10 Vyplnit řadu, součet a filtr.....	20
Obrázek 11 Kontingenční tabulka	21
Obrázek 12 Kontingenční graf.....	21
Obrázek 13 Grafy distribuce.....	24
Obrázek 14 Grafy kompozice	24
Obrázek 15 Grafy trendů	25
Obrázek 16 SWOT analýza	28
Obrázek 17 Budova VIVA a.s. + VIVA CV s.r.o.	29
Obrázek 18 Logo firmy.....	30
Obrázek 19 Layout výrobních prostor	30
Obrázek 20 Frézovací centrum Chiron.....	31
Obrázek 21 3D měřicí přístroj	32
Obrázek 22 Průřez výrobky	33
Obrázek 23 Organizační struktura	34
Obrázek 24 Graf rozvoje VIVA CV	35
Obrázek 25 Výkaz CEZ za týden	38
Obrázek 26 Schéma IT architektury	39
Obrázek 27 Master PLC	40
Obrázek 28 Stroje připojené ke Condition monitoringu.....	43
Obrázek 29 Filtrace strojů.....	45
Obrázek 30 Filtrace období.....	46
Obrázek 31 Výsledek po vyfiltrování.....	46

Obrázek 32 Prvotní vyčíslení provozních stavů v Excelu	47
Obrázek 33 Prvotní vizualizace provozních stavů.....	48
Obrázek 34 Dokumentace prostojů ve výkazu CEZ.....	49
Obrázek 35 Digitální vyčíslení prostojů	50
Obrázek 36 Vizualizace druhů prostojů v Excelu	51
Obrázek 37 Filtrace exportu dat.....	53
Obrázek 38 Vyexportovaný textový soubor s oddělovači Microsoft Excelu	54
Obrázek 39 Uspořádání souborů ve složce.....	55
Obrázek 40 Importování složky.....	55
Obrázek 41 Úprava dat	56
Obrázek 42 Výpočet nákladů.....	56
Obrázek 43 Vypočítané náklady nevýrobních časů.....	57
Obrázek 44 Základ pro import.....	58
Obrázek 45 Upravený základ pro import.....	58
Obrázek 46 Finální data prostojů nachytána na import do PBI.....	59
Obrázek 47 Export dat životnosti nástrojů z CM	59
Obrázek 48 Operativní sledování životnosti.....	60
Obrázek 49 Model Power BI	60
Obrázek 50 Sestavové stránky	61
Obrázek 51 Titulní strana reportu	61
Obrázek 52 Stránka s provozními stavy a náklady nevýrobních časů.....	62
Obrázek 53 Stromová mapa druhů prostojů	63
Obrázek 54 Vizualizace využití nástrojů	64
Obrázek 55 Identifikace nástroje podle označení	65
Obrázek 56 První polovina procesní mapy	66
Obrázek 57 Druhá polovina procesní mapy	67