

# **Předpověď poptávky a prodeje ve výrobním podniku**

Ondřej Bartoš

---

Bakalářská práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav logistiky

Akademický rok: 2022/2023

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Ondřej Bartoš  
Osobní číslo: L20505  
Studijní program: B1041P040003 Aplikovaná logistika  
Forma studia: Prezenční  
Téma práce: Předpověď poptávky a prodeje ve výrobním podniku

### Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši zkoumané problematiky z domácích a zahraničních literárních zdrojů.
2. Popište vybranou společnost a analyzujte proces předpovědi poptávky a prodeje ve vybraném podniku.
3. Vyhodnotte analyzovaný proces předpovědi a navrhněte vhodná opatření ke zlepšení.

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

Seznam doporučené literatury:

1. GROS, Ivan a Jakub DYNTAR. *Matematické modely pro manažerské rozhodování*. Druhé upravené a rozšířené vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. ISBN 978-807-0809-105.
2. MYERSON, Paul A. *Supply Chain and Logistics Management Made Easy: Methods and Applications for Planning, Operations, Integration, Control and Improvement, and Network Design*. New Jersey: Pearson FT Press, 2015. ISBN 978-013-3993-349.
3. RUSHTON, Alan, Phil CROUCHER a Peter BAKER. *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. Sixth edition. London: Kogan Page, 2017. ISBN 978-074-9476-779.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Kamil Peterek, Ph.D.**  
Ústav logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2023**

L.S.

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
děkanka

---

**doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.**  
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2022

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 5. 5. 2023

Jméno a příjmení studenta: Ondřej Bartoš

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá problematikou předpovědi poptávky a prodeje ve výrobním podniku. Prvotně je postaven teoretický základ problematiky, kde se práce zaměřuje na základní pojmy zkoumané problematiky, jejich role a význam v logistice a logistickém řetězci a popsány prognostické modely. V praktické části práce odprezentuje vybraný podnik, současný systém řízení předpovědi, analýzu časových řad poptávky a prodeje a předpovědi poptávky a prodeje pomocí kvartálních a měsíčních hodnot s následnou validací.

Klíčová slova: předpověď, predikce, poptávka, prodej, analýza, časové řady

## **ABSTRACT**

This thesis deals with the issue of demand and sales forecasting in company. Initially, the theoretical base of the problem is built, where the thesis focuses on the basic concepts of the studied issue, their role and meaning in logistics and logistics chain and describes forecasting models. In the practical part, the thesis presents the selected company, the current forecast management system, the analysis of demand and sales time series and demand and sales forecasts using quarterly and monthly values with resulting validation.

Keywords: forecast, prediction, demand, sale, analysis, time series

## Poděkování

Veliké děkuji patří mému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Kamilu Peterkovi, Ph.D. za užitečné rady, zkušenosti, dále za jeho trpělivost a čas, který mi věnoval. Dále bych rád poděkoval Čokoládovně JANEK za praktickou výuku a cenné rady do kariérního života. Současně bych chtěl moc poděkovat mojí rodině a přátelům za podporu při mém studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 POJMY ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY</b> .....	<b>12</b>
1.1 VÝZNAM POJMŮ PROBLEMATIKY V LOGISTICE A LOGISTICKÉM ŘETĚZCI.....	15
1.2 ROLE A POSTAVENÍ POPTÁVKY A PRODEJE V LOGISTICE .....	17
<b>2 METODY PŘEDPOVÍDÁNÍ POPTÁVKY A PRODEJE</b> .....	<b>18</b>
2.1 KVANTITATIVNÍ A KVALITATIVNÍ METODY .....	20
2.2 METODA ČASOVÝCH ŘAD .....	21
2.3 METODY KLOUZAVÝCH PRŮMĚRŮ.....	22
2.5 DELFSKÁ METODA.....	26
<b>3 VALIDAČNÍ MODELY</b> .....	<b>27</b>
3.1 PRŮMĚRNÁ ABSOLUTNÍ ODCHYLKA.....	27
3.2 STŘEDNÍ KVADRATICKÁ CHYBA .....	27
3.3 PRŮMĚRNÁ ABSOLUTNÍ PROCENTUÁLNÍ CHYBA .....	27
3.4 NASH-SUTCLIFFOVA ÚČINNOST.....	28
3.5 KLING-GUPTOVA ÚČINNOST.....	29
<b>4 REKAPITULACE</b> .....	<b>30</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>31</b>
<b>5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI (ČOKOLÁDOVNA JANEK)</b> .....	<b>32</b>
<b>6 VÝBĚR PRODUKTU PRO PŘEDPOVĚĎ</b> .....	<b>33</b>
<b>7 ANALÝZA ČASOVÉ ŘADY</b> .....	<b>34</b>
7.1 ANALÝZA ČASOVÉ ŘADY POPTÁVKY .....	35
7.2 ANALÝZA ČASOVÉ ŘADY PRODEJE .....	36
<b>8 SOUČASNÝ SYSTÉM ŘÍZENÍ POPTÁVKY A PRODEJE VE     VYBRANÉM PODNIKU</b> .....	<b>37</b>
<b>9 PŘEDPOVĚĎ POPTÁVKY A PRODEJE</b> .....	<b>40</b>
9.1 PŘEDPOVĚĎ POPTÁVKY A PRODEJE POMOCÍ KVARTÁLNÍCH HODNOT .....	41
9.2 PŘEDPOVĚĎ POPTÁVKY A PRODEJE POMOCÍ MĚSÍČNÍCH HODNOT .....	44
9.3 OVĚŘENÍ POMOCÍ UKAZATELŮ VALIDACE .....	48
<b>10 ZHODNOCENÍ A DISKUSE</b> .....	<b>50</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>52</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>53</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>55</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>56</b>

SEZNAM TABULEK.....	57
SEZNAM GRAFŮ .....	58
SEZNAM PŘÍLOH.....	59



## ÚVOD

V rámci výrobních podniků je kromě výrobního procesu a optimalizace nákladů klíčovým aspektem také plánování a řízení poptávky a prodeje kvůli například tomu, že si podnik může předzásobit, přizpůsobit výrobu na dané období, přizpůsobit si skladovací prostory apod. V dnešní době se stále více firem snaží využít programy k získání přehledu o svých trzích a k uspokojení rostoucí poptávky. Přesné predikování budoucích tržeb a poptávky je základním kamenem pro úspěšné podnikání a také prospěšné pro růst firmy. Predikce v logistice neslouží jen a pouze k řízení zásob materiálu, rozpracovaných či hotových výrobků, ale poskytuje užitečné a mnohdy i žádoucí podklady pro kapacitní plánování poskytovaných služeb a má rozhodující vliv také pro časové režimy využívání kapacit.

Cílem bakalářské práce je analyzovat stávající procesy předpovědi poptávky a prodeje ve vybraném podniku a navrhnout vhodná opatření ke zlepšení. Analýza je provedena pomocí nástrojů časových řad a následně zobrazení v podobě vyhodnocených a vysvětlených grafů. Validace je srovnání reality a simulace, což nám pomůže mít předpovědi přesnější, je provedená na příkladu. Příklad produktu, na počítání a předpovídání poptávky a prodeje, byl omezen tím, že má největší tržby, respektive je to produkt, který má velký podíl na zisku firmy. Pomocí validace zjistíme účinnost metodiky, respektive poskytneme zpětnou vazbu a doporučení pro podnik prostřednictvím přesných modelů.

Prvně v teoretické části je provedena rešerše domácích a zahraničních literárních zdrojů o pojmech zkoumané problematiky, což jsou pojmy poptávka, prodej, predikce a prognóza a jejich význam, role v logistice. Následují prognostické metody pro předpověď poptávky a prodeje, jejich rozdělení do skupin a jak se počítají. Proto aby předpovědi byly co nejpřesnější je nutné věnovat pozornost i validačním ukazatelům.

Praktická část nejprve představí vybraný výrobní podnik, dále popis vybraného produktu, jeho omezením výběru a proces zavádění nového výrobku. Dále se provede analýza stávajícího systému řízení předpovědi poptávky a prodeje ve vybraném podniku dle posbíraných dat a informací. Následuje analýza časových řad poptávky a prodeje – zaměření na zhodnocení účinnosti a problémy s existujícími procesy pomocí časových řad, klouzavých průměrů. Identifikace klíčových faktorů ovlivňujících poptávku a prodej – shromáždění dat o trendech, sezónnosti, nahodilých jevů apod. Poté se provede předpověď poptávky a prodeje podniku v následujícím roce a validace modelu – v kvartálech

a po měsících. Testování obsahuje aplikaci metodiky na konkrétním příkladu a validaci, respektive ověření pro přesnější predikci a efektivitu modelu, a porovnání výsledků s existujícími procesy. Nakonec zhodnocení účinnosti nové metodiky a doporučení pro další vývoj – vyhodnocení výsledků testování a diskuse o potenciálních zlepšeních, zefektivnění a možnostech dalšího vývoje metodiky.

Metodika využita v této práci:

- Literární rešerše: zvolené literární zdroje zabývající se problematikou práce,
- Praktická část: sběr informací na základě pozorování, dotazování pracovníků, data sbírána prostřednictvím programu využívaný podnikem – interní data a vlastní výpočty, data si podnik nepřeje zveřejnit, tudíž se vyskytuje na některých obrázcích cenzura, pro analýzu a předpověď zvolené metody časových řad, exponenciální vyrovnávání, regresní analýza, klouzavé průměry, bazický index.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 POJMY ZKOUMANÉ PROBLEMATIKY

V této kapitole práce se podíváme na základní pojmosloví v oblasti tématu bakalářské práce, čímž je předpověď poptávky a prodeje. Poptávka, prodej, predikce a prognóza jsou klíčovými pojmy, které mají vliv na chod podniku a jeho úspěšnost na trhu. Budou definovány, popsány a přidán jejich význam a role v logistice a logistickém řetězci.

### **Poptávka**

Je to vztah mezi cenou zboží a množstvím, přičemž spotřebitelé akceptují cenu a nakupují v určitém časovém období. Vztah mezi cenami a množstvím může být zobrazen jako tabulka či křivka poptávky. Množství, které spotřebitelé chtějí koupit při určité ceně v určitém časovém období, se nazývá poptávané zboží. (Jurečka, 2018)

Poptávku lze definovat jako počet statků či zdrojů na trhu a následné ochoty zákazníka zaplatit za ně danou cenou, v určitý čas a na daném místě. (The Investopedia Team, 2022 a ManagementMania, 2018) Zvyšování cen zboží nebo služby má tendenci snižovat poptávané zboží. Stejně je tomu tak u snížení ceny zboží či služby, které zvýší poptávané množství. (The Investopedia Team, 2022)

Poptávku ovlivňuje velké množství faktorů. Bezpochyby se jedná zvláště o potřeby zákazníků, důležitým faktorem je mimo jiné také životnost výrobků a v jaké fázi životního cyklu se zrovna sledovaný produkt nachází, dále to může být konkurence, kupní síla či předchozí zkušenosti zákazníků atd.

### **Prodej**

Dle Twin (2022) je prodej transakce mezi dvěma nebo více stranami, která zahrnuje výměnu hmotného či nehmotného zboží, služeb nebo majetku za peníze. V některých případech jsou prodávajícímu vyplacena jiná aktiva než peníze. Na finančních trzích může prodej znamenat dohodu, kterou kupující a prodávající uzavřou ohledně finančního cenného papíru, jeho ceny a konkrétních ujednání o jeho dodání. Bez ohledu na kontext, prodej je kontrakt mezi prodávajícím určitého zboží či služby a kupujícím, který je ochoten za toto zboží nebo službu zaplatit.

Prodej se vztahuje k ději procesu prodeje zboží nebo služby zákazníkovi. V logistice je důležité sledovat prodeje, aby se mohla přizpůsobit výroba, skladování a doprava zboží.

V oblasti předpovědi poptávky a prodeje, obecně v logistice (v oblasti předpovědi) lze identifikovat několik trendů. Tyto trendy mají vliv na poptávku a prodej. Podniky musí reagovat na tyto změny a přizpůsobit se novým podmínkám, aby zůstaly konkurenceschopné a udržitelné v dlouhodobém horizontu. Zde je několik trendů:

- zvýšený důraz na zákaznickou spokojenost a flexibilitu v dodávkovém řetězci,
- rostoucí podíl e-komerce na celkovém objemu prodeje, což vede k vyšší poptávce po logistických službách v oblasti plnění objednávek a doručování zákazníkům,
- zvýšení efektivity a produktivity ve všech fázích dodávkového řetězce, aby se snížily náklady a maximalizovala ziskovost,
- růst globálních dodavatelských řetězců a logistických sítí, které podporují internacionalizaci a růst podnikání.
- Udržitelnost a odpovědnost v dodávkovém řetězci, aby se minimalizoval vliv na životní prostředí a zvýšila společenská odpovědnost firem. (Rushton, 2017)

### **Předpověď (prognóza)**

Předpovídání je odhad budoucích událostí, které jsou založeny na historických datech. Hlavním cílem je snížit hrozby a výzvy. Předpovídání má zásadní roli při sestavování rozpočtu. Předpovídání je široce využívané v podnikání, předpovědi počasí, obchodu, ekonomice a financích. Je oprostěna od intuice a osobních předsudků, protože předpověď je vědecká. (Smithová, 2023)

Prognóza se vztahuje k odhadování budoucího vývoje daného jevu nebo situace na základě historických dat a trendů. Prognóza se používá k odhadu budoucí poptávky, prodeje a dalších faktorů, které ovlivňují logistické procesy. (Rushton, 2017)

Pomocí použití předpovídání jsou společnosti schopny vypočítat budoucí stav poptávky po jejich produktech na trhu a tímto způsobem urovnat jejich ekonomickou aktivitu. Zároveň jsou společnosti obohaceny o přesné a užitečné informace, které mohou využít při nových obchodních výzvách nebo když provádějí významné změny v produktové škále. Předpověď prodeje napomáhá získávat společností přesné a užitečné informace, když vzdorují novým obchodním výzvám či provádějí významné změny ve svých produktových řadách. Dále je také třeba vzít v úvahu následující faktory:

- vnitřní faktory – historická data společnosti v oblasti nebo vývoj prodeje produktů, zároveň řízení zásob, úroveň vývoje ve výzkumu a vývoji či jiné byrokratické a administrativní faktory,
- vnější faktory – důležitost sezónních odvětví, módy a trendů, např. obecná ekonomická situace či dokonce fluktuace cen surovin. (EconomyPedia, 2021)

Předpověď poptávky je dle Grose (2016) uspořádaný postup, který vede k odhadu velikostí poptávky na dané období zakládající se o využití intuitivních, metodických, matematických a statistických metod.

Prognózování se zabývá budoucím vývojem organizace, společnosti, ekonomiky, odvětví, životního prostředí apod. Cílem prognózy je představa o budoucím stavu na základě racionálních způsobech předvídání. Výsledky prognóz mají velký význam pro strategické řízení, řízení rizik a plánování. (ManagementMania, 2015)

### **Predikce**

Predikce se vztahuje k předpovídání budoucí poptávky nebo prodeje zboží nebo služby. V oblasti logistiky je důležité předpovídat poptávku a prodeje, aby se mohly plánovat zásoby, skladování a doprava zboží a minimalizovaly se ztráty způsobené nedostatkem nebo přebytkem zboží. (Rushton, 2017)

Jedná se o proces, který využívá existující data k odvození budoucích událostí. Úzce souvisí s prognózováním, ale najdeme ho také v umělé inteligenci a strojovém učení. Používá se k vytváření modelů, které napomáhají identifikovat vzorce v datech a vytvářet předpovědi budoucích událostí. (Smithová, 2023)

### **Rozdíl mezi prognózou a predikcí**

Rozdíl spočívá v tom, že výsledkem predikce je jednoznačné stanovení budoucího stavu předvídané veličiny a výsledkem prognózy jsou varianty možného vývoje nějakého systému. (Gros, 2016)

Další pohled v rozdílu mezi prognózou a predikcí podává Severová (2013), která tvrdí, že nepodmíněná predikce si zakládá čistě na modelu a situaci pozorované v minulosti. Na rozdíl od toho, podmíněná predikce zahrnuje určitou podmiňující informaci, která omezuje model a ovlivňuje výslednou předpověď. Podmiňující informace může být buď reálná, nebo

hypotetická. Prognóza zahrnuje podmiňující informace a je výsledkem komplexní analýzy ekonomické situace a zvážení všech faktorů, které mohou ovlivnit předpověď. Také zahrnuje tvorbu alternativních scénářů, které zohledňují různé nastavení podmínek.

## 1.1 Význam pojmů problematiky v logistice a logistickém řetězci

Poptávka a prodej ovlivňují plánování a řízení logistických činností. Pro zajištění vhodného objemu zboží a služeb pro nákup, výrobu, přepravu a skladování je důležité znát současnou i budoucí poptávku. K tomuto účelu se používají predikce nebo prognózy, které umožňují odhadovat budoucí vývoj poptávky a prodeje. Tyto informace jsou klíčové pro plánování a řízení logistických aktivit. Prognóza může být založena na historických datech, trendech a sezónních faktorech, ale také na informacích o konkurenci, tržních trendech a dalších faktorech ovlivňujících poptávku. Správná predikce poptávky může minimalizovat ztráty v logistickém řetězci, ať už jde o nadbytečné skladování nebo nedostatek zboží. Poptávka, prodej, predikce a prognóza jsou také důležité pro plánování a řízení logistických aktivit v různých částech logistického řetězce, jako jsou například výroba, skladování, přeprava a distribuce zboží. Správná koordinace těchto aktivit na základě přesných informací o poptávce a prodeji může vést ke snížení nákladů a zvýšení ziskovosti logistického řetězce. (Rushton, 2017)

Hlavními logistickými činnostmi jsou například: zákaznický servis, předpověď a plán poptávky, řízení zásob, logistická komunikace mezi podnikovými funkcemi a podnikem včetně jeho okolí, manipulace materiálu, zpracování a přenos objednávek, balení, servis a zajištění náhradních dílů, umístění výroby a skladování, nákup, zpětná logistika, doprava, přeprava a skladování. (Gros, 2016 dle Lambert, 1998) Společně s dodavatelskými nebo logistickými systémy jsou vymezen soubor činností, aktivit, funkcí, které firmy realizují pro splnění požadavků zákazníků. V souvislosti s logistickými činnostmi a logistickým řetězcem jsou vymezeny také funkce plánování, kdy rozlišujeme plánování na strategické nebo operativní úrovni.

- strategická úroveň plánování – rozhoduje o cílech v logistice, umístění lidských materiálních a finančních zdrojů v dodavatelském systému, metody řízení a struktura dodavatelských systémů,
- operativní úroveň plánování – zde se rozhoduje o činnostech procesu vyřizování objednávek, proces reklamace a předpovídání poptávky, dále rozhoduje o stavu

zásob v dodavatelském systému, plánu distribuce, výroby a zásobování v celém dodavatelském řetězci, rozpise výrobních, manipulačních a přepravních úkolů ve formě objednávek mezi partnery v systému, provádí se neustálý monitoring plnění požadavků zákazníků a sledujeme úroveň poskytovaných služeb aj.,

Období určení poptávky dle délky časového horizontu: strategické předpovědi jsou v délce několika let (jednoho až tří let), operativní předpovědi v rozmezí několika měsíců (jednoho až tří měsíců) s požadavky na krátkodobé plánování. (Gros, 2016) Do jisté míry s tím souhlasí i Myerson (2015) a rozšiřuje rozdělení, kde vysvětluje délky plánování poptávky. Uvádí, že předpovídání je základním kamenem v procesu plánování a rozvrhování pro mnoho organizací poskytujících prodej výrobků a služeb. Právě předpovědi poptávky řídí v organizaci vše od:

- dlouhodobých rozhodnutí (3 a více let) – nová zařízení a produkty,
- střednědobá rozhodnutí (měsíce až roky dopředu) – plánování produkce a rozpočtu,
- krátkodobá rozhodnutí (na měsíce až roky dopředu) – potřeba vědět, co vyrábět, nebo nakupovat a jak co rozmístit, vše viz Příloha I: Typický plánovací a rozvrhovací proces.

V Příloze I: Typický plánovací a rozvrhovací proces je vyobrazen typický plánovací a rozvrhovací proces se vyskytuje, který vystihuje proces plánování a rozvrhování při zavádění produktu či služby. Začíná právě od rozhodnutí o produktu či službě, kde se rozhoduje, jaký produkt či službu podnik začne prodávat nebo poskytovat. Dále následuje plán kapacit – množství k dispozici (např. kolik strojů máme k dispozici, skladovací prostory), celkový plán, který rozbočuje právě na předpověď a na skladování a plán potřeb, výrobní plán, materiální požadavky až na detailní plán práce. Funkce předpovídání je nejčastější součástí řízení dodavatelského řetězce, kde může dosáhnout na úroveň důležitosti v organizaci až do bodu, kdy může ve firmě existovat pozice ředitel pro předpovídání poptávky nebo plánování.



## 1.2 Role a postavení poptávky a prodeje v logistice

Dle Beránka (2012) je předpověď poptávky jedním ze základních pilířů pro podnikové plánování. Přesné a včasné predikce prodeje jsou zásadní např. pro řízení zásob, potravinářské velkoobchody a maloobchodní sektor a jinde.

Předpovídání poptávky je stále důležitější pro správné řízení toků zboží a podnikání. Kromě přijatých objednávek jsou tyto předpovědi nezbytnými vstupními informacemi. Podnikání je založeno na odhadech a intuici podnikatelů ohledně toho, komu poskytnou své služby a kolik budou ochotni zaplatit. Čekání na objednávky bez aktivního zapojení do konkurenčního boje není dostatečné pro přežití na trhu a konkurenceschopnost. (Gros, 2016)

**Poptávka a prodej** mají v logistickém řetězci vliv na všechny fáze řetězce, od nákupu surovin až po prodej hotových výrobků. Efektivní řízení poptávky a prodeje je důležité pro plánování a řízení skladových zásob, plánování výroby a distribuce zboží. V logistice je důležitá znalost poptávky, aby se zajistilo, že zboží bude k dispozici v požadovaném množství a čase, rovněž aby se minimalizovaly ztráty způsobené přebytečným zbožím nebo nedostatkem. **Predikce a prognóza** jsou nástroje důležité pro plánování zásob a řízení rizik v logistickém řetězci. Například správná prognóza poptávky může pomoci minimalizovat zásoby a zároveň zajistit dostatečné zásoby pro uspokojení poptávky zákazníků, také pro efektivní řízení zásob. Zmíněné všechny pojmy jsou v logistice důležité, protože umožňují plánovat, řídit a optimalizovat různé procesy, jako jsou například výroba, skladování a doprava zboží. Vědomosti spojené s problematikou umožňují logistickým manažerům a odborníkům vytvářet efektivní strategie a plány, které maximalizují ziskovost a minimalizují náklady. (Rushton, 2017)

Predikování nejen v logistice zahrnuje tyto úlohy:

- analýzu dosavadního jevu, respektive analýzu potencionálních faktorů, jež mohou sledovaný jev ovlivňovat,
- vlastní předpověď zkoumaného jevu,
- vyhodnocení chyby predikce a opatření ke zlepšování metod predikce.

## 2 METODY PŘEDPOVÍDÁNÍ POPTÁVKY A PRODEJE

Začlenění matematických modelů do řízení spočívá v potřebě získat nástroje, které umožní volbu nejvhodnějších řešení problémů a rozhodování o budoucím vývoji řízeného objektu. Účinnost modelů teorie zásob závisí na přesné předpovědi budoucí poptávky a očekávaném vývoji úrokové míry (kvantifikace nákladů na udržení zásob), metody analýzy sítí vyžadují určení trvání jednotlivých činností projektu, účelová funkce vyžaduje odhad tržních cen výrobků, operativní rozpis výrobních úkolů požaduje předpověď požadavků zákazníků na splnění termínů vyřizování objednávek, účinná koncepce obslužných systémů závisí na prognóze vývoje nároků zákazníků na služby a jejich rozdělení pravděpodobnosti apod. Nejistota spojená s budoucím vývojem optimalizovaných systémů vedla k formulaci stochastických modelů, rozvoji metod analýzy citlivosti na změny vstupních dat, dynamických optimalizací a využívání simulačních technik. (Gros a Dyntar, 2015) S účinností a jistotou modelu dostaneme přesnější předpověď spíše pomocí historie poptávky než historií prodeje, poněvadž před lety byly náklady na ukládání dat vysoké a kapacita nižší, proto většina organizací ukládaly pouze data o prodeji. Dnes většinou ukládají i informace o objednávkách nebo poptávkách. (Myerson, 2015) I když se pokusíme použít přesnější metody k predikci, může se stát, že předpověď není dostatečně přesná, pakliže je tržní prostředí velmi proměnlivé a chaotické. V takových případech jsou účinnější jiné nástroje k redukci nejistoty a rizika chybné předpovědi, např.:

- zkrátit období nejistoty urychlením procesů v logistice – urychlením lze dosáhnout např.: zlepšením organizace procesů, odstranění zbytečných aktivit, preventivní opatření v oblasti kvality apod.,
- budování trvalých a pevných vztahů se zákazníky – pochopit jejich potřeby, navázat silné komunikační pouto a uzavírat dlouhodobé dodavatelské smlouvy,
- umožnit přístup k informacím partnerům v logistickém řetězci – kooperace s partnery při predikci poptávky, společné informační systémy, paralelní přenos informací,
- zlepšit standardizaci komponentů používaných při výrobě produktů tak, aby tyto komponenty byly vhodné pro použití v různých typech výrobků (různé varianty), konkrétní dokončení produktu se odloží až do příchodu objednávky od zákazníka.

Zdroje informací potřebné k dosažení předpovědi poptávky:

- intuice a zkušenosti (např. zkušenosti prodejců, kontakt se zákazníky, pracovníci call center a jejich vyhodnocení),
- historické data,
- průzkum trhu pro sběr informací (může se provádět dotazováním zákazníků, analýzou veřejně dostupných zdrojů)

Využití historického vývoje poptávky, který je zaznamenán v podobě časových řad, jež obsahují data o prodeji za předchozí období délky  $T$ . Tento vztah popisuje vzorec (1):

$$D_1 + D_2 + \dots + D_{T-1} + D_T \quad (1)$$

kde  $T$  je délka období, a  $D$  je počet prodaných ks/objednávek.

Hodnoty nemusí naplňovat skutečnou poptávku výrobků a služeb konkrétního dodavatelského systému, protože ne vždy lze splnit všechny požadavky zákazníků. Dosažený prodej je např. v některých obdobích nižší než skutečná poptávka (z různých důvodů) a při volbě strategie by bylo příznivé odhadnout vlastní podíl na poptávce a celkovou kapacitu trhu, respektive prodeje stejného produktu u konkurence. (Gros, 2016)

### Proces předpovídání

Při předpovědi bychom měli používat různé zdroje. Metodu, kterou vybereme pro podnik jako adekvátní by také měla být podnikem pochopitelná (výsledky, způsob práce atd.), výsledky předpovědi by měly mít tolerance a zajištěnou zpětnou vazbu.

Kvůli různorodosti postupů předpovídání (každý to dělá trochu jinak) je dobré vytvořit standardní metodiku procesu. Myerson (2015) dle Heizer a Render (2013):

1. **Určit použití předpovědi:** odlišují se v odvětví a společnosti. V případě:
  - výroby – řízení výroby a nasazení,
  - maloobchodu – určení požadavků na nákup,
  - společností poskytující služby – zajištění pracovních sil.
2. **Výběr položek pro předpověď:** budeme předpovídat dle jednotlivých položek v různých variantách a na jakých úrovních a v jakých jednotkách bude třeba propojit předpovědi a historii poptávky?

3. **Určit časový horizont předpovědi:** krátkodobý, střednědobý nebo dlouhodobý horizont (či ve všech) a jaký typ časového plánování odhadů je vhodný, např. denní odhady (30 dní a méně), týdenní odhady (1–3 měsíce dopředu) a čtvrtletní odhady (4 a více měsíců).
4. **Výběr prognostických modelů a metod:** kvantitativní, kvalitativní či kombinace modelů? Do jaké míry budeme integrovat informace dodávané zvenčí (předpovědi zákazníků, údaje z pokladen, CPFR atd.) a jakou jim dáme váhu?
5. **Sběr dat potřebných k zpracování předpovědi:** Při použití softwaru pro předpovídání bude úvodní integrace zahrnovat mnoho z toho, jako např. porovnání poptávky a prodejů, eliminace chyb dat apod. Jakmile je tato integrace vytvořena a data ověřena, stává se to spíše otázkou údržby takových věcí, jako jsou třeba nové a ukončené položky.
6. **Generace předpovědi:** Zpravidla se používají statistické metody k vytvoření základní předpovědi, případně na různých úrovních detailu. Zpracovatel obvykle následně ověří výsledky a pakliže je to potřeba, vyzkouší jiné statistické modely. Poté zohlední managementové zásahy založené na svých zkušenostech a znalostech, stejně jako plány na propagaci, odhady prodejů a externě poskytnuté informace.
7. **Validace a implementace výsledků:** předpovědi jsou přezkoumávány týmy s různými úrovněmi detailů a jednotkami měření, aby byla zajištěna co nejvyšší úroveň přesnosti.

## 2.1 Kvantitativní a kvalitativní metody

**Kvantitativní metody** používáme zpravidla v případech, kdy máme dostatek stabilních a existujících historických dat (informací) a předpokládáme, že vývoje bude pokračovat stejně. (Gros, 2016 a Myerson, 2015) Tyto metody využívají statistickou analýzu a matematické modely. (Rushton, 2017 a Buřita, 2003) Kvantitativní metody jsou označovány jako extrapoláčnı a výsledkem těchto metod jsou numerické údaje. (Gros, 2016) Příklady metod kvantitativních: časové řady, klouzavé průměry, exponenciální vyrovnávání, analýza trendů, regresní analýza.

**Kvalitativní metody** jsou založené na expertních znalostech a subjektivních odhadech. Používáme v situacích, kdy nemáme k dispozici historická data, nebo je máme k dispozici, ale jsou nedostačující nebo jich je málo (Rushton, 2017; Myerson, 2015; Gros a Dyntar,

2015 a Buřita, 2003). Také když předpovídané události nelze zasáhnout kvantifikovatelnými informacemi či se jedná o technologické změny, nebo nelze předpovídat že vývoj, který je doposud potvrzován dále například proto, že došlo k hlavním změnám v okolí řízených systémů. (Gros a Dyntar, 2015 a Buřita, 2003) Výstupem kvalitativních metod jsou slovní formulace budoucích změn v podnikatelském prostředí, změny nákupního chování zákazníků apod. (Gros a Dyntar, 2015) Tyto metody spoléhají na intuici a zkušenosti. (Myerson, 2015) Kvalitativní metody jsou např.: sběr názorů odborníků, analýza zpětné vazby od zákazníků, suma odhadů jednotlivých prodejců a delfská metoda.

**Kombinací kvantitativních a kvalitativních metod** můžeme dosáhnout optimalizaci logistického řetězce. Kupříkladu predikce poptávky a prodeje může být založena na historických datech a expertních znalostech, přičemž plánování skladování a přepravy zboží může být založeno na matematických modelech a simulacích. (Rushton, 2017)

## 2.2 Metoda časových řad

Jedná se o posloupnosti dat uspořádané v určitém časovém sledu. Jsou využívány pro predikci budoucích hodnot na základě minulých vývoje. Jejich princip spočívá v analýze trendů, sezónnosti, cyklu a náhodných výkyvů. Trendy odrážejí dlouhodobé změny v datech, sezónnost ukazují opakující se cykly v datech, cyklus odráží delší období růstu a poklesu a náhodné výkyvy ukazují náhodné změny. Analyzování časových řad může pomoci při plánování a rozhodování v logistickém řetězci, jako například při predikci budoucí poptávky, plánování výroby a optimalizaci skladování a přepravy. (Rushton, 2017)

Předpovídání časových řad využívá souboru rovnoměrně rozložených numerických dat, ty jsou získána pozorováním odpovídající proměnné v pravidelných časových intervalech. Předpovědi jsou založeny na historických hodnotách a předpokládají, že faktory ovlivňující minulost, přítomnost a budoucnost budou pokračovat. Časové řady mohou mít všechny komponenty nebo nemusí. Komponenty časových řad:

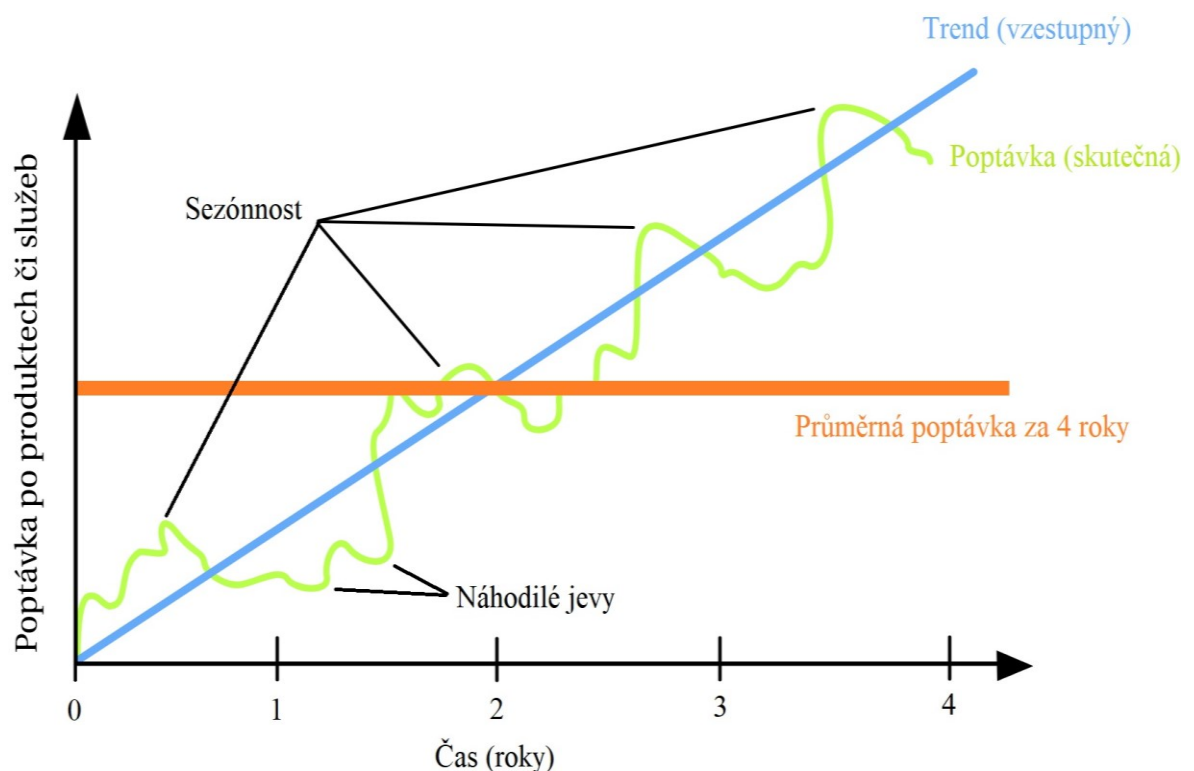
**Trend:** vzestupný nebo sestupný vzorec s proměnami způsobenými populací, technologií, věkem, kulturou apod.; zpravidla trvají několik let nebo déle (např. módní trend směrem k menším bikinám).

**Cykličnost:** opakující se pohyby nahoru a dolů, které jsou typicky ovlivněny hospodářským cyklem, politikou a ekonomickými faktory; trvají 2 až 10 let. Příkladem jsou hospodářské recese.

**Sezónnost:** pravidelná vykyvování průběhu způsobené faktory (počasí, clo apod.), které se vyskytují v průběhu jednoho roku. Příkladem mohou být přírodní jevy (klimatická období), nebo uměle vytvořené jako jsou třeba propagační plány prodejců.

**Nahodilé výkyvy:** nevyzpytatelné výkyvy způsobené náhodným kolísáním nebo neplánovanými událostmi, jako jsou stávky odborů a válka, které jsou obvykle relativně krátkodobé a neopakovatelné. (Myerson, 2015)

V souvislosti s pohybem poptávky/prodeje můžeme sledovat předešlé komponenty – cyklus, sezónnost, trend, ale také i nahodilé jevy. Všechny tyto jmenované komponenty můžeme zpozorovat na Komponenty časových řad (Myerson, 2015 – upraveno) Obrázek 1. Vertikální osa označuje poptávku po produktu nebo službě a horizontální osa se vyznačuje časem a jednotkami jsou roky. Sezónnost zde můžeme spatřit na pomyslných „vrcholcích“ zelené sinusoidy a nahodilé jevy nám dělají sinusoidu více „kostrbatou“ (více vlnitá). Trendy pak modrou barvou, ty představují soustavné stoupání či klesání poptávky v čase.



Obrázek 1: Komponenty časových řad (Myerson, 2015 – upraveno)

### 2.3 Metody klouzavých průměrů

Jedná se o nejjednodušší metodu, která bere průměr z aktuální poptávky za určitý počet předchozích období a používá tento průměr jako předpověď poptávky na další období.

Takový systém je schopen reagovat na trendy a je vhodný pro některé produkty, ale není efektivní, pakliže má produkt sezónní poptávku nebo náhodné výkyvy poptávky. Vzorec je následující (2):

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n} \quad (2)$$

kde:  $F_t$  = předpovídaná poptávka;  $n$  = počet období, která mají být zprůměrována;  $A_{t-n}$  = skutečná poptávka v minulosti až do období „ $n$ .“

Problémem této metody je, že při určování prognózy poptávky se ke všem pozorováním přistupuje stejně – ignorace stáří pozorování. To nezohledňuje změny v poptávce v průběhu času, což není v souladu s mnoha logistickými systémy, kde dochází ke změnám v čase. Tento problém lze řešit použitím váženého klouzavého průměru, který klade větší důraz na to, aby se použily nejnovější údaje, takže přesněji odráží skutečnou poptávku. Vzorec je následující (3):

$$F_t = \frac{w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + w_3 A_{t-3} + \dots + w_n A_{t-n}}{n} \quad (3)$$

kde  $w$  váhový koeficient;  $F_t$  předpovídaná poptávka;  $n$  počet období;  $A$  skutečná poptávka. (Rushton, 2017) Gros a Dyntar (2015) uvádí, že: na předpověď vývoje veličin (neprojevují výrazný trend) jsou používány metody založené na klouzavých průměrech. Pro předpověď na období  $(T + 1)$ , která je provedena na konci  $T$ -tého období, je nutné mít k dispozici historické údaje za posledních  $T$  období. Předpověď bude pak rovna (4):  $S$  – skutečnost,  $P$  – předpověď

$$P_{T+2, T+1} = \frac{\sum_{i=0}^{T-1} S_{T-i}}{T} = \frac{S_T + S_{T-1} + \dots + S_1}{T} \quad (4)$$

Když uplyne  $T$  období, máme již k dispozici skutečnou hodnotu  $S_T$  a je nasnadě provést odhad na  $(T + 2)$  období (5):

$$P_{T+2, T+1} = \frac{\sum_{i=0}^{T-1} S_{T+1-i}}{T} = \frac{S_{T+1} + S_T + \dots + S_2}{T} \quad (5)$$

Název klouzavých průměrů je zřejmý z toho důvodu, že každé následující období vypočítáváme tím, že vypustíme období a přidáme nejnovější období (tj. vypustíme  $S_1$  a přidáme  $S_{T+1}$ ). Z porovnání vztahů pro  $P_{T+1, T}$  a  $P_{T+2, T+1}$  plyne (6):

$$P_{T+2,T+1} = P_{T+1,T} + \frac{1}{T}(S_{T+1} - S_1) \quad (6)$$

Pakliže namísto  $S_1$ , použijeme předcházející předpovědi  $P_{T+1,T}$ , získáme (7):

$$P_{T+2,T+1} = P_{T+1,T} + \frac{1}{T}(S_{T+1} - P_{T+1,T}) \quad (7)$$

po upravení získáme (8):

$$P_{T+2,T+1} = (1-\alpha)P_{T+1,T} + \alpha S_{T+1} \quad (8)$$

kde  $\alpha = 1/T$ . Jednoduchost klouzavých průměrů některé autory vedla k vývoji alternativ pro případy, kdy časová řada má trend. Využitím klasického postupu dojdeme k nedostatku, že by se předpovědi opožďovaly za skutečným vývojem prognózy. Gros a Dyntar (2015) proto uvedli alternativu dle Holt (1957), kdy navrhl následující postup pro případy s trendem v časové řadě: Řadu délky  $T$  budeme postupně vyrovnávat od druhého do  $T$ -tého období:

- Hodnotu  $P_2'$  na druhé pozici vyrovnané řady určíme rovnou jako známou skutečnost  $S_2$ ,
- Pro zachycení trendů využijeme difference mezi dvěma navazujícími obdobími, tedy  $d_T = S_T - S_{T-1}$  a celou řadu postupně budeme vyrovnávat pomocí vztahů (9 a 10):

$$P_{T+1,T}' = (1-\alpha)(P_{T,T-1}' + d_{T-1}') + \alpha S_T \quad (9)$$

$$d' = (1-\beta)d_{T-1}' + \beta(P_{T+1,T}' + P_T') \quad (10)$$

kde  $\beta$  je koeficient v intervalu  $(0,1)$  a  $S_2 - S_1$  je první difference. Použití této metody lze i v případech, kdy prognózované veličiny podléhá sezónním výkyvům. Když se snažíme předpovědět vývoj takové veličiny, musíme nejprve stanovit délku období, které zahrnují sezónní výkyvy. Výpočet klouzavých průměrů pro sezónní časové řady se řídí stejnými principy, jak již bylo řečeno (viz výše), a délka období je stanovena na základě uvedených pravidel. Například: máme-li k dispozici informace o prodeji výrobků v jednotlivých měsících během dvou po sobě jdoucích let, klouzavý průměr  $S_j$  můžeme vypočítat podle následujícího vzorce, kdy  $j = 1, 2, 3, \dots$  (11):

$$S_j = \frac{\sum_{i=1}^T S_{T+j-i}}{T} \quad (11)$$



Jestliže je sudý počet časových období  $T$  je výpočet klouzavého průměru ve středu období. Abychom mohli pokračovat je nutné vyrovnat průměry tak, že v každých dvou navazujících vyrovnaných klouzavých průměrech ( $S_j^{(c)}$ ) vypočteme aritmetický průměr (12):

$$S_j^{(c)} = \frac{S_{j+1} + S_j}{2} \quad (12)$$

Sezónní výkyvy můžeme měřit prostřednictvím sezónních indexů ( $I_j$ ), které jsou definovány následujícím způsobem (13):

$$I_j = S_j / S_j^{(c)} \quad (13)$$

Použitím sezónních výkyvů můžeme eliminovat vliv sezónnosti v časové řadě a zjistit, zda se v ní vyskytuje nějaký trend. K tomu postačuje původní hodnoty časové řady podělit sezónními indexy, vzorec vypadá takto (14):

$$S'_j = S_j / I_j \quad (14)$$

(Gros a Dyntar, 2015)

Jedná se o jednoduchý průměr poptávky za nějaké časové období. Má tendenci vyrovnávat historická data a kvůli tomu se využívá v případech, kdy je malý či žádný trend. K vytvoření odhadu se zpravidla zprůměruje novější historie (např. prodeje leden–březen jsou zprůměrovány pro vytvoření dubnové prognózy). Když mluvíme o váženém klouzavém průměru, který má násobící faktory a ty dávají různou váhu datům na různých pozicích ve výběru. Používá se v případech, kdy může být přítomen nějaký trend, protože starší data považuje obvykle za méně důležitá. Váhy jsou založeny na zkušenostech a intuici a lze je použít na minimalizaci požadovaného vyrovnávajícího efektu. Příklad výpočtu předpovědi váženého klouzavého průměru na určité období, např. duben =  $.6 * \text{březnové prodeje} + .3 * \text{únorové prodeje} + .1 * \text{lednové prodeje}$ . Při vytváření dubnové (a další) prognózy je přikládána větší váha březnové poptávce než lednové a únorové. (Myerson, 2015)

## 2.4 Exponenciální vyrovnání časových řad

Vyrovnávací technika se využívá k redukci nerovností. Jedná se o typ modelu váženého klouzavého průměru, kde váhy klesají exponenciálně, přičemž nejnovější pozorování mají při prognózování relativně větší váhu než starší pozorování. Exponenciální vyrovnávání

vyžaduje konstantu (rozmezí konstanty je 0–1 a označuje se jako  $\alpha$ ), která je volena subjektivně. Příklad výpočtu: Nová předpověď = předpověď za poslední období + .7 \* (skutečná poptávka – předpověď za poslední období). V tomto příkladu vyrovnávací konstanta .7 přidá při generování nové prognózy relativně vysokou váhu nebo vyrovnávací faktor do prodeje nad cenou nebo prodeje pod cenou v posledním měsíci při generování nové prognózy. (Myerson, 2015) Exponenciální vyrovnávání je sofistikovanější verze metody prognózování. To také dává posledním týdnům mnohem větší váhu v předpovědi, ale každá předpověď je ve skutečnosti váženým průměrem všech předchozích pozorování. Proces vážení klesá exponenciálně s rostoucím stářím pozorování, čímž se zdůrazňuje význam posledních týdnů a zároveň se zohledňuje hodnota dřívějších údajů. Vzorec pro exponenciální vyhlazování je následující (15):

$$F_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad (15)$$

kde  $F_t$  = předpovídaná poptávka;  $Y_{t-1}$  = předchozí skutečná poptávka;  $F_{t-1}$  = předchozí prognóza poptávky;  $\alpha$  = exponenciální vyrovnávací faktor (vyrovnávací konstanta). Přístup této metody může zahrnovat také zohlednění chyby předpovědi, aby se zlepšila přesnost předpovědi – tj. rozdílu mezi prognózou a skutečnou poptávkou za předchozí období. (Rushton, 2017)

## 2.5 Delfská metoda

Při této metodě se rozesílají výsledky dotazníků a anonymní výsledky se shrnují a sdílejí se skupinou na konci každého kola. Odborníci mohou své odpovědi pro každé kolo upravit. Tato metoda usiluje o dosažení správné odpovědi pomocí konsensu. Má strategičtější charakter a používá se spíše při tvorbě dlouhodobějších předpovědí. (Myerson, 2015) Mezi výhody této metody patří např. anonymita ta podporuje kreativitu, upřímnost a vyvážené zvažování nápadů; snížení rizika ovlivnění výsledků; vyhnutí přímé konfrontaci odborníků mezi sebou; propojení znalostí. Nevýhodou je, že chybí dohodnuté standardy, jak interpretovat a analyzovat výsledky, všeobecné dohodnuté definice konsensu a jak vybírat účastníky. Je to poměrně časově náročná a pracná metoda, jak pro účastníky, tak pro výzkumníky. (Nasa aj., 2021)

### 3 VALIDAČNÍ MODELY

Přesnost předpovědi je rozdíl mezi tím, co bylo předpovězeno v určitém období, a tím, co bylo skutečně prodáno nebo odesláno. (Myerson, 2015) Je to rozdíl mezi skutečnými výsledky a predikovanými výsledky. Chyba v předpovědi roste s prodlužujícím se časovým horizontem, jelikož se s časem mohou měnit preference zákazníků. Závislost mezi chybou předpovědi a délkou prognózovaného období může mít exponenciální charakter. Rushton (2017) uvádí, že validace je důležitá z hlediska zajištění správnosti a spolehlivosti rozhodnutí, která jsou na základě modelů učiněna. Níže uvedené nástroje pro validaci se používají k měření přesnosti a spolehlivosti modelů předpovědi. Validace by měla být prováděna pravidelně a při vývoji nových modelů.

#### 3.1 Průměrná absolutní odchylka

Průměrná absolutní odchylka, anglicky Mean absolute deviation (MAD), zjednodušeně řečeno, je způsob, jak měřit celkovou chybu předpovědi v jednotkách za určitá období. Vlastní výpočet MAD je součet absolutní odchylky skutečných hodnot ( $SH$ ) a simulovaných hodnot ( $PH$ ) v jednotkách vydělený počtem výskytů ( $n$ ) a znázorněný následovně (16):

$$MAD = \frac{\left(\sum |SH - PH|\right)}{n} \quad (16)$$

(Myerson, 2015)

#### 3.2 Střední kvadratická chyba

Dle Myersona (2015) je střední kvadratická chyba (Mean Squared Error, MSE) průměr čtvercových rozdílů mezi předpovídanými a skutečnými hodnotami. Vzorec MSE je součtem čtvercových chyb předpovědi ( $E_{pred}$ ) dělený počtem výskytů  $n$  (17):

$$MSE = \frac{\sum (E_{pred})^2}{n} \quad (17)$$

#### 3.3 Průměrná absolutní procentuální chyba

Jedná se o nejběžnější způsob, jakým se měří a kontroluje přesnost předpovědi. Obvykle se cíle stanovují dle kódu ABC nebo jiných metod, které zdůrazňují relativní důležitost položek, přičemž položky typu A mají obecně menší odchylku, protože jsou to hlavní,

každodenní položky, a tudíž předvídatelnější. Položky typu C, protože jich je více a mají menší objem, bývají více volatilní (nejsou stabilní), a tak mají tendenci mít větší odchylku prognózy. MAPE se počítá (18):

$$MAPE = \frac{\sum((100 * |SH - PH|) / SH)}{n} \quad (18)$$

kde  $SH$  je skutečná hodnota;  $PH$  je predikovaná hodnota a  $n$  je počet pozorování. (Myerson, 2015)

### 3.4 Nash-Sutcliffova účinnost

Anglicky Nash-Sutcliff eficiency (NSE) je normalizovaná statistika, která určuje relativní velikost zbytku rozptylu (šumu) ve srovnání s naměřenou hodnotou rozptylu dat (informací). (Moriasi aj., 2007 dle Nash a Sutcliffe, 1970). NSE udává, jak dobře graf pozorovaných a simulovaných dat odpovídá přímce 1:1. Jedná se o tradiční metriku používanou v hydrologii a využívá se ke shrnutí výkonnosti modelu. Při kalibraci a hodnocení hydrologických modelů se často používají kritéria výkonnosti modelu, která vyjadřují podobnost mezi pozorovaným a simulovaným odtokem (Knoben aj., 2019 dle Gupta aj., 2009). Tradičně se používá Nash-Sutcliffea efektivita, která je často používanou metrikou, částečně proto, že normalizuje výkonnost modelu do interpretovatelné stupnice. (Knoben aj., 2019) NSE lze vypočítat dle následujícího vzorce (19):

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{pred})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - \bar{Y}^{obs})^2} \quad (19)$$

kde  $Y_i^{obs}$  je  $i$ -té pozorování hodnotící složky;  $Y_i^{pred}$  je  $i$ -tá simulovaná hodnota pro složku, která je vyhodnocována a  $n$  je celkový počet pozorování.

NSE se pohybuje v rozmezí od  $-\infty$  do 1,0 (včetně 1), přičemž optimální hodnota NSE je 1. Hodnoty mezi 0,0 a 1,0 jsou považovány za přijatelné, zatímco hodnoty  $\leq 0,0$  znamenají, že průměrná pozorovaná hodnota je lepším prediktorem než simulovaná hodnota, což znamená nepřijatelnou výkonnost. NSE byla doporučena ASCE (1993) – americká společnost stavebních inženýrů – a Legates a McCabe (1999), a také je velmi často používána, což poskytuje rozsáhlé informace o představovaných hodnotách. (Moriasi aj., 2007) Dokonalou shodu pak znázorňuje  $NSE = 1$ ; když mají simulace modelu stejnou vypovídací schopnost

jako průměr pozorování tak  $NSE = 0$ , a  $NSE < 0$  znamená, že model je horším prediktorem než průměr pozorování (Knoben aj., 2019 dle Schaepli a Gupta, 2007).  $NSE = 0$  se pravidelně používá jako měřítko pro rozlišení „dobrých“ a „špatných“ modelů (Knoben aj., 2019 dle Houska aj., 2014), i když tento práh lze považovat za nízkou úroveň predikčních schopností a je také poměrně arbitrární, respektive nahodilou volbou. (Knoben aj. 2019 dle Moriasi aj., 2007)

### 3.5 Kling-Guptova účinnost

Místo již zmíněného modelu Nash-Sutcliffova efektivita se častěji používá alternativní metrika Kling-Guptova účinnost (KGE). Řeší několik nedostatků NSE a stále více se používá ke kalibraci a hodnocení modelů. Vzorec KGE je pak definován takhle (20):

$$KGE = 1 - \sqrt{\left(\frac{\bar{Y}^{pred}}{\bar{Y}^{obs}} - 1\right)^2 + \left(\frac{STDEV_{pred}}{STDEV_{obs}} - 1\right)^2 + (R - 1)^2} \quad (20)$$

kde  $\bar{Y}_i^{obs}$  je  $i$ -té pozorování hodnotící složky;  $\bar{Y}_i^{pred}$  je  $i$ -tá simulovaná hodnota pro složku, která je vyhodnocována;  $n$  je celkový počet pozorování a  $STDEV_{pred/obs}$  je směrodatná odchylka simulované/pozorované hodnoty.

Stejně jako u NSE znamená  $KGE = 1$  dokonalou shodu mezi simulacemi a pozorováním. Analogicky k  $NSE = 0$  někteří autoři uvádějí, že  $KGE < 0$  znamená, že průměr pozorování poskytuje lepší výsledky než simulace (Knoben aj., 2019 uvádí Castaneda-Gonzalez aj., 2018 a Koskinen aj., 2017). Knoben aj. (2019) uvádí, že například Rogelis aj. (2016) považují výkonnost modelu za „špatnou“ pro hodnoty  $0,5 > KGE > 0$  a záporné hodnoty KGE nezmiňují. (Knoben aj., 2019)

## 4 REKAPITULACE

V teoretické části jsou vyjasněny základní pojmy, kterými jsou poptávka, prodej, předpověď a predikce. Poptávka je množství zboží či služeb, které zákazníci nakupují v daném čase a za danou cenu. Prodej je výměna zboží za peníze, jinak řečeno obchodní činnost, kdy je nabízeno zboží/služba výměnou za peníze. Dalšími pojmy jsou předpověď a predikce, používají se k odhadu budoucí poptávky nebo prodeje. Rozdíl mezi těmito pojmy ve výsledcích, respektive, co od každého dostaneme. Od predikce dostaneme jasný jeden výsledek, nebo daný budoucí stav, ale prognóza nám dá k dispozici více variant. Funkce předpovídání je nejčastější součástí řízení dodavatelského řetězce a patří mezi hlavní logistické činnosti. Předpovídání poptávky a prodeje je nedílnou součástí logistiky a logistického řetězce, je zde vysvětleno, že správná predikce poptávky a prodeje může pomoci snížit náklady na skladování a přepravu zboží a zlepšit servis pro zákazníka. Je to první krok v procesu plánování a rozvrhování, tím umožňuje lépe plánovat a řídit své zdroje (na krátkou i delší dobu). Prognostické metody máme: kvalitativní, kvantitativní nebo kombinaci metod. Kvantitativní metody používají numerické techniky a statistické modelování k předpovědi poptávky a prodeje, zatímco kvalitativní metody zahrnují expertní názory a odhady. Mezi kvantitativní patří např. časové řady, klouzavý průměr – vyhlazovací/vyrovňovací metoda nerovností (výkyvům) v datech, regresní analýza apod. Mezi kvalitativní metody zahrnujeme: prognózy odvozené intuicí a zkušenostmi, dotazníky, rozhovory, Delfskou metodu. Časové řady znázorňují pořadí dat, které jsou uspořádány v nějakém časovém horizontu. Jedná se o matematický model používaný k předpovědi budoucích hodnot na základě historických dat. Analyzování časových řad může pomoci při plánování a rozhodování v logistickém řetězci, jako například při predikci budoucí poptávky, plánování výroby a optimalizaci skladování a přepravy. Pracuje se zde s komponenty: trend, náhodné jevy, sezónnost, cykličnost. Klouzavé průměry jsou jednoduchý průměr poptávky za nějaký počet časových období a využívá se, pakliže existuje malý či žádný trend, protože má tendenci vyrovnávat historická data. Na konci části teoretické jsou objasněny ověřovací metody, které srovnávají skutečné hodnoty od hodnot vypočítaných.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI (ČOKOLÁDOVNA JANEK)

Společnost Kakaovník s.r.o. (Čokoládovna JANEK) se zaměřuje na výrobu čokoládových výrobků, pralinek a lanýžů, a to již od roku 2015. Prodávají různé produkty z čokolády jako jsou např.: tabulky, lízátko, figurky, náradí... Dále vyrábějí vlastní pralinky a lanýže (po kusech, nebo po více množství v balení). Když je období svátků nebo je nějaký státní svátek nabízí různé dárkové, či speciální balení. Součástí jejich prodeje je dnes i prodej kávy celkem populárního brandu na Moravě, s kterou nejprve spolupracovali, dnes je tomu jinak a vlastní ji. Čokoládovna JANEK sídlí v Uherském Brodě (okres Uherské Hradiště) na konci města, v menší budově o desítkách zaměstnanců. Když začínali a vzrůstali měli prostor, tam kde se vyráběli první kousky čokolády, o nějakých 35–40 m<sup>2</sup>, ale to po čase bylo pro firmu nedostačující z hlediska prostoru a kapacity. Právě kvůli tomuto důvodu se rozhodli areál rozšířit na cca 600 m<sup>2</sup> včetně jednoho externího skladu v centru města na hotové výrobky, materiál a vyhotovování balení a objednávek. Prodej čokolády fungoval na principu B2B, obchodní zástupce firmy jezdil po městech a prodával čokoládu do krámu (květinářství, cukrárny, zdravé výživy...). Nově, pár let, fungují již přes e-shop, kdy jej donutil právě covid pro jeho založení, což jim hrálo do karet a od té doby rostou čím dál, tím více. Také mají nové pobočky i v Praze a dodávají velkoobchodům či maloobchodníkům. Jedna prodejna, která funguje asi rok, se nachází na ulici Havelské (poblíž Václavského náměstí) a druhá je v OC Arkády na Pankráci. Novinkou pro čokoládovnu je realizace a výstavba nové výrobní haly. Firma si hodně zakládá na příbězích (legendách), domácí výrobě a výrobě z lokálních zdrojů. Už jejich název vychází z legendy o Černém Jankovi, koncept firmy a vytvoření firmy na čokoládu, růst době covidové. Do roku 2020 měli obrat několik málo milionů a v roce 2020, jak již bylo řečeno, vytvořili e-shop, jedna nejmenovaná organizace si objednala několik množství balení čokolád, a to jim dle slov majitele pomohlo k růstu. Ještě ten rok měli obrat skoro 50 milionů. Další průnik do povědomí společnosti lidí firmě pomohlo také britské ocenění: Great Taste Awards, které získali v letech 2020 a 2021 (za výběr 4 pralinek, lískový krém a dvě Bean to Bar čokoládě), a také několik článků v médiích.



## 6 VÝBĚR PRODUKTU PRO PŘEDPOVĚĎ

V této kapitole je popsán výběr produktu pro předpovídání poptávky a prodeje a jejich popis, dále je popsán vznik nových produktů. Produkt byl vybrány dle toho, že je jeden z nejziskovější v prodeji – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks, viz Obrázek 2. Krabička je oblíbená mezi zákazníky a hodně objednávaná v prodejních sezónách. Obsahuje 20 kusů čokoládových pralinek a lanýžů. Výběr pralinek je buď vlastní (dává zákazníkům na výběr z několika druhů) nebo poskládaný ze základních pralinek, které firma vybrala.



Obrázek 2: Krabička s pralinkami a lanýži 20 ks (Čokoládovna JANEK, 2023)

První proces při vzniku nového produktu je chuť a vůně, kdy se testuje chuť produktu a jak komu voní, musí se shodnout, co nejvíce lidí, aby výsledek měl, co největší pravděpodobnost úspěšnosti při objednávání a prodeji. Po shodě se vytvoří několik projektů na formu prodeje, zde se kalkuluje s náklady na obaly, materiál a čas výroby, završí se to způsobem balení a jak produkt bude vypadat. Dá se říct, že vzhled se řeší v poslední fázi. Impuls k vytvoření, respektive start vymýšlení nového produktu dává zákaznická poptávka po produktech (např. chtějí více podobných variant, chtějí vyzkoušet zase něco dalšího...), také chtějí zatraktivnit stávající produkty, zákazníci jsou zvědaví, kdy vyjde něco nového, zaměřují se také na mimo sezónní prodeje, jak navýšit poptávku po produktech a zvýšit jejich prodej, ale například v létě, kde prodej klesá a poptávka též, toho moc neovlivní. Pocit, že by nový, nezavedený produkt mohl uspět udává chuťová slast v ústech, kdy vám spadnou ústa až k zemi a víte, že celý produkt je ze základních surovin a z lokálních zdrojů (mléko, kakao). Je to neotřelé, nikdo to nemá a shodne se na tom celý „ochutnávací“ tým. Kritéria pro úspěšný produkt jsou: čisté složení, přírodní charakter, tradiční výroba, sourodost chutí a vůně, včetně příběhu. Není to založeno jen na doporučení, ale na testování chutí a reakci lidí.

## 7 ANALÝZA ČASOVÉ ŘADY

Proto abychom mohli zajistit například vhodné množství zboží a služeb pro nákup je dobré znát skutečnou poptávku a budoucí poptávku a totéž platí s prodejem. Tato kapitola pojednává o analýze časových řad produktu: krabička s pralinkami a lanýži 20 ks – z hlediska poptávky a prodeje. Jedná se o zobrazení naměřených a vypočtených hodnot od roku 2020–2023. Znamená to, že budeme analyzovat poptávku a prodej krabičky s pralinkami a lanýži 20 ks v čase od 2020–2023 a analyzovat trend, sezónnost, cykly a nahodilé jevy. Analýza časové řady byla provedena v MS Excel s pomocí Řešitele při optimalizaci měsíčních hodnot. Jedná se o doplněk programu MS Excel, který umožňuje najít řešení matematických a optimalizačních problémů. Dokáže najít optimální řešení pomocí algoritmů a vytváří tak modely a simulace v Excelu. Zdrojem analýz jsou interní data vybraného podniku a vlastní výpočty.

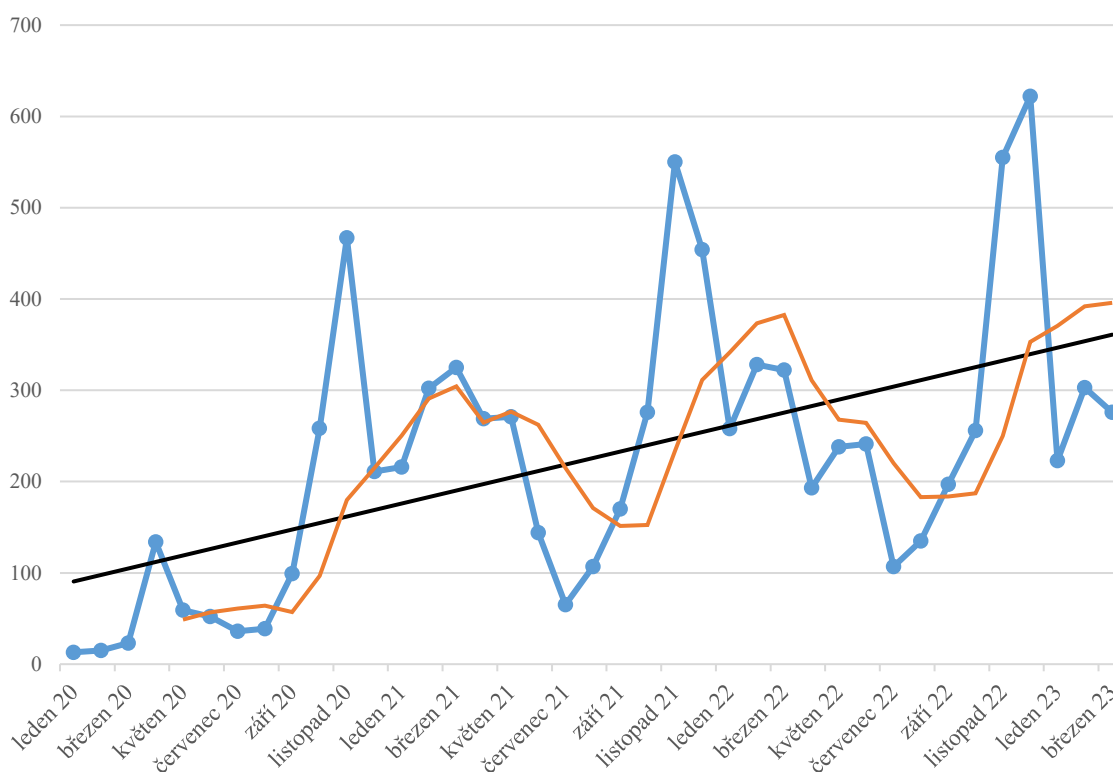
### **Postup modelování časové řady:**

1. *Výběr položky pro analýzu časové řady* – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks kvůli jejím tržbám a ziskovosti, jeden z nejprodávanějších produktů,
2. *Určení časového horizontu časové řady* – po jakou dobu se bude vyvíjet časová řada (v měsících do března 23),
3. *Sběr dat a informací k zpracování časové řady* – sběr interních dat (podnik si nepřeje zveřejnit), protřídit a zpracovat získaná data,
4. *Okomentování získaných výstupů.*

## 7.1 Analýza časové řady poptávky

Pro analýzu poptávky vybraného produktu byla využita časová řada od zahájení výroby, tj. od ledna 2020 do měsíce března roku 2023. Průměrná roční poptávka v roce 2022 je pouze o desítky čísel vyšší, a to v porovnání s ročním průměrem v roce 2021, v některých měsících dokonce došlo k poklesu s předchozím rokem.

**Graf 1: Analýza poptávky – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí regresní přímky a klouzavých průměrů**



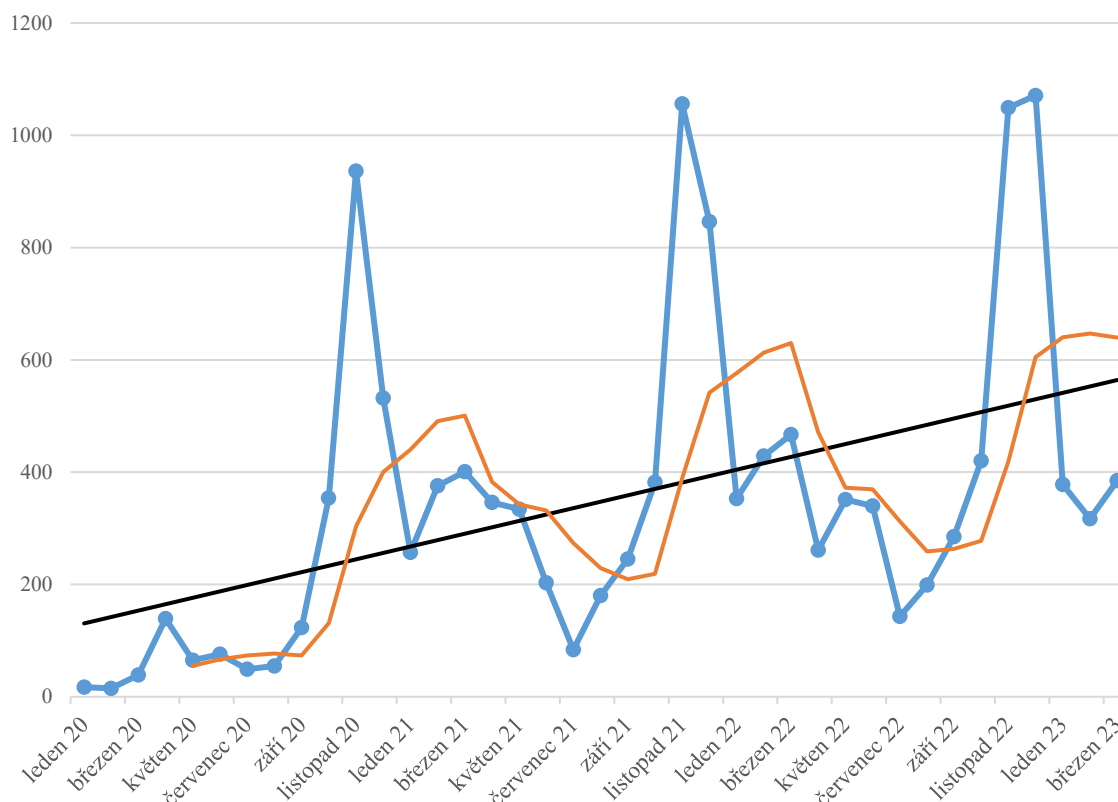
Zdroj: interní data a vlastní výpočty

I když použítá regresní přímka (černě značená přímka v Graf 1) deklaruje rostoucí trend, není trend růstu v letech 2021 a 2022 zřejmý. Směrnice regresní přímky má hodnotu 0,2 a spíše je to dáno tím, že v prvotní fázi životního cyklu produktu byl prudký nárůst poptávky. Co se týče porovnání roků 2021 a 2022 je nárůst ztelně menší, než by se předpokládalo. Použitý klouzavý průměr (značeno oranžovou barvou jako křivka v Graf 1) prezentuje ukázkou sezónnosti sledovaného jevu. Typická sinusoida začíná svůj růst od srpna, v listopadu dosahuje svého maxima, následuje pozvolný pokles se svým minimem v červenci. Toto pravidlo platí pro oba sledované roky 2021 a 2022.

## 7.2 Analýza časové řady prodeje

Pro analýzu prodeje vybraného produktu bylo využito stejného principu jako v předcházejícím případě – časová řada. Variační rozpětí prodeje se pohybuje po oba sledované roky kolem tisíce kusů produktů. Roční průměr, pak kolem 400 kusů.

**Graf 2: Analýza prodeje – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí regresní přímky a klouzavých průměrů**



Zdroj: interní data a vlastní výpočty

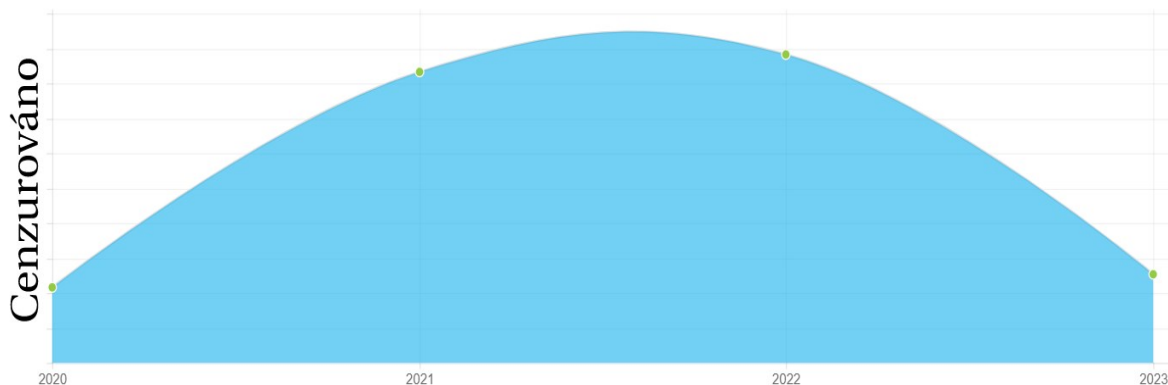
Použitá regresní přímka (značená oranžovou barvou) je obdobná předchozí analýze časové řady s tím, že hodnota směrnice je také stejná. Je zde viditelný podobný průběh, který lze spatřit u vývoje prodeje s tím, že trend je zhruba dvojnásobný oproti poptávky. I zde je možné pozorovat sezónní výkyvy s typickou sinusoidou (srpen–červenec). Maxima jsou zřetelná v listopadu (pro rok 2021) a v prosinci (pro rok 2022), naopak minima vždy v červenci.

## 8 SOUČASNÝ SYSTÉM ŘÍZENÍ POPTÁVKY A PRODEJE VE VYBRANÉM PODNIKU

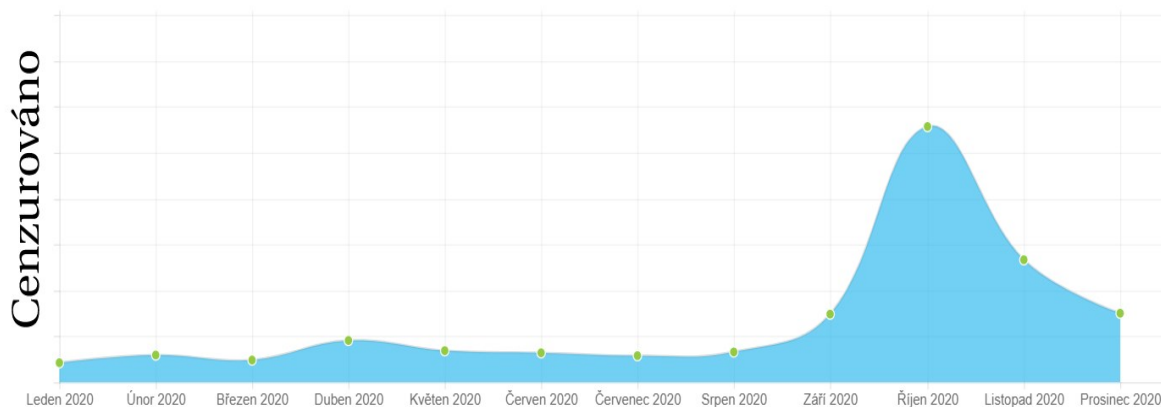
Ve vybraném podniku působí tří členný tým, přesněji obchodní oddělení, který má na starosti předpověď poptávky a prodeje. Predikce se určuje, podle již existujících produktů a jejich cenové hladiny a vizualitě balení produktů, kde poznají jejich atraktivnost na trhu mezi čokoládovými produkty. Dále dle trendů dané doby a sezónní tematikou (např. Vánoce, Velikonoce, Valentýn, Den matek, Den otců, konec školního roku), tíhnutí k tradici a lokace prodeje (například Praha – návrh balení je s motivem Prahy). Hlavním cílem pro úspěch prodeje v podnicích je maximální flexibilita formy brandu, kdy jsou schopni po domluvě udělat firmě například jejich logo na produkty, a expresní dodání, kdy je podnik schopen rychle reagovat, expedovat balík vlastní dopravou (či jinými kurýrními služby) a objednávku dostanou, co nejdříve to jde. Čím více možností originality brandu výrobku, tím je snazší uspět. Se statistikou počtu objednávek, počet prodaných výrobků pracují a využívají její potenciál minimálně, takže predikují velice laicky a dá se říct, že přes jejich pocit a promyšlení, co by mohlo vyjít a co ne. Statistiku následně využívají k vyhodnocení produktů (zda je výnosný), zásobování skladu, předzásobení materiál, přizpůsobení výroby atd. Aby udrželi počet prodejů a objednávek stávajících produktů snaží se vymýšlet například nové obaly, obměňují pralinky v setech – více variant, a také se snaží rozšířit brand pro různé zákazníky (pro danou lokalitu, firmu, obchod), lepší marketing. Některé méně prodávané produkty jsou lákavé pro zákazníky a nemůžou zamezit jejich prodej (zde se rozhodují, kdo to nakupuje, zda firma, velkoobchod nebo maloobchod). Nevyužívají žádných matematických modelů či statistických programů. Data o prodejích a objednávkách za poslední roky (roky, měsíce, týdny, dny) získané od firmy prostřednictvím jejich pár let využívaného programu, který je spojený s e-shopem a využívá získaná data ke statistice. Od založení podniku firma využívala starší software, kdy například přišla objednávka tu museli manuálně zapsat a poté mohli vychystat zboží. Takže program není spárovaný s ničím. Vzhledem k úspoře času a zrychlení doby zvolili cestu novějšího programu, který dokáže mnohem více než ten starší. Program se jmenuje Shoptet, dokáže vytvořit objednávku a poslat přímo na mail a PC, kde si pracovník otevře, co má vychystat a výroba, co má vyrábět, což napovídá tomu, že program je spojený s e-shopem, mailem. Také dokáže psát zprávy zákazníkům, například, že objednávka je vychystána a poslána kurýrovi.

Program nevyužívá žádné modely na předpověď poptávky ani prodeje, nedává žádné doporučení na zlepšení predikce apod. Ukazuje jen graficky počet objednávek, kdo

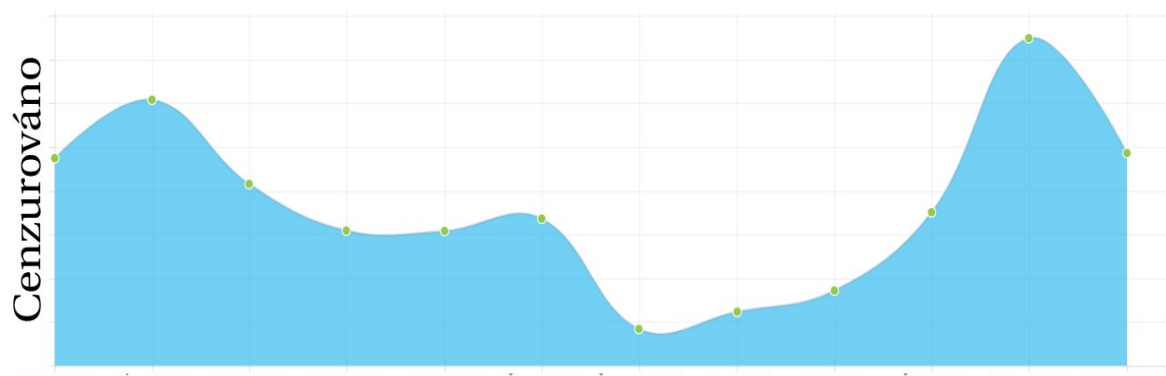
objednává, kolik kusů se prodalo například v daném období. Ukázky grafického zpracování v programu Shoptet, bez skutečných dat, aby nedošlo k zneužití, viz Obrázek 3, Obrázek 4, Obrázek 5, Obrázek 6 a Obrázek 7. Obrázky jsou ukázkou toho, že program nepodporuje funkci žádného předpovídání poptávky či prodeje. Data na nich jsou cenzurována, protože vybraný podnik si nepřeje zveřejnění poskytnutých dat, aby bylo zabráněno jakéhokoli zneužití.



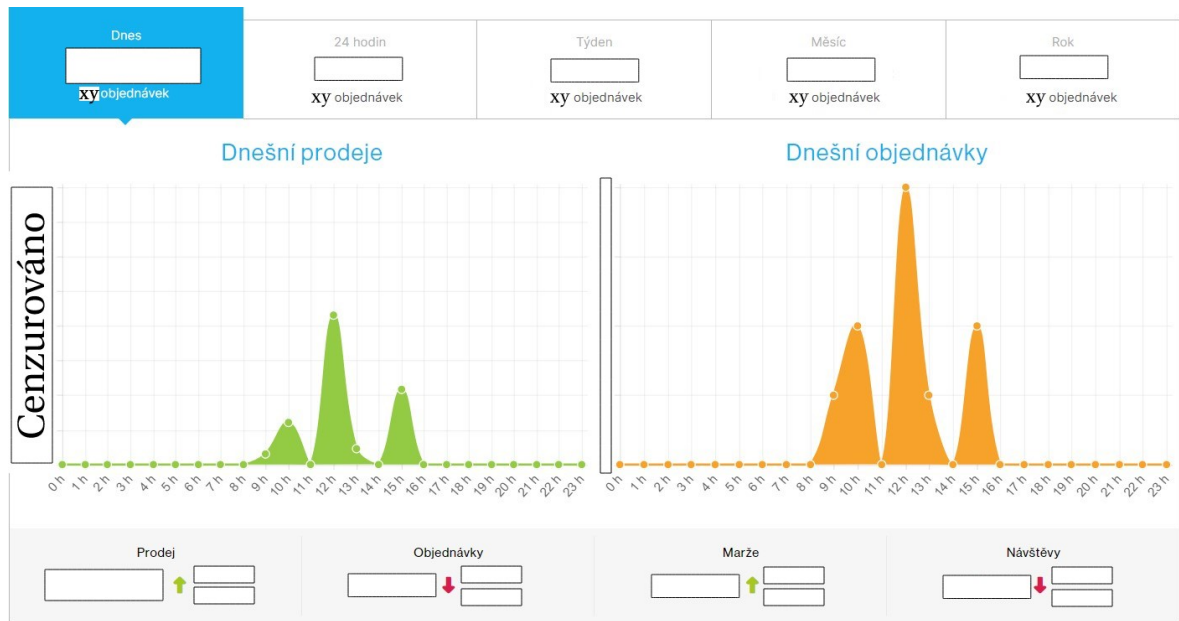
Obrázek 3: Počet objednávek v rozmezí 2020–2023 (zdroj: interní data)



Obrázek 4: Počet objednávek za rok 2020 (zdroj: interní data)



Obrázek 5: Počet objednávek za rok 2022 (zdroj: interní data)



Obrázek 6: Statistika počtu prodejů a objednávek za den (zdroj: interní data)



Obrázek 7: Vizualizace celkové statistiky prodeje a objednávek (zdroj: interní data)

## 9 PŘEDPOVĚĎ POPTÁVKY A PRODEJE

Jak již bylo řečeno v úvodu. Předpověď budoucích prodejů a poptávky je základ pro úspěšné podnikání a také prospěšné pro růst firmy. V logistice tato oblast neslouží jen k řízení zásob materiálu, rozpracovaných či hotových výrobků, ale také poskytuje užitečné a mnohdy i žádoucí podklady pro plánování kapacit služeb a má rozhodující vliv také pro časové režimy využívání kapacit. Při předpovědi poptávky a prodeje se kombinují zkušenosti a intuice vedoucích pracovníků (zejména obchodní oddělení, oddělení výroby) ve vybraném podniku, jelikož podnik nevyužívá prognostické metody, tak neexistuje žádný základ prognózy v tomto podniku – pouze zkušenosti a intuice pracovníků. Bylo zmíněno, že využívají statistického programu, který nijak nepredikuje, jen sbírá data. K zásadám prognózování patří:

- Identifikace a pozornost vážným a ovlivnitelným veličinám,
- Zvolení cesty, kdy prognózovat skupiny položek anebo prognózovat jeden daný výrobek,
- Práce se sezónností, nahodilými jevy, trendovou složkou,
- Soustředit pozornost na fázi životního cyklu produktu,
- Vyhodnotit, zda je model předpovídání spolehlivý, jaká je chyba předpovědí, pakliže je veliká, změnit metodu předpovídání.

### Postup při předpovědi:

1. *Výběr položky pro předpověď* – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks kvůli jejím tržbám a ziskovosti, jeden z nejprodávanějších produktů,
2. *Určení časového horizontu předpovědi* – zvolit si na jakou dobu budeme předpovídat, v tomto případě se volil jeden rok (v měsíčních a kvartálech),
3. *Výběr metody pro předpověď* – klouzavé průměry, Holt-Wintersova metoda, časové řady,
4. *Sběr dat a informací k zpracování předpovědi* – sběr interních dat (podnik si nepřeje zveřejnit), protřídit a zpracovat získaná data,
5. *Modelace kvartálních hodnot pomocí klouzavých průměrů* (Graf 1 a Graf 2), a *modelace měsíčních hodnot pomocí Holt-Wintersovy metody* (Graf 4 a Graf 3), viz níže str. 43 a 46,
6. *Optimalizace vypočtených kvartálních/měsíčních hodnot pomocí Řešitele v MS Excelu*,
7. *Okomentování získaných výstupů.*



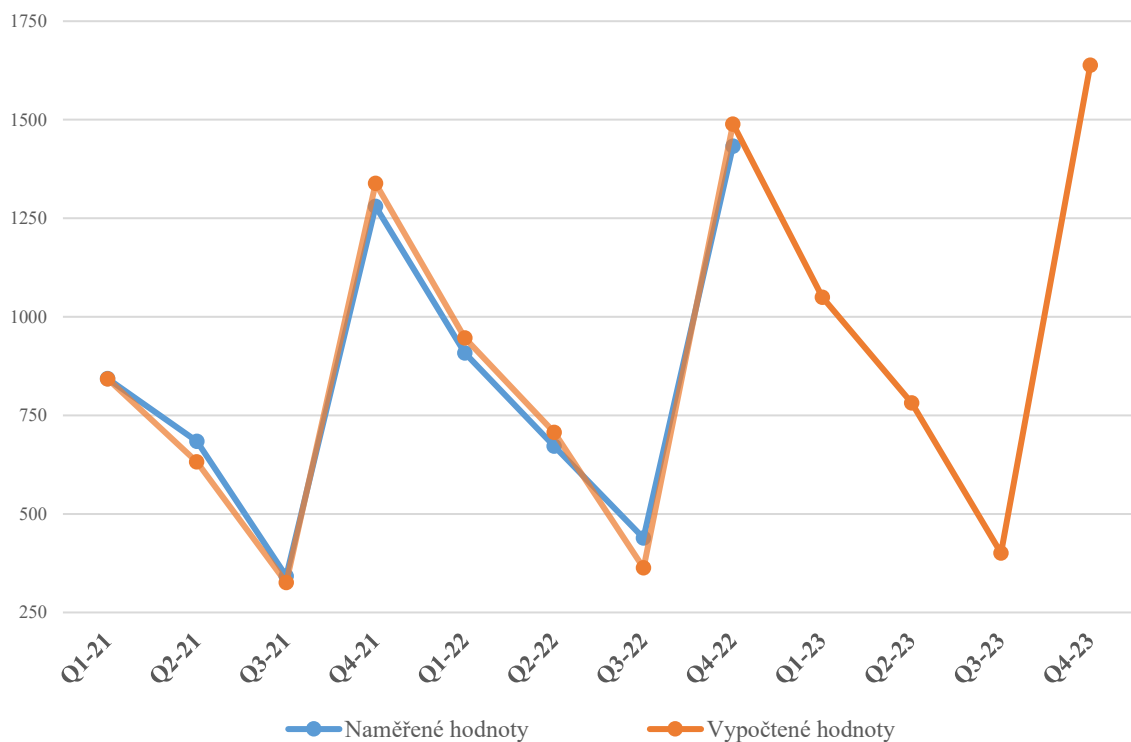
## 9.1 Předpověď poptávky a prodeje pomocí kvartálních hodnot

Postup tvorby modelů předpovědi poptávky a prodeje pomocí kvartálních hodnot:

1. **Protřídění a zpracování dat** – posbíraná data rozdělíme do kvartálních hodnot (každý rok má 4 kvartály – např. Q1 = leden, únor, březen),
2. **Analyzovat časové řady poptávky a prodeje** – z dat vytvoříme grafy a můžeme v tomto případě analyzovat u vybraného produktu sezónnost,
3. **Modelace kvartální hodnoty pomocí klouzavých průměrů:**
  - Zprůměrujeme čtyři po sobě jdoucí kvartálních hodnoty (např. rok 2021) a tím dostaneme klouzavé průměry daných kvartálů (např. Q1, Q2, Q3 a Q4),
  - Hodnoty vyrovnáme (zprůměrujeme 2 po sobě jdoucí hodnoty) a tím odstraníme náhodné kolísání a vyrovnáme časové řady,
  - Poté podílem naměřených hodnot a vyrovnaného klouzavého průměru získáme komponenty sezónnosti a nepravidelnosti,
  - Komponent nepravidelnosti odstraníme pomocí průměru 1 kvartálních hodnot každého roku (např. rok 2020 – 1 kvartál) tím dostaneme osamocený komponent sezónnosti, a za každý kvartál doplníme hodnotu sezónnosti,
  - Komponent sezónnosti odstraníme pomocí podílu hodnoty poptávky v kvartálu a osamocené sezónnosti, kterou dostaneme z předchozího kroku,
  - Vypočítáme trend časové řady pomocí koeficientu zachycení a zpomalení,
  - Vytvoříme předpověď poptávky či prodeje pomocí podílu komponentu sezónnosti a trendu,
4. **Optimalizace vypočtených kvartálních hodnot pomocí Řešitele v MS Excel,**
5. **Komentování získaných výstupů.**

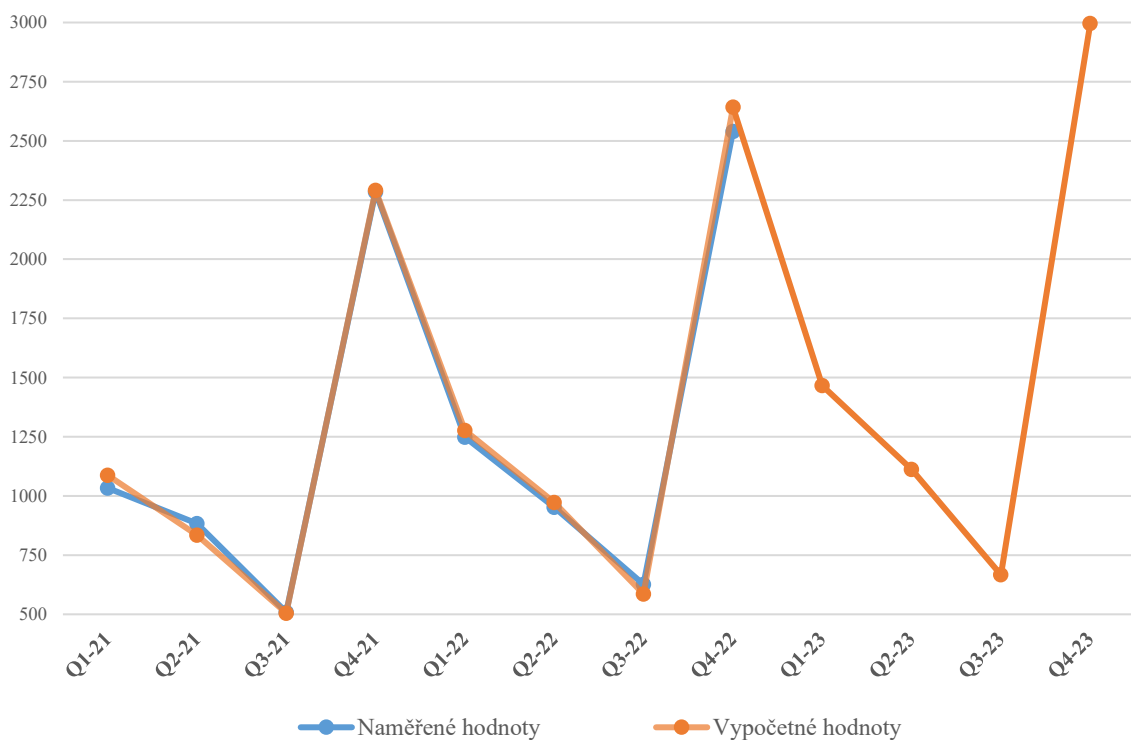
Dle výše uvedeného postupu tvorby modelů předpovědi byl vytvořen model predikovaných hodnot pro poptávku a prodej, jejichž grafická vizualizace je prezentována v grafech (Graf 4 a Graf 3). Porovnávány byly naměřené hodnoty kvartálů z roku 2021 a 2022 s matematickým modelem.

**Graf 4: Předpověď poptávky – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí průměrů kvartálních hodnot**



Zdroj: interní data a vlastní výpočty

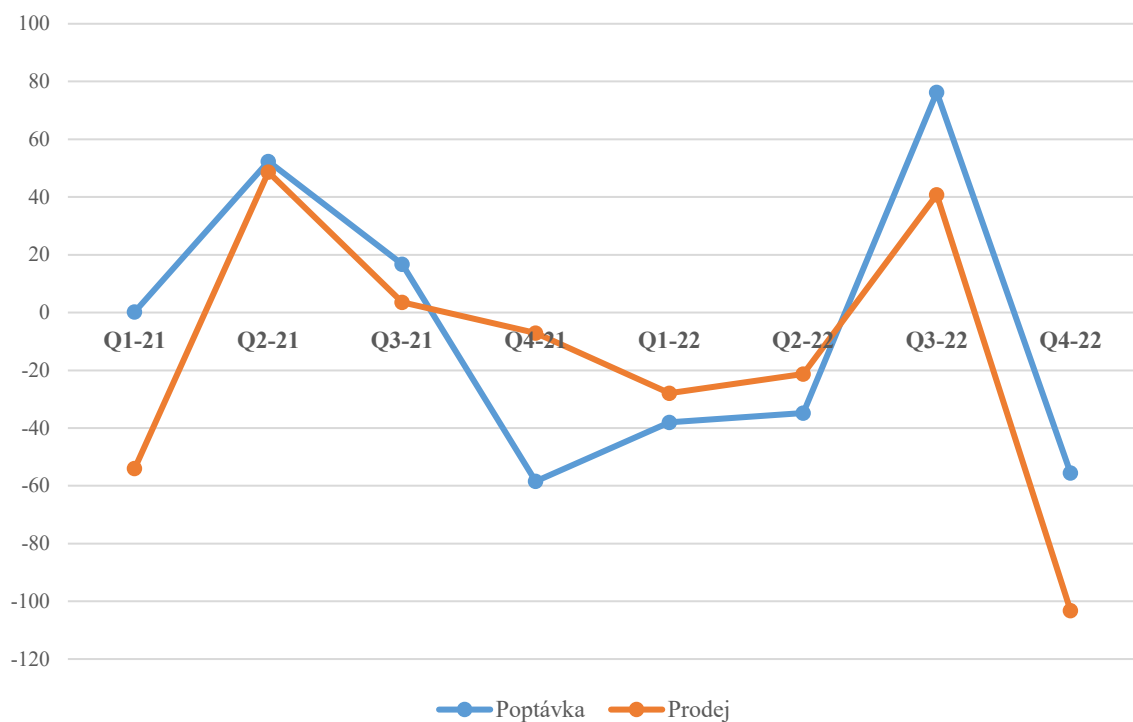
**Graf 3: Předpověď prodeje – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí průměrů kvartálních hodnot**



Zdroj: interní data a vlastní výpočty

Řešení matematického modelu a tím také kvalita vypočítaných hodnot je velmi ovlivněna použitím pouhých osmi hodnot, jež byly k dispozici za roky 2021 a 2022. Přesto modely předpovědí prezentují zajímavé výstupy. Pokud se jedná o chybovost, pak predikci poptávky je RMSE rovna po zaokrouhlení 47 a pro predikci prodeje je hodnota RMSE 48. To můžeme vidět i na Graf 4 a Graf 3, že vypočtené hodnoty (oranžovou barvou značené) skoro kopírují tvar naměřených hodnot (modrou barvou značené). Graf 3 znázorňuje předpověď prodeje daného produktu, který byl zkoumán.

**Graf 5: Absolutní rozdíly naměřených a vypočtených hodnot poptávky a prodeje s využitím kvartálních hodnot**



Zdroj: interní data a vlastní výpočty

Jednotlivé absolutní odchylky, tj. rozdíly mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami, jsou prezentovány v Graf 5. Vzhledem k datovému setu a množství porovnávaných dvojic, je použitý model kvartálních hodnot příhodnější pro prodej. Potvrdit si to můžeme v Graf 5, kde jsou vyobrazeny absolutní rozdíly naměřených a vypočtených hodnot poptávky a prodeje pro kvartální hodnoty.

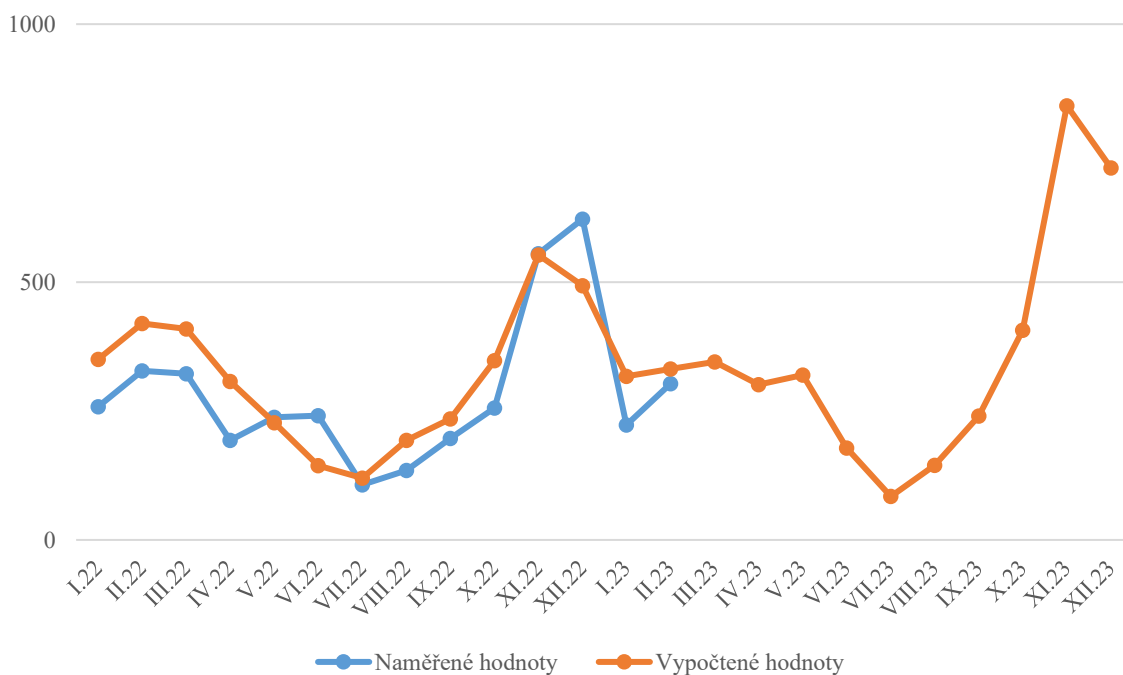
## 9.2 Předpověď poptávky a prodeje pomocí měsíčních hodnot

Postup tvorby modelu předpovědi pomocí měsíčních hodnot:

1. **Protřídění a zpracování dat** – dostupná data seskupíme do podoby měsíčních hodnot pro každý rok,
2. **Analyzovat časové řady poptávky a prodeje** – z dat vytvoříme grafy a můžeme v tomto případě analyzovat u vybraného produktu sezónnost, trend, nahodilé jevy,
3. **Modelace měsíčních hodnot pomocí Holt-Wintersovy metody:**
  - Vypočítáme sezónní komponentu tím, že vezmeme počet poptávky/prodeje daného měsíce (např. leden 2021) a podělíme průměrem počtu poptávky/prodeje jednoho daného roku (leden–prosinec 2021),
  - Vypočítáme úvodní úroveň poptávky/prodeje podílem počtu poptávky/prodeje daného měsíce (např. leden 2021) a sezónní komponentou daného měsíce (tj. předchozí krok),
  - Použití předchozího výpočtu a odečtením podílu počet poptávky/prodeje daného měsíce (např. prosinec 2021) a sezónní složkou stejného měsíce (např. prosinec 2021) tímto vypočítáme trendovou složku,
  - Dále stanovíme sezónní faktorové konstanty (alfa, beta a gama) a počítáme další hodnoty pomocí těchto stanovených hodnot (alfa pro úroveň, beta pro trend a gama pro sezónnost),
  - Předpověď (např. února 2022) pak vypočítáme pomocí vztahu: úroveň + trend předchozího měsíce (např. leden 2022) \* sezónnost daného měsíce minulého roku (např. únor 2021),
  - Chyby vypočítáme pomocí vztahu: skutečné hodnoty – simulované hodnoty, a vypočítáme RMSE,
4. **Optimalizace vypočtených kvartálních hodnot pomocí Řešitele v MS Excel,**
5. **Komentování získaných výstupů.**

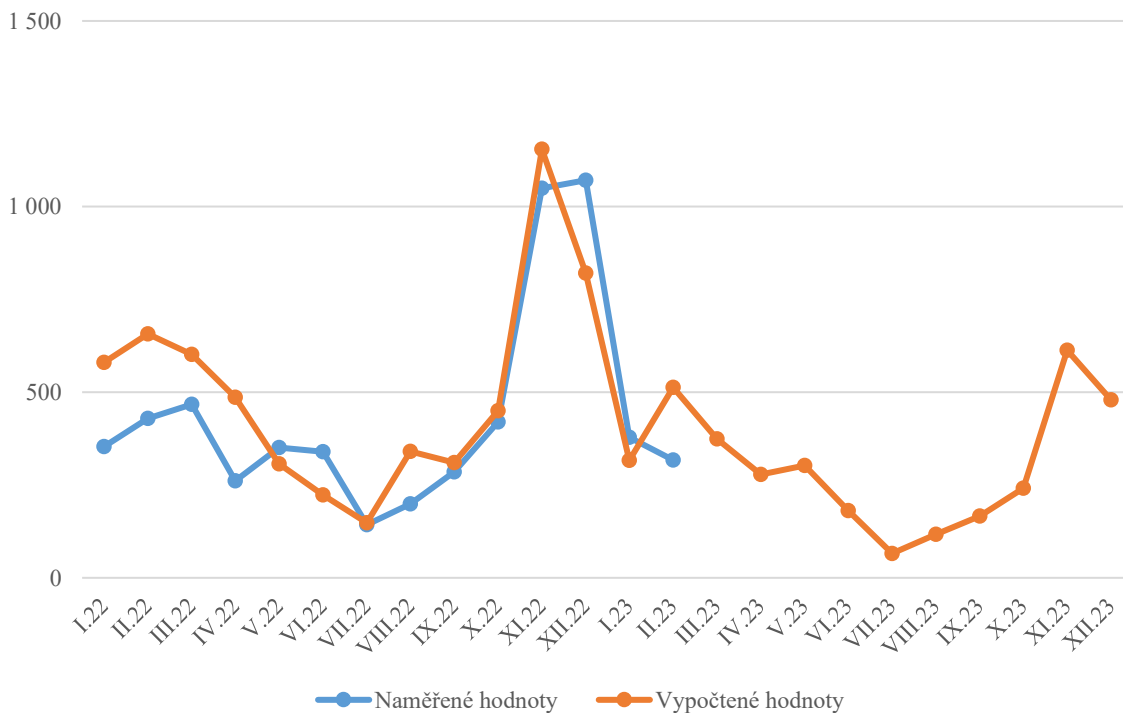
Dle výše uvedeného postupu tvorby modelu předpovědi pomocí měsíčních hodnot byl vytvořen model predikovaných hodnot pro poptávku a prodej. Vizualizace je prezentována formou grafů (Graf 6 a Graf 7). Porovnávány byly naměřené hodnoty měsíců roku 2022 s predikcí roku 2023.

**Graf 6: Předpověď poptávky krabičky s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí měsíčních hodnot**



Zdroj: interní data a vlastní výpočty

**Graf 7: Předpověď prodeje krabičky s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí měsíčních hodnot**



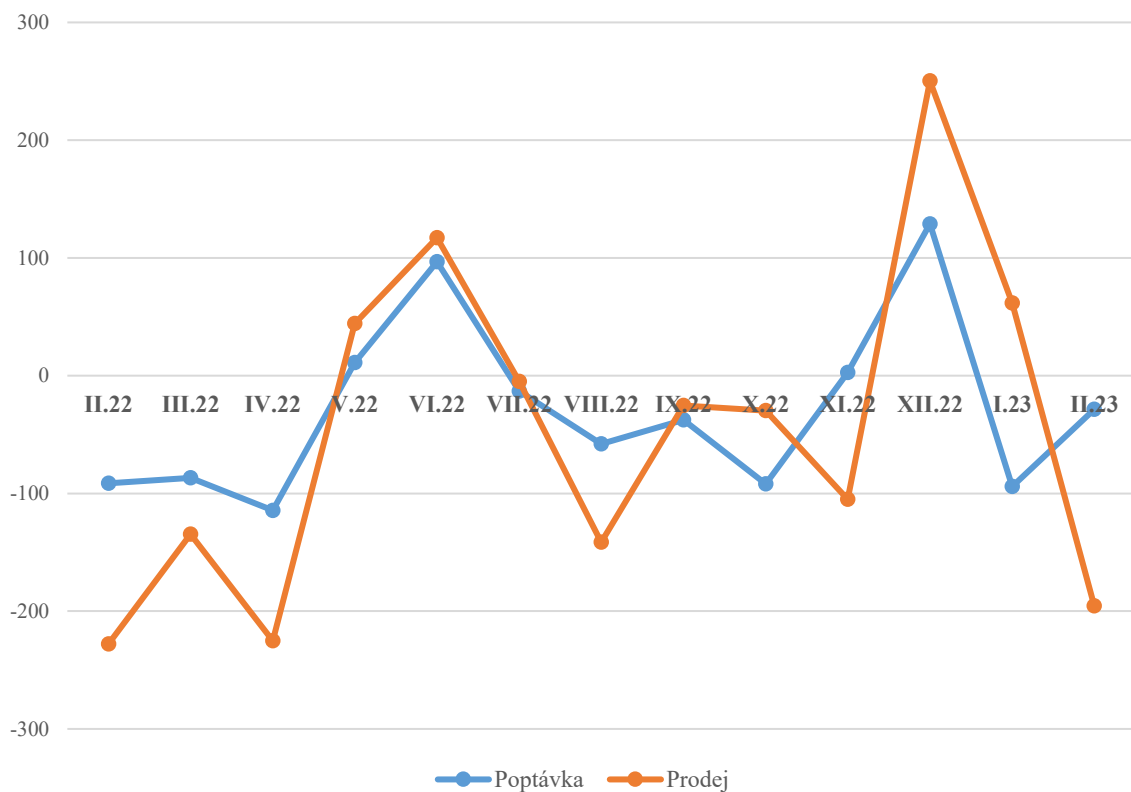
Zdroj: interní data a vlastní výpočty

**Graf 6:**  $\alpha = 1$ ;  $\beta = 0,074568$ ;  $\gamma = 1$ ,

**Graf 7:**  $\alpha = 0,81637$ ;  $\beta = 0,25306$ ;  $\gamma = 1$ ,

Modely předpovědi tvoří celkem zajímavé výsledky. Výsledek matematického modelu s tím také souvisí kvalita vypočítaných hodnot je velmi ovlivněna málo dat pro předpověď, které jsou k dispozici za roky 2021 a 2022. Chybovost při tomto modelu předpovědi poptávky je RMSE po zaokrouhlení rovna 78 a při předpovědi prodeje je RMSE rovna 145, což znamená, že rozdíl mezi skutečnými hodnotami a predikovanými hodnotami je 78 ks a 145 ks. Minima můžeme sledovat v červencích a maxima v listopadových a prosincových měsících.

**Graf 8: Absolutní rozdíly naměřených a vypočtených hodnot poptávky a prodeje s využitím měsíčních hodnot**



Zdroj: interní data a vlastní výpočty

Jednotlivé absolutní odchylky jsou opět prezentovány v Graf 8. K této situaci, kde máme takové data a množství porovnávaných dvojic, je použitý model měsíčních hodnot lepší pro poptávku (není zde tolik výkyvů do mínusu na začátku grafu a na konci do plusových hodnot).

Výsledky předpovědí jsou pro všechny použité modely srovnány v jediné tabulce (Tabulka 1), a to pro lepší porovnávání vhodnosti řešení. Porovnávají jsou hodnoty za první kvartál v roce 2023 pro modely s využitím klouzavých kvartálních průměrů a měsíc březen v roce 2023 v případě modelování měsíčních hodnot.

**Tabulka 1: Ověření výstupů testování s dopočtem poptávky a prodeje v roce 2023**

Model	Poptávka Q	Prodej Q	Poptávka M	Prodej M
Absolutní rozdíl naměřených a vypočítaných hodnot [v kusech]	-247	-386	-69	11
Bazický index (100 % = naměřená hodnota) [v %]	131	136	125	97

Zdroj: interní data a vlastní výpočty

Zdrojem dat pro ověření výstupů jsou interní data vybraného podniku a vlastní výpočty. Předpověď poptávky a prodeje v kvartálních hodnotách a poptávky v měsíčních hodnotách jsou nadhodnocené, zjištěné hodnoty pro první kvartál v roce 2023 a měsíc březen 2023 byly menší než jejich predikce. Prodej v měsíčních hodnotách je o 11 kusů podhodnocený odhad.

### 9.3 Ověření pomocí ukazatelů validace

Tato kapitola se prezentuje výsledky validace, což je porovnávání skutečných hodnot s naměřenými hodnotami. Mezi těmito hodnotami se udělá diference neboli chyba předpovědi, a to dle rozmezí v tabulce (Tabulka 2) rozdělí chyby do různých barev. Zelená barva znamená, že chyby předpovědi jsou v normě a vypočtená hodnota je dle kritéria akceptovatelná. Chyby MAE a RMSE nemají srovnávací kritérium tudíž nemají žádnou barvu. Lepší, respektive spolehlivější jsou kvartální odhady, což jsou hodnoty ve sloupcích kvartálních hodnot poptávky a prodeje. Pakliže chceme nějaké hodnoty zobrazit na měsíce, tak nám kumulovaný odhad na tři měsíce moc nepomůže.

**Tabulka 2: Ověření pomocí ukazatelů validace**

Ukazatel	Poptávka (kvartální)	Poptávka (měsíční)	Prodej (kvartální)	Prodej (měsíční)
<b>RSR</b>	0,133	0,912	0,069	1,244
<b>PBIAS</b>	-0,62	-16,671	-1,194	-24,17
<b>R</b>	0,997	0,866	0,999	0,873
<b>R<sup>2</sup></b>	0,994	0,75	0,998	0,763
<b>NSE</b>	0,982	0,71	0,995	0,729
<b>KGE</b>	0,894	0,79	0,955	0,824
<b>d</b>	0,996	0,912	0,999	0,924
<b>MAE</b>	41,534	65,794	38,296	120,233
<b>RMSE</b>	47,413	77,544	48,579	145,102

Zdroj: interní data a vlastní výpočty

Zdrojem, jak je psáno jsou interní data vybraného podniku a vlastní výpočty dle následujících vzorců, viz Tabulka 3. Do vzorců byly dosazeny hodnoty potřebné k výpočtu a pro lepší přehlednost přepsány do tabulky (Tabulka 2).



Tabulka 3: Ukazatele validace

Ukazatele	Vzorce	Rozmezí
Střední kvadratická chyba a směrodatné odchylky	$RSR = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{pred})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - \bar{Y}^{pred})^2}}$	$\langle 0, \infty \rangle$
Korelační koeficient, $r$	$r = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - \bar{Y}^{obs})(Y_i^{pred} - \bar{Y}^{pred})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - \bar{Y}^{obs})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i^{pred} - \bar{Y}^{pred})^2}}$	$\langle -1, 1 \rangle$
Koeficient determinace	$R^2$ , kdy $R^2 = r^2$	$\langle 0, 1 \rangle$
Nash-Sutcliffova účinnost, NSE	$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{pred})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - \bar{Y}^{obs})^2}$	$(-\infty, 1)$
Kling-Guptova účinnost, KGE	$KGE = 1 - \sqrt{\left(\frac{\bar{Y}^{pred}}{\bar{Y}^{obs}} - 1\right)^2 + \left(\frac{STDEV_{pred}}{STDEV_{obs}} - 1\right)^2 + (R - 1)^2}$	$(-\infty, 1)$
Willmottův index shody, $d$	$d = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i^{obs} - Y_i^{pred})^2}{\sum_{i=1}^n ( Y_i^{pred} - \bar{Y}^{obs}  +  Y_i^{obs} - \bar{Y}^{obs} )^2}$	$\langle 0, 1 \rangle$

Zdroj: vlastní zpracování

kde  $Y_i^{obs}$  =  $i$ -té pozorování hodnotící složky;  $Y_i^{pred}$  =  $i$ -tá simulovaná hodnota pro složku, která je vyhodnocována;  $n$  = celkový počet denních koncentrací;  $STDEV_{pred}$  = směrodatná odchylka predikované hodnoty;  $STDEV_{obs}$  = směrodatná odchylka pozorované hodnoty.

## 10 ZHODNOCENÍ A DISKUSE

Součástí praktické části byla i analýza časových řad. Na grafech (Graf 1 a Graf 2) můžeme pozít sezónní složku, která měla maximum od října až do prosince pak počet objednávek a prodejů upadal na minimum v červenci, dá se říct, že po celé léto je úpadek objednávek a prodejů. Trend časových řad poptávky, až na rok 2020, nevykazuje vyšší trendovou složku. Časové řady je tak možné spíše považovat za bez trendové. Je otázkou, zda je to pro podnik tato informace přínosná a užitečná. Pokles objednávek a prodejů v letních měsících je zapříčiněn kvůli důvodům, že:

- Čokoládové produkty nejsou letní záležitostí – jsou zde poměrně veliké nároky na udržení doporučené teploty, aby čokoláda např. nepozměnila svůj původní stav; kvůli vysokým teplotám nejsou čokoládové produkty populární, a proto volí jiný produkt,
- Čokoládové produkty se mohou poškodit během dopravy – důvodem jsou vysoké teploty v letních měsících, a holt čokoláda to nevydrží; také, že každý odběratel/podnik, co si objedná produkty, nemá k dispozici např. klimatizované prostory,

Konec zimních a celé jarní měsíce provádí hluché období, kdy se díky významným dnům (např. Velikonoce) daří prodej udržovat, ale jinak poptávka a prodej se nepotkává s žádnou popularitou. V lednu, po Vánocích poptávka a s tím i prodej upadá. V únoru je Valentýn a zde se vyhoupne poptávka a prodej, to samé další svátky v dalších měsících (např. Den Matek, MDŽ, konec školního roku). Maximum objednávek a prodeje se zvyšuje v listopadu a prosinci hlavně díky tomu, že nastávají svátky jakožto Vánoce, Halloween, a také další aspekty, které podporují prodej a poptávku, např. růst depresí/špatných nálad apod. Zde odběratelé, maloobchody a velkoobchody předzásobují, nebo nakupují jako formou dárku. Zde můžeme jako návrh zlepšení

Návrh řešení druhého bodu, jak produkty udržet v požadovaném stavu a kvalitě je doprava v chladících boxech se suchým ledem nebo koupě dodávky s chladícím prostorem, jelikož toto navrhované řešení nemá každá kurýrní služba k dispozici, tak vybraný podnik má také svoji dopravu (také skrze rychlosti reagovat na požadavky zákazníků, např. rychlé dodání objednávky). Řešením může být i investice do zmrzlin, co v létě podnik prodává, rozvinout tuto oblast v letních měsících.

Z pohledu predikce, pak není použití modelů až tak nutné (tím, ale, že podnik uvažuje o vybudování výrobní haly a rozrůstání i do zahraničí tak by to možná vhodné bylo do budoucna) a snad by bylo přínosnější i z pohledu užití matematického aparátu snazší, hledat kauzalitu v měsíčních hodnotách a odhadovat hodnoty pomocí předcházejících měsíců. Díky tomu by mohl podnik získat informace o minimech a maximech objednávek (poptávky) a prodeje a zvážit např. pracovní dobu pracovníků, plán směn, pravidelnost dodávek materiálu, plán jednotlivých typů činností a kolik je na co lidí potřeba, regulovat své dodávky materiálu apod.

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se nesla problematikou předpověď poptávky a prodeje ve vybraném podniku. Cílem práce je analyzovat stávající procesy předpovědi poptávky a prodeje ve vybraném podniku a navrhnout vhodná opatření ke zlepšení. V tomto případě vybraný podnik nedisponuje modelem pro předpovídání poptávky a prodeje. Tudíž bylo nutné navrhnout model předpovědi, který by dokázal předpovídat budoucí poptávku a prodej s co největší přesností.

Prvotně bylo nutné se zaměřit na teoretický základ předpovědi poptávky a prodeje, kde byla provedena rešerše zahraničních i domácích literárních zdrojů. Zkoumala se základní škála pojmů, jejich role a význam v logistice a logistickém řetězci, prognostické modely a jejich validace pomocí ověřovacích ukazatelů.

V praktické části byl představen zkoumaný podnik, výběr produktu a zkoumaný současný systém řízení předpovědi poptávky a prodeje. Dále prostřednictvím interních dat a vlastních výpočtů byla provedena analýza časových řad pomocí regresní přímky a klouzavých průměrů, díky níž jsme zpozorovali sezónní složku (srpen–červenec, s maximem v listopadu a s minimem v červenci) a trendovou složku, která byla u analýzy prodeje skoro dvojnásobná. Následně byla uskutečněna předpověď poptávky a prodeje nejprve pomocí kvartálních hodnot a poté prostřednictvím měsíčních hodnot. Zde výsledky z modelu předpovědi poptávky a prodeje ukázaly, že v tomto výrobním podniku by bylo přínosnější hledat kauzalitu v měsíčních hodnotách a odhadovat hodnoty pomocí předcházejících měsíců. Poslední kapitolou bylo ověření výsledků predikce dle validačních ukazatelů a následná vizualizace prostřednictvím tabulky. Výsledky porovnávání skutečných dat a vypočítanými daty ukázaly, že norma je dle kritéria akceptovatelná.

Každá zkoumaná oblast dostala to, co chtěla, což jsou analýzy časových řad a následně modely předpovědi poptávky a prodeje pomocí kvartálních hodnot a měsíčních hodnot s následnou kvalitou předpovědi, respektive ověření přesnosti hodnot. Poté následoval blok zhodnocení a diskuze, kde se popsaly výsledky analýzy časových řad a analýzy předpovědi a z toho návrhy pro vybraný podnik. Cílů práce bylo dosaženo a prezentovali celkem zajímavé výsledky.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

BERÁNEK, Ladislav, 2012. *Predikce prodeje s pomocí kontextové analýzy*. System Online [online]. 2012. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/business-intelligence/predikce-prodeje-s-pomoci-kontextove-analyzy.htm>

BUŘITA, Ladislav, 2003. *Prognostické metody a jejich využití v resortu MO*. Obrana a strategie [online]. 2003, 2003(IV), 48–56. [cit. 2023-01-10]. ISSN 1802-7199. 1802-7199. Dostupné z: doi:10.3849/1802-7199

ČOKOLÁDOVNA JANEK, 2023. *Krabička s pralinkami a lanýži 20ks*. In: Čokoládovna JANEK s.r.o [online]. Česká republika: Čokoládovna JANEK. [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: <https://www.cokoladovnajanek.cz/krabicka-s-pralinkami-a-lanyzi-20ks/>

ECONOMYPEDIA, 2021. *Předpověď prodeje*. Economy-Pedia.com [online]. Česká republika: Economy-Pedia.com. [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: <https://cs.economy-pedia.com/11040189-sales-forecast>

GROS, Ivan a Jakub DYNSTAR, 2015. *Matematické modely pro manažerské rozhodování*. 2., upr. a rozš. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-807-0809-105.

JUREČKA, Václav, 2018. *Mikroekonomie*. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-0146-7.

KNOBEN, Wouter J. M., Jim E. FREER a Ross A. WOODS, 2019. *Technical note: Inherent benchmark or not? Comparing NashSutcliffe and Kling-Gupta efficiency scores*. Hydrology and Earth System Sciences: Discussions. 1-7. [cit. 2023-01-10]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.5194/hess-2019-327>

MANAGEMENTMANIA, 2018. *Poptávka*. ManagementMania [online]. Česká republika: ManagementMania. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/poptavka-v-ekonomii>

MANAGEMENTMANIA, 2015. *Prognózování (Forecasting)*. ManagementMania [online]. Česká republika: ManagementMania. [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/prognozovani>

MORIASI, D. N., J. G. ARNOLD, M. W. VAN LIEW, R. L. BINGNER, R. D. HARMEL a T. L. VEITH, 2007. *Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations* [online]. 50. USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 885–900. [cit. 2023-01-10]. ISSN 0001-2351. Dostupné z: doi:10.13031/2013.23153

MYERSON, Paul A, 2015. *Supply Chain and Logistics Management Made Easy: Methods and Applications for Planning, Operations, Integration, Control and Improvement, and Network Design*. New Jersey: Pearson FT Press. ISBN 978-013-3993-349.

NASA, Prashant, Ravi JAIN a Deven JUNEJA, 2021. *Delphi methodology in healthcare research: How to decide its appropriateness*. In: World Journal of Methodology [online]. 11(4), s. 116-129. [cit. 2023-02-01]. ISSN 2222-0682. Dostupné z: doi: [10.5662/wjm.v11.i4.116](https://doi.org/10.5662/wjm.v11.i4.116)

RUSHTON, Alan, Phil CROUCHER a Peter BAKER, 2017. *The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the Supply Chain*. 6th edition. London: Kogan Page. ISBN 9780749476779.

SEVEROVÁ, Daniela, 2013. *Modelové prognózy, predikce a podmíněné predikce*. Brno. Dostupné také z: <https://is.muni.cz/th/bb6ie/>. Diplomová práce. Masarykova Univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav matematiky a statistiky. Vedoucí práce doc. Ing. Jan Čapek, Ph.D.

SMITHOVÁ, Emma, 2023. *Rozdíl mezi prognózou a predikcí*. AskAnyDifference [online]. Indie: AskAnyDifference [cit. 2023-02-07]. Dostupné z: <https://askanydifference.com/cs/difference-between-forecasting-and-prediction/>

THE INVESTOPEDIA TEAM, 2022. *Demand: How It Works Plus Economic Determinants and the Demand Curve*. Investopedia [online]. America: Dotdash Meredith, 2022. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/d/demand.asp>

TWIN, Alexandra, 2022. *What a Sale Is, How It Works, Different Types & Ways to Pay*. Investopedia [online]. America: Dotdash Meredith, 2022. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/sale.asp>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CPFR	Kolaborativní plánování, předpovídání a doplňování zásob
MAD	Průměrná absolutní odchylka
MSE	Střední kvadratická chyba
MAPE	průměrná absolutní procentuální chyba
NSE	Nash-Sutcliffova účinnost
KGE	Kling-Guptova účinnost
MS	Microsoft
RMSE	Střední kvadratická chyba
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gama
Q	Kvartály
M	Měsíce

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Komponenty časových řad (Myerson, 2015 – upraveno) .....	22
Obrázek 2: Krabička s pralinkami a lanýži 20 ks (Čokoládovna JANEK, 2023) .....	33
Obrázek 3: Počet objednávek v rozmezí 2020–2023 (zdroj: interní data) .....	38
Obrázek 4: Počet objednávek za rok 2020 (zdroj: interní data) .....	38
Obrázek 5: Počet objednávek za rok 2022 (zdroj: interní data) .....	38
Obrázek 6: Statistika počtu prodejů a objednávek za den (zdroj: interní data) .....	39
Obrázek 7: Vizualizace celkové statistiky prodeje a objednávek (zdroj: interní data).....	39



**SEZNAM TABULEK****Tabulka 1: Ověření výstupů testování s dopočtem poptávky a prodeje v roce 2023 ..47****Tabulka 2: Ověření pomocí ukazatelů validace.....48****Tabulka 3: Ukazatele validace.....49**

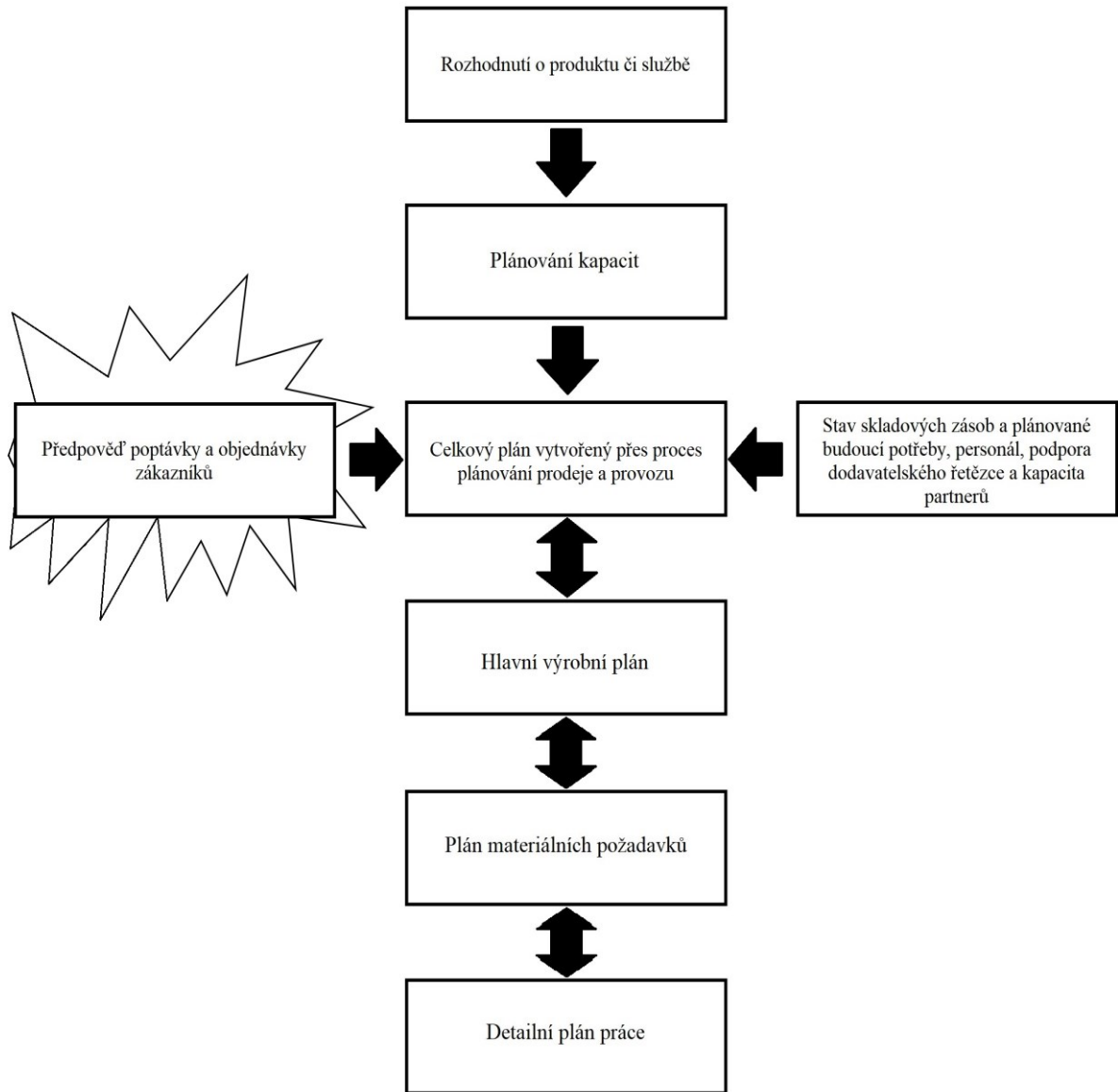
**SEZNAM GRAFŮ**

<b>Graf 1: Analýza poptávky – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí regresní přímky a klouzavých průměrů .....</b>	<b>35</b>
<b>Graf 2: Analýza prodeje – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí regresní přímky a klouzavých průměrů .....</b>	<b>36</b>
<b>Graf 4: Předpověď prodeje – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí průměrů kvartálních hodnot.....</b>	<b>42</b>
<b>Graf 3: Předpověď poptávky – krabička s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí průměrů kvartálních hodnot.....</b>	<b>42</b>
<b>Graf 5: Absolutní rozdíly naměřených a vypočtených hodnot poptávky a prodeje s využitím kvartálních hodnot .....</b>	<b>43</b>
<b>Graf 6: Předpověď poptávky krabičky s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí měsíčních hodnot .....</b>	<b>45</b>
<b>Graf 7: Předpověď prodeje krabičky s pralinkami a lanýži 20 ks pomocí měsíčních hodnot .....</b>	<b>45</b>
<b>Graf 8: Absolutní rozdíly naměřených a vypočtených hodnot poptávky a prodeje s využitím měsíčních hodnot .....</b>	<b>46</b>

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Typický plánovací a rozvrhovací proces

## PŘÍLOHA P I: TYPICKÝ PLÁNOVACÍ A ROZVRHOVACÍ PROCES



Zdroj: Myerson, 2015 – upraveno