

Využití statistických metod pro kontrolu a řízení klíčových procesů v rámci dodavatelského řetězce společnosti Meopta - optika, s.r.o.

Jiří Šnajdr

Bakalářská práce
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav statistiky a kvantitativních metod
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jiří ŠNAJDR
Osobní číslo: M10344
Studijní program: B6208 Ekonomika a management
Studijní obor: Management a ekonomika
Forma studia: prezenční

Téma práce: Využití statistických metod pro kontrolu a řízení
klíčových procesů v rámci dodavatelského řetězce
společnosti Meopta – optika, s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Na základě klasické literární rešerše zpracujte teoretické poznatky týkající se supply chain managementu, jednotlivých klíčových ukazatelů výkonnosti (key performance indicators, KPI) a popište vhodné statistické metody, použitelné pro řešení této problematiky.

II. Praktická část

- Porovnejte stav řízení KPI v rámci firmy se zjištěnými teoretickými poznatky.
- Aplikujte vybrané statistické metody pro řízení zvolených KPI.
- Vyhodnoťte přínos zvolených statistických metod pro řízení KPI.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: 40 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

FREUND, Rudolf J, William J WILSON a Ping SA. Regression analysis: statistical modeling of a response variable. 2nd ed. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, c2006, xix, 459 p. Expert (Grada). ISBN 9780120885978-.

LAMBERT, Douglas M. Logistika: Ipříkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. Vyd. 2. Brno: CP Books, 2005, xviii, 589 s. ISBN 80-251-0504-0.

SLONE, Reuben E., J. Paul DITTMANN a John T. MENTZER. Transformando la cadena de suministro: innovando para la creación de valor en todos los procesos críticos. 2. ed. Barcelona: Profit, 2011, 210 p. ISBN 978-849-2956-524.

SOLLISH, Fred a John SEMANIK. Strategic global sourcing best practices. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, 2011, x, 229 p. ISBN 978-0-470-94929-0.

TAYLOR, David A. Supply chains: A manager's guide. 1st ed. Harlow: Pearson Professional Education, 2003, 347 p. ISBN 02-018-4463-X.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lubor Homolka
Ústav statistiky a kvantitativních metod

Datum zadání bakalářské práce: 22. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 17. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka



Ing. Radek Benda, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou 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. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací.

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně poznámek oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být těmi nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce požítovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozrůžnění.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²zákon 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezahrnuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³zákon 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpovídá-li autor takového díla učelit svolení bez vášněho důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 smluvně nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou 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/diplomové 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/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 15.5.2019



⁴ 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, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše, přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je „Využití statistických metod pro kontrolu a řízení klíčových procesů v rámci dodavatelského řetězce společnosti Meopta – optika, s.r.o.“ Základem celé práce je zpracování teoretických poznatků spojených s problematikou supply chain, popis klíčových ukazatelů výkonnosti, využívaných v podniku, dále navazuje vysvětlení statistických metod, vhodných pro řešení uloženého úkolu, zejména metoda hlavních komponent.

Praktická část navazuje na shromážděné poznatky z části teoretické, jsou využity popsání metody pro řízení vybraných klíčových ukazatelů výkonnosti. Tato část je převážně realizována v programu R Project. Výstupem práce jako celku je především interpretace výsledků metody hlavní komponenty ve formě redukce dat, kdy hlavním cílem je eliminace nepotřebných proměnných.

Klíčová slova: Klíčové ukazatele výkonnosti, dodavatelský řetězec, statistické metody v logistice, zvyšování výkonnosti, metoda hlavních komponent

ABSTRACT

The theme of this bachelor's thesis is “The Application of Statistical Methods for Control and Management of Supply Chain Related Key Processes in Meopta – optika, s.r.o.”. First, theoretical knowledge concerning the supply chain is gathered, the individual KPIs used in the company are described, followed by an explanation of the statistical methods applicable to solve this problem, particularly the principal component analysis.

The practical part is based on the theoretical findings, the described statistical methods are used to manage (eliminate) the chosen Key performance indicators. The major part is solved using R Project. The output of this thesis are the results of the principal components analysis and their interpretation focused on data reduction, the main goals being variable elimination.

Keywords: Key Performance Indicators, Supply Chain, Statistical Methods in Logistics, Efficiency Increase, Principal Components Analysis

Chtěl bych využít tohoto prostoru k poděkování Ing. Luboru Homolkovi za jeho nesmírně ochotný a profesionální přístup, odborné informace, trpělivost a čas, který mi věnoval v průběhu vedení této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Aleši Mandákovi, Alog., za odborné konzultace při zpracování této práce a samotnou možnost zpracovávat svou bakalářskou práci ve firmě Meopta – optika, s.r.o.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	13
1.1 SUPPLY CHAIN	13
1.2 SELHÁNÍ SUPPLY CHAIN	15
1.3 EFEKTIVNÍ SUPPLY CHAIN	15
1.4 IMPLIKACE PLYNOUCÍ Z PŘÍKLADŮ	15
1.5 SCHÉMATA DODAVATELSKÝCH ŘETĚZCŮ	16
1.5.1 Procesy v rámci SMC.....	16
1.5.2 Subjekty a útvary v rámci SMC	17
1.5.3 Konkrétní příklad dodavatelského řetězce	18
2 KEY PERFORMANCE INDICATORS – KLÍČOVÉ UKAZATELE VÝKONNOSTI	19
2.1 ČASOVÉ HLEDISKO KPI.....	20
2.2 PŘÍKLAD VYUŽITÍ KPI.....	20
2.3 ÚROVEŇ ZÁSOB (INVENTORY LEVELS)	21
2.3.1 Důležitost zásob a jejich řízení	21
2.3.2 Definice „Úroveň zásob“	21
2.4 OBRÁTKA ZÁSOB (INVENTORY TURNOVER).....	22
2.4.1 Definice „Obrátka zásob“.....	22
2.4.2 Příklad nevhodné maximalizace obrátu zásob	22
2.5 PROCENTO VČASNÝCH DODÁVEK OD DODAVATELŮ (PROCENTO)	23
2.6 OBJEDNÁVKY V PRODLENÍ DÉLE, NEŽ 24 HODIN (PRŮMĚR NA NÁKUPČÍHO / DEN)	24
2.7 OBJEDNÁVKY BEZ POTVRZENÍ DÉLE, NEŽ 5 DNÍ (PRŮMĚR NA NÁKUPČÍHO / DEN)	24
2.8 PŘIJETÍ VEŠKERÉHO MATERIÁLU DO 24 HODIN (PROCENTA).....	24
2.9 POMĚR SKLUZŮ K PRŮMĚRNÉMU OBRÁTU (PROCENTA)	24
2.10 POČET NEPOTŘEBNÝCH VÝROBNÍCH PŘÍKAZŮ (POČET)	24
2.11 VÝDEJ MATERIÁLU DO 48 HODIN (PROCENTA)	24
3 STATISTICKÉ METODY	25
3.1 KORELAČNÍ ANALÝZA	25
3.1.1 Pozitivní korelace	26
3.1.2 Negativní korelace	27
3.1.3 Neutrální korelace	27
3.2 ANALÝZA S VÍCE PROMĚNNÝMI (MULTIVARIATE ANALYSIS)	28
3.3 METODA HLAVNÍCH KOMPONENT.....	28
3.3.1 Obecné informace	28
3.3.2 Základní předpoklady PCA.....	30
3.3.3 Kritéria pro extrakci faktorů.....	32
3.3.4 Interpretace faktorů	33

II PRAKTICKÁ ČÁST	34
4 APLIKACE PCA NA DATA S CÍLEM ELIMINACE PROMĚNNÝCH.....	35
4.1 VÝCHOZÍ SITUACE, DATA	35
4.2 OBECNĚ KE VŠEM POPSANÝM KPI.....	36
4.3 APLIKACE PCA – DATASET DOPLNĚNÝ O PROMĚNNÉ POMOCÍ REGRESE.....	42
4.3.1 Splnění základních předpokladů pro PCA	42
4.4 PCA NA ZÁKLADĚ SPEARMANOVY KORELAČNÍ MATICE.....	46
4.4.1 Volba počtu komponent	46
4.4.2 Volba proměnných k zahrnutí do komponent	47
4.5 INTERPRETACE KOMPONENT.....	48
4.5.1 Komponenta č. 1	48
4.5.2 Komponenta č. 2	50
4.6 ZHODNOCENÍ REDUKCE DAT.....	52
4.7 PCA NA ZÁKLADĚ PEARSONOVY KORELAČNÍ MATICE	53
4.7.1 Volba počtu komponent	53
4.7.2 Volba proměnných k zahrnutí do komponent	54
4.8 INTERPRETACE KOMPONENT.....	55
4.8.1 Komponenta č. 1	55
4.8.2 Komponenta č. 2	57
4.9 ZHODNOCENÍ REDUKCE DAT.....	58
ZÁVĚR	59
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	60
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
SEZNAM OBRÁZKŮ	63

ÚVOD

Dnešní svět je propojen již téměř ve všech aspektech lidské činnosti a výrobní proces není žádnou výjimkou. Pro velké společnosti mnohdy nebývá překážkou outsourcovat i celá svá výrobní střediska do rozvojových zemí, pokud to tedy lokální politická, ekonomická nebo legislativní situace dovoluje, se snahou minimalizovat náklady. Každý krok, který zajistí udržení konkurenceschopnosti firmy na trhu je vítaný. Takové rozhodnutí ale vyžaduje vysoce efektivní systémy řízení, jelikož s prodlužujícími se dopravními trasami a zvyšujícími se požadavky na rychlost dodání výrobků ke koncovému spotřebiteli vzhledem k rychlosti jejich morálního opotřebování, vznikají na cestě téměř jistě nežádoucí odchylky od plánovaných scénářů. Tyto nežádoucí odchylky mohou velmi negativně ovlivnit činnost firmy jako celku, jelikož například v případě neefektivního systému řízení zásob může při výpadku dodávky výrobního materiálu dojít k pozastavení celé výroby a z ní plynoucích ušlých zisků. Pokud má firma zavedeny účinné vnitropodnikové informační systémy, disponuje mimo jiné také cennými historickými informacemi o své činnosti. Jednou z možností, jak takové informace vyhodnocovat je statistická analýza. Využitím statistických metod je podnik schopen do určité míry do budoucna predikovat vývoj sledovaných veličin a redukovat riziko. Informace zjištěné díky statistickým metodám jsou velmi důležité a cenné, zejména pro řídicí pracovníky v rámci rozhodovacích procesů a nesmírně důležité pro konání strategických rozhodnutí, která mají dlouhodobý a značný dopad na stav celého podniku.

V situacích, kdy podniky v rámci jednoho odvětví dosahují například téměř totožné výše nákladů na materiál, touto cestou již potom není kde náklady snižovat, a proto se pozornost zaměřuje na zefektivňování procesů. Stále více oblíbeným se stává japonský systém Just in time (JIT), jehož hlavním cílem je minimalizovat finanční prostředky vázané v zásobách tak, aby vždy bylo k dispozici optimální množství materiálu přesně v době, kdy je ho pro účely výroby potřeba. Zároveň také klesají skladovací náklady. Důsledkem správné implementace tohoto systému ve firmě by tedy mělo být mimo jiné především snížení potřeby čistého pracovního kapitálu v rámci firmy a možnost jejich rentabilnějšího využití.

Pokud ale chce firma zajistit systém řízení JIT, je potřeba, aby se také důkladně zaměřila na Supply chain, tedy Dodavatelský řetězec, v rámci kterého operuje. Pro firmu je nesmírně důležité znát důkladně tento dodavatelský řetězec, za účelem eliminace rizik.

Díky znalostem o svých dodavatelích a například zkušenostem z minulosti je firma schopna odhadnout, do jaké míry je daný dodavatel spolehlivý, případně s jakou pravděpodobností můžeme počítat, že se mu nepovede zajistit námi požadovanou dodávku v daném čase. Problematika supply chain je nesmírně komplexní, budu se tedy v rámci této práce zabývat pouze určitými aspekty tohoto přístupu, především analýzou Key performance indicators (klíčové ukazatele výkonnosti, dále KPI), hlavní důraz kladen na eliminaci, případně fúzi KPI, za účelem potřeby sledování menšího počtu KPI. V rámci teoretické části práce budou popsány jednotlivé KPI, celkově 10. Výstupem literární rešerše je také přehled a základní popis statistických metod, použitelných v rámci této problematiky, kterými jsou korelační analýza a metoda hlavních komponent (dále PCA).

Hlavním výstupem praktické části bude aplikace metody hlavních komponent na KPI sledované ve firmě a interpretace jejích výsledků. Cílem práce je redukce dat, přesněji eliminace těch proměnných, jejichž sledování lze pro podnik považovat za zbytečné, proto může být PCA vhodným nástrojem.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

V rámci první kapitoly budou definovány důležité základní pojmy týkající se problematiky supply chain, zvýrazněna pozice supply chain managementu (SCM) v rámci firmy. Na teoretické poznatky budou navazovat konkrétní příklady selhání SCM a efektivního SCM, postavené v kontrastu proti sobě.

Lambert ve své publikaci Logistika k této problematice, která je v české lokalizaci knihy pojmenována jako „Řízení dodávkového řetězce“, poskytuje definici znějící: „Řízení dodávkového řetězce představuje integraci obchodních procesů od koncového uživatele až po prvotní dodavatele, kteří poskytují výrobky, služby a informace, jež přidávají hodnotu“. (Lambert, 2005).

1.1 Supply chain

Lambert také popisuje rozdíly mezi starším pojmem „logistika“ a „dodávkový řetězec“ (supply chain), kdy dodávkový řetězec zahrnuje řízení všech klíčových obchodních procesů u všech členů dodávkového řetězce (pro jejichž měření jsou využívány již zmíněné klíčové ukazatele výkonnosti, o této problematice více v dalším oddíle). Systém dodávkového řetězce sahá mnohem dál za hranice běžného pojmu „logistika“, případně termínu podobného obsahu „zásobování“. Lambert popisuje dodávkový řetězec jako systémový, jehož správné vyhodnocení a efektivní řízení vyžaduje posuzování vztahů mezi mnoha veličinami. Mezi procesy, které lze v rámci dodávkového řetězce sledovat, zahrnuje například:

- Řízení vztahů se zákazníky
- Řízení zákaznického servisu
- Řízení poptávky
- Vyřizování objednávek
- Řízení výroby (Lambert, 2005)

V rámci této práce je třeba zmínit také další procesy, popsané dále, měřené následujícími indikátory:

- Úroveň zásob
- Procento včasných dodávek od dodavatelů
- Počet obrátek
- Objednávky v prodlení

- Žádné potvrzení o objednávce do 5 dnů
- Přijetí materiálu během 24 hodin
- Poměr skluzů k průměrnému obratu
- Počet nepotřebných výrobních příkazů
- Výdej materiálu do 48 hodin

Mentzer v knize Supply chain management k definici supply chain dodává, že je to „soubor tří nebo více firem, které jsou přímo propojeny jedním nebo více toky zboží, služeb, finančních prostředků nebo informací od zdroje k zákazníkovi.“ (Mentzer, 2001).

Na závěr k samotné definici přidávám definici, kterou uvedl Slone ve své knize Transformando la cadena de suministro, dle které dodavatelský řetězec: „zahrnuje plánování a řízení všech aktivit, které zajišťují outsourcing, pořizování zboží, nebo služeb, nebo jejich přeměně a všech ostatních aktivit v rámci logistického řízení. Je důležité, aby také zahrnoval koordinaci a spolupráci obchodních partnerů, kterými mohou být dodavatelé, zprostředkovatelé, externí dodavatelé služeb, případně zákazníci. Řízení dodavatelského řetězce v podstatě propojuje řízení nabídky a poptávky v rámci firmy a napříč různými dalšími firmami.“ (Slone, 2011).

Pro znázornění důležitosti dodavatelských řetězců jsou v kapitole 1.2 a 1.3 použity příklady, které popisuje David A. Taylor ve své knize Supply Chains. Na těchto příkladech jsou naprosto názorně vysvětleny důsledky selhání řízení dodavatelského řetězce a také podnikatelské příležitosti a konkurenční výhody plynoucí z efektivního SCM. V kapitole 1.4 jsou poté uvedeny důsledky, plynoucí z těchto příkladů.

Mentzer, 2001: „A supply chain is a set of three or more companies directly linked by one or more of the upstream or downstream flows of products of products, services, finances and information from a source to a customer.“

Slone, 2011: „Integración de la planificación y gestión de todas las actividades involucradas en la contratación externa y adquisición, conversión, y todas las actividades de gestión logística. Es importante que incluya también la coordinación y colaboración con los socios de canal, que pueden ser proveedores, intermediarios, proveedores externos de servicios, y clientes. En esencia, la gestión de la cadena de suministro integra la gestión de la oferta y la demanda dentro de la compañía y a través de diversas compañías.“

1.2 Selhání Supply chain

Příklad selhání řízení supply chain znázorňuje autor na situaci z roku 2001, kdy firma Nike oznámila ztrátu tržeb v hodnotě 100 milionů \$ kvůli problémům ve svém dodavatelském řetězci. Společnost Cisco systems vydala podobnou zprávu a to skutečnost, že byla nucena odepsat část svých již zastaralých, neprodejných zásob, vzhledem ke „zmatkům v dodavatelském řetězci“. Tato událost přišla společnost na 2,2 miliardy \$ (Taylor, 2003).

1.3 Efektivní Supply chain

Na druhé straně těchto selhání a obrovských finančních ztrát stojí společnosti jako Dell a Wal-Mart, které si díky efektivnímu řízení svých dodavatelských řetězců, tedy zejména vytvoření úzkých vazeb se svými dodavateli a v případě Wal-Martu pečlivému rozložení svých distribučních středisek, dokázaly zajistit výsadní, nebo alespoň významné místo na trhu. Dle Taylora se již konkurenční boje nebudou odehrávat v rámci výroby firem, ale především se bude jednat o souboje dodavatelských řetězců konkurenčních firem. Firma, která bude poskytovat odběratelům zboží v požadované kvalitě v daný čas, bude zodpovědná vzhledem ke svým dodavatelům, co se týče např. plateb za dodávky, svým zákazníkům bude poskytovat požadované výrobky, případně služby se stoprocentní zákaznickou spokojeností, takový podnik má do budoucna šanci získat konkurenční výhodu a udržet se na trhu, zejména z dlouhodobého hlediska (Taylor, 2003).

1.4 Implikace plynoucí z příkladů

Co tedy vyplývá z uvedených příkladů je fakt, že pro přežití v dnešním turbulentním, rychle se měnícím prostředí, je pro firmy velice důležité intenzivní zapojení do vztahů v rámci svého dodavatelského řetězce, firma by se neměla chovat, jako by byla izolovaná od svého okolního prostředí, ale právě naopak, angažovat se ve vysoké míře v dodavatelsko-odběratelských vztazích, zajímat se o názory svých zákazníků. Cílem tohoto názorného příkladu je hned z počátku práce zvýraznit důležitost řízení supply chain pro celkový stav firmy (Taylor, 2003).

1.5 Schémata dodavatelských řetězců

V rámci této podkapitoly bude na názorných schématech dále popsána problematika dodavatelských řetězců.

1.5.1 Procesy v rámci SMC

Jak naznačuje následující obrázek, procesy objevující se v SMC by měly být navzájem propojené. Vzájemným propojením všech přítomných procesů je možné dosáhnout zefektivnění řízení supply chain. Všechny zobrazené procesy můžeme považovat za velmi důležité. Správný odhad, predikce potřebné výše zásob pro zajištění co nejnižší vázanosti kapitálu v zásobách při současném zajištění požadované hladiny zákaznické spokojenosti se spolu s řízením dodávek jejich efektivnost „přelévá“ do výroby. Dále také následný kontakt se zákazníkem, vzájemné vztahy a komunikace s ním, tedy eliminace případných nedorozumění a odkladů dodacích lhůt a v neposlední řadě samotná distribuce. Všechny tyto procesy dohromady vedou ke snižování nákladů, rychlejším reakcím na poptávku trhu, a vyšší kvalitě poskytovaných služeb.

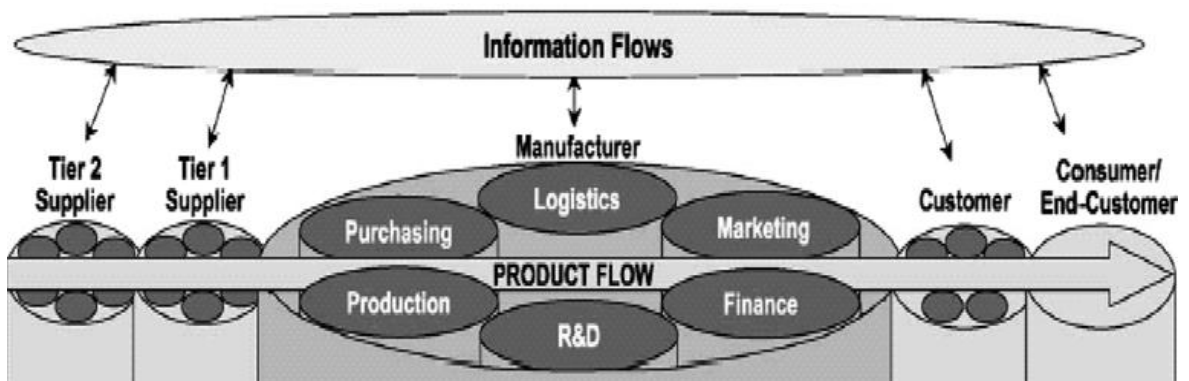


Obr. 1 Schéma procesů v rámci supply chainu (Supply Chain Management).

In: PWC [online], 2012)

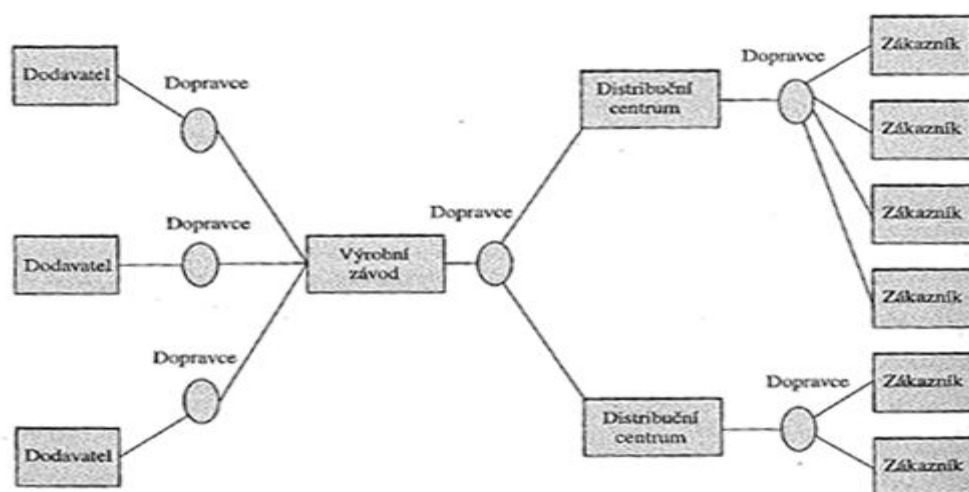
1.5.2 Subjekty a útvary v rámci SMC

Obr. 2 znázorňuje jednotlivé subjekty v jednoduchém dodavatelském řetězci. Tok produktu je realizován zleva doprava, od dodavatelů materiálu a jejich dodavatelů prvotních surovin. Tok dále prochází firmou, kde dohromady působí logistika, marketing, finance, výzkum a vývoj, výroba a nákup. Dále pokračuje k odběrateli a od něj ke konečnému odběrateli. Veškeré tyto subjekty jsou propojeny toky informací, které jsou potřebné ať už v počátku pro zadání objednávky dodavateli, poté v rámci společnosti pro vnitropodnikovou komunikaci a v poslední řadě pro komunikaci s odběrateli.



Obr. 2 Schéma subjektů a útvarů v rámci SMC (B2B e-hubs and information integration in supply chain operations [online], 2010)

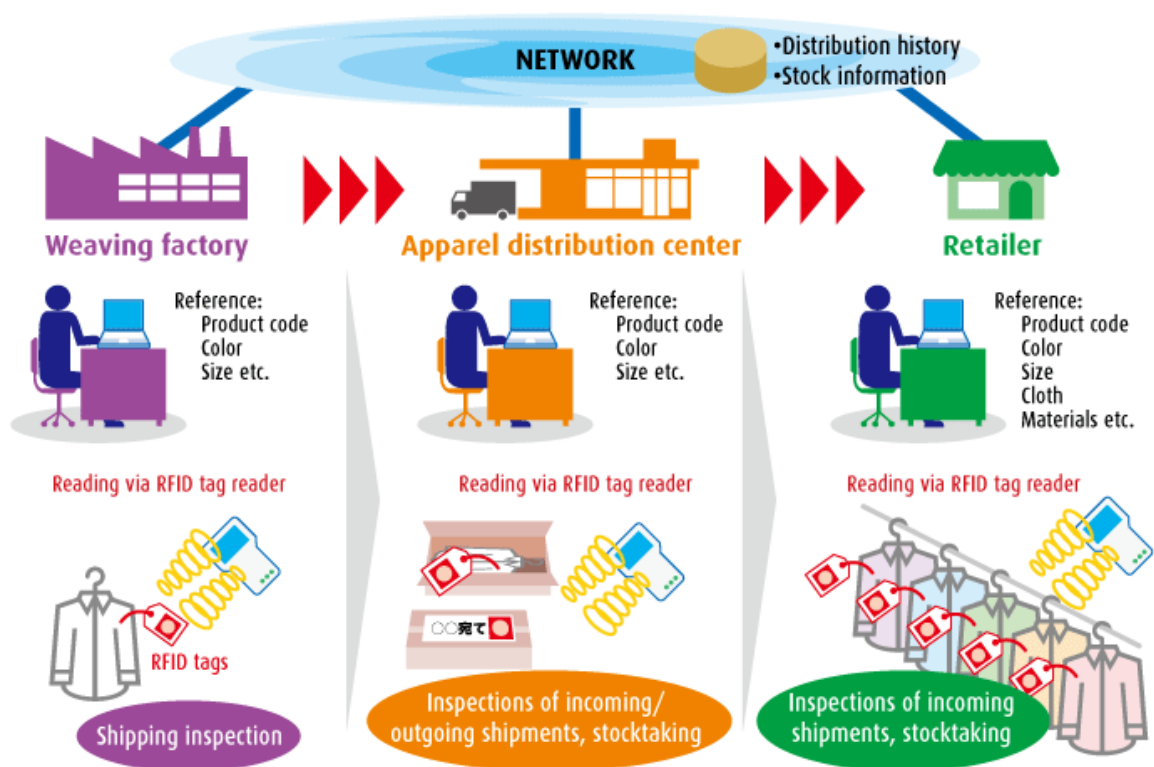
Obrázek 3 opět zobrazuje dodavatelský řetězec, kde je opět naznačena propojenost s ostatními subjekty, nicméně zde výrobní závod nekomunikuje přímo s konečným zákazníkem, ale pouze s distribučním centrem, které již další prodej zajišťuje autonomně.



Obr. 3 Dodavatelský řetězec s distribučními centry (Lambert, 2005).

1.5.3 Konkrétní příklad dodavatelského řetězce

Posledním schématem v rámci této kapitoly je již konkrétní dodavatelský řetězec, znázorněný na příkladu výroby oblečení. Na tomto obrázku je zobrazený tok zboží zleva, z výrobního závodu (weaving factory), zde je zboží opatřeno RFID kódem pro efektivní, snadné sledování jeho pohybů. Spolu se zbožím jsou dále doprava předávány informace o tomto zboží do distribučního centra, přesně, jak bylo zobrazeno na obrázku 2. K odběratelům (maloobchody) už je odesíláno zboží opět na základě informací zjištěných pomocí RFID kódů. Odběratel si už tedy sám na základě svých požadavků a případně historických dat objednává požadované zboží v požadované kvantitě.



Obr. 4 Konkrétní příklad dodavatelského řetězce (Efficiency in production management process within corporations: Example of supply-chain management for apparel company, 2005)

2 KEY PERFORMANCE INDICATORS – KLÍČOVÉ UKAZATELE VÝKONNOSTI

Parmenter definuje klíčové ukazatele výkonnosti následovně: „Klíčové ukazatele výkonnosti reprezentují soubor měřítek, zaměřujících se na ty aspekty výkonnosti firmy, které jsou nejkritičtější pro její současný a budoucí úspěch.

Dále tvrdí, že při zavádění řízení na základě klíčových ukazatelů výkonnosti firmy nezačínají pracovat úplně od začátku, ale že už většinu těchto ukazatelů určitým způsobem znají, nějakým způsobem s nimi pracují, nicméně ne efektivně, ne účelně, případně je využívají nesprávně. (Parmenter, 2007)

Podnik by měl KPI sledovat dle pravidla 10/80/10, viz Obr. 4, tedy 10 Result indicators (ukazatele výsledku), které ukazují, jak se podniku vedlo v minulosti, 80 Performance indicators (ukazatele výkonnosti), indikující, jak se má pracovat v současnosti a 10 Key performance indicators (klíčový ukazatel výkonnosti), které jsou schopny zajistit dramatické zvýšení výkonnosti. (Parmenter, 2007)

Key result indicator (10)	Tells you how you have done in a perspective
Performance indicator (80)	Tells you what to do
Key performance indicator (10)	Tells you what to do to increase performance dramatically

Obr. 5 Pravidlo 10/80/10 (Parmenter, 2007).

Parmenter, 2007: „KPIs represent a set of measures focusing on those aspects of organizational performance that are the most critical for the current and future success of the organization.

2.1 Časové hledisko KPI

Parmenter zdůrazňuje časové hledisko při využívání KPI. Jelikož je dnešní doba velmi dynamická a rychle se měnící, je potřeba, aby byly KPI aktuální. Jelikož už bylo řečeno, že KPI jsou ty ukazatele, které mohou přispět k razantnímu nárůstu výkonnosti, je vhodné, aby byly zpracovávány v podstatě v reálném čase, aby bylo možné reagovat na jejich případný negativní vývoj. Následující Obr. zobrazuje možnou optimální frekvenci reportingu jednotlivých již zmíněných ukazatelů. Na základě tohoto modelu by mělo být 5 nejdůležitějších KPI sledováno na týdenní bázi, 1 nebo 2 nejdůležitější KPI sledovány 24 hodin denně a nejdůležitější PI vyhodnocovány měsíčně. (Parmenter, 2007).



Obr. 6 Frekvence reportingu ukazatelů (Parmenter, 2007).

2.2 Příklad využití KPI

Parmenter dále poskytuje i konkrétní příklad jednoduchého KPI. Popisuje distribuční firmu, jejíž ředitel si byl vědom toho, že klíčovým prvkem pro firmu je to, aby její nákladní automobily opouštěly sklady co nejvíce vytížené. Proti tomuto plánu ale vystupoval cíl doručovat zákazníkům jejich dodávky včas a proto kamiony nejezdily téměř nikdy naplněné. Ředitel proto zavedl jednoduchý KPI – každý den obdržel informace o nevytížených kamionech a obratem volal dispečerovi, zodpovědnému za tento kamion, proč nebyl vytížený a zda by nebylo možné pokusit se s odběrateli domluvit na jiné termíny, aby bylo zajištěno efektivnější využití kamionů. Po nasazení tohoto jednoduchého KPI se dispečeri začali opravdu snažit, aby se vyhnuli nepříjemnému rozhovoru se svým nadřízeným. Vliv tohoto KPI na rentabilitu v tomto podniku byl nesmírný. Toto je pouze jednoduchý příklad KPI pro nastínění problematiky. (Parmenter, 2007).

2.3 Úroveň zásob (Inventory levels)

2.3.1 Důležitost zásob a jejich řízení

Slater zmiňuje řízení zásob, ať už materiálu, nebo zboží, jako nesmírně důležitou činnost v rámci téměř jakéhokoliv podniku, protože tento pojem v sobě zahrnuje širokou škálu předmětů. Dle typu může zboží naplňovat nejrůznější funkce, může se jednat o uspokojování potřeb zákazníků, možnost dalšího zpracování na finální produkt, případně schopnost sloužit jako náhradní díl do strojů. Ještě vyšší význam zboží získává při zjištění, že může tvořit až 50%, případně i větší podíl na celkových aktivech podniku. (Slater, 2010). Lambert tuto skutečnost upřesňuje o názor, že mohou představovat i více, než 20% u výrobních podniků a více, než 50% u obchodních firem. Poukazuje také na fakt, že v dnešní vysoce konkurenční ekonomice se firmy často snaží o diverzifikaci portfolia svých produktů za účelem dosažení vysoké zákaznické spokojenosti, nicméně tato snaha na sebe váže problém vysoké hladiny zásob a nutnost jejich efektivního řízení. Velmi podstatným faktorem je také časové hledisko řízení zásob, kdy je třeba zásoby dopravit na dané místo v určitém časovém intervalu, ať už z důvodu jejich trvanlivosti, nebo morální zastaralosti. Tento problém se ve vysoké míře objevuje u elektrotechniky. Dalším významným problémem s vysokou úrovní zásob je fakt, že v případě poklesu prodejních cen utrpí firma ztráty. (Lambert, 2005).

2.3.2 Definice „Úroveň zásob“

Úroveň zásob lze dle BusinessDictionary.com definovat jako momentální množství produktu, které má firma na skladě. Úroveň zásob a Obrátka zásob daného produktu je určující pro správné řízení zásob, na základě těchto ukazatelů je možné činit rozhodnutí, zda vyrábět více, či méně tak, aby byl podnik schopen uspokojit potřeby zákazníků s co nejnižšími náklady, zde zejména na skladování a na vázané finanční prostředky. (BusinessDictionary.com, 2012).

2.4 Obrátka zásob (Inventory turnover)

Dalším klíčovým ukazatelem výkonnosti, který je potřeba v rámci této práce zmínit, je obrátka zásob.

2.4.1 Definice „Obrátka zásob“

Web specializovaný na ekonomickou problematiku Investopedia definuje Obrat zásob jako: „poměr, kolikrát za určité období jsou zásoby podniku prodány a obměněny.“

Kromě samotné definice poskytuje i vzorec pro výpočet obratu zásob, který zní:

$$\text{Obrat zásob} = \frac{\text{Tržby}}{\text{Zásoby}} \quad (2.1)$$

Případně lze obrat zásob vypočítat také jako:

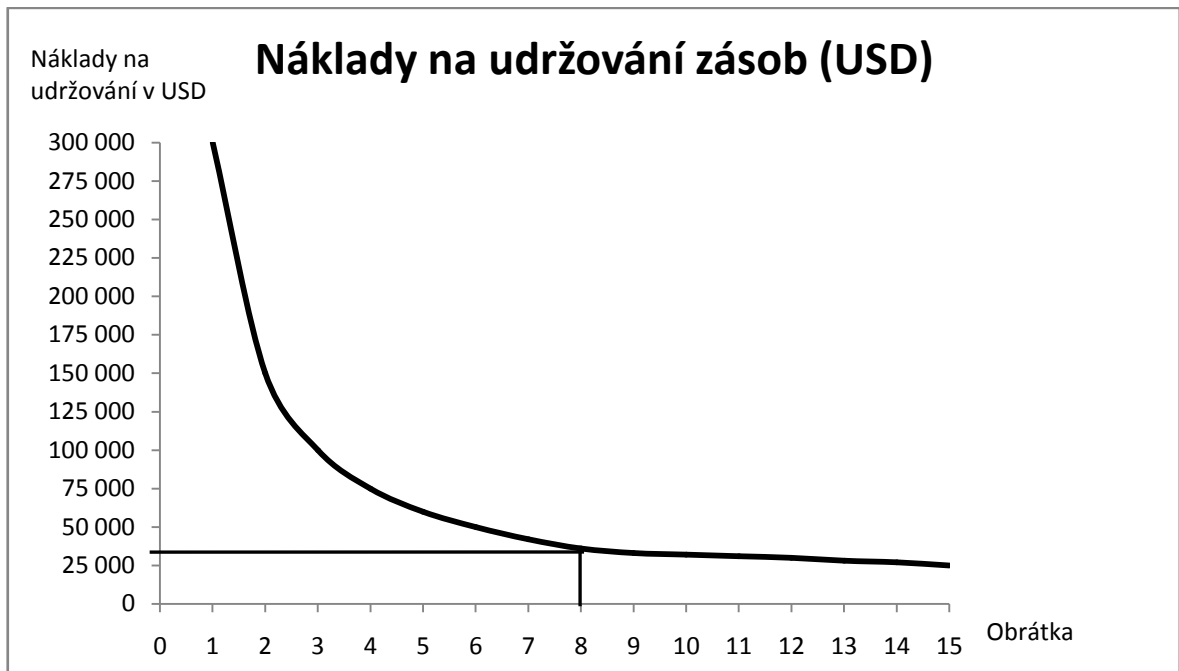
$$\text{Obrat zásob} = \frac{\text{Náklady na prodané zboží}}{\text{Průměrný stav zásob}} \quad (2.2)$$

Častěji je užíván vzorec 2.1, nicméně v případě využití vzorce 2.2 eliminujeme vliv sezónních vlivů právě pomocí průměrného stavu zásob v daném období. Firma by měla využít benchmarku, tedy porovnání s odvětvím, ve kterém se nachází, za účelem vyhodnocení svého obratu zásob. Nízká hodnota obratu zásob může znamenat nízké tržby a tudíž také nadměrnou hladinu zásob. Naopak vysoká hodnota může značit buďto vysoké tržby, nebo neefektivní nákup. (Investopedia, 2012).

2.4.2 Příklad nevhodné maximalizace obratu zásob

Lambert doplňuje obrat zásob o názorný příklad, na kterém demonstruje skutečnost, že by podnik neměl usilovat o absolutní maximalizaci obratu zásob. Mnoho podniků si dle Lamberta myslí, že zvýšení obratu zásob povede ke snížení v nich vázaným finančním prostředkům, což je sice zčásti pravda, ale pouze do určitého bodu. Velmi vysoká obrátka zásob sice povede ke snížení skladovacích nákladů, nicméně úroveň zásob tímto postupně klesne pod svoji optimální úroveň, což může vést například k nižší úrovni zákaznické spokojenosti, ale co se týče nákladů na skladování zásob, v určitém bodě už dochází k jejich snižování pouze velmi zvolna. Celá situace je znázorněna na obrázku 7. (Lambert, 2005).

Investopedia 2012: „A ratio showing how many times a company's inventory is sold and replaced over a period.“



Obr. 7 Vztah obrátu zásob a nákladů na skladování (Vlastní zpracování na základě Lambert, 2005).

Dále je také třeba poznamenat, že samotnou obrátku zásob lze dále dělit, jaká je také praxe ve zvolené společnosti, například na běžnou obrátku zásob a obrátku zásob bez tzv.

„OSMI“, zkratka pro Obsolete and Slow Moving Inventory, tedy bez zastaralých a pomalu se „obracejících“ zásob. Můžeme tedy říci, že je to takový očištěný ukazatel obrátky zásob o ty zásoby, se kterými se již aktivně nepracuje a skutečnou obrátku do jisté míry zkresluje. Použitím druhého zmíněného ukazatele tedy dostáváme informaci o obrátce těch opravdu využívaných, „aktivních“ výrobních zdrojích, bez zahrnutí vlivu zásob, které již nejsou používány, ať už z důvodu jejich zastaralosti, nebo z důvodu, že jsou používány pouze zřídka a charakterově by se tedy dalo říci, že se blíží více např. dlouhodobému majetku. Tento ukazatel bychom tedy z hlediska výroby považovat za reprezentativnější.

2.5 Procento včasných dodávek od dodavatelů (Procento)

Tento KPI vyjadřuje procento „on time to promise“ dodávek od dodavatelů, tedy čím vyšší hodnota, tím lépe, 100% znamená, že všechny dodávky dorazily, kdy dodavatelé slíbili, že je dodají. V případě 100% hodnot by firma nemusela řešit nejistotu ve formě nedostatku zásob, atd.

2.6 Objednávky v prodlení déle, než 24 hodin (průměr na nákupčího / den)

KPI průměrný počet objednávek v prodlení, déle, než 24 hodin na nákupčího. Jedná se tedy opět o určitou nejistotu, zda a kdy dodavatel dodávku dodá. Zde naopak čím nižší hodnoty, tím lépe.

2.7 Objednávky bez potvrzení déle, než 5 dní (průměr na nákupčího / den)

Jedná se o ukazatel zaznamenávající průměrný počet objednávek na nákupčího, které nebyly do 5 dnů dodavatelem potvrzeny. Opět se zde tedy jedná o dodavatelsko-odběratelské vztahy a má také návaznost na nejistotu.

2.8 Přijetí veškerého materiálu do 24 hodin (Procenta)

Ukazatel sleduje přijetí veškerého materiálu do 24 hodin. Jedná se o sledování doby mezi registrací zásilky v centrálním příjmu a účetním příjmem do informačního systému. Jsou tedy získávány především informace o rychlosti předávání a příjmu materiálu.

2.9 Poměr skluzů k průměrnému obratu (Procenta)

Jedná se o poměr skluzů ve výrobě k celkovému objemu fakturovaných objednávek.

2.10 Počet nepotřebných výrobních příkazů (Počet)

Ukazatel značí počet nepotřebných výrobních příkazů za měsíc. Jedná se tedy o určitý ukazatel neefektivity ve výrobě, kdy je zbytečně vyžádán materiál, který poté není zpracováván.

2.11 Výdej materiálu do 48 hodin (Procenta)

Reprezentuje dobu mezi zahájením výrobního příkazu a výdejem materiálu ze skladu.

3 STATISTICKÉ METODY

V rámci této kapitoly budou popsány jednotlivé metody statistické analýzy, použitelné pro dosažení cílů praktické části této práce. Vysvětleny budou metody pro analýzu dat, jmenovitě korelační analýza, metoda hlavní komponenty a faktorová analýza. Budou popsány jednotlivé postupy používané v rámci těchto metod, vysvětlen význam klíčových koeficientů. Teoretický základ obsažený v této kapitole bude sloužit jako výchozí bod pro zpracování praktické části.

Korelační analýza je spolu s regresní analýzou základní metodou pro zkoumání závislostí mezi proměnnými. V případě zkoumání vztahů mezi 2 proměnnými se jedná o jednoduchou regresní a korelační analýzu, pokud zkoumáme více proměnných, analýza je vícenásobná. Pokud zkoumáme pouze skutečnost, zda závislost existuje a případně zda je pozitivní, či negativní, provádíme korelační analýzu. V případě, že chceme zjistit, jak se změní první proměnná (závislá), při změně druhé proměnné (nezávislé), hovoříme o regresní analýze. Cílem regresní analýzy je vytvořit vhodný regresní model pro predikci závislé proměnné na základě dat nezávisle proměnné. (Blatná, 2009). V rámci této práce pracuji především s korelační analýzou, která je v podstatě východiskem pro zpracování faktorové analýzy a metody hlavní komponenty.

3.1 Korelační analýza

Korelační analýza je „metodou poměrně širokého statistického zkoumání existence potenciální závislosti mezi dvěma náhodnými proměnnými nebo mezi dvěma soubory dat, z nichž ani jeden není pod kontrolou pořizovatele údajů.“ (Svozilová, 2011).

Tato metoda pohlíží na 2 proměnné tak, že pokud nevykazují statistickou nezávislost, znamená to, že by mohly být závislé. Nicméně existuje obecně známé „řčení“ statistiků „Correlation does not imply causation“, tedy korelace ještě neznámá příčinu.

Korelační analýza nachází uplatnění v mnoha oblastech vědy i praktického života. Od zkoumání základních charakteristik typu věk, pohlaví, mzda až po možnosti využití například při zkoumání vztahů mezi nejrůznějšími ukazateli podniku. Cílem korelační analýzy je popsat vzájemný vztah mezi 2 a více proměnnými, kdy nás zajímá skutečnost, jak se proměnné vyvíjejí. Výsledkem korelační analýzy je určení síly závislosti na škále v intervalu $<-1, +1>$, tzv. Pearsonův korelační koeficient, kdy hodnoty blízké se -1 značí silnou negativní závislost, tedy s rostoucí proměnnou X klesá hodnota proměnné Y , což lze

demonstrovat například na vztahu věku a fyzického zdraví člověka, kdy zpravidla, kromě několika výjimek, bude s rostoucím věkem po překročení např. 30. roku života klesat fyzické zdraví člověka. Hodnoty blízké nule znamenají neexistující závislost mezi dvěma proměnnými a hodnoty blízké se 1 znamenají silnou pozitivní závislost, tedy s rostoucími hodnotami X zpravidla porostou také hodnoty Y, například, opět s vyloučením výjimek, rostoucí plat s rostoucím dosaženým vzděláním, případně kvalifikací. Ani silné závislosti ale neznamenaají, že se proměnné navzájem ovlivňují, pouze se jejich stav vyvíjí podobně.

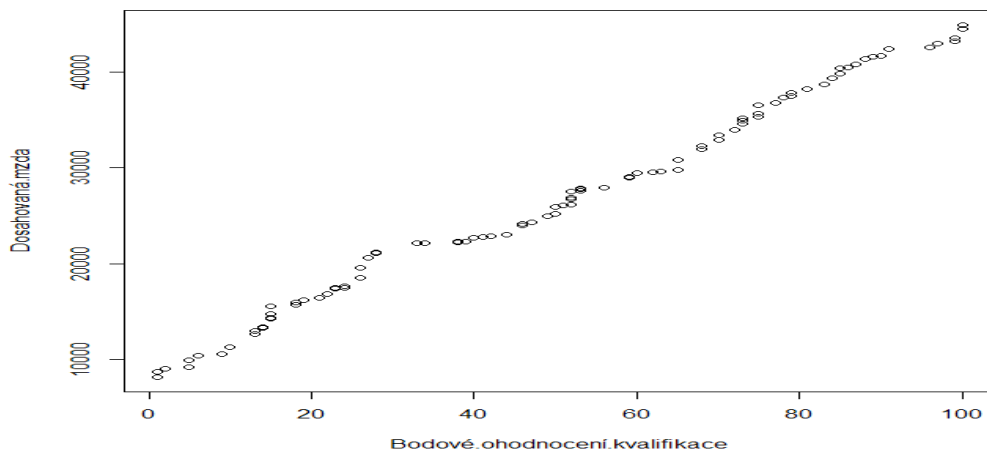
Zmíněný korelační koeficient je tzv. Pearsonův korelační koeficient, výpočet je ručně možný pomocí následujícího vzorce:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (3.1)$$

Výše uvedené vysvětlení lze nejlépe znázornit pomocí vyobrazení dat v grafech, pro vykreslení použijí statistický program R project, který bude použit také v rámci praktické části. (Archdeacon, 1994).

3.1.1 Pozitivní korelace

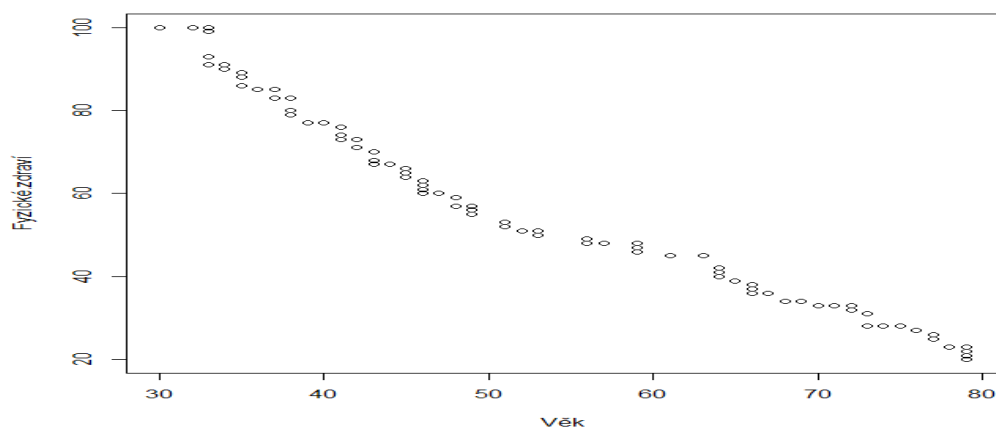
Na následujícím grafu je vykreslena pozitivní korelace, jejíž korelační koeficient se téměř blíží jedné. Zvolil jsem zde proměnnou X jako „Bodové ohodnocení kvalifikace“, řekněme, že hodnota 0 znamená nejnižší možnou kvalifikaci. S rostoucí kvalifikací roste dosažená mzda subjektů. Korelační koeficient vypočtený v R je 0.996.



Obr. 8 Pozitivní korelace (Vlastní zpracování)

3.1.2 Negativní korelace

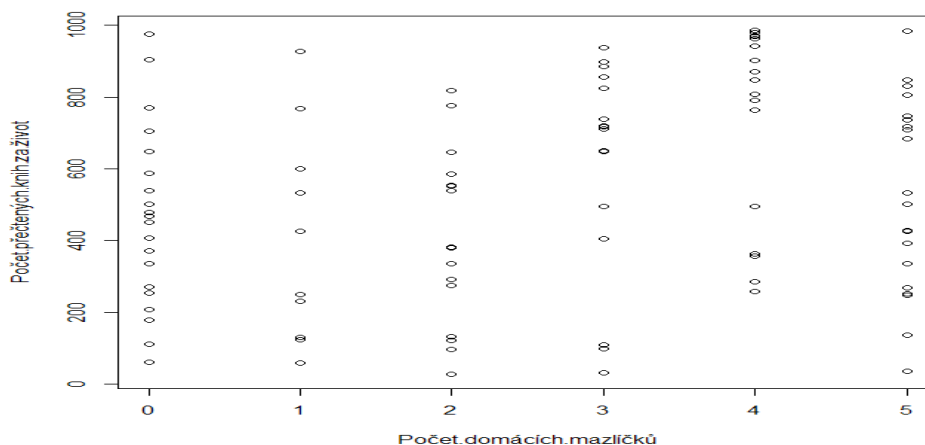
Na rozdíl od pozitivní korelace, u negativní můžeme pozorovat opačný vývoj – tedy s rostoucí hodnotou proměnné X – věku, klesá hodnota proměnné Y – fyzického zdraví. Korelační koeficient zde vychází -0.978 a vykreslený je na Obrázku 9.



Obr. 9 Negativní korelace (Vlastní zpracování)

3.1.3 Neutrální korelace

Neutrální korelační koeficient vykazují takové proměnné, které jsou naprosto nezávislé, nevykazují podobné „chování“. Pro příklad jsem si vybral vztah mezi počtem vlastněných domácích mazlíčků a počtem přečtených knih za život majitele, tedy proměnné, které by měly být naprosto nezávislé. Korelační koeficient je v případě těchto nasimulovaných dat 0.2417404 , tedy opravdu spíše slabá závislost. Jak je patrné v grafu, je jedno, zda proměnná X klesá, nebo stoupá, hodnoty Y se nepohybují podobně.



Obr. 10 Neutrální korelace (Vlastní zpracování)

3.2 Analýza s více proměnnými (Multivariate analysis)

Jak uvádí Hair ve své knize „Multivariate analysis – a global perspective“, během posledních cca 10 let se stále častěji využívá metod pro analýzu více proměnných v „podnikově“ zaměřených studiích. Mezi mnohorozměrné (vícenásobné) analýzy řadíme mimo jiné faktorovou analýzu a metodu hlavních komponent, které jsou nástrojem, pomocí kterého je možné dovědět se více o datech, která máme k dispozici. Základem metody hlavních komponent je korelační analýza, jelikož se předpokládá určitý stupeň propojenosti mezi zkoumanými proměnnými. (Hair, 2010). Vzhledem k zaměření cílů práce se budu podrobněji zabývat pouze metodou hlavních komponent.

3.3 Metoda hlavních komponent

Ke zvládnutí problematiky Metody hlavní komponenty je potřeba znát základní matematické operace, statistické charakteristiky. Mezi ně řadíme směrodatnou odchylku, rozptyl, kovarianci, maticovou algebru, tímto se v této práci nebudu zabývat, budu popisovat přímo analýzu hlavních komponent (dále PCA – principal component analysis). (Smith,2002).

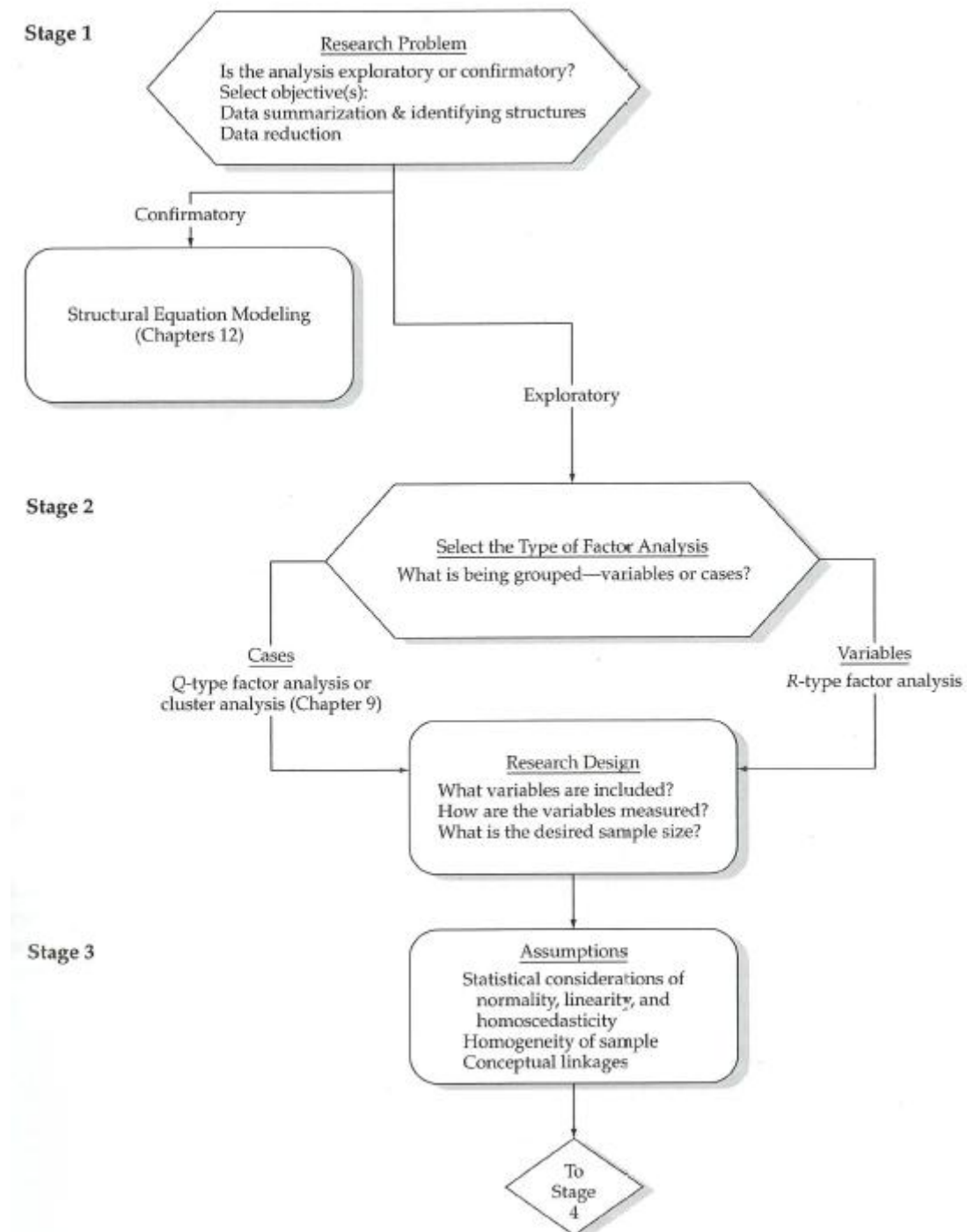
3.3.1 Obecné informace

PCA je statistická metoda, která umožňuje přeměnit původní počet mnoha proměnných na sadu menšího počtu nekorelovaných proměnných, které ale zároveň obsahují většinu informací původního velkého počtu proměnných. Původně se touto problematikou zabýval Pearson. (Dunteman, 1989).

Cílem použití PCA je zredukovat dostupná data, dostupné proměnné tak, abychom mohli vyjádřit informace, které nám poskytují, méně proměnnými, které se seskupují do takzvaných faktorů nebo komponent. Zároveň je ale zachován objem informací, případně je pouze mírně redukován. Odpadá tedy nutnost sledovat například 30 proměnných, postačí nám sledování např. 3 vybraných, z kterých ale získáme téměř totožné informace. Metodu hlavních komponent lze rozdělit na 2 skupiny, dle cílů samotného zkoumání.

- Explorativní – hledáme určitý systém uvnitř souboru dat, nebo chceme zredukovat počet proměnných. Dále se tato práce zabývá touto skupinou.
- Konfirmativní – v případě, že máme dostatečný teoretický základ o našich datech a jejich propojenosti, můžeme zkoumat například to, které proměnné by měly být se-

skupeny do jednoho faktoru, případně jaký počet faktorů potřebujeme pro vyjádření daných dat (Hair, 2010).



Obr. 11 Postup PCA (Hair, 2010)

Obr. 11 zobrazuje jednotlivé kroky při aplikování PCA. Prvním krokem je vůbec samotné vymezení výzkumu. Chceme proměnné, data seskupit, identifikovat vztahy, nebo zredukovat data na méně proměnných? Rozhodneme se pro explorativní, nebo konfirmační analý-

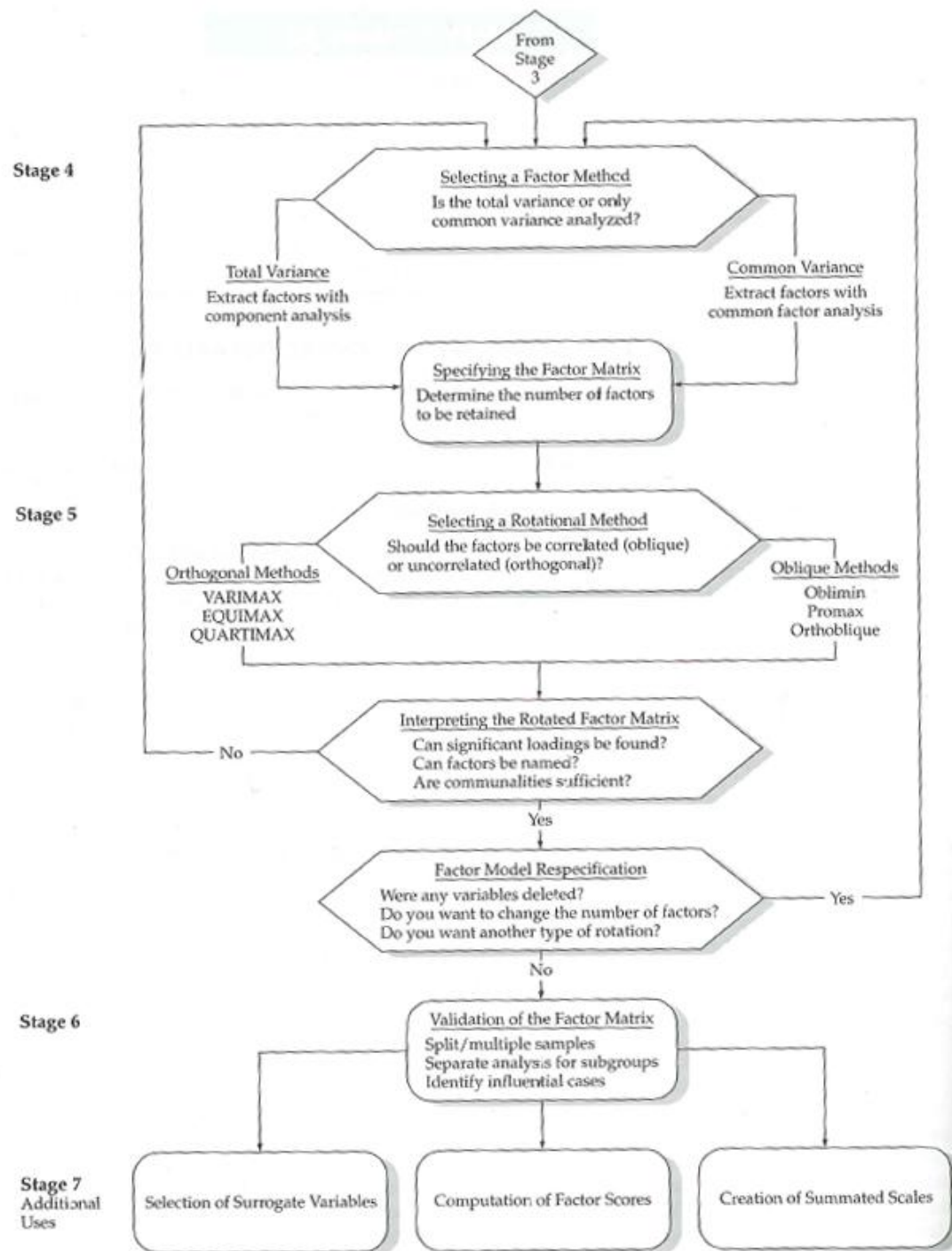
zu. Tato práce je zaměřena na explorativní, dále je tedy potřeba rozhodnout, zda se jedná o typ analýzy R, nebo Q.

- Typ R – použit v případě, že cílem je sumarizace, pracuje s korelační maticí *proměnných*. Cílem faktorové analýzy R je identifikace proměnných, které nejsou lehce pozorovatelné (latentní). Dále se tato práce zabývá typem R.
- Typ Q – pracuje s korelační maticí *respondentů*, na základě jejich charakteristik. Faktorová analýza Q slučuje, nebo seskupuje velké počty lidí do výrazně rozdílných skupin. (Hair, 2010)

3.3.2 Základní předpoklady PCA

Základním předpokladem pro realizaci PCA je dostatečný počet silných, statisticky významných korelací mezi analyzovanými proměnnými. Zde je postačující pouhé zhodnocení korelační matice proměnných, kdy v situaci, že jsou všechny korelace velmi slabé, nebo jsou všechny stejně silné, měli bychom zvážit, zda vůbec PCA provádět. Je zde několik „pravidel“, co se týče korelací:

- Pokud se nevyskytuje „větší počet“ korelací silnějších, než 0.3, PCA zřejmě není vhodná.
- Barlettův test: statisticky zkoumá celou korelační matici, výsledkem je zjištění, zda existují statisticky významné korelace alespoň mezi některými proměnnými. Podstatou Bartlettova testu je komparace korelační matice našich dat s maticí nulových korelací (kdy všechny hodnoty v matici jsou nulové, kromě hlavní diagonály, která obsahuje hodnoty 1).
- MSA (Measure of sampling adequacy, volně přeloženo jako Měřítko vhodnosti vzorku): jeho hodnota se pohybuje v intervalu $<0,1>$, hodnoty blíží se k 1 znamenají skutečnost, že každá proměnná je bezchybně predikována ostatními proměnnými, vyšší hodnoty jsou tedy lepší. PCA by měla být prováděna pouze, pokud celkové MSA dosahuje alespoň hodnoty 0.5 (Hair, 2010).



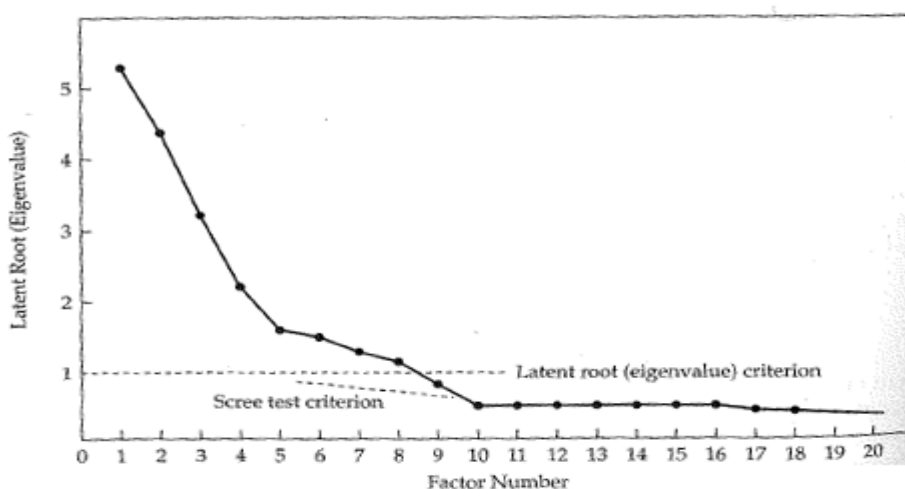
Obr. 12 Diagram pro rozhodování FA vs. PCA (Hair, 2010)

Na základě schematu na obrázku 12, volíme PCA, pomocí které získáme jednotlivé komponenty. Dále volíme metodu rotace, kterou se budu zabývat dále, nyní ale ještě poznámka k samotnému výběru komponent a způsobům, na základě kterých určujeme, zda faktor ponechat, či eliminovat.

3.3.3 Kritéria pro extrakci faktorů

Existuje několik způsobů, jak určit, které komponenty v rámci analýzy ještě ponechat a které již nezahrneme.

- Latent root criterion („Kritérium skrytého kořene“): Tento přístup pracuje s tzv. „Eigenvalues“. Eigenvalue představuje množství rozptylu, vysvětleného daným faktorem (komponentou). Jako mezní hodnotu si můžeme stanovit hodnotu 1, kdy hodnota 1 znamená, že komponenta vysvětluje pouze rozptyl sebe samé, nebudeme tedy komponenty s hodnotou eigenvalue menší než 1 do analýzy zahrnovat. Čím vyšší je naopak hodnota eigenvalue vyšší, tím lépe, jelikož nám tato komponenta vysvětluje rozptyl rovnou několika proměnných (Hair, 2010).
- Percentage of variance criterion („Kritérium vysvětleného rozptylu“): Je dalším přístupem pro určení počtu extrahovaných faktorů (komponent). Počet komponent určíme podle kumulovaného procentuálního podílu rozptylu, který je komponentami vysvětlen. Kumulativní podíl, kterého chceme dosáhnout, se liší v každé vědní disciplíně, záleží na tom, jakou přesnost vyžadujeme. V přírodních vědách se můžeme setkat s hodnotou 95%, v humanitních výzkumech např. 60%, obecně Hair doporučuje 70%. (Hair, 2010).
- Scree test criterion: Tento přístup pracuje s tzv. Scree grafem, jehož tvar nám pomáhá určit počet faktorů k extrakci. Osa X zobrazuje dané faktory (komponenty, osa Y škálu eigenvalues, kritériem může být opět hodnota eigenvalue 1, nebo právě tvar grafu, kde kritériem bude inflexní bod (Hair, 2010).

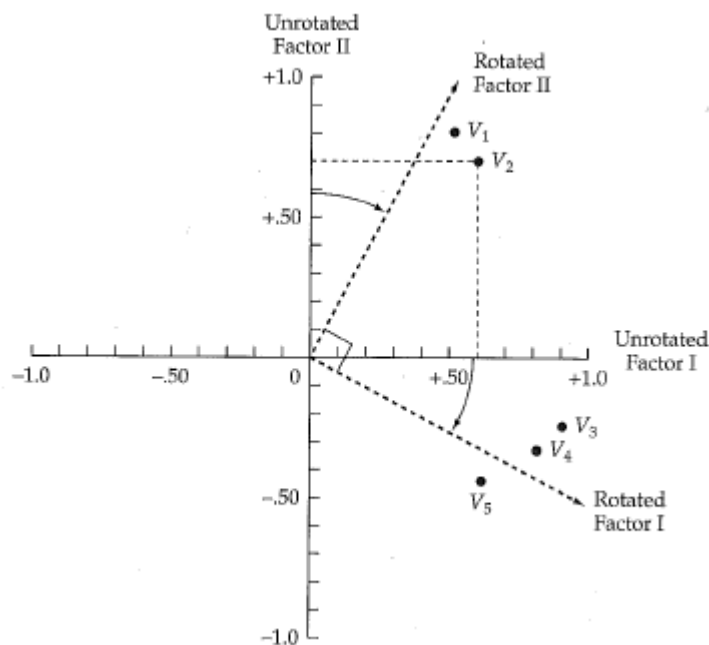


Obr. 13 Scree graf (Hair, 2010)

3.3.4 Interpretace faktorů

Samotná interpretace extrahovaných faktorů, komponent, je poměrně obtížná. Zpracovatel PCA by měl mít alespoň nějaké povědomí o podstatě proměnných, jejich provázanosti, aby mohl faktory interpretovat. Při interpretaci faktorů se používají 3 postupy:

- Matice faktorů: Jako první krok je vypočtena původní matice faktorů, která obsahuje faktorové váhy pro každou proměnnou, na každý faktor (komponentu). Tyto váhy udávají míru korelace mezi faktorem a proměnnou, vyšší hodnoty tedy znamenají užší vztah mezi faktorem a proměnnou.
- Rotace faktorů: Výsledné hodnoty jednotlivých faktorů (komponent), mohou být ve tvaru, který je neinterpretovatelný (pokud bychom uvažovali například s komponentou, která by nám měla vyjadřovat určitou spokojenost zákazníka s celkovým prodejním prostředím, které by zahrnovalo například proměnné typu design prodejny, přístup prodavače, atd. a hodnoty této komponenty by nabývaly hodnot od -0.8 do 0.9, takové hodnoty by nám mnoho informací neposkytly. Provádíme proto tzv. rotaci faktorů. V rámci PCA využijí pouze jednu z mnoha možných rotací, ortogonální (pravoúhlou) rotaci VARIMAX.



Obr. 14 Ortogonální rotace faktorů (Hair, 2010)

- Interpretace faktorů a respecifikace: Spočívá zejména ve změně metody extrakce faktorů, za účelem zajištění kvalitnější interpretace (Hair, 2010).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 APLIKACE PCA NA DATA S CÍLEM ELIMINACE PROMĚNNÝCH

Cílem této práce je eliminace proměnných na základě využití popsané statistické metody.

4.1 Výchozí situace, data

Data set, se kterým budu v rámci praktické části pracovat se skládá z již dříve popsaných 10 proměnných. Jedná se jmenovitě o: Úroveň zásob, Procento včasných dodávek od dodavatelů, Počet obrátek, Počet obrátek bez zastaralých a pomalu se „obracejících“ zásob, Objednávky v prodlení (24h v prodlení), Žádné potvrzení objednávky do 5 dnů, Přijetí materiálu během 24h, Poměr skluzů k průměrnému obratu, Počet nepotřebných výrobních příkazů, Výdej materiálu do 48 hodin.

V rámci práce je aplikována dříve popsána metoda PCA za účelem redukce proměnných.

V datasetu chybí několik hodnot u vybraných proměnných, proto byla původní myšlenka zpracování PCA pro dataset doplněný regresí a také pro dataset, ve kterém by byly odstraněny měsíce, u kterých chybí hodnoty. Nicméně vzhledem ke skutečnosti, že výsledky, které jsem získal z datasetu „očistěného“ o tyto měsíce nebylo možné logicky interpretovat (a také vzhledem k dodržení rozsahu práce), je zpracována pouze PCA na datasetu, kde jsou chybějící data doplněna lineární regresí. Vzhledem k nízké volatilitě hodnot v řadě, kde hodnoty chybí, by toto ale nemělo výrazně výsledek ovlivnit.

Z dostupných dat jsem vytvořil bodové grafy za účelem zjištění, zda vykazují lineární trendy, na základě tohoto zjištění je potom zvolena metoda pro korelace a samotnou PCA, zda bude použita Spearmanova, nebo Pearsonova metoda (Pearson v případě lineárního trendu dat, Spearman v případě nelineárního). Hodnoty v grafech jsou upraveny, vynásobeny koeficientem za účelem zastření reálných dat, což nijak neovlivní výsledek, protože trend dat, který nás zajímá, bude zachován.

V datasetu jsou u mnoha KPI pozorovatelné extrémy v měsíci červnu, které jsou opravdu výrazné, dle informací z podniku bylo toto způsobeno jednoduše tím, že se jednalo o měsíc dovolených a nákupci odkládali své povinnosti, kdy například běžně potvrzení objednávky urgují, ale v tomto měsíci čerpali dovolenou a potvrzení odkládali.

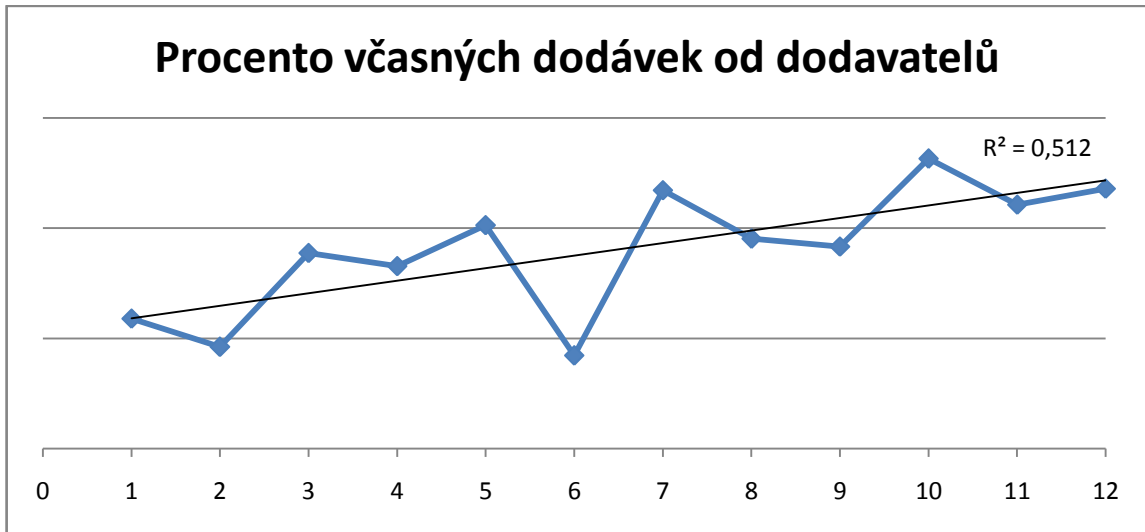
4.2 Obecně ke všem popsaným KPI

U popisu jednotlivých KPI je třeba poznamenat, že u většiny z nich nebylo možné do detailu splnit jeden z cílů práce a to porovnání stavu řízení jednotlivých KPI s teorií. Tento nedostatek je způsoben především tím, že odborná literatura nepopisuje veškeré KPI, které existují (různé firmy mohou různé procesy a jejich reporty pojmenovat jinak, případně mohou mít nejruznější obměny v měření a sledování těchto procesů, zároveň firmy tyto KPI často záměrně nezveřejňují, například v rámci zachování konkurenční výhody). Nicméně u obecnějších, známých ukazatelů je poskytnut i teoretický základ a u ukazatelů, které si firma vytvořila je podán alespoň jejich význam.



Obr. 15 Úroveň zásob (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Úroveň zásob nevykazuje lineární trend, pro znázornění jsem zde použil koeficient spolehlivosti pro lineární trend, který je zde extrémně nízký (Čím vyšší je jeho hodnota, tím se vývoj blíží lineárnímu trendu a lineární závislosti proměnných). Z grafu je patrné, že úroveň zásob dosahuje určitého maxima přibližně v polovině roku.



Obr. 16 Procento včasných dodávek od dodavatelů (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

U grafu na obrázku 16 můžeme pozorovat minimum v polovině roku (opět, stejně jako u předchozí proměnné je extrém ve stejném období. Toto je zajímavý poznatek a bude později objasněn pomocí PCA.



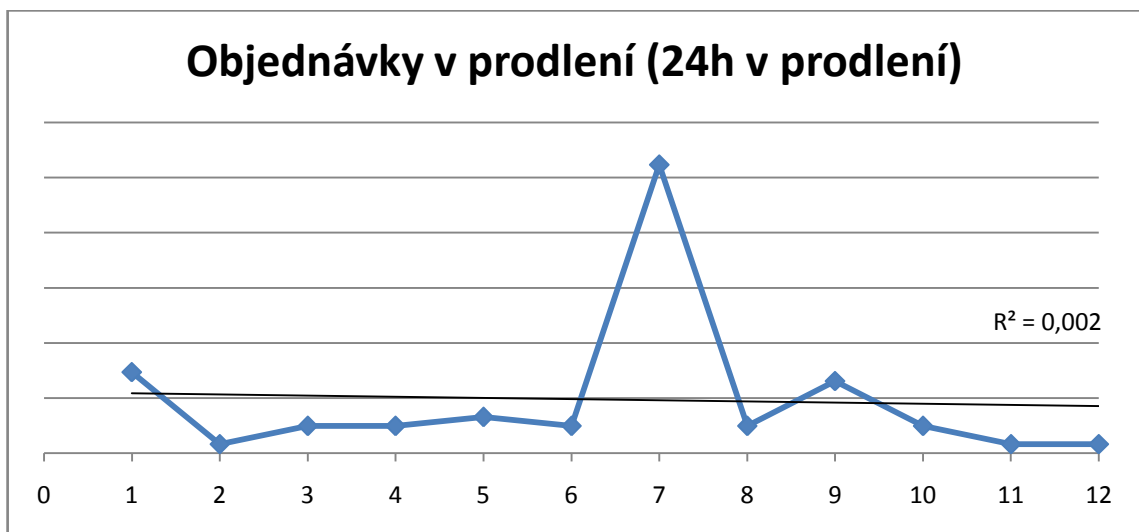
Obr. 17 Počet obrátek veškerých zásob (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Počet obrátek v průběhu roku nevykazuje lineární trend, i koeficient spolehlivosti je nízký. Můžeme pozorovat vysokou volatilitu hodnot.



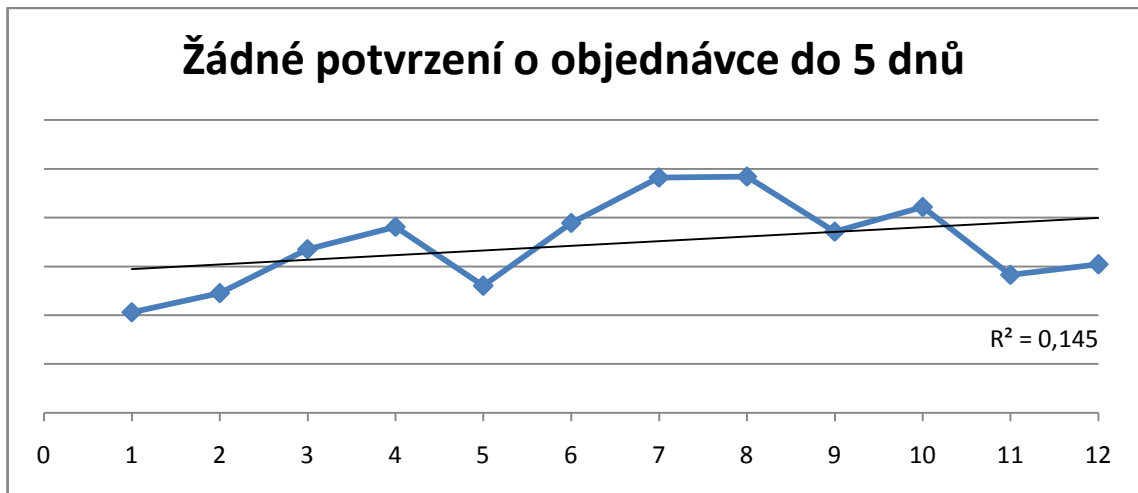
Obr. 18 Počet obrátek bez zastaralých a pomalu se "obracejících" zásob (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Počet obrátek bez OSMI vykazuje poměrně silný lineární trend.



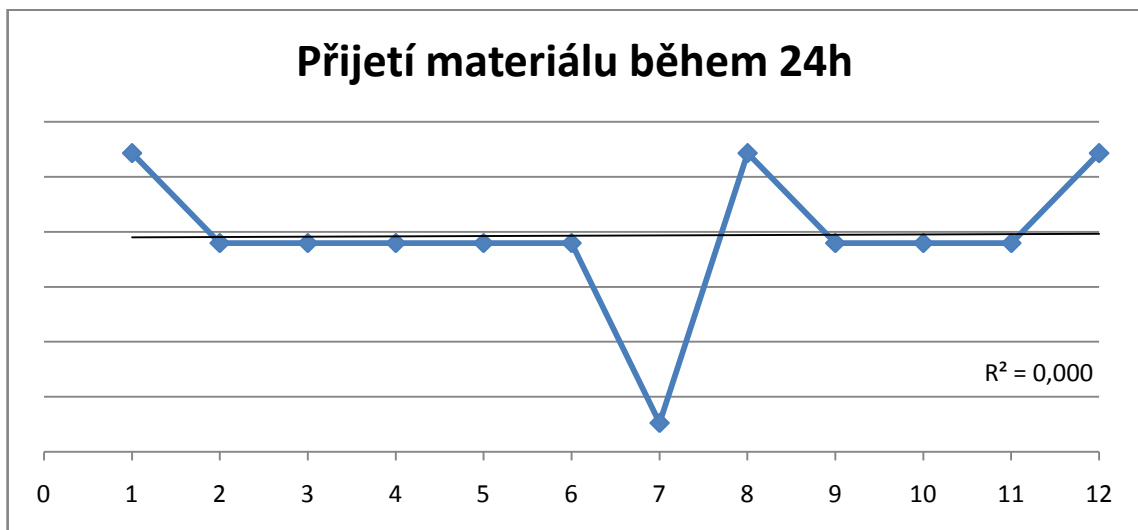
Obr. 19 Objednávky v prodlení 24h (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Proměnná Objednávky v prodlení více, než 24 hodin nevykazuje lineární trend, opět vidíme extrém přibližně v polovině roku, opět bude vysvětleno jako součást výstupu PCA.



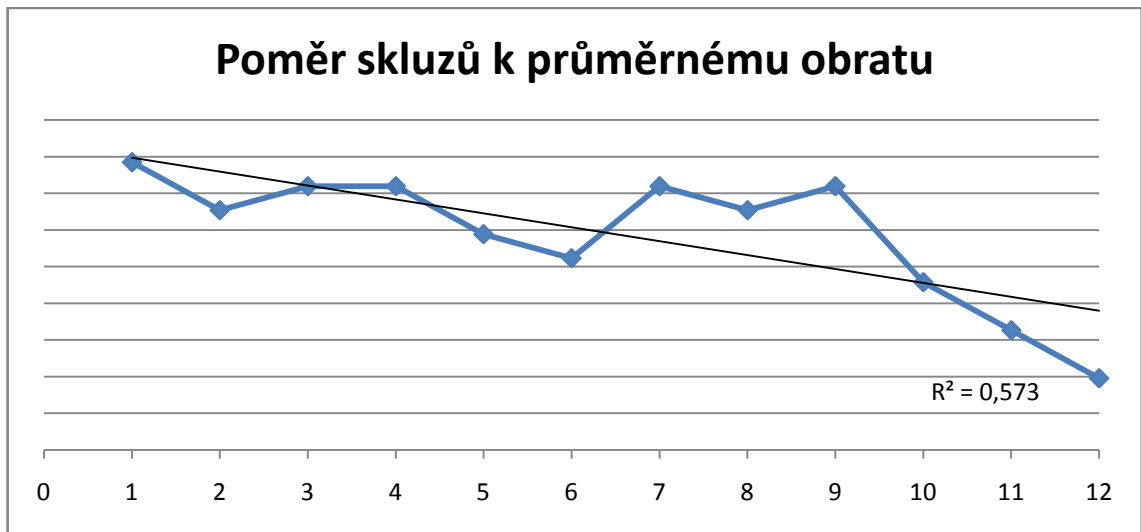
Obr. 20 Žádné potvrzení o objednávce do 5 dnů (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Ani tato proměnná nevykazuje lineární trend, hodnoty opět dosahují vyšších hodnot v polovině roku.



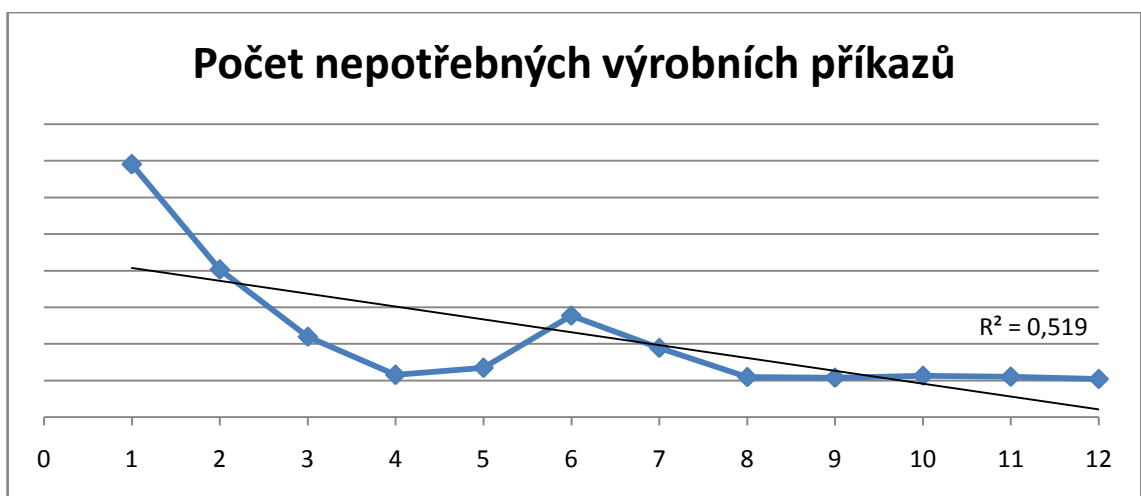
Obr. 21 Přijetí materiálu během 24h (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Proměnná přijetí materiálu během 24 hodin je téměř konstantní, s minimem opět přibližně v polovině roku, opět vysvětlení následuje ve výstupu PCA.



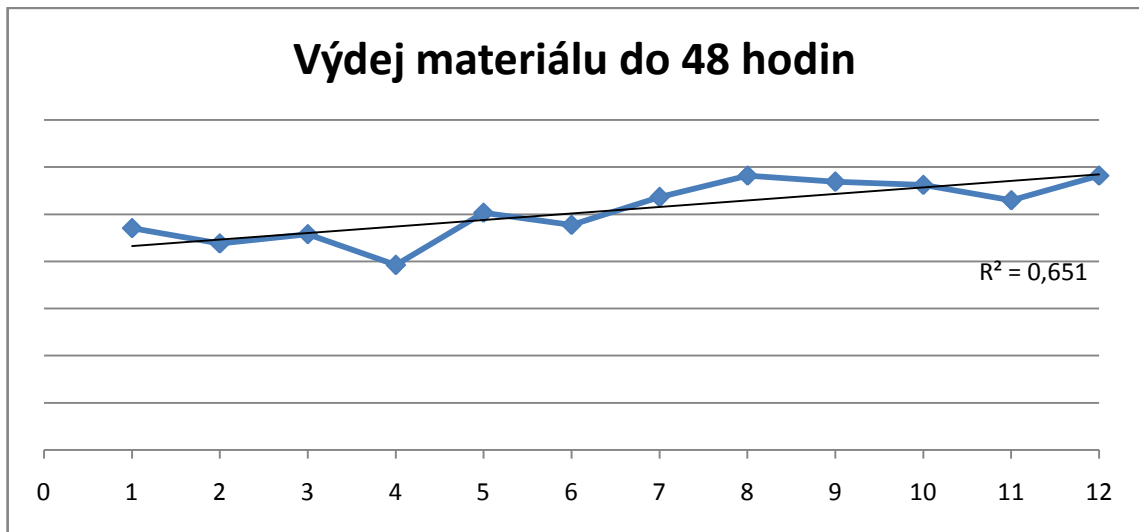
Obr. 22 Poměr skluzů k průměrnému obratu (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Proměnná poměr skluzů k průměrnému obratu vykazuje poměrně silný lineární trend.



Obr. 23 Počet nepotřebných výrobních příkazů (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Počet nepotřebných výrobních příkazů opět extrém v červnu (leden a únor je dle informací firmy zkraslený), červnový extrém vysvětlen PCA.



Obr. 24 Výdej materiálu do 48 hodin (Vlastní zpracování na základě firemních dat)

Na základě posouzení trendů jednotlivých proměnných v čase, počet lineárních a nelineárních vývojů proměnných v datasetu je přibližně stejný, v rámci práce proto zpracuji PCA oběma metodami, jak Pearson tak Spearmanem.

Další pohled na data, jejich strukturu, vývoj nám poskytuje funkce v programu R Project, „Pairs.panels“, která nám poskytuje jak korelace mezi jednotlivými proměnnými, tak grafy hodnot proměnných.

4.3 Aplikace PCA – dataset doplněný o proměnné pomocí regrese

V této sekci je aplikována PCA na data, doplněná o chybějící hodnoty pomocí regrese. Funkce použitá v programu R Project již zahrnuje rotaci VARIMAX, je použita jak metoda Spearman, tak Pearson.

4.3.1 Splnění základních předpokladů pro PCA

- Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, v datasetu se objevuje větší počet korelačních vazeb silnějších, než 0.3.
- Bartlettův test

```
$Bartlett
[1] 74.564
```

Obr. 25 Bartlettův test sphericity (Vlastní zpracování v R Project)

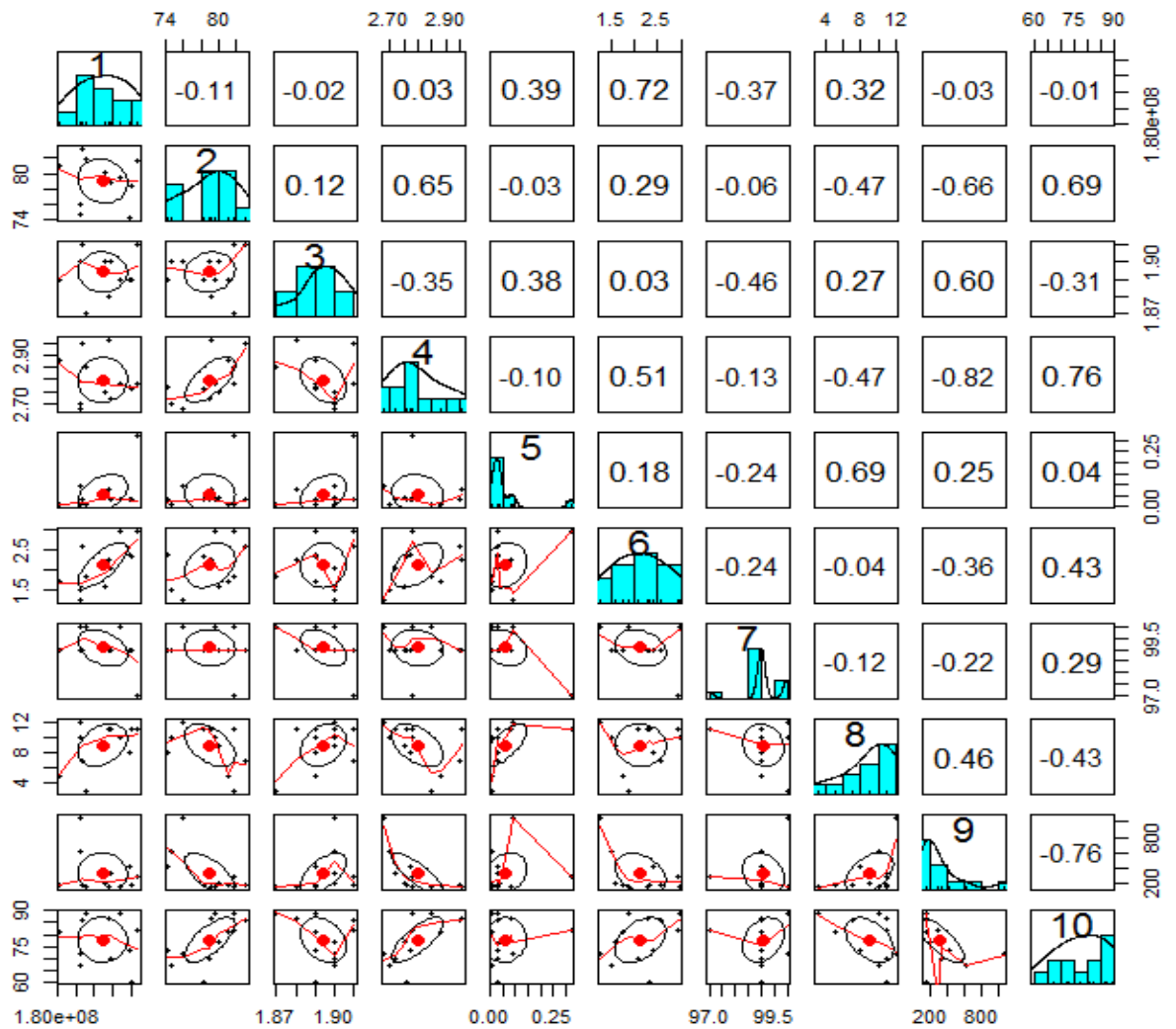
Hodnota Bartlettova testu z obrázku 25 je 74.564, což vzhledem k teoretickým poznatkům naznačuje vhodnost.

- Measure of sampling adequacy

```
$MSA
      MSA
1  0.42349
2  0.25121
3  0.15874
4  0.38699
5  0.20107
6  0.43712
7  0.19868
8  0.32903
9  0.25165
10 0.29636
```

Obr. 26 Measure of sampling adequacy (Vlastní zpracování v R Project)

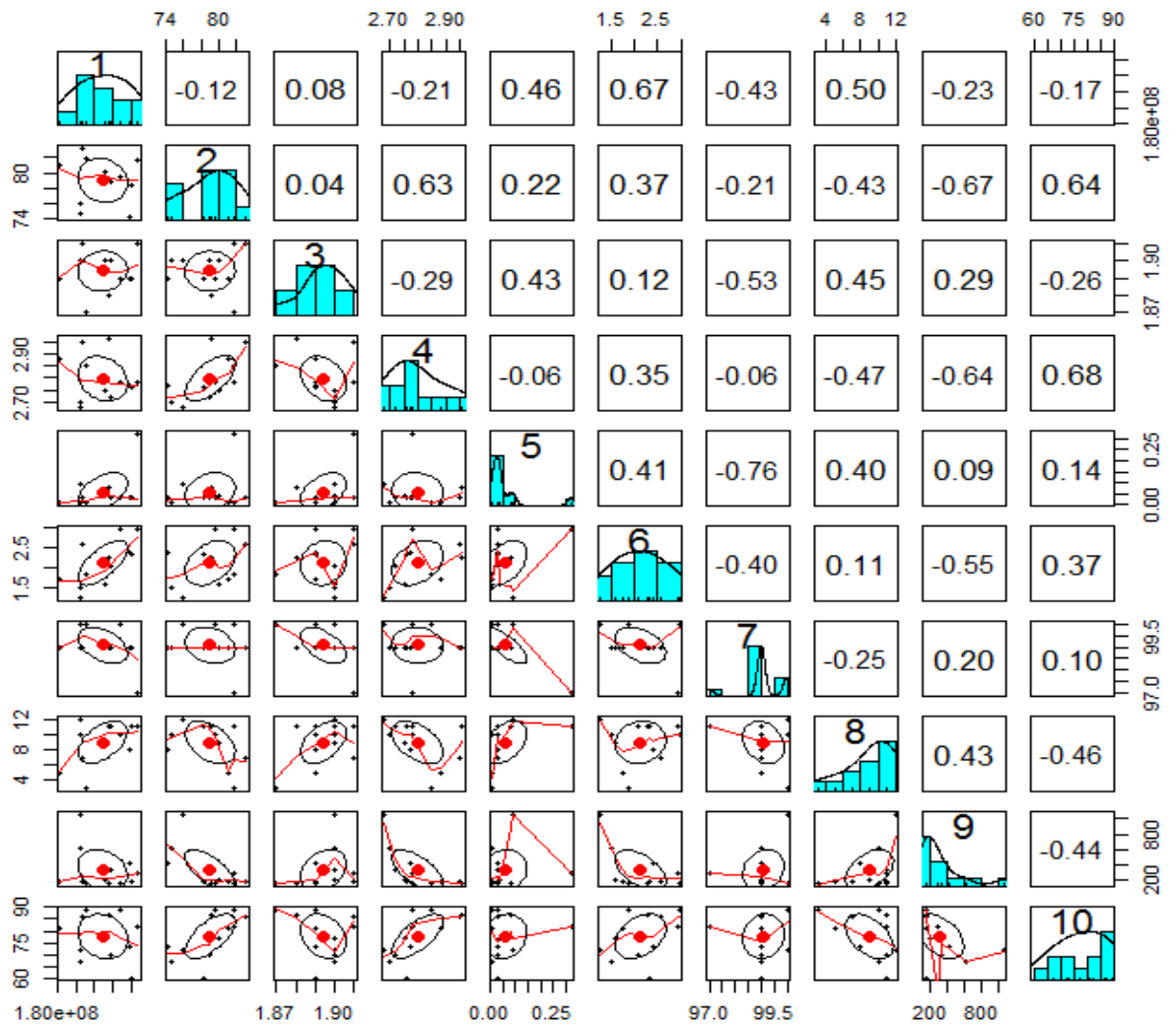
MSA nedosahuje teoretické limitní hodnoty 0.5, což dle teorie naznačuje nevhodnost MSA, nicméně vzhledem ke skutečnosti, že máme k dispozici opravdu malý vzorek dat, můžeme usoudit, že tato „nedokonalost“ je zapříčiněna právě touto skutečností. V PCA tedy budeme pokračovat, nicméně v budoucnu by bylo zajímavé provést MSA znovu na rozsáhlejší vzorku dat, je pravděpodobné, že by již byl výsledek jiný.



P

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.5741	0.8678	0.9682	0.1377	0.0299	0.0760	0.2888	0.8499	0.6988
2	0.5741		0.2434	0.0003	0.1470	0.1225	0.7939	0.0019	0.0011	0.0004
3	0.8678	0.2434		0.0445	0.0779	0.3317	0.0342	0.0813	0.0061	0.0172
4	0.9682	0.0003	0.0445		0.1533	0.0227	0.7516	0.0040	0.0000	0.0000
5	0.1377	0.1470	0.0779	0.1533		0.8562	0.0868	0.0019	0.0777	0.1025
6	0.0299	0.1225	0.3317	0.0227	0.8562		0.3444	0.2912	0.0625	0.0874
7	0.0760	0.7939	0.0342	0.7516	0.0868	0.3444		0.3086	0.3165	0.3020
8	0.2888	0.0019	0.0813	0.0040	0.0019	0.2912	0.3086		0.0030	0.0021
9	0.8499	0.0011	0.0061	0.0000	0.0777	0.0625	0.3165	0.0030		0.0000
10	0.6988	0.0004	0.0172	0.0000	0.1025	0.0874	0.3020	0.0021	0.0000	

Obr. 27 Korelační matice s grafy, matice významnosti jednotlivých koeficientů – Spearman (Vlastní zpracování v R Project)



P

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0.6831	0.2725	0.4376	0.0250	0.0307	0.0247	0.0577	0.7511	0.3648
2	0.6831		0.4031	0.0003	0.8074	0.0770	0.5417	0.0131	0.0004	0.0005
3	0.2725	0.4031		0.0872	0.0277	0.9259	0.0251	0.0184	0.1962	0.0652
4	0.4376	0.0003	0.0872		0.6285	0.1590	0.9283	0.0016	0.0005	0.0000
5	0.0250	0.8074	0.0277	0.6285		0.1027	0.0000	0.1274	0.9462	0.6566
6	0.0307	0.0770	0.9259	0.1590	0.1027		0.0394	0.8162	0.0103	0.2165
7	0.0247	0.5417	0.0251	0.9283	0.0000	0.0394		0.2164	0.6004	0.7873
8	0.0577	0.0131	0.0184	0.0016	0.1274	0.8162	0.2164		0.0374	0.0007
9	0.7511	0.0004	0.1962	0.0005	0.9462	0.0103	0.6004	0.0374		0.0029
10	0.3648	0.0005	0.0652	0.0000	0.6566	0.2165	0.7873	0.0007	0.0029	

Obr. 28 Korelační matice s grafy, matice významnosti jednotlivých koeficientů – Pearson (Vlastní zpracování v R Project)

Na základě posouzení jednotlivých grafů nebyla zjištěna žádná pravidelnost, co se týče normality dat, vzhledem k malé velikosti vzorku by ale ani zjištění, že všechny proměnné vykazují normální rozdělení dat, nebylo významné. Dále můžeme pozorovat jak u Spearmana, tak u Pearsona několik silnějších korelačních vazeb, což znamená, že PCA by mělo být možné uplatnit a dojít k určitým výsledkům (První základní předpoklad z kapitoly 3.3.2 pro realizaci PCA na zvoleném datasetu je tedy splněn – „větší množství“ korelací silnějších, než 0.3). Samotné korelační koeficienty jsou bohužel často statisticky nevýznamné, což ale opět můžeme přiřadit extrémně nízkému počtu pozorování.

Grafy pod hlavní diagonálou znázorňují porovnání hodnot jednotlivých proměnných. Pro vysvětlení, například porovnání proměnné 9 a 10, v poli pod číslem 9 na hlavní diagonále. Škála proměnné 9 je na ose X a proměnné 10 na ose Y, grafy zahrnují 75% hodnot do zobrazené elipsy, kdy čím plošší je tvar elipsy, tím lépe jsme schopni předpovídat trend proměnné, čím se tvar elipsy podobá kruhu, tím méně.

Spodní část obrázků 27 a 28 zobrazuje p hodnoty korelačních koeficientů, které znamenají pravděpodobnost, že jsme dospěli ke zjištěnému výsledku, například, že existuje silná korelace, i když ve skutečnosti zde není. Většinou se pracuje s hodnotou 5 %, tedy pokud je p-hodnota < 0.05 , korelační koeficient je považován za statisticky významný. Ze zmíněných obrázků je patrné, že p-hodnoty jsou často vyšší, nicméně opět nemůžeme činit významné soudy, vzhledem k počtu pozorování.

4.4 PCA na základě Spearmanovy korelační matice

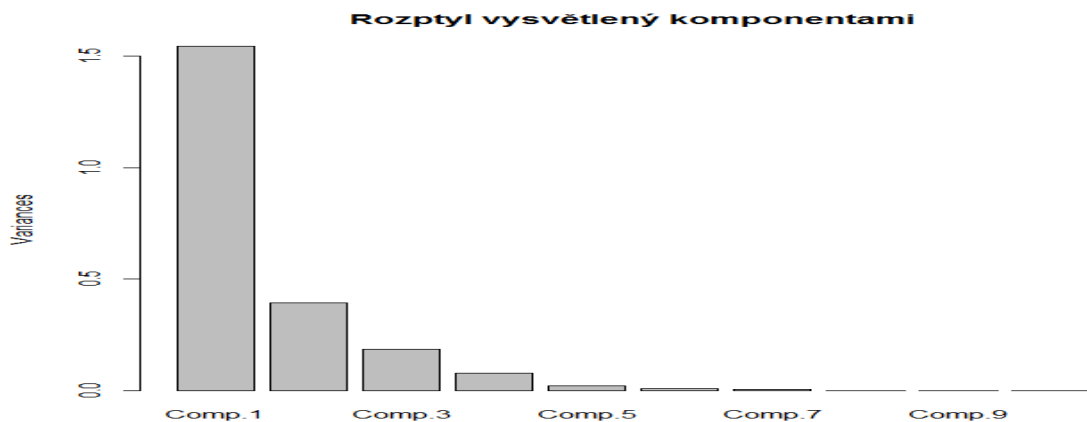
4.4.1 Volba počtu komponent

Importance of components:

	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5	Comp.6
Standard deviation	1.2429977	0.6281158	0.42906310	0.2786693	0.140890173	0.085759366
Proportion of Variance	0.6916112	0.1766041	0.08240692	0.0347616	0.008885518	0.003292187
Cumulative Proportion	0.6916112	0.8682153	0.95062217	0.9853838	0.994269280	0.997561466
	Comp.7	Comp.8	Comp.9	Comp.10		
Standard deviation	0.069804740	0.0234442581	5.029206e-03	1.053302e-08		
Proportion of Variance	0.002181178	0.0002460335	1.132192e-05	4.966237e-17		
Cumulative Proportion	0.999742645	0.9999886781	1.000000e+00	1.000000e+00		

Obr. 29 PCA - metoda Spearman - vysvětlení rozptylu komponentami (Vlastní zpracování v R Project)

Dle obrázku 29 komponenta 1 vysvětluje téměř 70% rozptylu (Proportion of Variance), komponenta 2 18%, kumulativně 87% (Cumulative Proportion), komponentu 3 již vzhledem k podílu vysvětleného rozptylu nezahrneme, stejně jako následující komponenty. První 2 komponenty vysvětlují více, než 70% rozptylu, budeme tedy pracovat pouze s nimi.



Obr. 30 Rozptyl vysvětlený jednotlivými komponentami

Obr. 30 zobrazuje scree graf rozptylů vysvětlených jednotlivými proměnnými, nejlepším řešením bude zřejmě pracovat se 2 proměnnými, vzhledem k hranici rozptylu, vysvětleného proměnnými, kde kritérium je 70% (Hair, 2010). Při porovnání hodnot na obrázku 29 a stupnice ve scree grafu, můžeme si všimnout skutečnosti, že Obr. obsahuje směrodatnou odchylku (standard deviation) a scree graf zobrazuje rozptyly (variances). Pro vysvětlení, hodnoty ve scree grafu jsou druhou mocninou směrodatné odchylky dle vztahu:

$$\text{Rozptyl} = \text{Směrodatná odchylka}^2 \quad (4.1)$$

4.4.2 Volba proměnných k zahrnutí do komponent

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
1	-0.04620639	<u>-0.55181647</u>	0.37594477	0.22394892	-0.24053269
2	0.36176152	-0.08249746	<u>-0.43914414</u>	-0.22669657	-0.24634682
3	-0.25830414	-0.15502276	<u>-0.61604470</u>	-0.03135986	-0.40494931
4	<u>0.43838011</u>	-0.20370459	-0.07085892	-0.10313894	0.42247055
5	-0.18833340	-0.30257678	0.04821020	-0.67797581	-0.04482455
6	0.18876750	<u>-0.48955000</u>	0.15229758	0.27516968	-0.34475787
7	0.11147137	<u>0.51162764</u>	0.39713766	-0.15735525	-0.56979177
8	-0.35250699	-0.16740579	0.27329642	-0.46556712	0.11370688
9	<u>-0.46813691</u>	0.04404500	-0.15106990	0.15258445	-0.12256162
10	<u>0.42562139</u>	-0.01502428	0.02314621	-0.29439682	-0.25595208
	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
1	0.24473130	0.3935635	-0.06418213	0.04667905	0.472161099
2	0.52583760	0.1303612	0.10367043	-0.50094738	-0.046925982
3	-0.04514823	-0.2807526	-0.02953442	0.43743807	0.302793241
4	-0.28420601	-0.2961307	0.25878299	-0.12378189	0.566948208
5	-0.27803757	0.3241091	0.42534539	0.09869642	-0.189688937
6	-0.21605577	-0.4599936	0.16217891	-0.14237479	-0.449544151
7	-0.01860878	-0.1836626	0.31937142	-0.02851035	0.285972809
8	0.31885815	-0.5274864	-0.34649414	-0.19333094	0.077419238
9	-0.44192406	0.1090958	-0.05672604	-0.68664391	0.189435806
10	-0.39936366	0.1451957	-0.69627390	0.02275196	0.003985474

Obr. 31 PCA – metoda Spearman – faktorové váhy proměnných (Vlastní zpracování v R Project)

Z obrázku 31 je patrné, že jako mez pro zahrnutí proměnné do komponentního indexu byla zvolena hranice 0.4 (Hair,2010), tedy pro komponentu 1 jsou to proměnné 4,9,10, pro komponentu 2 proměnné 1,6,7. Za účelem zpřehlednění proměnných zahrnutých do jednotlivých komponent použita funkce v R pro zobrazení pouze relevantních proměnných, viz následující Obr. 32.

```
Loadings:
  Comp.1 Comp.2
1          0.552
3
5
7         -0.512
2
8
10        0.426
9        -0.468
4         0.438
6          0.490
```

Obr. 32 Přehlednější zobrazení proměnných v komponentách (Vlastní zpracování v R Project)

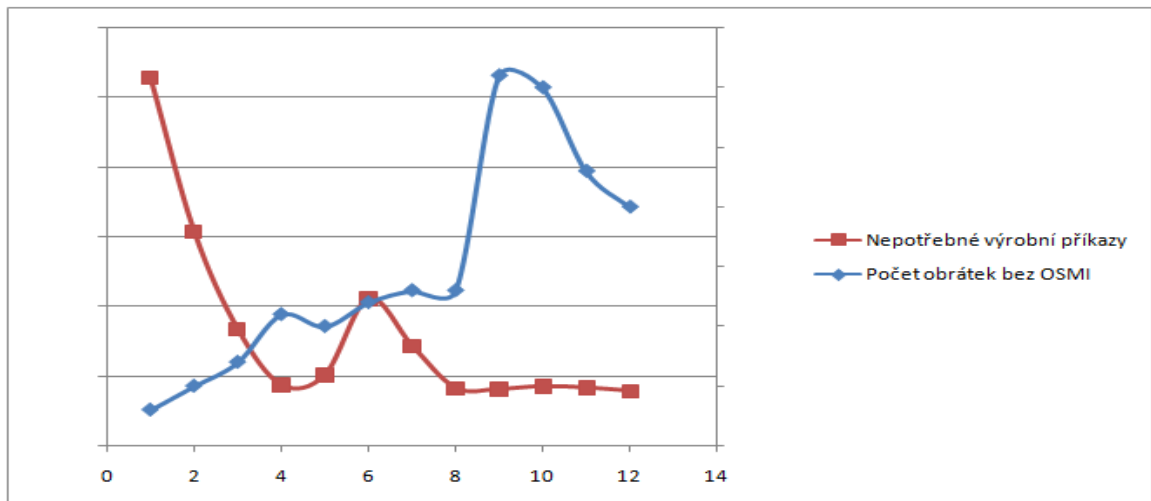
4.5 Interpretace komponent

Nejdůležitějším krokem je samotné zhodnocení získaných komponent a proměnných v nich obsažených, jednotlivých vztahů mezi proměnnou a komponentou, zda tyto vůbec dávají smysl. Dále je potřeba komponenty pojmenovat, zda opravdu představují logický a interpretovatelný výsledek.

Použitím PCA metodou Spearman byly eliminovány 4 proměnné, jejichž odstraněním neztratíme podstatnou část informací, tato je obsažena ve zbývajících 6.

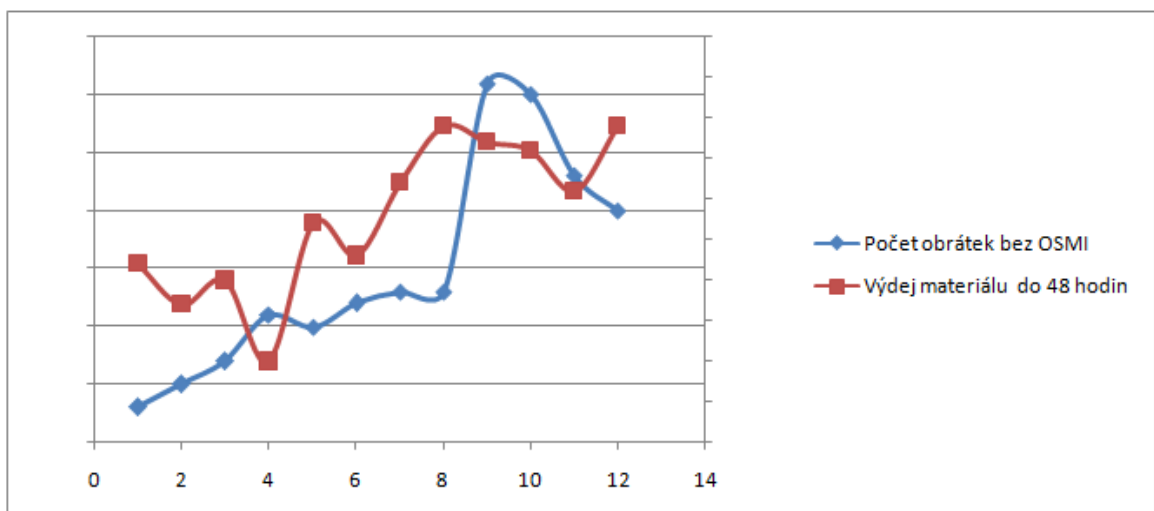
4.5.1 Komponenta č. 1

Komponenta 1 tedy zahrnuje proměnné **Počet obrátek bez zastaralých a pomalu se „obracejících“ zásob**, dále uváděno jako „bez OSMI“ (4), **Nepotřebné výrobní příkazy** (9), **Výdej materiálu do 48 hodin** (10). Vztahy mezi jednotlivými proměnnými a komponentou 1 jsou dle obrázku 32 následující: čím vyšší je obrátka bez OSMI, tím vyšší bude hodnota komponenty, čím vyšší bude počet nepotřebných výrobních příkazů, tím nižší bude hodnota komponenty, čím vyšší bude procento vydaného materiálu do 48 hodin, tím vyšší bude hodnota komponenty. Vzhledem ke skutečnosti, že komponenta obsahuje tyto 3 proměnné, které se výrazně vztahují přímo k výrobě, pojmenoval bych komponentu „Průtok výroby“, případně „Rychlost výroby“. Po logickém zhodnocení komponenty a vztahu komponenta - proměnné, bude platit následující. Čím vyšší bude obrátka zásob bez OSMI, tím rychlejší bude „Průtok výroby“. Čím vyšší bude počet nepotřebných výrobních příkazů, tím pomalejší bude „Průtok výroby“. A nakonec čím vyšší bude procento materiálu vydaného do 48 hodin, tím rychlejší bude „Průtok výroby“. Již zmíněné výsledky reprezentují i následující grafy vývoje jednotlivých proměnných.



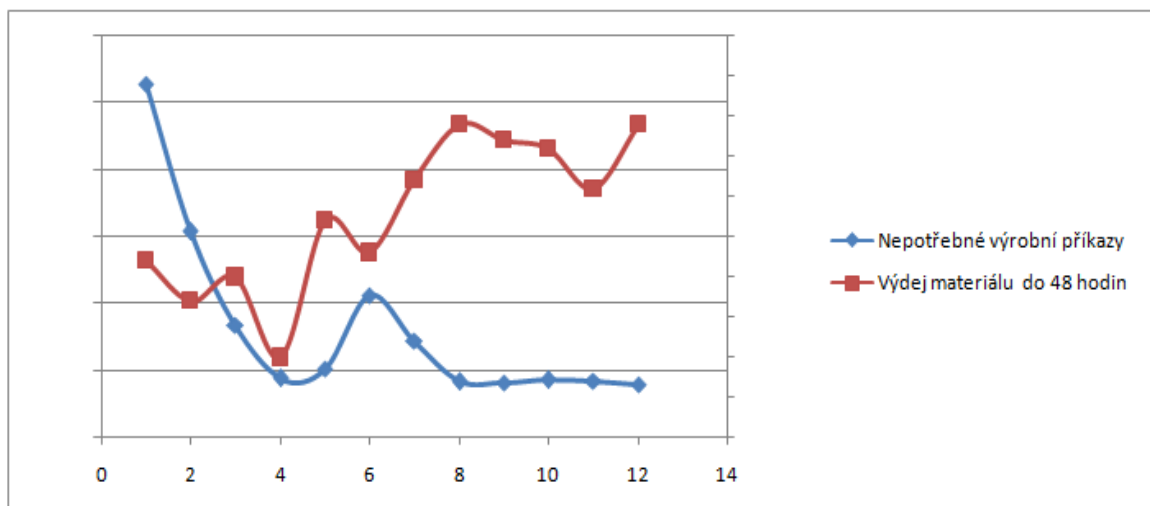
Obr. 33 Vývoj proměnných 4 a 9 (Vlastní zpracování)

Proměnné na obrázku 33 zobrazují vzájemné vývoje. Proměnná Počet obrátek bez OSMI má pozitivní korelaci s komponentou, proměnná Nepotřebné výrobní příkazy negativní, zákonitě tedy musí být také jejich vývoj opačný.



Obr. 34 Vývoj proměnných 4 a 10 (Vlastní zpracování)

Vývoje proměnných Počet obrátek bez OSMI a Výdej materiálu vykazují i znázorněné v grafu podobný trend, jelikož obě korelují s komponentou pozitivně.



Obr. 35 Vývoj proměnných 9 a 10 (Vlastní zpracování)

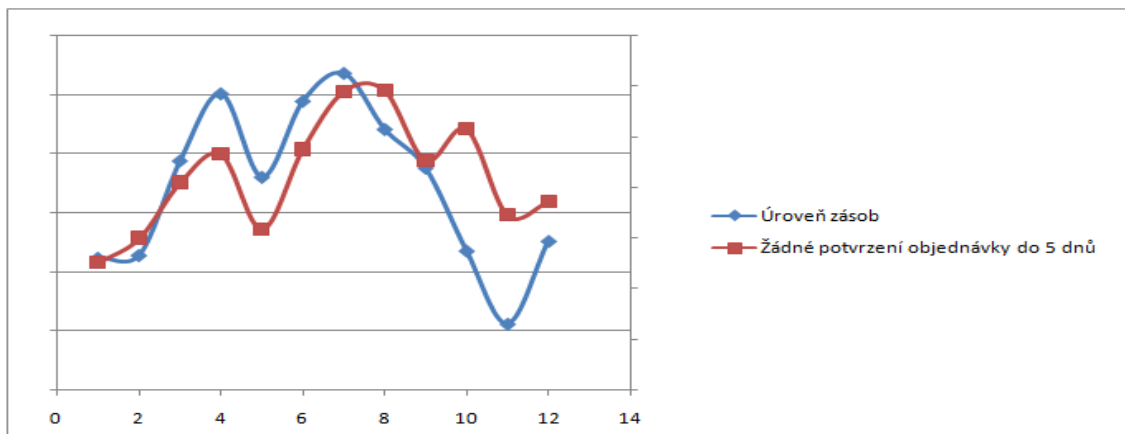
Proměnné Nepotřebné výrobní příkazy a Výdej materiálu do 48 hodin vykazují každá opačný vztah vzhledem ke komponentě, což je nejzřetelněji patrné v 6. měsíci, kdy zatímco proměnná Výdej materiálu do 48 hodin roste, proměnná Nepotřebné výrobní příkazy klesá.

4.5.2 Komponenta č. 2

Komponenta 2 obsahuje proměnné **Úroveň zásob (1)**, **Žádné potvrzení objednávky do 5 dnů (6)**, **Přijetí materiálu během 24 hodin (7)**. Vztah mezi úrovní zásob a komponentou je pozitivní, tedy čím vyšší úroveň zásob, tím vyšší hodnota komponenty, vztah mezi žádným potvrzením objednávky do 5 dnů a komponentou je také pozitivní, naopak vztah mezi přijetím materiálu během 24 hodin a komponentou je negativní, tedy čím vyšší je procento přijetí materiálu během 24 hodin, tím nižší je hodnota komponenty. Vzhledem k proměnným, obsaženým v komponentě, bude tato pojmenována „Úroveň dodavatelské nejistoty“. Zhodnocení vztahů je následující: čím vyšší je hodnota proměnné Žádné potvrzení objednávky do 5 dnů, tím vyšší bude hodnota komponenty, tedy „Úroveň dodavatelské nejistoty“. Čím vyšší je hodnota proměnné Přijetí materiálu během 24 hodin, tím nižší bude hodnota komponenty „Úroveň dodavatelské nejistoty“ a nakonec proměnná, jejíž interpretace vyžaduje hlubší zamyšlení, Úroveň zásob, vykazuje pozitivní vztah. Tedy čím vyšší je hodnota komponenty, tím vyšší je úroveň zásob (zároveň je vyšší hodnota proměnné „Žádné potvrzení objednávky do 5 dnů“. Po posouzení vzájemných vztahů těchto proměnných a komponenty by se tedy dala odvodit skutečnost, že protože podnik neobdržel potvrzení o objednávce, zvyšuje se úroveň dodavatelské nejistoty a podnik proto, za

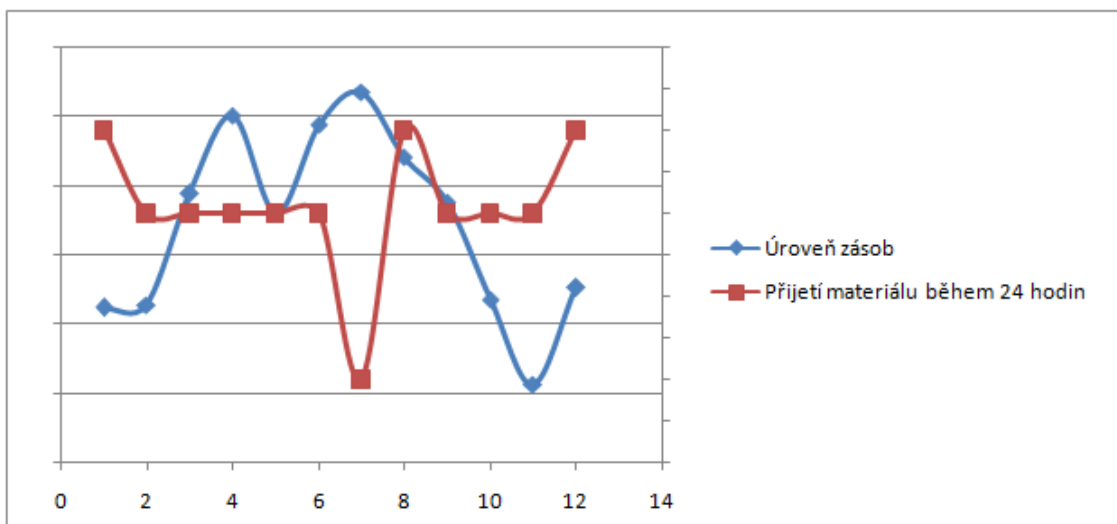
účelem zajištění plynulosti výroby, musí zajistit tyto zásoby z jiného zdroje, což vede ke zvýšení úrovně zásob (původní objednávka je případně následovně také vyřízena a úroveň zásob dále roste).

Opět pro grafické znázornění využití grafů:



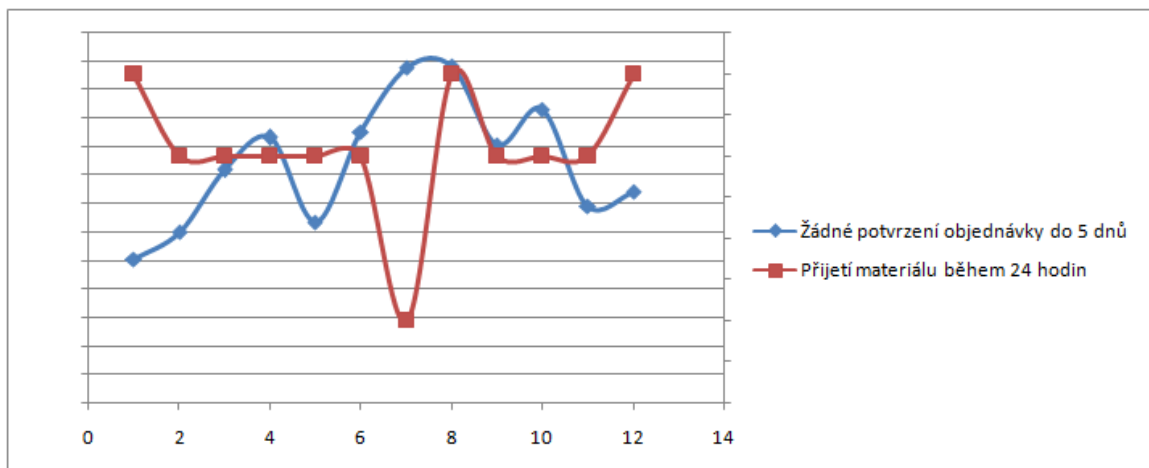
Obr. 36 Vývoj proměnných 1 a 6 (Vlastní zpracování)

Proměnné Úroveň zásob a Žádné potvrzení objednávky do 5 dnů vykazují vůči komponentě negativní vztah, názorně tuto situaci znázorňuje obrázek 36, kdy jsou vývoje téměř identické.



Obr. 37 Vývoj proměnných 1 a 7 (Vlastní zpracování)

Proměnné Úroveň zásob a Přijetí materiálu během 24 hodin vykazují opačné trendy vzhledem ke komponentě. Měly by tedy vykazovat vzájemně opačné vývoje, což na obrázku 37 není nikterak názorné, nejvýrazněji je toto znatelné opět v 6. měsíci.



Obr. 38 Vývoj proměnných 6 a 7 (Vlastní zpracování)

Obrázek 38 se z hlediska porovnání vývoje příliš neliší od obrázku 37. Tuto skutečnost bych připsal skutečnost, že proměnná Přijetí materiálu během 24 hodin je téměř konstantní, její hodnoty se v jednotlivých měsících liší opravdu mírně.

4.6 Zhodnocení redukce dat

Aplikací PCA na základě Spearmanovy korelační matice bylo dosaženo eliminace 4 proměnných z datasetu. Byly identifikovány 2 hlavní komponenty, jmenovitě „Průtok výroby“ a „Úroveň dodavatelské nejistoty“, které sdružují celkem 6 zbývajících proměnných. Sledováním těchto 6 proměnných ztratíme pouze 13% informace vyjádřených rozptylem, v porovnání s původními 10. Není tedy nutné sledovat všech 10 původních proměnných, můžeme se důkladněji zaměřit na stávajících 6, případně vytvořit zcela nové KPI, které poskytnou další informace.

4.7 PCA na základě Pearsonovy korelační matice

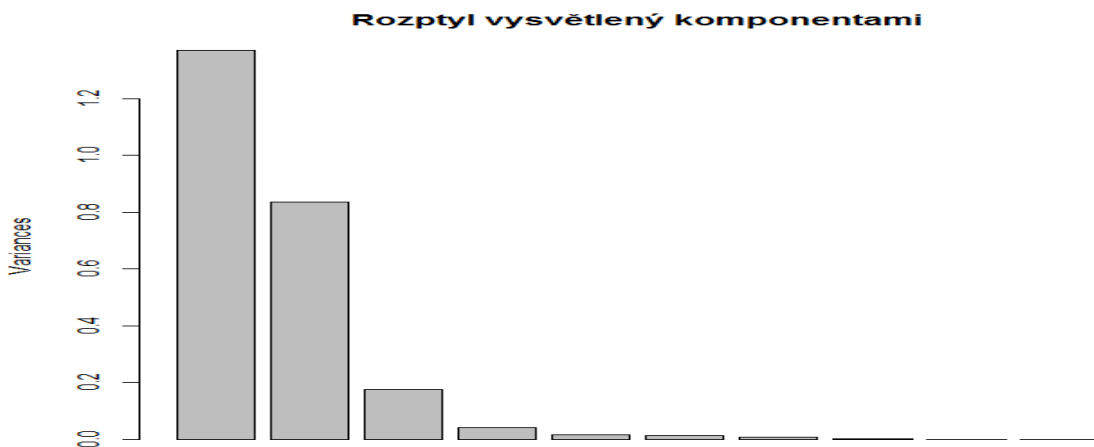
4.7.1 Volba počtu komponent

Importance of components:

	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5	Comp.6
Standard deviation	1.1101973	0.8672042	0.39872156	0.19391724	0.12360655	0.105878086
Proportion of Variance	0.5560804	0.3392970	0.07172602	0.01696563	0.00689319	0.005057658
Cumulative Proportion	0.5560804	0.8953774	0.96710340	0.98406903	0.99096222	0.996019878
	Comp.7	Comp.8	Comp.9	Comp.10		
Standard deviation	0.088975446	0.0300442392	1.597846e-03	2.914519e-09		
Proportion of Variance	0.003571722	0.0004072487	1.151880e-06	3.832401e-18		
Cumulative Proportion	0.999591599	0.9999988481	1.000000e+00	1.000000e+00		

Obr. 39 PCA - metoda Pearson - vysvětlení rozptylu komponentami (Vlastní zpracování v R Project)

Z obrázku 33 je patrné, že komponenta 1 vysvětluje 56% rozptylu, komponenta 2 34%, kumulativně téměř 90%, komponenta 3 a další již vysvětlují zanedbatelné podíly celkového rozptylu.



Obr. 40 Rozptyl vysvětlený jednotlivými komponentami (Vlastní zpracování v R Project)

Obr. 34 zobrazuje scree graf rozptylů vysvětlených jednotlivými proměnnými, nejlepším řešením bude zřejmě opět pracovat se 2 komponentami, opět vzhledem ke kritériu 70% vysvětleného rozptylu.

4.7.2 Volba proměnných k zahrnutí do komponent

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
1	-0.12508126	-0.41886233	0.55111980	0.05150807	0.16912036
2	0.40663373	-0.17633845	-0.30266551	-0.16813662	0.34943967
3	-0.24478100	-0.25453147	-0.51035400	-0.50352750	0.14659908
4	0.45493938	-0.04655856	-0.07437176	-0.03882952	-0.74967010
5	-0.09913088	-0.44341439	-0.25747227	0.58798294	0.06196610
6	0.17500448	-0.42006709	0.32173486	-0.10845930	0.11106220
7	0.05752500	0.51483097	0.28184102	-0.02062283	0.27076479
8	-0.39704046	-0.19517648	0.13810011	-0.04229900	-0.39209583
9	-0.41933061	0.22386487	-0.24320304	0.38178672	-0.02223624
10	0.41817963	-0.01312226	-0.10587339	0.45669065	0.14856615
	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10
1	0.10303538	-0.06369192	0.32305637	-0.434549896	-0.4074913937
2	0.35590368	0.41257798	-0.30333913	-0.415530645	-0.0009884119
3	-0.42313218	-0.00542458	0.21745890	0.041482383	-0.3342515854
4	-0.09571011	-0.06228463	-0.09221599	-0.171110566	-0.4135164944
5	0.16305390	0.03317775	-0.21671686	0.424531779	-0.3504572365
6	-0.53050748	-0.14374451	-0.55217510	0.057885967	0.2344285014
7	-0.23054816	0.34712816	-0.23697466	0.190088762	-0.5590398716
8	-0.06881813	0.76956112	-0.02521440	0.004211536	0.1790286879
9	-0.25897389	-0.12909624	-0.32028297	-0.617498060	-0.0320116908
10	-0.49146148	0.26582435	0.48640551	-0.080422092	0.1668867258

Obr. 41 PCA – metoda Pearson – faktorové váhy proměnných (Vlastní zpracování v R Project)

Dle obrázku 35, do komponent byly opět zařazeny proměnné dle hranice 0.4 (Hair, 2010), tedy komponenta 1 proměnné 2, 4, 9, 10 a komponenta 2 proměnné 1, 5, 6, 7. Opět, za účelem zpřehlednění proměnných zahrnutých do jednotlivých komponent použita funkce v R pro zobrazení pouze relevantních proměnných, viz následující Obr. 36.

```

Loadings:
  Comp.1 Comp.2
1          0.419
3
5          0.443
4  0.455
8
6          0.420
9 -0.419
7          -0.515
2  0.407
10 0.418

```

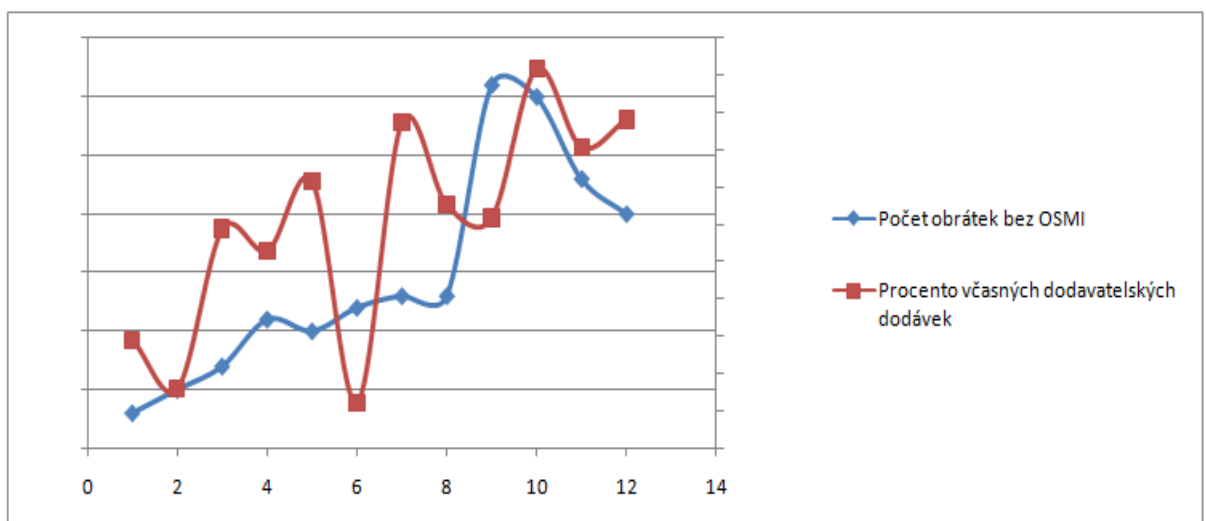
Obr. 42 Přehlednější zobrazení proměnných v komponentách (Vlastní zpracování v R Project)

4.8 Interpretace komponent

Opět stejný krok, jako u prvního užití PCA. Ve srovnání s metodou Pearson u každé z komponent přibyla 1 proměnná, v rámci této kapitoly tedy popisují již pouze tyto přídavné proměnné a jejich vztahy k ostatním proměnným v komponentách, vzhledem ke skutečnosti, že zbývající proměnné jsou shodné s výsledky předchozí subkapitoly.

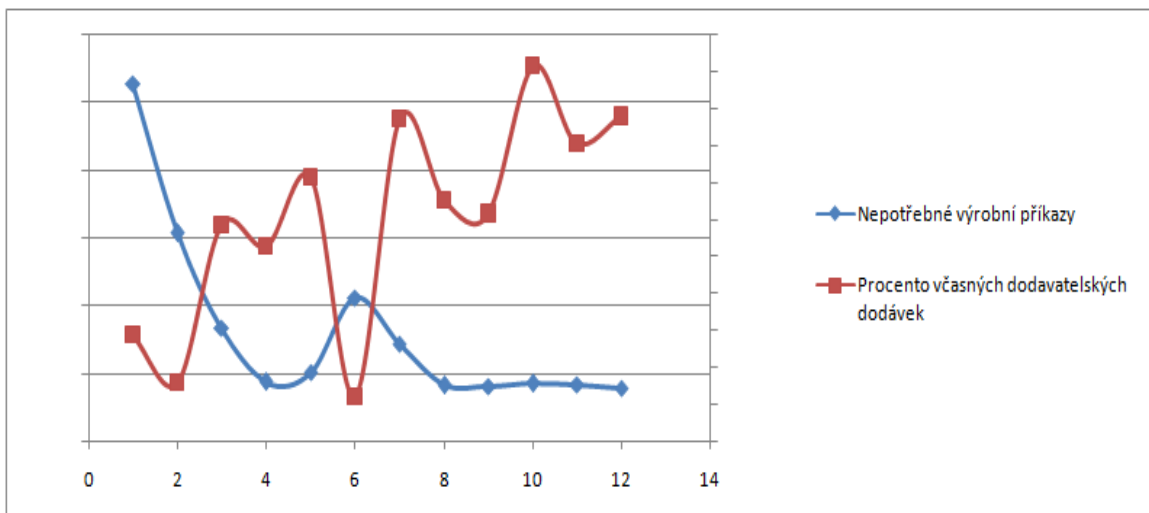
4.8.1 Komponenta č. 1

Komponenta 1 tedy obsahuje proměnné **Procento včasných dodávek od dodavatelů** (2), **Počet obrátek bez OSMI** (4), **Nepotřebné výrobní příkazy** (9), **Výdej materiálu do 48 hodin** (10). V porovnání s PCA metodou Spearman zde přibyla proměnná č.2, „Procento včasných dodávek od dodavatelů“, jejíž přítomnost mne utvrzuje v již přiřazenému názvu komponenty „Průtok výroby“, jelikož jejich pozitivní korelace opět značí, že čím vyšší bude procento včasných dodávek od dodavatelů – tedy nižší počet prostojů ve výrobě v důsledku případného nedostatku materiálu, tím vyšší bude hodnota komponenty Průtok výroby.



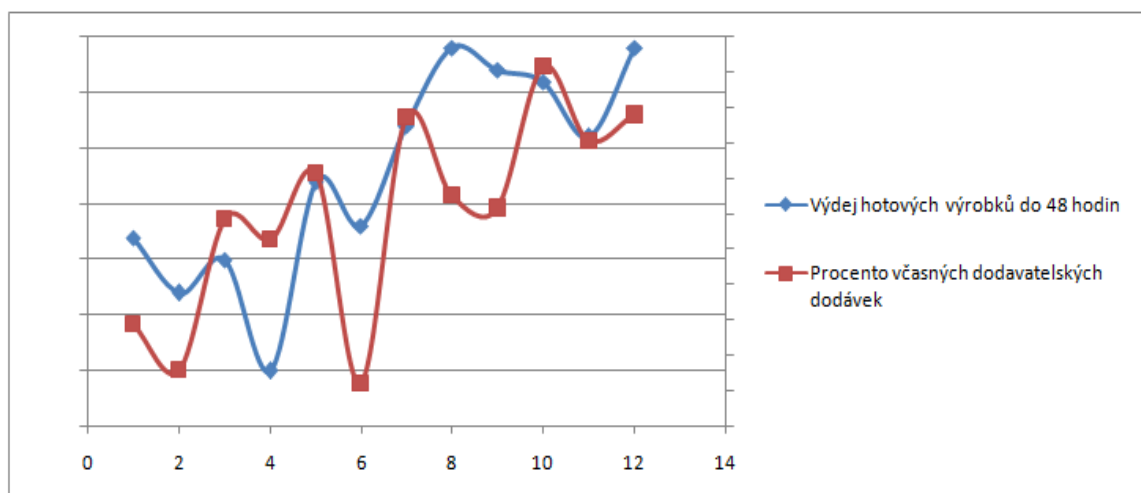
Obr. 43 Vývoj proměnných 2 a 4 (Vlastní zpracování)

Proměnné Počet obrátek bez OSMI a Procento včasných dodavatelských dodávek obě vykazují pozitivní korelaci s komponentou, tento trend ale v grafu není viditelný. Pokud bychom ale posunuli proměnnou Počet obrátek bez OSMI, je tento vývoj již patrný, mohlo by se tedy jednat o určité časově zpoždění (jelikož se nejedná přímo o včasné dodávky do výroby, ale od dodavatelů „do podniku“, odkud jsou teprve následně transportovány do výroby).



Obr. 44 Vývoj proměnných 2 a 9 (Vlastní zpracování)

Proměnné Nepotřebné výrobní příkazy a Procento včasných dodavatelských dodávek jsou vzájemně opačného trendu, opět ale z grafu toto není výrazně patrné.

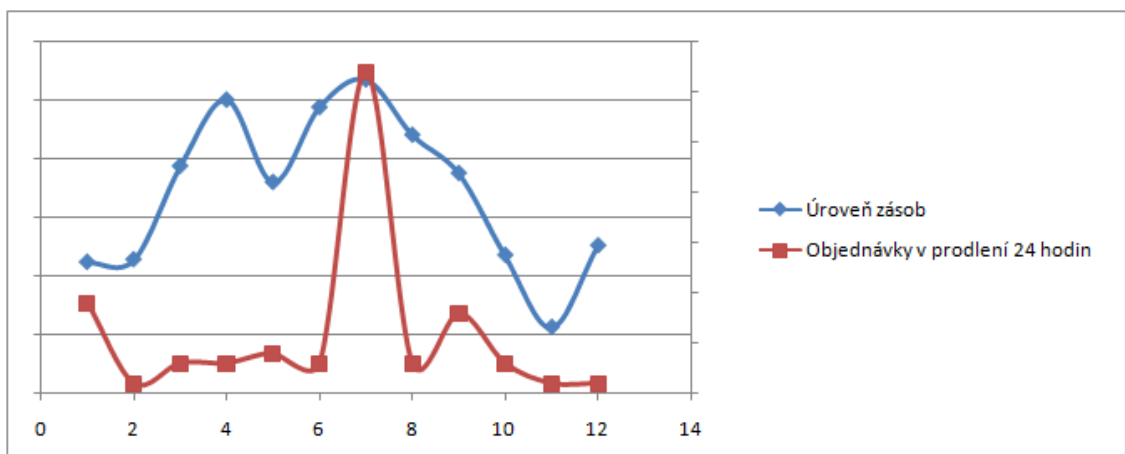


Obr. 45 Vývoj proměnných 2 a 10 (Vlastní zpracování)

U předchozích 2 porovnání dle mého názoru nebyly patrné vývoje, které naznačila PCA, ale na obrázku 3 porovnání proměnných Výdej materiálu do 48 hodin a Procento včasných dodavatelských dodávek, které obě pozitivně korelují s komponentou 1, je tento vztah již zřetelný, kdy je vývoj téměř identický.

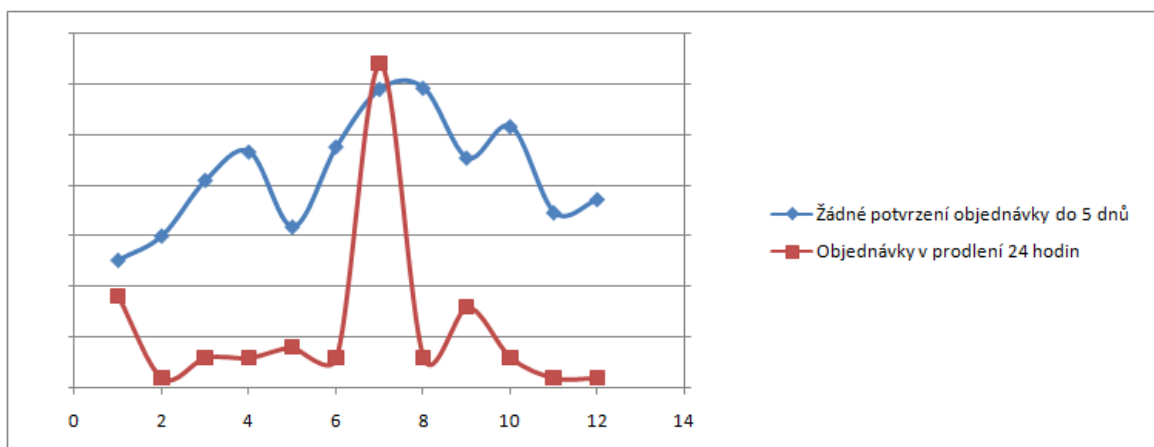
4.8.2 Komponenta č. 2

Komponenta 2 zahrnuje proměnné **Úroveň zásob** (1), **Objednávky v prodlení 24 hodin** (5), **Žádné potvrzení objednávky do 5 dnů** (6) a **Přijetí materiálu během 24 hodin** (7). Aplikací PCA metodou Pearson přibyla proměnná č. 5, „Objednávky v prodlení 24 hodin, opět pouze potvrzující již použitý název, „Úroveň dodavatelské nejistoty“. Je zde pozitivní korelace, tedy čím vyšší hodnota objednávek v prodlení déle, než 24 hodin, tím vyšší hodnota úrovně nejistoty.



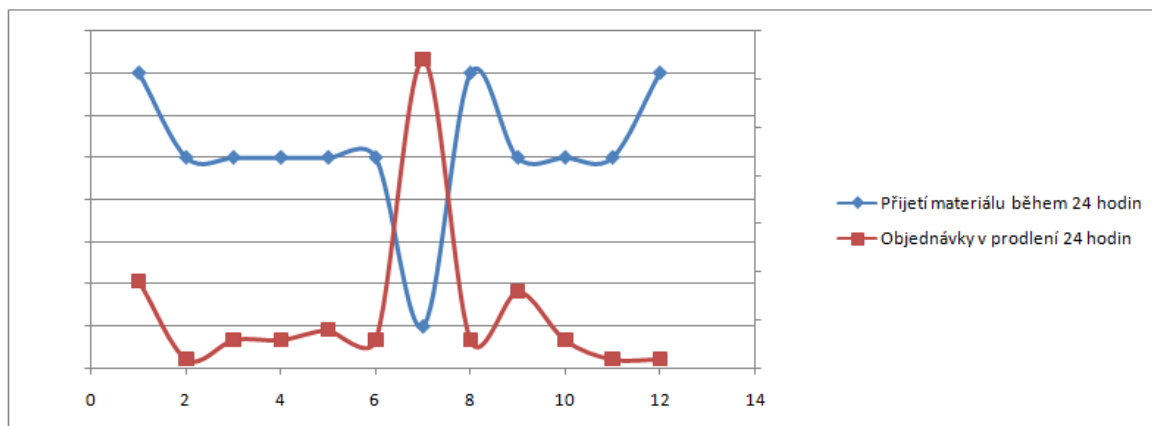
Obr. 46 Proměnné 1 a 5 (Vlastní zpracování)

Proměnné **Úroveň zásob** i **Objednávky v prodlení 24 hodin** vykazují obě negativní korelaci vůči komponentě, jejich trend tomu dle mého názoru také odpovídá.



Obr. 47 Proměnné 5 a 6 (Vlastní zpracování)

Stejně jako předchozí graf, i obrázek 47 zobrazuje proměnné, které mají negativní korelaci s komponentou. Jejich vývoj ale naznačuje spíše opačné korelace vůči komponentě.



Obr. 48 Proměnné 5 a 7 (Vlastní zpracování)

Naopak proměnné Přijetí materiálu během 24 hodin a Objednávky v prodlení 24 hodin vykazují opačné korelace vzhledem ke komponentě, což můžeme také pozorovat na obrázku 48, kde je trend téměř identicky opačný.

4.9 Zhodnocení redukce dat

Aplikací PCA na základě Pearsonovy korelační matice bylo dosaženo eliminace 2 proměnných z datasetu. Byly identifikovány 2 hlavní komponenty, jmenovitě opět „Průtok výroby“ a „Úroveň dodavatelské nejistoty“, které sdružují celkem 8 zbývajících proměnných. Sledováním těchto 8 proměnných ztratíme pouze 10% informace vyjádřených rozptylem, v porovnání s původními 10. Není tedy nutné sledovat všech 10 původních proměnných, můžeme se důkladněji zaměřit na stávajících 8, případně vytvořit zcela nové KPI, které poskytnou další informace.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo využití statistických metod pro kontrolu a řízení KPI ve firmě, zaměřeno na eliminaci proměnných za účelem možnosti sledování jejich menšího počtu, jednalo se tedy o problematiku tzv. „data reduction“. Vytváření reportů o jednotlivých KPI a jejich samotné sledování je poměrně časově náročné a proto by bylo dobré jejich počet omezit. Nástrojem pro redukci dat je metoda „Principal components analysis“ (metoda hlavních komponent), která, především na základě korelační analýzy zkoumá zvolené proměnné a snaží se najít společné znaky, na základě kterých by bylo možné určitě proměnné z datasetu „vyřadit“, při současném zachování téměř totožné úrovně informací, jako při sledování všech původních proměnných. Tato metoda se tedy zdá ideální pro řešení daného problému.

V rámci práce byla nejprve jako úvod popsána samotná problematika dodavatelského řetězce, především poté samotná metoda PCA. Teoretické části práce následovala samotná aplikace PCA, zpracována jak metodou Spearman, tak metodou Pearson. Výsledkem této metody je skutečnost, že firma může namísto původních 10 proměnných sledovat buďto pouze 6 při použití metody Spearman, případně 8 při použití metody Pearson, které jí poskytnou téměř stejné informace, jako původních 10 proměnných. „Ekonomickým“ přínosem pro podnik je skutečnost, že díky nutnosti sledování pouze 6 proměnných, tedy redukce o 4 proměnné, může být přesunuta práce zaměstnanců, zpracovávajících reporty o těchto proměnných a obstarávajících samotné sledování KPI na zbývajících ukazatele. V závěru práce jsou interpretovány jednotlivé komponenty a popsány vzájemné vztahy mezi proměnnými, zahrnutými v komponentním indexu a samotnou komponentou a je vyvozena jejich logická vazba. Metodou PCA byly identifikovány 2 hlavní komponenty, které jsem pojmenoval jako „Průtok výroby“, která obsahuje především proměnné zaměřené přímo na výrobu a „Úroveň dodavatelské nejistoty“, která obsahuje především proměnné spojené s dodavatelsko-odběratelskými vztahy. Velmi důležitou skutečností, která se ale v rámci mé práce objevila, je to, že dataset obsahuje extrémně nízký počet pozorování a to pouhých 12. Tak malý vzorek nelze považovat za reprezentativní a směrodatný, nicméně i přes tento nedostatek si myslím, že aplikace PCA přinesla zajímavé a především věcně a ekonomicky interpretovatelné výsledky. Dle mého názoru by ale bylo zajímavé provést PCA v budoucnu, až bude mít podnik delší časovou řadu ve sledování svých KPI a zjistit, jak by se výsledky změnily, případně zda by zůstaly totožné (a tedy současný výsledek by bylo možné zpětně zhodnotit jako reprezentativní i na tomto malém vzorku dat).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ARCHDEACON, Thomas J. *Correlation and regression analysis: a historian's guide*. Madison, Wis.: University of Wisconsin Press, 1994, 352 p. ISBN 02-991-3654-X.

B2B e-hubs and information integration in supply chain operations [online]. Virginia, USA, 2010 [cit. 2012-11-12]. Dostupné z:

<http://www.emeraldinsight.com/journals.htm?articleid=1885770&show=html>. Research paper. University of Mary Washington.

BALLOU, Ronald H. *Logística: administración de la cadena de suministro*. 5a ed. México: Pearson/Educación, 2004. ISBN 97-026-0540-7.

BLATNÁ, Dagmar. *Metody statistické analýzy*. 4. vyd. Praha: Bankovní institut, 2009, 92 s. Expert (Grada). ISBN 978-807-2651-436.

DUNTEMAN, George H. *Principal components analysis*. 9th ed. Newbury Park, Calif: Sage, 1989. ISBN 08-039-3104-2.

Efficiency in production management process within corporations: Example of supply-chain management for apparel company. [online]. 2005 [cit. 2012-11-12]. Dostupné z:

http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ict/u-japan_en/new_r_i01m.html

FREUND, Rudolf J, William J WILSON a Ping SA. *Regression analysis: statistical modeling of a response variable*. 2nd ed. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2006, 459 p. Expert (Grada). ISBN 9780120885978-.

HAIR, Joseph F. *Multivariate data analysis: a global perspective*. 7th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson, 2010, 800 s. ISBN 978-0-13-515309-3.

Inventory turnover. In: *Investopedia* [online]. 2012 [cit. 2012-11-13]. Dostupné z:

<http://www.investopedia.com/terms/i/inventoryturnover.asp#axzz2C85WdUrQ>

LAMBERT, Douglas M. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005, 589 s. ISBN 80-251-0504-0.

MENTZER, John T. *Supply chain management*. Thousand Oaks, Calif.: Sage Publications, 2001, 512 p. ISBN 07-619-2111-7.

PARMENTER, David. *Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs*. Hoboken, N.J.: John Wiley, 2007, 236 p. ISBN 978-047-0095-881.

R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

SLONE, Reuben E., J Paul DITTMANN a John MENTZER. *Transformando la cadena de suministro: innovando para la creación de valor en todos los procesos críticos*. 2a ed. Barcelona: Profit, 2011, 210p. ISBN 978-849-2956-524.

Supply Chain Management. In: PWC [online]. 2012 [cit. 2012-11-12]. Dostupné z: <http://www.pwc.ie/operational-effectiveness/supply-chain-management.jhtml>

SLATER, Phillip. *Smart inventory solutions: improving the management of engineering materials and spare parts*. 2nd ed. New York, N.Y.: Industrial Press, 2010, 257 p. ISBN 08-311-3401-1.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

SKJOTT-LARSEN, Tage a Philip B SCHARY. *Managing the global supply chain*. 3rd ed. Denmark: Copenhagen Business School Press, 2007, 459 p. ISBN 978-876-3001-717.

SOLLISH, Fred a John SEMANIK. *Strategic global sourcing best practices*. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley, 2011, 229 p. ISBN 978-0-470-94929-0.

SMITH, Lindsay I. *A tutorial on Principal Components Analysis*. 2002. Dostupné z: http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf

TAYLOR, David A. *Supply chains: A manager's guide*. Nachdr. Harlow: Pearson Professional Education, 2003. ISBN 02-018-4463-X.

The Method of Least Squares. In: *EFunda: The Ultimate Online Reference for Engineers* [online]. 2012 [cit. 2012-11-14]. Dostupné z: http://www.efunda.com/math/least_squares/least_squares.cfm

WANG, George C a Chaman L JAIN. *Regression analysis: modeling*. 4th ed. Flushing, N.Y.: Graceway Pub, 2003, 293 p. Expert (Grada). ISBN 09-321-2650-2.

What is inventory level? definition and meaning. In: *BusinessDictionary.com* [online]. 2012 [cit. 2012-11-13]. Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/definition/inventory-level.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KPI Key performance indicator, Klíčový ukazatel výkonnosti

OSMI Obsolete and slow moving inventory, Zastaralé a pomalu se „obracející“ zásoby

PCA Principal components analysis, Metoda hlavních komponent

SCM Supply chain management, Řízení dodavatelského řetězce

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Schéma procesů v rámci supply chainu (Supply Chain Management. In: PWC [online], 2012)</i>	16
<i>Obr. 2 Schéma subjektů a útvarů v rámci SMC (B2B e-hubs and information integration in supply chain operations [online], 2010)</i>	17
<i>Obr. 3 Dodavatelský řetězec s distribučními centry (Lambert, 2005)</i>	17
<i>Obr. 4 Konkrétní příklad dodavatelského řetězce (Efficiency in production management process within corporations: Example of supply-chain management for apparel company, 2005)</i>	18
<i>Obr. 5 Pravidlo 10/80/10 (Parmenter, 2007)</i>	19
<i>Obr. 6 Frekvence reportingu ukazatelů (Parmenter, 2007)</i>	20
<i>Obr. 7 Vztah obrátu zásob a nákladů na skladování (Vlastní zpracování na základě Lambert, 2005)</i>	23
<i>Obr. 8 Pozitivní korelace (Vlastní zpracování)</i>	26
<i>Obr. 9 Negativní korelace (Vlastní zpracování)</i>	27
<i>Obr. 10 Neutrální korelace (Vlastní zpracování)</i>	27
<i>Obr. 11 Postup PCA (Hair, 2010)</i>	29
<i>Obr. 12 Diagram pro rozhodování FA vs. PCA (Hair, 2010)</i>	31
<i>Obr. 13 Scree graf (Hair, 2010)</i>	32
<i>Obr. 14 Ortogonální rotace faktorů (Hair, 2010)</i>	33
<i>Obr. 15 Uroveň zásob (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	36
<i>Obr. 16 Procento včasných dodávek od dodavatelů (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	37
<i>Obr. 17 Počet obrátek veškerých zásob (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	37
<i>Obr. 18 Počet obrátek bez zastaralých a pomalu se "obracejících" zásob (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	38
<i>Obr. 19 Objednávky v prodlení 24h (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	38
<i>Obr. 20 Žádné potvrzení o objednávce do 5 dnů (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	39
<i>Obr. 21 Přijetí materiálu během 24h (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	39
<i>Obr. 22 Poměr skluzů k průměrnému obrátu (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	40

<i>Obr. 23 Počet nepotřebných výrobních příkazů (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	40
<i>Obr. 24 Výdej materiálu do 48 hodin (Vlastní zpracování na základě firemních dat)</i>	41
<i>Obr. 25 Bartlettův test sfericity (Vlastní zpracování v R Project)</i>	42
<i>Obr. 26 Measure of sampling adequacy (Vlastní zpracování v R Project)</i>	42
<i>Obr. 27 Korelační matice s grafy, matice významnosti jednotlivých koeficientů – Spearman (Vlastní zpracování v R Project)</i>	43
<i>Obr. 28 Korelační matice s grafy, matice významnosti jednotlivých koeficientů – Pearson (Vlastní zpracování v R Project)</i>	44
<i>Obr. 29 PCA - metoda Spearman - vysvětlení rozptylu komponentami (Vlastní zpracování v R Project)</i>	46
<i>Obr. 30 Rozptyl vysvětlený jednotlivými komponentami</i>	46
<i>Obr. 31 PCA – metoda Spearman – faktorové váhy proměnných (Vlastní zpracování v R Project)</i>	47
<i>Obr. 32 Přehlednější zobrazení proměnných v komponentách (Vlastní zpracování v R Project)</i>	47
<i>Obr. 33 Vývoj proměnných 4 a 9 (Vlastní zpracování)</i>	49
<i>Obr. 34 Vývoj proměnných 4 a 10 (Vlastní zpracování)</i>	49
<i>Obr. 35 Vývoj proměnných 9 a 10 (Vlastní zpracování)</i>	50
<i>Obr. 36 Vývoj proměnných 1 a 6 (Vlastní zpracování)</i>	51
<i>Obr. 37 Vývoj proměnných 1 a 7 (Vlastní zpracování)</i>	51
<i>Obr. 38 Vývoj proměnných 6 a 7 (Vlastní zpracování)</i>	52
<i>Obr. 39 PCA - metoda Pearson - vysvětlení rozptylu komponentami (Vlastní zpracování v R Project)</i>	53
<i>Obr. 40 Rozptyl vysvětlený jednotlivými komponentami (Vlastní zpracování v R Project)</i>	53
<i>Obr. 41 PCA – metoda Pearson – faktorové váhy proměnných (Vlastní zpracování v R Project)</i>	54
<i>Obr. 42 Přehlednější zobrazení proměnných v komponentách (Vlastní zpracování v R Project)</i>	54
<i>Obr. 43 Vývoj proměnných 2 a 4 (Vlastní zpracování)</i>	55
<i>Obr. 44 Vývoj proměnných 2 a 9 (Vlastní zpracování)</i>	56
<i>Obr. 45 Vývoj proměnných 2 a 10 (Vlastní zpracování)</i>	56

<i>Obr. 46 Proměnné 1 a 5 (Vlastní zpracování)</i>	57
<i>Obr. 47 Proměnné 5 a 6 (Vlastní zpracování)</i>	57
<i>Obr. 48 Proměnné 5 a 7 (Vlastní zpracování)</i>	58

PŘÍLOHA P I: SKRIPT PRO R PROJECT

```
##Regressed dataset

##LIBRARIES##

library(rela)

library(lattice)

library(psych)

###OPENING DATASET###

all=read.table("allwekaregressed.csv",sep="," ,header=T)

print(all)

summary(all)

as.matrix(all)

colnames(all)=1:10

##MSA DATASETU##

MSA=paf(as.matrix(all))

print(MSA)

##PAIRS PANELS##

pairs.panels(all,method="spearman")

pairs.panels(all,method="pearson")

#KORELACE PRO PCA

corspear=cor(all,method="spearman")

corpear=cor(all,method="pearson")

#Significancy of correlation coefficients

library(Hmisc)

rcorr(corspear)

rcorr(corpear)
```

```
#####PCA SPEARMAN#####  
  
pcaspear=princomp(corspear)  
  
print(pcaspear)  
  
summary(pcaspear)  
  
plot(pcaspear, main="Rozptyl vysvětlený komponentami")  
  
#Factor Loadings  
  
pcaspearFL=prcomp(corspear)  
  
print(pcaspearFL)  
  
#CUTOFF OF LOADINGS AT 0.4  
  
print(pcaspear)  
  
print(loadings(pcaspear),cutoff=0.4,sort=T)  
  
#####PCA PEARSON#####  
  
pcapear=princomp(corpear)  
  
print(pcapear)  
  
summary(pcapear)  
  
plot(pcapear,main="Rozptyl vysvětlený komponentami")  
  
#Factor Loadings  
  
pcapearFL=prcomp(corpear)  
  
print(pcapearFL)  
  
#CUTOFF OF LOADINGS AT 0.4  
  
print(pcapear)  
  
print(loadings(pcapear),cutoff=0.4,sort=T)
```