

PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ ŘÍZENÍ NÁKLADŮ VE VAZBĚ NA VÝROBNÍ VÝKON VE VYBRANÉM ÚSEKU SPOLEČNOSTI MITAS a.s.

Bc. Patrik Čaňo

Diplomová práce
2018

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Ústav podnikové ekonomiky
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Patrik Čaňo**
Osobní číslo: **M16482**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Podniková ekonomika**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Projekt zefektivnění řízení nákladů ve vazbě na výrobní výkon ve vybraném úseku společnosti Mitas a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Proveďte rešerši literárních pramenů týkajících se nákladů a jejich řízení.

II. Praktická část

- Proveďte situační analýzu vybraného výrobního úseku společnosti Mitas a.s.
- Proveďte analýzu řízení nákladů ve vybraném výrobním úseku společnosti Mitas a.s.
- Na základě analýzy, vypracujte projekt zefektivnění řízení nákladů ve vybraném výrobním úseku společnosti Mitas a.s.
- Projekt vyhodnoťte a podrobte ekonomické analýze.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

DRURY, Colin. Management and cost accounting. 8th ed. London: Thomson Learning, 2012. ISBN 978-1-4080-4180-2.
HANSEN, Don R., Maryanne M. MOWEN a Liming GUAN. Cost management: accounting & control. 6th ed. Mason, OH: South-Western Cengage Learning, ISBN 978-0-324-55967-5.
EDWARDS, J. R. and H. J. MELLET. Modern accounting in financial services: accountancy for banking students. 5th ed. Canterbury: Financial World Pub, 2001. ISBN 0852976100.
POPEŠKO, Boris. Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. 233 s. ISBN 978-80-247-2974-9.
SYNEK, Miloslav. Manažerská ekonomika. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011, Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Novák, Ph.D.**
Ústav podnikové ekonomiky
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017


doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan




Ing. Petr Novák, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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 obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne 31.3.2018

Jméno a příjmení: PATRIK ČAŇO



.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá systémem řízení nákladů ve společnosti Mitas, a.s. První část diplomové práce se zaměřuje na získání teoretických poznatků z oblasti nákladů, jejich pojetí, členění a nástrojů řízení. V praktické části, po představení společnosti, se věnujeme analyzování dosavadního řízení nákladů na energie. Na základě této analýzy jsou nalezeny nedostatky v plánování nákladů. Cílem práce je na základě nedostatků v řízení nákladů navrhnout opatření, která povedou ke zlepšení. Závěrem práce je vyhodnocení navrženého opatření v plánování nákladu.

Klíčová slova: náklady, řízení nákladů, regresní analýza, korelační analýza, metoda nejmenších čtverců - OLS.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the cost management in the company Mitas, a.s. The first part of the diploma thesis focuses on acquisition of theoretical knowledge in the area of company costs, the underlying concepts of costs segregation and allocation, and commonly used management tools. In the practical part, after the company introduction, we are analyzing the current company energy costs management. Based on the analysis, it may be concluded that shortcomings and inefficiencies in the energy cost planning are present. The main goal of the analysis is then to outline measures leading into the cost management improvement. The conclusion of the thesis provides for evaluation of the proposed measures and their impact on the energy costs planning.

Keywords: cost, cost control, regression analysis, correlation analysis, least squares method - OLS.

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Petru Novákovi za jeho vedení mé diplomové práce, za čas strávený při konzultacích a jeho odborné rady při zpracování této diplomové práce.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 NÁKLADY	13
1.1 FINANČNÍ POJETÍ NÁKLADŮ	13
1.2 MANAŽERSKÉ POJETÍ NÁKLADŮ	13
1.3 ČLENĚNÍ NÁKLADŮ	14
1.3.1 Členění nákladů z hlediska rozhodování.....	14
1.3.2 Druhové členění nákladů.....	15
1.3.3 Účelové členění nákladů	16
1.3.4 Členění nákladů ve vztahu k výkonům	17
1.3.5 Kalkulační členění nákladů	18
2 NÁKLADOVÁ FUNKCE	20
2.1 KRÁTKODOBÁ NÁKLADOVÁ FUNKCE.....	20
2.2 DLOUHODOBÁ NÁKLADOVÁ FUNKCE	21
3 KORELAČNÍ A REGRESNÍ ANALÝZA	23
3.1 REGRESNÍ ANALÝZA.....	23
3.1.1 Modely lineární a nelineární	24
3.2 KORELAČNÍ ANALÝZA	25
3.3 KOEFICIENT DETERMINACE	26
3.4 ADJUSTOVANÝ KOEFICIENT DETERMINACE	26
3.5 Z-SKÓRE.....	27
3.6 PARAMETRICKÉ TESTY	28
3.7 METODA NEJMENŠÍCH ČTVERCŮ.....	29
3.8 OVĚŘENÍ LINEARITY	30
4 SOFTWARE GRETL	32
4.1 VÝHODY PROGRAMU GRETL	35
4.2 NEVÝHODY PROGRAMU GRETL.....	36
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	38
5.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O SPOLEČNOSTI MITAS A.S.	39
5.2 HISTORIE SPOLEČNOSTI	40
5.3 MITAS OTROKOVICE	42
5.3.1 Vize společnosti	42
5.3.2 Popis výroby ve výrobním úseku Mitas Otrokovice.....	42
5.3.3 Výrobní portfolio	45
5.4 NÁKLADOVÁ ANALÝZA	45
5.4.1 Druhové členění nákladů.....	45
5.4.2 Náklady vázané na výkon podniku	49
6 PROJEKT ŘÍZENÍ NÁKLADŮ	56

6.1	CÍL PROJEKTU.....	56
6.2	ANALÝZA NÁKLADŮ ZA ENERGIE	56
6.2.1	Elektrická energie.....	61
6.2.1.1	Rozvodny	61
6.2.1.2	Spotřeba ve výrobě	61
6.2.1.3	Výroba tlakového vzduchu	62
6.2.1.4	Jednotka k likvidaci VOC.....	62
6.2.2	Plyn	63
6.2.2.1	Plynová kotelna.....	63
6.2.3	Voda.....	63
6.2.3.1	Pitná voda	63
6.2.3.2	Věžové chlazení	63
6.2.3.3	Hydraulická voda.....	64
6.2.3.4	Výměňiková stanice.....	64
6.2.4	Stočné.....	64
6.2.4.1	Vakuum a volný odpad	65
6.3	ŘÍZENÍ NÁKLADŮ V PODNIKU	65
6.3.1	Řízení nákladů elektrické energie	66
6.3.2	Řízení nákladů zemního plynu.....	69
7	ZEFEKTIVNĚNÍ ŘÍZENÍ NÁKLADŮ.....	72
7.1	KORELACE NÁKLADŮ DLE SKUTEČNÝCH ODBĚRŮ	72
7.2	ELEKTRICKÁ ENERGIE	75
7.2.1	Lineární regresní model elektrické energie.....	75
7.2.2	Kvadratický regresní model	76
7.2.3	Log-lineární model.....	77
7.2.4	Log - log model	78
7.2.5	Odhad fixní a variabilní spotřeby elektrické energie	84
7.3	ZEMNÍ PLYN	94
	ZÁVĚR	105
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	107
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	110
	SEZNAM OBRÁZKŮ	111
	SEZNAM TABULEK.....	114
	SEZNAM PŘÍLOH.....	115

ÚVOD

Každá činnost v podniku je spjatá s různými úkony neboli činnostmi. Tyto činnosti vykonáváme za určitým účelem, který vede k uspokojení interních nebo externích zákazníků, nebo jiných podnikových cílů. Každá tato vyvíjená činnost znamená pro podnik vynaložení energie, pracovní síly, nebo jiné aktivity. Všechny tyto činnosti v podnicích nazýváme náklady. Co jsou vlastně náklady, jak je specifikovat? Pod pojmem náklady hledíme především spotřebu podnikových ekonomických zdrojů, které jsou spojeny s výdejem peněz. Každý podnik musí tyto výdaje financí sledovat, protože ovlivňují hospodárnost a ziskovost daného podniku. Podnik, který chce být efektivní, musí své náklady důkladně sledovat, rozdělovat, analyzovat a pokud možno je snižovat. Proto se vedení společností musí zaměřovat na chování nákladů, pochopit je a pak i řídit, protože jde o velmi důležitý aspekt v řízení podniku. Při tomto řízení se manažeři a finanční analytici snaží odhadovat své budoucí náklady společně s předvídáním budoucích příjmů. A právě vztahy mezi náklady i výnosy, jsou podrobně zkoumány analytiky, kteří se snaží najít potenciální vztahy mezi těmito složkami. Proto se řada analytiků snaží pozorováním a výpočty najít tu správnou spojitost, kdy určité chování nákladů může později ovlivnit budoucí výnosy a tedy i zisk.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Téma řízení nákladů ve výrobní společnosti jsem zvolil, protože se jedná o zajímavou problematiku, kdy téma řízení nákladů a jejich úspor je v současné ekonomické situaci stále aktuální. Konkurence nutí firmy k zamýšlení se nad řízením a optimalizací nákladů.

Cílem této práce je sestavení vícerozměrného regresního modelu pro řízení nákladů energií ve společnosti Mitas Otrokovice, pro jeho následnou kontrolu v plánování a jeho následné řízení s ohledem na výkon podniku. Nosný program práce je vytvořit pomocný model pro plánování a řízení nákladů na náklady na energii. Náklady na energii ve společnosti jsou vybrány z důvodů odhadu nákladů na různá oddělení, které jsou rozúčtovány podle zkušeností vedoucího pracovníka na oddělení energetiky. Rozúčtování nákladů na jednotlivé oddělení se provádí odhadem a ne skutečným měřením nákladů. Z energetických nákladů jsme vybraly plánování a řízení nákladů na elektrickou energii a plynu. Plánování se provádí pomocí koeficientu spotřeby energie k výrobě, kdy rozdělení nákladů na fixní a variabilní je provedeno odhadem. Proto jsem se rozhodl pro matematicko-statistický rozbor k jejich plánování a následné řízení. Pomocí tohoto rozboru, by měly být nalezeny položky, které ovlivňují dané náklady.

Předmětem této práce je mimo rozboru nákladů výroby, i matematicko-statistický popis významných položek, které ovlivňují dané náklady, v tomto případě spotřebu energií, při různých výkonech podniku.

V teoretické části budou zpracovány poznatky na regresní analýzu, jejíž hlavním úkolem je napomocť k poznání vztahů mezi statistickými znaky a její matematický popis. Cílem bude najít idealizující matematickou funkci, která bude co nejlépe vystihovat charakter závislosti a co nejméně bude ukazovat průběh změn závisle proměnné. V praktické části bude představena společnost, kde budou zhodnoceny náklady, kde spolu s vyhodnocením porovnáme i jejich chování při změně výroby. Pokusíme se nalézt vyhovující regresivní model, kdy podle tohoto modelu můžeme provádět statistické modelování nákladů na energii. Celé modelování bude probíhat v programu Gretl, který bude představen v teoretické části. Pomocí korelační analýzy budeme zkoumat závislost daného nákladů na změnu objemu výkonu společnosti. Jako závislé položky budeme používat výrobu v ks, výrobu v kg, výrobu na dny – CUD a průměrnou venkovní teplotu. S průměrnou venkovní teplotou budeme modelovat regresní model z důvodů závislosti vybraných energií na tuto se měnící položku. Při vyšších venkovních teplotách, se zvyšuje spotřeba elektrické energie,

protože společnost musí ochlazovat vzduch v hale, z důvodů horší lepivosti polotovarů při vyšších vnitřních teplotách. Při nízkých venkovních teplotách, se zvyšuje spotřeba plynu, z důvodů vyhřívání vnitřních prostorů výrobní haly a zároveň se musí vyhřívát i ostatní prostory např. kanceláře, šatny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 NÁKLADY

Každá činnost ekonomické jednotky je provázena výnosem (tržby), ze kterých hradí náklady za každou činnost. Rozdíl mezi výnosy a náklady je výsledek hospodaření – zisk a ztráta (Synek a kol., 2007, s. 15). Rozdíl mezi výnosy a náklady, kdy převyšují výnosy náklady, jde o zisk. Převyšují-li náklady nad výnosy, jde o ztrátu. Vychází ze dvou základních pojetí nákladů. Finanční pojetí nákladů vymezuje náklady jako peněžní ocenění spotřeby a je určeno jak pro interní, tak pro externí uživatele. Druhým pojetím nákladů je ekonomické pojetí nákladů (Synek, 2011, s. 74). Můžeme tedy konstatovat, že náklady provázejí téměř veškeré činnosti, které v ekonomickém prostředí probíhají. Pro firmu, jakožto jednu ze základních ekonomických jednotek, hrají náklady zcela klíčovou roli. Každá firma a to i nejmenší, představuje velmi komplikovaný organismus (Popesko, 2009, s. 15).

1.1 Finanční pojetí nákladů

Řízení nákladů, je pro manažera základním rozhodovacím prvkem, při kterém náklady třídí podle druhu (druhovému třídění nákladů), podle účelu (účelové třídění nákladů), podle závislosti nákladů na změnách objemu výroby (fixní a variabilní náklady). Další třídění nákladů může být podle původu spotřebovaných vstupů, nebo podle činností (Synek, Kislingerová a kol., 2010, s. 39). Finanční pojetí nákladů evidujeme podle obecných uznávaných účetních zásad. Náklady jsou vyjádřeny jako „úbytek ekonomického prospěchu“. Promítá se do snížení aktiv, nebo zvýšení dluhu, který nám snižuje vlastní kapitál. Manažerské účetnictví vychází z charakteristiky nákladů jako hodnotově vyjádřeného, účelného vynaložení ekonomických zdrojů podniku a ekonomickou činností. Manažerské pojetí nákladů dělíme na dva přístupy, a to na hodnotové a ekonomické pojetí nákladů. Hodnotové pojetí nákladů vyjadřují jak náklady shodné s finančním účetnictvím tak i náklady, které se ve finančním účetnictví vyjadřují v jiné výši. Ekonomické pojetí nákladů vyplývá z požadavků zjistit odpovídající informace pro řízení probíhajících procesů, ale také pro potřeby rozhodování za účelem výběru optimálních alternativ. S výběrem optimální alternativy souvisí ekonomické chápání jako maximum hodnoty, kterou lze při dané alternativě vyprodukovat nebo získat (Popesko, 2009, s. 32).

1.2 Manažerské pojetí nákladů

V každé ekonomické jednotce hrají náklady rozhodující úlohu, neboť každé manažerské rozhodnutí vychází ze srovnávání nákladů s výnosy, tedy kolik něco stojí a kolik z toho

získáme. Náklady, které jsou evidovány a vykazovány v účetnictví a účetních výkazech, bývají označovány jako účetní náklady. Ty však pro řadu manažerských rozhodování nevyhovují. Proto vzniklo manažerské pojetí nákladů, které pracuje s ekonomickými (skutečnými, relevantními) náklady, jež ve srovnání s účetními náklady zahrnují také tzv. oportunitní (alternativní) náklady (Čaňo, 2016, s. 15).

Náklady ušlé příležitosti jsou pro oceňování příležitosti, které jsou obětovány tím, že byly zvoleny jiné varianty plně vyčerpávající ekonomické zdroje, tzv. oportunitní náklady, nebo alternativní náklady. Vymezují se, jako takový ekonomický prospěch z nejlepších neuskutečněných variant, který byl obětován na uskutečnění zvolené varianty (Martinovičová, Konečný a Vavřina, 2014, s. 58). Můžeme tedy říci, že manažerské účetnictví má naopak poskytnout manažerům kritičtější, podrobnější pohled na ekonomiku podnikové činnosti a nabídnout srovnání aktuálního stavu se stavem předpokládaným, jenž byl předem určen v předběžných kalkulacích a rozpočtech (Hradecký, Lanča a Šiška, 2008, s. 73).

1.3 Členění nákladů

Úkolem manažera je umět správně třídit náklady, které by měl dle jeho protřídění i správně řídit. Při správném rozhodování a řízení se zvyšuje výkonnost ekonomické jednotky. To se provádí z několika hledisek. Náklady se třídí podle druhů (druhové třídění nákladů), podle účelu (účelové třídění nákladů), podle závislosti nákladů na změnách objemu výroby (fixní, semivariabilní a variabilní náklady) a podle činností (Synek, Kislingerová a kol., 2010, s. 39).

1.3.1 Členění nákladů z hlediska rozhodování

Hlavní úlohou manažerského řízení je poskytnout informace o různých typech rozhodovacích úloh orientovaných na budoucnost, které sděluje lidem, kteří mají zájem o organizaci - manažery, akcionáře a potenciální investory, zaměstnance, tvůrce a vládu (Drury, 2012, s. 6). Pro tyto rozhodovací náklady je typické, že výsledek rozhodnutí není z reálných hodnot, ale z odhadovaných nákladů sledovaných variant. Sledované varianty se posuzují podle toho, jak a o kolik daná varianta ovlivní výsledek. Tyto náklady a výnosy se nazývají relevantní a irelevantní (Král, 2010, s. 86; Landa a Polák, 2008, s. 14).

Relevantní náklady a výnosy se chovají jako budoucí náklady a výnosy, které budou ovlivňovány daným rozhodnutím, kdežto irelevantní náklady a výnosy nebudou mít žádný vliv na dané rozhodnutí. Dalším zvláštním relevantním nákladem jsou tzv. rozdílové náklady,

kteřé vyjadřují rozdíl mezi náklady před přijetím určitého rozhodnutí a po jeho změně (Drury, 2012, s. 37). Relevantní a irelevantní náklady se začínají používat pro hodnocení všech manažerských rozhodnutí s cílem eliminovat zkresení, kdy se do rozhodovacího procesu přenášejí i irelevantní náklady, které se zahrnují do rozhodovacích procesů (Popesko, 2009, s. 41). Při existenci více možných alternativ, které se nebudou realizovat z důvodů omezených zdrojů, je nutné vybrat takovou alternativu, která spotřebuje všechny nabízené zdroje, aby znemožnila realizaci jiných příležitostí. V tomto případě mluvíme o oportunitních nákladech, které se mohou nazývat jako náklady obětované příležitosti. Tyto náklady představují hodnotu ušlého příjmu z alternativy, která nebyla přijata z důvodu přijetí vhodnější alternativy (Schroll, 1997, s. 87, Popesko, 2009, s. 43).

1.3.2 Druhové členění nákladů

Druhové členění nákladů je nejběžnějším přístupem ke klasifikaci nákladů v běžném finančním účetnictví. V rámci této klasifikace členíme náklady dle druhu spotřebovaného externího vstupu do podnikového transformačního procesu. Jedná se o rozdělení nákladů, které odpovídá finančního pojetí nákladů. Toto členění nákladů se používá při konstrukci standardních účetních výkazů (Popesko, 2009, s. 34). Toto detailní členění nákladů existuje i v elementárních nákladových druzích, kdy mezi tyto náklady patří:

- spotřeba materiálu, energie a externích služeb,
- osobní náklady (mzdy, sociální náklady, atd.),
- odpisy hmotného a nehmotného investičního majetku,
- použití externích prací a služeb,
- finanční náklady.

Relativní podíl jednotlivých nákladových druhů, nám může u jednotlivých organizací napovědět, jakou roli hraje určitý nákladový druh a jaký je jeho význam. Tím se nám ulehčí výběr nákladů, na které se máme zaměřit při snaze o nákladovou optimalizaci, nebo jak se v absolutní hodnotě projeví relativní úspora určitého nákladového druhu. Na druhou stranu, nám takové členění neříká nic o tom, jak a k jakému účelu byly tyto náklady vynaloženy. Z druhového členění nezjistíme, k jakým činnostem a aktivitám se tyto náklady vztahují a jaká je jejich vazba na podnikový výkon. Jde o jedno ze základních členění nákladů, které by mělo být podrobně rozpracováno v každé firmě. Mělo by být důkladně provedené a každý manažer by si měl uvědomit, že zde může být velký potenciál pro důkladné sledo-

vání hlavních složek nákladů. Při rozčlenění nákladů např. podle spotřeby materiálu na jednotlivé poddruhy nebo podle různých druhů polotovarů, se snadněji provádí kontrola spotřeby daných materiálů nebo polotovarů, proto se manažerům snadněji řídí náklady (Synek a kol., 2011, s. 82).

Dalším možným členěním je podle původu spotřebovaných statků, kde se nákladové druhy dělí na prvotní a druhotné. Prvotní náklady obsahují spotřebu statků, pracovních výkonů a služeb, které podnik odebírá jako externí náklady. Po zúčtování nákladových druhů se snažíme zachycovat všechny prvotní náklady, které se účtují podle místa vzniku, tedy na režijní náklady a přímé náklady, tedy jednicové náklady. (Wöhe, Kislíngerová, 2007, s. 838)

Druhotné náklady nám vznikají při spotřebě vnitropodnikových výkonů, kdy v našem podniku to jsou např. spotřeba polotovarů vyrobených v podniku, spotřeba výkonů jiných středisek podniku, režijní náklady podniku vyjádřené ve formě režii apod. Můžeme tedy tvrdit, že se jedná o náklady interní, které mají komplexní charakter a projevují se při zúčtování nákladů podle středisek (Synek et al., 2011, s. 81).

Využití samostatného druhového členění nákladů je ovšem na nižších vnitropodnikových úrovních značně omezené, protože nezkoumá příčinu vynaložení nákladů. Tyto informace jsou nedostatečné, jelikož nám neposkytují přesné hodnocení hospodárnosti, účinnosti a efektivnosti podnikových výkonů. Je to také hlavní důvodů, proč je členění podle druhových nákladů nejčastěji používané ve výsledovce. Struktura neposkytuje konkurenci podklady pro analýzu faktorů podnikové efektivnosti (Kráal, 2010, s. 70, Schroll, 1997, s. 103).

1.3.3 Účelové členění nákladů

Účelové třídění nákladů můžeme v podnicích rozdělovat dle předepsaných útvaru a výkonu. Zde se mohou vnitropodnikové útvary nazývat střediska. Tyto střediska, jsou vymezené samostatné části v podniku, jaké jsou např. slévárna, dílna, logistika, kvalita atd., na které se evidují předepsané náklady. Za tyto náklady musí být každé středisko zodpovědné, kdy ale mají možnost evidovat i výnosy. Malým podnikům toto členění nemusí vyhovovat, proto místo členění na střediska, používají třídění nákladů podle výkonu, tj. kalkulační třídění. Tříděním nákladů dle útvarů, se sledují náklady, které vznikají na daných střediscích. Třídění nákladů nám ukazuje, kdo je zodpovědný za jejich vznik, proto ho nazýváme odpovědnostním účetnictvím, kdy jeho pracovníci odpovídají za racionální vynaložení či zhodnocení nákladů (Čaňo, 2016, s.16). Při vzniku nákladu při výkonu,

se tyto náklady evidují přímo na dané středisko, které se nazývá jednicové náklady v daném úseku. Další náklady, které na středisku vznikají, a nejsou snadno připočitatelné k různým aktivitám k danému úseku, můžeme rozpočítat pomocí určitého klíče. Tyto rozpočítané náklady nazýváme režijní náklady nákladového střediska. Dalším možným tříděním nákladů je podle výkonu úseku nebo ekonomického objektu, které je zařazeno do účelového členění nákladů a umožňuje ekonomickému objektu zjišťování nákladů podle jednotlivých výrobků nebo služeb, tj. podle nositele nákladů. Tímto tříděním zjišťujeme výnosnost jednotlivých výrobků, nebo služeb, podle kterého můžeme usměrňovat strukturu výrobního programu (Synek, Kislíngrová a kol., 2010, s. 40).

1.3.4 Členění nákladů ve vztahu k výkonům

Členění nákladů ve vztahu k objemu výkonů je mezi ekonomy vnímáno jako jeden z nejdůležitějších nástrojů pro řízení nákladů veškerých ekonomických objektů. Toto členění je považováno jako hlavní nástroj manažerského rozhodování, protože se zaměřuje na chování nákladů při různých variant budoucích výkonů ekonomického objektu. Při rozdělení může manažer predikovat, jak budou náklady reagovat při různých změnách objemu výkonů (Popesko, 2009, s. 39). Náklady, dle závislosti na změnách objemu výroby dělíme na variabilní, semifixní a fixní. Jak již bylo konstatováno, rozdělení na fixní a variabilní náklady, nám pomáhá zajišťovat informace o nákladech pro budoucí rozhodování. Po rozdělení nákladů, můžeme použít tyto znalosti pro různá rozhodnutí, např. vyplatí se se polotovar vyrábět interně, nebo je výhodnější jeho nákup u dodavatele, nebo řeší problémy týkající se změny výroby (Drury, 2015, s. 157).

Variabilní náklady jsou definovány jako náklady, které se celkově liší přímo v závislosti na změnách činnosti (Hansen, Mowen a Guan, 2009, s. 52). Tyto náklady se mění se změnami výroby, které mohou být jednicové mzdy, jednicový materiál atd. Tyto náklady se mohou chovat buď proporcionálně, nadproporcionálně, nebo podproporcionálně. Fixní náklady vždy zůstávají při měnícím se objemu výkonu na stejné úrovni, protože jsou nezávislé na výrobě. Tyto náklady se mění pouze skokově a to při velké změně výrobních kapacit. Dalším podstatným prvkem je, že toto rozdělení platí jen pro krátkodobé období (Synek, Kislíngrová a kol., 2010, s. 46, 47). Fixní náklady mají základ mezi režijními náklady, kde se většina položek přiřazuje k fixním nákladům. Patří sem zejména mzdy správních a řídicích pracovníků, nájemné, odpisy atd. (Kožená, 2007, s. 64). Posledním základním nákladem jsou semifixní náklady, kdy se tyto náklady se chovají do určitého objemu výkonu jako

fixní, po dosažení určitého bodu výkonu jednotky náhle skokově vzrostou (Popesko a Papadaki, 2016, s. 40). Pokud jsou nám známy fixní a variabilní náklady, můžeme pomocí matematických funkcí vypočítat celkové náklady na určité období pro jakýkoliv počet jednotek produkce. Podmínkou je, že se variabilní náklady chovají k objemu výroby lineárně a to jen za nezměněných podmínek. Tato funkce se nazývá lineární nákladová funkce a zapisuje se (Martinovičová, Konečný a Vavřina, 2014, s. 59, 60):

$$CN = FN + b * q$$

Pomocí tohoto vzorce, jednoduše a v co nejkratší době odhadneme budoucí celkové náklady, které závisí na měnící se výši objemu výkonů. Metoda modelování nákladů v závislosti na objemu výroby je uplatněna i v analýze, která je uvedena v následující kapitole.

Jak již bylo zmíněno, náklady dělíme na dva základní druhy, na variabilní a fixní. Dále je můžeme dělit na semifixní a semivariabilní. Náklady mohou být ovlivněny i obdobím spolu s vývojem objemu výkonů v předchozím období. Dle Shust a Weiss (2014) je více empirických specifikací, které bývají manažery použity k odhadu asymetrických nákladů. Při výzkumu asymetrických nákladů vědci narazili na náklady, které později pojmenovali jako sticky (lepivé náklady). Tyto náklady se chovají jako lepivé, protože pokud se zvyšuje výkon podniku, zvyšují se i tyto náklady. Můžeme tedy říci, že se chovají podobně jako variabilní náklady. Oproti tomu, při snižování výkonu podniku se tyto náklady nechovají jako variabilní, tedy nesnižují se úměrně s výkonem, ale začnou klesat až pod určitou hranici výkonu (Anderson, Banker a Janakiraman, 2003, s. 52). Anderson a kol. (2003) dále zjistili, že při zvyšování výkonu podniku o 1 %, náklady rostou vyšším tempem než při snižování výkonu o 1 %. Z tohoto popisu chování můžeme tvrdit, že při snižování výkonů mají firmy s více lepkavými náklady, větší poklesy zisku, než firmy s menšími lepkavými náklady. Hlavním důvodem jsou lepkavější náklady, které působí na mírnější úpravu nákladů, kdy klesá úroveň aktivity podniku, proto mají při snížení objemu produkce menší úspory nákladů. Nižší úspory nákladů, mají za následek větší pokles zisku. Tento větší pokles zisku při snížení objemu výkonu, má za následek méně přesnou předpověď zisků (Weiss, 2010, s. 1446).

1.3.5 Kalkulační členění nákladů

Dalším možným členěním nákladů ve vztahu k výkonům ekonomického objektu je klasifikace z hlediska příčinných vazeb nákladů k určitému výkonu, kdy lze tyto náklady členit

na náklady přímé a nepřímé (Landa, 2008, s. 264). Přímé náklady lze bezprostředně a průkazně spojit s objekty a výkony, se kterými příčinně souvisí. Mezi přímé náklady patří především:

- přímý materiál – za přímý materiál se považuje materiál, který se stává trvalou součástí výrobku. Mohou to být suroviny, základní materiál, polotovary, pohonné hmoty, ale také obaly, stanou-li se nutným doplňkem výrobku a jsou součástí jeho ceny,
- přímé mzdy – jedná se o základní mzdy, do kterých se započítávají příplatky a doplatky ke mzdě, prémie a odměny výrobních dělníků bezprostředně související s výkony. Přímé mzdy se obvykle stanovují vynásobením počtu odpracovaných hodin a hodinové mzdové sazby,
- ostatní přímé náklady – obsahuje více položek nákladů, které lze přímo přiřadit na kalkulační jednici, jde např. o technologické palivo, energii, odpisy ze základních prostředků apod. (Martinovičová, 2006, s. 67, Landa a Polák, 2008, s. 11, 12).

Nepřímé náklady nemají přímou vazbu na výkon, kdy se k výkonu přiřazují nepřímo pomocí propočtů. Tyto propočty se provádí z důvodů společného nákladu na více objektů nebo výkonů. Typickým příkladem mohou být náklady na logistiku, správní náklady atd. (Landa, 2008, s. 264). Do nepřímých nákladů se přiřazují tyto položky:

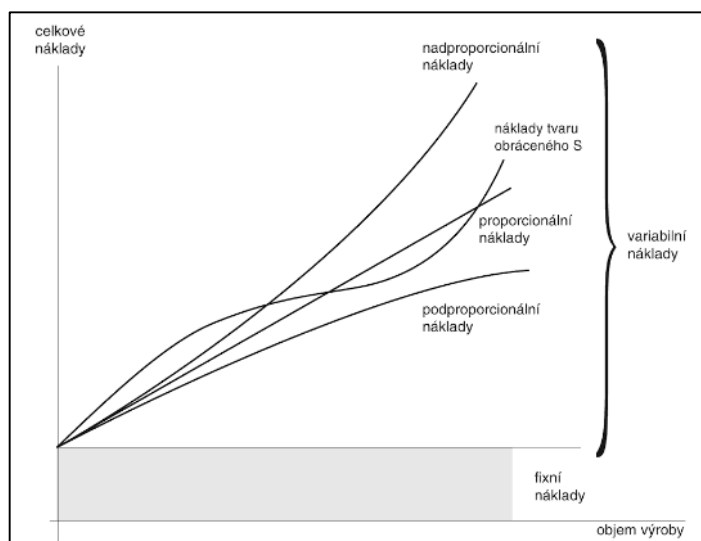
- výrobní režie – jde o náklady, které se musí vynaložit pro zajištění chodu výroby, ale není možné je přímo přiřadit k výrobku. Hovoříme zde o nákladech související s řízením a obsluhou výroby, jakými jsou např. režijní mzdy, materiál, opotřebení strojů, spotřeba energie apod.,
- správní režie – do této skupiny připadají nákladové položky, které mají souvislosti s řízením podniku nebo obdobného organizačního útvaru jako celku. Mohou to být psací potřeby, pojistné, tiskopisy, mzdy řídicích pracovníků, apod.,
- odbytová režie – tyto náklady jsou spojené s odbytovou činností, jde o náklady na propagaci, prodej a expedici výrobků, skladování apod. (Martinovičová, 2006, s. 67-68)

2 NÁKLADOVÁ FUNKCE

Nákladová funkce představuje důležitý nástroj pro manažerské rozhodování o produkčních kapacitách podniku a s tím i použitá technologie výroby. Nejde jen o operativní řízení výkonu, ale mluvíme zde o strategickém rozhodování manažera, který rozhoduje o budoucím výstupu podniku. V této diplomové práci bude nákladová funkce jednodušším nákladovým modelem, který bude zachovávat vliv jednoho činitele, a to objemu výkonu v podniku, přičemž nezávislou proměnnou bude objem výkonu a závislou proměnnou budou celkové náklady na energii. V praxi se využívají jak krátkodobé nákladové funkce, tak i dlouhodobé nákladové funkce (Martinovičová, Konečný a Vavřina, 2014, s. 59). Náklady se mohou vyvíjet k objemu výkonu lineárně, ty nazýváme proporcionální náklady. Pokud náklady rostou rychleji než objem produkce, nazýváme je nadproporcionální. Jestliže naopak náklady rostou pomaleji než růst výkonu, tak je nazýváme je podproporcionální. Kombinací uvedených možností může vzniknout nákladová funkce tvaru obráceného S, kdy je zpočátku klesající a později jsou náklady rostoucí (Synek, 2011, s. 90).

2.1 Krátkodobá nákladová funkce

Tato funkce charakterizuje průběh nákladů v krátkém časovém období, kdy v tomto období nelze měnit ani přizpůsobit veškeré výrobní faktory. V krátkodobém časovém období lze měnit jen variabilní výrobní faktory, jako jsou množství práce, suroviny, naopak fixní výrobní faktory nelze měnit, ale zůstávají na své nákladové hladině. Zde se zařazují náklady za výrobní zařízení, budovy, stroje atd.

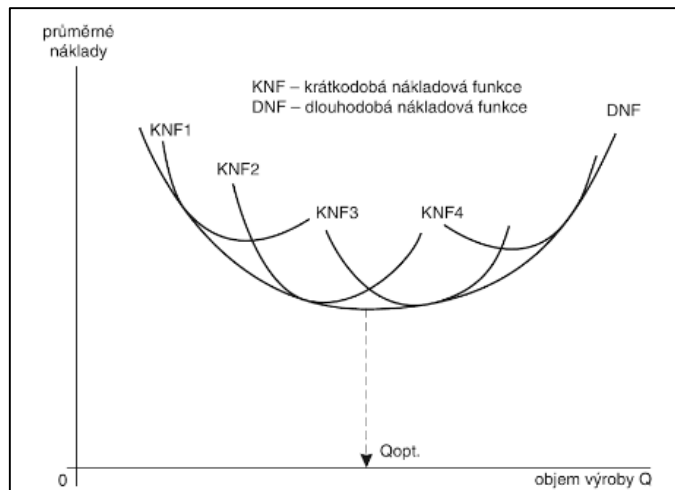


Obrázek 1. Průběh celkových nákladů (Synek, 2011, s. 91)

Proto zde platí tvrzení, že v krátkodobém období může firma pouze zvyšovat objem výkonu zvyšováním práce (Holman, 2007, s. 168). Této funkce je možné využít při řešení optimalizačních úloh objemu výroby, výpočtu bodu zvratu, kritické využití linky atd. (Synek a kol., 2011, s. 91).

2.2 Dlouhodobá nákladová funkce

Pro dlouhodobé náklady je charakteristické delší časové období, kdy může manažer reagovat na vývoj trhu, ve kterém dochází ke změně výrobních faktorů. Zde se již mění i faktor kapitálového původu (stroj, budova, technologie). Management musí při operativním provozu neustále plánovat budoucí strategické postupy s dlouhodobým účinkem. Tyto postupy musejí zahrnovat řadu rozhodnutí, které mají ovlivňovat budoucnost podniku. Tady se již rozhoduje o tom, zda a kdy, se má zavést nový výrobek, službu, připravit výrobu na novou technologii, nebo rozšířit výrobu při očekávaném zvýšení ekonomiky. Při výpočtech nákladových funkcí, vycházíme z předpokladu, že v dlouhodobém horizontu je podnik schopen dosahovat vyššího výstupu, při daleko nižších průměrných nákladech (Čaňo, 2016, s. 28). Tento jev můžeme sledovat na obrázku č. 2.



Obrázek 2. Dlouhodobá nákladová funkce tvaru U (Synek, 2011, s. 92)

Dlouhodobá nákladová funkce sestává z části krátkodobých nákladových funkcí, vyjadřuje průběh nákladů vždy pro určitý rozsah objemu výkonu neboli kapacity. Dlouhodobá funkce má z počátku klesající trend, kdy v nejnižším bodě je dosaženo minimálních průměrných nákladů a v tomto bodě je nejvyšší efektivnost výroby. Tento tvar je z důvodů ze zvětšování objemu výkonu, kdy začíná být poměrně obtížné řízení podniku, jako je např.

nadměrný počet vedoucích pracovníků, kdy za tímto bodem je výroba neefektivní. Charakteristický tvar nákladové funkce je tvar písmena U. V některých specifických odvětvích mohou mít průměrné náklady i tvar písmene L nebo hyperboly (Zámečník, Tučková a Hromková, 2007, s. 36). Můžeme tedy konstatovat, že v dlouhodobém horizontu je schopnost podniku dosáhnout vyššího výstupu při daleko nižších průměrných nákladech. Manažer má možnost pružněji ovlivňovat výrobní faktory, kdy nejdůležitějším faktorem pro tyto změny je alokace kapitálu do technologického vybavení.

3 KORELAČNÍ A REGRESNÍ ANALÝZA

Při zjišťování fixních a variabilních nákladů a pro odhad nákladových funkcí se používá řada metod, např. klasifikační analýza, metoda dvou období. Jednou z nich je i využití regresní a korelační analýzy. Tyto metody jsou nejspolehlivější pro odhad nákladových funkcí, umožňují stanovit i nelineární nákladové funkce, které jsou vhodné pro případný nadproporcionální, nebo podproporcionální vývoj nákladů. Umožňují také stanovení spolehlivosti zjištěných funkcí, pomocí měr korelace a provádění předběžných odhadů chyb, zjišťovaných pomocí tzv. mezi spolehlivosti. Dále nám umožňuje sestavit i grafický obrázek (tzv. bodový diagram) vývoje nákladů (Synek, 2011, s. 95, 96). Metody lze využít nejen pro řešení statistických úloh, ale dají se použít i pro usnadnění výpočtů, všude kde je potřeba zjistit závislost mezi ukazateli. Nejinak tomu je i v podnikání. Nemusíme se bavit pouze o zjišťování závislosti mezi ukazateli, regresní analýza se dá také využít k odhadu budoucích hodnot ukazatelů, nebo pro zjištění jakým trendem se nám bude daný ukazatel vyvíjet. Zjišťováním trendu se myslí sestavování a analýza časových řad. Právě v analýze časových řad, využíváme regresní analýzy k sestavení časové řady a k následnému odhadu budoucích hodnot (Čaňo, 2016, s. 31).

3.1 Regresní analýza

Regresní analýza patří k nejpoužívanějším metodám statistické analýzy vícerozměrných dat. Nabízí možnost vyjádření vztahu mezi proměnou, kterou chceme popisovat a množinou vysvětlujících proměnných regresorů, pomocí regresní funkce. Regresní analýza nachází uplatnění ve všech oborech, např. fyzika, chemie, biologie a v neposlední řadě ekonomie a management. Princip regresní analýzy jednoduchého modelu se dvěma veličinami X a Y , které se liší svým významem, kde veličina Y je vysvětlovaná a její hodnotu před pokusem neznáme a neovlivňujeme. Druhá veličina X je vysvětlující a její hodnotu máme plně pod kontrolou. Je to výsledek náhodného pozorování současně s měřením hodnot veličiny Y . Mezi veličinou Y a X platí přibližně lineární vztah. Měření nebo pozorování veličiny Y může být zatíženo náhodnou chybou e . Zde dostáváme jednoduchý model:

$$g(x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0 + \beta_1 x$$

kde β_0 , β_1 jsou neznámé parametry, Y a e jsou náhodné veličiny, a X je daná reálná proměnná. Uvedený model nazýváme regresním modelem. Model, který byl popsán, nazýváme regresní přímkou, kde β_1 je její směrnice, podle které se dá určit sklon regresní přímky,

a také jestli je přímka rostoucí (směrnice je kladná), nebo klesající (směrnice je záporná). β_0 nám určuje, v jaké vzdálenosti od počátku vede přímka, přičemž počátek může být i záporný. Parametry β_0 a β_1 jsou neznámé, je třeba je odhadnout pomocí naměřených dat. Předpokládáme, že při hodnotách x_1, x_2, \dots, x_n proměnné X pozorujeme hodnoty y_1, y_2, \dots, y_n proměnné Y zatížené chybami e_1, e_2, \dots, e_n . O pozorováních y_1, y_2, \dots, y_n předpokládáme, že vyhovují předcházejícímu modelu, tedy platí

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

O chybách e_1, e_2, \dots, e_n předpokládáme, že jsou nezávislé náhodné veličiny, že jsou nesystematické, tj. střední hodnota $E(e_i) = 0$, a homogenní, tedy že mají stejný rozptyl $D(e_i) = \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$. Cílem je najít odhady neznámých parametrů β_0, β_1 a odhad rozptylu σ^2 . Zde se používá metoda nejmenších čtverců (Neubauer, Sedlačik a Kříž, 2016, s. 256-257).

3.1.1 Modely lineární a nelineární

V regresní analýze je zkoumána závislost nákladů na objemu výkonu podniku, která není náhodná, neboť umožňuje odhadnout lineární i nelineární průběhy nákladových funkcí. Nelineární průběhy jsou vhodné zejména pro výpočty odhadovaných nadproporcionálních nebo podproporcionálních nákladů. Používají se v případě, že nelze odhadnout náklady jednoduchou lineární funkcí (Čaňo, 2016, s. 32).

Modely lineárních funkcí:

- regresní přímka $g(x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0 + \beta_1 x$
- regresní parabola $g(x, \beta_0, \beta_1, \beta_2) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$
- regresní hyperbola $g(x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{x}$
- regresní logaritmická funkce $g(x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0 + \beta_1 \log x$
- regresní rovina $g(x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$

Modely nelineární funkcí:

- regresní mocninná funkce $g(x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0 * x^{\beta_1}$
- regresní exponenciální funkce $g(x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0 * \beta_1^{x_1}$

3.2 Korelační analýza

Korelační analýza slouží k posouzení kvality regresní funkce a zjištění těsnosti (velikosti, síly) oboustranné závislosti. Předpokladem je, že všechny proměnné, jejichž závislost zkoumáme, jsou náhodnými veličinami a jejich sdružené rozdělení je vícerozměrné normální rozdělení tj.:

- u dvou proměnných uvažujeme, že pozorované dvojice pochází z dvourozměrného rozdělení,
- u m-proměnných uvažujeme, že pozorované m-tice pocházejí z m-rozměrného normálního rozdělení (Jarošová, Noskievičová, 2011, s. 276).

Při použití korelační metody se odhaduje vztah dvou proměnných pomocí tzv. korelačních koeficientů. Následně můžeme provádět předběžné odhady zjišťovaných chyb pomocí tzv. meze spolehlivosti. Při výpočtu je definovaný korelační koeficient, který by se měl co nejvíce přiblížit k jedné nebo k mínus jedné. Pro korelační odhad je nejjednodušší vztah dvou proměnných, tedy vztah lineární (Zámečník, Tučková a Hromková, 2007, s. 41). V případě korelační analýzy se nestanovují přímky závislosti, ale odhadujeme vztah z odchylek bodů od přímky, kdy se pokoušíme odhadnout míru tohoto vztahu. Pro každý výpočet korelačního koeficientu platí, že se hodnoty pohybují od -1 do +1. Tyto krajní limity znázorňují dokonalé lineární vztahy a to jak kladné tak i záporné. Kladná korelace nám vyjadřuje stoupající hodnoty obou proměnných. Výsledná záporná korelace, vyjadřuje klesající jednu proměnnou a druhou proměnnou stoupající. Při výsledné korelační analýze vyjádřené kolem 0, nám analýza dokazuje neexistující lineární vztah. Po vypočítání testu významnosti, dále porovnáme graf závislosti mezi proměnnými x a y . Toto srovnání bude provedeno pomocí Spearmanova korelačního koeficientu ρ_{sp} , který je založen na porovnávání významnosti korelace mezi proměnnými x a y . Tento koeficient se vypočítá pomocí vzorce:

$$\rho_{sp} = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n (P_1 - P_2)^2$$

Kritickou hodnotu koeficientu pro daný počet sledovaných dvojic na hladinu významnosti α uvádí tabulka „Kritické hodnoty Spearmanova korelačního koeficientu“. Bude-li koeficient ρ_{sp} větší než kritická hodnota, bude hypotéza o nezávislosti obou znaků zamítnuta. Hodnota

ρ_{sp} rovněž informuje o intenzitě závislosti mezi oběma sledovanými znaky (Čaňo, 2016, s. 33).

3.3 Koeficient determinace

Při prvním pohledu na regresní model, se pokusíme zaměřit na veličinu, která nám ukazuje přínosnost lineárního modelu, jde o tzv. koeficient determinace. Tato veličina nám ukazuje, jakou část z celkové variability přítomné ve výsledkové proměnné nám vysvětluje prostřednictvím vytvořeného regresního modelu. Nejprve vypočítáme veličinu udávající celkovou variabilitu výsledkové proměnné:

$$S_T = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

Druhá veličina, která nám vyvstane z regresního měření a udávající nám nevysvětlenou variabilitu výsledkové proměnné se nazývá reziduální součet čtverců:

$$S_e = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y})^2$$

Celkovou variabilitu výsledkové proměnné, považujeme za reziduální součet čtverců nejjednoduššího modelu (lineárního), kde je pouze parametr střední hodnoty proměnné Y , kterou odhadujeme pomocí výběrového průměru. Koeficient determinace jednoduše získáme výpočtem z předchozích dvou veličin (Finance v praxi, 2018):

$$R^2 = 1 - \frac{S_e}{S_t}$$

3.4 Adjustovaný koeficient determinace

Druhým sledovaným determinantem z regresního modelu, který využíváme pro výběr nevhodnějšího modelu je Adjustovaný koeficient determinace. Tento koeficient je vhodnější používat, protože zohledňuje počet regresních parametrů $k + 1$ v modelu a rozsah pozorování n . Máme 2 možné způsoby výpočtu Adjustovaného koeficientu determinace.

$$\text{Adjusted } R^2 = \frac{1 - \frac{RSS}{n - k - 1}}{\frac{TSS}{n - 1}}$$

$$\text{Adjusted } R^2 = 1 - (1 - R^2)((n - 1)/(n - k - 1))$$

kdy platí, že $R^2 \geq \text{Adjusted } R^2$. Tento koeficient determinace penalizuje nadměrný počet regresních parametrů $k + 1$ v modelu. V učebnicích je doporučují, abychom porovnávali spíše údaje o Adjusted R^2 . Hlavním důvodem je, že vyšší počet proměnných vstupujících

do regrese, můžou uměle zvýšit velikost R^2 . Naproti tomu Adjusted R^2 bere v úvahu i počet proměnných, a na základě toho upravuje velikost R^2 . Tato determinace je velmi důležitá pro regrese především s malým počtem souborů, protože v souborech s velkým počtem dat, budou obě statistiky dost podobné (Finance v praxi, 2018).

3.5 Z-skóre

Jak popisuje Procházka (2015, s. 94) při Z-testu si ověřujeme, zda je střední hodnota rovna požadované konstantě za předpokladu, že sledovaná veličina má normální rozdělení se známým rozptylem σ_x^2 . Nutným předpokladem tohoto testu je jednak zmíněná normalita sledované veličiny, ale i nezávislosti jednotlivých pozorovaných hodnot. Než provedeme tento test, musíme zvolit hladinu významnosti α , v modulech nastavíme hodnotu na 5 % = 0,05. Poté provedeme výpočet pomocí vzorce:

$$Z = \frac{(\bar{x} - \nu)\sqrt{n}}{\sigma_x}$$

Vycházíme z realizace náhodného výběru o rozsahu n : x_1, x_2, \dots, x_n , o kterém předpokládáme, že pochází z normálního rozdělení. Předpokládáme tedy, že platí $X_i \sim N(\mu, \sigma^2)$. Dále předpokládáme, že známe hodnotu parametru σ^2 . Oba tyto předpoklady jsou velmi silné, neboť to znamená, že téměř přesně známe pravděpodobnostní chování náhodné veličiny X . Pokud nulová hypotéza platí, statistika Z se bude realizovat v hodnotách běžných pro rozdělení $N(0,1)$, a naopak, neplatí-li nulová hypotéza, statistika Z se bude realizovat v hodnotách, které nejsou pro standardizované normální rozdělení běžné. Nulovou hypotézu tak zamítáme na hladině významnosti α ve chvíli, kdy výsledná hodnota statistiky Z je větší (nebo menší, v závislosti na předem zvolené alternativě) než příslušný kvantil (kritická hodnota) rozdělení $N(0,1)$. V případě oboustranného testu na hladině významnosti α by se měla testová statistika Z pohybovat mezi kvantily $z_{\frac{\alpha}{2}}$ a $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$, což pro $\alpha = 0,05$ jsou hodnoty -1,96 a 1,96. Bude-li se statistika Z realizovat mimo tento interval, zamítáme nulovou hypotézu (na již vybrané hladině významnosti $\alpha = 0,05$). Vzhledem k symetrii kvantilů rozdělení $N(0,1)$ lze pravidlo pro zamítnutí H_0 pro oboustrannou alternativu u z-testu zjednodušit na vyjádření, kdy absolutní hodnota statistiky Z překročí hodnotu kvantilu $z_{1-\frac{\alpha}{2}}$. Souhrnně jsou pravidla pro zamítnutí nulové hypotézy pro z-test pro jeden výběr dle zvolené alternativy v tabulkách normálního rozdělení (Testování hypotéz o kvantitativních proměnných, 2018, s. 3).

3.6 Parametrické testy

Mezi parametrické testy se řadí Studentův t-test pro testování rozdílu dvou středních hodnot a F-test pro testování rozdílu dvou rozptylů. Studentův t-test bývá nedílnou částí korelační analýzy, kdy se vyhodnocuje po provedení testu významnosti korelačního koeficientu, který lze vypočítat pomocí vzorce:

$$t = \frac{|R|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$$

Po výpočtu testu významnosti t musíme porovnat s t -krit. (0,975; n-2). Jestliže bude t větší než t -krit., zamítáme H_0 . $H_0: R = 0; H_1: R \neq 0$

Kvantil t -krit., bude porovnáván s t , a nalezneme ho v tabulce Studentovo rozdělení pravděpodobností s n-2 stupni volnosti. Kritická hodnota je definována vztahem.

$$W = \{T, |T| > t_{\alpha, n-2}\}, \text{ kde } t_{\alpha, n-2} = F_{t, n-2}^{-1} \left(\frac{2-\alpha}{2} \right)$$

Celkový F- test regresní funkce slouží k posouzení vhodnosti vybrané analytické regresní funkce pro vyrovnání empirických dat. Testuje se vhodnost vybraného modelu jako celku. Hypotéza H_0 tvrdí, že kromě parametru β_0 jsou všechny ostatní parametry vybrané regresní funkce nulové, neboli regresní funkce není vhodná pro vlastní vyrovnání hodnot řady.

$$H_0: \beta_0 = c, \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0$$

Alternativní hypotéza H_A pak tvrdí, že alespoň jeden z parametrů $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ není roven nule. Testové kritérium je dáno vztahem:

$$F_{test} = \frac{\frac{\sum(Y_i - \bar{y})^2}{p-1}}{\frac{\sum(y_i - Y_i)^2}{n-p}}$$

Platí-li hypotéza H_0 , má testové kritérium rozdělení F s $(p-1)$ a $(n-p)$ stupni volnosti. Nulová hypotéza H_0 se na hladině významnosti α zamítá ve prospěch H_1 , pokud je hodnota testového kritéria větší než kritická hodnota, daná $(1 - \alpha)$ kvantilem F rozdělení:

$$F_{test} > F_{1-\alpha}$$

V případě platnosti alternativní hypotézy H_1 na zvolené hladině významnosti je test statisticky významný a model vhodný k vlastnímu vyrovnání hodnot příslušné řady (Parametrické testy, 2018).

Dalším testem regresního modelu je Durbin-Watsonův test autokorelace, který se používá k posouzení autokorelace řady. Autokorelace obecně znamená existenci závislosti dané hodnoty na jedné, nebo více předcházejících hodnotách téže řady. Autokorelace popisuje autoregresní model. Obvykle se autokorelace uplatňuje u náhodné složky časové řady. Necht' je náhodná složka modelována autoregresním modelem prvního řádu:

$$e_i = r_1 * e_{i-1} + v_i$$

Kde e_i a e_{i-1} jsou hodnoty náhodné složky v čase i a $(i-1)$, r_1 je autoregresní koeficient a v_i je ryze náhodná složka, která měla mít čistě náhodný průběh a vlastnosti bílého šumu. Hypotéza H_0 pak říká, že hodnoty náhodné složky jsou nezávislé, neboli $r_1 = 0$. Alternativní hypotéza H_A tvrdí, že náhodná složka je autokorelována. Testové kritérium je dáno vztahem:

$$D = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

Nulová hypotéza H_0 se na dané hladině významnosti nezamítá, pokud:

$$D > D_H \text{ nebo } D < 4 - D_H, \text{ kde } D_H \text{ je horní kritická hodnota.}$$

Hypotéza H_0 se na dané hladině významnosti zamítá ve prospěch hypotézy alternativní H_1 , pokud: $D < D_D$ nebo $D > 4 - D_D$, kde D_D je dolní kritická hodnota.

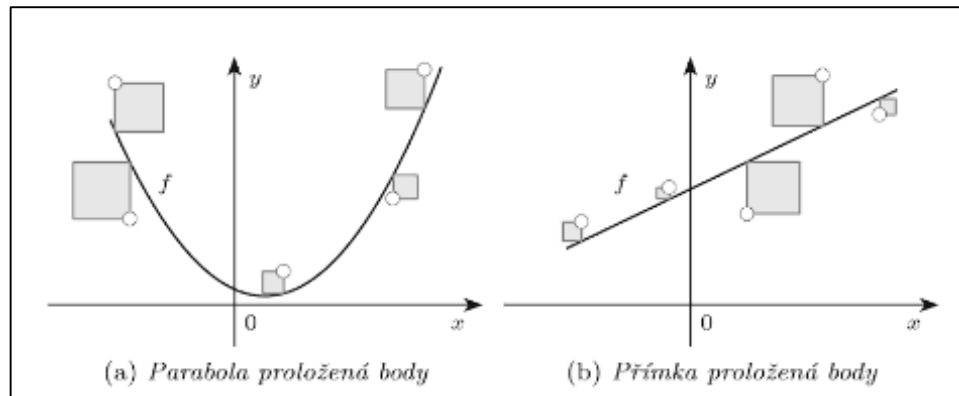
Platí-li $D_D < D < D_H$ nebo $4 - D_H < D < 4 - D_D$, pak nelze H_0 přijmout ani zamítnout. Hodnoty D_H a D_D jsou tabelovány na zvolené hladině významnosti. V případě zamítnutí nulové hypotézy H_1 je autoregresní model prvního řádu vhodný a využívá se k prognózování náhodné složky řady v dalších obdobích (Štědroň a kol., 2012, s. 60,61).

3.7 Metoda nejmenších čtverců

Máme-li výsledky nějakého měření, jsou tyto výsledky, obvykle zatíženy nějakou chybou. Chceme-li tedy najít funkci, která popisuje námi sledovaný děj, chceme výsledek co nejpřesněji, a to v následujícím smyslu. Označme y_k naměřené hodnoty v bodech x_k , $k = 1, \dots, n$ a f hledanou funkci, nejčastěji polynom. Standartním kritériem nejlepšího přiblížení hledané funkce a naměřených hodnot je požadavek, aby součet

$$\sum_{k=1}^n (f(x_k) - y_k)^2$$

byl co nejmenší. Jedná se o součet obsahů čtverců, kdy strana čtverce má velikost, která se rovná rozdílu naměřené hodnoty a hodnoty nalezené funkce v daném bodě. O takto získaných křivkách říkáme, že byly nalezeny metodou nejmenších čtverců (Došlá a Liška, 2014, s. 141).



Obrázek 3. Metoda nejmenších čtverců (Došlá, Liška, 2014, s.141)

3.8 Ověření linearity

Jeden z testů pro ověření linearity je založený na volbě mezi přímkou (lineární regrese) a parabolou (kvadratická regrese), kde vypočtenou statistickou hodnotu F , porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou, kdy platí že:

- Je-li $F > F_{krit.} \Rightarrow$ zamítáme nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2).

($p < 0,05$ (příp. $p < 0,01$ podle zvolené hladiny významnosti α)).

- Je-li $F < F_{krit.} \Rightarrow$ nemůžeme zamítnout hypotézu H_0 .

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně neliší (tj. výběry pochází ze stejného základního souboru se společným rozptylem σ^2). ($p > 0,05$).

$$F_L = \frac{RSC_L - RSC_K(n - 3)}{RSC_K}$$

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

F_L porovnááme s $F_{krit,0,95}$ (1, n-3) stupňů volnosti

- Je-li $F > F_{krit,0,95} \Rightarrow$ zamítáme nulovou hypotézu $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2).

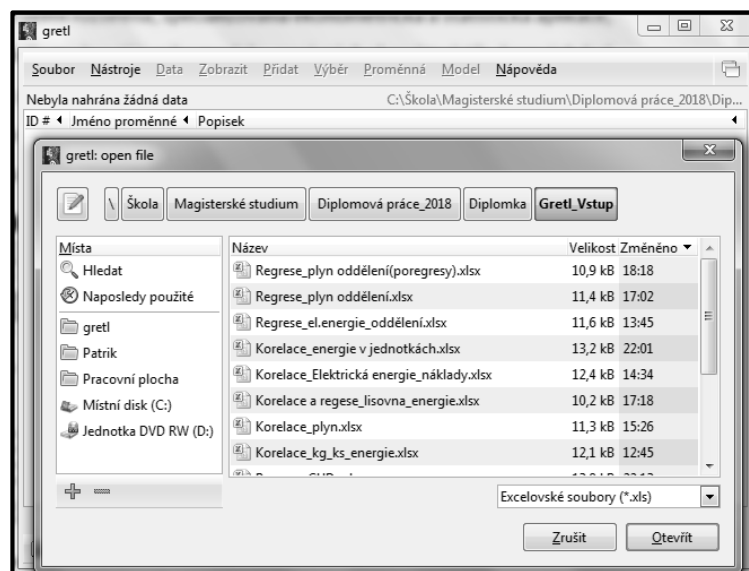
($p < 0,05$ (příp. $p < 0,01$ podle zvolené hladiny významnosti α)).

- Je-li $F < F_{krit,0,95} \Rightarrow$ nemůžeme zamítnout hypotézu H_0 . Prokazujeme linearitu odhadu (Procházka, 2015, s. 99, Parametrické testy, 2018).

4 SOFTWARE GRETL

Pro aplikaci MSR bude využit software GRETL, který byl zdarma instalován z internetu. Jedná se o volně dostupný softwarový produkt, který je programován na statistické metody zaměřené na ekonometrickou analýzu. Výhodou této aplikace, je jednoduché grafické uživatelské rozhraní, které je pro průměrné uživatele přijatelnější. GRETL využívá pro vykreslování přehledných grafů grafický program Gnuplot. Umožňuje i generování textových výstupů v různých formátech. Tento program odhaduje parametry (např. metodou nejmenších čtverců, metodou dvoustupňových nejmenších čtverců), verifikaci modelu (testování významnosti odhadnutých parametrů, významnosti modelu, výskytu heteroskedasticity či autokorelace) a prognózování (Bil, Němec a Pospíš, 2009, s. 15).

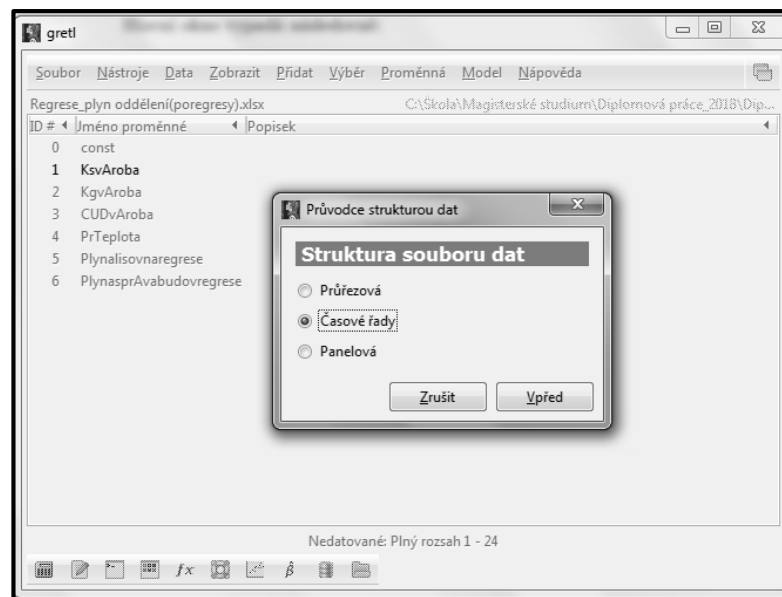
Po spuštění GRETLU se objeví základní nabídka programu. V horní části programu je hlavní menu, které obsahuje celou škálu funkcí. Prostřední část zobrazuje jednotlivé proměnné v modelu. Ve spodní části se nachází panel nástrojů, který obsahuje např. kalkulačku, manuál, vytváření grafů či ikonu pro otevření datového souboru. Nejdříve bylo nutné zadat data ručně do programu, v tomto případě z excelového programu. Byl zvolen datový soubor „Regrese_plyn_oddělení.xlsx“, který byl nahrán do programu Gretl (Lukáčik a Slosiar, 2003, s. 7).



Obrázek 4. Gretl – import dat z excelu

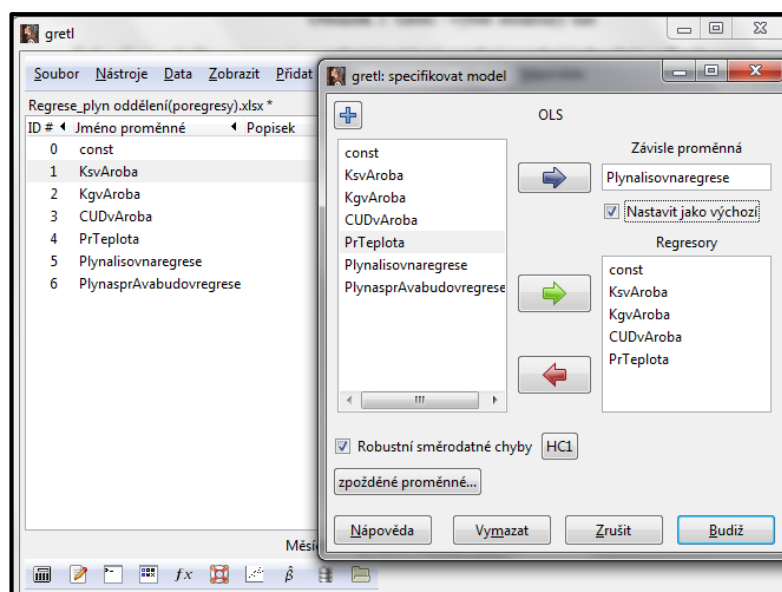
Vložíme počet pozorování, pokud se bude jednat například o měsíční data od 01/2016 do 12/2017, kdy se jedná o 24 pozorování krát čtyři proměnné. Dále určíme strukturu dat, ze kterých bude sestaven model a na která budou aplikovány různé testy.

Dále bude upřesněno, na jaké bázi jsou data, která budeme vkládat a zda se jedná o roční, půlroční, čtvrtletní atd.



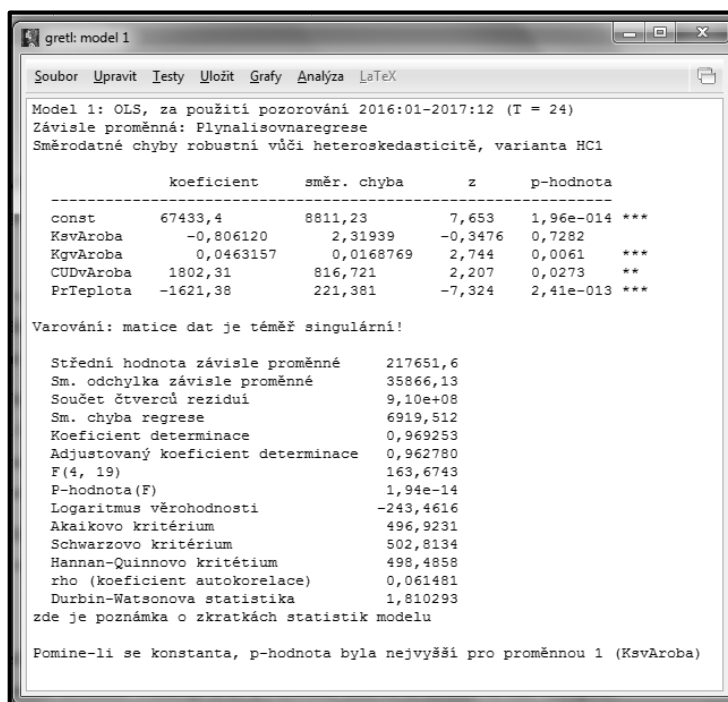
Obrázek 5. Gretl - výběr struktury dat

Položky v menu jsou velmi jednoduché k ovládnání, a tak je možné odhadovat parametry modelu či model verifikovat, vytvářet různé grafy a prognózovat hodnoty. Pro ukázkou postupu bude využit lineární regresní model. Pro odhad parametrů OLS pomocí MNČ se postupuje v následujících krocích: *Hlavní menu* → *Model* → *Ordinary Least Squares*. Následně se otevře nové okno, ve kterém se model specifikuje (Bil, Němec a Pospíš, 2009, s. 17):



Obrázek 6. Gretl - specifikace modelu

U MNČ pak stačí pouze specifikovat, která z proměnných je závislá a která nezávislá a program vše dopočítá automaticky podle nastavení. Aplikace sama vypočítá odhad a statistickou významnost jednotlivých parametrů. Na MSR též můžeme aplikovat testy, např. autokorelace nebo normality reziduí (Lukáčik a Slosiar, 2003, s. 9).



```

gretl: model 1
-----
Soubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
-----
Model 1: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: Plynalisovnaegrese
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

      koeficient      směr. chyba      z      p-hodnota
-----
const      67433,4      8811,23      7,653      1,96e-014 ***
KsvAroba    -0,806120      2,31939     -0,3476     0,7282
KgvAroba     0,0463157     0,0168769    2,744     0,0061 ***
CUDvAroba    1802,31      816,721     2,207     0,0273 **
PrTeplota   -1621,38      221,381     -7,324     2,41e-013 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné      217651,6
Sm. odchylka závisle proměnné      35866,13
Součet čtverců reziduí      9,10e+08
Sm. chyba regrese      6919,512
Koefficient determinace      0,969253
Adjustovaný koeficient determinace    0,962780
F(4, 19)      163,6743
P-hodnota(F)      1,94e-14
Logaritmus věrohodnosti      -243,4616
Akaikovo kritérium      496,9231
Schwarzovo kritérium      502,8134
Hannan-Quinnovo kritérium      498,4858
rho (koeficient autokorelace)      0,061481
Durbin-Watsonova statistika      1,810293
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

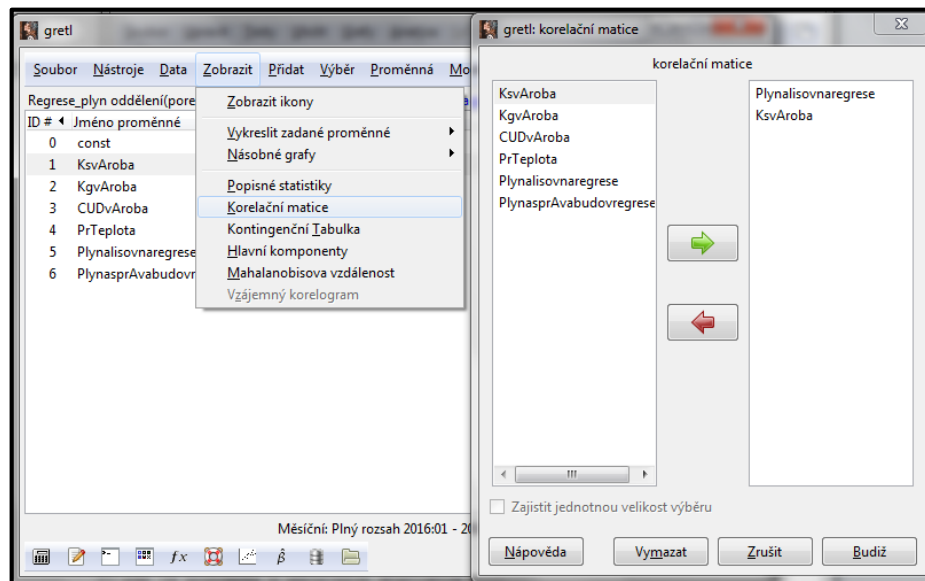
Pomine-li se konstanta, p-hodnota byla nejvyšší pro proměnnou 1 (KsvAroba)

```

Obrázek 7. Gretl - výstup z MNČ

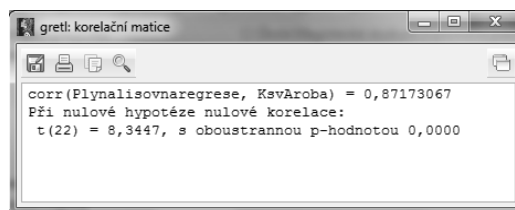
Na vytvořený model dále aplikujeme různé testy, které nám aplikace nabízí. Můžeme hovořit o testech heteroskedasticity, autokorelace či multikolinearity. Kromě toho lze generovat velké množství grafů a vytvářet další statistiky či prognózy.

Nejjednodušším způsobem jak zjistit, zda existuje silná korelace mezi proměnnými, je se podívat na korelační matici, kterou v Gretlu získáme tak, že v hlavní nabídce vybereme záložku Zobrazit > Korelační matice. Otevře se následující okno (obr. 8), kde již známým postupem přes tlačítko „Přidat“ vybereme proměnné, z nichž budeme chtít sestavit korelační matici. Pak již stačí odkliknout „Budiž“ (Bíl, Němec a Pospíš, 2009, s. 17). To jak daná míra korelace ovlivní intervaly spolehlivosti jednotlivých parametrů, závisí taktéž na tom, jak velký máme datový soubor a velikost rozptylu jednotlivých proměnných.



Obrázek 8. Gretl – korelační analýza

Pokud budeme mít malý datový soubor s vysokou variací jednotlivých proměnných, pak i menší korelace mohou způsobit nevýznamnost jednotlivých parametrů modelu a naopak. I když tato metoda zjišťování multikolinearity není zrovna nejtechničtější, tak její síla spočívá zejména v jednoduchosti, a tedy průhlednosti (Lukáčik a Slosiar, 2003, s. 15).



Obrázek 9. Gretl – výstup korelace

Dalším krokem je nalézt přes statistické tabulky, kritické body jednotlivých testů. Kritické body nalezneme na Nástroje → Statistické tabulky. Intervaly koeficientů lze odhadovat interval spolehlivosti, který porovnáme s T – testy, F – testy atd., které slouží především ke zkoumání významnosti jednotlivých odhadnutých koeficientů. To zda nulovou hypotézu, že $\beta_i = 0$ zamítneme (a tedy řekneme, že na zvolené hladině významnosti není daný koeficient statisticky nevýznamný) (Bil, Němec a Pospíš, 2009, s. 21).

4.1 Výhody programu GRETL

Jak jsme si ukázali, tak aplikace Gretl je specializovaný statistický a ekonometrický program, mezi jehož největší výhody patří, že je zadarmo dostupný a nabízí velké množství

analýz, modelů a testů. V aplikaci lze používat při časových řadách i dopočítání prognóz dle vstupů na zvolené roky. Značnou výhodou je velmi jednoduché a velmi intuitivní použití.

4.2 Nevýhody programu GRETL

Mezi velké nevýhody patří, že aplikace není rozšířená, tak jako je tomu například u MS Excel. Jednou z nevýhod je, že se jedná o úzce specializovaný program a pokud potřebujeme provádět jiné výstupy či úkony s daty, musíme je provádět v jiných programech, jako jsou např. finanční data, kdy je nutností, opět převádět data do tabulkového procesoru či jiných vhodných programů.

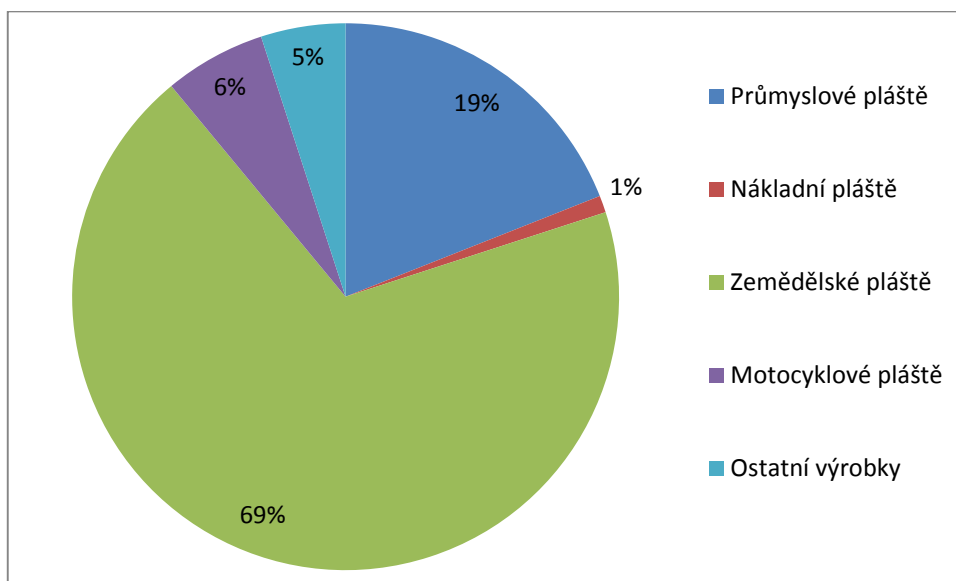
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

V současné době spadá Mitas a.s. pod společnost Trelleborg AB. Tato společnost je globální inženýrská skupina zaměřená na polymerní technologie se sídlem ve městě Trelleborg, která sídlí ve Švédsku. Roční příjem společnosti je ve výši 31 miliard švédských korun a zaměstnává cca 23 000 pracovníků. Portfolio společnosti Trelleborg AB je rozdělené do polymerních výrobků, kdy se hlavně zaměřují na těsnění, tlumení a ochranu v náročných prostředích. Další skupiny se zaměřují na letecký průmysl, intenzivně se angažují ve stavebním a těžebním průmyslu, dále pak na zařízení pro manipulaci, a to od vysokozdvihných vozíků až po jeřáby a dopravní pásy. Nedílnou součástí portfolia je oblast zemědělského a lesnického průmyslu, inovativních lékařských aplikací a námořního odvětví. Společnost Trelleborg AB operuje ve více než 40 zemích. Je také vlastníkem 50 % podílu ve společnosti Trelleborg Vibracoustic, která je předním dodavatelem antivibračních řešení pro automobilový průmysl. Tato společnost má ročním obrát cca 16 miliard SEK a výrobu řídí ve zhruba 20 zemích. Akcie společnosti Trelleborg jsou obchodovatelné na burze cenových papírů od roku 1964.

Do této společnosti se Mitas a.s. zařadil v roce 2015, kdy skupina Trelleborg převzala holding ČGS, pod kterou Mitas a.s. patřil. Celková hodnota této transakce byla 31,4 miliard korun. Tímto spojením se Trelleborg Wheel Systém a společnost Mitas a.s., stávají světovými lídry na trhu se zemědělskými pneumatikami. Mitas prošel přechodem do stávající obchodní oblasti označované jako Trelleborg Wheel Systems, kde portfoliem této skupiny je výroba pneumatik. Společnost vyrábí zemědělské pneumatiky pod třemi značkami, jako jsou Mitas, Cultor a Trelleborg. Kromě zmiňovaných zemědělských pláštů společnost vyrábí a distribuuje industriální víceúčelové MPT pláště, OTR celocelové pláště pro stavební stroje, letecké pláště, nákladní pláště, motopláště a cyklopláště. Na obrázku č. 10 vidíme prodeje výrobků rozdělené do základního sortimentu. Prodeje zemědělských pneumatik jsou na úrovni 69 % z celkových výrobků, druhým nejprodávanějším sortimentem společnosti jsou průmyslové pláště, které mají 19 % podíl. Třetím nejprodávanějším sortimentem jsou motocyklové pneumatiky, které se podílejí na prodeji 6 %. Pak následují prodeje ostatních výrobků, pod které patří cyklopláště, směsi, těsnění atd., které pokrývají 5 % odbytých výrobků. Nejslabším sortimentem, jsou nákladních pláštů s 1 % prodeje. Kompletní sortiment společnosti vyrábí ve svých pěti výrobních závodech, které se nachází na dvou kontinentech. Čtyři z pěti výrobních závodů se nacházejí v Evropě, kdy tři závody se nachází v ČR a to v Praze,

ve Zlíně a v Otrokovicích. Čtvrtý výrobní závod se nachází v Srbsku ve městě Ruma. Pátý výrobní závod je postaven na americkém kontinentu ve státě v Iowa v USA.



Obrázek 10. Rozdělení tržeb dle sortimentu

Kromě již zmíněných výrobních závodů, společnost řídí vlastní rozsáhlou prodejní a distribuční síť po celém světě, je to z důvodů vývozu 91 % své produkce mimo státy, kde se vyrábí sortiment. Společnost dodává přes 58 % produkce do západní Evropy. Mezi hlavní odběratele ze západní Evropy, jsou zejména přední výrobci zemědělské techniky např. Claas, John Deere, AGCO, VALTRA a také tuzemský výrobce traktorů Zetor.

5.1 Základní informace o společnosti MITAS a.s.

Datum vzniku: 15. leden 1991

Obchodní firma: Mitas a.s.

Právní forma: akciová společnost

Sídlo: Švehlova 1900/3, Záběhlice, 106 00 Praha 10

Základní kapitál: 1 460 384 tis. Kč

Akcie: 14 603 840 ks akcií ve jmenovité hodnotě 100,- Kč

Předmět podnikání: zpracování gumárenských směsí, výroba gumárenských produktů, hostinská činnost, výroba nebezpečných chemických látek a nebezpečných chemických přípravků a prodej chemických látek a chemických přípravků klasifikovaných jako vysoce

toxické a toxické, technicko-organizační činnost v oblasti požární ochrany, zámečnictví, nástrojářství, obráběčství, barvení a chemická úprava textilií, podnikání v oblasti nakládání s nebezpečnými odpady, výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení, silniční motorová doprava atd. (Ministerstvo spravedlnosti, 2012).



Obrázek 11. Logo společnosti Mitas a.s.

5.2 Historie společnosti

Vznik společnosti se datuje k 6. únoru 1933, kdy Pražská továrna (Pneu Michelin a.s.) vznikla zápisem v obchodním rejstříku. Výroba byla zahájena již 15. února 1934. Ve Strašnicích ji založil francouzský výrobce pneumatik Michelin jako svou dceřinou společnost.

Ke dni 18. února 1935 zde pracovalo 160 dělníků a 40 úředníků a továrna vyráběla pneumatiky a duše pro automobily, motocykly a jízdní kola. Po válce byl podnik zestátněn a vrátil se k civilní výrobě. Na jaře 1946 byl podnik přejmenován na Pneumichelin, n. p. Praha, ale jen dočasně – byla vypsána soutěž na nový název závodu a zvítězil návrh Josefa Koňase – MITAS – spojením slov Michelin a Veritas (firma Veritas sídlila v Hrádku nad Nisou, vyráběla pryžové obruče a byla začleněna ke strašnickému Michelinu). Od léta 1947 se tak značka MITAS užívá oficiálně. V 50. letech došlo k výrazné obnově technologií a podnik se orientoval na výrobu středních a těžkých nákladních pneumatik, přičemž velopláště byly delimitovány do Náchoda (Rubena) a osobní pneumatiky do Zlína. Nadále pokračoval obrovský rozvoj podniku, díky kterému v roce 1967 patřil Mitas mezi přední evropské výrobce pneumatik pro zemědělství, stavební stroje i letadla.

Po odkoupení divize Agro pláštěů ze společnosti Continental a.s. v roce 2005, se stává novým milníkem společnosti, přestěhování odkoupené výroby z Barumu Continental do nově postaveného výrobního závodu. Nový výrobní závod v Otrokovicích, zahájil výrobu v r. 2012, kdy se zde vyrábí radiální zemědělské pneu nejvyšší kvality určené pro vývoz

do celého světa. Kromě tohoto závodu se zemědělské pneu vyrábí v Srbsku a USA. V českých závodech tj. v Praze a ve Zlíně je převedena výroba industriálních a motocyklových pláštů.

V současné době je 83 % všech výrobků Mitas a.s. dodáváno zákazníkům v Evropě včetně České republiky (viz obr. 12). Dalším z hlavních milníků, byla výstavba nového závodu v USA. V současnosti na tomto kontinentu podnik prodává 8 % výrobků (viz obr. 12), kde se plánuje zvýšení tržeb v této oblasti. Obrovský americký trh s vysokými nároky má dle vize silný potenciál růstu, protože výrobní závod je umístěn přímo v srdci amerického farmářského průmyslu a centru výrobců zemědělské techniky. Díky tomuto kroku můžeme tvrdit, že společnost Mitas a.s. je tradiční výrobce pneumatik se silným zázemím v oblasti výzkumu a rozvoje. A právě důraz na inovace pomohl značce Mitas k udělení titulu druhého největšího evropského výrobce mimosilničních pneumatik.

Výrobní závody a jejich výroba:

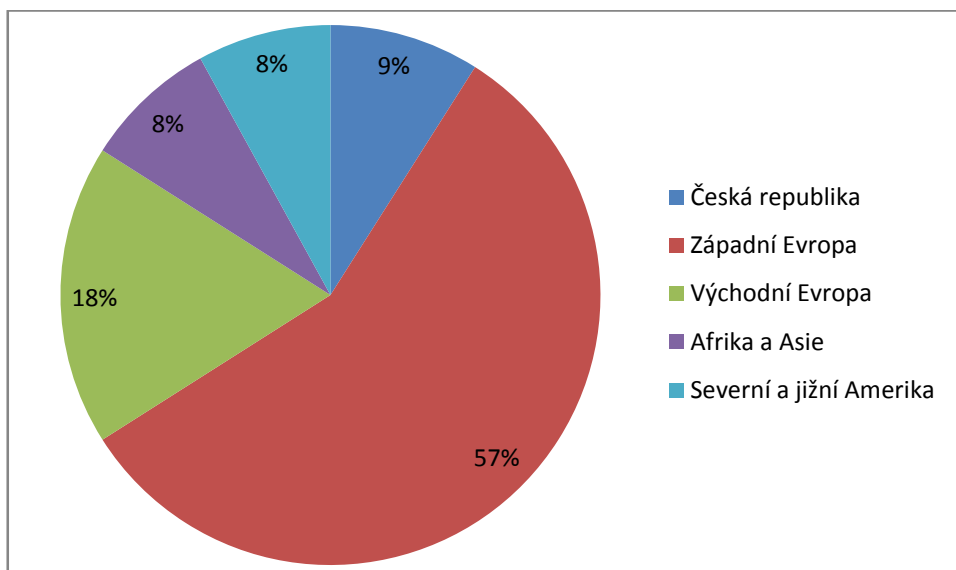
Praha — výroba zemědělských a industriálních pláštů

Zlín — výroba zemědělských, industriálních a motocyklových pláštů

Otrokovice — výroba zemědělských pláštů

Ruma (Srbsko) — výroba zemědělských a industriálních pláštů

Charles City (Iowa) — výroba radiálních zemědělských pláštů



Obrázek 12. Rozdělení tržeb podle teritorií

5.3 Mitas Otrokovice

Výrobní závod Mitas Otrokovice se nachází v areálu Toma Otrokovice v jeho severní části o celkové ploše 25 500 metrů čtverečních. Tato hala byla otevřena v listopadu 2013, zhruba po roční výstavbě a její maximální kapacita je 42 000 tun výroby/rok.

5.3.1 Vize společnosti

Společnost se snaží překonávat očekávání zákazníků tím, že poskytuje spolehlivé produkty společně s vynikajícími službami. Dosahuje udržitelného růstu na neustále se vyvíjejících, konkurenčních trzích a díky tomu vytváří hodnoty pro všechny zainteresované strany. Podporuje a rozvíjí zaměstnance k podnikavému a na výkon orientovanému přístupu, a tím vytváří úspěšnou budoucnost společnosti. Souborem cílů, kterými chce společnost, respektive její vedení dosáhnout, se opírá o tři hlavní pilíře. Prvním z pilířů je oblast financí, tzn. vytvoření silné globální pozice a tu si udržet. Druhým z pilířů je výchova kvalitních zaměstnanců, jak ve výrobě, tak v administrativě. Výchovou a zaškolením pracovníků, chce společnost vyrábět produkty s co nejvyšší kvalitou, bez chyb a následných reklamací. Třetím, posledním pilířem, je snaha o předběhnutí konkurence, nikoliv ve finanční oblasti, ale v oblasti poskytovaných služeb jako celku - od objednávky až po servis. V budoucnosti bude zákazník ochoten zaplatit případně vyšší cenu, než mu nabídne konkurence s jistotou, že za své investované prostředky získá více, než nabízí konkurence.

5.3.2 Popis výroby ve výrobním úseku Mitas Otrokovice

Jak již bylo popsáno, v tomto závodě se vyrábí pouze zemědělské pneumatiky pod značkou Mitas, Trelleborg a Cultor. Samotná výroba zemědělských pneumatik, je rozdělena do tří samostatných výrobních oddělení. Prvním oddělením je příprava polotovarů, kde se vyrábí polotovary pro následující technologický krok - výroba surových pláštěů. Toto oddělení je rozděleno na menší střediska, kde se vyrábí jednotlivé části polotovarů. Na oddělení se nachází 3 výrobní linky, kde se vyrábí polotovary pouze ze směsí a to „Vytlačovací linka č. 2“, „Vytlačovací linka č. 5 a Rollerhead. Na vytlačovací lince č. 2 se vytlačují běhouny pro radiální pláště a bočnice pro radiální a Exot pláště, na vytlačovací lince č. 5 se vytlačují bočnice, jádra pro lana a gumové výplně. Na třetí lince Rollerhead, se z připravených směsí válcuje vnitřní guma a meziguma pro výrobu bezdušových radiálních pneumatik. Základním nosným prvkem surových pláštěů jsou nosné a nárazníkové kordy, které se řezou na střediscích řezačka č. 5 a řezačka č. 7. Tyto polotovary se řezou ze zásobníků

na předem stanovenou šířku do předem připravených zásobníků. Další důležitou součástí surového pláště jsou lana, která se vyrábí z ocelových drátů. Na výrobu ocelových lan jsou určeny výrobní linky Poloautomat a Hexalinka. Na jedné z linek se vyrábějí vinuté lana a na druhé lince speciální navíjená pentalana a hexalana. Tyto lana se později kompletují na třech křídlovacích strojích. Poslední linkou na přípravě polotovarů je linka Slitter. Zde se z předem připravených kordů řezou patní textilie Ségla a Monofil, které ochraňují lana před mechanickým poškozením.

Druhým technologickým krokem ve výrobě zemědělských pláštů, je výroba surových pláštů, které se kompletují na konfekčních strojích z předem připravených polotovarů. Tento důležitý krok se provádí na oddělení Konfekce. Toto oddělení se skládá ze strojů I. stupně výroby, kde se kompletují tzv. kostry, které se skládají z nosných kordů, lan a bočnic a patních textilií. Po dokončení kostry, se výroba přesouvá dle technologického postupu na II. stupeň. Zde se z kostry vyrábí finální surový plášť, který se skládá z kostry, nárazníků a běhounů. Na tomto oddělení se nachází 10 strojů I. stupně radiál (NRM 61), 10 strojů II. stupně radiál (G 2), 6 strojů I. stupně Exot (VUK) a 6 strojů II Exot (Marangoni).

Dalším technologickým krokem po vyrobení surového pláště, je jeho vulkanizace, která se provádí na oddělení Lisovny. Na lisovně se nachází 70 vulkanizačních lisů s postřikovacím strojem. Po předepsaném časovém odložení se pláště vulkanizují ve vyhřátých vulkanizačních lisech, kdy se po zvulkanizování posílají dopravníkem na středisko dokončovna. Na tomto středisku se každý zvulkanizovaný plášť vizuálně kontroluje, popř. opravuje v případě drobné vady. Po důsledné kontrole se pláště dopravníkem přesouvají na poslední technologický krok výroby, a tím je středisko Testory. Zde se měří na testovacím zařízení radiální házivost určených pláštů. Po vyhodnocení se pneumatiky paletizují a nakládají do kamionů, které se odváží do externího skladu v areálu TOMA, kde se poté distribuují do celého světa.

Období	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Variabilní	431	436	437	440	437	444	440	423	420
Fixní	47	47	47	47	57	57	57	57	57
THP	96	96	96	96	97	97	97	97	97
Variabilní - externí	0	0	0	0	0	1	0	0	6
Celkem	574	579	580	583	591	599	594	577	580

Tabulka 1. Počet pracovníků

Dalším krokem je porovnání stavů pracovníků v Mitasu Otrokovice. V tabulce č. 1 je popsán stav zaměstnanců od roku 2009, kdy se tento stav postupně navyšoval a to do roku 2012, kde počty zaměstnanců kopírují růst výroby, která je zobrazena na obrázku č. 13. V roce 2013 dochází ke stěhování výroby z pozemků firmy Barum Continental do nové haly v areálu TOMA. Stěhování probíhalo současně s probíhající výrobou v obou podnicích. Během stěhování a tím výpadku důležitých technologických zařízení, si podnik tento výpadek zajišťoval nadvýrobou v období leden 2013 po červen 2013, která později zajišťovala zásobování všech zákazníků. V roce 2013 dochází k navýšení počtu fixních pracovníků a THP, z důvodů vytvoření nového oddělení Energetiky s novými pracovními pozicemi. V areálu Barumu Continental tuto službu zajišťovali tamní pracovníci, kteří řídili dodávky energií pro výrobu. Nový pracovníci na oddělení energetiky, zajišťují zásobování haly elektrickou energií, párou a stlačeným vzduchem. Na začátku roku 2014, jsou již všechna technologická zařízení přestěhována a odzkoušena, a výroba se postupně navyšuje. V roce 2015, se výstup výroby zvýšil oproti roku 2014, a to o 3,33 %. V roce 2016 dochází k problémům a propadu ve výrobě z důvodů nedostatku pracovníků.



Obrázek 13. Porovnání výroby s počtem pracovníků v Mitas Otrokovice

Ve společnosti dochází k rapidnímu poklesu počtu zaměstnanců, z důvodů odchodu velkého počtu pracovníků do jiných segmentů výroby. Tento jev se začíná projevovat napříč všemi podniky v ČR. Hlavním důvodem těchto problémů je růst výroby ve všech ekonomických segmentech v ČR, a tím dochází k nízké nezaměstnanosti, která postupně přechází v nedostatek pracovních sil na pracovním trhu. V 2016 činila nezaměstnanost v ČR jen 5,5 procenta. V roce 2017 se nezaměstnanost snížila na rekordních 3,8 procent (Kurzy.cz, 2000),

kdy už mluvíme o nulové nezaměstnanosti. V roce 2017 se vedení snaží stabilizovat počty pracovníků různými benefity v dělnických profesích a vyšším proplácení přesčasových hodin. Proto můžeme vidět na obrázku č. 13, že i přes nízký počet pracovníků dochází v tomto roce k navýšení výroby. Dalším krokem vedení k udržení vyššího objemu výroby, je zaměstnávání pracovních sil z pracovních agentur.

5.3.3 Výrobní portfolio

Podnik Mitas Otrokovice, má ve svém portfoliu pouze zemědělské pláště, které vyrábí pod značkami Mitas, Cultor a Trelleborg. Značka Mitas tvoří 90 % výroby, a vyrábí se od 17 palcových pláštů po 54 palcové pláště v dezénovém rozmezí 11,2 až 1050/50. Celkem má značka Mitas v portfoliu 544 různých modifikovaných výrobků. Značka Cultor je obsazena ve výrobě 10 %, kdy tato značka vyrábí 24 palcové pláště po 42 palcové pláště. Pod touto značkou vyrábí 100 modifikovaných výrobků v rozmezí dezénu od 11,2 až po 650/65. Poslední vyráběnou značkou je Trelleborg, která se postupně rozšiřuje v našem portfoliu. Momentálně se vyrábí jeden produkt pod názvem 480/65T28 136A8/136B PNEUTRAC TL TRELL. Podnik má možnost celkově vyrábět 645 výrobků pod třemi různými výrobky.

5.4 Nákladová analýza

Bude provedena nákladová analýza ve společnosti, kdy jako první bude provedena, podle druhového členění nákladů a druhá analýza podle nákladů vázaných na výkon podniku, tedy fixní a variabilní nákladů.

5.4.1 Druhové členění nákladů

Členění druhových nákladů soustřeďuje náklady do skupin, které odpovídají struktuře nákladů ve výkazu zisku a ztrát. Druhové náklady informují společnost, jaké druhy nákladů byly spotřebovány ve společnosti. Jednotlivé nákladové druhy lze dělit:

- *spotřebované nákupy* – zde řadíme materiálové náklady, energie (plyn, pára, voda), membrány, drobný hmotný majetek do 3 000 Kč, spotřebu pohonných hmot, materiál na opravu, mazadla, nákup kancelářských potřeb, tonery, ostatní režijní náklady (jde o materiál, který se spotřebovává při výrobě, ale nemůžeme ho jednoznačně přiřadit k jednotce výrobku, např. postřík surových pláštů před lisováním, použití benzínu při ožívování polotovarů, použití kalafuny na konfekci) a vedlejší náklady (zde se jedná např. o zpracování odpadu pro hlavní výrobu),

- *služby* zahrnují reklamu a propagace, přepravné, nájemné, ostrahu podniku, logistiku, různé strojní opravy a opravy budov, právní služby, služby výpočetního technika, pohoštění, cestovné, poštovné, telefonní služby, zkoušky výrobků, likvidaci odpadů, poradenské, logistické a ostatní služby (souvisí s řízením výroby – servisní prohlídky vozidel a jeřábů atd.),
- *osobní náklady* jsou tvořeny mzdovými náklady, penzijním připojištěním, zákonným pojištěním, kurzy, náklady na ochranné pomůcky, osobními hygienickými prostředky, semináři, psychotesty, sociální výpomocí, ochrannými nápoji, stravenkami, zdravotní péčí – vstupní prohlídky, zdravotní péčí – lázně, bonusové poukazy, akce pro důchodce,
- *jiné provozní náklady* zahrnují přefakturace (pře prodej výrobků, zboží či služeb mezi výrobními závody nebo mezi úseky), dary, manka a škody, pokuty a penále, technické zhodnocení a haléřové vyrovnání,
- *daně a poplatky* zde se vykazuje silniční daň a ostatní daně,
- *odpisy, rezervy a opravné položky*, zde se vykazují odpisy dlouhodobého majetku a to jak hmotného a nehmotného a odpisy zůstatkových cen,
- *finanční náklady* k tomuto druhu nákladů přiřazujeme účty k pojištění majetku a k zákonnému pojištění zaměstnanců.

V tabulce č. 2 je zobrazena nákladová struktura druhového členění nákladů ve společnosti Mitas Otrokovice. Položky byly rozříděny po čtvrtletí, které se porovnávaly v horizontální analýze a vertikální analýze celkových nákladů za rok 2016 a 2017.

Období	1. čtvrtletí - 4. čtvrtletí 2016				1. čtvrtletí - 4. čtvrtletí 2017			
	1Q.2016	2Q.2016	3Q.2016	4Q.2016	1Q.2017	2Q.2017	3Q.2017	4Q.2017
Náklady (v tis.)								
Spotřebované nákupy	27 435	28 624	25 327	24 488	29 834	28 879	26 801	29 947
Osobní náklady	64 929	89 899	68 287	83 455	68 048	93 180	78 068	103 321
Služby	36 260	43 594	39 899	38 262	34 326	38 991	38 572	48 337
Odpisy, rezervy	20 314	30 356	24 209	4 339	27 934	18 591	11 940	17 657
Jiné provozní náklady	26	125	137	141	0	46	485	558
Daně a poplatky	3	4	4	3	7	13	3	7
Finanční náklady	387	537	410	498	405	560	470	617
Celkem	149 354	193 378	158 272	151 185	160 555	180 259	156 339	200 353

Tabulka 2. Rozdělení nákladů dle druhového členění v tis. Kč

V tabulce č. 3 je provedena vertikální analýza, kde můžeme vidět, že nejdůležitějším nákladem v druhovém členění tohoto výrobního závodu, jsou osobní náklady (48,10 %).

Při analýze tohoto druhu, bylo zjištěno, že nejdůležitější položkou jsou mzdy, které tvoří 96 % z osobních nákladů. Druhou nejdůležitější položkou v druhových nákladech jsou služby (23,59%). Kdy nejdůležitější položkou ve službách jsou jak opravy, tak i materiál na jejich opravu, které tvoří dohromady 62,3 % nákladů. V pořadí třetí položkou jsou spotřebované nákupy (16,38%). Nejdůležitějším nákladem této položky je náklad na energie pro hlavní výrobu a kanceláře. Položka se skládá z elektrické energie, plynu pro výrobu páry, vzduchu a vody. Dalším druhovým nákladem jsou odpisy a rezervy, které tvoří 11,53 % ze všech nákladů. Největším nákladem v této položce jsou odpisy, které tvoří 94,3 % nákladů. Ostatní položky nákladů již nejsou tak významné, kde mezi tyto náklady patří jiné provozní náklady (0,11 %), daně a poplatky (0,003 %) a finanční náklady (0,29%). Při porovnávání mezi obdobími (viz tabulka č. 3) budou posuzovány vývoje nákladů mezi jednotlivými kvartálními obdobími. *Osobních nákladů* vzrostou v 2. čtvrtletí a 4. čtvrtletí. Je to z důvodů vyplacení 13. platu s prémie v květnové mzdě a vyplacení 14. platu s prémie

Náklady	Vert.analýza	1Q.16/2Q.16	2Q.16/3Q.16	3Q.16/4Q.16	4Q.16/1Q.17	1Q.17/2Q.17	2Q.17/3Q.17	3Q.17/4Q.17
Spotřebované nákupy	16,38%	4%	-12%	-3%	22%	-3%	-7%	12%
Osobní náklady	48,10%	38%	-24%	22%	-18%	37%	-16%	32%
Služby	23,59%	20%	-8%	-4%	-10%	14%	-1%	25%
Odpisy, rezervy	11,53%	51%	-21%	-82%	544%	-33%	-36%	48%
Jiné provozní náklady	0,11%	376 %	10 %	3 %	-100 %	16 319%	954%	15 %
Daně a poplatky	0,00%	38%	10%	-20%	112%	82%	-78%	155%
Finanční náklady	0,29%	39%	-24%	21%	-19%	38%	-16%	31%
Celkem	100,00%	29%	-18%	-4%	6%	12%	-13%	28%

Tabulka 3. Vertikální a horizontální analýza nákladů druhového členění

v listopadové mzdě. Mzdové náklady jsou v tomto druhovém nákladu nejvíce zastoupeny, proto se tak výrazně projevují u této složky. Další nákladem jsou *služby*, zde významně rostou mezi obdobími 1. a 2. čtvrtletím roku 2016 a to o 20 %. Tento náklad roste z důvodů navýšení oprav v květnu, kdy jsou opravy vyšší o cca 3 mil. oproti lednu a únoru. Tyto opravy se prováděly na oddělení lisovny. Druhá položka, která ovlivňuje zvýšení nákladů je spotřebování ostatních služeb na oddělení logistiky, a to o 1,7 mil. oproti lednu a únoru. V dalších měsících je mírný pokles tohoto nákladu, který ale opakovaně vzroste mezi 1. a 2. čtvrtletím roku 2017. Zde opět dojde k růstu nákladu z důvodů mírného nárůstu oprav a ostatních služeb v měsíci květnu. Náklady na opravy vzrostly o 1,7 mil. proti začátku roku a nárůst ostatních služeb činil 1,2 mil. Zvýšení nákladů, bylo z důvodů navýšení oprav na oddělení přípravy polotovarů a lisovně. Ostatní služby byly opět navýšeny

na oddělení logistiky. Nejvyšší procentní nárůst, a to o 25 % byl mezi obdobími 3. a 4. čtvrtletí roku 2017, kdy toto navýšení bylo z důvodů zvýšení oprav o 3,9 mil. na odděleních přípravy polotovarů a lisovny. Druhým ovlivňujícím faktorem bylo navýšení nákladů o 2,7 mil. v ostatních službách na oddělení konfekce a logistiky. Posledním ovlivňujícím faktorem bylo zvýšení nákladů za zkoušky výrobků, a to o 1,1 mil. Další analyzovaným nákladem jsou *spotřebované nákupy*, kdy tyto náklady by měly kopírovat výkon podniku, z důvodů položky energie. Tento náklad by měl kopírovat objem výkonu, z důvodů vyšších variabilních nákladů z celkových nákladů na energii. Navýšení nákladů mezi 1. a 2. čtvrtletím 2016 o 4 procenta, je z důvodů kopírování nákladů s výkonem výroby. Další důležitým obdobím je poměr mezi 4. čtvrtletím 2016 a 1. čtvrtletím 2017, zde byl rozdíl mezi obdobími 22 %. Náklady jsou odůvodněny vyšším výkonem podniku, který byl mezi obdobími vyšší o 37 %. V dalších měsících náklady kopírují náklady, ale mezi obdobími 3. a 4. čtvrtletím 2017 dochází k navýšení o 12 %. Zde se odrazilo navýšení nákladů na režijní materiál o 1,7 mil., což činilo v procentuálním vyjádření 12 % a druhým faktorem bylo navýšení výroby o 11 % mezi daným obdobími. Čtvrtou analyzovanou položkou jsou *Odpisy a rezervy*, kde je výrazná změna mezi 4. čtvrtletím roku 2016 a 1. čtvrtletím roku 2017, kdy byl nárůst o 535 %. Zde je zásadním faktorem snížení rezerv o 16,9 mil. v listopadu 2016. Dalším vyšším navýšením je mezi 1. a 2. čtvrtletím roku 2016, kdy dojde k navýšení nákladů o 51 %, a to z důvodů navýšení rezerv o 11,4 mil. v červnu 2016. V *ostatních druhových nákladech* je výrazné navýšení v jiných provozních nákladech, kdy se náklady zvýšily o 376 % a to mezi 1. a 2. čtvrtletím roku 2016, kdy podnik nakoupil zboží za 84 tis. a zároveň v tomto období zapsal manka a škody za 19 tis. Kč. Druhým výrazným navýšením nákladů je mezi 1. a 2. čtvrtletím roku 2017, kde se náklady navýšily z 280 Kč na 46 tis. Kč. Poměrově se jednalo o navýšení 16 319 %. Zásadní položka tohoto navýšení bylo provedeno v květnu 2017, kdy byla přefakturována položka za 30 tis. Kč nákladové středisko konfekce. Výrazné navýšení o 954 % bylo mezi 2. a 3. čtvrtletím roku 2017, kde dochází k navýšení nákladů, ze 46 tis. na 485 tis., kdy podnik v navýšeném období účtoval peněžitý dar v hodnotě 130 tis. Kč a nákupy zboží mimo výrobu v hodnotě 247 tis. V nákladové položce *Daně a poplatky* jsou výkyvy pouze v tisících korun, proto se touto položkou nebudeme zabývat. Poslední položka v druhových nákladech analyzovaná v horizontální analýze budou *finanční náklady* podniku. Vyšší navýšení nákladů bylo mezi 1. a 2. čtvrtletím roku 2016, kdy se náklady

zvýšily z 387 tis na 537 tis. Kč, které můžu vyjádřit zvýšením o 38 %. Je to z důvodů vyplacení 13. platu s prémie v květnové mzdě a vyplacení 14. platu s prémie v listopadové mzdě. Opět se navýší 2. a 4. čtvrtletí v každém roce.

5.4.2 Náklady vázané na výkon podniku

Náklady z hlediska závislosti na objemu výkonů se v podniku člení do tří základních skupin. První skupinou jsou fixní neovlivnitelné, druhou skupinou jsou fixní ovlivnitelné a poslední skupinou jsou variabilní náklady. Fixní náklady se s objemem výroby nemění, fixní ovlivnitelné náklady jsou kombinací fixních a variabilních nákladů, kdy se chovají jako fixní náklady do určitého výkonu, po tomto výkonu se mírně posunou. Přiřazujeme je k těm druhům nákladů, kde jsou spotřebovány částečně fixně a částečně variabilně.

Fixní a variabilní náklady	2016	2017	Podíl v % souhrnu 2016 a 2017
FIX-NEOVLIVNITELNÉ	83 821 468	79 033 841	12,07%
FIX-OVLIVNITELNÉ	110 669 879	132 068 543	17,98%
VARIABILNÍ	457 697 943	486 404 150	69,95%
Celkem	652 189 290	697 506 534	100,00%

Tabulka 4. Struktura nákladů podle objemu výkonu v Kč

Variabilní náklady jsou závislé na změně objemu výkonů. Struktura nákladů společnosti Mitas Otrokovice z hlediska závislosti na objemu výkonů v roce 2016 a 2017 je znázorněna

Variabilní náklady	2016	2017	Podíl v % Σ 2016 a 2017
Mzdy	234 580	249 606	51,29%
Oprava	96 525	94 780	20,26%
Energie	54 851	62 656	12,45%
Ostatní služby	24 821	28 763	5,68%
Režij. mat. hlav. výr.	21 920	23 756	4,84%
Pomocný materiál	15 438	15 258	3,25%
Rezervy	2 573	6 238	0,93%
Ochranné prostředky	3 168	3 476	0,70%
Logistika	1 212	563	0,19%
Spotřeba PHM	34	116	0,02%
Vedlejší náklady	1 112	593	0,18%
Pojištění	1 436	-	0,15%
Zkoušky výrobků	-	24	0,002%
Zboží	27	576	0,06%
Celkem	457 698	486 404	100%

Tabulka 5. Struktura variabilních nákladů v tis. Kč

v tabulce 4. Z této tabulky je zřejmé, že variabilní náklady tvoří 69,95 % z celkových nákladů firmy. Jejich hodnota dosahuje v roce 2016 částku téměř 458 mil. Kč a v roce 2017 téměř 487,5 mil. Kč. Největší položkou sečtených variabilních nákladů jsou náklady na mzdy (51,29 %), náklady na opravy (20,26%) a náklady na energii (12,45%).

Fixní ovlivnitelné náklady	2016	2017	Podíl v % Σ 2016 a 2017
Mzdy	59 754	79 263	57,27%
Energie	9 119	9 127	7,52%
Ostatní služby	6 553	8 100	6,04%
Zkoušky výrobků	6 014	7 032	5,37%
Kurzy, semináře	1 195	1 384	1,06%
Pomocný materiál	3 064	3 377	2,65%
Pojištění	4 714	5 195	4,08%
Oprava	2 716	4 345	2,91%
Poradenské a právní služby	1 006	1 014	0,83%
Likvidace odpadu	4 763	1 564	2,61%
Ostraha	3 144	2 866	2,48%
Stravné do limitu	1 641	1 707	1,38%
Cestovné	1 356	1 703	1,26%
Reklama a propagace	267	308	0,24%
Kancelář	1 044	1 011	0,85%
Odpisy	1 094	321	0,58%
Pokuty	-	90	0,04%
Haléřové vyrovnání	0	0	0,00%
Logistika	2 696	3 235	2,44%
Přefakturace	92	38	0,05%
Technické zhodnocení	4	3	0,003%
Provozní náklad	5	-	0,002%
Manko a škody	20	1	0,01%
Zdravotní péče	404	383	0,32%
Software	3	1	0,002%
Dar	-	-	0,00%
Celkem	110 670	132 069	100%

Tabulka 6. Struktura fixních ovlivnitelných nákladů v tis. Kč

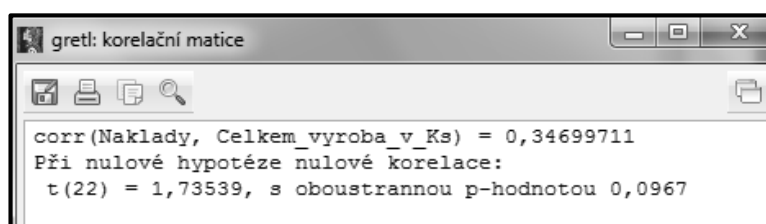
Fixní ovlivnitelné náklady se podílí na celkových nákladech 17,98 %, kdy se jejich hodnoty pohybují na necelých 111 mil. Kč v roce 2016 a 132 mil. Kč v roce 2017. Ve fixních ovlivnitelných nákladech jsou nejvíce zastoupeny náklady na mzdy (57,27 %) a náklady na energie (7,52 %). Ve fixních neovlivnitelných nákladech mají největší zastoupení náklady na odpisy (89,25 %) a náklady na nájem (7,12 %). Náklady jsou zastoupeny v 12,07 % z celkových nákladů. V roce 2016 mají tyto náklady hodnotu necelých 84 mil. Kč

a v roce 2017 byly sníženy na 79 mil. Kč. Po vyhodnocení vertikální analýzy, provedeme korelační analýzu mezi těmito náklady a objemem výkonu. Jako první, ale musíme vybrat, kterou veličinu budeme používat za objem výkonu.

Fixní neovlivnitelné náklady	2016	2017	Podíl v % Σ 2016 a 2017
Odpisy	75 790	69 562	89,25%
Nájem	6 215	5 385	7,12%
Ochranné prostředky	1 050	1 286	1,43%
Pojištění	396	2 052	1,50%
Ostatní. sociální nákl.	13	231	0,15%
Dar	280	380	0,41%
Sociální výpomoci	51	86	0,08%
Reklama a propagace	12	22	0,02%
Daně	14	30	0,03%
Celkem	83 821	79 034	100%

Tabulka 7. Struktura fixních neovlivnitelných nákladů v tis. Kč

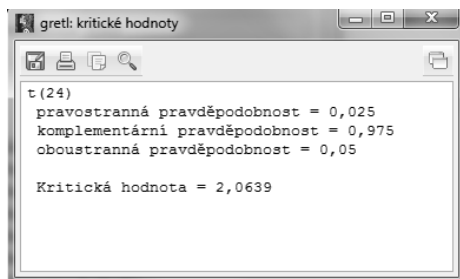
Z tohoto důvodu v korelační analýze porovnáme celkové náklady s celkovou výrobou na testorech a odvedenou výrobou na lisovně. Výroby na obou střediscích jsou téměř totožné, rozdílné výroby jsou z důvodů vyřazování zmetků mezi těmito středisky. Po vylisování se každý plášť kontroluje a zde může po kontrole dojít k vyřazení zmetku z výroby. Tento plášť se již nemůže objevit v odvedené výrobě na testorech. Zmetkovost ve výrobě je kolem 0,6 %. Po nahrání dat do Gretlu byly porovnány v korelační analýze. Výsledky můžeme vidět v obr. 14, 16, 17, 18.



Obrázek 14. Korelační analýza mezi náklady a výrobou v ks

Prvním výsledkem (obr. 14) je porovnání mezi výrobou v ks a celkovými náklady, který budeme brát v úvahu je koeficient korelace, kde je hodnota 0,34688711. Díky této hodnotě můžeme vytvořit korelační analýzu, která by nám měla potvrdit, zda mezi veličinami existuje závislost. Velikostí tohoto koeficientu zjistíme sílu (těsnost) závislosti, čím více

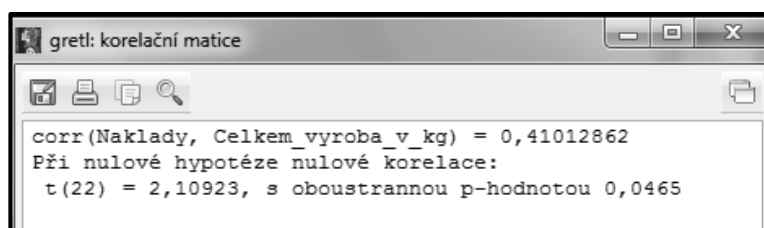
se koeficient blíží 1 nebo -1 tím je těsnost závislosti větší. Z obr. 14 vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který použijeme k určení závislosti, kdy je test 1,735399.



Obrázek 15. Kritická hranice Studentova rozdělení při 24 pozorování

Nyní se provede test významnosti $H_0: R = 0$; $H_1: R > 0$, kdy při nulové hypotéze $H_0: \rho=0$ mezi proměnnými neexistuje lineární vztah. Při zamítnutí H_0 mezi proměnnými existuje lineární vztah. Tuto testovací statistiku t porovnáváme s t_{krit} (0,975; n-2). Je-li t větší než kvantil Studentova rozdělení t_{krit} , zamítá se H_0 .

Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$ (Studentovo rozdělení viz obr. 15) $|1,73539| < 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium nemá realizaci v kritické oblasti, tedy nezamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nenulová, nemůžeme potvrdit lineární závislost mezi celkovými náklady a výrobou v ks. Hodnota koeficientu korelace je 0,34688711, z toho vyplývá, že zde není ani výrazná těsnost závislosti.

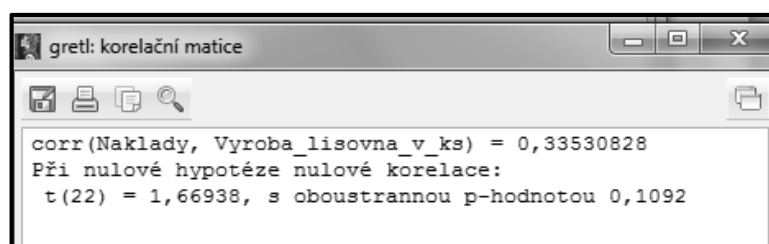


Obrázek 16. Korelační analýza mezi náklady a výrobou v kg

Druhým výsledkem porovnání (obr. 16) mezi výrobou v kg a celkovými náklady, které budou brány v úvahu, je koeficient korelace, který je 0,41012862. Z obrázku vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který bude použit k určení závislosti, je koeficient 2,10923. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|2,10923| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Ko-

relace je tím pádem nulová, tedy existuje lineární závislost mezi celkovými náklady a výrobou v kg. Hodnota koeficientu korelace je 0,41012862, z toho vyplývá, že se zde nenachází mírná těsnost závislosti.

Třetím výsledkem je porovnání (obr. 17) mezi výrobou na lisovně v ks a celkovými náklady, který bude brát v úvahu je koeficient korelace, který má hodnotu 0,33530828. Z obr. 17

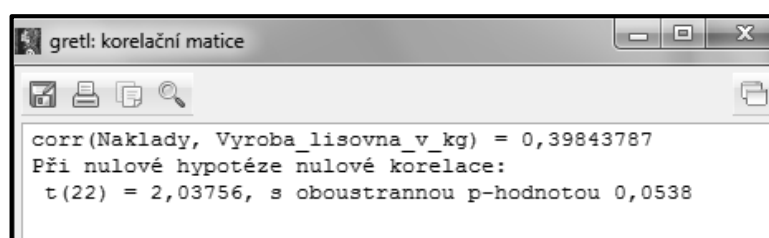


```
gretl: korelační matice
corr(Naklady, Vyroba_lisovna_v_ks) = 0,33530828
Při nulové hypotéze nulové korelace:
t(22) = 1,66938, s oboustrannou p-hodnotou 0,1092
```

Obrázek 17. Korelační analýza mezi náklady a lisovnou v ks

vyčíst test významnosti pro koeficient korelace, který je 1,66938. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|1,66938| < 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium nemá realizaci v kritické oblasti, tedy nezamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nenulová, nemůžeme potvrdit lineární závislost mezi výrobou na lisovně v ks a celkovými náklady. Hodnota koeficientu korelace je 0,33530828, z toho vyplývá, že zde není výrazná těsnost závislosti.

Posledním porovnáním (obr. 18) mezi výrobou na lisovně v kg a celkovými náklady, kdy jsou brány v úvahu koeficient korelace, je hodnota 0,39843787. Z obrázku vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který použijeme k určení závislosti: 2,03756. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|2,03756| < 2,0639$, z toho vyplývá,

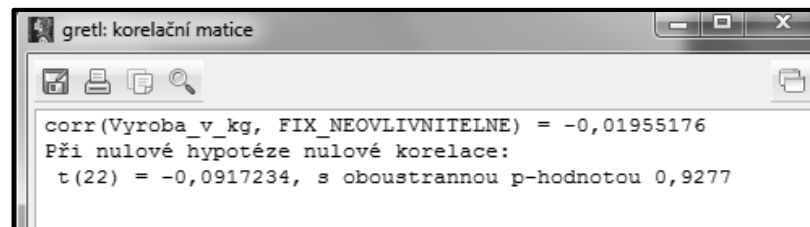


```
gretl: korelační matice
corr(Naklady, Vyroba_lisovna_v_kg) = 0,39843787
Při nulové hypotéze nulové korelace:
t(22) = 2,03756, s oboustrannou p-hodnotou 0,0538
```

Obrázek 18. Korelační analýza mezi náklady a lisovna v kg

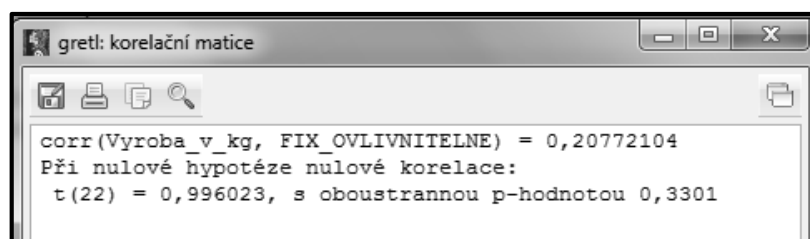
že testovací kritérium nemá realizaci v kritické oblasti, tedy nezamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nenulová, nemůžeme potvrdit lineární závislost mezi výrobou na lisovně v kg a celkovými náklady. Hodnota koeficientu korelace je 0,39843787, z toho vyplývá, že zde není výrazná těsnost závislosti.

Z těchto výsledků vyplývá, že k porovnávání korelací a regresních analýz budeme používat odvedenou výrobu na testorech v kg. Dalším krokem bude provedení korelační analýzy fixních a variabilních nákladů, které budeme testovat s výrobou na testorech. Nejdříve porovnáme celkové náklady, které jsou rozděleny na fixní ovlivnitelné, fixní neovlivnitelné a variabilní.



Obrázek 19. Korelační analýza mezi výrobou v kg a fixními neovlivnitelnými náklady

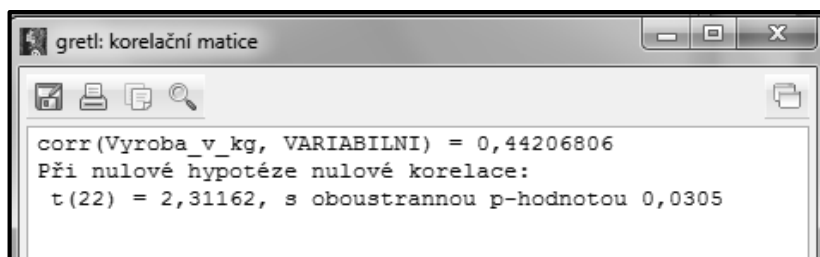
Prvním porovnáním (obr. 19) je mezi výrobou v kg a fixními neovlivnitelnými náklady, kdy koeficient korelace má hodnotu - 0,01955176. Z obrázku vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který je - 0,0917234. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$. $|0,0917234| < 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium nemá realizaci v kritické oblasti, tedy nezamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nenulová, nemůžeme potvrdit lineární závislost mezi výrobou v kg a fixními neovlivnitelnými náklady. Hodnota koeficientu korelace je velmi nízká záporná korelace, z toho vyplývá, že zde není závislost.



Obrázek 20. Korelační analýza mezi výrobou v kg a fixními ovlivnitelnými náklady

Dalším porovnání (obr. 20) je mezi výrobou v kg a fixními ovlivnitelnými náklady, kdy koeficient korelace má hodnotu 0,20772104. Z obrázku vyčteme také test významnosti pro koeficient korelace, který je 0,996023. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05; 22} = 2,0639$; $|0,996023| < 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium nemá realizaci v kritické oblasti, tedy nezamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nenulová, nemůžeme potvrdit lineární závislost mezi výrobou v kg a fixními ovlivnitelnými náklady. Hodnota koeficientu korelace je velmi nízká, z toho vyplývá, že zde není závislosti.

Jako poslední základní porovnání (obr. 21) je mezi výrobou v kg a variabilními náklady, kdy koeficient korelace je hodnota 0,44206806. Z obrázku lze vyčíst test významnosti pro koeficient korelace, který je 2,31162. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|2,31162| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické



Obrázek 21. Korelační analýza mezi výrobou v kg a fixními nevlivnitelnými náklady

oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová a můžeme potvrdit lineární závislost mezi výrobou v kg a variabilními náklady. Hodnota koeficientu korelace je kolem 0,5, z toho vyplývá, že je zde střední závislost. Z výsledků korelační analýzy můžeme konstatovat, že rozdělené náklady podle objemu výkonu, jsou nastaveny podle očekávání, kdy fixní náklady nejsou dle korelace závislé na výkonu podniku. Naproti tomu variabilní náklady, jsou dle očekávání středně závislé na výkonu podniku.

V první části představení společnosti, je popsán aktuální stav společnosti, kdy je popsáno portfolio výroby, počet pracovníků a výkon podniku ve sledovaném období. Poté jsou představeny náklady, které jsou podrobeny analýze. Nejdříve jsou analýzou podrobeny náklady, které jsou rozříděny podle druhového členění. Při analýze tohoto členění bylo zjištěno, že největší procentuální podíl ve sledovaném období mají osobní náklady se 48,10 % z celkových nákladů. Další náklady – služby, měli podíl 23,59 % z celkových nákladů ve sledovaném období. Třetí nejvyšší nákladovou položkou jsou spotřebované nákupy s 16,38 %. Druhou nákladovou analýzou, byly podrobeny náklady členěné podle výkonu podniku. V této analýze jsme zjistili procentuální členění nákladů, kde fixní neovlivnitelné náklady mají 12,07 % z celkových nákladů za sledované období. Fixní ovlivnitelné náklady mají 17,98 % a variabilní náklady mají 65,95 % z celkových nákladů. Poslední analýzou nákladů jsme zjišťovali korelací vzájemný vztah mezi celkovými náklady a výrobou, kde jsme rozlišovali výrobu odvedenou na dokončovně a lisovně. Nejvyšší korelační koeficient je mezi celkovými náklady a výrobou v kg, kdy tento koeficient byl 0,41, proto budu hodnoty využívat při regresní analýze.

6 PROJEKT ŘÍZENÍ NÁKLADŮ

V této části diplomové práce je navržen projekt, který pomůže firmě ke zlepšení aktuálního systému řízení nákladů na energii.

6.1 Cíl projektu

Cílem projektu je zlepšit aktuální stav řízení energetických nákladů ve společnosti Mitas Otrokovice. Z návrhů na zlepšení aktuálního stavu je možnost využívání členění nákladů dle objemu produkce. Správné nastavení tohoto členění by pro firmu mohlo být přínosem. Přínos zde vidím především v možnosti správné predikce nákladů dle plánované výroby pro následující rok. Dalším přínosem je výpočet příspěvku na úhradu fixních nákladů a zisku, který je zejména cenným podkladem pro manažerské rozhodování. Manažer se může rozhodovat o vyřazení ztrátového výrobku z výroby, je tedy pro něho důležitým ukazatelem.

Řízení energetických nákladů jsem si vybral pro jeho důležitost v členění nákladů, kdy v celkových nákladech má zastoupení v 10,06 %. Ve vyšším zastoupení jsou jen náklady na mzdy (46 %), opravy strojů (15 %) a odpisy (11 %). V druhovém členění ve spotřebovaných nákupech, patří energie mezi hlavní náklad, kdy tvoří 61,4 % procentuálního podílu. Členění podle výkonu, tedy fixních a variabilních nákladů, mají energetické náklady ve fixních ovlivnitelných nákladech procentuální podíl 8% a 12 % podíl ve variabilních nákladech. V členění nákladů podle výkonu podniku, jsou energetické náklady zastoupeny na 3. místě, a to po mzdách a opravách. Proto můžeme porovnávat tyto náklady s výrobou, abychom mohli vytvořit nákladovou funkci pro predikci těchto nákladů, pro následující období.

6.2 Analýza nákladů za energie

Po zdůvodnění výběru druhu nákladů, se zaměříme na řízení a plánování nákladů (spotřeby) ve společnosti Mitas Otrokovice, která se spotřebuje při výkonu podniku. Mezi energetické náklady patří elektrická energie, voda a energetická surovina zemní plyn. Dalším výdajem při spotřebě energetických nákladů, musí podnik započítávat i stočné, protože pro odváděnou vodu využitou při výrobě, musí podnik používat veřejnou kanalizaci, což znamená náklady na odvedení (odkanalizování) odpadní vody a její další čištění. V tabulce č. 8 byla provedena vertikální a horizontální analýza energetických nákladů. Vertikální ana-

lýza nám ukazuje rozložení energetických nákladů, kde energie tvoří 38 % z celkových nákladů. Elektrickou energii podnik využívá při výkonu tak i na správě budov (kanceláře, šatny). Druhá analyzovaná položka je zemní plyn, který se používá pouze jako topná

Výroba v kg		36 231 148	39 740 011	110%
Energie	Podíl v % Σ 2016 a 2017	2016	2017	Horizontální analýza
Elektrická energie	38%	25 270 974	26 678 520	106%
Plyn	34%	20 920 880	25 888 630	124%
Stlačený vzduch	16%	10 599 307	11 700 324	110%
Stočné - voda	7%	4 883 078	5 124 257	105%
Voda	3%	2 296 171	2 391 464	104%
Celkem	100%	63 970 410	71 783 194	112%

Tabulka 8. Vertikální a horizontální analýza energetických nákladů

složka pro kotelnu. Tato složka energie tvoří 34 % z celkových nákladů. Při spalování zemního plynu se vyrábí surová pára, která se později využívá na lisovně při vulkanizaci a částečně pro správu budov. Třetí složkou v energetických nákladech je složka stlačený vzduch, která tvoří 16 % z celkových nákladů. Stlačený vzduch se vyrábí na kompresorovně, kdy se tato energie spotřebovává pouze ve výrobě, proto se zaznamenává jako 100 % variabilní náklad. Další složkou v energetických nákladech je stočné, které vyjadřuje 7 % z celkových energetických nákladů. Tento náklad vzniká ve výrobě pouze na lisovně při vulkanizaci a na správě budov, jako odpad při sprchování a využití WC. Posledním nákladem je spotřeba vody, kdy podnik spotřebovává pitnou vodu a užitkovou vodu. Pitná voda se používá v budově jako zdravotně, kde se spotřebovává při sprchování, používání WC a jako zdroj pití. Užitková voda se používá pouze ve výrobě jako zdroj pro výrobu páry v kotelně, zdroj kapaliny pro chladicí okruhy strojů, vzduchotechniky a jako zdroj pro topení. Z této analýzy nám vychází, že pro další důkladnější analýzu si vybereme náklady na elektrickou energii a plyn, a to z důvodů vysokého podílu z celkových nákladů na energii. Náklady na stlačený vzduch je řízený jen výrobou na lisovně, a tak by se měl chovat jako variabilní náklad.

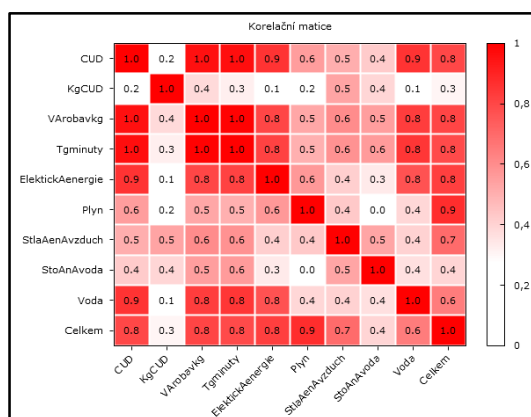
Při horizontální analýze (tabulka č. 8) porovnáme procentuální změny mezi roky 2016 a 2017, kdy se výroba v kg v roce 2017 zvýšila oproti roku 2016 o 10 %. Při porovnávání nákladů na změny mezi těmito roky, zjišťujeme, že se náklady na elektrickou energii zvýšily jen o 6 %. Oproti tomu náklady na zemní plyn se mezi těmito roky zvýšil o 24 %, z důvodů nižšího využití lisovny v roce 2017 oproti roku 2016. V tabulce 9 je výpočet nákladu plynu na 1 kg výroby, kdy průměr za sledované období činil 0,62 Kč / kg výroby. V tabulce jsou

označeny šedou barvou měsíce, které jsou vyšší jak průměrné náklady plynu na kg výroby. Kdy hlavním důvodem je nevyužití kapacity na lisovně. Zemní plyn se využívá pouze na kotelně, kdy se jeho spalováním převádí energie do ohřevu užitkové vody. Konečný produkt pára je ve výrobě využívána pouze k vulkanizaci na lisovně. Při nižším využití lisovny dochází k odstavení lisu. Při tomto nevyužití lisu, musí přesto

Sledované období 2016 (Kč/kg)												
Období	1/16	2/16	3/16	4/16	5/16	6/16	7/16	8/16	9/16	10/16	11/16	12/16
Náklady plyn/výroba	0,61	0,51	0,52	0,50	0,48	0,50	0,57	0,60	0,54	0,68	0,68	1,07
Sledované období 2017 (Kč/kg)												
Období	1/17	2/17	3/17	4/17	5/17	6/17	7/17	8/17	9/17	10/17	11/17	12/17
Náklady plyn/výroba	0,69	0,92	0,83	0,56	0,53	0,56	0,54	0,56	0,62	0,68	0,54	0,87

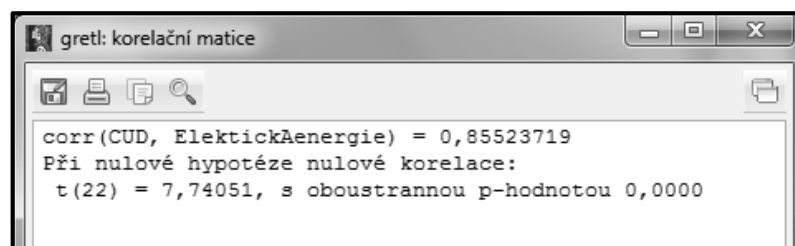
Tabulka 9. Výpočet náklad plynu na Kč/ kg výroby

kotelna vyrábět páru, tím dochází k nízké produktivitě kotelny. Z tabulky je možné vyčíst, že v roce 2016 je nevyužití lisů pouze na konci roku, kdy je vždy nižší poptávka po produktech z důvodů sezónnosti výrobků. Již na začátku roku 2017 náklady převyšují stanovený průměr. Tento výkyv má dva důvody. Prvním důvodem je nevyužití lisovny z důvodů nedostatku pracovníků, a druhým důvodem jsou nižší průměrné teploty v prvních třech měsících, které byly v roce 2017 2,9°C oproti roku 2016 kdy byly naměřené teploty 4,4°C. V prvním případě muselo plánování výroby v tomto období uměle snižovat výrobu, kdy pozastavovala z nedostatku pracovníků na konfekci vulkanizační lisy na lisovně. V tomto období podnik neplnil budgetový plán a s tím i plánovanou produktivitu podniku. Od dubna se situace s pracovníky stabilizovala, a výroba se postupně navyšovala. Další nevyužití lisovny dochází ke konci roku, kdy se opět snižují poptávky. Dalším nákladem je stlačený vzduch, který se vyrábí na kompresorovně a který se spotřebovává pouze ve výrobě. Zde nám pokles o 10 % a přesně kopíruje výrobu, a to z důvodů chování nákladů jako variabilní.



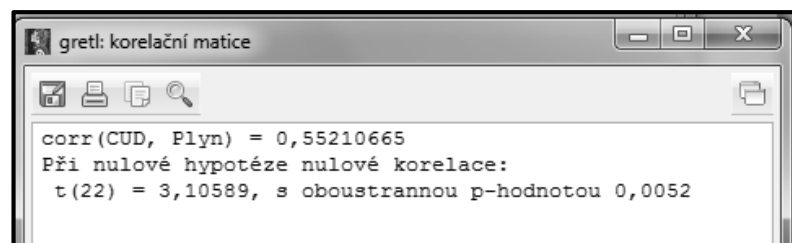
Obrázek 22. Korelační analýza mezi náklady energií a výstupy podniku

Stočné se zvýšilo o 5 % a náklady na vodu o 4 %. Na obrázku č. 22 vyčteme, jaké náklady energií budeme porovnávat s různými výstupy podniku. Elektrickou energii porovnáme s CUD výrobou, plyn budeme porovnávat s CUD výrobou, stlačený vzduch budeme porovnávat s výrobou v kg, stočné s výrobou v tg času a náklady na vodu s CUD výrobou. Jestliže porovnáme celkové náklady na elektrickou energii s CUD výrobou korelační analýzou je koeficient korelace 0,85523719 (obr. 23). Z obrázku vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který je 7,74051. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$. $|7,74051| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$.



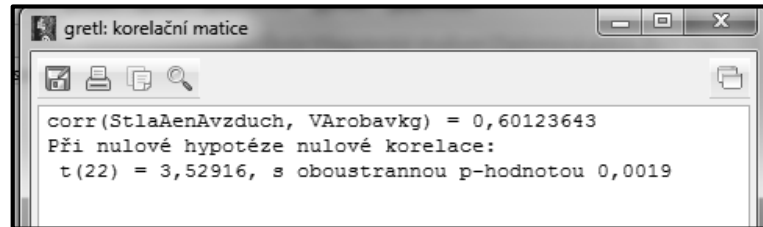
Obrázek 23. Korelační analýza mezi CUD výrobou a náklady na elektrickou energii.

Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit silnou lineární závislost mezi CUD výrobou a náklady elektrické energie. Hodnota koeficientu korelace je velmi vysoká, z toho vyplývá, že je zde vysoká kladná závislost nákladů na změnu CUD výroby. Dalšími zkoumanými náklady jsou celkové náklady na plyn, kdy provedeme korelační analýzu s CUD výrobou, kdy koeficient korelace je 0,55210665 (obr. 24). Z obrázku také vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který je 3,10589. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$.

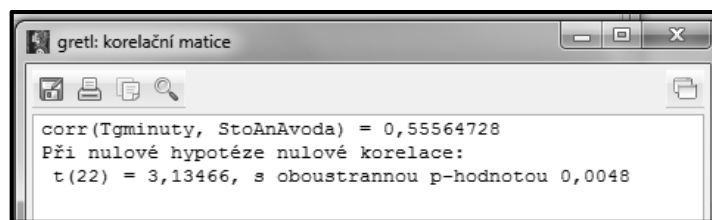


Obrázek 24. Korelační analýza mezi CUD výrobou a náklady na zemní plyn $|3,10589| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit střední lineární závislost mezi CUD výrobou a náklady na zemní plyn. Hodnota koeficientu korelace je

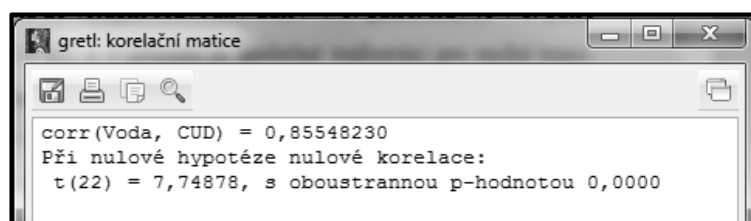
na střední úrovni. Dalšími zkoumanými náklady jsou celkové náklady na stlačený vzduch, kdy provedeme korelační analýzu s výrobou v kg, kdy je koeficient korelace 0,60123643 (obr. 25). Z obrázku vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který je 3,52916.



Obrázek 25. Korelační analýza mezi výrobou v kg a náklady na stlačený vzduch. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|3,52916| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit střední lineární závislost mezi výrobou v kg a náklady na stlačený vzduch. Hodnota koeficientu korelace má střední hodnotu, z toho vyplývá, že je zde střední kladná závislost nákladů na změnu výroby v kg. Dalšími zkoumanými náklady jsou celkové náklady na stočné, kdy provedeme korelační analýzu s výrobou v tg min., kdy



Obrázek 26. Korelační analýza mezi výrobou v tg času a náklady na stočné. Koeficient korelace je 0,55564728 (obr. 26). Z obrázku vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který je 3,13466. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$. $|3,13466| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit střední lineární závislost mezi výrobou v tg min. a náklady na stočné. Hodnota koeficientu korelace má střední hodnotu, z toho vyplývá, že je zde střední kladná závislost nákladů na změnu výroby v tg min.



Obrázek 27. Korelační analýza mezi CUD výrobou a náklady na vodu

Posledním zkoumaným nákladem jsou celkové náklady na vodu, kdy provedeme korelační analýzu s CUD výrobou, kde je koeficient korelace 0,85548230. Z obrázku č. 27 vyčteme test významnosti pro koeficient korelace, který je 7,74878. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|7,74878| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit silnou lineární závislost mezi CUD výrobou a náklady na vodné. Hodnota koeficientu korelace má vysokou hodnotu, z toho vyplývá, že je zde vysoká kladná závislost nákladů na změnu CUD výroby.

Při testování druhů energií, můžeme konstatovat, že nejvyšší korelační koeficient a tím i vysokou lineární závislost na výkon podniku mají celkové náklady na elektrickou energii a náklady na vodu. Střední závislost mají náklady na stlačený vzduch a náklady na stočné. Nejnižší korelační koeficient z analyzovaných energetických nákladů mají náklady na plyn.

6.2.1 Elektrická energie

6.2.1.1 Rozvodny

Základním zařízením pro rozvod a účtování elektrické energie je patrová přistavěná trafostanice 22/0,4kV TS1, je sestavená ze vstupní rozvodny 22kV v 1. patře, kdy je v 1. patře TS1 umístěna hlavní rozvodna 0,4 kV a v přízemí je společné trafostání pro suché transformátory. V trafostanici TS1 je rovněž umístěna skříň fakturačního odběru elektrické energie. V samostatné místnosti v elektrických skříních je možnost budoucího osazení ještě čtvrtého transformátoru pro vzájemné zálohování některých odběrů. Při poruše jednoho z transformátorů může dojít k přepojení jednotlivých rozvaděčů z důvodů instalování spojek přípojnic ve vybraných spotřebičích.

6.2.1.2 Spotřeba ve výrobě

Ve výrobě je nejvyšší odběr elektrické energie z důvodů velké energetické náročnosti některých zařízení. Na přípravě polotovarů jsou největšími odběrateli elektrické energie vytlačovací linka 2 (VL 2), vytlačovací linka 5 (VL 5) a linka Rollerhead. Ostatní zařízení jako jsou Řezačka 5, Řezačka 7, Poloautomat, Hexalinka a tři křídlovací stroje na lana jen drobnými odběrateli energie. Na oddělení konfekce se dodává energie pro deset konfekčních strojů prvního stupně NRM 61, deset konfekčních strojů druhého stupně G2, šest konfekčních strojů prvního stupně Super Exot, šest konfekčních strojů druhého stupně Marangoni, pět

navíjejících vagónů pro namotávání pogumovaného kordu a gravitační zásobník pro kazety Miag, které využívají pracovníci pro zásobování konfekce pogumovaným kordem a vnitřní gumou. Oddělení lisovny a dokončovny odebírá elektrickou energii pro 70 lisů (75“ lis – 38 ks, 85“ lis – 20 ks, 90“ lis – 4 ks, 95“ lis – 4 ks, 100“ lis – 2 ks, 104“ lis – 2 ks), jeden postřikovací stroj, dopravníky mezi lisovnou a testory, čtyři ořezávací stroje na dokončovně, opravárenské lisy na dokončovně a čtyři testory na měření házivosti hoto-vých pláštěů. Výroba také využívá elektrickou energii pro kancelářské zařízení. Oddělení energie odebírá energii pro řízení kotlů na výrobu páry, pro kompresorovnu, jednotku pro likvidaci VOC a pro řízení pro chlazení strojů.

6.2.1.3 Výroba tlakového vzduchu

Zařízení pro výrobu stlačeného vzduchu je umístěno v přízemí energetického přístavku. Zařízení slouží jako zdroj tlakového vzduchu pro technologii. Kompresorovnu tvoří tři šroubové kompresory, které jsou paralelně připojené na společné potrubí. Jeden ze tří kompresorů je poháněn motorem s frekvenčním měničem, ostatní dva kompresory jsou poháněny motory s konstantními otáčkami. Součástí kompresorů musí být kondenzační sušičky, zařízení pro využití odpadního tepla a odvádění kondenzátu s elektrickým vypouštěním vody. Jediným vznikajícím odpadem je kondenzát ze vzduchu znečištěný olejem z kompresorů. Kondenzát se po průchodu přes odlučovač vypouští do splaškové kanalizace, kdy musí splňovat limity splaškové kanalizace pro ropné látky stanovené ve smlouvě se společností TOMA a.s. Za normálního provozu zajišťují potřebu tlakového vzduchu pro výrobu 2 kompresory. Třetí kompresor slouží jako 50% rezerva.

6.2.1.4 Jednotka k likvidaci VOC

Další zařízením, které odebírá elektrickou energii, je jednotka sloužící k likvidaci odsávané vzdušiny s obsahem VOC z provozu konfekce. Tato technologie je řešena adsorpcí rotačních zeolitech s následným dopálením v termické spalovací jednotce v kotelně, Zařízení pracuje na principu zkoncentrování organických látek v rotačním adsorbéru a následné termické oxidaci (dopálení) v regenerativní termické spalovací jednotce, kdy se musí dodržovat příslušné předpisy pro ochranu ovzduší.

6.2.2 Plyn

6.2.2.1 Plynová kotelna

Nejvýznamnější součástí technologického souboru zařízení pro vytápění tvoří plynový kotel s integrovaným ekonomizérem včetně výstroje, plynová regulační řada, plynoměr, rozvaděče jednotlivých kotlů včetně rozvaděče, který kaskádně řídí výkony jednotlivých kotlů, modul pro úpravy napájecí vody, odkalovací modul, měření průtoků páry, množství napájecí vody, řídicí systém. Součástí plynové kotelny je umístěné technologické zařízení určené k přeměně paliva na tepelnou energii a další zařízení provozně přímo související, jako např. zařízení pro odvod kouřových spalin s napojením do jednotlivých komínů. Nedílnou součástí výroby páry je spotřeba zemního plynu a vody. Do objektu kotelny je z tohoto důvodu přivedena samostatná přípojka pitné vody a užitkové vody pro potřeby technologie úpravy vody. Užitková voda je přivedena i pro VZT jednotky, umístěné na střeše objektu, ve kterých slouží pro tlakové čištění VZT jednotek.

6.2.3 Voda

Důležitou látkou, která potřebná pro technologii je voda. Do úpravy vody jsou z prostoru kotelny přivedena dvě přírodní potrubí surové vody dimenze PVC DN80. Jedním potrubím je přivedena pitná voda a druhým potrubím říční voda. Použití pitné vody ve výrobě je předpokládáno jenom v případě poruchy nebo odstávky říční vody.

6.2.3.1 Pitná voda

Do objektu je přivedena přípojka pitné vody, která je přivedena k posilovací automatické stanici pro zvyšování tlaku vody. Od ATS je pitná voda vedena k jednotlivým spotřebičům. Rozvody vody ZTI jsou provedeny z plastového potrubí a rozvody požární vody jsou provedeny z potrubí ocelového pozinkovaného. Cirkulaci teplé vody zajišťuje cirkulační oběhové čerpadlo, osazené ve směšovacím uzlu a je řízeno profesí MaR. Rozvody vodovodu i kanalizace jsou vedeny převážně v podhledech a ve zdech.

6.2.3.2 Věžové chlazení

Užitková voda se využívá pro výrobu páry a jako chladící medium, kdy se nejdříve ochlazuje ve věžovém chlazení pro účely technologie výroby. Toto chlazení má dva okruhy, kdy primární okruh tvoří otevřený systém s otevřenými chladicími věžemi a podzemním zásobníkem vychlazené vody. V tomto okruhu se dává biocidy pro zamezení růstu řas

a slizů a zároveň se dávkuje stabilizátory koroze a tvrdosti. Součástí okruhu je také filtrace a odkalování. Sekundární okruh je uzavřený systém a slouží k distribuci chladícího media ke koncovému zařízení.

6.2.3.3 *Hydraulická voda*

Dalším využití této potřebné látky je výroba hydraulické vody, které zabezpečuje tlakové médium pro hydrauliku 58. vulkanizačních lisů. Zbylých 12 lisů má své vlastní hydraulické okruhy. Stanice hydraulické vody je situována v energobloku, kdy provoz stanice je bezobslužný. Okruh hydrauliky je řešen jako tlakový uzavřený s automatikou pro udržování konstantního tlaku 2,2 MPa. Oteplená hydraulická voda se vrací z provozu přes dvojici rukávcových filtrů do zásobní beztlaké nádrže do teplé části. Pak je převedena do chladícího okruhu, kde je vychlazena pomocí věžové chladící vody na teplotu 30°C. Poté se vrací zpět do zásobní nádrže do studené části nádoby. Při poklesu hladiny vody v zásobní nádrži je do okruhu dopuštěna automaticky užitková voda. Při vulkanizaci pneumatik se dostávají do hydraulické vody drobné úlomky pryže, které jsou zachyceny v rukávcových filtrech umístěných na vratné potrubní větvi.

6.2.3.4 *Výměňiková stanice*

Zdrojem tepla jsou dva parní kotle o jednotlivém výkonu 10 tp/hod, odpovídající odběrovým požadavkům technologie a požadavkům pro vytápění a ohřev teplé vody ve všech objektech. Jako palivo je použit zemní plyn o provozním tlaku 90 kPa. Součástí kotelny je veškeré potřebné technologické zařízení. Kotelna je vedena jako samostatný provozní soubor a není součástí výměňikové stanice a ústředního vytápění. Výměňiková stanice slouží k vytápění jednotlivých objektů výrobních hal, k ohřevu teplé vody, pro potřeby vzduchotechnických jednotek, které zajišťují vytápění výrobních hal a výměnu vzduchu v těchto místnostech.

6.2.4 *Stočné*

Kromě odpadní vody z kanceláří, WC a sprch, podnik eviduje dešťovou a odpady z výrobních zařízení. Nejvíce odpadní vody je ze zařízení VL 2 a 5, kdy se tato voda využívá pro chlazení vytlačovaného profilu. Tato voda se musí po stanovené době pročistit, a proto se vylívá do odpadu. Druhým největším dodavatelem odpadní vody je středisko vulkanizace.

6.2.4.1 Vakuum a volný odpad

Na oddělení lisovny okruhy volného odpadu a vakua zabezpečují vyprazdňování membrán na konci vulkanizačního cyklu. V první fázi se otevřou uzavírací armatury ventilové baterie lisu napojené na beztlaké potrubí volného odpadu a komprimovaný dusík, pára a kondenzát expandují na úroveň atmosférického tlaku. Vzniká tak velký objem plynu, uvolněný v krátkém časovém úseku. Kapalná fáze je odváděna gravitačně do akumulární nádrže volného odpadu. Potrubí volného odpadu musí být po trase dostatečně odvětrané.

6.3 Řízení nákladů v podniku

Náklady na energie se řídí procentuálním rozpočtem nákladů na fixní a variabilní, které se opět procentuálním rozpočtem roztrídí na střediska. Elektrická energie rozpočítává 84,5 % na variabilní prémii a 15,5 % na fixní prémii. Toto procentuální rozdělení bylo prováděno pro rok 2017, kdy v roce 2016 bylo stanovené rozdělení 82,7 % na variabilní náklady a 17,3 % na fixní náklady. Variabilní náklady se odhadují procentuálním vyjádřením a po výpočtu se přiřazují k výrobě, fixní náklady mají pokrývat náklady za osvětlení v podniku, vzduchotechniku, chlazení budovy a spotřebu elektrické energie v kancelářích.

Náklad	Vertikální analýza
El. energie - fixní – lisovna	34%
El. energie - variabilní - lisovna	66%
El. energie - fixní – konfekce	15%
El. energie - variabilní - konfekce	85%
El. energie - fixní – PP	6%
El. energie - variabilní. - PP	94%
El. energie - fix. - správa budov	100%
El. energie - fix. - Energetika	14%
El. energie - var. - Energetika	86%

Tabulka 10. Vertikální analýza fixních a variabilních nákladů

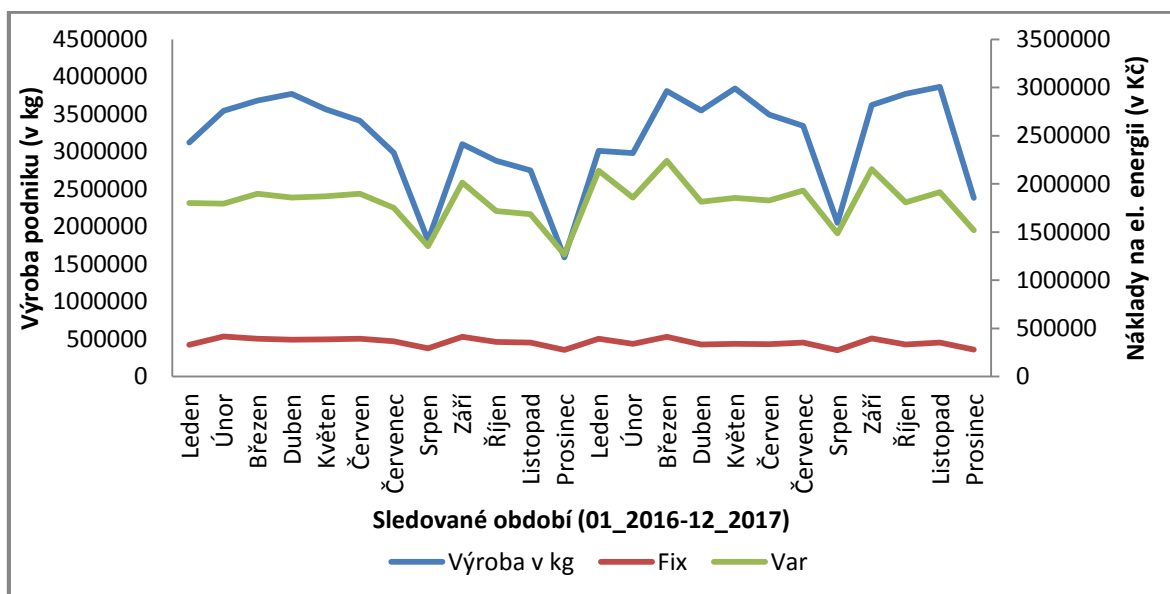
Celkové fixní náklady se dělí poměrem 35,8 % na oddělení lisovny, 16,7 % na konfekci, 24,3 % na přípravu polotovarů, 19,3 % na zásobování budovy a 3,8 % na energetiku. Celkové variabilní náklady se dělí 13 % na oddělení lisovny, na oddělení konfekce 17 %, 65 % na přípravu polotovaru a 4 % na energetiku. Z vertikální analýzy (tab. 10) bylo zjištěno, že na každém oddělení jsou poměry mezi variabilními a fixními náklady rozdílné. Výsledné nákladové rozčlenění na oddělení lisovny jsou poměrem 34 % fixních nákladů a 66 % variabilních náklad, na oddělení konfekce je poměr fixních nákladů 15 % a 85 % variabilních nákladů. Náklady na přípravě polotovarů se dělí poměrem 6% na fixní náklady a 94 %

na variabilní náklady. V oddělení energetiky se je nastaven podíl, 14 % nákladů se zařazují na fixní náklady a 86 % na variabilní náklady. Na budovu se zapisují veškeré náklady pouze na položku fixní náklady. Celkové náklady na zemní plyn se každý měsíc rozpočítají v poměru 93 % na variabilní prémie a 7 % na fixní prémie. Do variabilních prémie je započtena výroby surové páry, která se spotřebuje pouze při vulkanizaci pláštů, proto je tento náklad započten na oddělení lisovny. Do fixních nákladů se započítá náklad na vytápění haly a kanceláří. Celkové náklady na stočné se rozdělují poměrem 50 % na fixní náklady a 50 % na variabilní náklady. Rozložení nákladů po střediscích je následovné. 45 % z celkových nákladů na stočné se zařazují na lisovnu, 50 % fixních nákladů na správu budovy a zbývajících 5 % na variabilní náklady na oddělení správu budov. Stočné na lisovně je způsobeno vlivem vulkanizace, kdy se při výrobě odvádí kondenzát odpadu z každého vulkanizačního lisu. Na oddělení správy budovy jsou fixní náklady způsobené dešťovou vodou a do variabilních nákladů jsou zařazeny splaškové vody, které vznikají na WC, ve sprchách a při mytí rukou v umyvadle.

Rozdělení celkových nákladů za vodu se nejdříve poměrově rozdělí na spotřebu pitné a užitkové vody. Tento poměr je opěr rozplánovaný koeficientem, kdy je 31,7 % z nákladů účtováno na pitnou vodu a 68,3 % z nákladů je přiřazeno na užitkovou vodu. Pitná voda se rozdělí na variabilní a fixní náklady v poměru 90/10, a užitková voda je rozdělena poměrem 93 % na variabilní náklady a 7% na fixní náklady.

6.3.1 Řízení nákladů elektrické energie

Na obrázku č. 28 je porovnání mezi výrobou v kg a fixními a variabilními náklady, kdy jsou vidět výrazné pohyby variabilních nákladů za elektrickou energii a celkovou výrobou v kg. Tyto náklady kopírují celkovou výrobu, avšak při snížení výroby v srpnu a prosinci variabilní náklady nekopírují celkový pokles výroby, a to z důvodů ukončování a rozjezdů výroby v celozávodní dovolené. Stroje ve výrobě nejsou v tomto období efektivně využívány. V grafu si také můžeme všimnout, že se fixní náklady nechovají jako fixní, protože se rozpočítávají procentuálně z celých nákladů, proto tyto náklady také kopírují výkyvy ve výkonu. Mírně klesají při již zmiňovaném snižování výroby z důvodů celozávodní dovolené, a při zvýšení výroby, se náklady opět mírně zvyšují. V tabulce č. 11 jsou analyzovány náklady na elektrickou energii, kdy jsme provedli vertikální a pak horizontální analýzu. Vertikální analýza ukazuje procentuální rozdělení nákladů na jednotlivá střediska, kdy největší



Obrázek 28. Porovnání výroby v kg a fixními a variabilními náklady na elektrickou energii za období 01/2016-12/2017

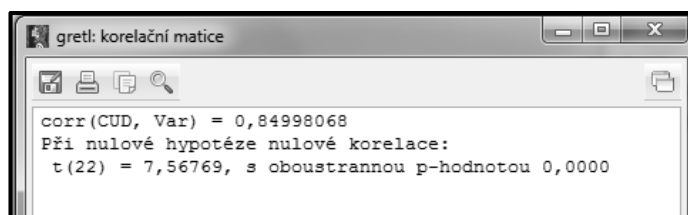
podíl nákladů je na středisku přípravy polotovarů (58,7 %) a to z důvodů velké náročnosti strojů na elektrickou energii a to zejména u vytlačovací linky 2, 5 a linky Rollerhead. Středisko konfekce má 17,2 % podíl na nákladech elektrické energie. Na tomto středisku se nachází 32 konfekční strojů, 5 vagónů na přemotávání kordů a gravitační zásobník. Na středisko lisovny jsou přiřazeny náklady s podílem 16,7 %. Na tomto oddělení se

Oddělení	Podíl v % Σ 2016 a 2017	2016	2017	Horizontální analýza
El. energie – lisovna	16,7%	4 271 357	4 402 423	103%
El. energie – konfekce	17,2%	4 344 500	4 589 146	106%
El. energie – PP	58,7%	14 743 749	15 757 027	107%
El. energie - správa budov	3,2%	841 462	798 088	95%
El. energie - Energetika	4,2%	1 069 907	1 131 836	106%
Celkem	100%	25 272 990	26 680 537	106%

Tabulka 11. Horizontální a vertikální analýza nákladů na elektrickou energii.

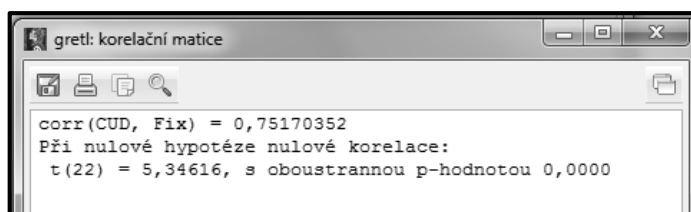
nachází 70 lisů, jeden postřikovací stroj, dopravníky pro distribuci vulkanizačních pláštěů na testory, 4 inspektomaty na kontrolu kvality vulkanizovaných pláštěů a 4 testory. Středisko energetiky má rozpočítaný podíl na náklad se 4,2 %. Oddělení energetiky odebírá energii pro řízení kotelny, řízení a distribuci chladících okruhů jak vody, tak i vzduchu. Na tomto oddělení se nachází i zařízení kompresorovna, kde se vyrábí stlačený vzduch. Poslední střediskem nákladů je správa budov, kde se započítává spotřeba energie v kancelářích a sprchách.

Při horizontální analýze výroby jsme již dříve konstatovali, že výroba v kg v roce 2017 se oproti roku 2016 zvýšila o 10 % (viz tabulka č. 8), v tabulce č. 11 se k tomuto navýšení přiblížily energetické náklady na přípravě polotovarů, kde bylo navýšení o 7 %. Na oddělení konfekce a energetiky se náklady zvýšily o 6 % a na oddělení lisovny se náklady na elektrickou energii zvýšily o 3 %. Jedině na oddělení správy budov náklady na elektrickou energii klesly, proto se tyto náklady zařazují do oblasti fixních nákladů.



Obrázek 29. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými variabilními náklady elektrické energie

Nyní porovnáme, jak se chovají variabilní a fixní náklady k testovanému CUD výrobou. Prvním zkoumaným nákladem jsou variabilní náklady na elektrickou energii, kdy provedeme korelační analýzu s CUD výrobou. Výsledný koeficient korelace je 0,84998068, kterou můžeme vyčíst z obr. 29. Test významnosti pro koeficient korelace, je 7,56769. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|7,56769| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit při tomto koeficientu velmi vysokou lineární závislost



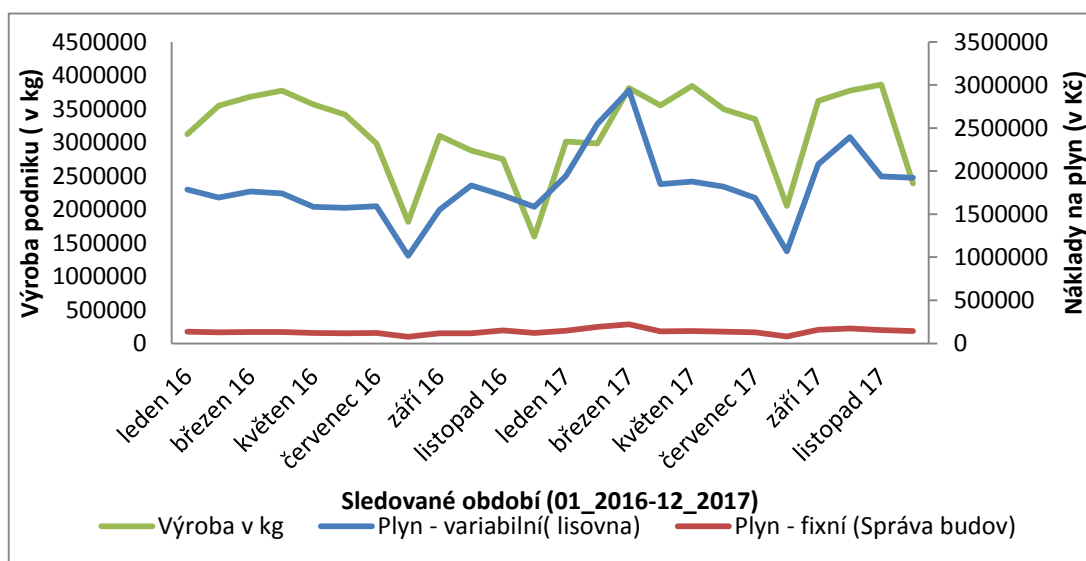
Obrázek 30. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými fixními náklady elektrické energie

mezi CUD výrobou a variabilními náklady na elektrickou energii. Hodnota koeficientu korelace má vysokou hodnotu, z toho vyplývá, že je zde vysoká kladná závislost variabilních nákladů na změnu CUD výroby. Druhým zkoumaným nákladem jsou fixní náklady na elektrickou energii, kdy opět provedeme korelační analýzu s CUD výrobou. Výsledný koeficient korelace je 0,75170352, kterou můžeme vyčíst z obr. 30. Test významnosti pro koeficient korelace, je 5,34616. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$. $|5,34616| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy

zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit při tomto koeficientu vysokou lineární závislost mezi CUD výrobou a fixními náklady na elektrickou energii. Hodnota koeficientu korelace má velmi vysokou hodnotu, z toho vyplývá, že je zde opět vysoká kladná závislost fixních nákladů na změnu CUD výroby. Zde by se měli tyto náklady chovat mírněji, kde by měli mít nižší koeficient korelace, z důvodů nezávislosti na změně výroby.

6.3.2 Řízení nákladů zemního plynu

Na obrázku č. 31 je provedeno porovnání mezi výrobou v kg a fixními a variabilními náklady na zemní plyn, kdy můžeme vidět pohyb variabilních nákladů a celkovou výrobou v kg. Tyto náklady kopírují celkovou výrobu, avšak při snížení výroby v srpnu a prosinci variabilní náklady rozdílně kopírují celkovou výrobu. V srpnu náklady kopírují snížení výroby, avšak v prosinci náklady nekopírují výrobu, chovají se rozdílně z důvodů fixních nákladů. V předešlé kapitole je popsáno, jak se v podniku rozčleňují náklady na zemní plyn.



Obrázek 31. Porovnání výroby v kg s fixními a variabilními náklady na zemní plyn

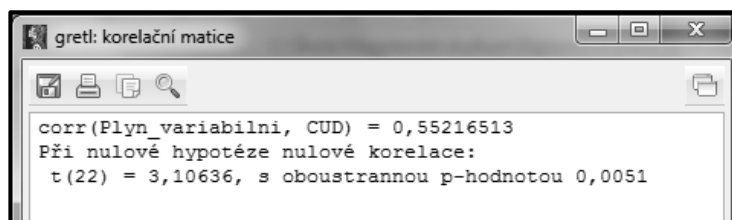
V popisu se náklady opět rozčleňují procentuálně, a to 93 % na variabilní náklady a 7 % na fixní náklady. Do fixních nákladů jsou začleněny pouze náklady na vyhřátí haly a kanceláří. V měsíci srpen by se tedy fixní náklady měly rovnat 0, z důvodů horkých měsíců, kdy není potřeba vyhřívát prostory. Podnik zde ale rozpočítává 7 % do fixních nákladů z celkových nákladů na zemní plyn. Oproti tomu v prosinci, se do celkových nákladů na zemní plyn započítává i vyhřívání prostorů z důvodu chladných měsíců. Při tomto zvýšení odběru plynu, se náklady opět rozpočítávají podle nastaveného koeficientu. Tedy, ze zvýšeného odběru

zemního plynu v tomto měsíci se opět rozpočítává 7 % do fixních nákladů a 93 % do variabilních nákladů. Další výkyv je v měsíci únor a březen 2017, kdy byl zvýšený odběr z důvodů nízkých teplot za období leden až březen 2017. V těchto tří měsíčních obdobích se zvýšil odběr oproti předcházejícímu roku o 19 %. Kdy došlo navýšení z 31,076 mil m³ na 31,678 m³ plynu. V tabulce č. 12 se analyzovaly náklady na zemní plyn, kde se provedla vertikální a pak i horizontální analýza. Z výsledků je zřejmé, že v podniku se 93 % z celkových nákladů na zemní plyn eviduje na variabilní náklady, které se ze 100 % evidují na oddělení lisovny. Zbýlých 7 % jsou připsány na fixní náklady, které se evidují na oddělení správu budov.

Fixní a variabilní náklady	Podíl v % Σ 2016 a 2017	2016	2017	Horizontální analýza
Plyn – variabilní (lisovna)	93%	19 456 418	24 076 425	124%
Plyn - fixní (Správa budov)	7%	1 464 462	1 812 204	124%
Celkem	100%	20 920 880	25 888 630	124%

Tabulka 12. Horizontální a vertikální analýza nákladů na elektrickou energii

Při horizontální analýze, bylo zjištěno, že se oba druhy nákladů zvýšily o 24 % ze dvou důvodů. Prvním důvodem je zvýšení výroby o 10 %. Druhým důvodem je výrazná spotřeba plynu na vyhřívání haly v prvních třech měsících a to z důvodů snížení průměrné teploty o 26 % oproti předcházejícímu roku. V zimním období se náklady zvyšují cca 25% oproti letním měsícům, a to právě z důvodů vyhřívání haly.



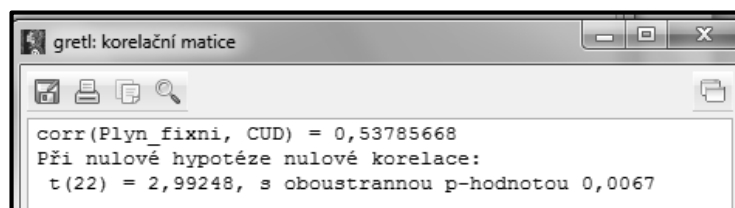
Obrázek 32. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými variabilními náklady zemního plynu

Nyní opět porovnáme, jak se chovají variabilní a fixní náklady k testované CUD výrobě. Prvním zkoumaným nákladem jsou variabilní náklady na zemní plyn, kdy provedeme korelační analýzu s CUD výrobou. Výsledný koeficient korelace je 0,55216513, kterou můžeme vyčíst z obr. 32. Test významnosti pro koeficient korelace, který je 3,10636.

Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$; $|3,10636| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tedy nulová, můžeme potvrdit při tomto koeficientu lineární závislost mezi CUD výrobou a variabilními náklady na zemní plyn. Hodnota koeficientu korelace má středně vysokou

hodnotu, z toho vyplývá, že je zde kladná závislost variabilních nákladů na změnu CUD výroby. Vyšší korelace není dosaženo z důvodů nevyužití kapacity na lisovně, kdy se na lisovně musí neustále odstavovat lisy z důvodů nedostatku pracovníků. I přes tyto odstávky lisů, se musí pára vyrábět pro zbývající vulkanizační lisy, výroba páry nelze regulovat dle aktuálního odběru. Kotelna vyrábí páru pro lisovnu, jako by se vulkanizovala na 100 %.

Druhým zkoumaným nákladem jsou fixní náklady na zemní plyn, kdy provedeme korelační analýzu s CUD výrobou. Výsledný koeficient korelace je 0,53785668, kterou můžeme vyčíst z obr. 33. Test významnosti pro koeficient korelace, je 2,99248. Hranice kritické oblasti má hodnotu: $t_{0,05;22} = 2,0639$. $|2,99248| > 2,0639$, z toho vyplývá, že testovací kritérium má realizaci v kritické oblasti, tedy zamítáme $H_0: \rho=0$. Korelace je tím pádem nulová, můžeme potvrdit při tomto koeficientu lineární závislost mezi CUD výrobou a fixními náklady na zemní plyn. Hodnota koeficientu korelace má také středně vysokou hodnotu, z toho vyplývá, že je zde kladná závislost fixních nákladů na změnu CUD výroby. Tyto náklady by se zde měli chovat mírněji a neměli by kopírovat výkon podniku, tím by měl mít i nižší koeficient korelace, z důvodů nezávislosti na změně výroby nebo CUD výroby.



Obrázek 33. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými variabilními náklady zemního plynu

7 ZEFEKTIVNĚNÍ ŘÍZENÍ NÁKLADŮ

Zefektivnění nákladů v oblasti spotřeby energie, na které jsem se v analýze zaměřil, je součástí snižování provozních nákladů. Ve firmě tvoří položka energetických nákladů 10,06 % z celkových nákladů a 61,40 % ze spotřebovaných nákupů. Z celkových energetických nákladů tvoří sledované náklady u elektrické energie 38 % a u plynu 34 %. Tato práce je věnována zpřesněním odhadů energetických nákladů vstupujících do výroby, kdy tyto náklady odhadujeme pomocí výkonu podniku. Cílem bylo nalézt způsob, jakým alespoň do jisté míry standardizovat odhady nákladů při rozdílných výkonech podniku. Navrhovaná metoda pro sestavení odhadů je navíc využitelná pro efektivnější kontrolu nákladů, protože nabízí prostor pro přehlednější plánování spotřeby energie, kdy při jejich výkyvech musíme tyto výkyvy analyzovat. Jak již bylo popsáno v předešlých kapitolách, dělení nákladů na fixní a variabilní náklady je podle mého názoru chybná. Toto dělení má stále neměnný koeficient rozpočtu, který nebere v úvahu rozdíly mezi měsíci, jako jsou roční období, nízká výroba atd. Proto bych chtěl v projektu řízení nákladů nejdříve odhadnout nákladovou regresní funkci na elektrickou energii a na zemní plyn, kterou provedu pomocí programu Gretl. Po získání regresních funkcí, sestavím dle plánované výroby na rok 2018 odhady na spotřebu sledovaných energií. Odhadovanou spotřebu propočtu plánovanými jednotkovými náklady sledovaných energií, které porovnáám s plánovanými náklady na tyto dvě energie. Po zjištění rozdílů mezi regresním odhadem a plánovaným nákladem určíme zpřesnění odhadovaných nákladů.

7.1 Korelace nákladů dle skutečných odběrů

Při zjišťování korelačního koeficientu mezi nezávislými hodnotami, jako první musíme provést testy založené na šikmosti a špičatosti, kdy vycházíme z předpokladu, že výběr je z normálního rozložení. Potom šikmost a_3 a špičatost a_4 mají asymptoticky normální rozdělení s parametry:

$$E(a_3) = 0 \quad E(a_4) = 3 - \frac{6}{n+1}$$

$$D(a_3) = \frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)} \quad D(a_4) = \frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}$$

První testovacím parametrem je šikmost, kdy testujeme nulovou hypotézu H_0 o normalitě výběru proti alternativě, že výběr pochází z nějakého nesymetrického rozdělení. Pro tento test vypočítáme testovací statistiku (Testování hypotéz, s. 64):

$$U_3 = \frac{a_3}{\sqrt{D(a_3)}}$$

v případě, že $|U_3| \geq u_{1-\alpha/2}$, zamítáme H_0 .

Druhým testovacím parametrem je špičatost, kdy opět testujeme nulovou hypotézu H_0 o normalitě proti alternativě, že výběr pochází z rozložení, které se liší od normálního rozložení špičatostí. Pro tento test vypočítáme testovací statistiku:

$$U_4 = \frac{a_4 - E(a_4)}{\sqrt{D(a_4)}}$$

v případě, že $|U_4| \geq u_{1-\alpha/2}$, zamítáme H_0 .

Pokud se nulová šikmost a nulová špičatost nezamítá, můžeme tvrdit, že je možné normální rozdělení jako model pro popis sledované náhodné veličiny akceptovat (Testování hypotéz, s. 65). Nyní programu Gretl provedeme výpočet šikmosti a špičatosti všech čtyř nezávislých parametrů (výroba v ks, výroba v kg, CUD výroba a naměřená průměrná teplota), které budeme využívat pro odhad regresního vzorce.

	Střední hodnota	Medián	Minimum	Maximum
VAroba	27144	29178	13056	33049
KgvAroba	3,1655e+006	3,3798e+006	1,5917e+006	3,8647e+006
CUDvAroba	25,156	26,845	15,000	28,680
PrTeplota	12,396	11,197	0,0020000	23,823
	Směr. odchvariační koeficient		Šikmost	Stand. špičatost
VAroba	5702,6	0,21008	-1,1527	0,28917
KgvAroba	6,5062e+005	0,20554	-1,0451	0,16355
CUDvAroba	4,7147	0,18742	-1,5440	0,75953
PrTeplota	8,2568	0,66609	0,038703	-1,3718
	5% perc.	95% perc.	IQ range	Missing obs.
VAroba	13708	33036	5451,0	0
KgvAroba	1,6477e+006	3,8595e+006	7,6358e+005	0
CUDvAroba	15,000	28,680	3,2575	0
PrTeplota	0,0071452	23,806	14,668	0

Obrázek 34. Výstup popisné statistiky nezávislých

V tabulce normovaného normálního rozdělení nalezneme kritickou hranici pro náš test, kdy $u_{1-0,05/2} = 1,960$. Provedeme porovnání vypočtených koeficientů šikmosti a špičatosti z programu Gretl s naším testovacím kritériem. V testu šikmosti nezamítáme H_0 u všech testovacích parametrů, protože parametr výroby v ks je $|-1,1527| < 1,960$, parametr výroby v kg je $|-1,0451| < 1,960$, parametr CUD výroby je $|-1,5440| < 1,960$ a parametr průměrné teploty je $|0,038703| < 1,960$. V testu špičatosti opět nezamítáme ani jeden parametr, protože

všechny čtyři vypočtené koeficienty jsou $< 1,960$. Proto můžeme tvrdit, že považujeme data za normálního rozdělení.

Po provedení testů, provedeme opět korelaci podle skutečných odběrů, které jsou očištěny od meziročních cenových hladin energií. Po vyhledání vhodného modelu, zkusíme provést predikci na následující měsíce. Nejvhodnější model budeme vybírat podle nejlepšího Adjustovaného koeficientu determinace. Příloze č. 4 je tabulka se skutečnými odběry energií, které nejsou přepočítány na Kč, ale jsou v jednotkách daných energií. Spotřeba plynu je v m^3 , elektrická energie je v MWh., stočné, odběr vody a výroba stlačeného vzduchu jsou v m^3 . Na všechny tyto složky energií byla provedena korelační analýza.

Korelační koeficienty, za použití pozorování 1 - 24			
5% kritická hodnota (oboustranná) = 0,4044 pro n = 24			
Ks_vyroba	Kg_vyroba	CUD_vyroba	Plyn
1,0000	0,9877	0,9126	0,8717
	1,0000	0,8707	0,8950
		1,0000	0,8382
			1,0000
El_energie	Pitna_voda	Uzitkova_voda	Celkem_voda
0,9587	0,6573	0,8756	0,8902
0,9408	0,7102	0,8257	0,8535
0,9017	0,4796	0,8953	0,8804
0,8186	0,5428	0,6982	0,7127
1,0000	0,6948	0,8513	0,8741
	1,0000	0,5925	0,6885
		1,0000	0,9922
			1,0000
Stocne_voda	Tlakovy_vzduch		
0,9457	0,9045		
0,9161	0,8901		
0,9049	0,8867		
0,7585	0,8616		
0,9550	0,8654		
0,6746	0,4529		
0,9215	0,7848		
0,9342	0,7768		
1,0000	0,8128		
	1,0000		

Obrázek 35. Korelační analýza skutečných odběrů energií

Z obr. 35 vyčteme, že nejvyšší korelační koeficienty k energiím má výroba v ks, kromě spotřeby plynu, kde je nejvyšší koeficient s výrobou v kg. Zde je to z důvodů, přímé spotřeba plynu podle hmotnosti vylisovaných pláštěů. Nyní opět již provedeme jednotlivé porovnání, spotřeby energií k vybraným ukazatelům výroby. Všechny zkoumané energie mají vysoké korelační koeficienty. Testy významnosti pro koeficient korelace, jsou u všech složek vyšší

Energie	Výroba	Koeficient	t (22)	p-hodnota
Plyn	Výroba v kg	0,894969	9,40936	0,00000
El. energie	Výroba v ks	0,958662	15,8020	0,00000
Spotřeba vody	Výroba v ks	0,890231	9,16682	0,00000
Stočné vody	Výroba v ks	0,945677	13,6436	0,00000
Stlačený vzduch	Výroba v ks	0,904530	9,94965	0,00000

Tabulka 13. Korelace mezi energií s výrobou

než hranice kritické oblasti, kdy má hodnotu u t $(0,05;22) = 2,0639$. Z toho vyplývá, že všechny testovací kritéria u energií mají realizaci v kritické oblasti, tedy u všech zamítáme $H_0: \rho=0$. Zde můžeme potvrdit, že zkoumané energie mají lineární závislost na dané výstupu výroby. Dalším krokem bude porovnání vypočítané regrese k započítaným nákladům.

7.2 Elektrická energie

Prvním nákladem na odhad regresní analýzou bude celková spotřeba elektrické energie, kde nejdříve budeme hledat vhodný trend ze základních modelů, které jsou lineární, kvadratický a logaritmický. Zde provedeme opět korelaci podle skutečných odběrů, které jsou očištěny od meziročních cenových hladin energií. Po vyhledání vhodného modelu, zkusíme provést predikci na následující měsíce. Nejvhodnější model budeme vybírat podle nejlepšího Adjustovaného koeficientu determinace z důvodů, který jsme popsali v předešlé kapitole.

7.2.1 Lineární regresní model elektrické energie

Lineární trend je základním typem trendové funkce, která se používá nejčastěji. Smyslem tohoto trendu je možnost přibližného určení směru vývoje analyzované řady.

Tento trend má tvar trendové složky: $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$

kde β_0 a β_1 jsou neznámé parametry a $x = 1, 2, \dots, n$ je nezávislá proměnná.

```

gretl: model 2
-----
Soubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
-----
Model 2: OLS, za použití pozorování 1-24
Závisle proměnná: El_energie
-----
                koeficient   směr. chyba   t-podíl   p-hodnota
-----
const           594,077         43,3567       13,70     2,99e-012 ***
Ks_vyroba       0,0247227         0,00156453    15,80     1,71e-013 ***

Střední hodnota závisle proměnné      1265,156
Sm. odchylka závisle proměnné         147,0629
Součet čtverců reziduí                 40277,41
Sm. chyba regrese                       42,78775
Koeficient determinace                  0,919029
Adjustovaný koeficient determinace      0,915349
F(1, 22)                                249,7036
P-hodnota (F)                          1,71e-13
Logaritmus věrohodnosti                 -123,1604
Akaikovo kritérium                      250,3209
Schwarzovo kritérium                    252,6770
Hannan-Quinnovo kritérium               250,9459
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

Obrázek 36. Výstup odhadu lineární regrese mezi celkovou spotřebou el. energie a výrobou v ks

Nyní porovnáme spotřebu elektrické energie s výrobou v ks, protože tato složka výstupu podniku má nejvyšší korelační koeficient ke spotřebě k elektrické energie. Z obr. 36 vyčteme

z prvního sloupečku odhadnuté koeficienty modelu a tím dostáváme odhad pro lineární trend ve tvaru:

$$\text{Celková spotřeba el. energie} = 594,077 + 0,0247227Q \text{ (MWh)}$$

kdy Adjustovaný koeficient determinace pro jednoduchý model je 0,915349.

7.2.2 Kvadratický regresní model

Druhým regresním modelem, který budeme analyzovat je kvadratický modelový trend, který má základní tvar: $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2$

kde β_0 , β_1 a β_2 jsou neznámé parametry a $x = 1, 2, \dots, n$ je nezávislá proměnná.

A opět z obr. 31 vyčteme z prvního sloupečku odhadnuté koeficienty modelu a tím dostáváme odhad pro kvadratický trend ve tvaru:

$$\text{Celková spotřeba el. energie} = 181,995 + 0,0599844Q - 7,45191e-07Q^2 + 2,22664 \phi^\circ\text{C} \text{ (MWh)}$$

Nyní pro přesnost musíme porovnat odhady Adjustovaným koeficientem determinace z obr. 36 a obr. 37, kdy vidíme, že koeficient lineárního odhadu je 0,915349 a kvadratického odhadu je 0,951721. Můžeme tedy konstatovat, že přidáním druhých mocnin trendové

```

gretl: model 13
-----
Soubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
-----
Model 13: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: elenergieMWh
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1
-----
             koeficient      směr. chyba      z      p-hodnota
-----
const      181,955          110,313          1,649    0,0991    *
KvAroba     0,0599844             0,0103815        5,778    7,56e-09  ***
sq_KvAroba -7,45191e-07          2,15477e-07      -3,458    0,0005    ***
PrTeplota  2,22664                0,996979         2,233    0,0255    **
-----
Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné      1265,156
Sm. odchylka závisle proměnné         147,0629
Součet čtverců reziduí                 20883,29
Sm. chyba regrese                      32,31353
Koeficient determinace                 0,958018
Adjustovaný koeficient determinace     0,951721
F(3, 20)                               274,6492
P-hodnota(F)                          2,04e-16
Logaritmus věrohodnosti                -115,2783
Akaiikovo kritérium                    238,5567
Schwarzovo kritérium                   243,2689
Hannan-Quinnovo kritérium              239,8068
rho (koeficient autokorelace)          -0,108143
Durbin-Watsonova statistika             2,139022
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Whiteův test heteroskedasticity (pouze druhé mocniny) -
Nulová hypotéza: není zde heteroskedasticita
Testovací statistika: LM = 13,1022
s p-hodnotou = P(Chi-kvadrát(5) > 13,1022) = 0,02244

Whiteův test heteroskedasticity -
Nulová hypotéza: není zde heteroskedasticita
Testovací statistika: LM = 14,9935
s p-hodnotou = P(Chi-kvadrát(8) > 14,9935) = 0,0592723

```

Obrázek 37. Výstup odhadu kvadratická regrese mezi celkovou spotřebou a výrobou v ks

proměnné tento koeficient mírně vzrostl. Tento druhý model je tedy mírně přesnější, než předcházející vypočítaný model. Ještě než budeme porovnávat kvadratický trend s logaritmickým trendem, musíme provést odhad linearity mezi těmito trendy. K testu ověření linearity, budeme porovnávat vypočtenou statistickou hodnotu F s tabulkovou kritickou hodnotou

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

Z tabulek regresních odhadů vybereme součty čtverců reziduí lineárního odhadu a kvadratického odhadu, abychom zjistili předpoklad linearity. Lineární odhad má 40 277,41 RSC a kvadratický odhad má 20 883,29 RSC, které vložíme do vzorce a výpočet porovnáme s kritickou hodnotou.

$$F_L = \frac{40\,277,41 - 20\,883,29(24-3)}{20\,883,29} = 19,50250751$$

V tabulkách $F_{krit}(1, 21) = 5,827$; $19,50250751 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2), proto můžeme při odhadu regresního modelu použít nelineární odhady. Ostatní regresní lineární odhady budou v příloze XI.

7.2.3 Log-lineární model

Třetím odhadem regresní analýzy je Log-lineární regresní model mezi celkovou spotřebou elektrické energie a výrobou v ks.

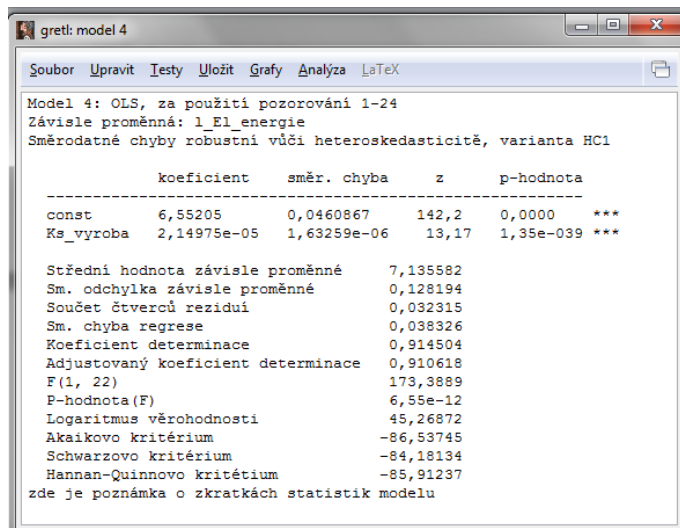
Na obrázku č. 38 vidíme odhad parametrů, který má tvar log-lineárního modelu, o kterém mluvíme, jestliže má tvar: $\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i + u_i$

V tomto případě není logaritmovaná nezávislá, ale závislá proměnná. Předcházející výraz je možné přepsat jako: $y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 x_i + u_i} = e^{\beta_0} e^{\beta_1 x_i} e^{u_i}$

Výsledný vztah pro odhad log-lineárního regresního modelu má tvar:

$$\text{Celková spotřeba el. energie} = e^{6,55205} e^{0,000021497Q_i} \text{ (MWh)}$$

Nyní opět porovnáme Adjustovaný koeficient determinace z obr. 37 a obr. 38, kde vidíme,



gretl: model 4

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 4: OLS, za použití pozorování 1-24
Závisle proměnná: l_El_energie
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota	
const	6,55205	0,0460867	142,2	0,0000	***
Ks_vyroba	2,14975e-05	1,63259e-06	13,17	1,35e-039	***

Střední hodnota závisle proměnné	7,135582
Sm. odchylka závisle proměnné	0,128194
Součet čtverců reziduí	0,032315
Sm. chyba regrese	0,038326
Koeficient determinace	0,914504
Adjustovaný koeficient determinace	0,910618
F(1, 22)	173,3889
P-hodnota (F)	6,55e-12
Logaritmus věrohodnosti	45,26872
Akaikovo kritérium	-86,53745
Schwarzovo kritérium	-84,18134
Hannan-Quinnovo kritérium	-85,91237

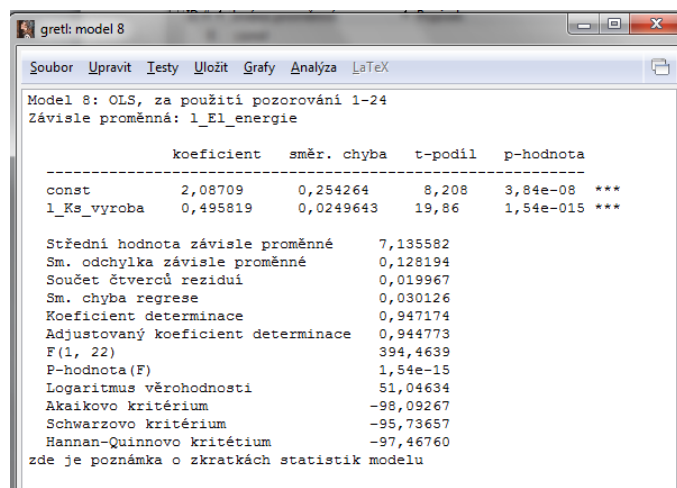
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Obrázek 38. Výstup odhadu Log-lineární regrese mezi celkovou spotřebou a výrobou v ks

že Adjustovaný koeficient determinace kvadratické regrese je 0,951721 a log-lineárního modelu je 0,910618. Z výsledků můžeme konstatovat, že log-lineární model je méně přesný, než kvadratická trendová proměnná, protože tento Adjustovaný koeficient determinace výrazně klesl.

7.2.4 Log - log model

Posledním odhadem regresní analýzy je Log-log model mezi celkovou spotřebou elektrické energie a výrobou v ks.



gretl: model 8

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 8: OLS, za použití pozorování 1-24
Závisle proměnná: l_El_energie

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	2,08709	0,254264	8,208	3,84e-08	***
l_Ks_vyroba	0,495819	0,0249643	19,86	1,54e-015	***

Střední hodnota závisle proměnné	7,135582
Sm. odchylka závisle proměnné	0,128194
Součet čtverců reziduí	0,019967
Sm. chyba regrese	0,030126
Koeficient determinace	0,947174
Adjustovaný koeficient determinace	0,944773
F(1, 22)	394,4639
P-hodnota (F)	1,54e-15
Logaritmus věrohodnosti	51,04634
Akaikovo kritérium	-98,09267
Schwarzovo kritérium	-95,73657
Hannan-Quinnovo kritérium	-97,46760

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Obrázek 39. Výstup odhadu Log-log modelu mezi celkovou spotřebou el. energie a výrobou v ks

Na obrázku č. 39 vidíme odhad parametrů, který má tvar log-log modelu, o kterém mluvíme, jestliže má tvar: $\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + u_i$

V tomto případě není logaritmovaná nezávislá, ale závislá proměnná. Předcházející výraz je možné přepsat jako: $y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 \ln(x_i) + u_i} = e^{\beta_0 + u_i} e^{\ln(x_i^{\beta_1})} = e^{\beta_0 + u_i} x_i^{\beta_1}$

Výsledný vztah pro odhad log-log modelu má tvar:

$$\text{Celková spotřeba el. energie} = e^{2,08709} Q_i^{0,495819}$$

Nyní opět porovnáme Adjustovaný koeficient determinace z obr. 36, obr. 37 a obr. 39, kdy opět vidíme, že Adjustovaný koeficient determinace kvadratického trendu je 0,951721, na obr. 36 je vypočítán koeficient 0,915349 a na obr. 39 je výsledný koeficient 0,944773. Z výsledků můžeme konstatovat, že kvadratický model je ze všech hledaných modelů nejpřesnější, protože Adjustovaný koeficient determinace je nejvyšší. Druhý model je tedy přesnější, než všechny předchozí modely, a zároveň nám v naší analýze interpretuje následující: „Regresním modelem s nezávislou proměnnou x_i umíme vysvětlit 95,17 % variability celkové spotřeby. Zbývajících 4,83% variability celkové spotřeby způsobují činitele nezařazené do regresního modelu a náhodných vlivů.

Hvězdičky v pravé části výstupu pak značí P-hladinu významnosti jednotlivých regresních parametrů. P-hodnota informuje o hladině významnosti „ α “ na níž je zamítána nulová hypotéza (H_0) o statistické nevýznamnosti parametru, kdy je v programu Gretl automaticky nastavena kladina na $\alpha=0,05$. Obecně je-li p-hodnota menší než zvolené α , zamítáme nulovou hypotézu (H_0) o statistické nevýznamnosti parametru, tj. analyzovaný parametr je statisticky významný na dané hladině významnosti.

(prázdné) regresní parametr je nevýznamný

* regresní parametr je významný na hladině mezi 5% a 10%

** regresní parametr je významný na hladině mezi 1% a 5%

*** regresní parametr je významný na hladině nižší než 1%.

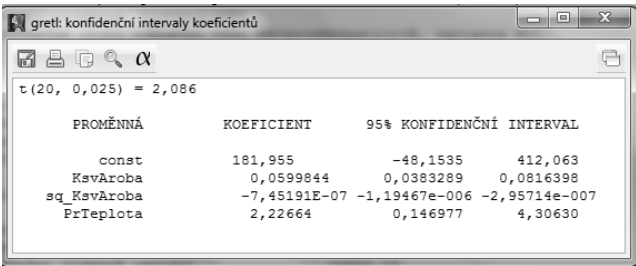
Z výsledků vyvstává, že je model statisticky významný, jelikož p-hodnota u parametru β_0 $0,0991 < (\alpha = 0,1)$ je tedy pod 10 % významnosti, u ostatních je parametru β_1 $7,56^{-9} < (\alpha = 0,05)$, β_2 $0,0005 < (\alpha = 0,05)$, β_3 $0,0255 < (\alpha = 0,05)$, proto a přijímáme alternativní hypotézu H_1 na hladině 10 %.

Sloupec „koeficient“ označuje odhadované parametry. První hodnota řádku „const“, je odhad parametru β_0 a nazývá se základní konstanta. Její hodnota vyjadřuje průměrnou hodnotu proměnné Elektrické energie za předpokladu, že proměnná výroba v $Q = 0$. V případě, že se nebude vyrábět, náklady podniku budou 181,955 MWh. Druhý a třetí parametr patřící řádku „výroba v ks“ je odhad parametru β_1 a β_2 se nazývá regresní koeficient. Tato hodnota vyjadřuje průměrnou změnu proměnné Elektrické energie za předpokladu, že se proměnná výroba v Q změní o jednotku. Se zvýšením výroby o 1 výrobek celková spotřeba elektrické energie v podniku vzroste o $0,0599844Q - 7,45191e-07Q^2$. Výpočet je dále závislý na okolní měsíční průměrné teplotě, která se násobí 2,22664°C.

Dalším krokem bude odhad intervalu spolehlivosti, z důvodů zjištění nakolik je tento odhad přesný. Nejrychlejší způsob jak to zjistit, je přímo porovnat hodnoty parametrů s odhadem jejich rozptylů. Tento způsob však nemusí odrážet reálné hodnoty, nakolik je ovlivněný výběrem konkrétního bodového odhadu. Aby se odstranil vliv náhody, vytváří se intervalový odhad. Ten je možný získat dvěma způsoby, a to buď vytvořením konfidenčního intervalu okolo hodnot odhadu parametrů anebo testováním hypotéz u parametrů β_0 , β_1 . Obě metody jsou rovnocenné. Vztah na výpočet konfidenčního intervalu má tvar:

$$P \left\{ \beta_1 - t_{\alpha/2} \sigma_{\beta_1} \leq \beta_1 \leq \beta_1 + t_{\alpha/2} \sigma_{\beta_1} \right\}$$

Kde $t_{\alpha/2}$ – kritická hodnota Studentova rozdělení (t) pro $n - 2$ stupně volnosti, α je hladina významnosti, σ_{β_1} – odhad standardní odchylky parametru β_1 .



PROMĚNNÁ	KOEFICIENT	95% KONFIDENČNÍ INTERVAL	
const	181,955	-48,1535	412,063
KsvAroba	0,0599844	0,0383289	0,0816398
sq_KsvAroba	-7,45191E-07	-1,19467e-006	-2,95714e-007
PrTeplota	2,22664	0,146977	4,30630

Obrázek 40. Hladina spolehlivosti při výpočtu konfidenčního intervalu

Hodnoty výstupu (obr. 40) se interpretuje např. takto: „V 95 případech ze 100 po navýšení výroby o 1 ks výrobku se zvýší elektrická energie o víc jak 0,0383289 a méně jak 0,0816398 a zároveň 1 ks² zvýší elektrickou energii o víc jak -1,19467e-006 a méně jak -2,95714e-007. Kdy průměrná teplota ovlivňuje výpočet v rozmezí 0,146977 a 4,30630. Tyto vztahy můžeme vyjádřit:

$$P_1\{0,0383289 \leq 0,0599844 \leq 0,0816398\} = 0,95$$

$$P_2\{-1,19467e - 006 \leq -7,45191E - 07 \leq -2,95714e - 007\} = 0,95$$

$$P_3\{0,146977 \leq 2,22664 \leq 4,30630\} = 0,95$$

Test regresního koeficientu

Nyní ověříme statistickou významnost regresního koeficientu na hladině významnosti 0,05, při formulaci hypotézy:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Kritické hodnoty se v systému GRETl vyhledají ve statistických tabulkách, stačí vybrat vhodné statistické rozdělení, kdy v tomto případě vybereme Studentovo rozdělení, kde určíme počet stupňů volnosti (df) a hodnotu $\alpha/2$ (right-tail probability). Zamítnutí nulové hypotézy se vykoná potvrzením vztahu:

$$\left| \frac{\beta_1 - 0}{\sigma_{\beta_1}} \right| > t_{\alpha/2}; \quad \left| \frac{\beta_2 - 0}{\sigma_{\beta_1}} \right| > t_{\alpha/2}; \quad \left| \frac{\beta_3 - 0}{\sigma_{\beta_1}} \right| > t_{\alpha/2};$$

Po dosazení odhadu regresního koeficientu z obr. 22AN a odhadu jeho rozptylu spolu s testovací statistikou z obr. 25AR dostaneme následující závěr:

$$5,778 > 2,086; \quad 3,458 > 2,086; \quad 2,233 > 2,086.$$

Když nerovnost platí, zamítáme nulovou hypotézu. Regresní koeficienty jsou statisticky významné – kdy změna výroby v ks a změna průměrné teploty ovlivňuje statisticky výšku celkové spotřeby elektrické energie v podniku.

Dalším ověřením statistické významnosti modelu jako celku, na hladině významnosti 0,05, kterou ověříme pomocí Fisherovým rozdělením:

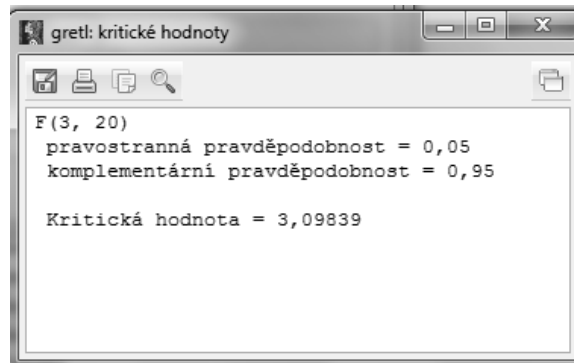
$$F > F_{0,05}(k, n - k - 1)$$

Formulace hypotézy:

$$H_0 : \text{model není statisticky významný}$$

$$H_1 : \text{model je statisticky významný}$$

Kritickou hodnotu opět získáme z programu Gretl, kdy zvolíme Fisherovo rozdělení a po zadání požadovaných hodnot dostaneme $F_{0,05}(1, 22) = 3,09839$ (obr. 41).



Obrázek 41. Kritická hodnota Fisherova rozdělení

Vypočítaná hodnota F statistiky je uvedena přímo ve výstupu odhadu modelu a její hodnota je v našem případě $F = 274,6492$. Po dosazení do vztahu dostaneme nerovnost:

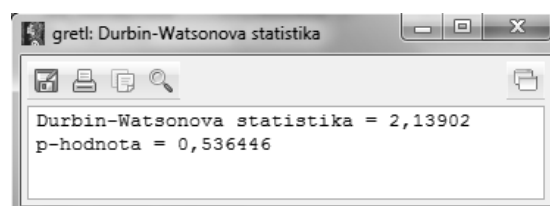
$$274,6492 > 3,09839$$

Nerovnost platí, v tomto případě zamítáme nulovou hypotézu H_0 , že regresní model není statisticky významný.

Testování hypotéz

Testováním hypotéz získáváme důležitý závěr, jestli je námi předpokládaný vztah anebo celkový model je statisticky významný. Základem je vytvoření hypotéz, které se musejí porovnávat. Nulová hypotéza (H_0) se porovnává s alternativní (H_1). Podmínkou statistické významnosti je zamítnutí nulové hypotézy (parametr se rovná nule). Testování hypotéz na předem stanovené hladině významnosti α je založené na vytvoření testovací statistiky, pro kterou jsou tabelované kritické hodnoty vhodných statistických rozdělení. Hypotéza se potom ověřuje porovnáním testovací statistiky s tabulkovými kritickými hodnotami.

Základním testovacím předpokladem regresního modelu, jsou navzájem nekorelované náhodné složky. To znamená, že náhodné složky z dvou libovolných pozorování musí být nezávislé. Nesplnění této podmínky se nazývá autokorelace a je hlavně typická pro modely časových řad.



Obrázek 42. Durbin-Watsonův test nezávislosti

Nejpoužívanější test se stal Durbin-Watsonov test, i když je testem autokorelace 1. řádu. Hypotézy mají tvar:

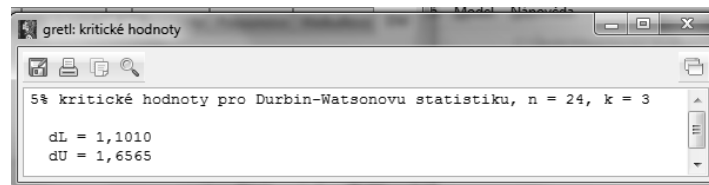
H_0 : rezudia jsou nezávislé

H_1 : rezudia jsou závislé

kde ρ je korelační koeficient.

H_0 : zamítáme, pokud platí $DW < dL$ nebo $DW > 4 - dL$

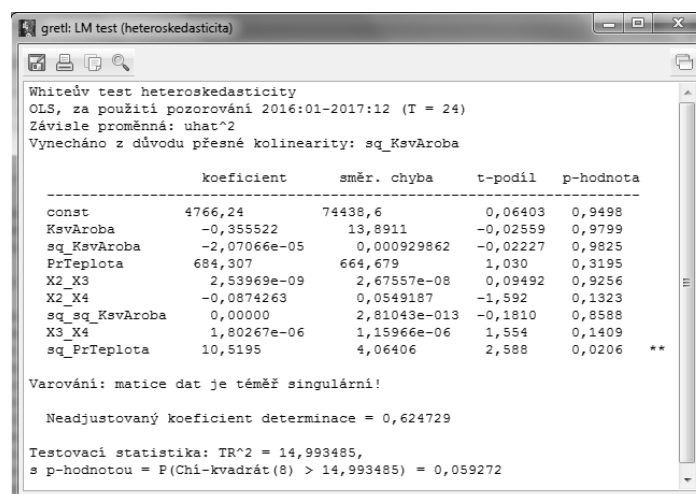
H_0 : nezamítáme, pokud platí, $dU < DW < 2$, nebo $2 < DW < 4 - dU$, v ostatních případech test mlčí.



Obrázek 43. Kritické hodnoty Durbin-Watsonova testu

V našem případě v programu Gretl je výpočet $DW = 2,13902$ (obr. 42), a jeho kritické body jsou na obr. 43. V tomto případě H_0 nezamítáme, protože DW se nachází v intervalu $2 < 2,13902 < 2,3435$ ($4 - 1,6565$). Rezidua jsou nezávislé, a není zde autokorelace.

Dalším předpokladem regresního modelu je stejná hodnota rozptylů náhodné složky pro různé hodnoty vysvětlující proměnou. Označuje se jako podmínka o homoskedasticitě regresního modelu. V některých případech už samotná povaha problému napovídá, že se v daném modelu může vyskytovat heteroskedasticita. Heteroskedasticitu si otestujeme



Obrázek 44. Whiteův test na heteroskedasticitu regresního modelu

na Whiteovém testu. Samotný test je založený na porovnání testovací statistiky WH s kritickými hodnotami -rozdělení, v kterém se počet stupňů volnosti c rovná počtu vysvětlujících proměnných pomocné regrese. Zamítnutí nulové hypotézy se vykoná potvrzením vztahu:

$$WH = n \cdot R^2 > x^2 \Rightarrow \text{zamítáme } H_0$$

Výstup obsahuje údaje pomocné regrese a hodnotu koeficientu determinácie R^2 , pomocí kterého je vypočítaná testovací statistika:

$$WH = 14,993485 > 7,81473$$

Když nerovnost platí, na hladine významnosti 0,05 zamítáme nulovou hypotézu, že v modelu je přítomná heteroskedasticita.

7.2.5 Odhad fixní a variabilní spotřeby elektrické energie

Nyní, když máme potvrzené, že můžeme provádět testování pomocí nelineárních odhadů, provedeme odhady fixních a variabilních spotřeb elektrické energie, kterou odhadneme z regresní analýzy elektrické energie a výrobou v ks. Tato regresní analýze je na obrázku č. 37, která je ve tvaru:

$$\text{Celková spotřeba el. energie} = 181,995 + 0,0599844Q - 7,45191e-07Q^2 + 2,22664 \varphi^{\circ C} \\ (\text{MWh})$$

v této regresní analýze použijeme budgetový plán výroby v ks a průměrné měsíční teploty naměřené pracovníky energetiky, které vložíme do regresního odhadu a s něho odhadneme fixní a celkovou spotřebu elektrické energie, kterou pak pro můžeme pronásobit plánovaným nákladem MWh na rok 2018.

Jak jsem již konstatoval dříve, náklady na energie se řídí procentuálním rozpočtem nákladů na fixní a variabilní, které se opět procentuálním rozpočtem roztřídí na střediska. Elektrická energie rozpočítává 84,5 % na variabilní prémie a 15,5 % na fixní prémie. Po dosazení plánované výroby pro rok 2018, je odhad fixních nákladů na elektrickou energii 14,09 % a zbytek ročních nákladů se zaeviduje do variabilních nákladů. Fixní náklady za rok 2018, se po dosazení budgetu do regresního vzorce odhadují na 3 924 540 Kč, a celkové náklady byly odhadnuty na 27 861 569 Kč z celkové potřeby elektrické energie, která byla regresním modelem odhadnuta na 15 504,5 MWh. Nyní porovnáme podnikové plánované náklady na rok 2018, kde je odhad spotřeby na daný rok 15 845 MWh elektrické energie v celkové

hodnotě 28 473 395 Kč. Pomocí regresního vzorce, jsme schopni přesněji odhadnout náklady na elektrickou energii o 611 826 Kč, což činí 97,2 % z plánovaných podnikových nákladů. Můžeme tedy konstatovat, že jsme zpřesnili odhad o 2,8 % z plánovaných nákladů.

Nyní rozdělíme spotřebu elektrické energie podle klíče, který se používá pro rozdělení mezi jednotlivé oddělení, protože tento odhad nemůžeme nějak vyvrátit ani potvrdit. Tyto náklady opět porovnáme s výrobou v ks a budeme opět odhadovat fixní a variabilní náklady na jednotlivé oddělení. Nejdříve musíme provést test k ověření linearity, budeme porovnávat vypočtenou statistickou hodnotu F s tabulkovou kritickou hodnotou

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

Z tabulek regresních odhadů vybereme součty čtverců reziduí lineárního odhadu a kvadratického odhadu, abychom zjistili předpoklad linearity. Lineární odhad má 1123,297 RSC a kvadratický odhad má 809,5295 RSC, které vložíme do vzorce a výpočet porovnáme s kritickou hodnotou.

$$F_L = \frac{1123,297 - 809,5295(24-3)}{809,5295} = 8,139440873$$

V tabulkách $F_{krit}(1, 21) = 5,827$

$8,139440873 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2), proto můžeme při odhadu regresního modelu použít nelineární odhady.

Na obr. 45 je výstup regresního modelu mezi spotřebou el. energie na lisovně a výrobou v ks, kdy odhad Adjustovaného koeficientu determinace ukazuje 0,944773. I když má tento model nejvyšší koeficient oproti ostatním regresním modelům, nemůžeme ho použít pro odhad, protože konstanta vykazuje vysokou p-hodnotu a to $0,1356 > 0,05$. Proto tento model, nemůžeme použít, protože analyzovaný parametr je statisticky nevýznamný na dané hladině významnosti. Proto podrobíme spotřebu na lisovně regresní analýzou, která má druhý nejvyšší koeficient determinace a to je kvadratická regrese.

```

gretl: model 4
-----
Soubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
Model 4: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: l_El_energiea_lisovna
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

-----
                koeficient  směr. chyba  z      p-hodnota
-----
const           0,297330    0,199209    1,493   0,1356
l_Vyroba_ks     0,495819    0,0196934  25,18  7,18e-140 ***

Střední hodnota závisle proměnné      5,345820
Sm. odchylka závisle proměnné         0,128194
Součet čtverců reziduí                 0,019967
Sm. chyba regrese                       0,030126
Koeficient determinace                  0,947174
Adjustovaný koeficient determinace      0,944773
F(1, 22)                                633,8740
P-hodnota(F)                           1,03e-17
Logaritmus věrohodnosti                 51,04634
Akaikovo kritérium                      -98,09267
Schwarzovo kritérium                   -95,73657
Hannan-Quinnovo kritérium              -97,46760
rho (koeficient autokorelace)           0,232591
Durbin-Watsonova statistika             1,501830
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

Obrázek 45. Výstup odhadu Log-log modelu mezi spotřebou el. energie na lisovně a výrobou v ks

Proto jsme provedli další regresní analýzu mezi spotřebou na lisovně a výrobou v ks, která je na obr. 46. Adjustovaný koeficient determinace byl odhadnut na 0,936089 a všechny parametry mají p-hodnotu nižší koeficient proti 0,05. Tento regresní model použijí na odhad fixní spotřeby na oddělení lisovna. Po dosazení výroby v ks do regresního vzorce:

$$\text{Spotřeba el. energie na lisovně} = 36,3510 + 0,00979392Q - 0,000000118387Q^2 \text{ (MWh)}$$

V podniku se na tomto oddělení rozčleňují náklady v poměru 34 % na fixní náklady a 66 % na variabilní náklady. Z regresního vzorce vychází náklady v poměru 16,85 %

```

gretl: model 6
-----
Soubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
Model 6: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: El_energiea_lisovna
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

-----
                koeficient  směr. chyba  z      p-hodnota
-----
const           36,3510    15,6186    2,327   0,0199 **
Vyroba_ks       0,00979392  0,00152677  6,415  1,41e-010 ***
sq_Vyroba_ks    -1,18387e-07  3,32780e-08 -3,558  0,0004 ***

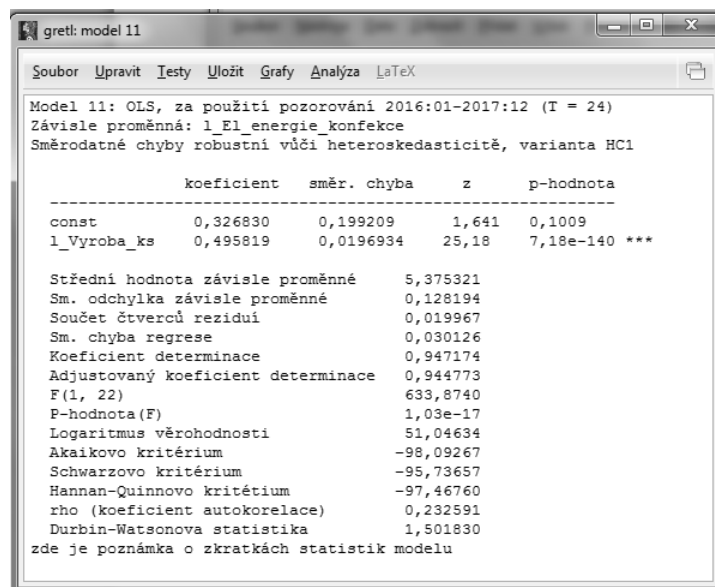
Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné      211,2811
Sm. odchylka závisle proměnné         24,55951
Součet čtverců reziduí                 809,5295
Sm. chyba regrese                       6,208786
Koeficient determinace                  0,941647
Adjustovaný koeficient determinace      0,936089
F(2, 21)                                520,3721
P-hodnota(F)                           1,29e-18
Logaritmus věrohodnosti                 -76,27532
Akaikovo kritérium                      158,5506
Schwarzovo kritérium                   162,0848
Hannan-Quinnovo kritérium              159,4882
rho (koeficient autokorelace)           0,224812
Durbin-Watsonova statistika             1,528258
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

Obrázek 46. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na lisovně a výrobou v ks

na fixní spotřebu a 83,15% na variabilní spotřebu. Celková fixní spotřeba po dosažení budgetu do regresního odhadu nám vychází 436,212 MWh/rok elektrické energie, ve finančním vyjádření to činí 783 873 Kč/rok. Celková spotřeba na lisovně, byla odhadnuta na 2 589,47 MWh/rok, kdy ve finančním vyjádření jsou náklady odhadnuty na 4 653 282 Kč/rok. Odhadované náklady na oddělení lisovny ve společnosti Mitas a.s. při stejném rozpočítávání koeficientem jsou za rok 4 755 057 Kč/rok. K tomuto odhadu jsme došli jednoduchým násobením koeficientu 16,7 % s odhadovanými celkovými náklady, které jsou odhadnuty ve společnosti na 28 473 395 Kč/rok. Zde bychom mohli být v odhadu přesnější o 2,14 %.



```

gretl: model 11
-----
Soubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
-----
Model 11: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: l_El_energie_konfekce
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1
-----
                koeficient  směr. chyba  z      p-hodnota
-----
const           0,326830    0,199209    1,641    0,1009
l_Vyroba_ks     0,495819    0,0196934   25,18    7,18e-140 ***

Střední hodnota závisle proměnné      5,375321
Sm. odchylka závisle proměnné         0,128194
Součet čtverců reziduí                 0,019967
Sm. chyba regrese                       0,030126
Koeficient determinace                 0,947174
Adjustovaný koeficient determinace     0,944773
F(1, 22)                               633,8740
P-hodnota(F)                          1,03e-17
Logaritmus věrohodnosti                51,04634
Akaikovo kritérium                     -98,09267
Schwarzovo kritérium                   -95,73657
Hannan-Quinnovo kritérium              -97,46760
rho (koeficient autokorelace)          0,232591
Durbin-Watsonova statistika             1,501830
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

Obrázek 47. Výstup odhadu Log-log modelu mezi spotřebou el. energie na konfekci a výrobou v ks

Dalším střediskem, na kterém provedeme odhad nákladů pomocí regresní funkce, je konfekce. Nejdříve provedeme test k ověření linearity, budeme porovnávat vypočtenou statistickou hodnotu F s tabulkovou kritickou hodnotou:

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

Z tabulek regresních odhadů vybereme součty čtverců reziduí lineárního odhadu a kvadratického odhadu, abychom zjistili předpoklad linearity. Lineární odhad má 935,6159 RSC a kvadratický odhad má 472,8382 RSC, které vložíme do vzorce a výpočet porovnáme s kritickou hodnotou.

$$F_L = \frac{935,6159 - 472,8382(24-3)}{472,8382} = 20,55318648$$

V tabulkách $F_{krit}(1, 21) = 5,827$

$20,55318648 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2), proto můžeme při odhadu regresního modelu použít nelineární odhady. Na obr. 47 je výstup regresního modelu mezi spotřebou el. energie na konfekci a výrobou v ks, kdy odhad Adjustovaného koeficientu determinace ukazuje hodnotu 0,944773. Opět, i když má tento model nejvyšší koeficient oproti ostatním regresním modelům, nemůžeme ho použít pro odhad, protože konstanta vykazuje vysokou p-hodnotu $0,1009 > 0,05$. Proto tento model, nemůžeme použít, protože analyzovaný parametr je statisticky nevýznamný na dané hladině významnosti.

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	35,4136	18,8095	1,883	0,0597 *
VAroba	0,00988102	0,00170691	5,789	7,09e-09 ***
sq_VAroba	-1,17472e-07	3,53211e-08	-3,326	0,0009 ***
sq_PrTeplota	0,0191605	0,00493052	3,886	0,0001 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné	217,6068
Sm. odchylka závisle proměnné	25,29482
Součet čtverců reziduí	472,8382
Sm. chyba regrese	4,862295
Koeficient determinace	0,967869
Adjustovaný koeficient determinace	0,963050
F(3, 20)	280,3645
P-hodnota (F)	1,67e-16
Logaritmus věrohodnosti	-69,82292
Akaikevo kritérium	147,6458
Schwarzovo kritérium	152,3581
Hannan-Quinnovo kritérium	148,8960
rho (koeficient autokorelace)	-0,167127
Durbin-Watsonova statistika	2,249701

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Obrázek 48. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na konfekci a výrobou v ks

Při hledání vhodného koeficientu, nám opět nejlépe vychází regresní kvadratický model, který má Adjustovaný koeficient determinaci 0,963050. Proto opět použijeme tento regresní model (obr. 48), který má tvar:

Spotřeba el. energie na konfekci = $35,4136 + 0,00988102Q - 0,000000117472Q^2 + 0,0191605\phi^{\circ C^2}$ (MWh)

Na tomto oddělení se rozčleňují náklady v poměru 15 % na fixní náklady a 85 % na variabilní náklady. Z regresního vzorce vychází náklady v poměru 15,93 % na fixní spotřebu a 84,07% na variabilní spotřebu. Celková fixní spotřeba po dosažení budgetu do regresního

odhadu nám vychází 424,9 MWh/rok elektrické energie, ve finančním vyjádření činní náklady 763 659 Kč/rok. Celková spotřeba na konfekci, byla odhadnuta na 2 667 MWh/rok, kdy ve finančním vyjádření jsou náklady odhadnuty na 4 791 858 Kč/rok. Odhadované náklady ve společnosti Mitas a.s. při stejném rozpočítávání jsou za rok 4 897 424 Kč/rok. K tomuto odhadu jsme došli jednoduchým násobením koeficientu 17,2 % s odhadovanými celkovými náklady, které jsou odhadnuty ve společnosti na 28 473 395 Kč/rok. Zde bychom mohli být v odhadu přesnější o 2,16 %, kdy nám ve finančním vyjádření představuje zpřesnění o 105 565,6 Kč. V tomto regresním odhadu se vyskytuje průměrná teplota, za kterou jsme zadali průměrní venkovní měsíční teploty naměřené pracovníky energetiky.

Dalším oddělením, u kterého budeme odhadovat regresní model je příprava polotovarů. Zde jsme opět zkusili různé regresní modely, které ale opět nemohli být použity, protože analyzované parametry byly statisticky nevýznamné na dané hladině významnosti. Nedříve provedeme test k ověření linearity, budeme porovnávat vypočtenou statistickou hodnotu F s tabulkovou kritickou hodnotou:

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

Z tabulek regresních odhadů vybereme součty čtverců reziduí lineárního odhadu a kvadratického odhadu, abychom zjistili předpoklad linearity. Lineární odhad má 10897,25 RSC a kvadratický odhad má 5507,235 RSC, které vložíme do vzorce a výpočet porovnáme s kritickou hodnotou.

$$F_L = \frac{10897,25 - 5507,235 (24-3)}{5507,235} = 20,55318648$$

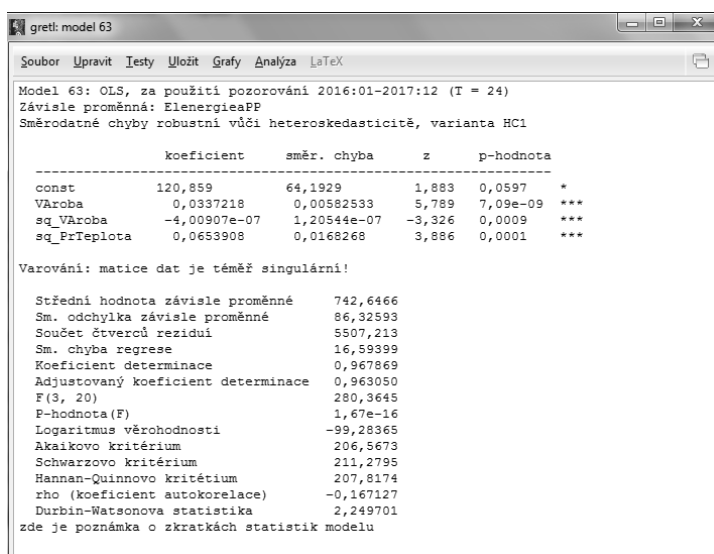
V tabulkách $F_{krit}(1, 21) = 5,827$

$20,55302071 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2), proto můžeme při odhadu regresního modelu použít nelineární odhady. Jako nejlepší se jeví model je kvadratická regrese, ve které je použita výroba v ks a opět průměrné měsíční teploty ve zlínském kraji. Proto opět použijeme kvadratický regresní model, který má tvar (obr. 49):

$$\text{Spotřeba el. energie na přípravě polotovarů} = 120,859 + 0,0337218Q - 0,000000400907Q^2 + 0,0653908\theta^\circ\text{C}^2 \text{ (MWh)}$$

U tohoto modelu vykazuje Adjustovaný koeficient determinace 0,963050, který vykazuje nejvyšší hodnotu mezi ostatními odhady. Na tomto oddělení se rozčleňují náklady v poměru 6 % na fixní náklady a 94 % na variabilní náklady. Z regresního vzorce vychází náklady v poměru 15,93 % na fixní spotřebu a 84,07% na variabilní spotřebu. Celková fixní spotřeba po dosažení budgetu do regresního odhadu nám vychází 1450 MWh/rok elektrické energie, ve finančním vyjádření je odhad regresního modulu 2 606 204 Kč/rok. Celková spotřeba na přípravě polotovarů, byla odhadnuta na 9101 MWh/rok, kdy ve finančním vyjádření jsou náklady odhadnuty pomocí regresního modulu na 16 376 879 Kč/rok. Odhadované náklady ve společnosti Mitas a.s. při stejném rozpočítávání jsou za rok 16 713 883 Kč/rok. K tomuto odhadu jsme došli jednoduchým násobením koeficientu 58,7 % s odhadovanými celkovými náklady, které jsou odhadnuty ve společnosti na 28 473 395 Kč/rok. Zde bychom mohli být v odhadu přesnější o 2,16 %, kdy je odhad ve finančním vyjádření přesnější o 337 004 Kč. Opět se zde vyskytuje průměrná venkovní měsíční teplota, za kterou jsme zadali průměrné teploty naměřené energetikou.



```

gretl: model 63
-----
Soubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
-----
Model 63: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: ElenergieaPP
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

-----
                koeficient    směr. chyba    z    p-hodnota
-----
const           120,859         64,1929         1,883    0,0597    *
VAroba           0,0337218         0,00582533      5,789    7,09e-09   ***
sq_VAroba       -4,00907e-07       1,20544e-07     -3,326    0,0009    ***
sq_FrTeplota    0,0653908         0,0168268       3,886    0,0001    ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

-----
Střední hodnota závisle proměnné      742,6466
Sm. odchylka závisle proměnné         86,32593
Součet čtverců reziduí                 5507,213
Sm. chyba regrese                       16,59399
Koeficient determinace                  0,967869
Adjustovaný koeficient determinace      0,963050
F(3, 20)                                280,3645
P-hodnota(F)                            1,67e-16
Logaritmus věrohodnosti                 -99,28365
Akaikovo kritérium                       206,5673
Schwarzovo kritérium                     211,2795
Hannan-Quinnovo kritérium                207,8174
rho (koeficient autokorelace)            -0,167127
Durbin-Watsonova statistika              2,249701
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

Obrázek 49. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na přípravě polotovarů a výrobou v ks

Následujícím oddělením, u kterého budeme odhadovat regresní model je správa budov. Zde jsme opět zkusili různé regresní modely, které ale opět nemohli být použity, protože analyzované parametry byly statisticky nevýznamné na dané hladině významnosti. Proto musíme nedříve provést test k ověření linearity, proto budeme porovnávat vypočtenou statistickou hodnotu F s tabulkovou kritickou hodnotou:

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

Z tabulek regresních odhadů vybereme součty čtverců reziduí lineárního odhadu a kvadratického odhadu, abychom zjistili předpoklad linearity. Lineární odhad má 32,38476 RSC a kvadratický odhad má 10,8 RSC, které vložíme do vzorce a výpočet porovnáme s kritickou hodnotou.

$$F_L = \frac{32,38476 - 10,8(24-3)}{10,8} = 41,97036667$$

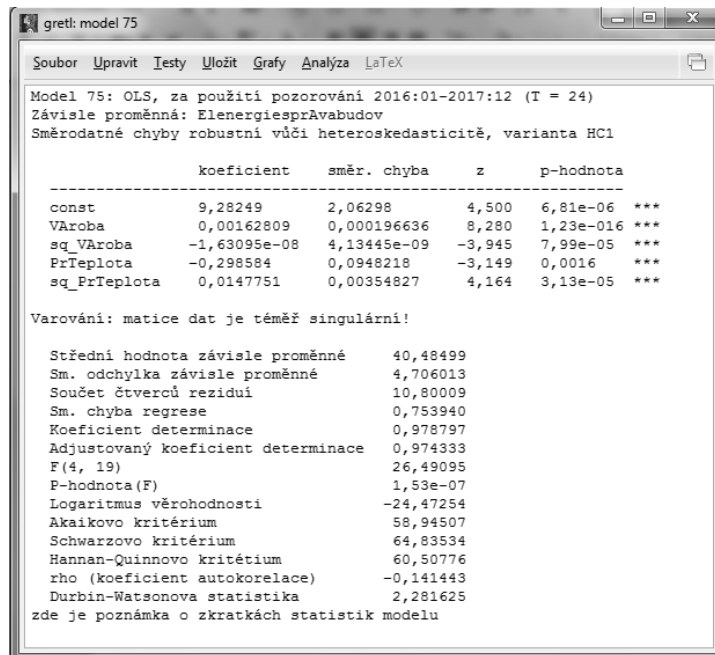
V tabulkách $F_{krit}(1, 21) = 5,827$

$41,97036667 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2), proto můžeme při odhadu regresního modelu použít nelineární odhady. Opět se jako nejlepší jeví model kvadratické regrese, ve které je použita výroba v ks a opět průměrné měsíční teploty naměřené energetiky. Proto opět použijeme kvadratický regresní model, který má tvar (obr. 50):

$$\text{Spotřeba el. energie správa budov} = 9,28249 + 0,00162809Q - 0,0000000163095Q^2 - 0,298584\phi^\circ\text{C} + 0,0147751\phi^\circ\text{C}^2 \text{ (MWh)}$$

U tohoto modelu vykazuje Adjustovaný koeficient determinace 0,974333, který vykazuje nejvyšší hodnotu mezi ostatními odhady. Na tomto oddělení se rozčleňují náklady v poměru 100 % na fixní náklady a 0 % na variabilní náklady. Důvodem jsou náklady na energii, které se spotřebují pouze na šatnách a v kancelářích. Z regresního vzorce vychází náklady v poměru 22,42 % na fixní spotřebu a 77,58 % na variabilní spotřebu. Celková fixní spotřeba po dosazení budgetu do regresního odhadu nám vychází 111 MWh/rok elektrické energie, ve finančním vyjádření je odhad 200 168 Kč/rok. Celková spotřeba na správě budov, byla odhadnuta na 497 MWh/rok, kdy ve finančním vyjádření jsou náklady odhadnuty na 892 697 Kč/rok. Odhadované náklady ve společnosti Mitas a.s. při stejném rozpočítávání jsou za rok 911 149 Kč/rok. K tomuto odhadu jsme opět došli jednoduchým násobením koeficientu 3,2 % s odhadovanými celkovými náklady, které jsou odhadnuty ve společnosti na 28 473 395 Kč/rok. Zde bychom mohli být v odhadu přesnější o 2,03 %. Ve finančním vyjádření jde zpřesnění pomocí regresního modelu o 18 452 Kč. Náklady na tomto oddělení, jsou dle mého názoru rozčleněny špatně, protože práce ve většině kanceláří je řízena pracovními dny tzv. CUD, kdy při nevýrobě většina THP pracovníků zůstává doma na řádné dovolené.



```

gretl: model 75
-----
Šoubor  Upravit  Testy  Uložit  Grafy  Analýza  LaTeX
-----
Model 75: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: ElenergiesprAvabudov
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

-----
                koeficient    směr. chyba    z    p-hodnota
-----
const           9,28249         2,06298         4,500  6,81e-06 ***
VAroba          0,00162809         0,000196636     8,280  1,23e-016 ***
sq_VAroba      -1,63095e-08         4,13445e-09    -3,945  7,99e-05 ***
PrTeplota      -0,298584           0,0948218     -3,149  0,0016 ***
sq_PrTeplota    0,0147751           0,00354827     4,164  3,13e-05 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné    40,48499
Sm. odchylka závisle proměnné       4,706013
Součet čtverců reziduí               10,80009
Sm. chyba regrese                     0,753940
Koeficient determinace                0,978797
Adjustovaný koeficient determinace    0,974333
F(4, 19)                              26,49095
P-hodnota(F)                          1,53e-07
Logaritmus věrohodnosti               -24,47254
Akaikovo kritérium                    58,94507
Schwarzovo kritérium                  64,83534
Hannan-Quinnovo kritérium             60,50776
rho (koeficient autokorelace)         -0,141443
Durbin-Watsonova statistika            2,281625
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

Obrázek 50. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie správa budovy a výrobou v ks

Posledním oddělením, u kterého budeme odhadovat regresní model je energetika. Zde jsme opět zkusili různé regresní modely, které ale opět nemohli být použity, protože analyzované parametry byly statisticky nevýznamné na dané hladině významnosti. Proto musíme nejdříve provést test k ověření linearity, kdy:

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

Z tabulek regresních odhadů vybereme součty čtverců reziduí lineárního odhadu a kvadratického odhadu, abychom zjistili předpoklad linearity. Lineární odhad má 55,78781 RSC a kvadratický odhad má 28,19 RSC, které vložíme do vzorce a výpočet porovnáme s kritickou hodnotou.

$$F_L = \frac{55,78781 - 28,19(24-3)}{28,19} = 20,55885101$$

V tabulkách $F_{krit}(1, 21) = 5,827$

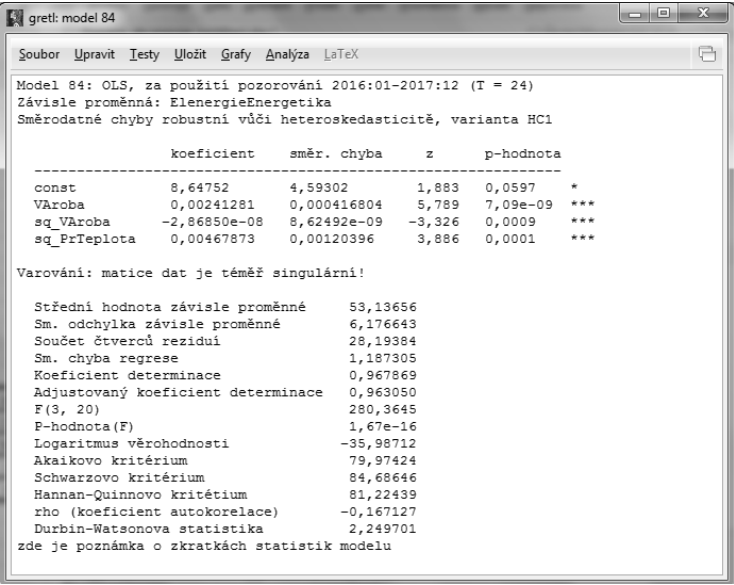
$20,55885101 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2), proto můžeme při odhadu regresního modelu použít nelineární odhady. Jako nejlepší se opět jeví model kvadratické regrese,

ve které je použita výroba v ks a opět průměrné měsíční teploty ve zlínském kraji. Proto opět použijeme kvadratický regresní model, který má tvar (obr. 51):

$$\text{Spotřeba el. energie energetika} = 8,64752 + 0,00241281Q - 0,00000028685Q^2 - 0,00467873\varphi^{\circ}\text{C}^2 \text{ (MWh)}$$

U tohoto modelu vykazuje Adjustovaný koeficient determinace 0,974333, který vykazuje nejvyšší hodnotu mezi ostatními odhady. Na tomto oddělení se rozčleňují náklady v poměru 14 % na fixní náklady a 86 % na variabilní náklady. Z regresního vzorce vychází náklady v poměru 16,26 % na fixní spotřebu a 83,74 % na variabilní spotřebu. Celková fixní spotřeba po dosažení budgetu do regresního odhadu nám vychází 104 MWh/rok elektrické energie, ve finančním vyjádření je odhad 186 475 Kč/rok. Celková spotřeba na správě budov, byla odhadnuta na 638 MWh/rok, kdy ve finančním vyjádření jsou náklady odhadnuty na 1 146 854 Kč/rok.



gretl: model 84

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 84: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
 Závisle proměnná: ElenergieEnergetika
 Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota	
const	8,64752	4,59302	1,883	0,0597	*
VÁroba	0,00241281	0,000416804	5,789	7,09e-09	***
sq_VÁroba	-2,86850e-08	8,62492e-09	-3,326	0,0009	***
sq_PrTeplota	0,00467873	0,00120396	3,886	0,0001	***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné	53,13656
Sm. odchylka závisle proměnné	6,176643
Součet čtverců reziduí	28,19384
Sm. chyba regrese	1,187305
Koeficient determinace	0,967869
Adjustovaný koeficient determinace	0,963050
F(3, 20)	280,3645
P-hodnota(F)	1,67e-16
Logaritmus věrohodnosti	-35,98712
Akaikeovo kritérium	79,97424
Schwarzovo kritérium	84,68646
Hannan-Quinnovo kritérium	81,22439
rho (koeficient autokorelace)	-0,167127
Durbin-Watsonova statistika	2,249701

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Obrázek 51. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na energetice a výrobou v ks

Odhadované náklady ve společnosti Mitas a.s. při stejném rozpočítávání jsou za rok 1 195 883 Kč/rok. K tomuto odhadu jsme došli jednoduchým násobením koeficientu 4,2 % s odhadovanými celkovými náklady, které jsou odhadnuty ve společnosti na 28 473 395 Kč/rok. Zde bychom mohli být pomocí regresního odhadu přesnější o 4,1 %, ve finančním vyjádření jde o zpřesnění odhadu o 49 029 Kč.

V tomto projektu zefektivnění nákladů nyní můžeme porovnat plánované fixní a variabilní náklady ve společnosti s odhady fixních a variabilních nákladů pomocí regresních vzorců.

Na oddělení lisovny se fixní náklady pomocí regresního odhadu snížili z 34 % na 16,85 %, kdy jsme zpřesnili odhad na celkové náklady o 2,14 %. Ve finančním vyjádření vychází odhad pomocí regresní analýzy nižší o 101 775 Kč. Na oddělení konfekce se fixní náklady pomocí regresního odhadu zvýšili z 15 % na 15,93 %, ale opět jsme zpřesnili odhad na celkové náklady o 2,16 %. Ve finančním vyjádření vychází odhad pomocí regresní analýzy nižší o 105 566 Kč. Na oddělení přípravy polotovaru se fixní náklady pomocí regresního odhadu zvýšili z 6 % na 16,93 %, ale opět jsme zpřesnili odhad na celkové náklady o 2,16 %. Ve finančním vyjádření vychází odhad pomocí regresní analýzy nižší o 337 004 Kč. Na oddělení správy budov jsme fixní náklady pomocí regresního odhadu snížili ze 100 % na 22,42 %, ale opět jsme zpřesnili odhad na celkové náklady o 2,03 %. Kdy ve finančním vyjádření vychází odhad pomocí regresní analýzy nižší proti plánu o 18 452 Kč. Na oddělení energetiky jsme fixní náklady pomocí regresního odhadu zvýšili ze 14 % na 16,26 %. Zpřesnili jsme odhad na celkové náklady o 4,1 %. Kdy ve finančním vyjádření vychází odhad pomocí regresní analýzy nižší proti plánu o 49 029 Kč (viz tab. 14).

Členění energie Var/Fix	Plán podnik	Plán Regrese	Zpřesnění o Kč
El. energie - fixní – lisovna	34,0%	16,85%	101 775
El. energie - variabilní - lisovna	66,0%	83,15%	
El. energie - fixní – konfekce	15,0%	15,93%	105 566
El. energie - variabilní - konfekce	85,0%	84,07%	
El. energie - fixní – PP	6,0%	15,93%	337 004
El. energie - variabilní. – PP	94,0%	84,07%	
El. energie - fix. - správa budov	100,0%	22,42%	18 452
El. energie - variabilní- správa budov	0,0%	77,58%	
El. energie - fix. – Energetika	14,0%	16,26%	49 029
El. energie - var. – Energetika	86,0%	83,74%	

Tabulka 14. Porovnání rozčlenění fixních a variabilních nákladů na elektrickou energii a zpřesnění odhadu

7.3 Zemní plyn

Nyní provedeme regresní analýzu na další základní energetickou surovinu, v tomto případě jde o spotřebu plynu na VU Mitas Otrokovice. V předešlé korelaci jsme zjistili, že nejvíce závislá na spotřebě této energie je objem výkonu podniku v kg. Proto při hledání regresního vzorce použijeme výkon podniku v kg, a z důvodů vysoké spotřeby plynu při nižších venkovních průměrných teplotách, budeme muset zohledňovat i tuto měnící se veličinu.

gretl: model 2

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 2: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
 Závisle proměnná: Celkemplyn
 Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	98549,8	10245,8	9,619	6,67e-022 ***
KgvAroba	0,0581131	0,00545169	10,66	1,57e-026 ***
CUDvAroba	2260,81	759,761	2,976	0,0029 ***
PrTeplota	-2359,84	294,399	-8,016	1,09e-015 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné	310487,3
Sm. odchylka závisle proměnné	51164,24
Součet čtverců reziduí	1,86e+09
Sm. chyba regrese	9645,052
Koeficient determinace	0,969099
Adjustovaný koeficient determinace	0,964463
F(3, 20)	227,2279
F-hodnota(F)	1,29e-15
Logaritmus věrohodnosti	-252,0475
Akaikovo kritérium	512,0949
Schwarzovo kritérium	516,8072
Hannan-Quinnovo kritérium	513,3451
rho (koeficient autokorelace)	0,081543
Durbin-Watsonova statistika	1,772005

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Obrázek 52. Výstup odhadu lineárního modelu mezi celkovou spotřebou plynu a výrobou v kg

V zimních měsících se mění průměrná spotřeba na vyrobené kg, a to z důvodů nutnosti vyhřívání celé výrobní haly. Tuto spotřebu můžeme vidět v příloze P IV, kde se nachází tabulka se skutečnými odběry energií. V první lineární regresní analýze, která byla provedena, je Adjustovaný koeficient determinace 0,964463 a 1,86E+09 RSC z důvodů testu linearity. Nedříve provedeme test k ověření linearity, kdy:

$H_0: b_2 = 0$, pokud přijmeme H_0 , je závislost lineární

$H_1: b_2 \neq 0$, pokud přijmeme H_1 , je závislost kvadratická

Z tabulek regresních odhadů vybereme součty čtverců reziduí lineárního odhadu a kvadratického odhadu, abychom zjistili předpoklad linearity. Lineární odhad má 1,86E+09 RSC a kvadratický odhad má 1,09E+09 RSC, které vložíme do vzorce a výpočet porovnáme s kritickou hodnotou.

$$F_L = \frac{1,86E+09 - 1,09E+09(24-3)}{1,09E+09} = 14,83486239$$

V tabulkách $F_{krit}(1, 21) = 5,827$

$14,83486239 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární.

Závěr: rozptyly obou souborů se statisticky významně liší (tj. výběry pocházejí ze dvou různých základních souborů s rozdílnými rozptyly σ_1^2 a σ_2^2), proto můžeme při odhadu regresního modelu použít nelineární odhady. Při analýzách nelineárních regresních funkcí, nám opět vychází s nejvyšším Adjustovaným koeficientem kvadratický model (obr. 53), který má koeficient 0,978851. Tento model má tvar funkce:

$$\text{Celková spotřeba plynu} = 94\,512,4 + 0,0655224Q + 1\,809,96\text{CUD} - 4\,921,13\theta^\circ\text{C} + 106,037\theta^\circ\text{C}^2 \text{ (m}^3 \text{ plynu)}$$

Tento model má koeficient 98,2529 %, co znamená, že jen 1,74 % variability celkové spotřeby způsobují činitele nezařazené do regresního modelu a náhodných vlivů. V tomto modelu se nachází více veličin, jako je výroba v kg, výroba CUD a průměrná venkovní teplota.

```

Model 8: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: plynm3
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

-----
                koeficient      směr. chyba      z      p-hodnota
-----
const           94512,4          9985,92           9,465   2,95e-021 ***
KgvAroba         0,0655224          0,00506516       12,94   2,82e-038 ***
CUDvAroba        1809,96             701,497          2,580   0,0099 ***
PrTeplota       -4921,13            665,423          -7,395  1,41e-013 ***
sq_PrTeplota    106,037             23,0481          4,601   4,21e-06 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné      310487,3
Sm. odchylka závisle proměnné         51164,24
Součet čtverců reziduí                  1,05e+09
Sm. chyba regrese                       7440,587
Koeficient determinace                  0,982529
Adjustovaný koeficient determinace      0,978851
F(4, 19)                                197,1762
P-hodnota(F)                            3,48e-15
Logaritmus věrohodnosti                 -245,2041
Akaikovo kritérium                       500,4081
Schwarzovo kritérium                     506,2984
Hannan-Quinnovo kritérium                501,9708
rho (koeficient autokorelace)            -0,160923
Durbin-Watsonova statistika              1,995056
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

```

Obrázek 53. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi celkovou spotřebou plynu a výrobou v kg

Při porovnání p-hodnoty nám z výsledků vyvstává, že model je statisticky významný, jelikož p-hodnota u parametru β_0 $2,95^{-21} < (\alpha = 0,05)$ je tedy pod 5 % významnosti, u ostatních parametru je β_1 $2,82^{-38} < (\alpha = 0,05)$, β_2 $0,0099 < (\alpha = 0,05)$, β_3 $1,41^{-13} < (\alpha = 0,05)$ a β_4 $4,21^{-6} < (\alpha = 0,05)$, proto a přijímáme alternativní hypotézu H_1 na hladině 5 %.

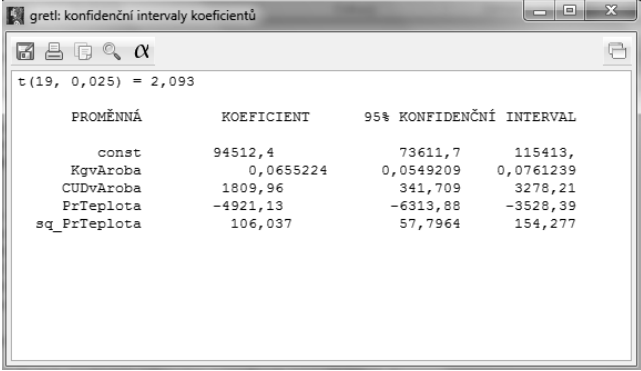
Sloupec „koeficient“ označuje odhadované parametry. První hodnota řádku „const“, je odhad parametru β_0 a nazývá se základní konstanta. Její hodnota vyjadřuje průměrnou hodnotu proměnné spotřeby plynu za předpokladu, že proměnná výroba v $Q = 0$. V případě, že podnik

nevyrábí, spotřeba plynu bude 94 512 m³, při přepočtu 997 106 kWh. Druhý parametr patřící řádku „výroba v kg“ je odhad parametru β_1 a parametr β_2 patří řádku výroba CUD se nazývají regresní koeficienty. Tato hodnota vyjadřuje průměrnou změnu proměnné spotřeby plynu za předpokladu, že se proměnná výroba v Q změní o jednotku. Se zvýšením výroby o 1 kg celková spotřeba plynu vzroste o $0,0655224Q + 1809,96\text{CUD}$. Výpočet je dále závislý na okolní měsíční průměrné teplotě, která se násobí $-4921,13\text{ }^\circ\text{C} + 106,037 \text{ }^\circ\text{C}^2$.

Dalším krokem bude odhad intervalu spolehlivosti, z důvodů zjištění nakolik je tento odhad přesný. Nejrychlejší způsob jak to zjistit, je přímo porovnat hodnoty parametrů s odhadem jejich rozptylů. Tento způsob však nemusí odrážet reálné hodnoty, nakolik je ovlivněný výběrem konkrétního bodového odhadu. Aby se odstranil vliv náhody, vytváří se intervalový odhad. Ten je možný získat dvěma způsoby, a to buď vytvořením konfidenčního intervalu okolo hodnot odhadu parametrů anebo testováním hypotéz u parametrů β_0 , β_1 . Obě metody jsou rovnocenné. Vztah na výpočet konfidenčního intervalu má tvar:

$$P \left\{ \beta_1 - t_{\frac{\alpha}{2}} \sigma_{\beta_1} \leq \beta_1 \leq \beta_1 + t_{\frac{\alpha}{2}} \sigma_{\beta_1} \right\}$$

Kde $t_{\alpha/2}$ – kritická hodnota Studentova rozdělení (t) pro $n - 2$ stupně volnosti, α je hladina významnosti, σ_{β_1} – odhad standardní odchylky parametru β_1 .



PROMĚNNÁ	KOEFICIENT	95% KONFIDENČNÍ INTERVAL	
const	94512,4	73611,7	115413,
KgvAroba	0,0655224	0,0549209	0,0761239
CUDvAroba	1809,96	341,709	3278,21
PrTeplota	-4921,13	-6313,88	-3528,39
sq_PrTeplota	106,037	57,7964	154,277

Obrázek 54. Hladina spolehlivosti při výpočtu konfidenčního intervalu

Hodnoty výstupu (obr. 54) se interpretuje např. takto: „V 95 případech ze 100 po navýšení výroby o 1 kg výroby se zvýší spotřeba plynu o víc jak 0,0549209 a méně jak 0,0761239, a zároveň se zvýší o 1 CUD zvyšuje se spotřeba plynu o víc jak 341,709 a méně jak 3278,21. Tento regresní vzorec je ovlivňován i $^\circ\text{C}$, která ovlivňuje výpočet o více jak - 6313,88 a méně jak - 3528,39 a zároveň $^\circ\text{C}^2$ o více jak 57,7964 a méně jak 154,277. Tyto vztahy můžeme vyjádřit:

$$P_1\{0,0549209 \leq 0,0655224 \leq 0,0761239\} = 0,95$$

$$P_2\{341,709 \leq 1809,96 \leq 3278,21\} = 0,95$$

$$P_3\{-6313,88 \leq -4921,13 \leq -3528,39\} = 0,95$$

$$P_4\{57,7964 \leq 106,037 \leq 154,277\} = 0,95$$

Test regresního koeficientu

Nyní ověříme statistickou významnost regresního koeficientu na hladině významnosti 0,05, při formulaci hypotézy:

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Kritické hodnoty se v systému GRETL vyhledají ve statistických tabulkách, stačí vybrat vhodné statistické rozdělení, kdy v tomto případě vybereme Studentovo rozdělení, kde určíme počet stupňů volnosti (df) a hodnotu $\alpha/2$ (right-tail probability). Zamítnutí nulové hypotézy se vykoná potvrzením vztahu:

$$\left| \frac{\beta_1 - 0}{\sigma_{\beta_1}} \right| > t_{\alpha/2}; \quad \left| \frac{\beta_2 - 0}{\sigma_{\beta_2}} \right| > t_{\alpha/2}; \quad \left| \frac{\beta_3 - 0}{\sigma_{\beta_3}} \right| > t_{\alpha/2}; \quad \left| \frac{\beta_4 - 0}{\sigma_{\beta_4}} \right| > t_{\alpha/2};$$

Po dosazení odhadu regresního koeficientu z obr. 37BF a odhadu jeho rozptylu spolu s testovací statistikou z obr. 38BG dostaneme následující závěr:

$$|12,94| > 2,093; \quad |2,58| > 2,093; \quad |7,395| > 2,093; \quad |4,601| > 2,093$$

Když nerovnost platí, zamítáme nulovou hypotézu. Regresní koeficienty jsou statisticky významné – kdy změna výroby v kg, změna výroby v CUD a změna průměrné teploty ovlivňuje statisticky celkovou spotřebu plynu v podniku.

Dalším ověřením statistické významnosti modelu jako celku, na hladině významnosti 0,05, kterou ověříme pomocí Fisherovým rozdělením:

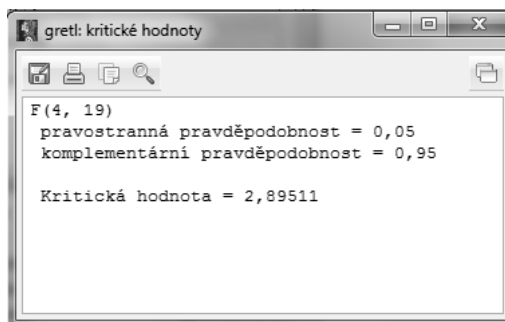
$$F > F_{0,05}(k, n - k - 1)$$

Formulace hypotézy:

$$H_0 : \text{model není statisticky významný}$$

$$H_1 : \text{model je statisticky významný}$$

Kritickou hodnotu opět získáme z programu Gretl, kdy zvolíme Fisherovo rozdělení a po zadání požadovaných hodnot dostaneme $F_{0,05}(4,19) = 2,89511$ (obr. 55).



Obrázek 55. Kritická hodnota Fisherova rozdělení

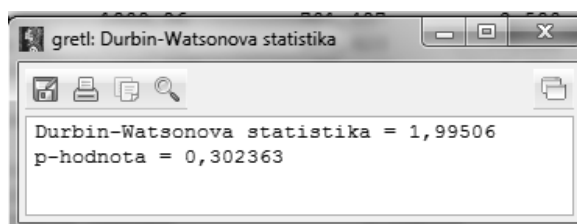
Vypočítaná hodnota F statistiky je uvedena přímo ve výstupu odhadu modelu a její hodnota je v našem případě $F = 197,1762$. Po dosazení do vztahu dostaneme nerovnost:

$$197,1762 > 2,89511$$

Nerovnost platí, v tomto případě zamítáme nulovou hypotézu H_0 , že regresní model není statisticky významný.

Testování hypotéz

Základním testovacím předpokladem regresního modelu, jsou navzájem nekorelované náhodné složky. To znamená, že náhodné složky z dvou libovolných pozorování musí být nezávislé. Nesplnění této podmínky se nazývá autokorelace a je hlavně typická pro modely časových řad.



Obrázek 56. Durbin-Watsonův test nezávislosti

Nejpoužívanější test se stal Durbin-Watsonov test, i když je testem autokorelace 1. řádu.

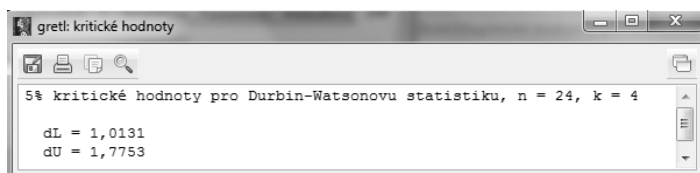
Hypotézy mají tvar:

H_0 : rezudia jsou nezávislé

H_1 : rezudia jsou závislé

H_0 : zamítáme, pokud platí $DW < dL$ nebo $DW > 4 - dL$

H_0 : nezamítáme, pokud platí, $dU < DW < 2$, nebo $2 < DW < 4 - dU$, v ostatních případech test mlčí.

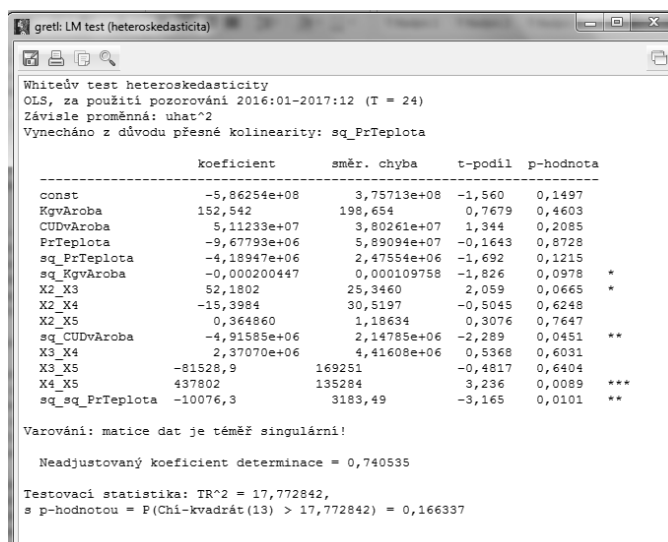


Obrázek 57. Kritické hodnoty Durbin-Watsonova testu

V našem případě v programu Gretl je výpočet $DW = 1,99506$, a jeho kritické body jsou na obr. 57. V tomto případě H_0 nezamítáme, protože DW se nachází v intervalu $1,7753 < 1,99506 < 2$. Rezidua jsou nezávislé, a není zde autokorelace.

Heteroskedasticitu si otestujeme na Whiteovém testu. Samotný test je založený na porovnání testovací statistiky WH s kritickými hodnotami rozdělení, v kterém se počet stupňů volnosti c rovná počtu vysvětlujících proměnných pomocné regrese. Zamítnutí nulové hypotézy se vykoná potvrzením vztahu:

$$WH = n \cdot R^2 > \chi^2 \Rightarrow \text{zamítáme } H_0$$



Obrázek 58. Whiteův test na heteroskedasticitu regresního modelu

Výstup obsahuje údaje pomocné regrese a hodnotu koeficientu determinace R^2 , pomocí kterého je vypočítaná testovací statistika:

$$WH = 17,772842 > 9,48773$$

Jestliže nerovnost platí, na hladině významnosti 0,05 zamítáme nulovou hypotézu, že v modelu je přítomná heteroskedasticita.

Výsledek v regresním modelu nám vychází spotřeba m³ plynu, kterou musíme převést koeficientem 10,55 na kWh plynu. Je do z důvodů nákupu této komodity v těchto jednotkách. Za jednu kWh plynu podnik zaplatí 0,629 Kč. Jak jsme již psali dříve, náklady na plyn se řídí procentuálním rozpočtem nákladů na fixní a variabilní, které se opět procentuálním rozpočtem roztrídí na střediska. Náklady na plyn se rozpočítává 93 % na variabilní prémie a 7 % na fixní prémie. Po dosažení plánované výroby pro rok 2018, je odhad fixních nákladů na elektrickou energii 29,9 % a zbytek ročních nákladů se zaeviduje do variabilních nákladů. Fixní náklady za rok 2018, se po dosažení budgetu do regresního vzorce odhadují na 7 526 155 Kč, a celkové náklady byly odhadnuty na 25 192 815 Kč při spotřebě 40 052 170 kWh. Nyní porovnáme podnikové plánované náklady na rok 2018, kde je podle energetiků odhad spotřeby 40 497 047 kWh/rok plynu v celkové hodnotě 25 472 642 Kč. Pomocí regresního vzorce, jsme schopni přesněji odhadnout náklady na plyn o 279 827 Kč, což činí 98,9 % z plánovaných podnikových nákladů. Můžeme konstatovat, že jsme zpřesnili odhad o 1,1 % z plánovaných nákladů.

Při testu linearity porovnáme F_L a F_{krit} , kdy je výsledek $16,15384615 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární. A opět porovnááme Adjustované koeficienty determinace mezi těmito odhady, kde lineární koeficient je nižší než u kvadratického odhadu. Po tomto porovnání, jsme odzkoušeli různé nelineární regresní modely, které ale opět nemohli

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	87896,6	9286,90	9,465	2,95e-021 ***
KgvAroba	0,0609358	0,00471060	12,94	2,82e-038 ***
PrTeplota	-4576,65	618,843	-7,395	1,41e-013 ***
sq_PrTeplota	98,6141	21,4348	4,601	4,21e-06 ***
CUDvAroba	1683,26	652,392	2,580	0,0099 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné	288753,2
Sm. odchylka závisle proměnné	47582,74
Součet čtverců reziduí	9,10e+08
Sm. chyba regrese	6919,745
Koeficient determinace	0,982529
Adjustovaný koeficient determinace	0,978851
F(4, 19)	197,1762
P-hodnota(F)	3,48e-15
Logaritmus věrohodnosti	-243,4624
Akaikevo kritérium	496,9247
Schwarzovo kritérium	502,8150
Hannan-Quinnovo kritérium	498,4874
rho (koeficient autokorelace)	-0,160923
Durbin-Watsonova statistika	1,995056

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Obrázek 59. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou plynu na lisovně a výrobou v kg

být použity, protože analyzované parametry byly statisticky nevýznamné na dané hladině významnosti. Jako nejlepší se jeví model je kvadratická regrese, ve které je použita výroba v ks a opět průměrné měsíční teploty naměřené pracovníky energetiky a plán výroby v CUD. Tento regresní model má koeficient 97,89 %, což znamená, že jen 2,11 % variability celkové spotřeby způsobují činitele nezařazené do regresního modelu a náhodných vlivů. Tento kvadratický regresní model má tvar (obr. 59):

$$\text{Spotřeba plynu na lisovně} = 87\,896,6 + 0,0609358Q + 1\,683,26\text{CUD} - 4\,576,65\vartheta^{\circ\text{C}} + 98,6141\vartheta^{\circ\text{C}^2} \text{ (m}^3 \text{ plynu)}$$

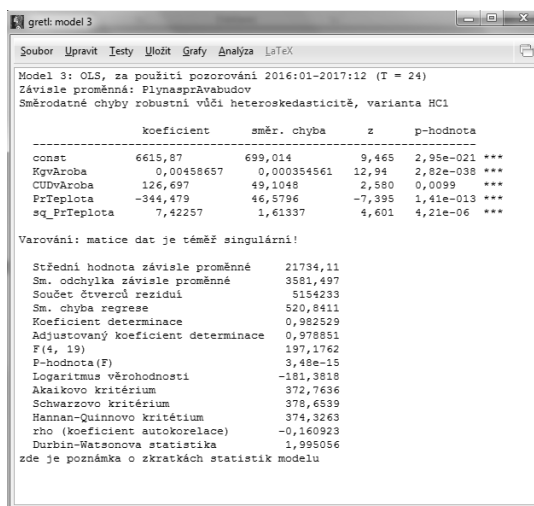
Na oddělení lisovny se náklady rozčleňují v poměru 0 % na fixní náklady a 100 % na variabilní náklady. Zde se odhaduje spotřeba podle výroby CUD, kdy se náklady rozpočítají jen na výrobu. Z regresního vzorce vychází náklady v poměru 29,0 % na fixní spotřebu a zbytek se rozpočítá na variabilní spotřebu. Celková fixní spotřeba po dosazení budgetu do regresního odhadu nám vychází na 11 127 710 kWh/rok plynu, ve finančním vyjádření je odhad 6 999 329 Kč/rok. Celková spotřeba plynu na oddělení lisovny, byla odhadnuta na 37 248 497 kWh/rok, kdy ve finančním vyjádření jsou náklady odhadnuty na 23 429 305 Kč/rok. Odhadované náklady ve společnosti Mitas a.s. při stejném rozpočítávání jsou za rok 23 689 557 Kč/rok. Rozdíl mezi těmito odhady je 260 252 Kč/rok, kdy při ročních nákladech, bychom mohli být v odhadu přesnější o 1,1 %.

Poslední odhad nákladů provedeme u oddělení správy budovy, kdy při testu linearity porovnáme F_L a F_{krit} , kdy je výsledek $16,14415491 > 5,827$ proto H_0 zamítáme, že je závislost lineární. A opět porovnáme Adjustované koeficienty determinace mezi těmito odhady, kde lineární koeficient je nižší než u kvadratického odhadu. Jako nejlepší se jeví model je kvadratická regrese, ve které je použita výroba v ks a opět průměrné měsíční teploty naměřené pracovníky energetiky a plán výroby v CUD. Tento regresní model má stejný Adjustovaný koeficient jako u oddělení lisovny 97,89 %, což znamená, že jen 2,11 % variability celkové spotřeby způsobují činitele nezařazené do regresního modelu a náhodných vlivů. Tento kvadratický regresní model má tvar (obr. 60):

$$\text{Spotřeba plynu správa budov} = 6\,615,87 + 0,00458657Q + 126,697\text{CUD} - 344,479\vartheta^{\circ\text{C}} + 7,43357\vartheta^{\circ\text{C}^2} \text{ (m}^3 \text{ plynu)}$$

Na oddělení správy budov se náklady rozčleňují v poměru 100 % na fixní náklady a 0 % na variabilní náklady. Z regresního vzorce vychází náklady v poměru 29,0 % na fixní spo-

třebu a zbytek se rozpočítá na variabilní spotřebu. Celková fixní spotřeba po dosažení bud-
getu do regresního odhadu nám vychází na 837 569 kWh/rok plynu, ve finančním vyjádření
je odhad 526 831 Kč/rok. Celková spotřeba plynu na oddělení správy budov, byla odhadnuta
na 2 803 956 kWh/rok, a ve finančním vyjádření jsou náklady na oddělení správy budov



Obrázek 60. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou plynu na správě budov a výrobou v kg

odhadnuty na 1 763 688 Kč/rok. Odhadované náklady ve společnosti Mitas a.s. při stejném rozpočítávání jsou za rok 1 783 085 Kč/rok. Rozdíl mezi ročním odhadem a plánovanými náklady správy budov je 19 397 Kč. Zde bychom měli odhad přesnější o 1,09 % oproti plánovaným nákladům.

Členění energie Var/Fix	Plán podnik	Plán Regrese	Zpřesnění o Kč/rok
Plyn - fixní – lisovna	0,00%	29,00%	260 252
Plyn - variabilní - lisovna	100,00%	71,00%	
Plyn - fixní – správa budov	100,00%	29,00%	19 397
Plyn - variabilní - správa budov	0,00%	71,00%	

Tabulka 15. Porovnání rozčlenění fixních a variabilních nákladů na elektrickou energii a zpřesnění odhadu

V první části projektu zefektivnění nákladů jsem porovnal mezi plánovanými podnikovými energetickými náklady a odhady nákladů pomocí regresní analýzy. V této části porovnám plánované a odhadnuté náklady na energetickou položku – plyn. Celkové náklady na plyn se plánované fixní a variabilní náklady ve společnosti s odhady fixních a variabilních nákladů pomocí regresních vzorců. Na oddělení lisovny se rozplánovaly veškeré náklady do

variabilních nákladů. Pomocí regrese, bylo zjištěno, že by se měli náklady rozplánovat v poměru 29/71 %, Po dosazení plánované výroby do regresního vzorce, byl náš odhad přesnější o 260 525 Kč, kdy byl zpřesněn odhad 1,1 %. Druhým analyzovaným střediskem je správa budov, kde se plánují všechny náklady do fixní položky. Po odhadu regrese, bylo zjištěno, že by se náklady měli rozčleňovat podle vzorce 29 % do fixních nákladů a 71 % do variabilních nákladů. Po dosazení plánu za rok 2018, byl odhad přesnější o 19 397 Kč. Z plánovaných nákladů podniku by byl odhad přesnější o 1,09 % (viz tab. 15).

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zefektivnění řízení nákladů ve vazbě na výkon, kdy v této oblasti řízení bylo cílem navrhnout taková opatření, která budou pro společnost přínosná a snadno proveditelná. V první části jsem se věnoval získání teoretických poznatků z oblasti nákladů, jejich řízení a poté jsem kromě základních pojmů a metod regresní analýzy charakterizoval také jednotlivé ukazatele kvality regresní funkce a intenzity závislosti, kterých se následně využívalo při aplikaci odhadu nákladů.

V první analytické části, jsme porovnali náklady podle druhového členění, kde jsme provedli vertikální a horizontální analýzu. Pak jsme se zaměřili na náklady, které byly děleny dle objemu výkonu, kde jsme také provedli vertikální tak i horizontální analýzu. Tyto náklady jsme porovnali s objemem výkonu podniku, kde jsme popsali chování nákladů při navýšení výroby v roce 2017. Druhá část analytické části se věnuje analýze dosavadního způsobu řízení nákladů, kde jsme popsali plánování energetických nákladů v tomto podniku.

V poslední části diplomové práci, jsme si vybrali dvě energetické položky, u kterých jsme pomocí programu Gretl odhadovali náklady pomocí regresní analýzy, které jsme porovnali s plánovanými náklady. Nejdříve jsme vybrali vyhovující model, který jsme porovnali s plánovanými náklady na vybrané energetické položky ve společnosti. Při analýze první položky, kterou byla elektrická energie, jsme pomocí programu odhadli regresní model, kde nám Adjustovaný koeficient determinace vykazoval hodnotu 95,17 %, a který nám zefektivnil odhad nákladu na spotřebu elektrické energie o 611 826 Kč, kdy v procentuálním vyjádření jde o 2,8 %. V regresním modelu se nám v nezávislých proměnných vyskytuje výroba v ks a průměrná venkovní teplota. Výrobu v ks jsme vyhodnotili pomocí korelace jako závislá veličina k elektrické energii. Tato veličina měla vyšší koeficient než výroba v kg, proto se také vyskytuje v regresním modelu. Druhou nezávislou proměnou v regresním vzorci, je průměrná venkovní teplota. Je to z důvodů vyššího odběru elektrické energie v období vyšších teplot, protože se v tomto období musí klimatizovat hala z důvodů technologických požadavků. V následujícím kroku bylo porovnání nákladů na jednotlivá střediska, kde jsme opět hledali nejvhodnější modely u každého oddělení, které jsme opět porovnali s plánovanými náklady na jednotlivém oddělení.

Při analýze druhé položky, kterou byla spotřeba plynu, jsme pomocí programu odhadli regresní model, kdy nám Adjustovaný koeficient determinace vykazoval hodnotu 97,89 %. Přestože byl tento model docela přesný, zefektivnil nám odhad nákladu na spotřebu plynu

jen o 279 827 Kč, kdy v procentuálním vyjádření jde o 1,1 %. V tomto regresním modelu se nám v nezávislých proměnných vyskytuje výroba v kg, výroba na CUD a průměrná venkovní teplota. Výroba v kg, byla vyhodnocena pomocí korelace jako nejvyšší závislá veličina ke spotřebě plynu. Druhou nezávislou proměnou v regresním vzorci, je průměrná venkovní teplota. Zde je to z opačných důvodů než při spotřebě energie, vyšší odběr plynu se plánuje v období nižších teplot, protože v tomto období se musí vyhřívat jak výrobní hala, tak i kanceláře se šatnami. Posledním nezávislou proměnou je výroba v CUD, která je dle mého názoru závislá na lisovně. V následujícím kroku, byly porovnány náklady na střediska lisovny a správy budov, kde bylo opět hledáno nejvhodnější modely u každého oddělení, které byly porovnány s plánovanými náklady na jednotlivém oddělení.

Doporučení pro podnik:

Jelikož rozčlenění nákladů na jednotlivé oddělení je pouze odhad ze strany plánování, navrhuji nainstalovat interní měřiče jak pro elektrickou energii, tak i pro spotřebu tepelné energie z kotelny, aby došlo k přesnějšímu procentuálnímu rozplánování odhadů. Dalším krokem, by bylo po přesném rozčlenění spotřeby energií či nákladů dle interních měřičů, opět provést regresní analýzy na jednotlivé oddělení, kde by se přesněji odhadli jednotlivé modely, podle kterých by se již mohlo efektivněji plánovat energie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ANDERSON Mark, BANKER Rajiv and Suryan JANAKIRAMAN. *Are selling, general, and administrative Costs “sticky”?* *Journal of Accounting Research* [online]. 2003, 41(1), 47-63 [cit. 2017-12-13]. ISSN 1093-5770. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/227538617_Are_Selling_General_and_Administrative_Costs_Sticky.
- BIL Jaroslav, NĚMEC Daniel a Martin POSPIŠ. *Gretl – uživatelská pomůcka* [online]. podzim 2009, 51 s. [cit. 2018-02-24]. Dostupné z: http://www.thunova.cz/wp-content/uploads/CZU/Manual_gretl.pdf
- ČAŇO, Patrik. *Analýza nákladů a jejich vztah ke změnám objemu výkonu ve VU Mitas Otrokovice*, 2016. Bakalářská práce (Bc.). UTB Zlín, Management a ekonomiky, Ústav podnikové ekonomiky, 2016-02-15.
- DOŠLÁ, Zuzana a Petr LIŠKA. *Matematika pro nematematické obory: s aplikacemi v přírodních a technických vědách*. Praha: Grada Publishing, 2014. 304 s. ISBN 978-80-247-5322-5.
- DRURY, Colin. *Management and cost accounting*. 8th Edition, London: Thomson Learning, 2012, 783 pag. ISBN 978-14-080-4180-2.
- DRURY, Colin. *Management and Cost Accounting*. 9th. Edition, Centage Learning EMEA, 2015, 827 pag. ISBN 978-1-4808-9393-1.
- Finance v praxi. *Kritéria pro volbu modelu I*. [online]. ©2018 [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://www.financevpraxi.cz/statistika-volba-modelu>
- HANSEN, Don R., Maryanne M. MOWEN a Liming. GUAN. *Cost management: accounting & control*. 6th Edition. Mason, OH: South-Western Cengage Learning, 2009. 832 s. ISBN 978-03-245-5967-5.
- HOLMAN, Robert. *Mikroekonomie: středně pokročilý kurz*. 2 vydání. Vyd. Praha: C. H. Beck, 2010, 424 s. ISBN 978-80-7179-861-3.
- HRADECKÝ, Mojmir, Jiří LANČA a Ladislav ŠIŠKA. *Manažerské účetnictví*. Praha: Grada, 2008, 264 s. ISBN 9788024724713.
- JAROŠOVÁ, Eva a Darja NOSKIEVIČOVÁ. *Pokročilejší metody statistické regulace procesu*. Praha: Grada Publishing, 2015, 296 s. ISBN 9788024753553.

- Kurzy.cz: Investice. *Nezaměstnanost v ČR, vývoj, rok 2018 - 5 let* [online]. © 2000-2018 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/makroekonomika/nezamestnanost/>
- LANDA, Martin. *Ekonomické řízení podniku*. Brno: Computer Press, 2008, 198 s. ISBN 802-51-1996-3.
- LUKÁČIK Martin a Viktor SLOSIAR. *Základy práce s ekonometrickým programom GRETL* [online]. 2003, 25 s. [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://spu.fem.uniag.sk/cvicenia/ksov/obtulo- vic/EKONOMETRIA/GRETL%20popis.pdf>
- MARTINOVIČOVÁ, Dana, Miloš KONEČNÝ a Jan VAVŘINA. *Úvod do podnikové ekonomiky*. Praha: Grada, 2014, 208 s. ISBN 978-80-247-5316-4.
- Ministerstvo spravedlnosti: *Veřejný rejstřík a Sbírka listin* [online]. In: Výpis z obchodního rejstříku © 2012. [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=277176&typ=PLATNY>
- NEUBAUER, Jiří, Marek SEDLAČÍK a Oldřich KRÍŽ. *Základy statistiky: aplikace v technických a ekonomických oborech. 2.*, rozšířené vydání. Praha: Grada, 2016, 280 s. ISBN 978-80-247-5786-5.
- Parametrické testy [online]. ©2018 [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/stat-potr/POTR/Teorie/Predn3/Ftest.htm>
- POPESKO, Boris. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. Praha: Grada, 2009, 240 s. ISBN 978-80-247-2974-9.
- POPESKO, Boris a Šárka PAPADAKI. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení. 2.*, aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2016, 264 s. ISBN 978-80-247-5773-5.
- PROCHÁZKA, Bohumír. *Biostatistika pro lékaře: princip základních metod a jejich interpretace s využitím statistického systému R*, 1. vydání Praha: Karolinum, 2015, 345 s. ISBN 978-80-246-2782-3.
- SCHROLL, Rudolf. *Manažerské účetnictví*. Praha: Balance: Vzdělávání účetních v ČR, 1997, 461 s.
- SHUST Efrat and Dan WEISS. *Discussion of Asymmetric cost behavior—Sticky costs: Expenses versus cash flows. Journal of Management Accounting Research* [online]. 2014, 26(2), 81–90 [cit. 2018-01-16]. ISSN 1049-2127. Dostupné z:

<http://web.b.ebscohost.com.proxy.k.utb.cz/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=df4ed294-2c07-4742-bf37-6a58b1c7de7d%40sessionmgr104>

SYNEK, Miloslav a kol. *Manažerská ekonomika*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 464 s. ISBN 978-80-247-1992-4.

SYNEK, Miloslav a kol. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011, 480 s. ISBN 978-80-247-3494-1.

SYNEK, Miloslav, KISLINGEROVÁ Eva a kol. *Podniková ekonomika*. 5. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2010, 498 s. ISBN 978-80-7400-336-3.

ŠTĚDRONĚ, Bohumír, POTŮČEK, Martin, KNÁPEK, Jaroslav, MAZOUCH, Petr a kol. *Prognostické metody a jejich aplikace*. 1. Vydání. Praha: C. H. Beck, 2012, 198 s. ISBN 978-80-7179-174-4.

Testování hypotéz [online]. 48-66 s. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://math.feld.cvut.cz/ftp/prucha/mst/texty/5pu.pdf>

Testování hypotéz o kvantitativních proměnných [online]. ©2018, 15 s. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: https://is.muni.cz/www/98951/41610771/43823411/43823458/44159634/44707073/Pavlik_-_Biostatistika_-_kapitola_7.pdf

WAGNER, Jaroslav. *Rozlišení a chování variabilních a fixních nákladů*. [online] ©2012, 668-678 s. [cit. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.vse.cz/polek/cislo.php?cislo=5&rocnik=2012>

WÖHE, Günter A Eva KISLINGEROVÁ. *Úvod do podnikového hospodářství*. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2007, 928 s. ISBN 978-80-7179-897-2.

WEISS Dan. *Cost Behavior and Analysts' Earnings Forecasts*. *The Accounting Review* [online]. 2010, 85(4), 1441–1471 [cit. 2018-03-13]. ISSN 0587-2863. Dostupné z: <http://www.aaajournals.org/doi/abs/10.2308/accr.2010.85.4.1441?code=aaan-site>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MaR Měření a Regulace.

VOC Těkavé organické látky (volatile organic compound).

ZTI Zdravotně technická instalace.

ATS Automatická tlaková stanice.

MNČ Metoda nejmenších čtverců

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Průběh celkových nákladů (Synek, 2011, s. 91)	20
Obrázek 2. Dlouhodobá nákladová funkce tvaru U (Synek, 2011, s. 92)	21
Obrázek 3. Metoda nejmenších čtverců (Došlá, Liška, 2014, s.141)	30
Obrázek 4. Gretl – import dat z excelu	32
Obrázek 5. Gretl - výběr struktury dat	33
Obrázek 6. Gretl - specifikace modelu	33
Obrázek 7. Gretl - výstup z MNČ	34
Obrázek 8. Gretl – korelační analýza	35
Obrázek 9. Gretl – výstup korelace	35
Obrázek 10. Rozdělení tržeb dle sortimentu	39
Obrázek 11. Logo společnosti Mitas a.s.	40
Obrázek 12. Rozdělení tržeb podle teritorií	41
Obrázek 13. Porovnání výroby s počtem pracovníků v Mitas Otrokovice	44
Obrázek 14. Korelační analýza mezi náklady a výrobou v ks	51
Obrázek 15. Kritická hranice Studentova rozdělení při 24 pozorování	52
Obrázek 16. Korelační analýza mezi náklady a výrobou v kg	52
Obrázek 17. Korelační analýza mezi náklady a lisovnou v ks	53
Obrázek 18. Korelační analýza mezi náklady a lisovna v kg	53
Obrázek 19. Korelační analýza mezi výrobou v kg a fixními nevlivitelnými náklady	54
Obrázek 20. Korelační analýza mezi výrobou v kg a fixními ovlivitelnými náklady	54
Obrázek 21. Korelační analýza mezi výrobou v kg a fixními nevlivitelnými náklady	55
Obrázek 22. Korelační analýza mezi náklady energií a výstupy podniku	58
Obrázek 23. Korelační analýza mezi CUD výrobou a náklady na elektrickou energii	59
Obrázek 24. Korelační analýza mezi CUD výrobou a náklady na zemní plyn	59
Obrázek 25. Korelační analýza mezi výrobou v kg a náklady na stlačený vzduch	60
Obrázek 26. Korelační analýza mezi výrobou v tg času a náklady na stočné	60
Obrázek 27. Korelační analýza mezi CUD výrobou a náklady na vodu	60

Obrázek 28. Porovnání výroby v kg a fixními a variabilními náklady na elektrickou energii za období 01/2016-12/2017.....	67
Obrázek 29. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými variabilními náklady elektrické energie	68
Obrázek 30. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými fixními náklady elektrické energie	68
Obrázek 31. Porovnání výroby v kg s fixními a variabilními náklady na zemní plyn.....	69
Obrázek 32. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými variabilními náklady zemního plynu	70
Obrázek 33. Korelační analýza mezi CUD výrobou a celkovými variabilními náklady zemního plynu	71
Obrázek 34. Výstup popisné statistiky nezávislých.....	73
Obrázek 35. Korelační analýza skutečných odběrů energií.....	74
Obrázek 36. Výstup odhadu lineární regrese mezi celkovou spotřebou el. energie a výrobou v ks	75
Obrázek 37. Výstup odhadu kvadratická regrese mezi celkovou spotřebou a výrobou v ks	76
Obrázek 38. Výstup odhadu Log-lineární regrese mezi celkovou spotřebou a výrobou v ks	78
Obrázek 39. Výstup odhadu Log-log modelu mezi celkovou spotřebou el. energie a výrobou v ks	78
Obrázek 40. Hladina spolehlivosti při výpočtu konfidenčního intervalu	80
Obrázek 41. Kritická hodnota Fisherova rozdělení	82
Obrázek 42. Durbin-Watsonův test nezávislosti.....	82
Obrázek 43. Kritické hodnoty Durbin-Watsonova testu	83
Obrázek 44. Whiteův test na heteroskedasticitu regresního modelu	83
Obrázek 45. Výstup odhadu Log-log modelu mezi spotřebou el. energie na lisovně a výrobou v ks	86
Obrázek 46. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na lisovně a výrobou v ks.....	86
Obrázek 47. Výstup odhadu Log-log modelu mezi spotřebou el. energie na konfekci a výrobou v ks	87

Obrázek 48. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na konfekci a výrobou v ks	88
Obrázek 49. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na přípravě polotovarů a výrobou v ks	90
Obrázek 50. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie správa budovy a výrobou v ks	92
Obrázek 51. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou el. energie na energetice a výrobou v ks	93
Obrázek 52. Výstup odhadu lineárního modelu mezi celkovou spotřebou plynu a výrobou v kg.....	95
Obrázek 53. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi celkovou spotřebou plynu a výrobou v kg.....	96
Obrázek 54. Hladina spolehlivosti při výpočtu konfidenčního intervalu	97
Obrázek 55. Kritická hodnota Fisherova rozdělení	99
Obrázek 56. Durbin-Watsonův test nezávislosti.....	99
Obrázek 57. Kritické hodnoty Durbin-Watsonova testu	100
Obrázek 58. Whiteův test na heteroskedasticitu regresního modelu	100
Obrázek 59. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou plynu na lisovně a výrobou v kg.....	101
Obrázek 60. Výstup odhadu kvadratického modelu mezi spotřebou plynu na správě budov a výrobou v kg.....	103

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Počet pracovníků	43
Tabulka 2. Rozdělení nákladů dle druhového členění v tis. Kč	46
Tabulka 3. Vertikální a horizontální analýza nákladů druhového členění	47
Tabulka 4. Struktura nákladů podle objemu výkonu v Kč	49
Tabulka 5. Struktura variabilních nákladů v tis. Kč	49
Tabulka 6. Struktura fixních ovlivnitelných nákladů v tis. Kč	50
Tabulka 7. Struktura fixních neovlivnitelných nákladů v tis. Kč	51
Tabulka 8. Vertikální a horizontální analýza energetických nákladů	57
Tabulka 9. Výpočet náklad plynu na Kč/ kg výroby	58
Tabulka 10. Vertikální analýza fixních a variabilních nákladů	65
Tabulka 11. Horizontální a vertikální analýza nákladů na elektrickou energii	67
Tabulka 12. Horizontální a vertikální analýza nákladů na elektrickou energii	70
Tabulka 13. Korelace mezi energií s výrobou	74
Tabulka 14. Porovnání rozčlenění fixních a variabilních nákladů na elektrickou energii a zpřesnění odhadu	94
Tabulka 15. Porovnání rozčlenění fixních a variabilních nákladů na elektrickou energii a zpřesnění odhadu	103

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: CELKOVÉ NÁKLADY 2016 A 2017

PŘÍLOHA P II: DRUHOVÉ NÁKLADY

PŘÍLOHA P III: DATA K VÝPOČTU KORELACE

PŘÍLOHA P IV: TABULKA SKUTEČNÝCH ODBĚRŮ ENERGIÍ

PŘÍLOHA P V: PLÁN ELEKTRICKÉ ENERGIE PODNIKU A ODHAD REGRESE ZA ROK 2018_1 ČÁST

PŘÍLOHA P VI: PLÁN ELEKTRICKÉ ENERGIE PODNIKU A ODHAD REGRESE ZA ROK 2018_2 ČÁST

PŘÍLOHA P VII: PLÁN SPOTŘEBY PLYNU V PODNIKU A JEHO ODHAD V REGRESI ZA ROK 2018_1 ČÁST

PŘÍLOHA P VIII: PLÁN SPOTŘEBY PLYNU V PODNIKU A JEHO ODHAD POMOCÍ REGRESE ZA ROK 2018_2 ČÁST

PŘÍLOHA P IX: TABULKA STUDENTOVA ROZDĚLENÍ

PŘÍLOHA P X: TABULKA NORMOVANÉHO NORMÁLNÍHO ROZDĚLENÍ

PŘÍLOHA P XI: LINEÁRNÍ REGRESNÍ ANALÝZY ENERGIE - LISOVNA, KONFEKCE, PŘÍPRAVA POLOTOVARŮ, SPRÁVA BUDOV, ENERGETIKA

PŘÍLOHA P XII: LINEÁRNÍ REGRESNÍ ANALÝZY PLYNU - LISOVNA, SPRÁVA BUDOV

PŘÍLOHA P I: CELKOVÉ NÁKLADY 2016 A 2017

	2016	2017	Vertikální analýza Σ 2016,2017
Mzdy	294 334	328 868	46%
Oprava	99 242	99 125	15%
Odpisy	76 885	69 884	11%
Energie	63 970	71 783	10%
Kurzy, semináře	1 195	1 384	0%
Ostatní služby	31 374	36 864	5%
Režij. mat. hl. výr.	21 920	23 756	3%
Pomocný materiál	18 502	18 635	3%
Rezervy	2 573	6 238	1%
Ochranné prostředky	4 218	4 761	1%
Ost. soc. nákl. ost.	13	231	0%
Sociální výpomoci	51	86	0%
Software	3	1	0%
Logistika	3 908	3 798	1%
Spotřeba PHM	34	116	0%
Stravné do limitu	1 641	1 707	0%
Vedlejší náklady	1 112	593	0%
Zdravotní péče	404	383	0%
Cestovné	1 356	1 703	0%
Reklama a propagace	279	330	0%
Nájem	6 215	5 385	1%
Kancelář	1 044	1 011	0%
Pojištění	6 546	7 247	1%
Zkoušky výrobků	6 014	7 056	1%
Poradenské a právní služby	1 006	1 014	0%
Likvidace odpadu	4 763	1 564	0%
Ostraha	3 144	2 866	0%
Pokuty	-	90	0%
Haléřové vyrovnání	0	0	0%
Dar	280	380	0%
Přefakturace	92	38	0%
Technické zhodnocení	4	3	0%
Zboží	27	576	0%
Daně	14	30	0%
Provozní náklad	5	-	0%
Manko a škody	20	1	0%
Celkem	652 189	697 507	100%

PŘÍLIHA P II: DRUHOVÉ NÁKLADY

Osobní náklady	2016	2017	v % (2016,2017)
Mzdy	294 334	328 868	96,0%
Ochranné prostředky	4 218	4 761	1,4%
Penzij. připojištění	4 714	5 195	1,5%
Kurzy, semináře	1 195	1 384	0,4%
Stravné do limitu	1 641	1 707	0,5%
Zdravotní péče	404	383	0,1%
Ost. soc. nákl. ost.	13	231	0,0%
Sociální výpomoci	51	86	0,0%
Celkem	306 570	342 617	100%
Služby	2016	2017	v % (2016,2017)
Oprava	99 242	99 125	62,3%
Ostatní služby	31 374	36 863	21,4%
Cestovné	1 356	1 703	1,0%
Reklama a propagace	279	330	0,2%
Nájem	6 215	5 385	3,6%
Kancelář	713	674	0,4%
Zkoušky výrobků	6 014	7 056	4,1%
Poradenské a právní služby	1 006	1 014	0,6%
Likvidace odpadu	4 763	1 564	2,0%
Ostraha	3 144	2 866	1,9%
Logistika	3 908	3 798	2,4%
Celkem	158 014	160 377	100,0%
Spotřeb. nákupy	2016	2017	v % (2016,2017)
Energie	63 970	71 783	61,4%
Pomocný materiál	18 502	18 635	16,8%
Režijní mat. hlav. výr.	21 920	23 756	20,7%
Kancelářské potřeby	332	337	0,3%
Spotřeba PHM	34	116	0,1%
Vedlejší nákl. var.	1 105	580	0,8%
Vedlejší náklady	7	13	0,0%
Software	3	1	0,0%
Celkem	105 873	115 220	100,0%
Odpisy	2016	2017	v % (2016,2017)
Odpisy	76 885	69 884	94,3%
Rezervy	2 573	6 238	5,7%
Celkem	79 457	76 122	100,0%

PŘÍLOHA P III: DATA K VÝPOČTU KORELACE

Období	Náklady	Výroba v ks	Výroba v kg	Výroba lisovna v ks	Výroba lisovna v kg
leden 16	50 074 346	26 741	3 123 073	27 009	3 169 686
únor 16	48 655 137	30 701	3 547 617	31 350	3 617 873
březen 16	50 624 263	32 378	3 683 181	32 592	3 719 583
duben 16	55 068 958	32 590	3 774 144	32 748	3 789 417
květen 16	76 968 110	30 762	3 568 089	30 893	3 595 005
červen 16	61 340 934	30 925	3 412 400	30 948	3 419 039
červenec 16	48 452 976	27 538	2 986 545	27 653	3 006 684
srpen 16	48 534 481	15 665	1 815 597	16 016	1 860 045
září 16	61 284 929	26 969	3 101 116	27 088	3 115 959
říjen 16	49 427 658	25 565	2 877 953	25 690	2 898 653
listopad 16	51 403 983	23 795	2 749 719	23 972	2 770 311
prosinec 16	50 353 515	13 056	1 591 714	12 868	1 570 356
leden 17	50 398 843	25 433	3 010 960	25 797	3 056 606
únor 17	53 710 938	25 543	2 983 237	25 847	3 023 667
březen 17	56 445 058	32 995	3 809 734	33 354	3 858 458
duben 17	57 603 780	30 770	3 552 222	30 669	3 543 456
květen 17	69 258 758	33 049	3 843 908	33 038	3 847 190
červen 17	53 396 634	30 200	3 495 840	30 655	3 549 673
červenec 17	45 949 656	28 157	3 347 144	28 206	3 354 201
srpen 17	51 406 306	17 248	2 052 744	17 653	2 103 431
září 17	58 983 134	30 496	3 621 877	30 808	3 670 238
říjen 17	62 107 994	30 871	3 772 209	31 201	3 821 758
listopad 17	73 000 685	31 182	3 864 672	31 359	3 890 849
prosinec 17	65 244 746	18 832	2 385 463	18 758	2 374 142

PŘÍLOHA P IV: TABULKA SKUTEČNÝCH ODBĚRŮ ENERGIÍ

Měsíc	plyn [m3]	el.energie (MWh)	pitná voda CELKEM	užitková voda CELKEM	Celkem Voda	Stočné	Výroba tlakového vzduchu (m ³)	ks výroba	Kg výroba	CUD výroba
1_16	330748	1289,5	1118	5497	6615	4930	532579	26741	3123073	25,99
2_16	339149	1286,6	1326	7408	8734	5696	548778	30701	3547617	27,68
3_16	365390	1350,9	1322	7461	8783	6156	531160	32378	3683181	28,63
4_16	345536	1352,4	1364	7021	8385	5997	520759	32590	3774144	28,68
5_16	329714	1364,0	1492	7370	8862	6068	475065	30762	3568089	27,01
6_16	314307	1402,1	1376	6858	8234	5963	474178	30925	3412400	28,67
7_16	282108	1303,3	1191	7013	8204	6020	421022	27538	2986545	25,51
8_16	176126	963,8	1037	4912	5949	3667	308731	15665	1815597	15,34
9_16	290991	1311,9	1257	6841	8098	5718	452613	26969	3101116	27,67
10_16	293376	1226,2	1264	6769	8033	5549	451171	25565	2877953	26,68
11_16	293205	1178,6	1174	6315	7489	5136	467620	23795	2749719	25,01
12_16	227004	865,1	1002	4514	5516	3551	270231	13056	1591714	15
1_17	362163	1293,1	1348	6391	7739	5083	445051	25433	3010960	25,99
2_17	332472	1200,7	1293	6464	7757	5211	425978	25543	2983237	27,68
3_17	359413	1373,7	1355	7206	8561	6122	488058	32995	3809734	28,63
4_17	334190	1295,8	1216	6410	7626	5809	464554	30770	3552222	28,68
5_17	347940	1419,4	1528	7047	8575	6311	496940	33049	3843908	27,01
6_17	320031	1399,1	1621	7091	8712	6306	461363	30200	3495840	28,67
7_17	306861	1368,1	1404	6358	7762	6199	459747	28157	3347144	25,51
8_17	192260	1044,5	1374	5244	6618	4223	314160	17248	2052744	15,34
9_17	325352	1342,4	1537	7230	8767	5956	462491	30496	3621877	27,67
10_17	355210	1363,0	1454	6605	8059	6031	486827	30871	3772209	26,68
11_17	357144	1330,1	1604	6677	8281	5809	476909	31182	3864672	25,01
12_17	271006	1039,6	1237	3971	5208	3775	344874	18832	2385463	15

**PŘÍLOHA P V: PLÁN ELEKTRICKÉ ENERGIE PODNIKU A ODHAD
REGRESE ZA ROK 2018_1 ČÁST**

Plán 2018 (Podnik)		Plán 2018 (Regrese)			
Měsíc	Energie - MWh	Energie - Kč	Budget - MWh	Budget - Kč	Plán Re- grese/ Podnik
Leden	1 384,38	2 487 732	1 294,97	2 327 053	94%
Únor	1 366,29	2 455 222	1 291,94	2 321 621	95%
Březen	1 501,70	2 698 560	1 346,76	2 420 136	90%
Duben	1 387,98	2 494 192	1 324,44	2 380 018	95%
Květen	1 401,12	2 517 809	1 341,55	2 410 764	96%
Červen	1 469,07	2 639 924	1 363,14	2 449 568	93%
Červenec	1 239,30	2 227 029	1 287,31	2 313 301	104%
Srpen	872,26	1 567 452	1 074,29	1 930 493	123%
Září	1 389,42	2 496 783	1 335,00	2 398 994	96%
Říjen	1 492,97	2 682 865	1 351,22	2 428 147	91%
Listopad	1 422,00	2 555 331	1 318,88	2 370 033	93%
Prosinec	918,47	1 650 498	1 066,97	1 917 346	116%
Celkem	15 844,96	28 473 395	15 396,48	27 667 475	97%

**PŘÍLOHA P VI: PLÁN ELEKTRICKÉ ENERGIE PODNIKU A
ODHAD REGRESE ZA ROK 2018_2 ČÁST**

Plán 2018 (Podnik)			Plán 2018 (Regrese)		
Měsíc	Energie - MWh	Energie - Kč	Budget - MWh	Budget - Kč	Plán Re- grese/ Podnik
Leden	1 384,38	2 487 732	1 295,79	2 328 531	94%
Únor	1 366,29	2 455 222	1 304,19	2 343 633	95%
Březen	1 501,70	2 698 560	1 358,54	2 441 292	90%
Duben	1 387,98	2 494 192	1 330,44	2 390 808	95%
Květen	1 401,12	2 517 809	1 350,57	2 426 982	96%
Červen	1 469,07	2 639 924	1 377,53	2 475 430	93%
Červenec	1 239,30	2 227 029	1 299,51	2 335 225	104%
Srpen	872,26	1 567 452	1 084,72	1 949 234	123%
Září	1 389,42	2 496 783	1 346,02	2 418 793	96%
Říjen	1 492,97	2 682 865	1 357,38	2 439 215	91%
Listopad	1 422,00	2 555 331	1 325,23	2 381 443	93%
Prosinec	918,47	1 650 498	1 074,56	1 930 983	116%
Celkem	15 844,96	28 473 395	15 504,49	27 861 569	97%

**PŘÍLOHA P VII: PLÁN SPOTŘEBY PLYNU V PODNIKU A JEHO
ODHAD V REGRESI ZA ROK 2018_1 ČÁST**

Plán 2018 (Podnik)		Plán 2018 (Regrese)				
Měsíc	Plán plyn - kWh	Plán plyn - Kč	Budget plyn - m ³	Budget plyn - kWh	Budget plyn - Kč	Plán Re- grese/Pod- nik
Leden	3 538 243	2 824 916	376 673	3 973 896	2 499 581	88,5%
Únor	3 492 005	2 496 319	369 997	3 903 471	2 455 283	98,4%
Březen	3 838 100	2 638 966	375 671	3 963 330	2 492 935	94,5%
Duben	3 547 431	2 318 010	336 892	3 554 215	2 235 602	96,4%
Květen	3 581 021	2 261 971	322 551	3 402 914	2 140 433	94,6%
Červen	3 754 702	2 149 891	331 815	3 500 644	2 201 905	102,4%
Červenec	3 167 451	1 513 075	286 455	3 022 103	1 900 903	125,6%
Srpen	2 229 350	1 441 752	209 286	2 207 970	1 388 813	96,3%
Září	3 551 117	2 109 135	322 671	3 404 183	2 141 231	101,5%
Říjen	3 815 776	2 101 493	349 969	3 692 170	2 322 375	110,5%
Listopad	3 634 388	1 951 204	354 135	3 736 122	2 350 021	120,4%
Prosinec	2 347 464	1 665 911	275 144	2 902 768	1 825 841	109,6%
Celkem	40 497 047	25 472 642	3 911 259	41 263 787	25 954 922	101,9%

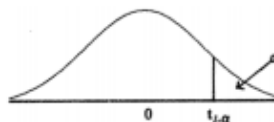
**PŘÍLOHA P VIII: PLÁN SPOTŘEBY PLYNU V PODNIKU A JEHO
ODHAD POMOCÍ REGRESE ZA ROK 2018_2 ČÁST**

Plán 2018 (Podnik)		Plán 2018 (Regrese)				
Měsíc	Plán plyn - kWh	Plán plyn - Kč	Budget plyn - m ³	Budget plyn - kWh	Budget plyn - Kč	Plán Re- grese/Po dNIK
Leden	3 538 243	2 824 916	374 697	3 953 055	2 486 471	88,0%
Únor	3 492 005	2 496 319	345 084	3 640 635	2 289 960	91,7%
Březen	3 838 100	2 638 966	355 868	3 754 411	2 361 525	89,5%
Duben	3 547 431	2 318 010	328 941	3 470 329	2 182 837	94,2%
Květen	3 581 021	2 261 971	316 037	3 334 191	2 097 206	92,7%
Červen	3 754 702	2 149 891	326 780	3 447 527	2 168 495	100,9%
Červenec	3 167 451	1 513 075	283 939	2 995 560	1 884 207	124,5%
Srpen	2 229 350	1 441 752	206 244	2 175 873	1 368 624	94,9%
Září	3 551 117	2 109 135	314 769	3 320 809	2 088 789	99,0%
Říjen	3 815 776	2 101 493	342 154	3 609 724	2 270 516	108,0%
Listopad	3 634 388	1 951 204	343 020	3 618 859	2 276 263	116,7%
Prosinec	2 347 464	1 665 911	258 881	2 731 197	1 717 923	103,1%
Celkem	40 497 047	25 472 642	3 796 414	40 052 170	25 192 815	98,9%

PŘÍLOHA P IX: TABULKA STUDENTOVA ROZDĚLENÍ

Tabulka kritických hodnot Studentova t rozdělení

(Chajdiak J., Rublíková E., Gudába M.: Štatistické metódy v praxi. Statis, Bratislava 1997)



Stupne voľnosti	$t_{0.75}$	$t_{0.90}$	$t_{0.95}$	$t_{0.975}$	$t_{0.99}$	$t_{0.995}$	$t_{0.9975}$	$t_{0.999}$	$t_{0.9995}$
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.320	318.309	636.619
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327	31.599
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214	12.924
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.832	4.501	5.041
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.732	4.072
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.768
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.090	3.467	3.745
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.451	3.725
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.070	3.435	3.707
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.056	3.421	3.690
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.650
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
120	0.676	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.098	3.300

PŘÍLOHA P X: TABULKA NORMOVANÉHO NORMÁLNÍHO ROZDĚLENÍ

Tabulka IV. Kvantily normovaného normálního rozdělení (u_p)

P	u_p	P	u_p	P	u_p	P	u_p
0,50	0,000	0,75	0,674	0,950	1,645	0,975	1,960
0,51	0,025	0,76	0,706	0,951	1,655	0,976	1,970
0,52	0,050	0,77	0,739	0,952	1,665	0,977	1,995
0,53	0,075	0,78	0,772	0,953	1,675	0,978	2,014
0,54	0,100	0,79	0,806	0,954	1,685	0,979	2,034
0,55	0,126	0,80	0,842	0,955	1,695	0,980	2,054
0,56	0,151	0,81	0,878	0,956	1,706	0,981	2,075
0,57	0,176	0,82	0,915	0,957	1,717	0,982	2,097
0,58	0,202	0,83	0,954	0,958	1,728	0,983	2,120
0,59	0,228	0,84	0,994	0,959	1,739	0,984	2,144
0,60	0,253	0,85	1,036	0,960	1,751	0,985	2,170
0,61	0,279	0,86	1,080	0,961	1,762	0,986	2,197
0,62	0,305	0,87	1,126	0,962	1,774	0,987	2,226
0,63	0,332	0,88	1,175	0,963	1,787	0,988	2,257
0,64	0,358	0,89	1,227	0,964	1,799	0,989	2,290
0,65	0,385	0,90	1,282	0,965	1,812	0,990	2,326
0,66	0,412	0,905	1,311	0,966	1,825	0,991	2,366
0,67	0,440	0,910	1,341	0,967	1,838	0,992	2,409
0,68	0,468	0,915	1,372	0,968	1,852	0,993	2,457
0,69	0,496	0,920	1,405	0,969	1,866	0,994	2,512
0,70	0,524	0,925	1,440	0,970	1,881	0,995	2,576
0,71	0,553	0,930	1,476	0,971	1,896	0,996	2,652
0,72	0,583	0,935	1,514	0,972	1,911	0,997	2,748
0,73	0,613	0,940	1,555	0,973	1,927	0,998	2,878
0,74	0,643	0,945	1,598	0,974	1,943	0,999	3,090

Pro $P < 0,5$ jsou hodnoty kvantilů dány vztahem $u_p = -u_{1-p}$.

PŘÍLOHA P XI: LINEÁRNÍ REGRESNÍ ANALÝZY ENERGIE - LISOVNA, KONFEKCE, PŘÍPRAVA POLOTOVARŮ, SPRÁVA BUDOV, ENERGETIKA

gretl: model 2

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 2: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: Elenergiealisovna
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	99,2109	6,38754	15,53	2,11e-054 ***
VÁroba	0,00412869	0,000236414	17,46	2,70e-068 ***

Střední hodnota závisle proměnné 211,2811
Sm. odchylka závisle proměnné 24,55951
Součet čtverců reziduí 1123,297
Sm. chyba regrese 7,145554
Koeficient determinace 0,919029
Adjustovaný koeficient determinace 0,915349
F(1, 22) 304,9854
P-hodnota (F) 2,22e-14
Logaritmus věrohodnosti -80,20616
Akaiikovo kritérium 164,4123
Schwarzovo kritérium 166,7684
Hannan-Quinnovo kritérium 165,0374
rho (koeficient autokorelace) 0,177351
Durbin-Watsonova statistika 1,609629
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

gretl: model 4

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 4: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: Elenergieakonfekce
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	99,0203	6,12877	16,16	1,02e-058 ***
VÁroba	0,00418297	0,000204205	20,48	2,98e-093 ***
PrTeplota	0,406847	0,209179	1,945	0,0518 *

Střední hodnota závisle proměnné 217,6068
Sm. odchylka závisle proměnné 25,29482
Součet čtverců reziduí 835,6156
Sm. chyba regrese 6,674814
Koeficient determinace 0,936422
Adjustovaný koeficient determinace 0,930367
F(2, 21) 222,6291
P-hodnota (F) 7,29e-15
Logaritmus věrohodnosti -78,01234
Akaiikovo kritérium 162,0247
Schwarzovo kritérium 165,5588
Hannan-Quinnovo kritérium 162,9623
rho (koeficient autokorelace) -0,082206
Durbin-Watsonova statistika 2,037042
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

gretl: model 5

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 5: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: ElenergieaPP
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	337,935	20,9162	16,16	1,02e-058 ***
VÁroba	0,0142756	0,000696909	20,48	2,98e-093 ***
PrTeplota	1,38849	0,713885	1,945	0,0518 *

Střední hodnota závisle proměnné 742,6466
Sm. odchylka závisle proměnné 86,32593
Součet čtverců reziduí 10897,22
Sm. chyba regrese 22,77974
Koeficient determinace 0,936422
Adjustovaný koeficient determinace 0,930367
F(2, 21) 222,6291
P-hodnota (F) 7,29e-15
Logaritmus věrohodnosti -107,4731
Akaiikovo kritérium 220,9461
Schwarzovo kritérium 224,4803
Hannan-Quinnovo kritérium 221,8837
rho (koeficient autokorelace) -0,082206
Durbin-Watsonova statistika 2,037042
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

gretl: model 6

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 6: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: Elenergiesprávuobdov
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	18,4224	1,14024	16,16	1,02e-058 ***
VÁroba	0,000778227	3,79916e-05	20,48	2,98e-093 ***
PrTeplota	0,0756925	0,0389171	1,945	0,0518 *

Střední hodnota závisle proměnné 40,48499
Sm. odchylka závisle proměnné 4,706013
Součet čtverců reziduí 32,38476
Sm. chyba regrese 1,241826
Koeficient determinace 0,936422
Adjustovaný koeficient determinace 0,930367
F(2, 21) 222,6291
P-hodnota (F) 7,29e-15
Logaritmus věrohodnosti -37,65013
Akaiikovo kritérium 81,30027
Schwarzovo kritérium 84,83443
Hannan-Quinnovo kritérium 82,23788
rho (koeficient autokorelace) -0,082206
Durbin-Watsonova statistika 2,037042
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

gretl: model 5

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 5: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: ElenergieaPP
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	337,935	20,9162	16,16	1,02e-058 ***
VÁroba	0,0142756	0,000696909	20,48	2,98e-093 ***
PrTeplota	1,38849	0,713885	1,945	0,0518 *

Střední hodnota závisle proměnné 742,6466
Sm. odchylka závisle proměnné 86,32593
Součet čtverců reziduí 10897,22
Sm. chyba regrese 22,77974
Koeficient determinace 0,936422
Adjustovaný koeficient determinace 0,930367
F(2, 21) 222,6291
P-hodnota (F) 7,29e-15
Logaritmus věrohodnosti -107,4731
Akaiikovo kritérium 220,9461
Schwarzovo kritérium 224,4803
Hannan-Quinnovo kritérium 221,8837
rho (koeficient autokorelace) -0,082206
Durbin-Watsonova statistika 2,037042
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

PŘÍLOHA P XII: LINEÁRNÍ REGRESNÍ ANALÝZY PLYNU - LISOVNA, SPRÁVA BUDOV

gretl: model 2

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 2: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: Plynalisovna
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	91651,3	9528,56	9,619	6,67e-022 ***
KgvAroba	0,0540452	0,00507007	10,66	1,57e-026 ***
CUDvAroba	2102,56	706,578	2,976	0,0029 ***
PrTeplota	-2194,65	273,791	-8,016	1,09e-015 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné 288753,2
Sm. odchylka závisle proměnné 47582,74
Součet čtverců reziduí 1,61e+09
Sm. chyba regrese 8969,899
Koeficient determinace 0,969099
Adjustovaný koeficient determinace 0,964463
F(3, 20) 227,2279
P-hodnota (F) 1,29e-15
Logaritmus věrohodnosti -250,3058
Akaikovo kritérium 508,6116

gretl: model 3

Soubor Upravit Testy Uložit Grafy Analýza LaTeX

Model 3: OLS, za použití pozorování 2016:01-2017:12 (T = 24)
Závisle proměnná: PlynasprAvabudov
Směrodatné chyby robustní vůči heteroskedasticitě, varianta HC1

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota
const	6898,49	717,203	9,619	6,67e-022 ***
KgvAroba	0,00406791	0,000381618	10,66	1,57e-026 ***
CUDvAroba	158,257	53,1833	2,976	0,0029 ***
PrTeplota	-165,189	20,6079	-8,016	1,09e-015 ***

Varování: matice dat je téměř singulární!

Střední hodnota závisle proměnné 21734,11
Sm. odchylka závisle proměnné 3581,497
Součet čtverců reziduí 9116649
Sm. chyba regrese 675,1537
Koeficient determinace 0,969099
Adjustovaný koeficient determinace 0,964463
F(3, 20) 227,2279
P-hodnota (F) 1,29e-15
Logaritmus věrohodnosti -188,2252
Akaikovo kritérium 384,4505
Schwarzovo kritérium 389,1627
Hannan-Quinnovo kritérium 385,7006
rho (koeficient autokorelace) 0,081543
Durbin-Watsonova statistika 1,772005
zde je poznámka o zkratkách statistik modelu