

Západočeská univerzita v Plzni  
Fakulta aplikovaných věd  
Katedra informatiky a výpočetní techniky

## Diplomová práce

# Analýza výkonového hodnocení logistiky ve výrobní firmě s využitím BI nástrojů

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta aplikovaných věd  
Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Štěpánka KRUTINOVÁ**  
Osobní číslo: **A21N0023P**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační systémy**  
Téma práce: **Analýza výkonového hodnocení logistiky ve výrobní firmě s využitím BI nástrojů**  
Zadávací katedra: **Katedra informatiky a výpočetní techniky**

## Zásady pro vypracování

1. Seznamte se s problematikou výkonového hodnocení logistiky ve výrobních firmách.
2. Analyzujte dostupná, anonymizovaná data z reálného provozu, dodaná zadavatelem práce.
3. Na základě analýzy navrhňte datovou kostku a prototyp reportů s použitím Power BI, odpovídající potřebám výkonového hodnocení logistiky.
4. S pomocí prototypu navrhňte a odlaďte kritéria, parametry a váhy pro výkonové hodnocení z hlediska
  - 4.1. sledování výkonu lidí a
  - 4.2. uspořádání či skladování vybraných položek.
5. Proveďte porovnání možností a dostupností reportovacích (prezentačních) nástrojů Amazon Quicksight, Power BI a Tableau.
6. Ve zvoleném reportovacím nástroji navrhňte a vytvořte vizualizační výstupy vycházející z předchozích bodů zadání, použijte je pro analýzu dostupných dat.
7. Navrhňte doporučení pro optimalizaci logistiky vzhledem k analyzovaným dostupným datům.
8. Proveďte zhodnocení dosažených výsledků.

Rozsah diplomové práce: **doporuč. 50 s. původního textu**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

dodá vedoucí diplomové práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zbyněk Černý, Ph.D.**  
AIMTEC a. s.

Konzultant diplomové práce: **Doc. Dr. Ing. Jana Klečková**  
Katedra informatiky a výpočetní techniky

Datum zadání diplomové práce: **9. září 2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **18. května 2023**

L.S.

---

**Doc. Ing. Miloš Železný, Ph.D.**  
děkan

---

**Doc. Ing. Přemysl Brada, MSc., Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 11. října 2022

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů.

V Plzni dne 22. června 2023

Bc. Štěpánka Krutinová

## **Abstract**

This master thesis deals with analyses and proposes a data cube and evaluation of logistics processes for selected company. The aim was to compare BI tools and use them for proposing and implementing reports, which can help to analyze warehouse products order and to evaluate the performance of employees for certain logistics processes.

The evaluations were made using ABC analysis, based on the time intensity of logistics processes. Using ABC analysis, an evaluation was made based on the time consumption of logistics processes from the available data. The results show that by optimizing warehouse processes based on the recommended ABC groups, each worker can save almost an hour of time per day. Furthermore, it was also found that there are not too much differences between the performance of the workers.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce s názvem „Analýza výkonového hodnocení logistiky ve výrobní firmě s využitím BI nástrojů“ se zabývá návrhem datové kostky a hodnocením logistických procesů pro vybranou výrobní firmu. Cílem bylo srovnat BI nástroje a využít je k návrhu a vytvoření přehledných reportů, pomocí nichž je možné přehledně zanalyzovat uspořádání položek ve skladu a pro určité logistické procesy zhodnotit výkony jednotlivých pracovníků. Vyhodnocování bylo provedeno z dostupných podnikových dat pomocí ABC analýzy, vycházející z časové náročnosti logistických procesů. Výsledky ukazují, že optimalizací skladových procesů na základě doporučených ABC skupin, může denně každý pracovník ušetřit téměř hodinu času. Dále z vytvořených reportů bylo zjištěno, že mezi jednotlivými výkony pracovníků nejsou příliš velké rozdíly, pro lepší hodnocení je zapotřebí sbírat další informace.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Business intelligence</b>	<b>8</b>
2.1	Historie a definice . . . . .	8
2.2	Komponenty BI . . . . .	10
2.2.1	Zdrojové systémy . . . . .	10
2.2.2	ETL, EAI . . . . .	12
2.2.3	Data staging area (DSA) . . . . .	14
2.2.4	Operational data store (ODS) . . . . .	15
2.2.5	Enterprise data warehouse (EDW) . . . . .	16
2.2.6	Data Marts . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Datový sklad</b>	<b>17</b>
3.1	Architektura datových skladů . . . . .	18
3.1.1	Architektura s jednou vrstvou . . . . .	19
3.1.2	Architektura se dvěma vrstvami . . . . .	19
3.1.3	Architektura se třemi vrstvami . . . . .	20
3.2	Dimenzionální modelování . . . . .	20
3.2.1	Tabulka faktů, tabulka dimenzí . . . . .	20
3.2.2	OLAP kostka . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Reporting</b>	<b>25</b>
4.1	Vztah reportingu s controllingem a IS . . . . .	25
4.2	Reportovací nástroje . . . . .	26
4.2.1	Power BI . . . . .	27
4.2.2	Tableau . . . . .	29
4.2.3	Amazon QuickSight . . . . .	30
<b>5</b>	<b>Supply chain a logistika</b>	<b>32</b>
5.1	ABC Analýza . . . . .	33
5.1.1	Rozdělení do skupin . . . . .	34
5.2	Sledování výkonu lidí . . . . .	36
5.2.1	Výkon . . . . .	36
5.2.2	Klíčové ukazatele výkonu . . . . .	37

<b>6</b>	<b>Analýza současného stavu a návrh řešení</b>	<b>39</b>
6.1	Datový sklad . . . . .	39
6.1.1	Stage vrstva (L0) . . . . .	40
6.1.2	Core vrstva = L1 . . . . .	42
6.1.3	Data Mart = L2 . . . . .	43
6.2	Návrh multidimenzionálního modelu . . . . .	43
6.2.1	Granularita faktů a hierarchie dimenzí . . . . .	44
6.2.2	Historie transakcí - tabulka faktů . . . . .	47
6.3	ABC Analýza . . . . .	48
6.3.1	Definice kritérií . . . . .	48
6.3.2	Redukce nerelevantních záznamů . . . . .	51
6.3.3	Rozdělení položek . . . . .	52
6.3.4	Rozdělení pozic . . . . .	53
6.3.5	Průměrné časy dojezdu k pozicím . . . . .	55
6.3.6	Report ABC . . . . .	57
6.4	Report pro sledování výkonosti zaměstnanců . . . . .	60
<b>7</b>	<b>Porovnání Reportovacích nástrojů</b>	<b>62</b>
7.1	Výkonnost . . . . .	62
7.2	Datové zdroje . . . . .	63
7.3	Zákaznická podpora . . . . .	63
7.4	Programming support . . . . .	64
7.5	HW požadavky . . . . .	64
7.6	User Interface . . . . .	64
7.7	Funkce a nástroje . . . . .	66
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>67</b>
	<b>Seznam zkratk</b>	<b>68</b>
	<b>Literatura</b>	<b>69</b>
	<b>Přílohy</b>	<b>71</b>

# 1 Úvod

Tato práce s názvem „Analýza výkonového hodnocení logistiky ve výrobní firmě s využitím BI nástrojů“ analyzuje a navrhuje konkrétní řešení pro hodnocení logistických procesů pro vybranou výrobní firmu.

V úvodu je čtenář seznámen s termíny jako jsou Business Intelligence a její nástroje, datový sklad a datová kostka, dále je nahlédnuto i do oblasti logistiky, kde jsou vydefinovány pojmy jako reporting, controlling a vztah mezi nimi.

V praktické části jsou srovnány BI nástroje, které lze využít k vytvoření přehledných reportů, pomocí nichž je uživatel schopný přehledně zkontrolovat výstupy hodnotících analýz. K hodnocení logistických procesů byly zvoleny dva pohledy - pohled přes položky na skladových pozicích a pohled přes jednotlivé pracovníky. Hodnocení uspořádání položek ve skladu je provedeno pomocí ABC analýzy, kdy pozice jsou rozděleny dle časové náročnosti do tří skupin, stejně tak položky se na základě četnosti manipulací také dělí do tří skupin. Díky takovému rozdělení a vytvořenému reportu v Power BI je uživatel schopný snadno zjistit, kolik času by uspořil, kdyby přeskladnil položky na místo dle stanovených skupin. Z pohledu uživatelů jsou logistické procesy také rozděleny dle časové náročnosti, a dále z pohledu počtu příkazů, na nichž se vybraný uživatel podílel. Z vytvořených grafů a tabulek je možné sledovat výkonnost pracovníků a srovnávat jejich výkony s ostatními.



## 2 Business intelligence

Ačkoliv pojem business intelligence (BI) není ryze českým výrazem, tak se v podnicích používá čím dál tím více. Kvalifikované rozhodování ve firmě musí často být rychlé a podpořeno jasnými fakty, proto se využívají principy BI, které se zakládají na vícedimenzionálních tabulkách, jež umožňují velmi rychle a pružně měnit jednotlivé dimenze a nabízet tak rozhodujícím pracovníkům různé pohledy a důvěryhodná data v hodnotovém kontextu.

Pro BI v dnešní době nenajdeme jednotnou definici. Jedná se o zastřešující termín označující celý komplex postupů, procesů, aplikací a technologií, které usnadňují analytické plánovací a rozhodovací činnosti ve firmě.

### 2.1 Historie a definice

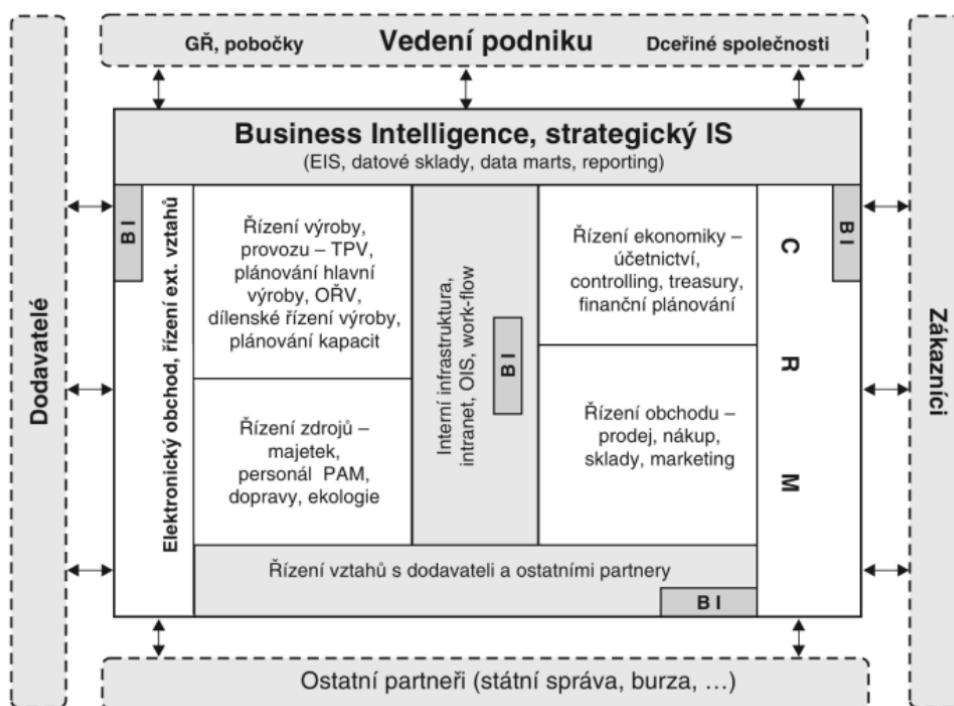
První zmínka o pojmu business intelligence je připisována panu Richardu Millerovi Devensovi v jeho knize *Cyclopædia of Commercial and Business Anecdotes*, která byla poprvé vydána v roce 1865. Ovšem za otce business intelligence je všeobecně uznáván počítačový odborník IBM Hans Peter Luhn, jež v roce 1958 napsal článek s názvem „*A Business Intelligence System*“, v němž předpověděl několik trendů business intelligence, které platí dodnes. [23]

Luhn popsal BI systém jako „*schopnost pochopit vzájemné vztahy mezi předloženými fakty tak, aby bylo možné řídit kroky vedoucí k požadovanému cíli.*“ Za cíl systému označil poskytování vhodných informací pro podporu konkrétních činností prováděných ať už jednotlivci, skupinami či divizemi a většími celky. Dalším cílem systému je provádět jakékoliv funkce rychle, efektivně s využitím nových postupů, které využívají přirozených schopností systému. Za klíčovou funkci systému Business Intelligence považoval vyhledávání informací. [27]

Přestože Luhnem navržený koncept zaujal několik zájemců, myšlenka byla v té době považována za příliš nákladnou na to, aby měla praktické využití. Bylo zapotřebí dalšího technologického pokroku, aby se jednalo o ekonomicky životaschopné řešení. [23]

Oblast BI se za posledních šest desetiletí od vydání Luhnova článku vyvinula a tento termín se začal více spojovat se správou strukturovaných dat a způsoby, jak získat přehled o podnikání organizace, tedy jak získat více správných informací z dat, na jejichž základě lze rychleji reagovat na změny trhu, ovlivňovat výkonnost a kvalitu řízení firmy a tím i zvyšovat celkovou úspěšnost a konkurenceschopnost. [29]

V roce 1989 analytik společnosti Gartner, Inc. Howard Dresner, uvedl termín **Business Intelligence**, který se rozšířil do povědomí informační veřejnosti. Dresner definoval business intelligence jako „soubor konceptů a metod určených pro zlepšení procesu rozhodování v organizaci.“ Tato definice se blíží tomu, co dnes chápeme pod pojmem BI. Tento komplex nástrojů dokumentuje obrázek 2.1. [29]



Obrázek 2.1: Postavení BI v architektuře IS/ICT [29]

## 2.2 Komponenty BI

Na základě nástrojů a komponent souvisejících s BI lze architekturu BI rozložit do jednotlivých vrstev. Obecná koncepce architektury BI je znázorněna na obrázku 2.2. Níže jsou blíže popsány některé komponenty, o zbýlých se dále hovoří v samostatné kapitole 3, věnující se datovému skladu.

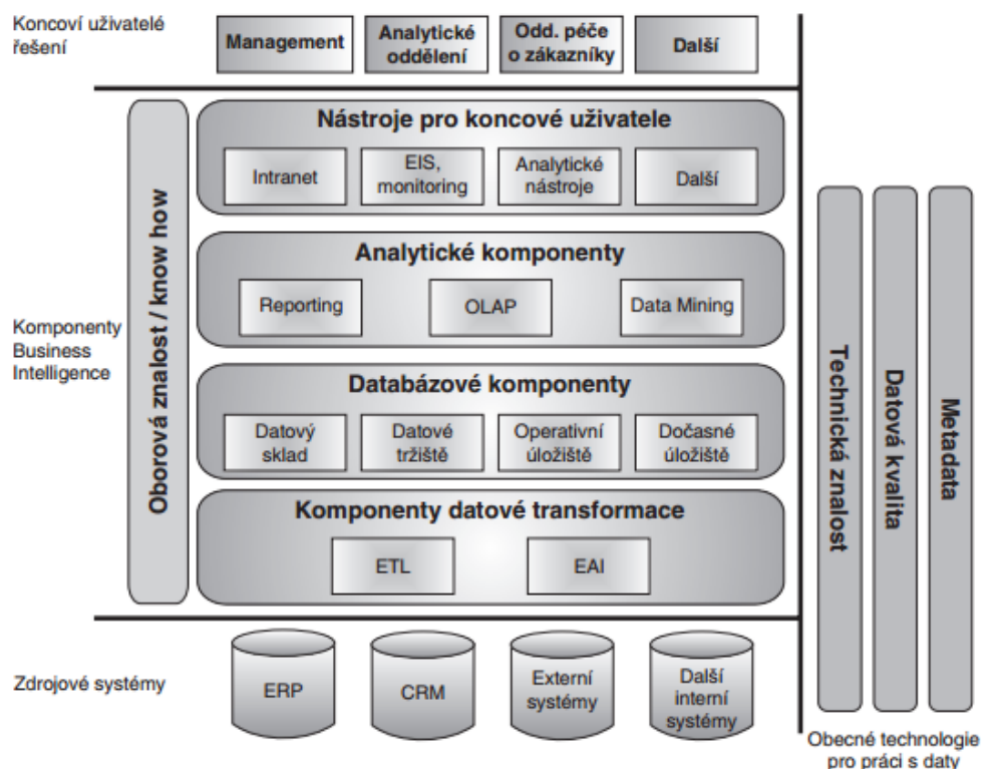
### Související nástroje a komponenty:

- Dočasná úložiště (DSA: Data Staging Area)
- Operativní úložiště (ODS : Operational Data Store)
- Transformační nástroje (ETL : Extraction Transformation Loading)
- Integrovaní nástroje (EAI : Enterprise Application Integration)
- Datové sklady (DWH: Data Warehouse), Datová tržiště (DM: Data Marts)
- Reportingové nástroje
- Manažerské aplikace (EIS: Executive Information System)
- OLAP (Online Analytical Processing)
- Dolování dat (Data Mining)

### 2.2.1 Zdrojové systémy

Co se nepovažuje za součást BI nástrojů a komponent jsou transakční OLTP databáze. Bez těchto databází bychom se ale v oblasti BI neobešli. Jedná se především o **ERP**, **CRM** či **SCM systémy**, které jsou primárně určeny k pořizování dat a jejich aktualizaci.

S rostoucím množstvím dat se často stávají přeplněnými a obsahují mnoho zbytečných dat i systémy, které je ukládají. V takovýchto systémech je problematické získat vícedimenzionální pohled na data. ERP databáze nejsou vůbec navrženy pro takovýto pohled na data, což vede k problémům při rychlém a flexibilním měnění kritérií výběru. To je podnikem ale požadováno. Z tohoto důvodu jsou tyto databáze spolu s dalšími **interními** (finančními, personálními,..), ale i **externími** (např. dodavatelskými) databázemi považovány pouze za zdrojové databáze pro další nástroje BI. [29]



Obrázek 2.2: Obecná koncepce architektury BI [29]

Načítání dat spolu s jejich transformací je proces, který může být od jednoduchého až po extrémně složitý. S načítáním dat může být spojeno několik problémů, které představují výzvu. Jedním z nich je například kvalita dat. Data mají pro organizaci velkou hodnotu, budou-li nekvalitní, či nesprávně udržovaná, budou pravděpodobně nekvalitní a nesprávná podniková rozhodnutí, které byly učiněny na základě těchto informací.

## Kvalita dat

Atribut kvality dat je neodmyslitelnou součástí informačních systémů jakékoliv úrovně. Základním předpokladem pro správnou funkci a využití datového skladu jsou korektní a pravdivá data již na úrovni provozních systémů (například chyby v evidenci zákazníků se pouhým načtením do datového skladu neopraví).

## Dimenze kvality dat:

- **Přesnost:** Data odrážejí skutečné objekty a/nebo události, které mají modelovat. Přesnost se často měří podle toho, jak se hodnoty shodují s informačním zdrojem, o kterém je známo, že je správný např. provedením inventury.
- **Úplnost** tj. soubory dat obsahují (a zpřístupňují) veškeré požadované záznamy a hodnoty, které by měly.
- **Konzistence** tj. mezi stejnými hodnotami dat v různých systémech nebo souborech dat nedochází k vzájemným konfliktům.
- **Jedinečnost** tj. žádný záznam v sadě dat neexistuje více než jednou, i když existuje na více místech.
- **Včasnost** tj. data jsou aktualizována tak často, jak je to nutné - tedy jsou aktuální a k dispozici pro použití, když je třeba.
- **Platnost (validita)** tj. data odpovídají definovaným obchodním pravidlům.

Některé metriky kvality dat jsou napříč organizacemi a průmyslovými odvětvími upřednostňovány. Např. při měření kvality výrobních dat musí výrobci udržovat přesné záznamy o zákaznících a prodejcích, aby mohli včas informovat o problémech s kontrolou kvality a potřebách údržby. [15]

Problémy s kvalitou dat plýtvají časem, snižují produktivitu a zvyšují náklady. Mohou také poškodit spokojenost zákazníků, poškodit pověst značky, donutit organizaci platit vysoké pokuty za nedodržení předpisů, nebo dokonce ohrozit bezpečnost zákazníků nebo veřejnosti. [15]

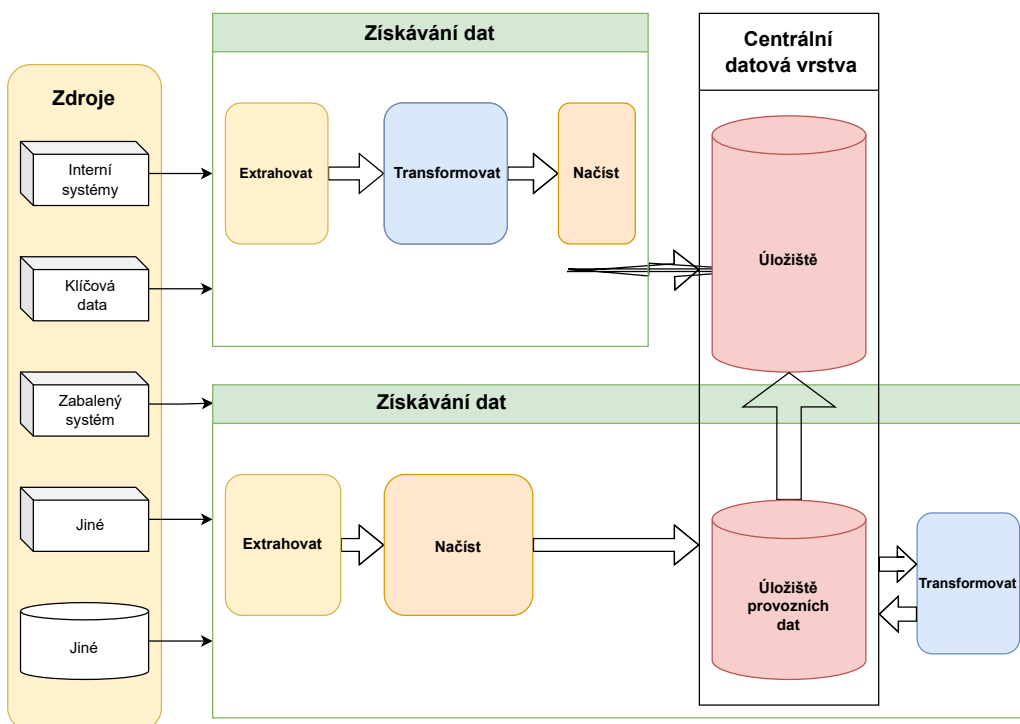
### 2.2.2 ETL, EAI

**ETL** je jednou z nejvýznamnějších komponent celého komplexu BI. Tato zkratka ukrývá 3 slova - Extract (extrakce), Transform (transformace) a Load (načtení). Jiné označení pro ETL je také datová pumpa. Obecně lze ETL popsat jako vybrání dat ze zdrojových systémů (extrakce), následnou úpravu a uspořádání dat do požadované formy (transformace) a nahrání dat do cílové databáze (načtení).

Tento princip může být od jednoduchého až po extrémně složitý. V pojmu transformace dat do příslušného formátu se na základě požadavků může skrývat mnoho náročných kroků a dílčích procesů - např. čištění, slučování, třídění, zajištění pořizovacích časových razítek, ověřování dat, zpracování delta, či zajištění referenční integrity. Počet těchto kroků je zcela libovolný a závisí pouze na architektuře a požadavcích řešení. [26]

Jedním z problémů, které představují výzvu, a zároveň jedním z největších úzkých míst při zpracování dat ze zdrojových databází do staging nebo ODS či datového skladu, je zpracování kvality dat (již zmíněno v sekci 2.2.1). Ať už data předzpracováváte nebo následně zpracováváte, v jakékoli fázi přenosu do datového skladu je třeba špatná data vyčistit a kvalifikovat. To je klíčová oblast pro srovnávání výkonnosti infrastruktury datového skladu. [25]

Zpracování pomalu se měnících dat do datového skladu je často klíčovou oblastí pro ověřování výkonu. Tento typ zpracování zahrnuje několik vrstev skryté složitosti od referenčních dat, faktografických klíčů referenční integrity, udržování historie, a pokud existuje, s datem aktualizace nebo s nějakými konkrétními daty, které se mění jako dimenze. [25]



Obrázek 2.3: ETL vs. ELT [29]

### **ETL vs. ELT**

Ačkoliv vrstva získávání dat se obvykle označuje jako oblast ETL, nemusí vždy spočívat pouze v principu ETL (Extract, transform, load - popsáno v sekci 2.2.2). Někdy je vhodné proces ETL nahradit procesem ELT, jež spočívá v extrakci, načtení dat do databáze a až poté probíhají fáze transformace dat.

Největším určujícím faktorem je jak, kdy a kde se provádějí transformace dat. Oproti modelu ETL zkracuje ELT dobu zatížení. Použití ELT je vhodné především při sbírání dat z různých senzorů a rychle proudících datech, kdy data proudí tak rychle, že než by se dokončila transformace, už by data nebyla aktuální. Z toho důvodu se nejdříve všechna data načtou a uloží do datového skladu a až v okamžik, kdy je uživatel potřebuje, se provede jejich transformace. V obou případech jsou data načtena ze zdrojového systému a transformace probíhají v rámci datového skladu. [26] [4]

Rozdíl mezi procesem ETL a ELT lze vidět na obrázku 2.3.

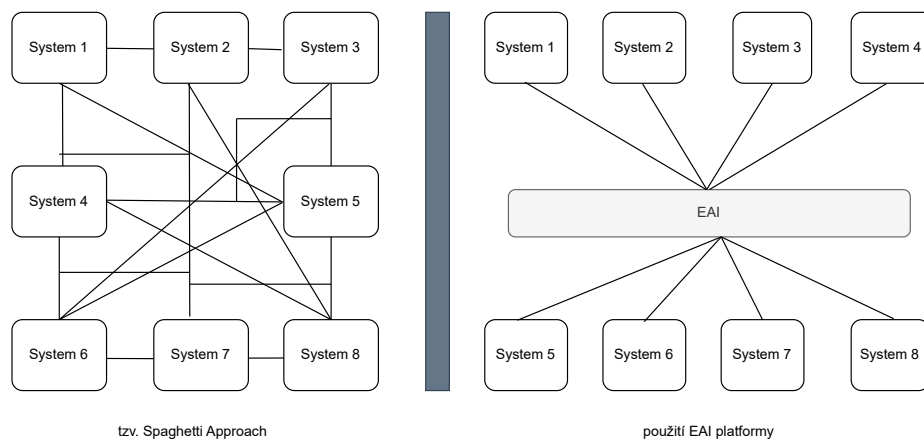
### **Enterprise Application Integration (EAI)**

Nástroje EAI vznikly ve vrstvě zdrojových systémů. Jejich cílem je integrovat podnikové systémy a redukovat počet jejich vzájemných rozhraní.

Platformy EAI pracují v reálném čase. EAI nejsou součástí každého podniku, ale pokud existují, jsou pro BI velkou výhodou v oblasti datové integrace, kde jsou nástroje EAI využity pro přenos dat do datových uložišť. EAI tak doplňuje dávkový přenos a umožňuje vznik nové generace datových skladů v reálném čase. [29]

### **2.2.3 Data staging area (DSA)**

Oblast staging, neboli dočasné úložiště dat, je další databáze, která je vytvořena a nasazena v každém datovém skladu. Jedná se o pracovní oblast, nacházející se mezi zdrojem dat a cílem, kterým může být datový sklad nebo datové tržiště, a jejíž účelem je shromažďování dat ze zdrojových systémů a přípravu dat pro načítání dat. Data se v této oblasti shromažďují z důvodu rychlé dostupnosti pro nahrání do datového skladu, protože není možné načíst všechna data ze všech provozních databází současně, kvůli různým obchodním cyklům, omezením hardwaru a síťových zdrojů.



Obrázek 2.4: Rozdíl při použití EAI platformy [29]

Výhody těchto oblastí spočívají např. v obnovitelnosti (dojde-li k poškození operací, je třeba obnovit data), zálohování dat, auditování a kvalitou dat. I když se data čistí denně nebo každý druhý den, čímž se udržují objemy na nižších úrovních ve srovnání s ODS nebo datovým skladem, je ve staging area, která často sdílí stejný diskový prostor na úložné vrstvě s ostatními tabulkami datového skladu, vyvíjena velká aktivita. Tato aktivita zahrnuje kvalitu dat a přípravu dat pro načtení do datového skladu. Pracovní oblast umožňuje replikaci, přeformátování a testování dat ze zdroje před jejich načtením do cílového systému. [25]

## 2.2.4 Operational data store (ODS)

Provozní datový sklad je volitelnou součástí architektury a používá se pro účely provozního reportingu. Je zásobován ze zdrojových systémů a obvykle poskytuje aktuální pohled na zákaznické informace. Jeho složitost se dědí z integrace více zdrojů dat do jedné databáze.

Úložiště provozních dat funguje v podstatě stejným způsobem jako přípravná oblast v procesu ETL. Systém pro ukládání provozních dat funguje tak, že importuje surová data z produkčních systémů a ukládá je do svého úložiště v jejich původním stavu. Poté, zatímco ETL aplikuje transformace na data, jsou tato nezpracovaná data zpřístupněna datovému skladu a nástrojům pro business intelligence pro další analýzu. [25]



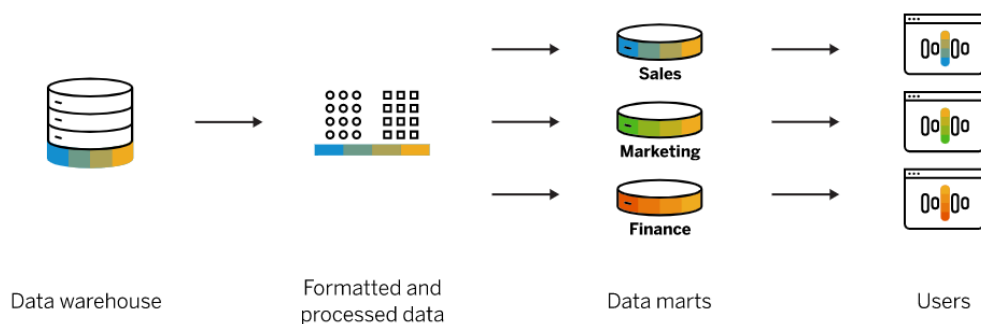
## 2.2.5 Enterprise data warehouse (EDW)

Podnikový datový sklad (EDW) je největší a nejsložitější datovou strukturou. EDW obsahuje nejen aktuální data, ale také několikaletou historii online i offline. Je zdrojem dat pro všechny navazující systémy včetně platform pro reporting, analytiku, ovládací panely a specializované aplikace, jako je CRM, reporting shody s předpisy a finanční reporting. Mnoho EDW je cloudových z důvodu škálovatelnosti, snadného použití a přístupu. [2], [25]

## 2.2.6 Data Marts

Datové tržiště jsou specializované databáze (podsekce datového skladu) vytvořené pro řešení potřeb uživatelů z jednotlivých pracovních úseků nebo týmů v oblasti výkaznictví a analýzy (např. prodej, marketing, finance) a poskytují uživatelům specifické tematické pohledy na data. [2]

Činnosti v datamartu jsou velmi podobné činnostem v datovém skladu, ale díky datovým tržištím, kde se nachází zredukovaná data pouze pro vybranou skupinu uživatelů, docílíme zjednodušeného přístupu k datům, urychlení analýzy a celkově lepší kontrolu nad daty. V rámci datového skladu je často nasazeno více datových tržišť. Fungování datového tržiště v rámci datového skladu je znázorněno na diagramu 2.5. [2]



Obrázek 2.5: Diagram datového tržiště a jeho fungování [2]

# 3 Datový sklad

Datový sklad spadá ze své podstaty pod základy BI. Jedná se o systém, který umožňuje shromažďovat, organizovat, uchovávat a sdílet historická data. Zahnuje data pocházející z provozních systémů. DW má obvykle více zdrojových systémů. Termín datový sklad často označuje systém datového skladu a v jiných případech se vztahuje na úložiště datového skladu. - zde je tím myšlen komplexní systém. [26]

Definice datového skladu podle Billa Inmona, která je průmyslem akceptována jako standard, uvádí, že *datový sklad je subjektivě orientovaný, nevolatilní, integrovaný a časově proměnný sběr dat pro podporu rozhodování managementu*. [24]

Každá část této definice nese hlubší význam:

- **Subjektová orientace:** Údaje se do datového skladu zapisují podle předmětu zájmu, ne podle aplikace, ve které byly vytvořeny. Při orientaci na subjekt jsou data v datovém skladu kategorizována podle předmětu, kterým mohou být např. zákazník, dodavatel, zaměstnanec, výrobek a podobně. [20], [24]
- **Integrace:** nejdůležitější z vlastností - znamená, že údaje týkající se konkrétního předmětu se do datového skladu ukládají pouze jednou. Jelikož jsou data přiváděna z více různorodých zdrojů je nutné tyto data převést, přeformátovat a sjednotit. Příkladem může být ukládání pohlaví v jednom systému jako 0/1 a ve druhém jako muž/žena. V takovém případě do datového skladu nechceme uložit tuto stejnou (pouze jinak zaznamenanou) informaci dvakrát, ale sjednotit ji. [20], [24]
- **Časová variabilita:** říká, že každá jednotka dat v datovém skladu je přesná. Údaje se ukládají do datového skladu s časovým razítkem. [20], [24]
- **Nevolatilita:** Provozní data jsou pravidelně aktualizována (lze je i mazat), ale údaje v datovém skladu jsou obvykle neměnná ani se neodstraňují. Obvykle vyžaduje pouze dva postupy v přístupu k datům: počáteční načtení dat a přístup k datům. Do datového skladu jsou v pravidelných intervalech načítány nové údaje ve statickém formátu

snímku, tím se vytváří historie záznamů dat v datovém skladu.[20],[24]

### 3.1 Architektura datových skladů

Architektura datového skladu je klíčová a závisí na mnoha faktorech, jimiž například jsou: čas uvedení na trh, rozsah dat v podniku, centralizace nebo distribuce dat, atd.

Z pohledu infrastruktury se skládá z následujících prvků:

- **Zdrojové systémy** - představují různé zdrojové kanály pro datový sklad
- **Přesun dat (ETL)**
- **Databáze** - je jich vytvořeno a nasazeno hned několik:
  - Pracovní oblasti (Staging areas) - jsou primární vstupní a předzpracovávací zónou pro všechna data, která je potřeba přesunout do Datového skladu.
  - Provozní úložiště dat (Operational data store) - centrální databáze, která poskytuje přehled nejnovějších dat (tzv. snímek) z různých transakčních systémů.
  - Enterprise data warehouse - největší databáze podniku, spojení všech zdrojových databází.
  - Datová tržiště (Data marts) - speciální databáze, které jsou navrženy a vyvinuty pro konkrétní oddělení (skupiny uživatelů).
  - Analytické databáze - databáze, které extrahují a kopírují data z enterprise data warehouse a podporují analytické platformy pro činnost dolování a průzkumu dat.

[25]

Dalo by se jednoduše říci, že na základě použití, či nepoužití ODS, můžeme rozlišovat klasickou architekturu datového skladu se dvěma vrstvami a pokročilou architekturu se třemi vrstvami. Obě tyto architektury jsou znázorněny na obrátku 3.1. Nejjednodušší architektura je pouze s jednou vrstvou, ta už se ovšem používá pouze zřídka. [26]

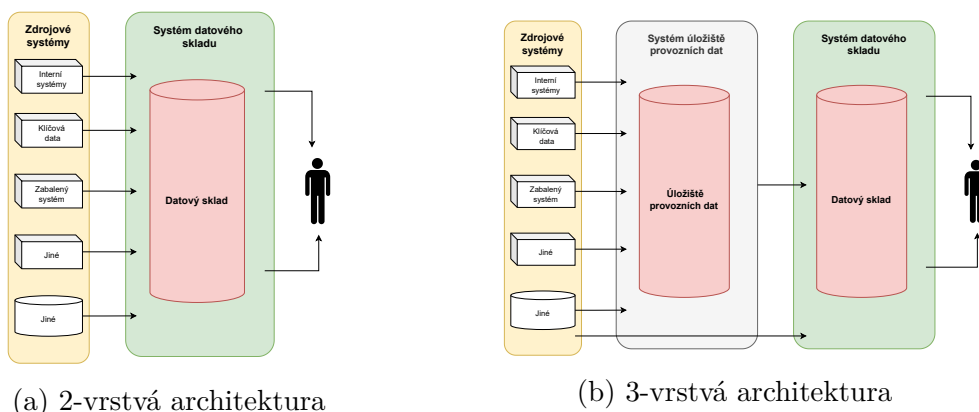
### 3.1.1 Architektura s jednou vrstvou

Tato architektura nerozlišuje mezi zdrojovým systémem a systémem datového skladu, proto mezi datové sklady nepatří (nesplňuje požadavky rozlišení transakčního a analytického systému). Je sice velmi jednoduchá, ale s každým dotazem dochází k přímému přístupu ke zdrojovému systému a tím i narušení činnosti transakčního systému. Zároveň nedokáže poskytovat plnou a včasnou funkcionalitu. Právě z těchto důvodů se s jejím využitím setkáme jen zřídka. [26]

### 3.1.2 Architektura se dvěma vrstvami

Tato architektura již rozlišuje zdrojový systém a systém datového skladu. Každý z těchto systémů tvoří právě jednu vrstvu - odtud dvouvrstvá architektura. Ve skutečnosti mezi nimi nalezneme systém ETL a poslední vrstvu pro dynamickou analýzu informací. Datový sklad zde reprezentuje vysoce dostupné úložiště, které je trvalé a analytické úlohy v něm nezatěžují zdrojový systém, což má za následek mnohem větší náklady na výstavbu, oproti předchozí architektuře. Multidimenzionální struktura, v níž je připraven, zjednodušuje analýzu dat. [3], [26]

I zde však mohou vznikat značné výkonnostní potíže tehdy, když je rozsáhlý datový sklad používán aplikacemi kladoucími vysoké nároky na intenzivní zpracování dat pro podporu rozhodování nebo hluboce zaměřené analýzy z oblasti business intelligence.



Obrázek 3.1: Obrázek 3.1a představuje architekturu datového skladu se dvěma vrstvami, která zahrnuje zdrojové systémy a systém datového skladu. Obrázek 3.1b (vpravo) znázorňuje třívrstvou architekturu. [26]

### 3.1.3 Architektura se třemi vrstvami

Třívrstvá architektura se skládá ze zdrojové vrstvy (obsahující více zdrojových systémů), vrstvy datového skladu (obsahující datové sklady i datové tržiště) a navíc mezi nimi operační úložiště dat (ODS). Toto úložiště neukládá historii, ze zdrojových systémů čerpá pouze aktuální stav. Tato architektura je vhodná pro velké podnikové řešení. [3], [26]

## 3.2 Dimenzionální modelování

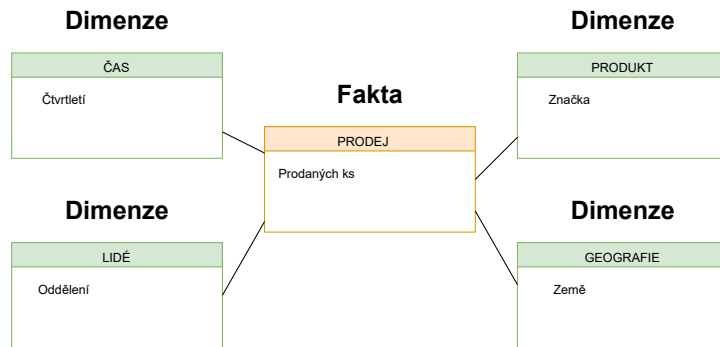
Data, které jsou uloženy ve zdrojových systémech obvykle nemají vhodnou strukturu, které by umožňovala rychlou a jednoduchou práci s nimi. Analytické úlohy fungují nejlépe, pokud jsou data reprezentovány ve speciálních datových strukturách, které mají dimenzionální charakter. Taková struktura umožňuje jednoduché nahlížení na klíčová fakta o činnosti organizace z více různých pohledů.

Dimenzionální modelování reprezentuje data pomocí operací rychle, což umožňuje vhodnější logickou reprezentaci dat při správě dat OLAP. Vnímání dimenzionálního modelování vyvinul Ralph Kimball a skládá se ze dvou hlavních prvků. Jedná se o tabulku faktů a tabulku dimenzí.

Fakta jsou údaje v numerickém či symbolickém (nenumерickém) vyjádření a sama o sobě jsou zcela neutrální. Pozitivní či negativní význam faktů je dán pohledem na ně, tj. na tatáž data lze uplatňovat různá hlediska. Tato hlediska jsou zvána dimenze. Dimenzi lze také charakterizovat jako strukturální atribut rychle, jež představuje seznam příbuzných názvů z nichž všechny patří do podobné kategorie ve vnímání dat uživatelem. Příkladem může být časová dimenze - kdy měsíce, čtvrtletí a roky mohou tvořit dimenzi roky. [21]

### 3.2.1 Tabulka faktů, tabulka dimenzí

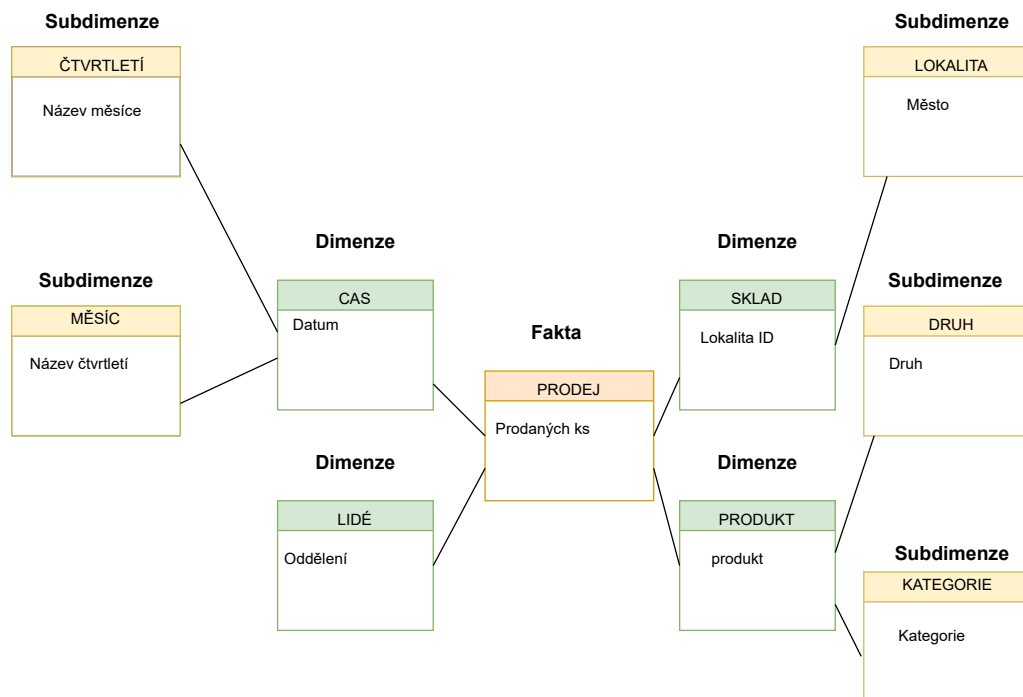
Tabulka faktů je struktura, která obsahuje mnoho výskytů dat. Jedná se o centrální tabulku, která bývá spojena s více tabulkami dimenzí a vytváří hvězdicovité schéma. Datový trh s hvězdicovitým schématem obvykle obsahuje jednu centrální tabulku faktů a několik dimenzí. Toto schéma je lehce pochopitelné na první pohled viz obrázek 3.2. [24], [26], [21]



Obrázek 3.2: Schéma hvězda [21]

Tabulka dimenzí je tabulka, obsahující relevantní, ale samostatné informace, která kvantifikuje metriky v tabulce faktů. Definuje důležité, avšak pomocné údaje, které se vztahují k tabulce faktů. Dimenze tvoří granularitu tabulky faktů a dávají faktům kontext. [24]

Při spojení do hvězdy se zpravidla používá jedna tabulka faktů. Může však existovat více než jedna tabulka faktů. Kombinací více faktových tabulek a dimenzí lze vytvořit složenou strukturu, tzv. strukturu sněhové vločky.



Obrázek 3.3: Schéma vločka [21]

Struktura sněhové vločky je znázorněna na obrázku 3.3. Ve struktuře sněhové vločky jsou různé tabulky faktů propojeny pomocí sdílení jedné nebo více společných dimenzí. [24]

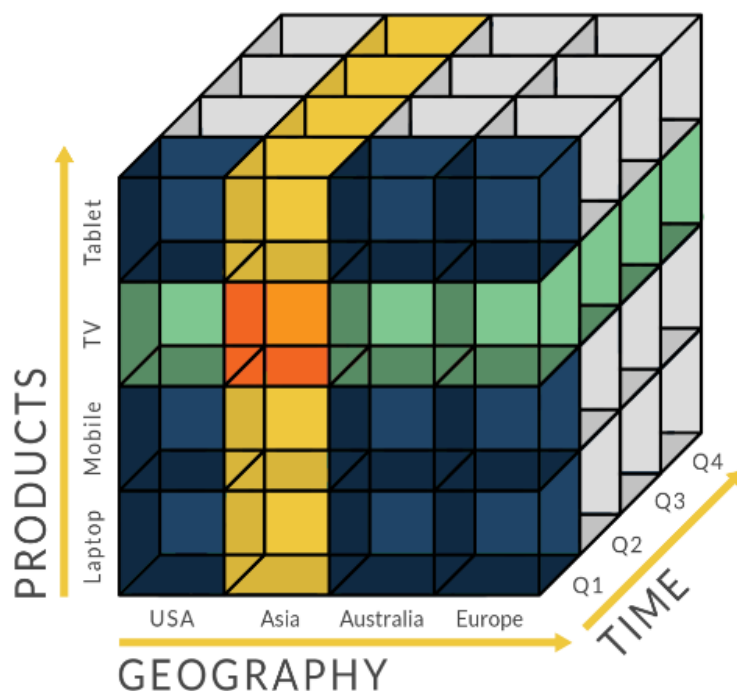
Při správném návrhu vícedimenzionální struktury se poskytování dat koncovému uživateli stane velmi efektivním. Aby ale poskytování informací bylo efektivní, je třeba si nejdříve osvojit požadavky koncového uživatele. Procesy, které má koncový uživatel k dispozici a které budou data využívat, jsou základem pro definování toho, jak bude multidimenzionální struktura vypadat. [24]

### 3.2.2 OLAP kostka

OLAP je zkratka pro On-Line Analytical Processing. Tato technologie, stojící za mnoha z BI aplikací, provádí vícerozměrnou analýzu podnikových dat a podporuje schopnost komplexních odhadů, analýzy trendů a sofistikovaného modelování dat. Rychle posiluje nezbytný základ pro zjišťování znalostí a reportování datových skladů. OLAP umožňuje koncovým zákazníkům provádět ad hoc analýzu dat v mnoha dimenzích, což jim poskytuje přehled a porozumění, které potřebují pro lepší rozhodování.

OLAP má v zásadě velmi jednoduchou koncepci. Na rozdíl od relačních databází neukládají nástroje OLAP jednotlivé záznamy transakcí ve dvourozměrném formátu po řádcích, jako pracovní listy, ale k ukládání polí konsolidovaných informací používají vícerozměrné databázové struktury - v terminologii OLAP známé jako kostky. Data a vzorce jsou uloženy v optimalizované vícerozměrné databázi, zatímco pohledy na data jsou vytvářeny na vyžádání. Technologie OLAP zvládá většinu dotazů, které se obvykle velmi obtížně provádějí nad tabulkovými databázemi, a to agregaci, spojování a seskupování. Tyto dotazy se vypočítávají během procesu, který se obvykle nazývá sestavení nebo zpracování kostky OLAP. Tento proces probíhá přes noc, proto koncoví uživatelé mají ráno, když dorazí do práce, data aktualizována. [17]

OLAP kostka je znázorněna na obrázku 3.4. Tato kostka obsahuje dimenzi položek, časovou a zeměpisnou dimenzi. Z obrázku je patrné, že dimenzi položek může tvořit např. tablet, televize či notebook. Geografické lokace můžou být USA, Evropa, Asie či Austrálie. Z pohledu časového se jedná o kvartály, které lze pomocí operací popsaných níže v sekci 3.2.2 např.



Obrázek 3.4: OLAP kostka [17]

přiblížit na jednotlivé měsíce či dny (dle definované hierarchie).

### Operace nad OLAP kostkou

Ve vícerozměrném modelu jsou záznamy uspořádány do různých dimenzí a každá dimenze zahrnuje více úrovní abstrakce popsanych hierarchií pojmů. Toto uspořádání umožňuje uživateli pohlížet na data z různých perspektiv. Pro demonstraci těchto různých pohledů existuje řada operací s datovými kostkami OLAP, které umožňují interaktivní dotazy a vyhledávání v daném záznamu. OLAP tedy podporuje uživatelsky přívětivé prostředí pro interaktivní analýzu dat. [7]

#### Roll-up

Operace roll-up (známá také jako drill-up nebo agregační operace) provádí agregaci datové kostky, a to sbalením členů v hierarchii konceptů za účelem získání souhrnných dat.



### **Drill-Down**

Operace drill-down (nazývaná také roll-down) je opačná operace k operaci roll-up. Drill-down lze definovat jako přiblížení datové kostky za účelem zobrazení podrobnějšího rozsahu dat. Drill-down lze provádět buď sestupem v hierarchii konceptů dimenze, nebo přidáním dalších dimenzí do kostky. Příkladem může být přiblížení časové dimenze z kvartálů na výpis po jednotlivých měsících.

### **Slice**

Operace Slice provádí výběr na jedné dimenzi dané krychle, čímž vznikne dílčí krychle. Jde o způsob segmentování velkých bloků dat na menší, dokud není dosaženo správné úrovně detailů pro správnou analýzu.

### **Dice**

Podobná operace jako slice, kdy také dochází k oříznutí velké kostky na menší, ale výběr není prováděn pouze na jedné dimenzi, ale na dvou či více.

### **Pivot**

Operace pivot, někdy taky nazývána rotace, je vizualizační operace, která otáčí osy dat v zobrazení a poskytuje tak alternativní prezentaci dat. Může obsahovat prohození řádků a sloupců, nebo přesunutí jedné z řádkových dimenzí do sloupcové dimenze.

# 4 Reporting

Pojem reporting lze v širším pojetí vymezit jako komplexní systém, který slouží k sběru, zpracování a prezentaci informací o aktivitách a výkonech podniku pro různé zainteresované strany. Je vnímán jako relativně nezávislá součást informačního systému podniku, která slouží jako nástroj pro transparentnost, komunikaci a zlepšování vnitřního a vnějšího porozumění o činnostech podniku. [12]

## 4.1 Vztah reportingu s controllingem a IS

Společně s reportingem je pro správu a řízení firmy často využíván i controlling, jež má k reportingu blízký vztah. zahrnuje procesy, které slouží k monitorování a zlepšování výkonnosti organizace. Kontrolní činnosti mohou zahrnovat například sledování výdajů, analýzu efektivity procesů nebo srovnání skutečných výsledků s plány a cíli. Kontrolní procesy tedy slouží k zajištění, že organizace dosahuje svých cílů a že se využívají zdroje co nejeftivněji. [12]

Reporting a controlling se vzájemně doplňují, protože reporting poskytuje informace, které jsou potřebné pro kontrolní procesy. Zároveň controlling zajišťuje, že organizace reaguje na informace získané z reportingu a implementuje opatření pro zlepšení výkonnosti. Aby informace byly užitečné pro rozhodování, je zapotřebí dbát na jejich kvalitu - především klást důraz na přesnost, spolehlivost a včasnost. Celkově lze tedy říci, že reporting a controlling jsou dva nástroje, které společně přispívají k úspěšnému řízení a správě organizace. [12]

Reporting je také úzce spjat s informačním systémem organizace, protože správně navržený a implementovaný informační systém organizace poskytuje potřebné datové zdroje pro reporting a reporting naopak umožňuje využití těchto dat ke sledování výkonnosti a zlepšování procesů v organizaci. [12]

Informační systém organizace zajišťuje sběr, ukládání a zpracování dat. Tyto data mohou pocházet z různých zdrojů, například z ERP systému, CRM systému, webových aplikací nebo jiných informačních systémů. Reporting pak využívá tato data a přetváří je do podoby reportů a vizualizací,

které umožňují sledovat výkonnost organizace a identifikovat oblasti, které vyžadují zlepšení. [12]

## 4.2 Reportovací nástroje

Nástroje BI jsou softwarové platformy používané ke zkoumání souborů dat a sdělování poznatků prostřednictvím tabulek, grafů, map, sestav a dashboardů. Slouží tedy k vytváření zpráv nebo reportů na základě dat a informací, které jsou v nich uloženy. Tyto nástroje mohou být použity k analýze a vizualizaci dat z různých zdrojů a slouží k získání lepšího porozumění situace a trendů. Pomáhají tak uživatelům porozumět stavu podnikání.

Reportovací nástroje umožňují uživatelům vytvářet interaktivní grafy, tabulky a dashboards, které poskytují přehledné zobrazení dat. Tyto nástroje jsou často používány v oblastech jako jsou obchod, marketing, finance, skladové hospodářství a mnoha dalších.

V dnešní době existuje mnoho BI nástrojů s možností vizualizace a reportingu. Většina z nich se může pochlubit výkonnou vizualizací a snadno použitelným rozhraním, které umožní rychle přeměnit data v působivé grafy a přehledy. Příkladem mohou být například tyto nástroje (platformy):

- QlikSense
- Sisense
- Dundas BI
- PowerBI
- Tableau
- Amazon QuickSite

Z těchto nástrojů se detailněji podíváme na PowerBI, Tableau a Amazon QuickSite. K rychlé orientaci, jak si tyto BI platformy stojí na trhu, využijeme Gartnerův magický kvadrant (zobrazený na obrázku 4.1), jež poskytuje široký úhel pohledu na relativní pozice konkurentů na trhu.



Obrázek 4.1: Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms [5]

### 4.2.1 Power BI

Microsoft Power BI je platforma Business Intelligence, díky níž docílíme přeměny nesouvisajících zdrojů dat na ucelené přehledy. Slouží k vyhledávání informací v datech organizace a poskytuje uživatelům nástroje pro agregaci, analýzu, vizualizaci a sdílení dat. [18]

Umožňuje propojit různorodé datové sady (ať už ve formě excelové tabulky nebo kolekce datových skladů), transformovat a vyčistit data do datového modelu a vytvořit grafy nebo tabulky, které poskytují vizuální zobrazení dat. To vše lze poté sdílet s ostatními uživateli Power BI v rámci organizace. [18], [8]

#### Silné stránky

Za silnou stránku lze považovat začlenění PowerBI do Office 365. Vzhledem k tomu, že mnoho zákazníků využívá Teams pro spolupráci na dálku, je

možnost přístupu k Power BI v rámci stejného rozhraní Teams přesvědčivou integrací pro podnikové uživatele. [5]

Kromě toho existují desítky datových zdrojů, které lze připojit k Power BI, od souborů (Excel, PDF, SharePoint, XML), databází (SQL Server Database, Oracle Database, Amazon Redshift, Google BigQuery), dalších datových sad Power BI, datových připojení Azure a mnoha online služeb (Dynamics 365, Google Analytics a další). [8]

## Produkty Power BI

Aplikace Power BI se skládá ze souboru aplikací a lze ji používat buď na počítači, jako produkt SaaS, nebo na mobilním zařízení. **Power BI Desktop** je lokální verze, **Power BI Service** je cloudová nabídka a **mobile Power BI** běží na mobilních zařízeních. Jednotlivé součásti Power BI mají uživatelům umožnit vytvářet a sdílet obchodní informace způsobem, který odpovídá jejich roli.

## Náklady

Cena za provoz **Power BI** záleží na způsobu provozování. Existují 3 verze - desktop aplikace, která je k dispozici zdarma pro individuální použití, upgradovaný plán **Pro** nabízený s měsíčním předplatným SaaS s cenou za uživatele a tarif **Premium** založený na kapacitě, který poskytuje informace na podnikové úrovni s vyhrazenou cloudovou infrastrukturou. [9]

Licenci pro Power BI **Pro** verzi lze zakoupit za \$9.99 na uživatele za měsíc. Další možností je pak zakoupení licence Power BI **Premium**. Ta oproti verzi **Pro** nabízí urychlení přístupu k přehledům pomocí pokročilé umělé inteligence. Verzi lze pořídit za \$20 na uživatele/měsíc nebo lze zakoupit licenci pro organizaci podle kapacity za měsíc, kdy cena začíná od \$4,995. [9]

Rozdíl v tarifu **Pro** a **Premium** je například v limitech velikosti modelu a maximálním úložišti, kdy **Pro** verze disponuje velikostí modelu o 1 GB a maximálním úložišti 10 GB/uživatel, **Premium** verze v předplatném pro uživatele má limit velikosti modelu 100 GB a maximální úložiště 100 TB a poslední možnost **Premium** na kapacitu nabízí limit 400 GB a úložiště 100 TB. Dále verze **Premium** nabízí oproti **Pro** verzi např. možnost vytvoření vlastního datového tržiště nebo správu životního cyklu dat. [9]

## 4.2.2 Tableau

Platforma Tableau, která je vedoucí volbou na trhu v oblasti moderního BI, je známá tím, že dokáže rychle a snadno zpracovat jakýkoli druh dat z téměř jakéhokoli systému a proměnit je v užitečné informace. [14]

Tato analytická platforma usnadňuje lidem zkoumání a správu dat a zrychluje objevování a sdílení poznatků, které mohou změnit podniky a svět. Produkty navrženy tak, aby byl na prvním místě uživatel - ať už je to analytik, datový vědec, student, učitel, vedoucí pracovník nebo podnikový uživatel. Tableau je nejvýkonnější, nejbezpečnější a nejflexibilnější komplexní analytickou platformou od připojení až po spolupráci. [14]

Přestože Tableau nabízí řešení hostovaná v cloudu, jako je Tableau Online a Tableau CRM, jeho síla spočívá v on-premise nasazení, kde sídlí velká část jeho masivní instalované základny. [14], [8]

### Produkty Tableau

Tableau, stejně tak jako Power BI, se skládá z několika souborů aplikací. Nabízí produkty jako:

- **Tableau Desktop** je hlavní produkt pro vytváření vizualizací dat a dashboardů. Jedná se o desktopovou aplikaci, která se může připojit k různým datovým zdrojům a umožňuje uživatelům vytvářet interaktivní vizualizace pomocí drag-and-drop rozhraní.
- **Tableau Prep** se používá pro přípravu a čištění dat před analýzou. Umožňuje uživatelům kombinovat a transformovat data z více zdrojů za účelem vytvoření čisté a konzistentní sady dat.
- **Tableau Server** umožňuje uživatelům bezpečně sdílet obsah Tableau v rámci organizace. Poskytuje centralizované umístění pro ukládání obsahu Tableau a funkcí pro spolupráci a správu.
- **Tableau Cloud**, označující plně hostované cloudové řešení, které uživatelům umožňuje bezpečně sdílet obsah Tableau přes internet. Poskytuje škálovatelnou a flexibilní možnost pro organizace, které chtějí používat Tableau bez nastavování vlastní infrastruktury.
- **Tableau Public** představuje bezplatnou platformu pro vytváření a sdílení vizualizací veřejných dat. Umožňuje uživatelům publikovat své vizualizace na webu a sdílet je s globálním publikem.

## Náklady

Tableau lze zakoupit jako součást balíčku **Tableau Creator**, který obsahuje desktopovou verzi, Tableau Prep a Creator licenci serveru nebo online verzi. Měsíční cena balíčku za uživatele na měsíc vyjde na \$70. Lze však zakoupit i samostatný **Tableau Viewer**, který lze pořídit za \$15 za uživatele na měsíc. [11]

### 4.2.3 Amazon QuickSight

Amazon QuickSight, stejně jako předešlé dva nástroje, poskytuje organizacím založeným na datech sjednocené BI, dokonce - jak Amazon na oficiálních stránkách (Amazon) sám uvádí - v nadměrném měřítku. Díky službě QuickSight mohou všichni uživatelé uspokojovat různé analytické potřeby prostřednictvím moderních interaktivních panelů, stránkovaných sestav a vložených analytických nástrojů. Zahrnuje také schopnost dotazů v přirozeném jazyce – přezdívaná QuickSight jako Q – takže uživatelé mohou klást dotazy na svá data v jednoduché angličtině.

Jedná se o populární cloudový obchodní analytický nástroj, který využívá technologii SPICE „Super-fast, Parallel, In-memory, Calculation, Engine“. Běží na cloudu Amazon a jeho nastavení a nasazení je jednoduché, což je hlavním důvodem jeho nedávného nárůstu popularity, zejména mezi klienty, kteří již používají Amazon Web Services (AWS) .

#### Silné stránky

V magickém kvadrantu je AWS specializovaný hráč. Zákazníci uvádějí jako hlavní důvody pro přijetí sílu integrace s datovým zásobníkem Amazon, škálovatelnost, výkon a konkurenční cenový model. [5]

Mezi silné stránky patří zejména jeho škálovatelnost - Amazon QuickSight umožňuje organizacím podporovat rozsáhlá nasazení BI a to díky bez-serverové cloudové architektury. Namísto nákupu pevného počtu jader pro zvládnutí špičkové poptávky mohou zákazníci Amazon QuickSight škálovat na základě využití a využít cloudový zásobník AWS k podpoře velkého počtu uživatelů současně. [5]

## Náklady

QuickSight se dodává ve dvou variantách - Standardní Edice (dostupná pouze pro autory) a Enterprise Edice (dostupná jak pro autory (=tvůrce dashboardů), tak i pro čtenáře. [10]

Cenový model Enterprise edice se odvíjí od výběru role a splácení (měsíční vs roční). Autoři mohou vytvářet a sdílet řídicí panely s ostatními uživateli v účtu. Čtenáři v QuickSight mohou prozkoumávat interaktivní panely, přijímat e-mailové zprávy a stahovat data. S Q mohou čtenáři zkoumat sdílená témata pouhým kladením otázek. QuickSight nabízí dva cenové modely pro čtenáře: ceny pro uživatele a ceny podle kapacity. [10]

Tento jedinečný model platby lze považovat za konkurenční výhodu. Pro volbu čtenáře je účtováno pouhých \$ 0,30 za 30 minutovou relaci s maximálním poplatkem \$ 5 za uživatele na měsíc (\$10 za uživatele na měsíc, když je povoleno Q). [5], [10]



## 5 Supply chain a logistika

Pro efektivní řízení dodavatelského řetězce a logistiky jsou v současném světě podnikání velmi důležitá výkonnostní opatření a metriky.

V dnešním vysoce konkurenčním světě představuje stanovení měřítek výkonnosti a metrik pro logistiku a dodavatelský řetězec organizace velkou výzvu. S nárůstem globalizace a s tím, jak se tržní a provozní prostředí mění každým dnem, se organizace musí rozhodnout a přijít se správnou kombinací tradičních a současných metrik výkonnosti pro měření výkonnosti dodavatelského řetězce a logistiky. [28]

Před tím než nadefinujeme měřítka pro výkonnost dodavatelského řetězce a logistiky bychom se měli seznámit s těmito pojmy. Řízení dodavatelského řetězce (Supply Chain Management - SCM) se jako koncept vyvíjelo po dlouhou dobu. Různí výzkumníci se snažili vysvětlit SCM v různých souvislostech. Jedna z definic označuje SCM jako komplexní filozofii řízení, jejímž cílem je řídit celý tok distribučního kanálu od dodavatelů až ke koncovým zákazníkům. Řízení dodavatelského řetězce v podstatě integruje řízení nabídky a poptávky v rámci společností i mezi nimi. [28]

K měření výkonnosti dodavatelského řetězce je zapotřebí systém měření výkonnosti. Měření výkonnosti lze definovat jako soubor ukazatelů, které se používají ke kvantifikaci účinnosti a/nebo efektivnosti činnosti. Systém měření výkonnosti hraje důležitou roli při řízení podniku, neboť poskytuje informace potřebné pro rozhodování a přijímání opatření (za účelem neustálého zlepšování procesů nebo přizpůsobování se zákazníkům). [28]

Měřítka výkonnosti lze rozdělit do dvou širokých kategorií: finanční a nefinanční měřítka. Finanční opatření se tradičně zaměřují na peněžní toky, náklady a návratnost investic. Náklady lze dále rozdělit do kategorií, jako jsou náklady na zásoby, zřízení, režijní náklady, náklady na vyskladnění, výrobu, distribuci a dopravu. Mezi nefinanční opatření, která si v poslední době získala pozornost, patří vztahy se zákazníky, opatření provozní výkonnosti, jako je interní efektivita, flexibilita, agilita a zkrácení doby přípravy a cyklu. Mezi další opatření patří koordinace a integrace dodavatelského řetězce, včetně technologické, mezifiremní, technické a aplikační integrace, integrace informačních, fyzických a finančních toků. Tyto ukazatele jsou dů-

ležité pro efektivní řízení dodavatelského řetězce a logistiky a pro zlepšení výkonnosti organizace. [28]

## 5.1 ABC Analýza

Jedním z důležitých prvků a nezbytnou součástí logistického řetězce je sklad, jelikož se významně podílí na zrychlení a prodražení řízení dodavatelského řetězce. Mezi hlavní funkce skladu patří především přijímání, uchovávání, výdej a zároveň i potřebná manipulace se zásobami. Zásoby, respektive skladování všech polotovarů i hotových výrobků jsou základní veličinou samotné logistiky. Skladování tak funguje jako zabezpečení hladkého průběhu v rámci celého procesu v logistickém spektru.

Firmy musí neustále řešit skladovací prostory, rozmístění zásob a jejich ochranu proti degradaci. To vše stojí velké peníze. Volbou lepšího způsobu skladování a optimalizací manipulace lze tyto náklady výrazně snížit.

V praxi není možné, ani účelné, věnovat všem položkám zásob stejnou pozornost, protože ne všechny produkty ve firmě mají stejný význam v celkovém prodeji, ziskovosti, podílu na trhu či konkurenceschopnosti. Z tohoto důvodu je důležité rozdělení skladových položek do skupin a jejich diferencované řízení. K tomu se nejčastěji používá analýza ABC, která je založená na Paretově principu. [16]

Paretův princip je odvozen z faktu, že většina výsledků je způsobena menším počtem příčin, konkrétně udává, že velmi často zhruba 20 % příčin je zodpovědných za 80 % následků. (tzv. pravidlo 80 : 20). Tento poznatek umožňuje vedoucím pracovníkům činit operativnější rozhodnutí. V oblasti zásob to znamená, že malá část položek představuje většinu hodnoty spotřeby. Při řízení zásob je tedy důležité soustředit pozornost na nejdůležitější položky. [16], [22]

Způsob, jakým Paretův princip vstupuje do analýzy ABC, spočívá v tom, že se používá k upřednostňování a třídění konkrétních zásob před ostatními. Analýza ABC se provádí tím, že se položky zásob rozdělí do skupin podle důležitosti sledovaného statistického znaku v analyzovaném období. Analyzované období by mělo být dostatečně dlouhé, aby data nebyla zkreslena sezónními vlivy (pro příliš krátké období) nebo krátkodobými změnami vý-

robního programu podniku (pro příliš dlouhé období). Doporučuje se období mezi jedním až dvěma roky. [1], [16]

Důležitost může být definována různými způsoby:

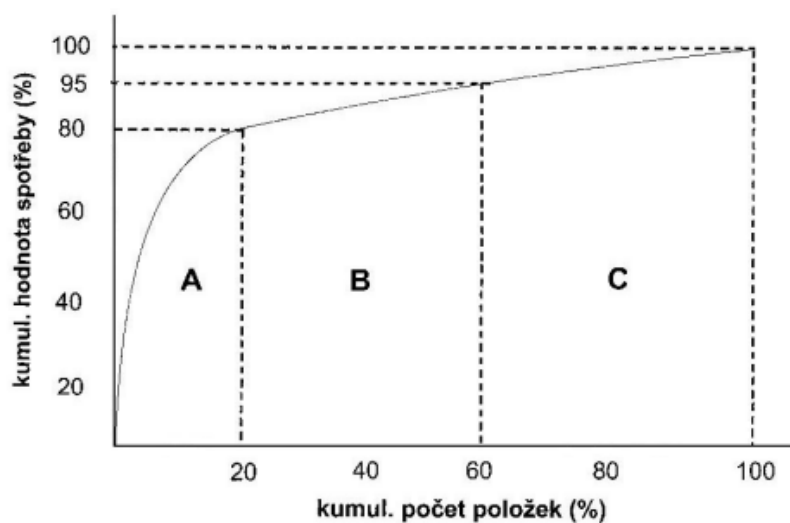
- Klasifikace výrobků ABC podle rotace: Nejžádanější produkty, a tedy ty, které generují nejvíce pohybů ve skladu, budou kategorie A a ty s téměř žádnou rotací kategorie C. [1]
- Klasifikace produktů ABC podle jednotkových nákladů: produkty seřazeny podle investice do každého z nich. Má-li produkt velice vysoké náklady, bude zařazen do skupiny A, naopak produkty s nízkými náklady zařadíme do skupiny C. Tato klasifikace se hodí pouze v případě, kdy společnost disponuje produkty s velice rozdílnými náklady. [1]
- Klasifikace produktů ABC podle celkové hodnoty zásob: zde se bere v úvahu hodnota celkových uložených jednotek každého produktu, tj. jednotkové náklady vynásobené počtem jednotek. [1]
- Klasifikace ABC produktů podle použití a hodnoty: jedná se o nejúplnější metodu, protože zohledňuje jak hodnotu produktů, tak poptávku po nich. [1]

### 5.1.1 Rozdělení do skupin

Jak již z názvu vyplývá, nejčastěji se skladové položky rozdělují do tří skupin (skupina A, skupina B a skupina C) na základě úrovně jejich hodnoty (důležitosti - definováno výše) v podniku. Pokud je to zapotřebí, lze položky rozdělit i do více či méně skupin, z toho důvodu se někdy setkáváme i s názvem analýza ABCD.

Grafickou reprezentaci ABC analýzy lze vidět na obrázku 5.1.

Klasifikace zásob pomocí analýzy ABC přináší podnikům spoustu výhod jako např. stanovení priority zásob a jejich větší kontrola, usnadnění řízení provozu skladu a snižování nákladů související s optimalizací operací Tyto výhody mají dále za následek výrazné servisní výhody, které umožňují rychlejší dodací lhůty, agilnější přípravu objednávek a méně incidentů. [1]



Obrázek 5.1: Lorenzova křivka – závislost kumulované hodnoty spotřeby na počtu položek [16]

### Skupina A

Tento typ zásob je díky své obratovosti pro podnik nejdůležitější. Představují většinu obvyklého pohybu ve skladu s vyšší rotací a také tvoří asi 80 % tržeb společnosti. Je proto velmi důležité pravidelně a co nejpřesněji aktualizovat stav těchto zásob - sledují se tařka denně. Doporučuje se objednávat v malých množstvích, ale poměrně často. Jakýkoli problém se zásobami produktů kategorie A, jako je nedostatek nebo vyčerpání zásob, způsobí společnosti velké ztráty. Tyto produkty by měli být umístěny ve snadno přístupných oblastech v blízkosti expediční oblasti, aby se urychlil proces přípravy objednávky. [1]

### Skupina B

Skupina B označuje středně důležité položky zásob. Tyto položky reprezentují přibližně 15% hodnoty spotřeby či prodeje. Narozdíl od skupiny A jsou dodávky u skupiny B méně časté a jejich velikost je zpravidla větší. Vzhledem k tomu, že se jedná o přechodnou kategorii mezi A a C, měl by být status každého odkazu pravidelně přezkoumáván s ohledem na možnost změny odkazu na A nebo C v budoucnu. [1]

## Skupina C

Tato skupina reprezentuje nejméně důležité položky. Zásoby těchto položek jsou největší ze všech tří skupin, ovšem ziskovost z těchto položek se uvádí pouze kolem 5%. Aby se položky nemusely objednávat tak často, volí se vyšší zásoby, které se odhadují např. dle průměrné spotřeby z předešlého období. Společnost by zároveň měla posoudit, zda se vyplatí alokovat zdroje společnosti na jejich skladování a zásoby, protože náklady vyplývající z jejich skladování mohou být nakonec vyšší než ziskovost získaná jejich marketingem. [1]

## 5.2 Sledování výkonu lidí

Soudobá společnost je čím dál tím více soustředěna na výkon. V rámci firemního prostředí je celkový výkon firmy determinován pracovním výkonem zaměstnanců. Bez výkonných zaměstnanců by většina firem nemohla dosáhnout pozitivních finančních výsledků. Proto je monitorování výkonnosti pro řízení jakékoli organizace a jejich zaměstnanců zcela zásadní. [30]

### 5.2.1 Výkon

Výkon je relativním pojmem, jež obvykle rozlišuje mezi dvěma složkami - efektivností a účinností dané činnosti. Efektivnost zahrnuje volbu činností, které vedou k dosažení stanoveného cíle, zatímco účinnost se zaměřuje na volbu postupů, kterými budou vybrané činnosti prováděny.

Pro posouzení výsledků výkonu je důležité porovnat každý ukazatel výkonu s určitým standardem a předpokládat, že prováděná činnost bude omezena v čase. To umožňuje určit, zda jsou výsledky dobré, špatné nebo neurčité. [30]

Výkon lze poté měřit ve srovnání:

- s tím, čeho bylo dosaženo v minulosti. Časové řady údajů jsou velmi užitečné, neberou však ohled na změny v efektivnosti a v produktivitě, které jsou důsledkem technologických faktorů.
- s tím, čeho dosahují ostatní pracovníci, nebo s existujícími národními či mezinárodními standardy v dané oblasti.
- s cíli stanovenými v rozpočtu.

## 5.2.2 Klíčové ukazatele výkonu

Výkon lze měřit pomocí tzv. klíčových ukazatelů výkonu (z anglického key performance indicators (KPI)). KPI představují měřitelnou hodnotu, která bude demonstrovat úspěšnost plnění vytyčených cílů v průběhu času. Na úrovni zaměstnanců je lze použít k měření výkonu a řízení nevykonných zaměstnanců. [13]

KPI ukazatele měly být v souladu s kritériem SMART.

- **Specifické:** Je cíl dostatečně konkrétní?  
Ukazatel by měl specificky odrážet daný cíl a umožnit sledování jeho dosažení. Stejně tak by měly být i dostatečně přesně definované, například časovým vymezením.
- **Měřitelné:** Lze pokrok kvantifikovat nebo snadno měřit?  
Ukazatele musejí být zvoleny tak, aby byla hodnota kvantifikovatelná a bylo možné sledovat pokrok v čase.
- **Dosažitelné:** Jak realistický je cíl? Lze toho dosáhnout v rozumném časovém rámci?  
Všechny ukazatele by měly být dosažitelné v kontextu zdrojů a možností organizace.
- **Realistické:** Je cíl relevantní pro potřeby podniku? Zlepšuje to výkon? KPI by měly být relevantní pro celkovou strategii a cíle organizace.
- **Časový rámec:** Kolik času je potřeba k dosažení cíle? Dá se to stihnout v daném termínu?  
Samotný parametr musí být měřitelný v čase, proto je zasazení do časového rámce stěžejní. Pomáhá vytvořit pocit odpovědnosti a naléhavosti. [6]

### Praktické použití KPI

KPI jsou využívány v marketingu. Způsoby praktického využití mohou být různé:

- Tržby v různé formě – např. průměrná tržba na zákazníka nebo celkové tržby za minulý měsíc.
- Návratnost investic.
- Náklady na získání zákazníka

U online marketingu lze KPI využít např. k:

- Návštěvnosti webu.
- Průměrné době strávené na stránce.
- Počtu zobrazení profilů a početnosti komunity na sociálních sítích.
- Počtu zobrazení stránky.

Příkladem měřitelných kritérií v oblasti výrobního podniku mohou například být:

- Množství, doba výroby, nebo kvalita vyrobených výrobků.
- Prodej výrobků či služeb.
- Odpad a zmetkovitost.
- Úrazovost.
- Množství obslužených zákazníků (případně doba obslužení). [6]

Dalším faktorem může být například spokojenost zákazníků, její měřitelnost je ovšem velice obtížná a mnohdy i subjektivní. [6]

# 6 Analýza současného stavu a návrh řešení

## 6.1 Datový sklad

Datový sklad (který již existoval) je v tomto řešení databáze (obsahující minimálně logiky) určená ke sběru velkého množství dat, jejich třídění, agregaci a přípravě pro účely reportingu - zejména pro analytické reporty. Aplikační část tvoří nástroj ETL, pomocí kterého jsou všechna relevantní data ze zdrojové databáze získávána do datového skladu.

Datový sklad je rozdělen do 3 vrstev:

- **L0 - Stage Area:** Vstupní brána dat.
- **L1 - Data Core:** Sklad dat v normalizované podobě.
- **L2 - Data Mart:** Výstupní rozhraní přístupné uživatelům.

Zpracování dat v datovém skladu prochází přes několik vrstev. Každá má svůj účel a přesun a transformaci dat mezi nimi zajišťuje ETL. Ze zdrojové databáze DCIx jsou načítány data do L0 vrstvy, ze které následně přecházejí do L1 vrstvy, kterou označujeme jako jádro. Z jádra data proudí do datových tržišť, které jsou připraveny pro zákazníka, který z nich může číst, nebo je využít pro reporting např. v Power BI.

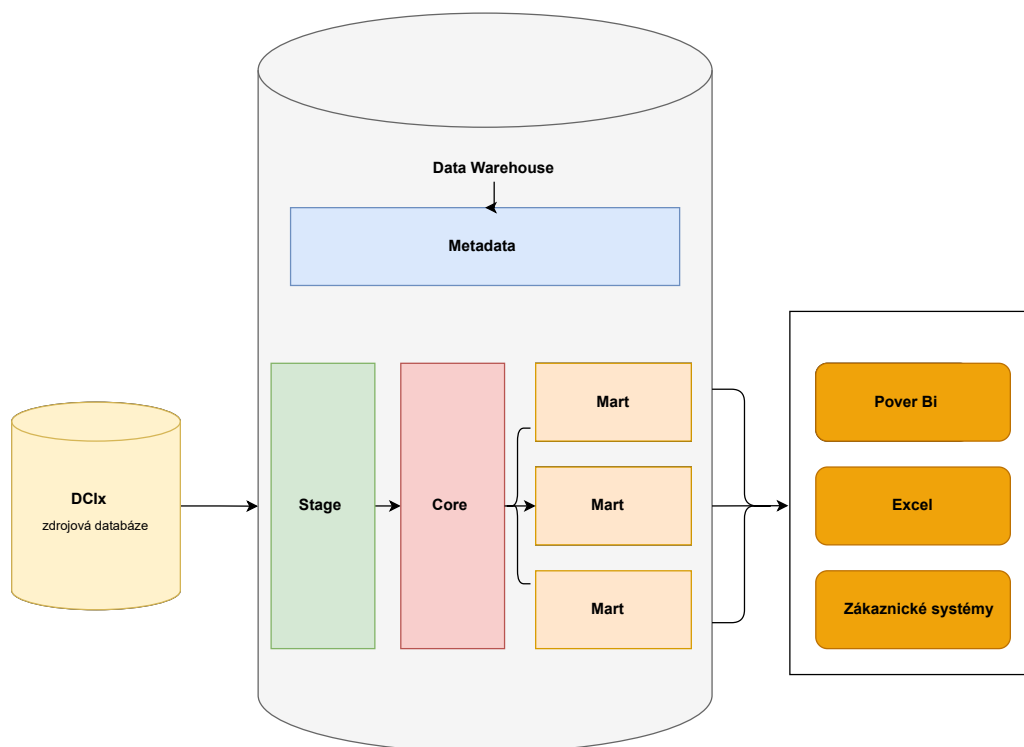
Lze rozlišit tři typy načítání:

- **Počáteční načtení** - jedná se o prvotní načtení dat, kdy v datovém skladu ještě neexistují žádné záznamy. Kontrola probíhá přes primární klíč nebo sloupec ID jednotlivých záznamů. Spouští se pouze jedenkrát, nebo maximálně při nějaké krizi (např. shoří disk, a je potřeba načíst vše znovu).
- **Inkrementální načítání** - standardem je tzv. change tracking. Jedná se o postupné načítání od posledního uloženého záznamu. Provádí se přes přírůstkový sloupec dle ID a `Update_Date` transakčních záznamů. Jelikož účelem je co nejméně ovlivnit zdrojový systém, tak probíhá co



nejčastěji (spouští se každých pět min) a čte vždy pouze malou část dat.

- **Výpočty v jádru datového skladu** - načtení dat z datového skladu do analytických datových tržišť.



Obrázek 6.1: Schéma datového skladu

Dále lze rozlišovat i to, jak často jsou data do datového skladu načítána, tedy aktualizována. Aktualizovat data můžeme denně, každých 5 minut (případně lze počet minut upravit), nebo lze použít aktualizaci v reálném čase. V každé části datového skladu je použita jiná časová aktualizace dle potřeby. To je přehledně znázorněno na obrázku 6.2.

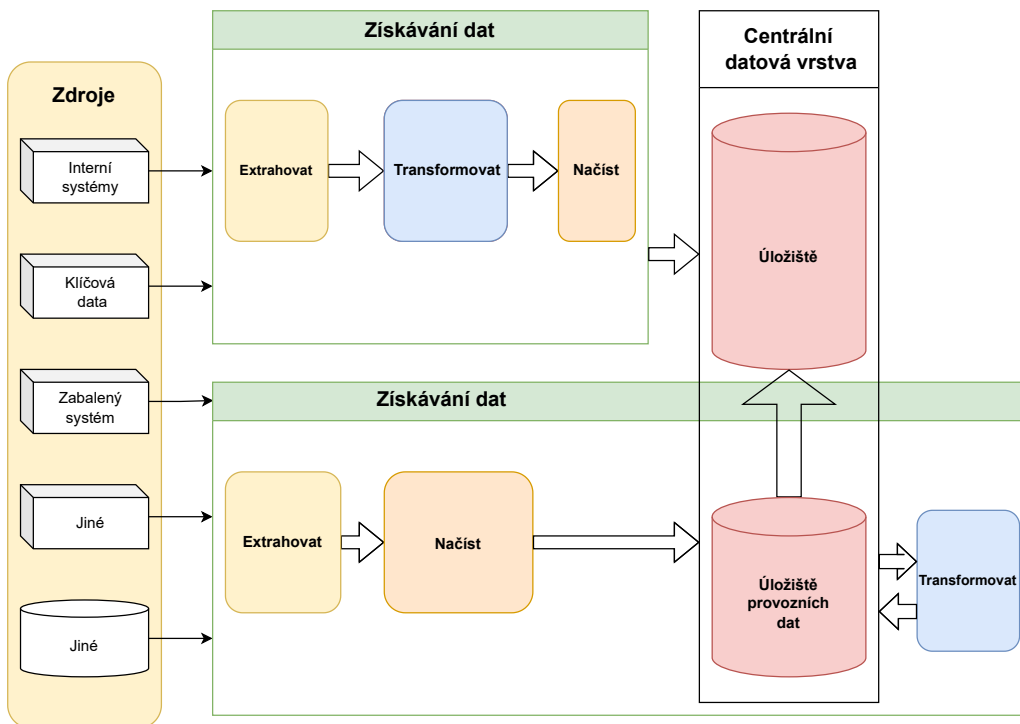
### 6.1.1 Stage vrstva (L0)

Ve „spodní“ vrstvě datového skladu jsou tabulky definované v nezměněné podobě ze zdrojové databáze DCIx s metadatami. Metadata obsahují jednoznačný identifikátor, označení zdrojového systému, datum a čas přelití. ETL proces přenáší všechny změny ve sledovaných tabulkách 1:1 tak, jak jsou v tabulkách nebo pohledech databáze DCI. Všechny změny znamenají, že jednomu záznamu v DCI databázi může odpovídat více záznamů ve vrstvě L0.

Záleží na tom, kolikrát se daný záznam změní a kolikrát se změna promítne do vrstvy L0.

Ke každému záznamu jsou přidávány následující sloupce:

- Stage\_Record\_ID - inkrementální ID L0 tabulky, používané dál v procesu pro zpracování do jádra datového skladu.
- Stage\_Date - datum přelití záznamu.
- Stage\_Source - z jaké zdrojové databáze data pochází např. live/archive.
- Stage\_Batch - UID dávky, které ETL přeneslo najednou.
- Partition\_Key - klíč pro rozdělení do partitions - použit rok a měsíc poslední změny ve formátu yyyyMM.



Obrázek 6.2: Proces načítání dat v datovém skladu

U stage vrstvy nikdy nedochází k mazání záznamů. Díky tomu je možné z ní opětovně přepočítat datový sklad v případě kolapsu a tím se dostat do jakéhokoliv časového okamžiku a zvládnout vše opětovně přeskládat.

### 6.1.2 Core vrstva = L1

Jedná se o jádro datové skladu, kde se nachází čištěná data z první L0 vrstvy. Vybrány jsou pouze tabulky se sloupci, které uživatele nějakým způsobem zajímají a které se použijí ke zpracování reportů. Tyto sloupce jsou i přejmenované, aby bylo jasné, co se ve sloupci nachází za hodnoty. Příkladem jsou např. popisky či reference u položek, kdy položka může mít až 9 referencí. Většinou se však využívají cca tři reference a zbylé sloupečky jsou prázdné - z toho důvodu není zapotřebí je přelévat, ponechají se pouze ty, které mají nějakou informační hodnotu. Tabulky jsou tak užší a tím pádem, není třeba načítat obrovské množství dat z širokých tabulek.

Data se přepočítávají jedenkrát denně, a to na konci směny (v noci) a ukládají se v normalizované formě. Záznamy se aktualizují pomocí inkrementálních přírůstků (popsáno výše v sekci 6.1) na základě ID (klíče složené ze `Stage_Company` a původního ID). Poslední aktualizované ID je uloženo v pomocné tabulce `Timestamp`. Jsou dva způsoby, jakými lze ukládat data do této vrstvy - snímek, neboli snapshot, a historizovaná tabulka.

#### Snapshot v L1

Snapshot - neboli snímek - odpovídá poslednímu stavu, jak vypadají data ve zdrojové databázi. Jestliže se tedy ve vrstvě L0 mohou vyskytovat některé záznamy vícekrát, protože v nich docházelo ke změnám, v L1 vrstvě se vždy nachází pouze aktuální verze daného záznamu.

#### Historizace v L1

Některé reporty potřebují znát stav záznamů v době určité události. Např. uživatele by mohlo zajímat požadované množství na příkazu předtím, než se začalo vychystávat nebo v době, kdy se střídaly směny (rozpracovaný příkaz), abychom věděli, kolik jaký pracovník odpracoval. Rozhodně uživatele nebude zajímat požadované množství o měsíc později, kdy je sestavován report o výkonnosti pracovníků a daný příkaz je dávno splněný s požadovaným

množstvím nula.

Pro takové potřeby se v jádru datového skladu dá zapnout tzv. historizace záznamů nad konkrétní tabulkou. Jedná se o uživatelskou tabulku, která je navržena tak, aby uchovávala úplnou historii změn dat a umožňovala snadnou analýzu v čase. Historizace přidává do tabulek dva explicitně definované sloupce, každý s datovým typem `datetime`. Tyto sloupce jsou používány výhradně systémem k záznamu období platnosti každého řádku, kdykoli je řádek změněn. Podle těchto časových značek lze zjistit stav daného záznamu v konkrétní dobu. Aktuální záznam má vyplněný pouze datum a čas od kdy platí.

### 6.1.3 Data Mart = L2

Poslední vrstva datového skladu je určena jako zdroj dat pro reporty a BI nástroje. Jedná se o zákaznickou vrstvu.

Tato vrstva obsahuje data předpřipravená - agregovaná, filtrovaná a např. spojená do jedné tabulky tak, aby nejtěžší výpočty zůstaly v databázi a mohli se počítat v určených časech (např. přes noc) místo toho, aby se počítaly, když někdo přistupuje k reportu.

Obsahuje dva druhy tabulek:

- Dimenze - kmenová data. Jedná se o data, která popisují prostředí a nastavení. Neříkají nic o sledované události. Příkladem mohou být skladové pozice, položky, sklady. Říkají z jakého pohledu se chci podívat na sledovanou událost.
- Faktové tabulky - shromažďují události a změny - dokončené příkazy, historie transakcí, počty zaskladnění atp.

## 6.2 Návrh multidimenzionálního modelu

Před tím, než dojde k návržení datové kostky, je důležité provést důkladnou analýzu o datech, které sbíráme a k čemu je chceme využít.

System DCIx využívá automatické identifikace pomocí etiket s čárovým kódem. Uživatelé jsou vybaveni a propojeni se skladovým systémem pomocí mobilních ručních terminálů se čtečkou etiket a vedoucí pracovníci mohou k

tomuto WMS systému přistupovat přes svůj počítač. Díky tomuto propojení je detailně sledován jak tok materiálu, tak i všichni pracovníci.

Stejně tak, jako jsou pracovníci vybaveni terminály, tak i skladové pozice a každá manipulační jednotka (paleta, krabice atd.) musí být označena etiketou s čárovým kódem. Díky tomu je možné všechny skladové operace zaznamenávat v reálném čase. Mezi skladové operace, které jsou zaznamenávány a jsou pro nás zdrojem dat patří: příjem a zaskladnění, přeskladnění, doplnění vychystávací zóny, kvalita, expedice a inventura.

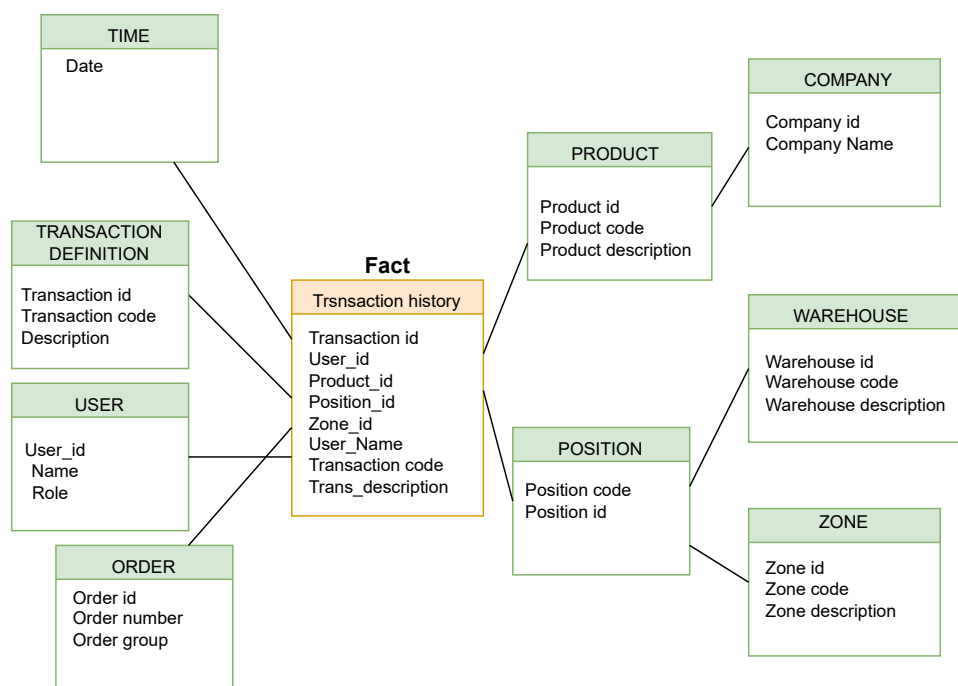
Koncoví uživatelé by tato nasbíraná data chtěli využít k reportingu týkajícího se sledování uspořádání položek a výkonnosti lidí. Z analýzy vyplynulo, že relevantní hodnoty, které budou tvořit dimenze jsou následující:

- Kmenová data
  - Položky
  - Sklady
  - Pozice
  - Zóny
  - Uživatelé
  - Společnost (Dodavatelé)
- Čas
- Transakce
- Příkazy

Z takto vydefinovaných dimenzí vznikne sbíráním dat historie transakcí, jež pro nás bude faktovou tabulkou, nad kterou bude provedena další analýza. Navržené schéma lze vidět na obrázku 6.3.

### 6.2.1 Granularita faktů a hierarchie dimenzí

Po shromáždění relevantních informací o předmětné oblasti bylo nutné vydefinovat granularitu faktů a následně hierarchie jednotlivých dimenzí. Identifikování primární dimenze pro datový model bylo poměrně snadné, protože každá komponenta definující granularitu odpovídá dimenzi.



Obrázek 6.3: Schéma tabulek. Transakční historie formuje tabulku faktů (oranžová), dimenze znázorněny zeleně.

## Fakta

Granularita tabulky faktů je závislá na nastavení procesů ve zdrojovém systému. Zda bude do tabulky promítnut úplně každý záznam provedený skenerem, nebo pouze zahájení a ukončení procesu. Dále dle druhu procesu se do historie transakcí ukládají informace z různých dimenzí - např. v případě procesu **příjem zboží** je důležité zaznamenat o jakou položku se jedná, čas přijetí, jméno uživatele (pracovníka) a na jakou pozici byla položka přijata a na jaký kód příkazu byla přijata. Pro tento konkrétní proces je v historii transakcí vytvořeno hned několik záznamů, a to při zahájení příjmu skenováním příjmového příkazu, k dalšímu záznamu dojde vytvořením etikety přijímaného zboží, poté, co je balení připraveno, je zaznamenána vazba balení na příkaz, a v závěru je záznam o ukončení příjmu. Existuje ovšem i druhý příjmový proces, kde se balení přijímá bez příkazu a je tedy o tuto dimenzi chudší.

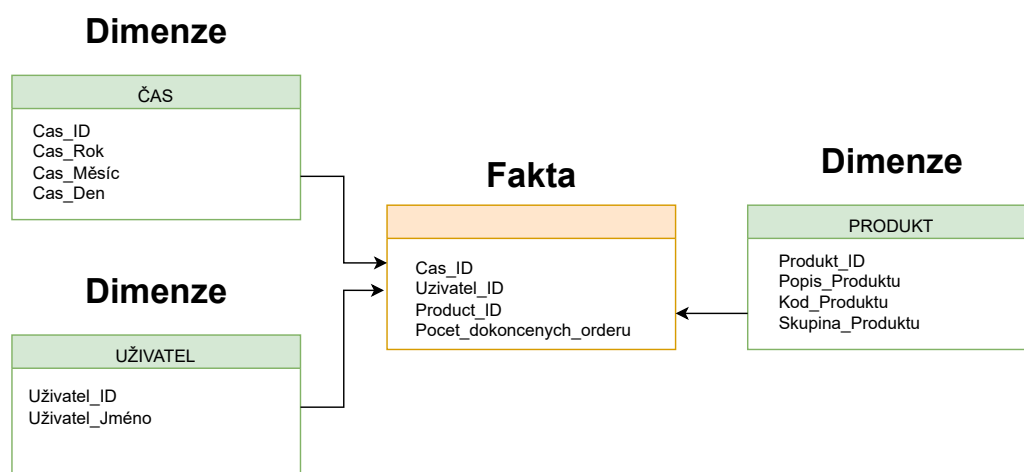
## Dimenze

- Časová dimenze: hierarchie v této dimenzi je rok - měsíc - den - hodina.
- Dimenze Položky: položky by mohli hierarchicky být řazeny dle sku-

piny položek, v tomto řešení ale tato hierarchie je zbytečná, protože zdrojová data obsahují pouze jednu skupinu položek.

- Dimenze Pozice: pozici lze považovat za pod dimenzi skladu nebo zóny.
- Dimenze Uživatelů: tato dimenze by mohla být také rozšířena o hierarchii - role uživatele, ale protože sledovat se bude pouze výkonnost pracovníků, kteří pracují se skenery, a v původním systému mají tito pracovníci všichni stejnou roli, postrádá smysl hierarchii vytvářet.
- Zbylé dimenze (transakce, příkazy, dodavatelé): bez další hierarchie.

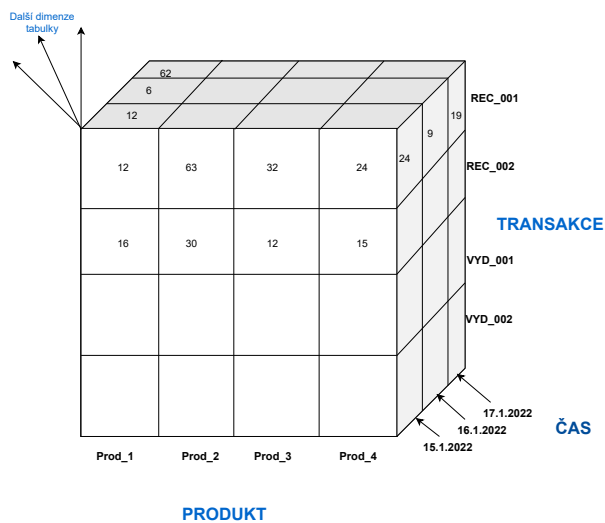
Takto vytvořené hierarchie dimenzí nabízí řadu možností pro sledování pracovníků. Příkladem může být situace, kdy uživatel chce sledovat počet hotových výdejek přes jednotlivé uživatele a směny s možností volby položky, která byla zahrnuta v rámci výdejky. Schéma tabulek pro tuto situaci lze vidět na obrázku 6.4.



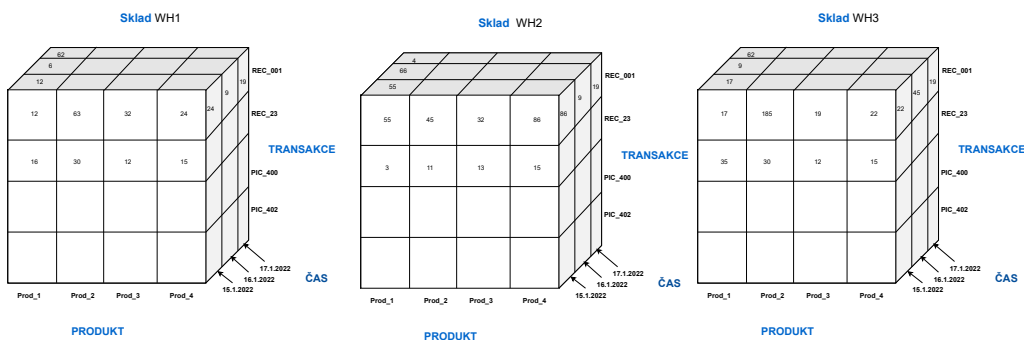
Obrázek 6.4: Schéma tabulek. Počet hotových výdejek jsou fakta, uživatelé, produkt a směny jsou dimenze.

Dalším příkladem může být počet spuštěné transakce za den pro určitou položku. Vícedimenzionální reprezentace této situace je znázorněna pomocí datové kostky na obrázku 6.5.

Tento příklad lze přidáním čtvrté dimenze ještě více konkretizovat. Pokud bychom chtěli stejný případ znázornit i napříč jednotlivými sklady, vypadalo by to tak, jak znázorňuje obrázek 6.6.



Obrázek 6.5: Datová kostka pro případ počtu spuštěných transakcí za den pro konkrétní produkt.



Obrázek 6.6: Datová kostka pro případ počtu spuštěných transakcí za den pro konkrétní produkt napříč sklady.

Tímto způsobem přidáváním dalších dimenzí je možné dotazy více a více konkretizovat. Takové dotazy ovšem nelze znázornit pomocí kostky, ale až pomocí vytvořených reportů - viz dále v sekci 6.3.6 a kapitole 6.4.

## 6.2.2 Historie transakcí - tabulka faktů

Z výše popsaných dimenzí a jejich hierarchií lze získat tabulku faktů, kterou nazýváme historie transakcí a v řešení ji nalezneme pod názvem KRUS\_TRANSACTIONS. Každý záznam v této tabulce reprezentuje jednu operaci s nějakou položkou, kterou provedl uživatel na mobilním terminálu nebo na počítači. Tyto operace jsou nazývány transakce (odtud historie transakcí). Tabulka obsahuje data od zavedení systému DCIx tj. od roku 2021. Celkem ji tvoří 14 931 765



záznamů.

Nad touto tabulkou se odehrávala veškerá další analýza. Se zákazníkem byly dohodnuty kritéria pro následný výpočet skupin pomocí ABC analýzy, jako např. kódy transakcí (`transaction_code`), které budou zahrnuty - viz dále.

## 6.3 ABC Analýza

V rámci této práce chceme za pomoci klasifikační metody ABC organizovat skladové produkty na základě jejich důležitosti, místo toho, abychom zacházeli se všemi produkty stejně, nebo je organizovali podle jejich velikosti, hmotnosti či množství.

Existují různé způsoby, jak klasifikovat, nebo definovat důležitost produktu pro společnost podle odvětví, typu produktů nebo specifických potřeb skladu (zmíněno v kapitole 5.1. Jedna z možností je kategorizace položek do skupin A, B a C dle rotace ve skladu.

Cílem klasifikace ABC je tedy upřednostnění pro společnost nejdůležitějšího zboží na skladě. Za důležité v tomto pojetí považujeme produkty s nejvyšší rotací, tedy ty, které generují nejvíce pohybů ve skladu - spadající do kategorie A. Jednoduše řečeno, cílem je rozřazení položek podle toho, jak často se používají a přiřadit je k nejdostupnějším pozicím.

Zjistíme, které položky tvoří největší podíl z celkového objemu operací na skladu. Poté nalezneme takové, které se nejčastěji přesouvají/vychystávají/zaskladňují (záleží, jakou operaci chceme sledovat). Pro ty položky, u kterých je předpoklad, že se s nimi bude manipulovat nejčastěji (skupina A), bychom chtěli najít takové pozice, aby manipulace trvala co nejkratší dobu.

Z toho vyplývá, že ABC analýza nebude prováděna pouze pro položky, ale i pro skladové pozice. Z pohledu pozic hledáme takové, do kterých se často zaskladňuje nebo vyskladňuje a jedná se o časově nejvíce dostupnou pozici.

### 6.3.1 Definice kritérií

Před samotnou ABC analýzou bylo nutné nadefinovat několik kritérií, bez kterých by nebylo možné vytvořit pohledy nad daty, které budou následně

využity k sestavení reportů. Kritéria jsou následující:

### **Počet skupin**

Položky budou rozřazeny do 3 skupin (A,B,C):

- Skupina A - jsou vysokoobrátkové/významné položky - malá skupina položek tvořící většinu obrátu/objemu operací)
- Skupina B - méně významné
- Skupina C - nevýznamné (ležáky)

Stejně tak i pozice roztřídíme do 3 skupin:

- Skupina A - malá skupina pozic, které jsou nejlépe dostupné
- Skupina B - skupina často používaných a dostupných pozic
- Skupina C - špatně dostupné pozice, ke kterým chceme přistupovat co nejméně a pouze s položkami, se kterými není nutná častá manipulace.

Pro každou skupinu byl určen interval, kolik % celku tvoří. Skupina A zahrnuje 10 % , skupina B 15% a skupina C zbylých 75% celku.

### **Sledované operace**

ABC analýza se bude týkat pouze určitých operací a pozic ve skladu WH1. Transakce lze je rozdělit do tří skupin: příjmové, přeskladňovací, vychystávací a ostatní.

#### **Příjmové transakce:**

- PRI\_001 - Příjem zboží na avízo
- PRI\_002 - Příjem zboží 2
- PRI\_003 - Příjem neavizovaného zboží
- PRI\_004 - Příjem vratek

Při příjmu jsou dvě varianty, jak příjem provést, a to příjem na avízo nebo neavízovaný příjem. Rozdíl mezi nimi spočívá ve vytvoření avíza na základě dodacích listů od dodavatelů a následného příjmu zboží do skladu (u příjmu na avízo), zatímco v klasickém příjmu se pouze vytiskne etiketa. Při každém příjmu je zapotřebí polepit položky etiketami, které zaručí jednoznačnou identifikaci v informačním systému.

Veškeré zboží je systémem přijímáno na jednu příjmovou pozici (pozice REC) a následně je zaskladňováno do polic, či regálů pracovníky. Zmíněnou transakcí PRI\_004 - Příjem vratek by bylo možné realizovat pomocí příjmu zboží na avízo, protože jde o stejný princip, ale pro jednodušší sledovatelnost existuje samostatná transakce. Transakce PRI\_002 - Příjem zboží 2 je novější verze PRI\_002, jež zahrnuje několik úprav, které ovšem nemají vliv pro potřeby této práce.

Zaskladnění, které následně probíhá, spočívá v přesunu a uložení balení do regálů, či jiných skladových prostor. Každý prostor ve skladu je v systému označen jako zóna (tj. zóna regály, police atd.), ke které jsou přiřazeny konkrétní skladové pozice. Zaskladnění je z pozice REC do skladových pozic ve všech zónách.

#### **Vychystávací transakce:**

- VYD\_001 - doplnění vychystávací zóny
- VYD\_002 - jednoduchý výdej

Stejně jako u příjmových transakcí i zde rozlišujeme dvě základní vychystávací transakce - na základě příkazu nebo jednoduchý výdej.

#### **Další transakce:**

- OST\_123 Přesun na skladě WH1

Další transakce slouží např. k rozdělení zásilky na více balení, nebo naopak ke sloučení více balení, či jednoduchému přeskladnění balení z jedné pozice na druhou. Zároveň existují i transakce, které podporují standardní každoroční inventuru, nebo kontrolu kvality. Ze všech těchto transakcí je v rámci hodnocení uspořádání pozic relevantní pouze transakce pro přesun balení - OST\_123.

## Délka sledovaného období

Dále bylo zapotřebí určit dobu po jakou budeme nasčítávat počet operací pro určení ABC položek tak, aby změna mohla být dostatečně dynamická a nestalo se, že položka, která se už prakticky nepoužívá je označena jako vysokoobrátková, protože se s ní manipulovalo např. před rokem.

Délka sledovaného období byla stanovena na jeden rok, tedy rok 2022 tj období od 1.1.2022 do 31.12.2022. Důvodem je možnost sledování sezónnosti - tj. v létě jsou více obrátkové jiné položky, nežli v zimě. Delší období nebylo možné volit díky nedostatečnému sbírání dat v předchozích letech.

### 6.3.2 Redukce nerelevantních záznamů

Každá transakce se skládá z určitých částí a úkonů, kdy každá část je uložena do historie transakcí (jedna část je rovna jednomu záznamu v historii tj. jednomu řádku v tabulce historie transakcí). Některé úkony nejsou pro ABC analýzu relevantní např. vytvoření avíza při příjmu či úplně jiné transakce (např. inventurní). Proto bylo nutné po definici kritérií vytvořit pohled nad tabulkou `krus_transactions`, jehož cílem byl výběr relevantních záznamů a odfiltrování odlehlých pozorování.

Pohled `krus_transactions_types_and_positions` (ukázka SQL kódu 6.1) vybírá pouze kódy transakcí logistických procesů, které vyhovují kritériím ze sekce 6.3.1. Dle transakcí byl vytvořen sloupeček `transaction_type`, který říkal o jaký typ transakce se jedná - tedy přeskladnění (PRE), zaskladnění při příjmu (PRI) nebo vychystání (VYD). Zbylé transakce byly označeny jako typ ostatní (OST) a následně odfiltrovány.

Protože některé operace trvají zpravidla několik milisekund (např. zmíněné vytvoření avíza), byl celkový čas trvání dané operace vymezen na dobu trvání větší nebo rovna 1s. Tím došlo k redukci dat a z původních skoro 15 miliónů záznamů se stalo 2 689 516.

V datech se také vyskytovalo mnoho záznamů, ke kterým došlo nedodržováním pracovního postupu či porušením pravidel. Jedná se o záznamy, jejichž trvání bylo v rámci hodin, někdy dokonce i dnů. Takové záznamy neodpovídají realitě, protože jednotlivé části procesu by pracovník měl být schopen zvládnout do 10 minut (nenastane-li neobvyklá situace - ani s tou

ovšem necheme počítat). Možné příčiny vzniku takových záznamů jsou: neplnění pracovní povinnosti pracovníka (např. nepovolená pauza na svačinu, povídání s ostatními dělníky, pauza na kouření), opomenutí ukončení transakce a odložení mobilního terminálu pracovníkem, nebo problémy se sítí. I tyto případy jsou ošetřeny, a to podmínkou doby trvání, kdy za relevantní záznam je považován pouze ten, jehož trvání je větší než 1s a nepřekračuje 10 minut.

Podmínkou došlo k oříznutí celkem 394 361 řádek, což odpovídá cca 15%. Takový počet odlehklých pozorování je přijatelný. Celkový počet záznamů, se kterým se bude pracovat, je 2 295 155. Nad takto připravenými daty je možné vytvořit další pohled, který bude počítat abc skupinu položek a pozic.

```

1 CREATE OR REPLACE VIEW l2.krus_transactions_types_and_positions
2 AS
3 WITH transaction_with_types AS (
4     SELECT ktr.transaction_id,
5           -- count transaction duration in seconds
6     EXTRACT(epoch FROM ktr.stop_time - ktr.start_time) AS duration,
7           -- define type of transaction
8     -- (PRI = recieving, VYD= replenishment, PRE=transfer in WH1)
9     CASE
10        WHEN ktr.transaction_code = ANY (ARRAY['VYD_001'::text,
11        'VYD_002'::text]) THEN 'VYD'::text
12        WHEN ktr.transaction_code ~~ 'PRI%'::text OR ktr.
13        transaction_code ~~ 'REC%'::text THEN 'PRI'::text
14        WHEN ktr.transaction_code ~~ 'WHS%'::text THEN 'PRE'::
15        text
16        ELSE 'OST'::text
17        END AS transaction_type
18     FROM l2.krus_transactions ktr
19     ), transaction_with_positions AS (
20     SELECT twt.transaction_id,
21           twt.transaction_code,
22           twt.transaction_date
23     FROM transaction_with_positions twp
24     -- filtering outliers 0s < transaction duration < 10min(600s)
25     WHERE twp.duration > 0::numeric AND twp.duration < 600::numeric;

```

Listing 6.1:

Ukázka části SQL pohledu `krus_transactions_types_and_positions` pro redukci nerelevantních záznamů.

### 6.3.3 Rozdělení položek

V datovém skladu se agregují všechny sledované operace s položkami. Délka sledovaného období (do historie) pro určení ABC položek byla stanovena na jeden rok. Za toto období se načítají všechny operace přes položky a seřadí

se od největší. Na vrcholu jsou položky, které se za sledovanou dobu používaly nejčastěji. Takto seřazené položky se rozdělí podle určených intervalů a přiřadí se k určené skupině A,B,C.

### 6.3.4 Rozdělení pozic

Aby se daly pozice seřadit od nejefektivnější po nejhůře dostupné, je třeba určit, jak je „drahé“ k jednotlivým pozicím přistupovat. Jako ukazatel může například sloužit dostupnost dané pozice pro člověka, kolik úkonů je zapotřebí udělat, anebo rovnou označit pozice A/B/C. V rámci této práce byl využit dojezdový čas na pozici, tedy jak dlouho trvá poloautomatickému vozíku (případně pracovníkovi), než je schopný vyzvednout položku z dané pozice.

#### Cena jedné operace na pozici

Jelikož v tabulce L2 vrstvy jsou k dispozici sloupce `start_transaction` a `stop_transaction`, bylo poměrně snadné zjistit čas trvání konkrétní operace pro danou pozici. Tento čas byl získán jako rozdíl časů začátku (spuštění) transakce a konce transakce a značíme ho `duration` (již vypočten a použit v pohledu `krus_transactions_types_and_positions`).

Každý záznam nese zároveň informaci o dvou pozicích - pozice odkud byla položka odebrána a kam byla vložena. Dupočítaný čas trvání transakce ovšem nelze přiřadit oběma pozicím. K jaké pozici se čas vztahuje, závisí na typu transakce (respektive skupiny transakcí), která byla spuštěna.

- **Příjmové transakce:**

U příjmových transakcí dochází k zaskladňování balení z jednoho místa příjmu (označeného jako pozice `REC`) do konkrétní pozice v regálu. Transakce je zahájena naskenováním balení na pozici `REC` a ukončena v momentě naskenování pozice, kam je balení dovezeno. Z tohoto důvodu se čas trvání vztahuje k pozici ze sloupce `to_position`.

- **Výdejové transakce:**

U tohoto typu transakcí je princip zcela opačný, než u příjmových. Balení jsou vychystávány z regálů a sváženy na jednu konkrétní vychystávací pozici, označenou jako `EXP`, přičemž čas se začíná měřit při naskenování balení v skladové pozici a končí naskenováním pozice `EXP`. Proto čas trvání u těchto transakcí se vztahuje k pozici ze sloupce `from_position`.

- **Přeskladnění:**

U transakcí skladového přesunu lze využít pouze ta přeskladnění, která následují ihned po příjmu na avízo, kdy při tisku etikety je systémem balení uloženo na pozici REC.01.1, ze které se rozváží do regálových pozic. V takovém případě se čas trvání vztahuje k pozici ze sloupce `to_position`, stejně jako u příjmových transakcí.

U zbylých záznamů přeskladňovací transakce není zcela jednoznačné, ke které pozici se čas trvání vztahuje. Balení je přeskladňováno z jedné regálové pozice do druhé a jelikož nejsou definovány žádné přepočty, jako např. vzdálenost regálů atd. nevztahuje se čas k žádné z pozic. To znamená, že tyto záznamy nejsou využívány pro zjištění náročnosti pozice a následnému určení ABC skupiny jednotlivých pozic.

Tato část je také součástí pohledu `krus_transactions_types_and_positions`, kdy pozice, ke které se čas trvání, značí skutečnou dobu dojezdu k pozici, vztahuje tvoří nový sloupec `transaction_position`.

### **Náročnost pozice**

Náročnost jedné pozice lze zjistit jako podíl součtu všech časů transakcí a počtu transakcí, vztahujících se k dané pozici. Jednoduše řečeno, jedná se o průměr časů, vztahujících se k dané pozici.

### **Výsledek roztrídění pozic do skupin ABC**

Na základě vypočítané náročnosti pozice byly pozice seřazeny od nejméně náročné po nejvíce náročnou (sloupec `rank`, udávající celkové pořadí - kde 1 značí nejméně náročnou pozici). Z takto seřazených pozic již nebylo složité přiřadit skupinu ke každé pozici.

Prvních 10% pozic značí skupinu A, následujícím 15% byla přiřazena skupina B a zbylá část (75%) značí nejhůře dostupné pozice, tedy skupinu C. Tato informace je uchovávána ve sloupci `product_abc` v pohledu `krus_transactions_complete`, kam byla dotažena z původního pohledu `krus_viewPositions`, kde probíhají zmíněné výpočty a úpravy týkající se pozic (viz ukázka SQL kódu).

```

1 SELECT
2     -- descending order of positions according to average duration
3     row_number() OVER (ORDER BY (avg(types_and_positions.duration))) AS rank,
4     types_and_positions.transaction_position,
5     types_and_positions.transaction_wh_position_id,
6     avg(types_and_positions.duration) AS avg
7 FROM l2.krus_transactions_types_and_positions
8 GROUP BY types_and_positions.transaction_position, types_and_positions.
9     transaction_wh_position_id
10    ),
11 total_count AS (
12     SELECT count(DISTINCT krus_transactions_types_and_positions.
13         transaction_position) AS count
14     FROM l2.krus_transactions_types_and_positions
15    ),
16 ranked_positions AS (
17     SELECT pdu.transaction_position,
18     pdu.transaction_warehouse_position_id,
19     pdu.rank::double precision / tco.count::double precision * 100::double
20     precision AS percentage,
21     pdu.rank,
22     pdu.avg
23 FROM position_duration pdu
24 CROSS JOIN total_count tco
25    )

```

Listing 6.2: Ukázka kódu pro výpočet pořadí pozic na základě dostupnosti (průměrný čas trvání).

```

1 SELECT rpo.transaction_position,
2     rpo.avg AS average_duration,
3     rpo.percentage,
4     CASE
5         -- the first 10% of positions will be group A
6         WHEN rpo.percentage < 10::double precision THEN 'A'::text
7         -- the following 15% of positions will be group B
8         WHEN rpo.percentage < 25::double precision THEN 'B'::text
9         -- the rest 75% group C
10        ELSE 'C'::text
11    END AS abc_code,
12 FROM ranked_positions rpo

```

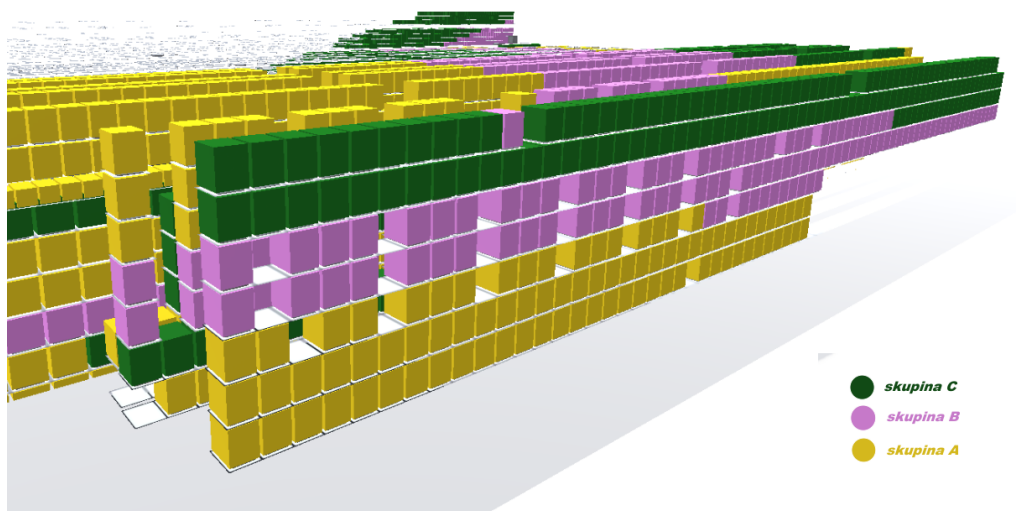
Listing 6.3: Ukázka přiřazení skupiny ABC k pozicím.

Protože firma, pro níž byla ABC analýza realizována, disponuje digitálním dvojčtem (řešení není předmětem této práce), bylo možné zhotovit obrázky skladu, kde jsou skladové pozice obarveny podle vypočtené ABC skupiny. Zelené pozice značí skupinu C, tedy nejhůře dostupné, čemuž odpovídají nejvýše umístěné pozice v prvním regálu na obrázku 6.7. Fialovou barvou jsou označeny pozice ze skupiny B a žlutou ze skupiny A.

### 6.3.5 Průměrné časy dojezdu k pozicím

Nad spočtenými skupinami pro skladové pozice byl vytvořen ještě jeden pohled, který spočítá průměrný čas trvání v jednotlivých skupinách. Tabulka





Obrázek 6.7: Digitální dvojče skladu WH1 - ukázka rozdělení skladových pozic do skupin ABC.

obsahuje pouze 3 záznamy a vypadá následovně:

A	92.47471512285318411594
C	389.1670100156384793
B	162.9945204682223050

Obrázek 6.8: Průměrné časy dojezdu na pozice napříč skupinami [s].

Jestliže průměrný čas pro skupinu A odpovídá cca 92 sekundám a nejhorší čas dojezdu k pozici byl omezen na 10 minut, tak průměrný čas dojezdu u skupiny C (389s) je reálný, což potvrdil i zákazník.

Poslední pohled `krus_transactions_complete` slouží k shrnutí informací z vytvořených pohledů do jedné přehledné tabulky. Z tohoto pohledu vzniklo několik dashboardů: ABC Products, ABC positions, nejdůležitější Products in Positions – ten zodpoví otázku „Kolik času by zákazník ušetřil, kdyby skladové operace jako optimální cestu doporučovaly na základě vypočtených ABC skupin pozic a produktů“. Dále i z této tabulky bylo možné provést hodnocení efektivity uživatelů.

### 6.3.6 Report ABC

Na základě vypočítaných ABC skupin položek i pozic byly vytvořeny vizualizace, díky kterým lze jednoduše zobrazit nejpoužívanější položky a pozice, a zjistit, zda jsou položky zaskladňovány do správných pozic či nikoliv. Grafy 6.9 znázorňují, že rozložení skupin položek je skutečně 10%, 15% a 75 %.

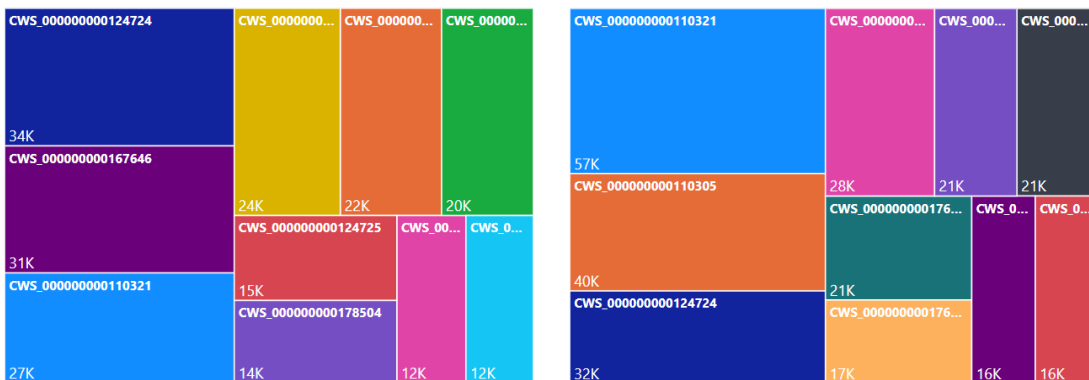
Z grafu 6.9b je navíc zřejmé, že skupina A, kam bylo zařazeno 2.04 tisíce položek (odpovídajících 10% celkového počtu položek), tvoří téměř 2 miliony operací, které odpovídají 87% všech operací, což potvrzuje Paretovo pravidlo (zmíněné výše v sekci 5.1).



Obrázek 6.9: Rozdělení položek do skupin ABC

Z vizualizací vznikl i jednoduchý report, kde lze filtrovat nejpoužívanější položky dle období a dodavatelů. Z něho je možné vyčíst, zda pro určité období (sezónu) jsou typické pouze některé položky a bylo by tedy vhodné zařadit tyto položky do skupiny A pro nadcházející sezónu. Obrázky 6.10 znázorňují TOP 10 položek pro zimní (obr. 6.10b) a letní (obr. 6.10a) sezónu od dodavatele supplier001. Vidíme, že položka s koncovým číslem 124724 se vychystává v průběhu roku stejně v obou obdobích. Stejně tak položky s koncovým číslem 110321 a 110305 se v obou sezónách drží v top desítce, ovšem obě tyto položky se v zimě vychystávají téměř dvojnásobně. Zbylé položky jsou ve zmíněných sezónách odlišné.

Stejně tak jako top 10 nejpoužívanějších položek lze zobrazit i nejvíce používané pozice, nejlépe dostupné pozice, nebo naopak nejhůře dostupné pozice. Jako špatně dostupné můžeme hodnotit pozice začínající písmenem P, které už předem označila podniková logistika, protože se jedná o paletové pozice, ke kterým se klasický pracovník nedostane svépomocí, ale musí přivolat obsluhu vysokozdvížného vozíku, aby mu paletu s daným zbožím shodila.



(a) Top 10 položek v letním období (b) Top 10 položek v zimním období

Obrázek 6.10: Top 10 položek v jednotlivých sezónách

Tento fakt by se tedy měl promítnout i do času dojezdu, dle kterého byly přiřazeny skupiny pozicím a tyto pozice by měly patřit do skupiny C. Tabulka na obrázku 6.11 potvrzuje, že čas dojezdu paletových pozic jsahá k 10 minutám a pozice tak byly opravdu zařazeny do skupiny C. Vidíme však, že až na pozici P03.047.03 byly pozice využívány jen zřídka (obr. 6.11). Takových pozic, které jsou využívány zřídka je ovšem na dva tisíce. Tento fakt vybízí k doporučení přidání skupiny D, kam by tyto pozice společně s paletovými byly zařazeny.



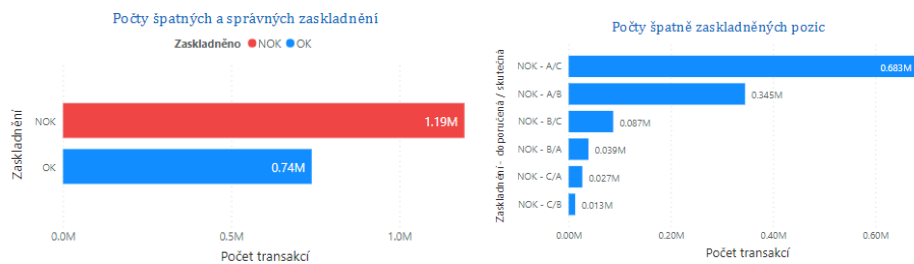
(a) Počty operací provedených za rok na danou pozici. (b)

Obrázek 6.11: Nejhůře dostupné pozice

V poslední části reportů ABC analýzy byl kladen důraz na přínosy této analýzy. Byl vytvořen report udávající počty správně a špatně zaskladněných položek do pozic, z něhož je možné vyčíst kolik času by podnik ušetřil správnou strategií zaskladňování (vyskladňování). Na obrázku 6.12a je vidět, že z celkového počtu 1 932 379 operací bylo téměř 1.2 miliónu položek zaskladněno do špatné pozice.

Druhý sloupcový graf (obr. 6.12b) znázorňuje počty transakcí, kde došlo ke špatnému vyskladnění detailněji. Konkrétně hned první sloupec říká, že produkty, které patří do skupiny A a měly by tedy být zaskladněny na pozici také ve skupině A, byly špatně zaskladněny na pozici ve skupině B. Je jasné, že nejhorší případ, který může nastat je zaskladnění frekventovaného produktu do špatně dostupné pozice - to lze vidět ve sloupci A/C. Takových operací bylo nejvíce - 683 000. Na druhou stranu některé položky, které patří do skupiny C byly špatně zaskladněny na pozici ve skupině A a ušetřil se tím nějaký čas.

Sečteme-li počty špatně zaskladněných položek a získáme rozdíl časů jak dlouho skutečně trvalo zaskladnění a průměrný čas, když by položka byla dovezena na správnou pozici, získáme čas, který by podnik ušetřil, kdyby začal zaskladňovat strategií dle vypočtené ABC analýzy. Tabulka na obrázku 6.13.



(a) Graf znázorňující poměr správných a špatných zaskladnění. (b) Počty operací, kde došlo k zaskladnění do špatné pozice.

Obrázek 6.12: Špatné a správné zaskladnění.

Doporučená / skutečná pozice	Počet operací	Ušetřený čas (s)	Ušetřený čas na operaci (s)
NOK - A/B	345047	19,471,093.58	56s
NOK - A/C	682955	139,731,143.00	205s
NOK - B/A	38692	728,327.55	19s
NOK - B/C	87099	11,018,733.65	127s
NOK - C/A	26689	-5,276,865.71	-198s
NOK - C/B	12756	-2,763,655.34	-217s
<b>Total</b>	<b>1193238</b>	<b>162,908,776.73</b>	<b>84s</b>

**52min**  
Denně ušetřený čas na uživatele

**84s**  
Ušetřený čas na 1 transakci

Obrázek 6.13: Tabulka znázorňující ušetřený čas při zaskladňovací strategii dle ABC

Z tabulky je patrné, že na základě počtu operací a známé abc skupiny jak pozice, tak produktu byl získán ušetřený čas v sekundách. Tento čas je roven 162 908 777s. U takového času si jen těžko představíme, zda je to dobré a vůbec reálné. Abychom dospěli k času, který je představitelný a o

něčem vypovídá, vrátíme se zpět k analýze, odkud víme, že ve skladu je 3-směnný provoz a na každé směně pracuje 47 lidí. Pro výpočet finálního ušetřeného času je zapotřebí s těmito informacemi kalkulovat a ušetřený čas rozdělit a přepočítat na jednoho pracovníka na směnu, nebo díky známému počtu všech transakcí a jejich průměrného trvání se nabízí i možnost přepočtu ušetřeného času na jednu transakci.

Takto přepočítaný čas je vidět v šedém čtverci na již zmíněném obrázku 6.13. Denně ušetřený čas na jednoho zaměstnance byl vyčíslen na 52 minut. Ušetřený čas v rámci jedné skladové operace je roven 84 sekundám. Víme-li, že jedna skladová operace trvá v průměru 198s a nejhorší možný scénář je 599s, je tato hodnota poměrně slušná a zároveň reálná.

## 6.4 Report pro sledování výkonosti zaměstnanců

Report, který vznikl za účelem sledování výkonosti zaměstnanců, umožňuje vyfiltrování konkrétního zaměstnance, jehož výkonost lze na první pohled vyhodnotit pomocí klíčového ukazatele výkonu (obr. 6.14), což je vizuální upozornění, které znázorňuje, jakého pokroku vůči měřitelnému cíli se dosáhlo. V tomto případě měřitelný cíl je průměrná doba trvání jedné transakce a pokrok je myšlen ve smyslu dosažení kratší doby trvání při vykonávání transakce. Dále je možné se podrobně podívat na kterých příkazech vybraný uživatel pracoval (obr. 6.14) a jakou dobu s nimi strávil.

Hodnocení pracovníků probíhá pouze na základě vybraných skladových transakcí, konkrétně těch, které byly využity pro abc analýzu. Ačkoliv využití pouze těchto transakcí bylo požadováno, tvoří pouze část logistických procesů a tak nějaký pracovník může vypadat méně výkonný, jen z důvodu, že provádí i jiné procesy, které nejsou do výsledného reportu zahrnuty. Tato myšlenka byla v práci částečně rovíjena a to i z důvodu dodatečného požadavku sledování pracovníků na konkrétních příkazech. Příkazy již nebyly omezeny pouze na vybrané transakce, ale byly dohledány napříč celou tabulkou historie transakcí (`krus_transactions`). Ke každému příkazu byli dohledáni všichni pracovníci, kteří se na vybraném příkazu podíleli - to zajistí pohled `krus_transactions_orders_users_worktime`.

Ve výsledných reportech je možné vyfiltrovat konkrétní příkaz a zjistit, kdo na něm skutečně pracoval, nebo vybrat zaměstnance, který nás zajímá

a podívat se, jak je výkonný. Výkon je měřen na základě průměrné doby strávené na jedné transakci - nižší čas značí rychlejšího pracovníka. Dále je možné porovnávat pracovníky na základě počtu příkazů, na kterých se podílel. Takový počet příkazů není ovšem dobře měřitelný a odpovídající, protože jeden pracovník mohl mít příkaz, kde bylo nutné zaskladnit 100 balení s různými položkami, a pracovník druhý splnil příkaz, kde stačilo zaskladnit jednu paletu. Ve výsledku oba splnili jeden příkaz, ovšem je patrné, že první pracovník musel pracovat mnohem více, aby příkaz dokončil.

Jako řešení tohoto problému s počtem příkazů se nabízí přidání dalšího kritéria, a to množství položek. Ani množství položek by ovšem tuto situaci dokonale nevyřešilo, protože některé položky jsou baleny v krabicích, které je nutné po jednom zaskladnit, a jiné položky jsou sice také v krabicích, ale naskládány na paletě, kterou lze zaskladnit pomocí vozíků a dojde tak najednou k zaskladnění většímu množství. Pro vyřešení tohoto problému by se muselo řešit nejen množství, ale i o jaký typ balení se jedná.

Tuto možnost ovšem nebylo možné realizovat z důvodu nedostatečného sběru informací o typu balení. Na doporučení se již tyto informace začaly sbírat a v budoucnu bude možné report rozšířit o tyto kritéria a docílit tak věrohodnějšího porovnávání pracovníků.



Obrázek 6.14: Prvky reportu pro sledování výkonnosti pracovníků - výkon podprůměrného pracovníka.

# 7 Porovnání Reportovacích nástrojů

V kapitole 4.2 jsme se již seznámili s BI nástroji, zde se blíže podíváme na jejich možnosti a práci s nimi.

Amazon Web Services (AWS) je podle tržeb jedním z největších poskytovatelů cloudových služeb na světě a Amazon QuickSight se nativně integruje se stávajícím rámcem zabezpečení AWS a zdroji dat. Cloudové funkce QuickSight jsou daleko před PowerBI či Tableau, jejichž základ a síla spočívá v on-prem. [5]

Quicksight je zcela cloudová nabídka a nemá žádnou on-prem verzi. Z tohoto důvodu funkčnost QuickSight shrneme v krátkém odstavci níže a poté se ve zbylých sekcích kapitoly 7 zaměříme pouze na porovnání nástrojů Tableau Desktop a Power BI Desktop.

Amazon QuickSight je malý a rychlý, a to i na obrovských datasetech s velkým počtem uživatelů. Kolekci základních grafů a vizualizací v QuickSight lze jednoduše použít na různé zdroje dat, zejména na zdroje jiných produktů AWS. Jednotlivci, kteří nepotřebují licenci Amazon QuickSight, mohou vidět grafy za symbolickou cenu za použití, což z něj činí životaschopné řešení pro firmy, které od svých zaměstnanců nevyžadují pravidelný přístup k softwaru BI. Amazon QuickSight může být pro některé uživatele lehký až na závadu. Jeho knihovna grafů a diagramů je ve srovnání s některými jinými řešeními BI omezená a neumožňuje rozsáhlé přizpůsobení, které např. Microsoft Power BI podporuje.

## 7.1 Výkonnost

Power BI a Tableau jsou navrženy tak, aby zvládaly velké objemy dat. Oba nástroje mají různé typy uložení a připojení. Některé jsou navrženy tak, aby zpracovávaly velké množství dat, zatímco jiné jsou navrženy tak, aby zajišťovaly aktualizace řídicího panelu v reálném čase.

I přes to, že **Power BI** nabízí výkonné dotazy a analytické nástroje, nemůže konkurovat efektivitě Tableau při snadném zpracování velkých dato-

vých souborů. Power BI je rychlejší a funguje lépe při omezeném objemu dat, při zpracování objemnějších dat má ovšem tendenci zpomalovat. **Tableau** má tendenci fungovat lépe než Power BI, pokud jde o extrémně velké soubory dat. [8]

## 7.2 Datové zdroje

Obě platformy přijímají data z různých zdrojů. Stejně tak obě mají možnost transformace dat.

**Power BI** Podporuje různé zdroje dat, ale ve srovnání s Tableau má omezený přístup k jiným databázím a serverům. K transformaci a načítání dat slouží Power Query, které umožňuje řadu komplikovaných věcí, jež se nacházejí v aplikaci - z toho důvodu je dobré dělat vše v jednom kroku, protože dostane-li se uživatel do složitých vztahů a struktur, dojde k velké spotřebě paměti a následnému zpomalení aplikace.

**Tableau** využívá jiného přístupu. Pokud chcete mít čistá data a projít procesem ETL, je zapotřebí použít a předpřipravit data v Tableau Prep Builder. Nabízí přístup k mnoha datovým zdrojům a serverům jako např. MS Excel, textový soubor, PDF, JSON, Amazon Redshift, Cloudera Hadoop, Google Analytics, DropBox, Google Drive atd.

## 7.3 Zákaznická podpora

**Power BI** má rozsáhlé zdroje podpory a dokumentaci. Nástroj má řízené učení, které poskytuje informace o konkrétních funkcích, pracovních postupech a možnostech. Uživatelé s placenými účty získají rychlejší odezvu na tickety zákaznické podpory.

Zákaznický servis a podpora s komplexními nástroji podpory pro uživatele je silnou stránkou **Tableau**. Tableau nabízí přímou zákaznickou podporu po telefonu a e-mailu. Uživatelé se také mohou přihlásit na zákaznický portál a založit tiket podpory. Zdroje podpory a dokumentace jsou k dispozici také online. Dalším prostředníkem zákaznického servisu a podpory je komunitní fórum a školicí akce.

Tableau nabízí lepší zákaznickou podporu a přímý kontakt ve srovnání s Power BI. Ovšem v současné době už i uživatelé s bezplatným účtem v Power



BI získají kvalitní podporu, ikdyž mnohdy s větší námahou a složitostí.

## 7.4 Programming support

Díky možnosti propojení k programovacím jazykům lze získat výkonnější vizualizace. **Power BI** podporuje DAX. Může se připojit k programovacím jazykům Python a R. **Tableau** nabízí větší výběr a flexibilitu. Kromě snadnější integrace s R lze implementovat sadu Tableau Software Development Kit s Pythonem, Javou, C a C++.

## 7.5 HW požadavky

**Power BI Desktop :**

- Windows 8.1 nebo Windows Server 2012 R2 a novější.
- Memory (RAM): alespoň 2 GB, doporučeno 4 GBa více.
- CPU: 1 gigahertz (GHz) 64-bit (x64) procesor nebo lepší (doporučeno).

**Tableau Desktop :**

- Microsoft Windows 8/8.1, Windows 10 (x64)
- 2 GB paměť
- CPU musí podporovat SSE4.2 a POPCNT iset instrukcí

## 7.6 User Interface

Power BI má mírnou výhodu ve snadnosti používání, protože je založeno na uživatelském rozhraní, které vychází z MS office 365. Pokud tedy uživatel zná ostatní produkty od Microsoft, jako např Excel či Word, je pro něj velice intuitivní.

Power BI Desktop nabízí tři zobrazení, která můžete vybrat na levé straně plátna. Prvním zobrazením je zobrazení sestavy, ve kterém můžete vytvářet sestavy a vizualizace. Dalším je zobrazení dat a třetí je modelové zobrazení relací mezi daty.

Tableau Desktop má inteligentní rozhraní, které umožňuje snadno vytvářet a přizpůsobovat panely podle uživatelských požadavků, ovšem není

tak intuitivní a k jeho dokonalému zvládnutí vede strmá křivka učení. Pracovní plocha Tableau (znázorněna na obrázku ?? se skládá z panelu nástrojů, podokna data, karet a jednoho nebo více listů. Listy mohou být pracovní listy, řídicí panely nebo příběhy.



Obrázek 7.1: Pracovní prostor Tableau [19]

- A Název sešitu. Sešit obsahuje listy. List může být pracovní list, řídicí panel nebo příběh.
- B Karty - pro přidání dat do zobrazení stačí přetáhnout pole na karty.
- C Panel nástrojů - slouží k přístupu k nástrojům pro analýzu a navigaci.
- D Zobrazení (view) - jedná se o plátno v pracovním prostoru, na kterém dochází k vytváření vizualizace.
- E Tato ikona vás po kliknutí přesměruje na úvodní stránku, kde je možnost připojení k datům.

F Postranní panel - v pracovním listu obsahuje oblast postranního panelu podokno Data a podokno Analýzy.

G Kliknutím na tuto kartu přejdete na stránku Zdroj dat a zobrazíte data.

H Stavový řádek - Zobrazuje informace o aktuálním zobrazení.  
[19]

## 7.7 Funkce a nástroje

Oba nástroje umožňují více komponent (např: tabulka a graf), filtrování, řazení dat na úrovni zobrazovaného reportu. Stejně tak podporují zabalení/rozbalení části reportu (drill down). Umožňují i automatický refresh. Pro jednoduché reporty jsou tyto nástroje z pohledu funkcí srovnatelné, bez větších závažných rozdílů.

## 8 Závěr

Cílem práce bylo seznámit se s problematikou výkonového hodnocení ve výrobní firmě a možnostmi reportovacích nástrojů. Následovala analýza logistických procesů, díky níž bylo možné definovat dimenze pro následnou tvorbu datové kostky. Z návrhu bylo možné vytvořit rozsáhlou tabulku historie transakcí, nad kterou probíhala následná analýza - konkrétně abc analýza skladových pozic a analýza pracovníků, kteří se podíleli splnění vybraných příkazů.

Navržené řešení je plně dostačující jak pro sledování výkonu lidí v určitých logistických procesech, tak i pro efektivní skladování položek. Je zde ovšem prostor pro vylepšení, a to konkrétně v oblasti výkonového hodnocení zaměstnanců. Nyní je možné sledovat výkon uživatelů pouze z pohledu průměrného času stráveného plněním vybraných logistických procesů nebo přes počet příkazů, na kterých se podílel. Kromě zmíněné problematiky počtu příkazů by do budoucna bylo dobré definovat další kritéria hodnocení nejen u vybraných logistických procesů, ale u všech.

Výstupem práce jsou kromě reportů i návrhy na sběr dalších informací, vedoucí ke zlepšení možností sledování výkonů. Tyto návrhy již byly zpracovány do podnikových procesů a nyní dochází ke sběru dodatečných informací. Na tuto práci lze navázat nastavením logistických procesů tak, aby pracovníkům byla doporučována skladová pozice na základě vypočtených abc skupin pozic a položek a následně lze reporty využít ke zpětné kontrole, zda opravdu dochází k dodržování doporučení a tím i k ušetření času.

# Seznam zkratek

- **BI** – Business Intelligence
- **CRM** – Customer Relationship Management
- **DAX** – Data Analysis Expressions
- **DM** – Data mart
- **DSA** – Data staging area
- **EAI** – Enterprise Application Integration
- **EDW** – Enterprise data warehouse
- **EIS** – Executive Information System
- **ELT** – Extract, load, transform
- **ETL** – Extract, transform, load
- **ERP** – Enterprise resource planning
- **IT** – Informational technology
- **IS** – Informational system
- **KPI** – Key performance indicators
- **ODS** – Operational data store
- **OLAP** – On-Line analytical processing
- **OLTP** – On-Line transaction processing
- **SaaS** – Software as a service
- **SCM** – Supply Chain Management
- **WH** – Warehouse
- **WMS** – Warehouse management system

# Literatura

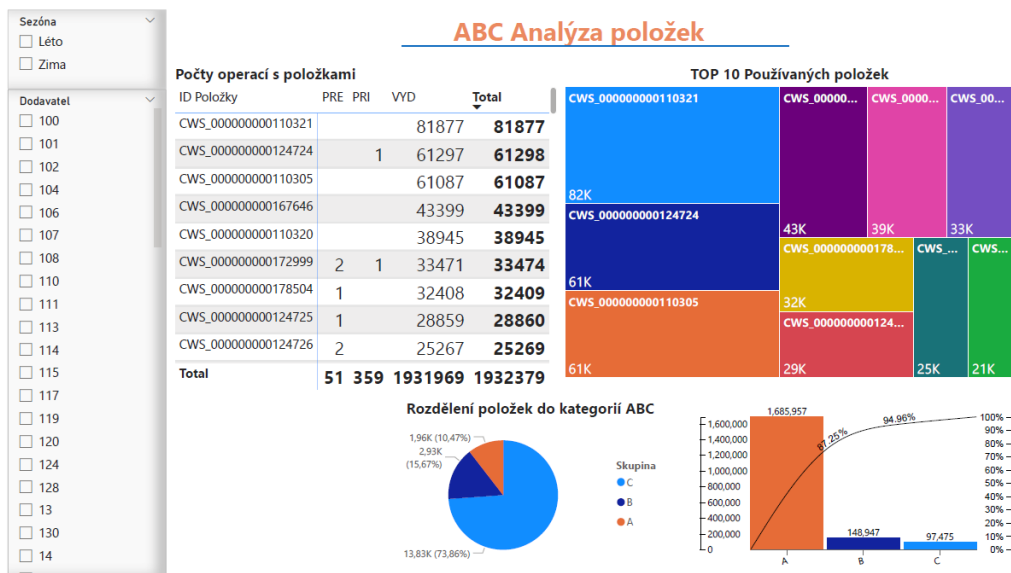
- [1] ABC Inventory Method in the Warehouse: Origin, Characteristics and Advantages | AR Racking. <https://www.ar-racking.com/en/blog/abc-inventory-method-in-the-warehouse-origin-characteristics-and-advantages/>. (Accessed on 05/05/2023).
- [2] Co je to datový sklad? | Definice, komponenty, architektura | SAP Insights. <https://www.sap.com/cz/insights/what-is-a-data-warehouse.html>. (Accessed on 03/14/2023).
- [3] Data Warehouse Architecture - javatpoint. <https://www.javatpoint.com/data-warehouse-architecture>. (Accessed on 03/14/2023).
- [4] What is ELT? How is it Different from ETL? <https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/Extract-Load-Transform-ELT>. (Accessed on 04/22/2023).
- [5] Gartner Reprint. <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2955ET0T&ct=220215&st=sb>. (Accessed on 03/27/2023).
- [6] O klíčových ukazatelích výkonnosti s příklady! <https://topranker.cz/slovník/kpi/>. (Accessed on 05/01/2023).
- [7] OLAP Operations - javatpoint. <https://www.javatpoint.com/olap-operations>. (Accessed on 03/15/2023).
- [8] Power BI vs Tableau: Which Should You Choose in 2023? | DataCamp. <https://www.datacamp.com/blog/power-bi-vs-tableau-which-one-should-you-choose>. (Accessed on 04/29/2023).
- [9] Pricing & Product Comparison | Microsoft Power BI. <https://powerbi.microsoft.com/en-us/pricing/>, . (Accessed on 04/01/2023).
- [10] Amazon QuickSight Pricing - Business Intelligence Service - Amazon Web Services. [https://aws.amazon.com/quicksight/pricing/?nc1=h\\_ls,](https://aws.amazon.com/quicksight/pricing/?nc1=h_ls,) . (Accessed on 05/01/2023).

- [11] Tableau Pricing for Teams & Organizations. <https://www.tableau.com/pricing/teams-orgs>, . (Accessed on 04/29/2023).
- [12] MACHAČ Otakar, *Reporting jako součást informačního systému podniku* [online]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/reporting.htm>.
- [13] Employee KPI | Setting Goals & Measure Performance | Employsure Guide. <https://employsure.com.au/guides/employee-performance-management/kpi/>. (Accessed on 05/01/2023).
- [14] What Is Tableau? | Tableau. <https://www.tableau.com/why-tableau/what-is-tableau>, . (Accessed on 03/12/2023).
- [15] What is Data Quality | Informatica. <https://www.informatica.com/resources/articles/what-is-data-quality.html>, . (Accessed on 04/12/2023).
- [16] Kapitola 4. In *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 1. edition, 2009. s. 61–108. ISBN 978-80-251-2563-2.
- [17] What is the Definition of OLAP? OLAP Definition. <https://olap.com/olap-definition/>, . (Accessed on 03/15/2023).
- [18] What Is Power BI? - Power BI | Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-in/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>, . (Accessed on 03/11/2023).
- [19] The Tableau Workspace - Tableau. [https://help.tableau.com/current/pro/desktop/en-us/environment\\_workspace.htm](https://help.tableau.com/current/pro/desktop/en-us/environment_workspace.htm). (Accessed on 01/22/2023).
- [20] What is a Data Warehouse? Tutorial, Characteristics, Concepts - javatpoint. <https://www.javatpoint.com/data-warehouse>. (Accessed on 03/14/2023).
- [21] What Is Power BI? - Power BI | Microsoft Learn. [https://www.vsem.cz/data/data/sis-texty/studijni-texty-bc/st\\_pis\\_bi\\_zizka.pdf](https://www.vsem.cz/data/data/sis-texty/studijni-texty-bc/st_pis_bi_zizka.pdf). (Accessed on 03/11/2023).
- [22] CHRISTOPHER, M. *Logistics and supply chain management*. Financial Times, 2nd ed edition, 1998. ISBN 0-273-63049-0.

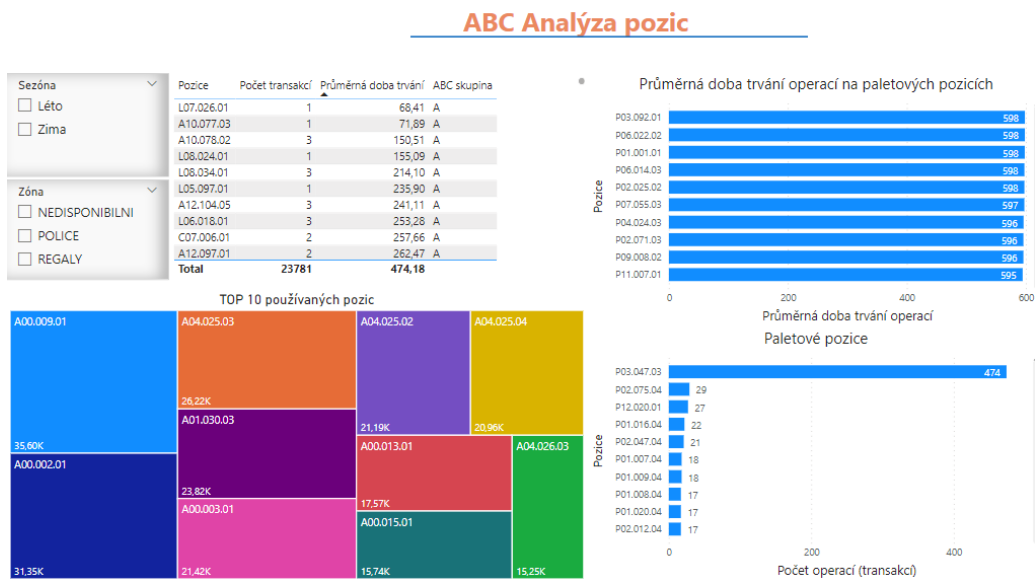
- [23] FOOTE, K. D. *A Brief History of Business Intelligence* [online]. Dataversity, 2017. [cit. 2023/01/17]. Dostupné z: <https://www.dataversity.net/brief-history-business-intelligence/#>.
- [24] INMON, W. H. *Building the Data Warehouse*. Wiley, fourth edition, 2005. ISBN 978-0-7645-9944-6.
- [25] KRISHNAN, K. *Data warehousing in the age of big data*. Morgan Kaufmann, 1st edition, 2013. ISBN 978-0-12-405891-0.
- [26] LABERGE, R. *Datové sklady*. Computer Press, 1st edition, 2012. ISBN 978-80-251-3729-1.
- [27] LUHN, H. P. A Business Intelligence System. *IBM Journal of Research and Development*. 1958, 2, 4, s. 314–319. doi: 10.1147/rd.24.0314.
- [28] MAHINDROO, A. – SAMALIA, H. – GOYAL, G. Performance Measures of Supply Chain and Logistics Management: A Review of Literature. 04 2012.
- [29] NOVOTNÝ, O. – POUR, J. – SLÁNSKÝ, D. *Business intelligence*. Grada, 1st edition, 2005. ISBN 80-247-1094-3.
- [30] VODÁKOVÁ, J. *Výkonnost a její měření ve veřejném sektoru*. Wolters Kluwer, 2016. ISBN 978-80-7552-013-5.



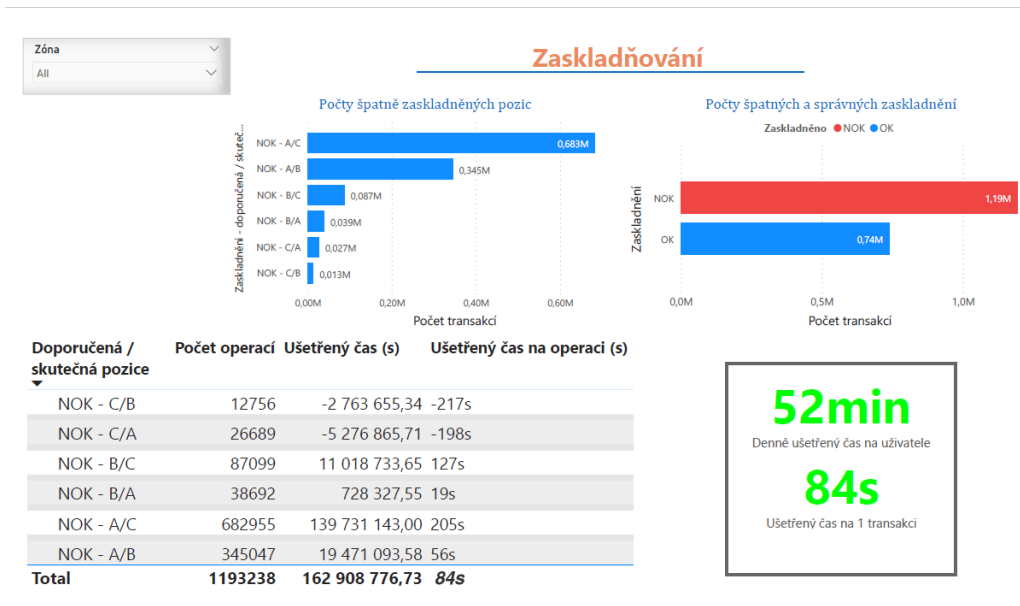
# Příloha 1 - reporty



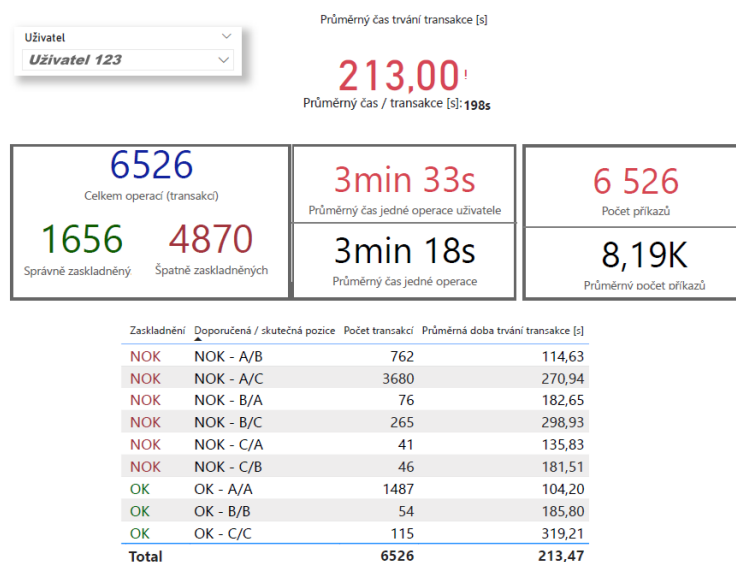
Obrázek 1: ABC analýza položek.



Obrázek 2: ABC analýza pozic.



Obrázek 3: Analýza zaskladňování, ušetřený čas.

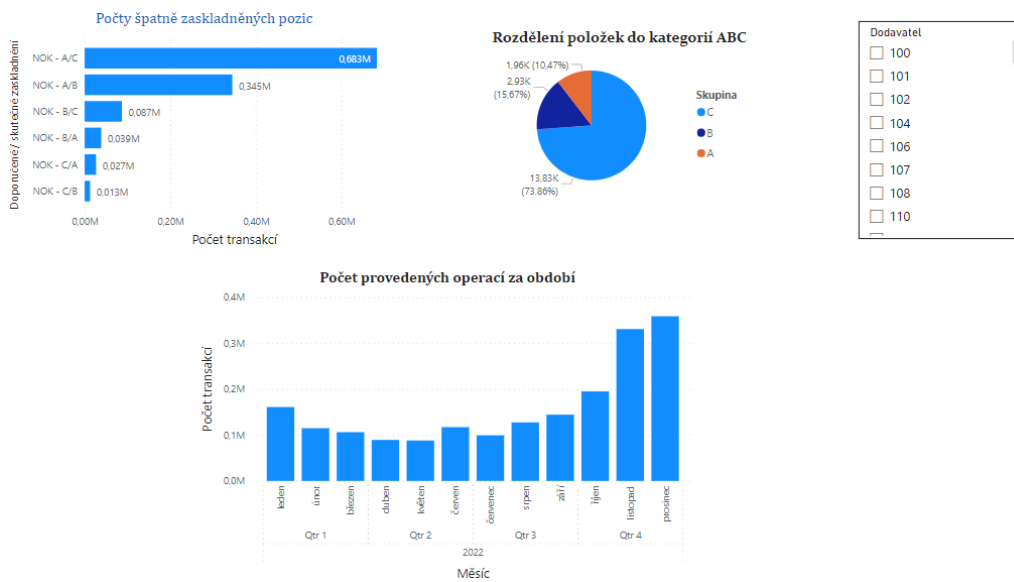


Obrázek 4: Hodnocení uživatelů přes průměrný čas strávený na transakci.

Číslo příkazu Jméno pracovníka  
 Multiple selections All

Jméno	Definice příkazu	Číslo příkazu
Login_02997207	expeditionOrder	1000007
Login_04684162	expeditionOrder	1000008
Login_12841138	expeditionOrder	1000009
Login_12934824	expeditionOrder	1000010
Login_12835873	expeditionOrder	1000011
Login_12991005	expeditionOrder	1000012
Login_12837815	expeditionOrder	1000013
Login_12896993	expeditionOrder	1000014
Login_01828770	expeditionOrder	1000015
Login_01753809	expeditionOrder	1000016
Login_01751791	expeditionOrder	1000017
Login_08945027	expeditionOrder	1000018
Login_08943587	expeditionOrder	1000019
Login_02247702	expeditionOrder	1000020
Login_02247279	expeditionOrder	1000021
Login_02293166	expeditionOrder	1000022
Login_14803598	expeditionOrder	1000023
Login_14805824	expeditionOrder	1000024
Login_14802759	expeditionOrder	1000025
Login_00016197	expeditionOrder	1000026
Login_00015940	expeditionOrder	1000027
Login_11841187	expeditionOrder	1000028
Login_00789044	expeditionOrder	1000029
Login_00790896	expeditionOrder	1000030
Login_06616986	expeditionOrder	1000031

Obrázek 5: Hodnocení uživatelů přes příkazy.



Obrázek 6: Analýza provedených transakcí v čase.

# Příloha 2 - struktura přiložených souborů

Adresářová struktura:

- Text\_prace - obsahuje zdrojové soubory a výsledné PDF.
  - Diagrams - zdrojové soubory pro veškeré diagramy vytvořené pro text diplomové práce za pomoci online nástroje Draw.io.
  - img - obrázky použité v textu práce (screenshoty z vytvořených reportů).
  - src - zdrojové soubory pro LaTeX k sestavení PDF.
    - \* DP-A21N0023P.pdf
    - \* DP.tex, \*.bst, \*.bib, \*.cls
- Aplikace\_a\_knihovny - zdrojové kódy, export reportu Power BI
  - DIM - tvoření dimenzí
  - FACT - tvoření faktové tabulky
  - dashboards.pbix - export reportu (lze nahrát do Power BI)
- Vstupni data - exportované data CSV
- Vysledky - exportované dashboardy z Power BI
  - pbi-export-dashboard.pdf - dashboardy exportovane z Power BI
- Readme.txt - soubor s popisem struktury adresáře