

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA PODNIKOVÉHO MANAŽMENTU

Evidenčné číslo: 104002/B/2020/4581191

**Štatistické a matematické modely hodnotenia hospodárskej činnosti
podnikateľského subjektu**

Bakalárska práca

2020

Jozef Krajči

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA PODNIKOVÉHO MANAŽMENTU**

**Štatistické a matematické modely hodnotenia hospodárskej
činnosti podnikateľského subjektu**

Bakalárska práca

Študijný program: ekonomika a manažment podniku

Študijný odbor: ekonómia a manažment

Školiace pracovisko: Katedra podnikovohospodárska

Vedúci záverečnej práce: Ing. Andrej Kovalev, PhD.

Bratislava 2020

Jozef Krajči



Ekonomická univerzita v Bratislave
Fakulta podnikového manažmentu

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Jozef Krajči
Študijný program: ekonomika a manažment podniku (Jednoodborové štúdium, bakalársky I. st., externá forma)
Študijný odbor: ekonómia a manažment
Typ záverečnej práce: Bakalárska záverečná práca
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Štatistické a matematické modely hodnotenia hospodárskej činnosti podnikateľského subjektu
Anotácia: Téma práce je zameraná na štatistické a matematické modely a ukazovatele hodnotenia hospodárskej činnosti podnikateľského subjektu na Slovensku

Vedúci: Ing. Andrej Kovalev, PhD.
Oponent: Ing. Miroslav Uhliar, PhD.
Katedra: KPH FPM - Kat. podnikovohospodárska FPM
Vedúci katedry: prof. Ing. Helena Majdúchová, CSc.
Dátum zadania: 31.08.2019

Dátum schválenia: 08.02.2019 prof. Ing. Štefan Majtán, PhD.
vedúci katedry

POĎAKOVANIE

Chcem sa poďakovať Ing. Andrejovi Kovalevovi PhD. za odborné vedenie pri písaní mojej bakalárskej práce, za pomoc pri výbere vhodných teoretických zdrojov, užitočné rady pri smerovaní a celkovej koncepcii mojej práce a návrhom, ktoré viedli k zlepšeniu mojej práce.

ABSTRAKT

KRAJČI, Jozef: *Štatistické a matematické modely hodnotenia hospodárskej činnosti podnikateľského subjektu*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta podnikového manažmentu; Katedra podnikovohospodárska. – Vedúci záverečnej práce: Ing. Andrej Kovalev, PhD. – Bratislava: FPM EU, 2020, 50s.

Cieľom záverečnej práce je predstavenie niektorých matematických a štatistických modelov všeobecne používaných pri hodnotení riadenia hospodárskych činností podniku, vysvetlenie spôsobov hodnotenia a optimalizovania riadenia podnikových zásob a uplatnenie niektorých metód na konkrétnom podniku. Práca je rozdelená do 5 kapitol. Obsahuje 4 grafy, 8 tabuliek a 4 obrázky. Prvá kapitola je venovaná teoretickému pozadiu problematiky matematických a štatistických modelov a konkrétne uplatneniu na hodnotenie riadenia podnikových zásob. Druhá kapitola sa venuje vytýčeniu cieľov práce. Tretia kapitola opisuje metódy práce a použitú metodiku. Záverečná kapitola sa venuje analýze zásob konkrétneho podniku uplatnením postupom z predošlých kapitol a hodnoteniu záverov analýzy a odporúčanie podniku.

Kľúčové slová:

Matematické modely, štatistické modely, optimalizácia, zásoby, regresná analýza

ABSTRACT

KRAJČI, Jozef: *Štatistické a matematické modely hodnotenia hospodárskej činnosti podnikateľského subjektu*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta podnikového manažmentu; Katedra podnikovohospodárska. – Vedúci záverečnej práce: Ing. Andrej Kovalev, PhD. – Bratislava: FPM EU, 2020, 50s.

The goal of this bachelor thesis is to present some mathematical and statistical models generally used in the evaluation of economic activities of a company, to explain the methods of evaluation and optimization of corporate inventory management and the application of some methods to a particular company. The thesis is divided into 5 chapters. It contains 4 graphs, 8 tables and 4 pictures. The first chapter is devoted to the theoretical background of mathematical and statistical models and specifically to the evaluation of enterprise inventory management. The second chapter is devoted to setting the goals of the work. The third chapter describes the methods of work and the methodology used. The final chapter deals with the analysis of the inventory management of a particular company by applying the procedure from the previous chapters and evaluating the conclusions of the analysis and the recommendation for the company.

Keywords:

Mathematical models, statistical models, optimization, inventory management, regression analysis

Obsah

Úvod	9
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	10
1.1 Matematické prístupy v ekonómii	10
1.2 Podstata matematického modelu	11
1.3 Metódy a postupy uplatňované pri matematickom a štatistickom modelovaní.....	11
1.3.1 Metódy matematického programovania	12
1.3.2 Štatistické metódy a metódy ekonometrie	14
1.4 Modely a metódy využité v tejto práci	15
1.5 Zásoby a modely hodnotenia riadenia zásob	19
1.5.1 Riadenie zásob a metódy riadenia zásob	20
1.5.2 Analýza a optimalizovanie zásobovacieho cyklu	23
2 Cieľ práce.....	27
3 Metodika práce a metódy skúmania	28
4 Výsledky práce a diskusia.....	29
4.1 Základné údaje o spoločnosti	29
4.2 Charakteristika spoločnosti.....	30
4.2.1 Všeobecná charakteristika	30
4.2.2 Charakter výrobného procesu	30
4.2.3 Charakter zásob v podniku	31
4.3 Analýza zásob podniku.....	31
4.3.1 Vývoj zásob a priebeh ich spotreby	32
4.3.2 Regresná analýza zásob, spotreby a tržieb.....	34
4.3.3 Ukazovatele hodnotenia úrovne riadenia zásob.....	40

4.3.4	Analýza nákladov spojených so zásobami	42
4.3.5	Zhrnutie odporúčaní podľa výsledkov analýzy	46
	Záver	47
	Zoznam použitej literatúry	48

Úvod

Ekonomická analýza hospodárskych výsledkov podniku sa dá uskutočniť viacerými postupmi a metódami. V našej práci sa zameriame na vymedzenie niektorých frekventovane využívaných modelov, ktoré spadajú pod matematické a štatistické metódy ekonomickej analýzy.

To, čo sa nedá merať, sa nedá riadiť, no zároveň je potrebné vedieť merané údaje správne interpretovať a získať z nich čo najviac relevantných informácií. Metódy spomenuté a aplikované v tejto práci patria medzi základné matematické metódy, ktoré by si mal osvojiť každý ekonóm, ktorý sa chce venovať manažmentu, alebo analýze ekonomických dát.

V práci sa zameriame na konkrétne oddelenie hospodárskej činnosti podniku a to na riadenie zásob a zásobovacieho cyklu. Na správne pochopenie matematických modelov vysvetľujúcich súvislosti medzi premennými, snažiace sa optimalizovať skúmané procesy podnikovej činnosti riadenia zásob sa teoreticky budeme venovať aj všeobecným zásadám a metódam riadenia zásob podniku, vzniku reálnych nákladov pri riadení zásob a akými modelmi ich analyzovať a minimalizovať.

Takto vysvetlené teoretické poznatky potom v praktickej časti uplatníme na reálne konkrétneho podniku, ktorého hospodárske výsledky a ukazovatele budeme sledovať počas 5 ročného obdobia. V práci budeme analyzovať vývoj zásob a ich vzťah k vývoju ostatných súvisiacich ukazovateľov hospodárskej činnosti podniku a výsledky budeme interpretovať. Na záver budeme prezentovať naše odporúčania podniku.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

1.1 Matematické prístupy v ekonómii

Matematická ekonómia (Mathematical Economics) nie je samostatným odvetvím ekonómie ako napríklad daňové systémy alebo medzinárodný obchod. Ide skôr o prístup k ekonomickej analýze, v ktorej ekonóm v definovaní a riešení problému používa matematické symboly a na podporu odôvodnenia postupov a záverov tiež využíva známe matematické vety, princípy a axiómy a matematické postupy výpočtov.

Použitím výrazu matematická ekonómia v najširšom možnom zmysle možno povedať, že dnes každá učebnica ekonómie využíva matematickú ekonómiu, pokiaľ sú napríklad použité geometrické metódy na odvodenie teoretických výsledkov, avšak všeobecne je matematická ekonómia vyhradená na opis prípadov využívajúcich matematické techniky nad rámec jednoduchéj geometrie, ako je maticová algebra, diferenciálny a integrálny počet, diferenciálne rovnice, a využitím štatistických prístupov ako regresné analýzy, časové rady, a pod.¹

V posledných rokoch sa rozvinul aj príbuzný odbor využívajúci matematické prístupy k ekonómii – **ekonometria** (econometrics). Doslova vzaté, slovo „ekonometria“ znamená „meranie v ekonómii“. Toto je príliš široká definícia na to, aby sa dala použiť, pretože väčšina ekonomiky sa týka merania. Pod pojmom ekonometria rozumieme aplikáciu štatistických a matematických metód na analýzu ekonomických údajov s cieľom vytvorenia empirického obsahu na hospodárske a ekonomické teórie a ich overenie alebo vyvrátenie.²

Z tohto hľadiska sa ekonometria odlišuje od matematickej ekonómie, ktorá spočíva iba v aplikácii matematiky, a odvodené teórie nemusia mať nevyhnutne empirický obsah.

¹ CHIANG, A. Chiang,, Kevin WAINWRIGHT, *Fundamental methods of mathematical economics*. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin, 2005, 690 s. ISBN 978-0070109100. s 13

² MADDALA, G.S., *Introduction to Econometrics*, 4th Edition. New York: Wiley, 2009, 654 s. ISBN 978-0-470-01512-4. s. 1.

1.2 Podstata matematického modelu

Každá ekonomická teória je nevyhnutne abstrakciou od skutočného sveta. Obrovská komplexnosť reálnej ekonomiky nám znemožňuje porozumieť všetkým vzájomným vzťahom naraz a zároveň nie sú všetky tieto vzťahy rovnako dôležité pre pochopenie konkrétnych ekonomických javov, ktoré sú predmetom štúdia. Preto je praktickým postupom vybrať, aby boli primárnymi faktormi a vzťahmi také, ktoré odborným odhadom pôsobia najrelevantnejšie pre náš problém, a aby sme sa na ne zamerali. Takýto zámerne zjednodušený analytický rámec sa nazýva ekonomický model, pretože ide iba o zjednodušené a hrubé zobrazenie skutočnej ekonomiky.³ Ekonomický model je teda zjednodušená reprezentácia istého procesu v reálnom svete, opisujúca jeho správanie za istých vstupných predpokladov.⁴

Zložky matematického ekonomického modelu tvoria premenné, konštanty a parametre, resp. koeficienty, váhy, usporiadané do súboru rovníc určených na opis štruktúry modelu. Vzťahom niekoľkých premenných k sebe určitým spôsobom tieto rovnice dávajú matematickú formu množine prijatých analytických predpokladov. Potom pomocou príslušných matematických operácií na tieto rovnice sa môžeme pokúsiť odvodiť súbor záverov, ktoré z týchto predpokladov logicky a analyticky vychádzajú.⁵

1.3 Metódy a postupy uplatňované pri matematickom a štatistickom modelovaní

Existujú desiatky až stovky legitímnych matematických a štatistických postupov a metód ako zostaviť reprezentatívny ekonomický model skúmaného procesu. Výber konkrétnej metódy a jej vhodnosti na daný skúmaný proces sa odvíja od viacerých faktorov, no najmä od týchto troch:⁶

³ CHIANG, A. Chiang,, Kevin WAINWRIGHT, *Fundamental methods of mathematical economics*. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin, 2005, 690 s. ISBN 978-0070109100. s 15

⁴ MADDALA, G.S., *Introduction to Econometrics*, 4th Edition. New York: Wiley, 2009, 654 s. ISBN 978-0-470-01512-4. s. 3-4

⁵ INTRILIGATOR, Michael D., *Mathematical Optimization and Economic Theory*. Philadelphia, USA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002, 508 s. ISBN 978-0-89871-511-8.

⁶ CARTER, Michael, *FOUNDATIONS OF MATHEMATICAL ECONOMICS*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001, 669 s. ISBN 0-262-03289-9

- ⊖ Komplexnosť skúmaného procesu – aký je počet premenných a parametrov vstupujúcich do modelu; aký počet rovníc musí model zohľadniť
- ⊖ Povaha vstupných údajov – akými údajmi disponujeme; aká je ich hustota a presnosť; aká je ich spoľahlivosť
- ⊖ Požadovaná presnosť výstupu – miera presnosti výstupov analýzy modelu nám určuje zložitosť metódy, ktorú možno použiť

V nasledujúcich kapitolách si uvedieme niektoré konkrétne bežné využívané matematické a štatistické metódy a priblížime si ich aplikáciu, spôsoby využitia a hrubé princípy výpočtu.

1.3.1 *Metódy matematického programovania*

Rôzni autori venujúci sa problematike matematických modelov ekonomiky používajú rôznu terminológiu na kategorizovanie určitých metód a postupov do ich prislúchajúcich odvetví matematiky. Metódy matematického programovania,⁷ alebo tzv. statická optimalizácia⁸, alebo jednoducho klasická optimalizácia⁹ sú všetky kategorizácie tých istých metód, pod ktoré sa všeobecne radí:

- ⊖ Lineárne programovanie
- ⊖ Nelineárne programovanie
- ⊖ Teória hier
- ⊖ Statická analýza/analýza ekvilibria

Lineárne a nelineárne programovanie sú prístupy k optimalizačným problémom. Optimalizačný problém spočíva vo výpočte extrému (maxima, minima alebo stacionárnych bodov) tzv. cieľovej funkcie tvorenej súborom neznámych reálnych premenných a je podmienený splnením systému rovností a nerovností, súhrnne

⁷ SCARF, Herbert E., Mathematical Programming and Economic Theory. Cowles Foundation Discussion Papers 930, 1989, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University. Operations Research. DOI 38. 10.1287/opre.38.3.377.

⁸ MOHAJAN, Haradhan Kumar, Optimization Models in Mathematical Economics. Journal of Scientific Achievements, May 2017; 2 (5): 30-42 s.

⁹ INTRILIGATOR, Michael D., Mathematical Optimization and Economic Theory. Philadelphia, USA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002, 508 s. ISBN 978-0-89871-511-8.

nazývaných funkčné obmedzenia.¹⁰ Z definície vidno aj vhodnú aplikovateľnosť na ekonomické reálie. Rozdiel medzi lineárnym a nelineárnym programovaním potom spočíva v tom, či sú všetky programované funkcie lineárne (polynomiálne funkcie stupňa 0 alebo 1) , alebo je aspoň jedna z funkcií nelineárna.

Jedna z najčastejšie využívaných metód nelineárneho programovania je **metóda Langrange-ových multiplikátorov**, ktorá sa využíva pri riešení nelineárnych funkcií s obmedzením vstupných hodnôt premenných formou rovnice.¹¹ Príklad takéhoto problému by bol napríklad nájsť maximum nasledujúcej funkcie f pri obmedzení vyjadreného rovnicou pod funkciou:

$$\begin{aligned}f(x, y) &= x + 2y \\ x^2 + 2y^2 &= 5\end{aligned}$$

Teória hier je štúdium takých situácií, pri ktorých je možnosť viac ako jedného tvorcu rozhodnutí. V takom prípade závisí hodnota cieľovej funkcie pre každého tvorcu rozhodnutí nielen od jeho vlastných rozhodnutí, ale aj od výberu ostatných. Názov dostala vďaka tomu, že v matematickej podobe sú také situácie v mnohých ohľadoch podobné situáciám, ktoré sa vyskytujú pri spoločenských strategických hrách, ako sú napríklad piškôrky, poker, šach, a pod.¹²

Tí, ktorí rozhodujú, sa nazývajú hráči a cieľová funkcia sa nazýva funkcia návratnosti. Hráči môžu byť jednotlivci, skupiny jednotlivcov, firmy, atď. Funkcia návratnosti dáva každému hráčovi číselnú hodnotu návratnosti. Hra je potom kolekciou pravidiel známych všetkým hráčom, ktoré určujú, čo môžu hráči robiť, a výsledky navrátených hodnôt vyplývajúce z ich výberu.

Analýza ekvilibria je úzko špecifický model skúmania javov, ktoré sa prirodzene nachádzajú v okolí istého rovnovážneho stavu, ekvilibria. Rovnováha pre určený model je v podstate situácia charakterizovaná nedostatkom tendencie k zmenám. Z tohto dôvodu sa analýza ekvilibria (presnejšie štúdium podobnosti rovnovážneho stavu) nazýva

¹⁰ CARTER, Michael, FOUNDATIONS OF MATHEMATICAL ECONOMICS. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001, 669 s. ISBN 0-262-03289-9 s. 587.

¹¹ MOHAJAN, Haradhan Kumar, Optimization Models in Mathematical Economics. Journal of Scientific Achievements, May 2017; 2 (5): 30-42 s.

¹² CARTER, Michael, FOUNDATIONS OF MATHEMATICAL ECONOMICS. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001, 669 s. ISBN 0-262-03289-9 s. 106-112.

statická.¹³ Táto analýza sa uplatňuje pri makroekonomických javoch ako napríklad rovnováha dosiahnutá trhom za daných podmienok dopytu a ponuky a rovnováha národného dôchodku za daných podmienok spotreby a investičných modelov.¹⁴

1.3.2 Štatistické metódy a metódy ekonometrie

Tieto metódy sa využívajú a sú vhodné najmä vďaka stochastickej povahe reálnych premenných vstupujúcich do ekonomických modelov, najmä pri snahe ich empiricky aplikovať a interpretovať a projektovať do budúcnosti ako simulácie, resp. predpovede.

Medzi najčastejšie využívané metódy patria analýzy náhodných premenných a pravdepodobnostné distribúcie, estimačné metódy/metódy bodových a intervalových odhadov (metóda momentov, metóda maximálnej vierohodnosti), a regresné metódy – lineárna regresia, polynomiálna regresia, lasso regresia, hrebeňová (ridge) regresia, atď.

Tieto metódy sú matematicky náročnejšie na definovanie a vysvetlenie, preto sa bližšie budeme venovať iba regresným metódam. V nasledujúcej kapitole si detailne vysvetlíme podstatu a priebeh lineárnej regresnej analýzy, ktorej výsledkom je regresná funkcia, ktorá má lineárny tvar.

V prípade **polynomiálnej regresie** sa jedná o takú závislosť dvoch premenných, ktorých vzťah sa nedá vyjadriť lineárnou funkciou a musí byť opísaný funkciou vyššieho stupňa.

Lasso regresia je špecifická metóda regresnej analýzy, ktorá využíva tzv. scvrkávanie dát smerom k istému centrálnemu bodu (napr. priemernej hodnote) s cieľom zvýšiť presnosť a interpretovateľnosť predpovedaného štatistického modelu, ktorý vytvára.

Všeobecne o týchto metódach platí, že skúmajú vzťahy medzi premennými, ich variabilitu a distribúciu a povahu ich vzájomných vplyvov a snažia sa na základe takto zistených vzťahov modelovať situáciu do budúcnosti.

Na rozdiel od metód matematického programovania ich hlavným cieľom teda nie je primárne hľadanie nejakých optimálnych hodnôt daných cieľových funkcií, ale

¹³ SCARF, Herbert E., *Mathematical Programming and Economic Theory*. Cowles Foundation Discussion Papers 930, 1989, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University. Operations Research. DOI 38. 10.1287/opre.38.3.377. s. 377-378.

¹⁴ CHIANG, A. Chiang., Kevin WAINWRIGHT, *Fundamental methods of mathematical economics*. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin, 2005, 690 s. ISBN 978-0070109100. s 32-33.

pochopenie súvislostí a vzťahov medzi premennými, ktoré vstupujú do skúmaného procesu a kvantifikovanie miery ich vzájomných väzieb.

1.4 Modely a metódy využité v tejto práci

Na hodnotenie hospodárskej činnosti podniku sme sa zamerali na analýzu riadenia zásob v podniku, nakoľko analýza takto užšie vymedzenej časti podnikového hospodárstva nám dáva priestor na podrobnejší prístup a vysvetlenie širších súvislostí a vzťahov vstupov, výstupov a organizácie daného sektora podniku. Pre lepšie pochopenie našej analýzy sa venujeme v teoretickej časti tejto práce v relevantnej miere aj teórii riadenia zásob, najmä z pohľadu optimalizácie riadenia.

Naša analýza využíva metódy **korelačnej analýzy** a **regresnú analýzu**.

V rámci korelačnej analýzy sa snažíme zistiť, či nejaké dve nami skúmané premenné javia známky korelácie vývoja, teda či existuje medzi nimi taká závislosť, že zmena hodnoty jednej premennej vyvolá zmenu hodnoty druhej premennej a vice versa. Ak tomu tak je, snažíme sa zároveň zistiť do akej miery (akou veľkosťou) sa daná premenná podieľa na vyvolanej zmene druhej premennej. Na vyjadrenie takto definovanej korelácie použijeme **Paersonov korelačný koeficient** a **koeficient determinácie**.¹⁵

(Paersonov) korelačný koeficient vypovedá do akej miery zmena premennej koreluje so zmenami inej premennej. Hodnota koeficienta sa hýbe v rozsahu $[-1;1]$. Hodnota 1 vypovedá o dokonalej priamej lineárnej závislosti, hodnota -1 o dokonalej nepriamej lineárnej závislosti a hodnota 0 o žiadnej závislosti premenných (neexistuje korelácia medzi premennými) – vypočítaná reálna hodnota koeficienta sa potom interpretuje podľa jej vzdialenosti k týmto hraničným hodnotám. Korelačný koeficient nerozlišuje smer závislosti a jeho hodnota je rovnaká odhliadnuc od toho, ktorú premennú dosadíme za x , resp. y .

Na výpočet korelačného koeficienta týchto dvoch premenných použijeme vzorec¹⁶:

¹⁵ MADDALA, G.S., Introduction to Econometrics, 4th Edition. New York: Wiley, 2009, 654 s. ISBN 978-0-470-01512-4. s. 60

¹⁶ CHIANG, A. Chiang,, Kevin WAINWRIGHT, *Fundamental methods of mathematical economics*. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin, 2005, 690 s. ISBN 978-0070109100.s 597

$$k_C = \frac{\sum (x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \cdot \sum (y - \bar{y})^2}}$$

kde $\bar{x}$ a $\bar{y}$ sú priemerné hodnoty premenných vypočítané ako aritmetický priemer.

Umocnením koeficientu korelácie druhou mocninou získavame **koeficient determinácie**. Tento ukazovateľ vysvetľuje, do akej miery je za zmenu hodnoty závislej premennej zodpovedná zmena nezávislej premennej. Hodnota koeficientu napr. 0,5 by znamenala, že 50 % zmeny hodnoty závislej premennej je spôsobených, resp. vyvolaných zmenou hodnoty premennej nezávislej.¹⁷

Ak zistíme určitú relevantnú mieru korelácie a determinácie, je vhodné podrobiť sadu údajov **regresnej analýze**.

Pri regresnej analýze sa snažíme zostrojiť tzv. **regresnú funkciu**, ktorá je bodovým zobrazením lineárnej regresnej priamky¹⁸. Regresná funkcia má tvar:

$$Y = a + bX$$

Y – hodnoty závislej premennej

X – hodnoty nezávislej premennej

a – konštanta, kde funkcia pretína Y-ovú os (tzv. Y-intercept)

b – regresný koeficient (tzv. slope)

pričom členy funkcie a a b sa vypočítajú nasledovne:

$$a = \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum (x \cdot y)}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x \cdot y - \sum x \cdot \sum y}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

¹⁷ CHIANG, A. Chiang., Kevin WAINWRIGHT, Fundamental methods of mathematical economics. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin, 2005, 690 s. ISBN 978-0070109100.

¹⁸ RYAN, Thomas P., Modern Regression Methods, 2nd Edition. New York: Wiley, 2008, 672 s. ISBN 978-0-470-08186-0. s. 7.

Tak ako pri všetkých lineárnych funkciách aj pri lineárnej regresnej funkcii nám konštanta a , v niektorej literatúre nazývaná aj lokujúca konštanta, udáva posun priamky funkcie nahor alebo nadol a hodnotu y pri $x=0$ (teda funkčná hodnota v bode 0 je a).

Regresný koeficient nám udáva tempo rastu alebo klesania funkcie – čím vyššia absolútna hodnota koeficienta, tým väčší uhol bude priamka funkcie zvierať s x -ovou osou.¹⁹

V tejto práci sme na vykonanie regresnej analýzy využili softvér Microsoft Excel 2019. Výsledný formát, v ktorom budú prezentované výsledky je zobrazený v nasledujúcom obrázku a pod ním vysvetlenie a interpretácia zobrazených ukazovateľov.

Obr. 1 – Formát regresnej analýzy vykonanej v softvéri Microsoft Excel 2019.

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	1
Standard Error	3,21989E-15
Observations	50

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	10412,5	10412,5	1,00432E+33	0
Residual	48	4,97648E-28	1,03677E-29		
Total	49	10412,5			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	51	9,24556E-16	5,51616E+16	0	51	51	51	51
Premenná x	-1	3,15546E-17	-3,16911E+16	0	-1	-1	-1	-1

Multiple R je hodnota už spomínaného korelačného koeficienta; rovnako hodnota **R Square** je už spomínaná hodnota koeficientu determinácie. Ukazovateľ **Adjusted R Square** upravuje hodnotu koeficientu determinácie zohľadnením počtu záznamov/pozorovaní (**Observations**).

Ukazovateľ **Standard Error** (štandardná chyba) pracuje vo svojom vzorci so štandardnou odchýlkou a počtom pozorovaní a vypovedá v absolútnych hodnotách o tom, ako presne (s akou chybou) reprezentuje naša štatistická, obmedzená vzorka

¹⁹ MADDALA, G.S., Introduction to Econometrics, 4th Edition. New York: Wiley, 2009, 654 s. ISBN 978-0-470-01512-4.

celkovú populáciu reprezentovanú regresnou funkciou. Počíta sa pomocou nasledovného vzorca²⁰:

$$SE = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

σ - štandardná odchýlka

n – počet pozorovaní

Pričom **štandardná odchýlka** σ sa počíta nasledovne:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

x_i – hodnota i-tého člena

$\bar{x}$ - hodnota aritmetického priemeru populácie

N – veľkosť populácie

Sekcia ANOVA nám overuje vhodnosť aplikovania tejto funkcie na danú vzorku údajov pomocou **F testu**. Hodnota **Significance F** (dôležitosť F) overuje nulovú hypotézu o vhodnosti nami zvoleného modelu jeho porovnaním s modelom, ktorý neobsahuje žiadnu nezávislú premennú (tzv. intercept-only model) nasledovne: ak je hodnota tohto ukazovateľa menšia ako hodnota miery neistoty (non-confidence level) - tak je zvolený model vhodnejší ako model bez nezávislých premenných. V opačnom prípade platí opačný záver. Hodnota Significance F testu je výsledkom analýzy čiastkových hodnôt **P-values** (hodnôt P), ktoré sa nachádzajú v nižších riadkoch. Pre vhodnosť modelu by každá P-value mala mať takisto hodnotu nižšiu ako hodnota miery neistoty. Štandardne sa využíva hodnota miery istoty 95%, resp. miera neistoty 5% (0,05).

Hodnoty koeficientov **Coefficients** nám opisujú predpis regresnej funkcie. Hodnota koeficienta **Intercept** je hodnota *a konštanty* a hodnota **premenná x** koeficienta je hodnota *b – regresného koeficienta*.

²⁰ RYAN, Thomas P., Modern Regression Methods, 2nd Edition. New York: Wiley, 2008, 672 s. ISBN 978-0-470-08186-0. s. 15.

Hodnoty **Upper/Lower 95%** nám hovoria s 95% pravdepodobnosťou v akom rozmedzí hodnôt sa bude pohybovať zmena závislej premennej y , ak sa zmení hodnota nezávislej premennej x o 1.

Výhody regresnej analýzy oproti napríklad výpočtom hodnôt ukazovateľov finančnej analýzy podniku je hlbšie pochopenie vplyvu jednotlivých skúmaných procesov a ich dopad na sledované hodnotené výsledky hospodárskej činnosti. Zároveň nám umožňuje regresná analýza sledovať a predvídať trendy, odhadnúť ako nám zmena (nedostatok, nadbytok) istej premennej ovplyvní iné sledované premenné, a pomáha nám tak lepšie identifikovať realitu a povahu podnikových procesov.

1.5 Zásoby a modely hodnotenia riadenia zásob

Nákup a riadenie zásob je časť podnikového hospodárstva, ktorá má v najužšom zmysle chápania na starosť zabezpečenie obstarania, dodania a spravovania zásob potrebných na zaistenie plynulého priebehu výrobného procesu, a to vo vhodnom množstve (a kvalite) a čase. Primárnu funkciu zásob teda môžeme opísať ako úlohu zabezpečiť **množstevnú a časovú synchronizáciu** podnikového transformačného procesu.²¹

Organizácia a plán nákupu zásob sa snaží zodpovedať otázky: **čo, koľko a kedy objednať**, a ako upresniť a prevziať objednávku.²² Toto sú otázky, ktorých presné zodpovedanie vyžaduje interné prepojenie a poskytnutie presných údajov viacerých podnikových oddelení.

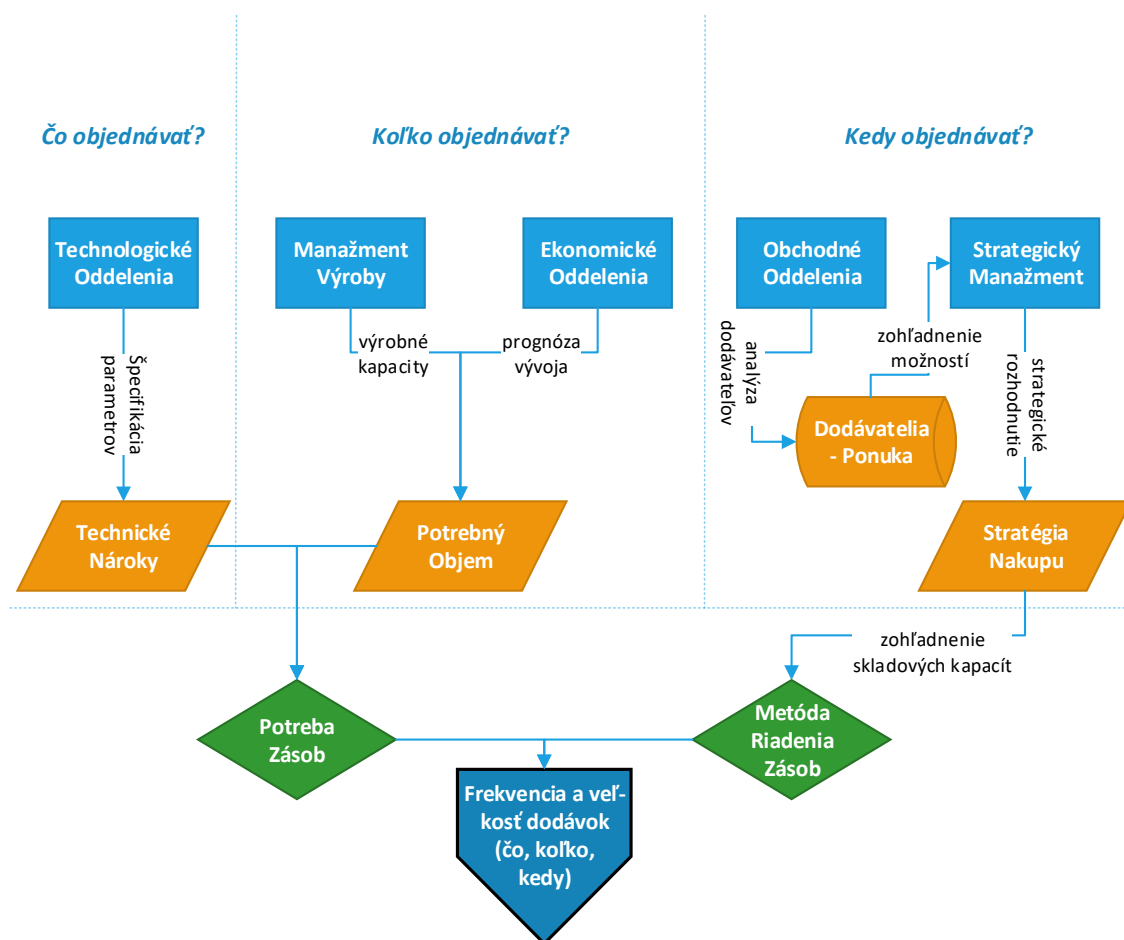
Na otázku *čo nakupovať* je potrebné mať údaje z technologicko-výskumných oddelení, aby vedelo zásobovanie posúdiť technické parametre materiálov a súčiastok; na otázku *koľko nakupovať* je potrebné poznať celkové odhady, resp. plány výroby za určité obdobie; odpoveď na otázku *kedy objednávať* sa odvíja od aplikovanej metódy riadenia zásob a množstva nakupovaných zásob.²³ Oddelenia vstupujúce do plánu a organizácia nákupu je graficky zobrazená na obrázku 2.

²¹ MAJTÁN, Štefan, Gabriela DUBCOVÁ, Katarína GRANČIČOVÁ, Helena MAJDÚCHOVÁ, Anna NEUMANNOVÁ, Daniela RYBÁROVÁ, Pavol SERINA a Miroslav TÓTH. Podnikové hospodárstvo. 2. prepracované vydanie. Bratislava: Sprint 2, 2012, 323 s. [19,63 AH]. Economics. ISBN 978-80-89393-63-3. s. 167.

²² GRZNÁR, Miroslav, Peter ŠINSKÝ a Štefan MARSINA. Firemné plánovanie. 2. vyd. Bratislava: Sprint dva, 2011, 260 s. Economics. ISBN 978-80-89393-35-0.

²³ MAJTÁN, Štefan. Nákup a riadenie zásob. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2004, 77 s. ISBN 80-225-1917-0.

Obr. 2 – Riadenie zásob, plán nákupu a oddelenia vstupujúce do manažmentu zásob



1.5.1 Riadenie zásob a metódy riadenia zásob

Výber vhodnej metódy riadenia zásob súvisí so snahou **optimalizovať zásobovací cyklus podniku**. Pri dbaní na zabezpečenie požadovaných zásob vo vhodnom objeme a čase je hlavným **optimalizačným kritériom minimalizácia nákladov**, pričom zohľadnené náklady vstupujúce do kalkulácie musia zahŕňať všetky reálne náklady súvisiace s pohybom zásob, teda náklady obstarávacie, skladovacie, údržbové a náklady vyvolané nedostatkom zásob.²⁴

Najbežnejšie uplatňované metódy riadenia zásob, ktorým sa budeme aj bližšie venovať, sú²⁵:

☞ Hladinové metódy

²⁴ JINDŘICHOVSKÁ, Irena. Finanční management. Praha: C. H. Beck, 2013, xviii, 295 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-052-2

²⁵ MAJTÁN, Štefan. Nákup a riadenie zásob. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2004, 77 s. ISBN 80-225-1917-0.

⊖ Metódy diferencovania zásob

Hladinový systém riadenia zásob je postavený na dvoch základných princípoch – a to normovania zásob a určenia počtu a výšky hladín zásob. Podnik si určí počet sledovaných hladín zásob a vypočíta normované hodnoty týchto hladín. Najbežnejšie sa využíva dvojhladinový systém, kedy si podnik vypočíta hodnoty minimálnej a maximálnej hladiny zásob a snaží sa, aby sa reálna úroveň zásob udržiavala v rámci týchto horných a dolných limitov. Tieto kalkulácie väčšinou vychádzajú z údajov za minulé obdobia a prispôsobujú sa očakávaniam, predpokladom a plánovaným smerovaniam podniku. Dvojhladinový systém pracuje s nasledovnými pojmami²⁶:

Poistná zásoba – slúži na poistenie sa voči výkyvom v dodacích termínoch a neočakávaným situáciám.

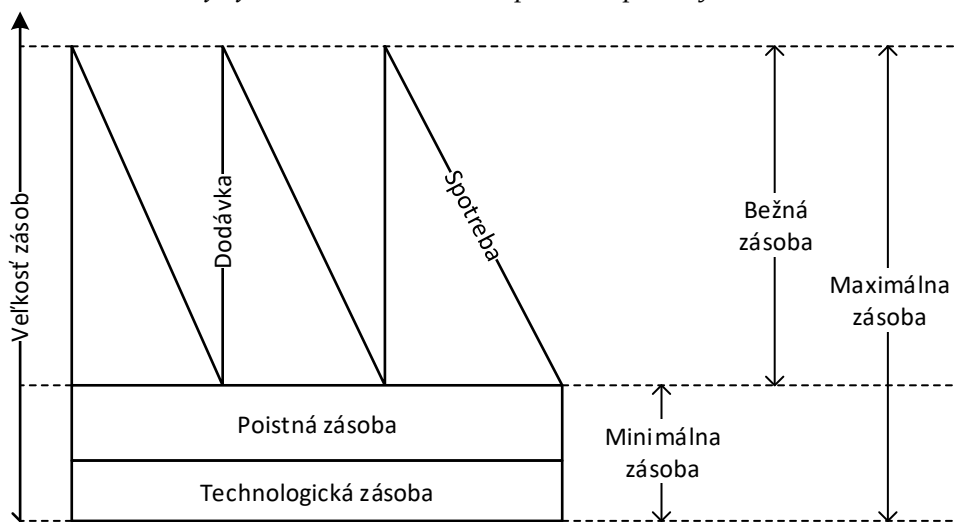
Technologická zásoba – dodatočná zásoba, ktorú si podnik môže tvoriť a jej výška závisí od náročnosti technologickej úpravy zásob než môžu vstúpiť do výrobného procesu.

Minimálna hladina zásob – súčet poistnej a technologickej zásoby

Bežná zásoba – všeobecne sa počíta ako priemerná veľkosť dodávky

Maximálna hladina zásob – súčet bežnej a minimálnej zásoby

Obr. 3 – Hladinový systém riadenia zásob a priebeh spotreby.



Metódy diferencovania zásob vychádzajú z poznatku, že všetky jednotlivé druhy zásob alebo skupiny zásob majú rozdielnu dôležitosť a podiel na celkovej spotrebe,

²⁶ SYNEK, Miloslav. *Podniková ekonomika. 4. přeprac. a doplň. vyd.* Praha: C. H. Beck, 2006, 475 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-892-4

a preto by mali byť diferencované podľa týchto kritérií a klasifikované do rozličných skupín a ich riadenie by malo byť prispôbené podľa tohto zaradenia a to napríklad alokovaním primeranému množstvu podnikových prostriedkov (čas na plánovanie, nákup, organizáciu, atď.)²⁷ Je zrejmé, že každý podnik bude buď úmyselne, alebo intuitívne klasifikovať zásoby na viac a menej dôležité, a preto väčšina riadení podnikových zásob bude diferencovať zásoby aspoň na nejakej minimálnej úrovni – aj manažéri menších podnikov podvedome vedia, ktoré zásoby sú pre nich hlavné, a ktoré vedľajšie, doplnkové – preto sa dá povedať, že úplne nediferencované metódy sa v praxi nevyskytujú.

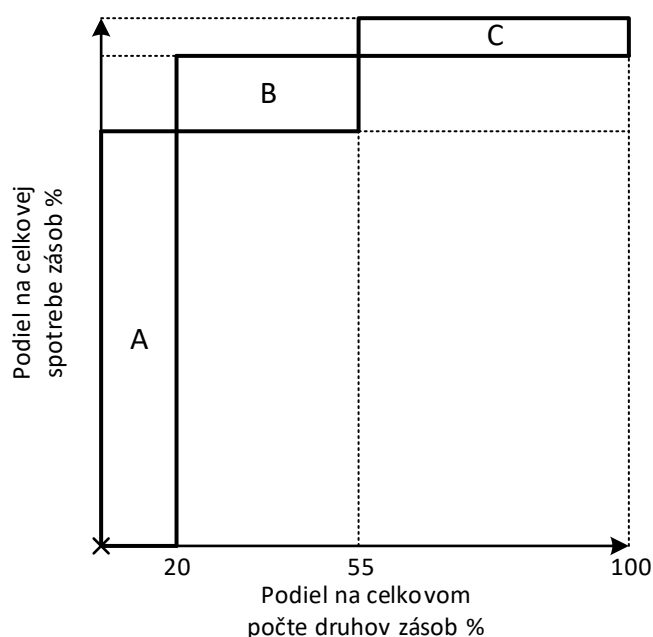
Toto riadenie zásob vychádza z empirického pozorovania, že vo výrobných podnikoch sa dá uplatniť Parettovej princípu, podľa ktorého bude zhruba 80% podielu na celkovej spotrebe vyrobeného použitím asi 20% druhov zásob.

Najznámejšou diferencovanou metódou je **ABC metóda**, ktorá, ako názov napovedá, delí zásoby do 3 (niekedy 4) kategórií podľa už spomenutých kritérií a to podľa nasledovného orientačného kľúča: skupina A obsahuje výrobné zásoby, ktoré sa podieľajú na asi 70-80% celkovej spotreby výrobných zásob, pričom sú tvorené asi 15-20% počtu druhov zásob. Skupina B tvorí 15-20% podielu spotreby a je tvorená asi 20-40% druhov zásob. Skupina C tvorí asi 5-15% podielu spotreby a je tvorená asi 50-70% druhov zásob.²⁸

²⁷ MAJTÁN, Štefan. Nákup a riadenie zásob. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2004, 77 s. ISBN 80-225-1917-0.

²⁸ MAJTÁN, Štefan, Gabriela DUBCOVÁ, Katarína GRANČIČOVÁ, Helena MAJDÚCHOVÁ, Anna NEUMANNOVÁ, Daniela RYBÁROVÁ, Pavol SERINA a Miroslav TÓTH. Podnikové hospodárstvo. 2. prepracované vydanie. Bratislava: Sprint 2, 2012, 323 s. [19,63 AH]. Economics. ISBN 978-80-89393-63-3.

Obr. 4 – ABC metóda riadenia zásob.



1.5.2 Analýza a optimalizovanie zásobovacieho cyklu

Pri podnikoch, ktorých objem výroby a od toho sa odvíjajúca potreba zásob prebieha rovnomerne, s minimálnymi výkyvmi, je vhodné využiť exaktnejší spôsob riadenia zásob a to pomocou vypočítania **optimálnej veľkosti dodávky** a od nej sa odvíjajúcej frekvencie dodávok. Jedná sa o matematicky robustnejšiu a exaktnejšiu metódu, ktorá ale predpokladá stabilitu plánovanej výroby a odbytu hotových výrobkov, teda rovnomerný a relatívne predvídateľný cyklus zásob. Cieľom je minimalizácia nákladov spojených s obratom zásob.²⁹

Základom pre výpočet a optimalizáciu veľkosti dodávky je **nákladová funkcia zásob**, ktorá počíta s nákladmi na obstaranie zásob a s nákladmi súvisiacimi so skladovaním. Jej základný tvar vyzerá nasledovne:³⁰

²⁹ MAJTÁN, Štefan. Nákup a riadenie zásob. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2004, 77 s. ISBN 80-225-1917-0.

³⁰ KRÁĽOVIČ, Jozef a Karol VLACHYNSKÝ. Finančný manažment. 3. preprac. a dopl. vyd. Bratislava: Iura Edition, 2011, 468 s. [30,00 AH]. Ekonómia. ISBN 978-80-8078-356-3.

$$N = \frac{S}{Q} \cdot N_N + \frac{Q}{2} \cdot N_S$$

N – celkové náklady na zásoby (danú skupinu zásob)

S – ročná spotreba zásob, alebo danej skúmanej zásoby/skupiny zásob (naturálne alebo hodnotové vyjadrenie)

Q – veľkosť jednej dodávky zásob (naturálne alebo hodnotové vyjadrenie – jednotne ako pri S)

N_N – náklady na jednu dodávku zásob

N_S – ročné náklady na skladovanie jednotky zásob

Prvý člen funkcie vyjadruje náklady na dodávku, pričom podiel ročnej spotreby danej skúmanej zásoby S a veľkosť jednej dodávky danej zásoby Q nám v podstate vyjadruje počet dodávok danej zásoby za rok, a potom prenasobením nákladmi na jednu dodávku získavame celkové ročné náklady na dodávku danej skúmanej zásoby. Dôležité je si uvedomiť, že táto základná nákladová funkcia nepracuje vôbec s kúpou cenou jednotky skúmanej zásoby. Túto premennú zohľadníme v rozvinutej verzii funkcie.

Druhý člen funkcie vyjadruje náklady skladovacie, kde z veľkosti jednej dodávky Q získavame priemerný stav zásob delením dvomi – pri rovnomernej spotrebe je pravdivosť takto vypočítanej veľkosti priemerného stavu zásob viditeľná aj z obrázku 4 – *Hladinový systém riadenia zásob a priebeh spotreby*. Takto získaný priemerný stav zásob potom prenasobíme jednotkovými ročnými skladovými nákladmi danej zásoby.

Ako sme spomínali, cieľom je minimalizácia nákladov spojených s obratom zásob, preto **riešením** nákladovej funkcie pri snahe optimalizovať veľkosť a frekvenciu dodávok je **hľadanie minima funkcie**. Na nájdenie extrému položíme prvú deriváciu nákladovej funkcie do rovnosti s 0 a po úprave dostávame nasledovný tvar:³¹

$$\frac{N_S}{2} - \frac{S \cdot N_N}{Q^2} = 0 \rightarrow \frac{N_S}{2} = \frac{S \cdot N_N}{Q^2}$$

Z čoho nám vyplýva, že náklady sú minimalizované, ak sa rovná veľkosť nákladov skladovania a veľkosť nákladov dodávky zásob. (Ak by sme výsledný tvar

³¹ KRÁĽOVIČ, Jozef a Karol VLACHYNSKÝ. Finančný manažment. 3. preprac. a dopl. vyd. Bratislava: Iura Edition, 2011, 468 s. [30,00 AH]. Ekonómia. ISBN 978-80-8078-356-3.

upravenej zderivovanej funkcie pre násobili Q , získali by sme na oboch stranách rovnice tvar oboch členov z pôvodnej funkcie pred úpravami.) Ak z tohto vzorca vyjadríme Q , dostaneme vzorec na výpočet *optimálnej veľkosti dodávky* Q_{opt} :

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot N_N}{N_S}}$$

Základnú nákladovú funkciu možno ďalej rozvinúť a **zahrnúť cenu C** nakupovanej zásoby, ktorá sa prejaví v oboch členoch funkcie. V rámci člena funkcie, ktorý vyjadruje skladovacie náklady možno navyše kúpnu cenu modifikovať **mierou úroku i** z viazaného kapitálu v zásobách (resp. požadovanou mierou výnosu z kapitálu). Je potrebné si uvedomiť, že pri takto rozšírenej nákladovej funkcii musí byť spotreba S a veľkosť dodávky Q vyjadrená v naturálnych jednotkách (v základnej verzii funkcie možno dosadiť aj hodnotové vyjadrenie), nakoľko tieto jednotky budú násobene jednotkovou cenou. Takto rozšírená nákladová funkcia potom vyzerá nasledovne:

$$N = \frac{S}{Q} \cdot N_N + \frac{Q}{2} \cdot (N_S + C \cdot i)$$

Nakoľko prvý člen vyjadrujúci náklady dodávky obsahuje premennú v naturálnych jednotkách - ktorá by bolo násobená kúpnu cenou C - aj v čitateli (spotreba S) aj v menovateli (veľkosť dodávky Q), táto premenná sa vykrátí a preto sa vo funkcii nevyskytuje. (Cena C sa samozrejme dodatočne prejaví v kalkulácii celkových nákladov ako hodnota nakupovaných zásob a dodatočne ju dosadíme jednoduchým výpočtom ako násobok ročnej spotreby danej zásoby S a jej ceny C .) Z takto rozšírenej funkcie si následne odvodíme modifikovanú kalkuláciu optimálnej veľkosti dodávky Q_{opt} :

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot N_N}{N_S + C \cdot i}}$$

Ako sme si doteraz ukázali, prístup k riadeniu zásob a aplikované metódy riadenia zásob majú zásadný vplyv na reálnu ekonomickú situáciu podniku a veľkého mieru prispievajú k jeho nákladovému zaťaženiu a výsledku hospodárenia.

Pri analýze riadenia zásob podniku je potrebné analyzovať aj kľúčový ukazovateľ **doba obratu zásob**. Je to základný ukazovateľ analýzy cyklu zásob vypovedajúci o priemernom čase, počas ktorého je podnikový kapitál viazaný v zásobách (najčastejšie používaná jednotka je vyjadrenie v dňoch). Doba obratu zásob sa dá chápať aj ako čas ktorý uplynie od vloženia kapitálu do nákupu zásob, celý priebeh podnikového transformačného procesu a až po predaj hotových výrobkov vyprodukovaných z daných zásob a následného inkasa získaného kapitálu.³² Existuje viacero spôsobov výpočtu tohto ukazovateľa, analyticky sa najčastejšie využíva nasledujúci vzorec:

$$D_o = \frac{s \cdot d}{O}$$

s – priemerný stav zásob za sledované obdobie

d – počet dní v sledovanom období

O – celkový obrat (spotreba) zásob za sledované obdobie

V literatúre a aj praxi sa často stretávame s tým, že v menovateli figuruje namiesto hodnoty spotreby suma tržieb za dané výrobky za sledované obdobie, no tú narážame na problém nejednotnosti cien, nakoľko priemerný stav zásob sa udáva v nákupných cenách podniku, no hodnota obratu sa väčšinou udáva v predajných cenách, čo nám podáva skreslený obraz reálnej hodnoty ukazovateľa, keďže menovateľ je navýšený o obchodnú maržu, a teda doba obratu zásob sa javí nižšia než reálne je.

Znižovanie doby obratu zásob ako hlavnej súčasti doby obratu pracovného kapitálu výrobných podnikov je v modernom podnikovom manažmente jednou z najzásadnejších sfér optimalizácie rentability kapitálu a celkových hospodárskych výsledkov podniku.

³² KRÁĽOVIC, Jozef a Karol VLACHYNSKÝ. Finančný manažment. 3. preprac. a dopl. vyd. Bratislava: Iura Edition, 2011, 468 s. [30,00 AH]. Ekonómia. ISBN 978-80-8078-356-3.

2 Ciel' práce

Za hlavný cieľ tejto záverečnej práce sme vytýčili analýzu úrovne riadenia zásob konkrétneho podniku a následné matematicko-štatistické modelovanie takto spracovaných dát.

Vedľajší cieľ tejto práce je matematická optimalizácia riadenia podnikových zásob daného podniku na základe analyzovaných údajov získaných na dosiahnutie hlavného cieľa.

Dosiahnutie hlavného a vedľajšieho cieľa záverečnej práce je podmienené úspešným splnením čiastkových cieľov. Čiastkové ciele možno rozdeliť na ciele teoretickej a praktickej časti práce.

Teoretická časť má vytýčené nasledovné čiastkové ciele:

- ⊖ ilustrovať bežne využívané matematické a štatistické metódy v ekonómii
- ⊖ vysvetliť použité metódy a interpretáciu použitého modelu
- ⊖ objasniť náklady podniku viazané na zásoby a kalkulácie s nimi
- ⊖ načrtnúť bežné prístupy a metódy riadenia zásob

Praktická časť má vytýčené nasledovné čiastkové ciele:

- ⊖ analyzovať získané údaje konkrétneho podniku za dané obdobia
- ⊖ vypočítať a zhodnotiť koreláciu úrovne zásob podniku a podnikových hospodárskych ukazovateľov
- ⊖ vypočítať ukazovatele hodnotenia riadenia zásob daného podniku a prezentovať zistené trendy
- ⊖ určiť optimálne hodnoty za účelom minimalizovania nákladov spojených so zásobami podniku

3 Metodika práce a metody skúmania

Na úspešné naplnenie cieľov vytýčených v tejto práci a objasnenie skúmanej problematiky sme od počiatočného stavu využili rôzne vedecké postupy a metódy.

Výskum skúmanej problematiky bol vykonaný najmä z knižných zdrojov a to ako od slovenských, tak aj zahraničných autorov a boli pri ňom využité metódy dedukcie a indukcie. Vizuálne spracovanie do grafov, tabuliek, schém a obrázkov bolo vykonané použitím grafických metód.

Praktická časť využila metódu analýzy na spracovanie údajov z účtovníctva a skladovej evidencie získaných priamo od skúmanej spoločnosti ENPAY TRANSFORMER COMPONENTS, s.r.o. a z verejne dostupných internetových zdrojov, ktoré boli následne matematicko-štatistickými metódami spracované na dosiahnutie stanovených cieľov, a to konkrétne využitím časových radov, lineárnej regresie a korelačnej analýzy a grafickým modelovaním.

V celej práci bola využitá aj metóda porovnávania.

4 Výsledky práce a diskusia

4.1 Základné údaje o spoločnosti

Obchodné meno: ENPAY TRANSFORMER COMPONENTS, s.r.o.

Sídlo: Krškany 38, 93401 Krškany

Identifikačné číslo organizácie: 35939389

Daňové identifikačné číslo: 2022021210

Dátum vzniku spoločnosti: 07.06.2005

Predmet činnosti:

- výroba transformátorov
- výroba jadier do transformátorov
- výroba izolátorov do transformátorov
- výroba nádrží pre transformátory
- veľkoobchod v rozsahu voľných živností
- maloobchod v rozsahu voľných živností
- sprostredkovanie obchodu, výroby a služieb v rozsahu voľných živností
- výroba izolačných komponentov do transformátorov

4.2 Charakteristika spoločnosti

4.2.1 Všeobecná charakteristika

Spoločnosť ENPAY TRANSFORMER COMPONENTS s.r.o. je súčasťou skupiny ENPAY pôsobiacej v štyroch krajinách, Turecko, Slovensko, India, Bulharsko s globálnym sídlom v Turecku, ktorá sa zameriava na výrobu komponentov do transformátorov využívaných v elektrických sieťach. Globálne sa spoločnosť radí medzi relatívne malý počet etablovaných spoločností podnikajúcich v oblasti výroby transformátorových komponentov.

Organizačná jednotka na Slovensku ENPAY TRANSFORMER COMPONENTS, s.r.o. bola založená 12. mája 2005 a do obchodného registra bola zapísaná 7. júna 2005. Základné imanie spoločnosti je 1 841 433 Eur. V roku 2019 mal podnik priemerný počet zamestnancov 368.

4.2.2 Charakter výrobného procesu

Výroba transformátorov a ich komponentov je materiálovo nákladová a technologicky veľmi odborná a úzko špecifická oblasť priemyselnej strojárkej výroby. Vzhľadom najmä na tieto 2 faktory – technologickú a nákladovú náročnosť – a fakt, že výroba a výrobky spadajú pod prísnu reguláciu, predstavuje táto oblasť vysoké vstupné požiadavky na začatie podnikania. Preto na globálnom trhu existuje relatívne nízky počet spoločností s relevantným podielom. Tento fakt sa odzrkadľuje aj na nižšom počte dodávateľov materiálov a odberateľov výrobkov.

Charakter výroby podniku je typicky nerovnomerný. Výroba podniku – množstvo a technické špecifikácie výrobkov - sa odvíja od súčasne spracúvaných zákaziek. Časové normy výroby výrobkov sú vysoko premenlivé od pár dní po niekoľko týždňov. Samotné zákazky a projekty sú plánované na kvartálnej báze a sú výsledkom rokovaní s odberateľmi, ktorí sú zadávateľmi požiadaviek na výrobky a ich množstvá. Plán výroby je teda dopytovo orientovaný, pričom pri akceptácii zákaziek sú zohľadnené výrobné kapacity podniku podľa noriem strojov, výrobných liniek a kapacít ľudských zdrojov. Podnik pracuje v 3 zmennej prevádzke.

4.2.3 Charakter zásob v podniku

Plán spotreby a nákupu výrobných zásob podniku sa odvíja od plánu výroby a dohodnutých zákaziek, a je teda zostavovaný takisto kvartálne. Výrobné zásoby sú dodávané od dodávateľov z viacerých krajín, napr. Nemecko, Švédsko, Česko, USA, Čína, Japonsko, Turecko. Dodávky výrobných zásob prebiehajú kombinovane lodnou (pri morských trasách) a kamiónovou dopravou priamo do skladov v areáli závodu v Krškanoch. V hodnotovom aj naturálnom vyjadrení dominuje výrobným zásobám transformátorová oceľ, tzv. trafoplech(y), ktorá tvorí cca 85-90% hodnoty nákupu výrobných zásob.

Hotové výrobky putujú z výroby priamo odberateľom, podnik teda bežne nevedie zásoby hotových výrobkov.

Zásoby sa oceňujú nižšou z nasledujúcich hodnôt: obstarávacou cenou (nakupované zásoby) alebo vlastnými nákladmi (zásoby vytvorené vlastnou činnosťou) alebo čistou realizačnou hodnotou.

Obstarávacia cena zahŕňa cenu zásob a náklady súvisiace s obstaraním (clo, prepravu, poistné, provízie, skonto a pod.). Úroky z cudzích zdrojov nie sú súčasťou obstarávacej ceny. Nakupované zásoby sa oceňujú váženým aritmetickým priemerom z obstarávacích cien.

Vlastné náklady zahŕňajú priame náklady (priamy materiál, priame mzdy a ostatné priame náklady) a časť nepriamych nákladov bezprostredne súvisiacich s vytvorením zásob vlastnou činnosťou (výrobná réžia). Výrobná réžia sa do vlastných nákladov zahŕňa v závislosti od stupňa rozpracovanosti týchto zásob. Správna réžia a odbytové náklady nie sú súčasťou vlastných nákladov. Súčasťou vlastných nákladov nie sú úroky z cudzích zdrojov.

Čistá realizačná hodnota je predpokladaná predajná cena znížená o predpokladané náklady na ich dokončenie a o predpokladané náklady súvisiace s ich predajom.

4.3 Analýza zásob podniku

V celej našej práci pracujeme s údajmi z účtovných kníh a skladového hospodárstva podniku. Venujeme sa obdobiu 5 rokov a to od 1.1.2014 do 31.12.2018. V rámci zásob podniku sa venujeme výlučne výrobným zásobám, ktoré sa v účtovníctve

účtujú ako materiál. Dôvody prečo sa venujeme iba výrobným zásobám podniku sú nasledovné: ako sme spomínali, podnik hotové výrobky z výroby okamžite nakladá na kamióny a odosiela odberateľom a nevedie teda zásoby hotových výrobkov – akékoľvek uskladnenie výrobkov je len dôsledkom logistických prestojov a je spravidla extrémne krátkodobé; podnik vyrába nerovnomerne a aj objem skladovaných zásob je vysoko variabilný a kolísavý – výrobné zásoby sa preto javia ako ideálny kandidát na matematické modelovanie a optimalizovanie.

Za účelom dosiahnutia stanovených cieľov praktickej časti sme analyzovali vývoj úrovne výrobných zásob, priebeh spotreby materiálu, frekvenciu dodávok a vývoj tržieb za vlastné výrobky.

4.3.1 Vývoj zásob a priebeh ich spotreby

Na analýzu priebehu úrovne zásob a spotreby počas rokov 2014 až 2018 v podniku sme využili údaje z účtovníctva poskytnuté vedením podniku. Pre získanie prvej perspektívy pohyblivosti a hodnôt, v ktorých sa pohybuje úroveň skladovaných zásob a ich spotreba sme využili syntetické účty 112 - Materiál na sklade resp. 501 - Spotreba materiálu. Hodnoty účtu 501 – Spotreba materiálu boli využitím údajov z analytických účtov očistené, aby obsahovali iba hodnoty spotreby výrobných zásob (boli odstránene položky ako kancelárske potreby, spotreba pohonných hmôt, a pod.). Údaje sú zobrazené v *tabuľke č. 1*, resp. *tabuľke č. 2* a graficky v zodpovedajúcom *grafe č. 1*

Z týchto údajov je zreteľné, že obe sledované premenné majú dlhodobý rastúci trend, pričom spotreba rastie rovnomernejšie a pravidelnejšie, s najväčšími odchýlkami smerom nadol počas decembra (platí pre všetky sledované obdobia) – čo je následkom početnosti dní pracovného voľna a dovolení typických v tomto mesiaci, a teda nižšej produkcie. Pri vývoji zásob badať tri významné obdobia rastu s lokálnymi maximami v novembri 2015, októbri 2017 a októbri 2018. Tento fakt bol vysvetlený vedením podniku ako fázy predzásobenia sa v časoch výhodných nákupných cien.

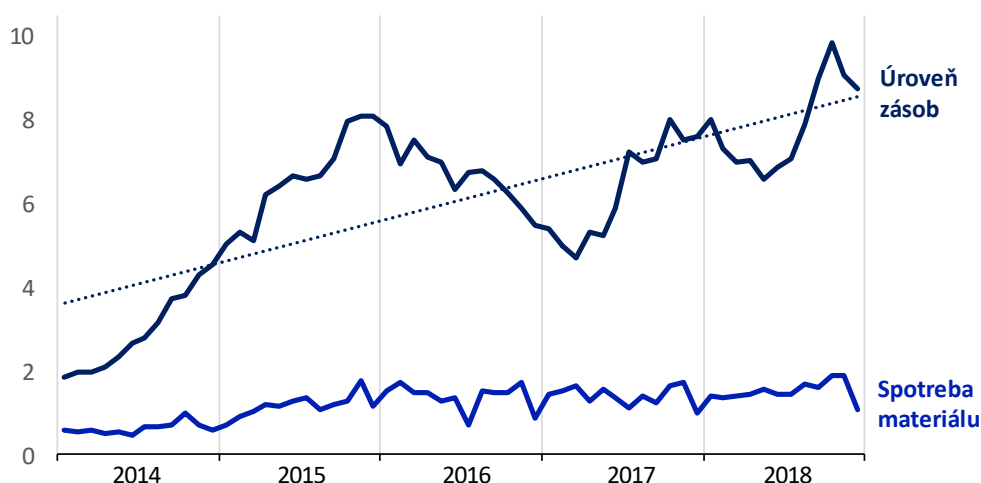
Tab. 1 – Vývoj úrovne zásob (v EUR)

	2014	2015	2016	2017	2018
Počiatkový stav	1 376 114	4 565 978	8 097 946	5 491 053	7 603 722
1	489 816	468 959	- 230 045	- 87 829	412 143
2	96 320	311 128	- 913 943	- 418 700	- 689 943
3	24 810	- 231 894	575 176	- 280 347	- 325 293
4	112 034	1 129 751	- 399 893	639 158	45 702
5	246 725	193 419	- 140 206	- 113 560	- 456 392
Mesačné zmeny	331 786	235 972	- 645 728	662 578	268 914
7	125 791	- 79 959	400 844	1 333 453	209 277
8	374 373	70 176	31 903	- 244 577	837 400
9	570 555	435 530	- 200 113	119 192	1 076 150
10	72 152	877 516	- 312 188	922 945	886 556
11	492 385	121 843	- 381 737	- 500 614	- 795 798
12	253 116	- 473	- 390 963	80 973	- 330 503
Konečný stav	4 565 978	8 097 946	5 491 053	7 603 722	8 741 935

Tab. 2 – Priebeh spotreby (v EUR)

	2014	2015	2016	2017	2018
Počiatkový stav	0	0	0	0	0
1	577 021	715 085	1 514 420	1 426 676	1 396 671
2	550 147	933 670	1 718 924	1 529 575	1 363 535
3	580 391	1 018 918	1 468 699	1 649 301	1 426 146
4	490 355	1 189 458	1 492 575	1 266 585	1 440 238
5	558 129	1 166 263	1 264 286	1 569 453	1 572 958
Mesačné hodnoty	455 720	1 290 043	1 385 444	1 382 814	1 427 212
7	672 013	1 368 616	714 818	1 122 327	1 452 819
8	677 927	1 088 153	1 548 604	1 389 581	1 695 497
9	701 669	1 194 559	1 480 941	1 256 340	1 602 817
10	1 010 641	1 300 960	1 473 164	1 637 787	1 886 551
11	724 977	1 758 686	1 716 825	1 746 378	1 897 940
12	597 959	1 162 904	876 894	990 700	1 061 173
Konečný stav	7 596 949	14 187 315	16 655 593	16 967 517	18 223 557

Graf 1 – Vývoj úrovne zásob a priebeh ich spotreby v čase (v miliónoch Eur)



Pri dopytovo orientovanej produkcii a spôsobe plánovania zásob a výroby - ako bol opísaný v predošlej kapitole - očakávame, že úroveň zásob sa bude do značnej miery odvíjať od spotreby materiálu – teda sledujeme vzájomnú závislosť hodnôt premennej úrovne zásob a premennej spotreba materiálu. Na vypočítanie tejto miery závislosti použijeme niektoré ukazovatele korelačnej analýzy, podľa postupu opísaného v teoretickej časti v kapitole 1.4 *Modely a metódy využité v tejto práci*.

Hodnota takto vypočítaného **korelačného koeficienta** je **0,76317**. To interpretujeme ako významnú mieru korelácie, i keď v našom prípade by sme očakávali, že miera korelácie bude vyššia, vzhľadom na už opísané okolnosti simultánneho plánovania oboch premenných, avšak tento ukazovateľ poznačili spomenuté fázy predzásobovania sa.

Hodnota nami vypočítaného **koeficientu determinácie** je **0,58243**. Tento výsledok teda interpretujeme tak, že zmena úrovne zásob je na 58,243% spôsobená zmenou spotreby materiálu a zvyšných zhruba 41,75% zmeny pripadá na iné faktory (premenné).

4.3.2 Regresná analýza zásob, spotreby a tržieb

Keďže sme zistili, že existuje korelačný vzťah medzi týmito premennými, pre ešte presnejšie určenie vzťahu týchto dvoch premenných a vyjadrenie smeru a stupňa závislosti ich podrobíme **regresnej analýze** – v tomto prípade sa jedná o jednoduchú

lineárnu regresiu dvoch premenných: nezávislú premennú spotreba materiálu a závislú premennú úroveň zásob.

Regresnú funkciu a regresnú analýzu, a ich grafické zobrazenie sme vykonali pomocou softvéru Microsoft Excel 2019. Jej výsledky sú prezentované v nasledujúcom dátovom balíku, pod ktorým nasleduje grafické zobrazenie výstupov analýzy a následne vysvetľujúca a interpretačná časť. Použili sme štandardnú hodnotu confidence level (miera istoty) 95%.

Tab. 3 – Regresná analýza spotreby materiálu (x) a úrovne zásob (y). /Pozn.: Výraz na konci niektorých čísel „ $E \pm i$ “, je notácia Excelu a ekvivalentným vyjadrením zápisu je „ $\cdot 10^{\pm i}$ “/

SUMMARY OUTPUT

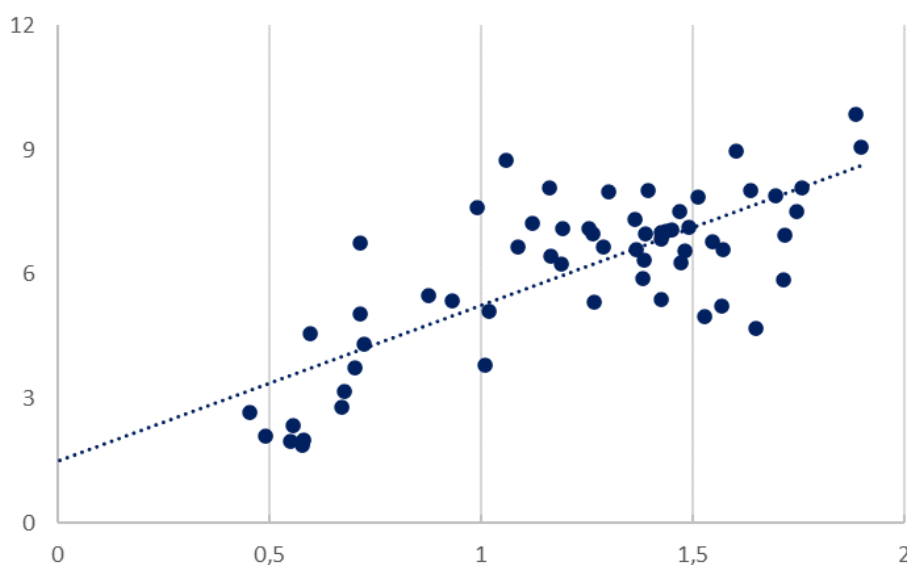
Regression Statistics	
Multiple R	0,763175187
R Square	0,582436366
Adjusted R Square	0,575236993
Standard Error	1262242,19
Observations	60

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	1,28896E+14	1,29E+14	80,90099	1,35406E-12
Residual	58	9,24088E+13	1,59E+12		
Total	59	2,21305E+14			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	1485949,182	537859,1378	2,762711	0,007667	409307,1418	2562591,2
Spotreba	3,756898582	0,417688547	8,994497	1,35E-12	2,920804115	4,592993

Graf 2 – Regresná funkcia. x =spotreba materiálu; y =úroveň zásob (v miliónoch Eur)



Výstup analýzy interpretujeme nasledovne: Multiple R je hodnota už vypočítaného **korelačného koeficienta**; rovnako hodnota R Square je už vypočítaná hodnota **koeficientu determinácie**.

Štandardná chyba (Standard Error) **1 262 242** je pomerne vysoká štandardná chyba, nakoľko hodnoty našej vzorky sa pohybujú v rozmedzí cca 2-11 miliónov, avšak v rozbere štandardnej chyby v posledných dvoch riadkoch analýzy vidíme, že do veľkej miery je za veľkosť štandardnej chyby zodpovedná hodnota *a konštanty*, a to kvôli tomu, že naša vzorka neobsahuje hodnoty spotreby materiálu blízke 0.

V sekcii ANOVA je potvrdená nulová hypotéza, keďže hodnota Significance F testu a aj čiastkové hodnoty P-values, majú hodnotu nižšiu ako 0,05 – naša miera neistoty. Náš model teda **vhodne reprezentuje** dáta.

Hodnoty koeficientov **Coefficients** nám opisujú predpis regresnej funkcie, ktorá je na grafe č. 2 zobrazená prerušovanou čiarou a jej predpis teda vyzerá nasledovne:

$$y = 1485949,182 + 3,756898582x$$

Priemerne teda náš model predpokladá, že s rastom spotreby materiálu o 1 Euro porastie úroveň zásob o zhruba 3,76 Eur.

Zároveň nám ukazovatele **Lower/Upper 95%** hovoria, že ak spotreba materiálu porastie o 1 Euro, tak s 95% pravdepodobnosťou porastie úroveň zásob o hodnotu v rozmedzí týchto 2 hodnôt, teda v rozmedzí od cca 2,921 Eur do cca 4,593 Eur.

Pri analýze vzťahu **spotreby materiálu a tržieb za vlastné výrobky** predpokladáme vysokú mieru korelácie, keďže výška tržieb sa odvíja primárne od nákladov vynaložených na ich výrobu. Miera korelácie bude negatívne poznačená najmä tým, že kvartálne dohodnuté ceny výrobkov odberateľom a dohodnuté ceny materiálu od dodávateľov spolu nemusia súvisieť, nakoľko sú tieto 2 druhy cien dohadované na 2 rôznych frontoch. Druhý činiteľ, ktorý bude znižovať mieru korelácie, je rozličný mix výrobkov vyrábaný v rozličných mesiacoch, a ich rozdielna jednotková obchodná marža a pridaná hodnota.

Tab. 4 – *Vývoj tržieb za vlastné výrobky (v EUR)*

		2014	2015	2016	2017	2018
	Počiatočný stav	0	0	0	0	0
	1	1 378 270	1 249 379	2 542 141	2 657 398	1 880 512
	2	1 224 877	1 388 836	3 008 563	2 265 237	2 317 713
	3	1 102 255	1 787 194	2 737 410	2 825 491	2 695 011
	4	1 025 055	1 609 249	2 774 408	2 365 831	2 288 223
	5	1 165 866	1 931 583	1 995 648	2 426 722	2 470 137
Mesačné hodnoty	6	944 441	2 083 940	2 105 361	2 667 326	2 365 246
	7	1 206 927	2 344 325	1 836 194	1 937 830	2 426 388
	8	1 258 848	2 134 396	2 254 244	2 383 134	2 611 829
	9	1 443 143	2 079 723	2 718 886	2 137 179	2 205 495
	10	1 788 475	2 737 923	2 500 878	2 721 514	2 974 013
	11	1 387 399	2 589 110	2 190 904	2 523 756	2 909 941
	12	739 550	2 029 633	1 478 484	1 649 144	1 271 068
	Konečný stav	14 665 106	23 965 290	28 143 122	28 560 563	28 415 575

Tab. 5 – Regresná analýza spotreby materiálu (x) a tržieb za vlastné výroby (y).

SUMMARY OUTPUT X=Spotreba Y=Tržby

Regression Statistics	
Multiple R	0,914956975
R Square	0,837146266
Adjusted R Square	0,834338443
Standard Error	240541,7657
Observations	60

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	1,72509E+13	1,73E+13	298,1478	1,57649E-24
Residual	58	3,3559E+12	5,79E+10		
Total	59	2,06068E+13			

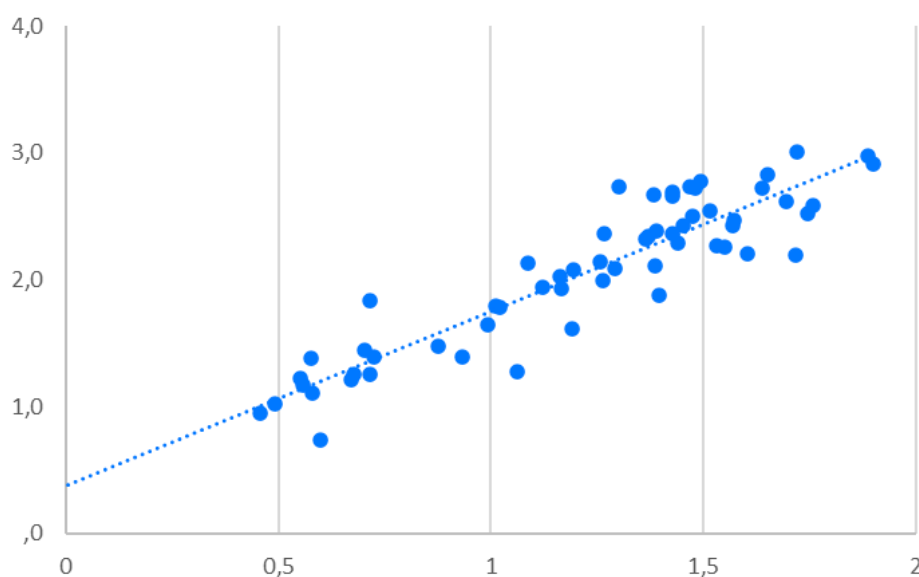
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	375843,3075	102498,2272	3,666827	0,000535	170670,8141	581015,8009
Spotreba	1,374409591	0,079597673	17,26696	1,58E-24	1,215077539	1,533741644

Vidíme, že korelačný koeficient je naozaj vysoký – 0,915 – čo svedčí o vysokej miere závislosti týchto premenných. Regresná funkcia teda nadobúda nasledujúci predpis:

$$y = 375843,3075 + 1,374409591x$$

Analogicky ako pri interpretácii predošlých premenných úrovní zásob a spotreba materiálu by sme interpretovali aj výsledky tejto analýzy – zaujímavé je napríklad porovnanie hodnôt štandardnej chyby sledovaných závislých premien a jeho grafická reprezentácia, ktorá sa prejaví nižšími priemernými vertikálnymi vzdialenosťami hodnôt na grafe od funkčných hodnôt regresnej funkcie v daných bodoch x.

Graf 3 – Regresná funkcia. x =spotreba materiálu; y =tržby z vlast. výrobkov (v miliónoch Eur)



Regresnej analýze podrobíme aj poslednú dvojicu premenných, pri ktorej nás bude zaujímať miera korelácie a závislosti **tržieb z vlastných výrobkov a úrovne zásob**. Ak sa zamyslíme nad chronologickou postupnosťou a nadväznosťou priebehu transformačného procesu podniku, je zrejmé, že korelácia medzi zásobami a tržbami by mala byť najnižšia (z 3 párov hodnôt, ktoré porovnávame), nakoľko medzi príjmom zásob na sklad a predajom hotového výrobku sa uskutoční najväčšie množstvo procesov, ktoré vstupujú do tvorby konečnej hodnoty ako relevantné faktory (premenné), no v našom modeli nebudú zohľadnené.

Tab. 6 – Regresná analýza úrovne zásob (x) a tržieb za vlastné výrobky (y).

SUMMARY OUTPUT X= Zásoby Y=Tržby

Regression Statistics	
Multiple R	0,682327811
R Square	0,465571241
Adjusted R Square	0,456356952
Standard Error	435749,1455
Observations	60

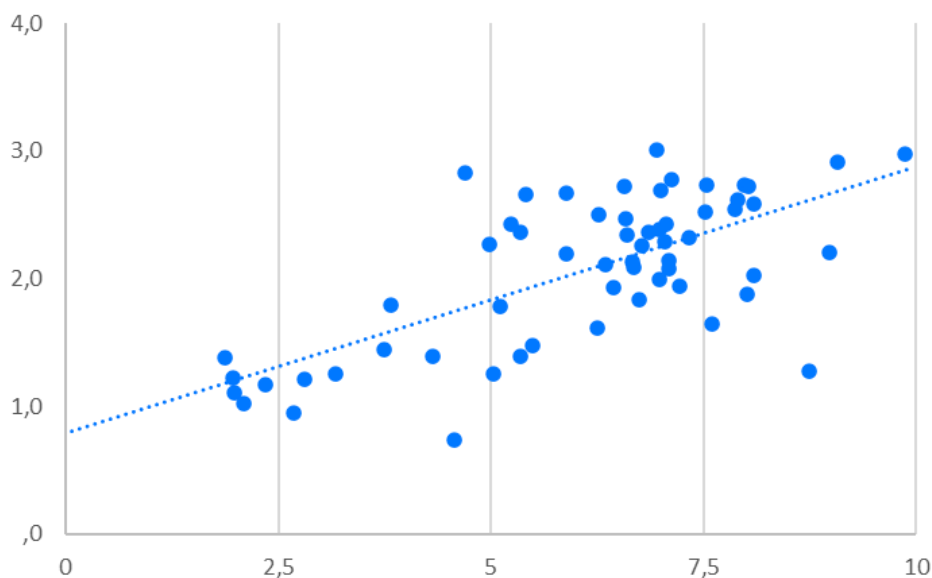
ANOVA						
	df	SS	MS	F	Significance F	
Regression	1	9,59395E+12	9,59E+12	50,52709	1,92845E-09	
Residual	58	1,10129E+13	1,9E+11			
Total	59	2,06068E+13				

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	793168,4568	187222,4001	4,236504	8,22E-05	418402,1051	1167934,808
Zásoby	0,208210846	0,029291471	7,108241	1,93E-09	0,149577595	0,266844096

Ako vidno z hodnoty koeficienta determinácie R Square, zmeny úrovne zásob sa podieľajú menej než polovičným podielom na vývine hodnôt tržieb. Predpis regresnej funkcie má tvar:

$$y = 793168,457 + 0,208210846x$$

Graf 4 – Regresná funkcia. x =úroveň zásob; y =tržby z vlast. výrobkov (v miliónoch Eur)



Ako sme už spomenuli, miera korelácie týchto 2 premenných je pomerne málo významná, no zaujímavé môže byť porovnanie regresného koeficientu vypočítaného v tejto analýze a rentability zásob, ktorú budeme počítať v nasledujúcej kapitole.

4.3.3 Ukazovatele hodnotenia úrovne riadenia zásob

Ukazovateľ s najdôležitejšou vypovedacou hodnotou je **doba obratu zásob**. Dobru obratu zásob počítame samostatne za všetkých 5 sledovaných období rokov 2014-2018.

Ukazovateľ vypočítame podľa vzťahu uvedeného v teoretickej časti v kapitole 1.5.2 *Analýza a optimalizovanie zásobovacieho cyklu*

Pri výpočte doby obratu zásob D_o vychádzame z priemernej úrovne zásob s za sledované obdobie d (rok) vyjadrenej v dňoch a celkovej spotreby zásob O (materiálu) za toto obdobie.

V našom prípade disponujeme počas jedného roka údajmi o stave zásob k poslednému dňu každého mesiaca, teda priemernú úroveň zásob vypočítame ako aritmetický priemer týchto 12 hodnôt.

Celkovú spotrebu materiálu získame ako súčet spotrieb počas každého mesiaca v danom roku. Tieto údaje, spolu so získanými hodnotami doby obratu zásob a vypočítanej rentability zásob sú zhrnuté v tabuľke č. 7.

Tab. 7 – Výpočet ukazovateľov hodnotenia úrovne riadenia zásob podniku

	2014	2015	2016	2017	2018
Priemerná úroveň zásob s (EUR)	2 947 214	6 614 885	6 712 128	6 334 556	7 872 957
Dĺžka sledovaného obdobia d (dni)	365	365	365	365	365
Celková ročná spotreba O (EUR)	7 781 094	14 481 906	16 975 711	17 259 178	18 535 203
Doba obratu zásob (dni)	138,25	166,72	144,32	133,96	155,04
Výsledok hospodárenia pred zdanením (EUR)	461 043	184 087	763 496	490 685	- 182 454
Rentabilita zásob (%)	15,64%	2,78%	11,37%	7,75%	neziskový rok

Pri výpočtoch sme zohľadnili faktory spomenuté v kapitole venujúcej sa tejto problematike v teoretickej časti. Celkovú spotrebu sme mali ocenenú rovnakými cenami ako ceny zásob, hodnoty spotreby sme očistili o nemateriálovú spotrebu, priemernú úroveň zásob sme počítali zo vzorky s robustnou vypovedacou hodnotou, nakoľko viazanosť kapitálu v zásobách pretrváva aj počas nevýrobných dní, počítali sme sledované obdobie ako plný kalendárny rok – 365 dní.

Úroveň riadenia zásob podniku hodnotíme v kontexte objektívnych limitácií podniku v oblasti technológie výroby a systému plánovania dodávok zásob nasledovne:

Vzhľadom na kvartálnu frekvenciu plánovania výroby a zásobovania nevidíme dôvod na prechovávanie zásob v takom objeme, aby doba obratu zásob presahovala dobu daného plánu, teda zhruba 90 dní. Navyše, vzhľadom na používané technologické postupy, kedy výrobný cyklus žiadnych výrobkov nepresahuje 30 dní, by mal podnik vyvinúť snahy na znižovanie doby obratu čo najbližšie k tejto hodnote – presný cieľ závisí aj od miery nespoľahlivosti dodávateľov a odchýlok dodávok zásob. Vysoká úroveň

zásob sa negatívne prejavuje aj na pomerne nízkej rentabilite zásob a samozrejme aj na zvyšných 2 ukazovateľoch, ktoré pracujú s rovnakými údajmi ako doba obratu zásob.

Ako sme už spomenuli pri analýze vývoja úrovne zásob, podnik prešiel fázami predzásobenia sa v časoch výhodných nákupných cien. V nasledujúcej kapitole sa budeme snažiť vypočítať nákladovú funkciu a overiť, či táto stratégia podniku viedla k zníženiu celkových nákladov zásob.

4.3.4 Analýza nákladov spojených so zásobami

Vychádzame z poznatkov o nákladovej funkcii, ktorú sme rozoberali v kapitole 1.5.2 *Analýza a optimalizovanie zásobovacieho cyklu*. Pripomeňme si rozšírenú podobu funkcie:

$$N = \frac{S}{Q} \cdot N_N + \frac{Q}{2} \cdot (N_S + C \cdot i)$$

Ako bolo uvedené v spomenutej kapitole, prvý člen počíta náklady dodávky a druhý člen náklady skladovania.

Zlomok prvého člena S/Q počíta **počet dodávok za obdobie** – v našom prípade kalendárny rok – a tento počet potom **násobí cenou jednej dodávky** N_N (cena samotnej prepravy materiálu). V našom prípade sme si počet dodávok za rok zistili pomocou analýzy údajov priamo zo skladového hospodárstva a teda túto hodnotu dosadíme namiesto S/Q . Cenu jednej dodávky nie je možné zistiť z údajov účtovníctva, nakoľko cena dodávky je zahrnutá v cene zásob, podľa uvedených oceňovacích predpisov. Priemerná cena dodávky nám bola poskytnutá kvalifikovaným odhadom vedením podniku ENPAY TRANSFORMER COMPONENTS, s.r.o.

Zlomok druhého člena $Q/2$ vyjadruje pri rovnomernej spotrebe **priemernú úroveň zásob za obdobie** – tento ukazovateľ sme vypočítali v predošlej kapitole a nebudeme ho teda prepočítavať podľa tohto vzorca, údaje jednoducho dosadíme z predošlých výpočtov. Funkcia počíta s tým, že priemernú úroveň zásob máme vyjadrenú v naturálnych jednotkách a teda túto hodnotu potom pre násobíme **jednotkovými (ročnými) skladovými nákladmi** N_S – prepočet jednotkových skladovacích nákladov môže byť rôzny v závislosti od špecifik podniku –, a potom ešte túto priemernú úroveň zásob v naturálnych jednotkách pre násobíme **cenou** C

a požadovanou/očakávanou **rentabilitou viazaného kapitálu i** (resp. úrokovou mierou).

Vzhľadom na podobu údajov, ktorými disponujeme, upravíme výpočet druhého člena funkcie – **ročné náklady skladovania** – nasledovne:

$$\frac{Q}{2} \cdot (N_s + C \cdot i) \Leftrightarrow s \cdot (k_o + i)$$

s – priemerná úroveň zásob v EUR počas roka

k_o – koeficient opotrebovania (degradácie) materiálu za rok

i – úroková miera resp. očakávaná rentabilita kapitálu viazaného v zásobách

Koeficient opotrebovania materiálu k_o predstavuje náklad reálny, nie účtovný, nakoľko zásoby ako účtovná položka sa neodpisujú. Dlhé skladové doby kovových materiálov sa nemusia prejavíť len na degradácii kvality materiálu priamo vo výrobe, alebo na kvalite hotových výrobkov, ale prejavia sa aj v podobe reklamácií, dlhodobom nižšej ako očakávanej kvalite výrobkov, znižovaní spokojnosti zákazníkov a pod.

Na stanovenie hodnoty tohto koeficienta použijeme dve štúdie, ktoré analyzovali komplexné dopady korózie a degradácie kovov na ekonomiku a HDP krajín a svetovej ekonomiky. Závbery relevantné pre účely nášho výpočtu zhrnieme nasledovne:

- ⊖ v roku 1975 stála kovová korózia ekonomiku USA 82 miliárd dolárov, čo predstavuje 4,9% jej hrubého národného produktu ³³
- ⊖ v roku 1995 boli náklady kovovej korózie v USA zredukované ... na 4.2% HDP. ³⁴
- ⊖ globálne odhady nákladov korózie sú \$2,5 bilióna, čo je ekvivalent 3.4% globálneho národného produktu (za rok 2013) ³⁵
- ⊖ pri automobilovom priemysle pripadalo cca 35% nákladov na výrobné náklady a 65% na operačné náklady (výrobok v prevádzke) ³⁶

³³ Corrosion: Understanding the Basics. ASM International. London: American Technical Publishers Ltd, 2000, 21 s. #06691G s. 7

³⁴ Corrosion: Understanding the Basics. ASM International. London: American Technical Publishers Ltd, 2000, 21 s. #06691G s. 11

³⁵ KOCH, Gerhardus, Jeff VARNEY, Neil THOMPSON, Oliver MOGHISSI, Melissa GOULD a Joe PAYER. *International Measures of Prevention, Application. And Economics of Corrosion Technologies Study*. Houston: NACE International, 2016, 213 s. (s. 3)

³⁶ KOCH, Gerhardus, Jeff VARNEY, Neil THOMPSON, Oliver MOGHISSI, Melissa GOULD a Joe PAYER. *International Measures of Prevention, Application. And Economics of Corrosion Technologies Study*. Houston: NACE International, 2016, 213 s. (s. 7)

Na stanovenie konkrétnej hodnoty koeficienta opotrebovania budeme pre zjednodušenie výpočtu na naše účely pracovať s axiómou, že prepád HDP môžeme lineárne premietnuť do nákladovosti materiálu – nakoľko štúdia vyjadruje hodnotu nákladov korózie ako dopad na HDP. Keďže prepád HDP má podľa štúdií klesajúcu tendenciu, budeme pracovať so základnou hodnotou na úrovni 3%, ktorú následne proporčne upravíme na časť nákladov prejavujúcich sa pre výrobcu (výrobné náklady v štúdiu), analogicky podľa údajov z automobilového priemyslu (35% z celkových nákladov). **Výslednú hodnotu koeficientu opotrebovania ko teda stanovíme na 1%.**

Požadovanú mieru **rentability kapitálu viazaného v zásobách i** stanovíme na konzervatívnu hodnotu s vysokou mierou istoty podľa bežnej úrokovej miery štátnych dlhopisov SR so splatnosťou 10 rokov v posledných rokoch – budeme teda rentabilitu počítat ako náklady obetovanej príležitosti – ktorá je v súčasnosti na úrovni **1% p.a.**³⁷

Podľa takto upraveného výpočtu nákladov pohybu zásob upravíme aj vzorec výpočtu **veľkosti optimálnej dodávky Q_{opt}** a vzorec výpočtu hodnoty **minima nákladovej funkcie N_{min}** odvodený dosadením hodnoty Q_{opt} do nákladovej funkcie.

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot O \cdot N_N}{k_O + i}}$$

$$N_{min} = \frac{O}{Q_{opt}} \cdot N_N + s \cdot (k_O + i)$$

Kalkulácie nákladov na pohyb zásob takto vypočítané sú prezentované v tabuľke č. 8.

³⁷ https://public.ardal.sk/emisie_sk.html Názov CP ŠD 234

Tab. 8 – Kalkulácia nákladov na pohyb zásob v sledovaných obdobiach

	2014	2015	2016	2017	2018
Počet dodávok	316	350	351	340	340
Cena dodávky (EUR)	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Celková ročná spotreba O (EUR)	7 781 094	14 481 906	16 975 711	17 259 178	18 535 203
Priemerná úroveň zásob s (EUR)	2 947 214	6 614 885	6 712 128	6 334 556	7 872 957
Koeficient opotrebovania materiálu k_o	1%	1%	1%	1%	1%
Úroková miera i	1%	1%	1%	1%	1%
Celkové náklady na pohyb zásob N (EUR)	690 944	832 298	836 243	806 691	837 459
z toho:					
Náklady dodávky (EUR)	632 000	700 000	702 000	680 000	680 000
Náklady skladovania (EUR)	58 944	132 298	134 243	126 691	157 459
Veľkosť optimálnej dodávky Q_{opt} (EUR)	1 247 485	1 701 876	1 842 591	1 857 912	1 925 368
Minimum nákladovej funkcie N_{min} (EUR)	71 419	149 316	152 668	145 270	176 713

Vidíme, že takto nízko stanovená úroková miera i sa nám premietne do poddimenzovaných nákladov na skladovanie, a nákladová funkcia bude v tom prípade optimalizovať náklady snahou o čo najvyššiu veľkosť dodávky. Z tohto poznatku vidno aj jeden nedostatok takéhoto modelu, a to fakt, že cena dodávky by sa mala znásobiť pri prekročení istých hodnôt, ktoré by zodpovedali kapacitám jedného prepravného prostriedku (kamión, loď) – náš model v podstate počíta s neobmedzenou kapacitou jedného prostriedku, ktorý bude mať vždy konštantnú cenu. Ak by sme mali poznatok o kapacitách prepravných prostriedkov, dal by sa tento faktor jednoducho zapracovať do výpočtu a značne by ovplyvnil aj absolútnu hodnotu, aj pomerovú skladbu zložiek celkových nákladov.

Zároveň môžeme kalkulovať, **pri akej percentuálnej zľave ceny materiálu je pre podnik výhodné sa predzásobiť**. Ak predpokladáme, že ceny dodávky a spotreba materiálu zostanú rovnaké, tak porovnávame hodnotu ušetrenej nákupnej ceny s nárastom skladovacích nákladov zásob.

Úsporu nákupu U vypočítame jednoducho ako rozdiel pôvodnej hodnoty nákupu a novej zľavenej hodnoty.

Prírastok skladovacích nákladov ΔN vypočítame pomocou zistenia zmeny hodnoty priemerných ročných zásob ΔS vyvolaných nakúpením dodatočných zásob a pre násobením hodnoty ΔS hodnotami koeficienta opotrebovania k_o a úrokovej miery i .

4.3.5 Zhrnutie odporúčaní podľa výsledkov analýzy

Ako bolo spomenuté, na základe kvartálnej frekvencie plánovania nákupu a spotreby zásob navrhujeme, aby sa priemerná úroveň zásob postupne znižovala a tým sa dosiahla doba obratu zásob pod 90 dní. Efekt takto uvoľneného kapitálu je možné porovnať s ušetrenými financiami pri nákupe zlacneného materiálu podľa postupu uvedeného na konci práce.

Vzhľadom na vysokú frekvenciu dodávok materiálu a pomerne stabilnú úroveň spotreby výrobných zásob sa javí riziko nedostatku zásob, výpadku dodávok a riziko obmedzenia výroby ako nízke. To sú ďalšie dôvody, prečo by sa mal podnik snažiť uvoľňovať vysoký stav zásob a re-investovať uvoľnený kapitál do iných podnikových sfér.

Záver

Analýza ekonomických údajov podniku a snaha ich matematicky modelovať a následne optimalizovať je jednou z kľúčových manažérskych úloh a efektívnym nástrojom ako pochopiť nedostatky hospodárskej činnosti podniku a uplatniť nápravné procedúry.

Hlavným cieľom našej práce bolo vykonať analýzu úrovne riadenia zásob konkrétneho podniku a následné matematicko-štatistické modelovanie takto spracovaných dát, čo sa nám úspešne podarilo pomocou uplatnený metód korelačnej a regresnej analýzy a zobrazením dát pomocou grafických metód.

Na dosiahnutie hlavného cieľa sme uplatnili teoretické poznatky opísané v prvej kapitole našej práce a tieto poznatky sme vhodne upravili, aby boli optimálne aplikovateľné na náš podnik a povahu údajov, ktorými disponujeme.

Podarilo sa nám zistiť, ako spolu súvisia jednotlivé časti organizácie a plánovania zásob podniku, ako sa podieľajú na tvorbe nákladov a výnosov podniku a identifikovali sme priestor na zlepšenie riadenia zásob podniku, ktorého implementácia bude závisieť od užších definícií podnikových možností a vízie smerovania podniku do budúcnosti.

Verím, že táto práca prinesie úžitok vedeniu podniku a takisto akademikom, ktorí by chceli získať teoretické a praktické poznatky zo skúmanej problematiky.

Zoznam použitej literatúry

1. SCARF, Herbert E., *Mathematical Programming and Economic Theory*. Cowles Foundation Discussion Papers 930, 1989, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University. Operations Research. DOI 38. 10.1287/opre.38.3.377.
2. MADDALA, G.S., *Introduction to Econometrics, 4th Edition*. New York: Wiley, 2009, 654 s. ISBN 978-0-470-01512-4.
3. JAKUBEC, Miroslav a Peter KARDOŠ. Riadenie hodnoty podniku. Bratislava: Wolters Kluwer, 2016, 281 s. [15,9 AH]. Ekonómia. ISBN 978-80-8168-460-9.
4. RYAN, Thomas P., *Modern Regression Methods, 2nd Edition*. New York: Wiley, 2008, 672 s. ISBN 978-0-470-08186-0.
5. CARTER, Michael, *FOUNDATIONS OF MATHEMATICAL ECONOMICS*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2001, 669 s. ISBN 0-262-03289-9
6. MOHAJAN, Haradhan Kumar, *Optimization Models in Mathematical Economics*. Journal of Scientific Achievements, May 2017; 2 (5): 30-42 s.
7. ZALAI, Karol, Arnold DÁVID, Jana ŠNIRCOVÁ, Elena MORAVČÍKOVÁ, Jana HURTOŠOVÁ a Daniela TUČNÍKOVÁ. Finančno-ekonomická analýza podniku. 9. aktual. a rozšir. vyd. Bratislava: Sprint 2, 2016, 487 s. [30,02 AH]. Economics. ISBN 978-80-89710-22-5.
8. CHIANG, A. Chiang,, Kevin WAINWRIGHT, *Fundamental methods of mathematical economics*. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin, 2005, 690 s. ISBN 978-0070109100.
9. INTRILIGATOR, Michael D., *Mathematical Optimization and Economic Theory*. Philadelphia, USA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002, 508 s. ISBN 978-0-89871-511-8.
10. JINDŘICHOVSKÁ, Irena. *Finanční management*. Praha: C. H. Beck, 2013, xviii, 295 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-052-2
11. KRÁĽOVIČ, Jozef a Karol VLACHYNSKÝ. *Finančný manažment. 3. preprac. a dopl. vyd.* Bratislava: Iura Edition, 2011, 468 s. [30,00 AH]. Ekonómia. ISBN 978-80-8078-356-3.
12. SYNEK, Miloslav. *Podniková ekonomika. 4. přeprac. a dopln. vyd.* Praha: C. H. Beck, 2006, 475 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-892-4.

13. GRZNÁR, Miroslav, Peter ŠINSKÝ a Štefan MARSINA. *Firemné plánovanie*. 2. vyd. Bratislava: Sprint dva, 2011, 260 s. Economics. ISBN 978-80-89393-35-0.
14. MAJTÁN, Štefan, Gabriela DUBCOVÁ, Katarína GRANČIČOVÁ, Helena MAJDÚCHOVÁ, Anna NEUMANNOVÁ, Daniela RYBÁROVÁ, Pavol SERINA a Miroslav TÓTH. *Podnikové hospodárstvo. 2. prepracované vydanie*. Bratislava: Sprint 2, 2012, 323 s. [19,63 AH]. Economics. ISBN 978-80-89393-63-3.
15. FENDEK, Michal a Eleonora FENDEKOVÁ. *Mikroekonomická analýza*. Bratislava: Iura Edition, 2008, 575 s. Ekonómia. ISBN 978-80-8078-180-4.
16. MAJTÁN, Štefan. *Nákup a riadenie zásob*. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2004, 77 s. ISBN 80-225-1917-0.
17. *Corrosion: Understanding the Basics*. ASM International. London: American Technical Publishers Ltd, 2000, 21 s. #06691G. Dostupné z: https://www.asminternational.org/documents/10192/1849770/06691G_Chapter_1.pdf
18. KOCH, Gerhardus, Jeff VARNEY, Neil THOMPSON, Oliver MOGHISSI, Melissa GOULD a Joe PAYER. *International Measures of Prevention, Application. And Economics of Corrosion Technologies Study*. Houston: NACE International, 2016, 213 s. Dostupné z: <http://impact.nace.org/documents/Nace-International-Report.pdf>