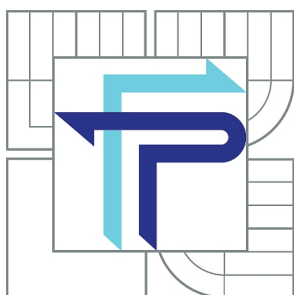


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

ANALÝZA VYBRANÝCH UKAZATELŮ SPOLEČNOSTI DEZA, A. S. POMOCÍ ČASOVÝCH ŘAD

ANALYSIS OF THE INDICATORS OF THE DEZA, A. S. COMPANY USING TIME SERIES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BOHUMÍR KRATOCHVÍL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. RNDr. JIŘÍ KROPÁČ, CSc.

BRNO 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kratochvíl Bohumír

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Analýza vybraných ukazatelů společnosti DEZA, a. s. pomocí časových řad

v anglickém jazyce:

Analysis of the Indicators of the DEZA, a. s. Company Using Time Series

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

CIPRA, T. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. Praha : SNTL, 1986. 248 s.

HINDLS, R, aj. Statistika pro ekonomy. 6. vyd. Praha : Professional Publishing, 2006. 415 s.
ISBN 80-86419-99-1.

KOZÁK, J. aj. Úvod do analýzy ekonomických časových řad. 1. vyd. Praha : VŠE, 1994. 208 s.
ISBN 80-7079-760-6.

KROPÁČ, J. Statistika B. 2. vyd. Brno : FP VUT, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 26.04.2012

ABSTRAKT PRÁCE

Abstrakt

Autor bakalářské práce analyzuje a následně také hodnotí statistické ukazatele chemického závodu DEZA, a. s., mající určité environmentální aspekty. Analýza je podložena teoretickými poznatky o regresní analýze a časových řadách. V práci je dále představeno zautomatizované řešení použitých výpočtů v programovacím jazyce Visual Basic a uveden způsob, kterým se autor snaží zlepšit firemní image.

Abstract

In his final paper, the author examines and evaluates the statistical indexes of chemical factory DEZA, a. s. that have certain environmental aspects. The analysis itself is based on theoretical findings related to the regressive analysis and time series. Furthermore, the author designed an application in Visual Basic programming language that automatically solves math problems introduced in the final paper. The author also introduces a suggestion on how to improve the company's image.

Klíčová slova

Statistický ukazatel, statistická data, regresní analýza, časové řady, prognóza, trend, první diference, koeficient růstu, emise, Visual Basic

Key words

Statistical index, statistical data, regressive analysis, time series, prognosis, trend, first difference, growth coefficient, emissions, Visual Basic

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE

KRATOCHVÍL, B. *Analýza vybraných ukazatelů společnosti DEZA, a. s. pomocí časových řad*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 58 s.
Vedoucí bakalářské práce doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne

.....

Bohumír Kratochvíl

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval doc. RNDr. Jiřímu Kropáčovi, CSc., za pomoc a čas při sestavování této bakalářské práce. Mé poděkování však také náleží zaměstnancům společnosti DEZA, a. s., za poskytnutí odborných konzultací a statistických dat (vodohospodář a odpadový hospodář Ing. Marek Cimala, technolog ovzduší Ing. Miroslav Orel, tiskový mluvčí Ing. Jaroslav Obermajer, Ph.D.)

OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍLE PRÁCE.....	11
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1.1 Regresní analýza.....	12
1.1.1 Úvod do problematiky	12
1.1.2 Pojem regresní analýza	12
1.1.3 Cíle regresní analýzy.....	13
1.1.4 Regresní přímka	14
1.1.5 Nelinearizovatelné funkce	14
1.2 Časové řady	16
1.2.1 Úvod do problematiky	16
1.2.2 Pojem časová řada.....	16
1.2.3 Dělení časových řad	17
1.2.4 Charakteristiky časových řad	18
1.2.5 Rozklad časových řad	19
1.2.6 Volba vhodného trendu.....	20
1.2.7 Konstrukce prognóz	20
2 ANALYTICKÁ ČÁST	21
2.1 Představení společnosti DEZA, a. s.	21
2.2 Investice.....	23
2.2.1 Rozvojové investice	23
2.3 Emise do ovzduší.....	28
2.3.1 Emise TZL do ovzduší.....	28

2.4 Emise do povrchových vod	33
2.4.1 Emise CHSK_{Cr} do povrchových vod	34
2.4.2 Emise NL do povrchových vod	38
2.4.3 Emise NH_4^+ do povrchových vod	42
2.5 Odpady	45
2.5.1 Produkce celkových odpadů	45
2.6 Aplikace DEZA Time Series Analyzer 1.0	49
VLASTNÍ NÁVRHY	52
ZÁVĚR	53
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	55
SEZNAM PŘÍLOH.....	58

ÚVOD

Prostřednictvím této bakalářské práce se pokusím analyzovat a následně zhodnotit statistické ukazatele chemického závodu DEZA, a. s., sídlem ve Valašském Meziříčí, mající určité environmentální aspekty. Jako nosný aparát této analýzy byly zvoleny kapitoly oboru statistika o regresní analýze a časových řadách. Společnost DEZA, a. s. lze charakterizovat jako kontroverzní podnik, který byl napříč regionálními médii již mnohokrát diskutován. Díky čemu si tento podnik zasluhuje tak velký mediální rozruch? Jde především o téma vlivu provozní činnosti na životní prostředí. Obyvatelé Valašského Meziříčí si stěžují ať už oprávněně či neoprávněně na citelný zápach, který má neblahý efekt jak na lidský organismus, okolní vodstvo (řeka Bečva a ostatní menší toky), tak na místní faunu a flóru. Jako dlouholetý obyvatel místní části musím konstatovat, že jsou tyto stížnosti mnohdy opodstatněné. Vždyť možná právě díky tomuto podniku patří město Valašské Meziříčí mezi dvacet měst v České republice, kde lidé vdechují, na základě výzkumu Českého hydrometeorologického ústavu z roku 2010, jedovatý vzduch [1].

Jako autor práce se však pokusím na tuto společnost pohlédnout z jiné stránky. Zaujaté, nedostatkem relevantních informací zaslepené regionální populaci mnohdy uniká skutečnost, že nebýt působnosti DEZA, a. s. právě na našem území, do města by neproudil tak velký tok kapitálu, kvalifikované pracovní síly, technologií, inovací a modernizace. DEZA, a. s. navíc se svými téměř tisíci zaměstnanci představuje jednoho z největších zaměstnavatelů regionu. Tento statistický rozbor si klade za úkol poukázat na mnohdy pozitivní trendy hospodaření společnosti v souvislosti s vlivem na životní prostředí. Na základě tohoto statistického šetření bych tak chtěl vyzdvihnout silné stránky společnosti, které mají mimo jiné blahodárny ekonomický efekt na naše město, vyvrátit mezi občany mýtus, že je společnost DEZA, a. s. „ekologickým postrachem“ regionu a situace se v čase neustále jen zhoršuje.

Teoretické pojmy a vztahy regresní analýzy a časových řad, vážící se k dané problematice, podrobně popíši v teoretické části práce. V rámci analytické části práce nejprve detailněji představím společnost DEZA, a. s., poté provedu analýzu a zhodnocení konkrétních statistických ukazatelů s ohledem na stanovené cíle.

CÍLE PRÁCE

Hlavní cíl práce spočívá v analýze a zhodnocení vybraných statistických ukazatelů chemického závodu DEZA, a. s., které by v sobě skrývaly určité environmentální aspekty. Analýza má být provedena na základě věcně ekonomických kritérií, zkonstruovaných grafů, vypočítaných charakteristik a získaných poznatků statistických disciplín o regresní analýze a časových řadách. U statistických ukazatelů, které se podaří vyrovnat vhodnou regresní funkcí, bude taktéž vyslovena prognóza.

Dílčích cílů práce jsem si stanovil hned několik. Pokusím se naprogramovat aplikaci na podporu a automatizaci použitých výpočtů v časových řadách, která by byla schopna dynamicky načíst a zpracovat vektor časové řady, vypočítat základní charakteristiky, určit regresní koeficienty a předpis regresní funkce, stanovit prognózu a graficky vyobrazit regresně vyrovnaná data. V případě, že se u některých statistických ukazatelů podaří prokázat pozitivní trend z hlediska životního prostředí, pokusím se publikací zjištěných výsledků zapůsobit na zlepšení veřejného mínění. Medializací práce (např. recenze uvedena v regionálním tisku, na oficiální webové presentaci společnosti) by tak DEZA, a. s. mohla veřejně prokázat a zlepšit tak „pošramocenou“ image, že jí ekologické otázky nejsou lhostejné, popřít tvrzení, že zahlcuje ovzduší a vodstvo stále větším objemem škodlivin.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická východiska práce reflektují následující dvě oblasti statistiky: regresní analýzu, časové řady. Pořadí kapitol je účelově zvolené, neboť teorie časových řad se opírá o vědomosti uvedené v kapitole „Regresní analýza“ a sama je i dále rozvíjí.

1.1 Regresní analýza

Text v kapitole „Regresní analýza“ je čerpán z literatury [6], [7], [8].

1.1.1 Úvod do problematiky

Regresní analýza se zabývá dvojicemi, trojicemi, či ještě početnějšími skupinami ukazatelů – proměnných, mezi nimiž by se mohla vyskytovat určitá příznačná souvislost, která by nám přinesla nové poznatky o původu a chování věcí. Reálné ekonomické závislosti jsou však ve většině případů pouze málokdy skutečně silné. Jestliže se nám však podaří setkat se s „těsnou“ závislostí mezi některými ukazateli, je to spíše prvotní pobídka k dalším hlubším analýzám. Tento typ analýzy totiž disponuje velice kvalitní oporou ve skutečném věcném rozboru sledovaného problému. V opačném případě vzniká nebezpečí, že regresní úloha zůstane pouze na povrchní úrovni.

S regresí se můžeme naprosto běžně setkat v marketingu, ekonomické statistice, účetnictví, technických aplikacích, finanční analýze a v mnoha dalších oblastech. Úspěšné pochopení problematiky regresní analýzy vede k rozvoji způsobu statistického myšlení, zkvalitnění a zefektivnění práce s ekonomickými daty. V této kapitole je popsáno, jak zní a v čem spočívá správně formulovaná regresní úloha a čeho chceme jejím řešením docílit [6].

1.1.2 Pojem regresní analýza

Situaci, kdy existence určitého jevu souvisí s existencí jevu jiného, nazýváme tzv. **příčinnou souvislost**. Z hlediska metody zkoumání rozlišujeme závislosti pevné a volné. V případě, kdy výskyt jednoho jevu nutně odpovídá výskytu jevu druhého (a naopak), hovoříme o tzv. **pevné závislosti**. Jedná se o vztah, který

z pravděpodobnostního hlediska proběhne s jistotou, jinými slovy pravděpodobnost je rovna jedné. Dále se jedná o vztah, kdy každé hodnotě jedné proměnné odpovídá právě jedna hodnota jiných proměnných (a naopak). S tímto typem závislosti se setkáváme především v teoretické oblasti, které jsou formulovány na základě deduktivních úvah či zkušeností. V těch případech, kdy výskyt jednoho jevu ovlivňuje výskyt druhého jevu v tom slova smyslu, že se zvýšila pravděpodobnost nastoupení jevu druhého při nastoupení jevu prvního, hovoříme o tzv. **volné závislosti**. Volná závislost představuje vztah, kdy hodnotám jedné proměnné odpovídají různé hodnoty jiné proměnné, a kdy lze uvažovat jakousi „obecnou tendenci“, která souvisí se změnami hodnot těchto proměnných. S volnými závislostmi se setkáváme v reálných empirických situacích. Jestliže se volná závislost týká statistických znaků, obvykle se označuje jako **závislost statistická**.

Pro poznání a matematický popis statistických závislostí slouží právě metody **regresní analýzy**. Regresní analýza se zabývá závislostmi jednostrannými. Jde o situaci, kdy proti sobě stojí vysvětlující proměnná v úloze „příčin“ a vysvětlovaná proměnná v úloze „následků“. V těchto případech zkoumáme obecné tendence ve změnách vysvětlovaných proměnných vzhledem ke změnám vysvětlujících proměnných. Cílem je zodpovídat otázky, které se týkají formy těchto změn [6].

1.1.3 Cíle regresní analýzy

Úkolem regresní analýzy je přispět k poznání příčinných vztahů mezi statistickými znaky. Dalším úkolem je matematický popis systematických okolností, které provázejí statistické závislosti. Nejčastěji je však naší snahou nalézt „idealizující“ matematickou funkci tak, aby co nejméně kopírovala charakter závislosti a co nejlépe zobrazovala průběh změn podmíněných průměrů závisle proměnné. Tato hypotetická matematická funkce se nazývá **regresní funkce**. Cílem regresní analýzy je co nejlepší přiblížení vypočítané regresní funkce k hypotetické regresní funkci.

V případě, že vystihneme průběh závislosti „relativně nejlepší“ regresní funkcí, je na místě otázka ohledně **síly (intenzity, těsnosti)** této **závislosti**. Hlavní úkoly při zkoumání statistických závislostí reflektují **průběh závislosti** a jejich **sílu**. Pro popis průběhu závislosti používáme zpravidla určitou „vyrovnávající“ analytickou funkci. Za tyto regresní funkce dosazujeme vybrané známé funkce z matematiky.

Je nezbytné rozlišovat, zda hovoříme o síle závislosti nebo o závislosti, jejíž síla je podmíněna kvalitou regresní funkce, která charakterizuje průběh závislosti. Při použití nevhodné regresní funkce se nám může síla závislosti jevit jako malá i v případech, kdy tomu tak reálně není. Obezřetnost je na místě i v případě malého počtu pozorování. Regresní funkce se nám na první pohled může jevit jako velmi dobrá a přitom jsme pravděpodobně neodhadli podstatu závislosti, pouze jsme přizpůsobili určitou analytickou funkci malému počtu pozorování. V těchto případech nelze hovořit o fenoménu síly závislosti, protože vypovídající schopnost samotné regresní funkce není dostatečná [6].

1.1.4 Regresní přímka

V případě, kdy lze regresní funkci vyjádřit přímkou, hovoříme o nejjednodušším případě regresní úlohy. Odhady koeficientů β_1 a β_2 se označují b_1 a b_2 . K určení těchto koeficientů se využívá **metoda nejmenších čtverců**. Koeficienty regresní přímky b_1 a b_2 vypočítáme dle vztahů (1.1), které představují pouze upravenou formu tzv. *soustavy normálních rovnic*

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}, \quad b_1 = \bar{y} - b_2 \bar{x}, \quad (1.1)$$

v tomto případě \bar{x} a \bar{y} představují výběrové průměry, které vyčíslíme následovně:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i. \quad (1.2)$$

Odhad regresní přímky je dán předpisem [8]:

$$\hat{\eta}(x) = b_1 + b_2 x. \quad (1.3)$$

1.1.5 Nelinearizovatelné funkce

Nelinearizovatelné funkce patří vedle linearizovatelných funkcí do skupiny nelineárních regresních modelů. Jsou to takové modely, které nesplňují předpoklad, že zvolená regresní funkce byla vyjádřena lineární kombinací regresních koeficientů a známých funkcí, na těchto koeficientech nezávislých. V této podkapitole si představíme tři nejpoužívanější speciální nelinearizovatelné funkce, využitelné především

v časových řadách popisující ekonomické děje. Postupně si popíšeme modifikovaný exponenciální trend, logistický trend a Gompertzovu křivku. Jsou charakterizovány následujícími předpisy (za předpokladu kladného koeficientu β_3):

$$\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 \beta_3^x, \quad \eta(x) = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x}, \quad \eta(x) = e^{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x}. \quad (1.4)$$

Modifikovaný exponenciální trend použijeme především v těch případech, kdy je regresní funkce shora či zdola ohraničená. **Logistický trend** je charakteristický svým tzv. inflexním bodem, který značí, že na tomto místě dochází k přechodu mezi konvexní a konkávní částí grafu (průběh křivky se mění z polohy pod tečnou na polohu nad tečnou). Logistická křivka má v inflexním bodě hodnotu rovnu polovině asymptoty, je shora i zdola ohraničená. **Gompertzova křivka** má taktéž inflexi a je shora i zdola ohraničená. Tato křivka má však odpovídající hodnoty v inflexním bodě nižší než polovina asymptoty, jinými slovy to znamená, že většina jejích hodnot leží až za bodem inflexe. Tím se odlišuje od logistického trendu [7].

Odhady b_1 , b_2 a b_3 koeficientů β_1 , β_2 a β_3 modifikovaného exponenciálního trendu vyčíslíme pomocí:

$$b_3 = \left[\frac{S_3 - S_2}{S_2 - S_1} \right]^{\frac{1}{mh}}, \quad (1.5)$$

$$b_2 = (S_2 - S_1) \frac{b_3^h - 1}{b_3^{x_1} (b_3^{mh} - 1)^2}, \quad (1.6)$$

$$b_1 = \frac{1}{m} \left[S_1 - b_2 b_3^{x_1} \frac{1 - b_3^{mh}}{1 - b_3^h} \right], \quad (1.7)$$

kde výrazy S_1 , S_2 a S_3 představují sumy, které určujeme následovně:

$$S_1 = \sum_{i=1}^m y_i, \quad S_2 = \sum_{i=m+1}^{2m} y_i, \quad S_3 = \sum_{i=2m+1}^{3m} y_i. \quad (1.8)$$

Ke vztahům (1.5) až (1.8) se vází následující důležité předpoklady:

- data lze rozdělit do tří skupin o stejném počtu m prvků (v případě nutnosti se příslušný počet počátečních nebo koncových dat vynechá),
- ekvidistantní krok h má délku $h > 0$,

- x_1 představuje počáteční hodnotu,
- jestliže znaménko parametru b_3 vyjde záporné, pro další výpočty se musí vzít jeho absolutní hodnota,
- regresní koeficienty b_1 , b_2 a b_3 logistického trendu resp. Gompertzovy křivky určujeme s tím rozdílem, že do sum S_1 , S_2 a S_3 místo hodnot y_i , dosazujeme jejich převrácené hodnoty $1/y_i$ při použití logistického trendu, při použití Gompertzovy křivky zase jejich přirozené logaritmy $\ln y_i$ [8].

1.2 Časové řady

Text v kapitole „Časové řady“ je čerpán z literatury [6], [8], [9], [10].

1.2.1 Úvod do problematiky

Časovou řadu lze na obecné úrovni charakterizovat jako posloupnost hodnot sledovaného ekonomického ukazatele, který je uspořádaný v čase. Popis mechanismu chování takových procesů částečně vyplývá z úvodní kapitoly o regresní analýze, kdy v roli vysvětlující proměnné v tomto případě figuruje čas.

Analýza časových řad nám umožňuje odhadovat – na základě určité znalosti předešlého chování – budoucí vývoj. V tomto případě je však na místě zvýšená obezřetnost, neboť se mnohdy opomíjí respektovat patřičná omezení. Proto je zapotřebí naučit se vnímat získané předpovědi v mnohem širším kontextu, především co do jejich konfrontace s jinými prognostickými technikami ale především co do jejich reálného ověřování v duchu věcných znalostí analyzovaných procesů [6].

1.2.2 Pojem časová řada

Někdy též dynamickou, vývojovou či chronologickou řadou uvažujeme takovou řadu hodnot, na kterou jsou kladeny požadavky z hlediska přirozené časové posloupnosti ve směru minulost – přítomnost. Pokud není dodržena podmínka shodného věcného a prostorového vymezení ve sledovaném časovém úseku, je nezbytné zabezpečit srovnatelnost údajů v časové řadě na základě odpovídajících přepočtů. Tento úkaz není ničím výjimečným a jedná se o jedno ze specifíků časových řad [9].

V případě **věcné srovnatelnosti**, mění-li se během času obsahové vymezení ukazatele, jsou údaje časové řady nesrovnatelné a pro další úvahy nepoužitelné. K věcné nesrovnatelnosti dochází rovněž také, pokud se časem mění způsob zjišťování ve vykazujících jednotkách či dojde k použití jiné cenové hladiny. Jestliže se údaje v časových řadách vztahují ke stejným geografickým územím, hovoříme o **prostorové srovnatelnosti**. Nemusí se však vždy jednat pouze o hledisko geografické. Změnu „ekonomického prostoru“ však také může vyvolat např. přechod podniku na jinou právní formu, osamostatnění některých provozoven nebo naopak sloučení pracovišť apod. **Časová srovnatelnost** údajů je především problémem intervalových časových řad, jejichž velikost závisí na délce intervalu. Kapitola sama pro sebe je ovšem **cenová srovnatelnost** údajů v ekonomické časové řadě. Tato srovnatelnost se zajišťuje dvojným možným způsobem – za použití běžných (aktuálních) cen a vyjádřit v nich nominální hodnotu určitého ukazatele – nebo vycházet z cen stálých (k určitému datu) a takto sestavit časovou řadu reálných hodnot ukazatele [6].

1.2.3 Dělení časových řad

Existuje více kritérií, na základě nichž lze časové řady dělit. Časové řady však nejčastěji dělíme z toho hlediska, jaké údaje příslušná časová řada obsahuje. Poté rozlišujeme časovou řadu okamžikovou a intervalovou.

Okamžiková časová řada je význačná tím, že ukazatelé časové řady charakterizují jevy především v tom slova smyslu, kolik případů, věcí, skutečností existuje v daném časovém okamžiku (např. počet obyvatel k určitému dni, stav zásob na skladě k určitému dni). Sčítání údajů tohoto typu časové řady nemá reálnou interpretaci. Pro grafický popis časové řady okamžikové se nejčastěji používá *tzv. spojnicový diagram*.

Intervalová časová řada je charakteristická tím, že její ukazatele představují, kolik případů, věcí vzniklo nebo zaniklo za určitý časový interval (např. velikost produkce podniku, počet sňatků). Sčítání údajů tohoto typu časové řady má smysl a význam. Graficky tento druh časové řady znázorňujeme nejčastěji *tzv. sloupcovým diagramem*.

Rozdílná povaha těchto dvou základních druhů časových řad si poté vyžaduje i rozdílný přístup k jejich zpracování a vyhodnocování [10].

1.2.4 Charakteristiky časových řad

Charakteristiky nám umožňují získávat o sledovaných časových řadách více informací. V tomto oddíle představíme pouze charakteristiky intervalových časových řad, neboť právě tento typ časových řad je v praktické části analyzován. Při konstrukci vztahů těchto charakteristik se předpokládá, že hodnoty časové řady jsou kladné a intervaly stejně dlouhé.

Za nejjednodušší charakteristiku časových řad se považuje **průměr intervalové časové řady** \bar{y} , který je roven aritmetickému průměru hodnot časové řady jednotlivých intervalů. Proměnná n symbolizuje celkový počet hodnot časové řady, y_i její konkrétní hodnoty:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i. \quad (2.1)$$

Mezi nejjednodušší charakteristiky popisu vývoje časové řady řadíme první diference a koeficienty růstu. **První diference**, někdy též označované jako absolutní přírůstky, značíme ${}_1d_i(y)$ a počítáme je jako rozdíl dvou po sobě bezprostředně následujících hodnot. Vyjadřují přírůstek hodnoty časové řady, o kolik se změnila hodnota v určitém období oproti určitému období bezprostředně předcházejícímu. Kolísají-li první diference kolem konstanty, časová řada vykazuje lineární trend a je popsatelná přímkou.

$${}_1d_i(y) = y_i - y_{i-1}, \quad i = 2, 3, \dots, n. \quad (2.2)$$

Z prvních diferencí je dále možné určit *průměr prvních diferencí* $\overline{{}_1d(y)}$, který nám naznačuje, o kolik se průměrně změnila hodnota časové řady:

$$\overline{{}_1d(y)} = \frac{y_n - y_1}{n - 1}. \quad (2.3)$$

Charakteristika zvaná **koeficienty růstu** $k_i(y)$ nám udává rychlost růstu či poklesu hodnot sledované časové řady. Vyčíslíme je jako podíl dvou po sobě

bezprostředně následujících hodnot a vyjadřují, kolikrát se zvýšila hodnota časové řady v určitém období oproti určitému období bezprostředně předcházejícímu. Kolísající koeficienty růstu kolem konstanty značí exponenciální trend.

$$k_i(y) = \frac{y_i}{y_{i-1}}, \quad i = 2, 3, \dots, n. \quad (2.4)$$

Na základě koeficientů růstu lze vyčíslit *průměrný koeficient růstu* $\overline{k(y)}$. Charakterizuje průměrnou změnu koeficientů růstu, počítá se jako průměr geometrický:

$$\overline{k(y)} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}. \quad (2.5)$$

Je potřeba si uvědomit, že vzorec (2.3) a (2.5) závisí pouze na první a poslední hodnotě ukazatele časové řady. Jestliže se tedy uvnitř intervalu střídá růst a pokles, charakteristiky ztrácí svoji informační hodnotu a jejich interpretace nemá smysl [8].

1.2.5 Rozklad časových řad

Hodnoty časové řady lze dekomponovat na několik jednotlivých složek. Jedná se o složku trendovou, sezónní, cyklickou a reziduální. Rozklad časové řady provádíme za účelem snadnějšího rozpoznání zákonitostí v chování dané řady. Každá časová řada však nemusí nutně obsahovat všechny výše uvedené složky.

Složka vyjadřující obecnou tendenci dlouhodobého vývoje sledovaného ukazatele v čase, se nazývá **trendová**. Vzniká systematickým působením sil ve stejném směru (např. technologické změny, změny v populaci). **Sezónní** složka zachycuje změny časové řady periodicky se opakující. Tyto změny se odehrávají každoročně, jsou způsobeny střídáním ročních období, lidskými zvyky apod. Za nejspornější složku časové řady považujeme složku **cyklickou**. Může být důsledkem vnějších vlivů, nalézt příčiny jejího vzniku je však velice obtížné, neboť charakter cyklické složky se může v čase měnit. Složka **reziduální** vzniká po odstranění veškerých složek v časové řadě. Tvoří ji náhodné jevy, které nemají jednoznačně rozpoznatelný systematický charakter. Tato složka pokrývá chyby v měření či chyby při vyčíslování [8].

1.2.6 Volba vhodného trendu

Kritéria volby trendové funkce můžeme rozdělit na tzv. interpolační a extrapolaci kritéria. **Interpolační kritéria** jsou taková, při kterých vhodný model trendu hledáme na základě analýzy časové řady v minulosti. Patří zde především věcně ekonomická kritéria a analýza grafu. **Věcně ekonomická** kritéria poukazují na skutečnost, že trendová funkce by měla být zvolena na základě věcné analýzy zkoumaného ekonomického jevu. Tato analýza nám umožňuje podhalit základní tendence ve vývoji spíše jen v hrubých obrysech, což alespoň napomůže orientovat se pouze na určitou podskupinu trendových čar. Při **analýze grafu** zobrazené časové řady hrozí nebezpečí subjektivního výběru. Další nebezpečí se skrývá v tom, že tvar grafu je do značné míry závislý na volbě použitého měřítka. Z těchto důvodů se při hledání vhodného typu trendové funkce opíráme především o rozbor empirických údajů.

Extrapolaci kritéria jsou založena na tom, že z analyzované řady oddělíme určitou část pozorování a na vhodnost trendové funkce usuzujeme podle toho, jak dobře extrapoluje tato pozorování [6].

1.2.7 Konstrukce prognóz

Ve statistice či ekonomii se nejčastěji setkáváme s **metodami extrapolace** časových řad. Podstata těchto metod spočívá v tom, že studium historie prognózovaného objektu a zákonitosti jeho vývoje v minulosti a přítomnosti se přenesou do budoucna. Vychází se tedy z deterministického principu, podle něhož budoucnost vyplývá z přítomnosti. Konstrukce těchto metod je založena na základě předpokladu o neměnnosti a stabilitě existujících tendencí vývoje zkoumaného jevu. Extrapolace je příkladem principu **ceteris paribus** („za jinak stejných podmínek“).

Extrapolaci metody tedy nejsou použitelné univerzálně. Jejich slabým místem je již zmíněný předpoklad neměnnosti dosavadních podmínek. V současné ekonomické praxi se však setkáváme s řadou jevů, které jsou v čase nestabilní. Získaná předpověď by tedy neměla být izolovaně základem pro rozhodování, ale měla by být korespondována s předpověďmi, získanými jinými prognostickými metodami. Reálná předpověď tedy může vyplynout až vzájemným porovnáním různých prognóz. Extrapolaci prognózy má největší význam konstruovat na 1 - 3 období dopředu [6].

2 ANALYTICKÁ ČÁST

Tato část práce o analýze problému a současné situaci obsahuje představení společnosti DEZA, a. s., analýzu a zhodnocení vybraných statistických ukazatelů, které byly zařazeny do skupin podle toho, co popisují. V poslední řadě je představena aplikace, vyvinutá za účelem automatizace a podpory použitých výpočtů.

2.1 Představení společnosti DEZA, a. s.

Text v kapitole „Představení společnosti DEZA, a. s.“ je čerpán z oficiální webové prezentace společnosti. V seznamu použité literatury konkrétní webové stránky odpovídají citačním zdrojům [2], [3].

Název společnosti: DEZA, a. s.

Právní forma: akciová společnost

Sídlo: Masarykova 753
Valašské Meziříčí 757 28
Česká republika

Rok vzniku: 1892 (od roku 1990 samostatná akciová společnost)

Počet zaměstnanců: 965 (údaj za rok 2011)

Obrat: 7,6 mld. Kč (údaj za rok 2011)

Předmět podnikání: výroba základních organických látek určených pro další chemické využití

Produkty: smola a dehtové oleje, naftalen, benzen, aromatická rozpouštědla, aromatické speciality, síra a soda, ftalanhydrid, změkčovadla a estery, fenoly, kresoly, kresolové kyseliny

IČ: 00011835

DIČ: CZ00011835

Web: <http://www.deza.cz>



Obr. 1: Oficiální logo společnosti DEZA, a. s. (Zdroj: <http://www.deza.cz/images/logo.gif>)



Obr. 2: Provoz čištění odpadních vod (Zdroj: http://www.deza.cz/editor/image/stranky3_galerie/tn_zo_om_obrazek_50.jpg)

DEZA, a. s. je výrobcem aromatických uhlovodíků a dalších chemických látek s téměř 120letou tradicí. Rozsahem svého výrobního programu patří mezi významné chemické podniky skupiny AGROFERT (pozn. autora: vlastněnou Andrejem Babišem – třetím nejbohatším Čechem) a zaměstnavatele v regionu. Neustálou obnovou a modernizací používaných výrobních technologií

se chemický závod snaží snižovat vliv výroby na životní prostředí. DEZA, a. s. plní od roku 1996 Program Odpovědné podnikání v chemii (Responsible Care). Na to navazuje snaha v letech 2011 – 2012 zavést ČSN EN ISO 16001 – Energetický management, jehož cílem je zlepšit hospodaření s energiemi. DEZA, a. s. se podařilo zavést od roku 1996 systém řízení jakosti ČSN EN ISO 9001:2009. S roční zpracovatelskou kapacitou 450 000 tun surového dehtu a 160 000 tun surového benzolu se společnost řadí mezi významné hráče v oboru na světě. Společnost zásobuje teplem město Valašské Meziříčí a taktéž další průmyslové podniky [3].

Látky zde vyráběné nacházejí široké uplatnění v každodenním životě: elektrotechnika, elektrody, barviva a pigmenty, saze (pro výrobu pneumatik), měkčený PVC (podlahové krytiny, hadice, folie, rukavice, obuv, pryž pro automobilový průmysl), desinfekční činidla, umělé hmoty, výroba papíru, nátěrové hmoty a jaderná technika [2].

Jakým způsobem se podařilo získat historická statistická data úhrnně obsažena v příloze k následujícímu zpracování? Součástí Programu Odpovědné podnikání v chemii je každoroční zpracování výroční zprávy, která zohledňuje číselné vyjádření environmentálních aspektů včetně aspektů bezpečnosti práce. Protože je tento program na území společnosti DEZA, a. s. již dlouhodobě zaveden, statistická data jsou v nezměněném stavu přibližně deset let zpětně k dispozici. Údaje pro vyhotovení závěrečné zprávy se získávají z různých středisek, zpracovává ji více odborníků.

2.2 Investice

Společnost rozděluje své investiční prostředky do tří základních kategorií:

- obnovovací investice,
- ekologické a bezpečnostní investice,
- rozvojové investice.

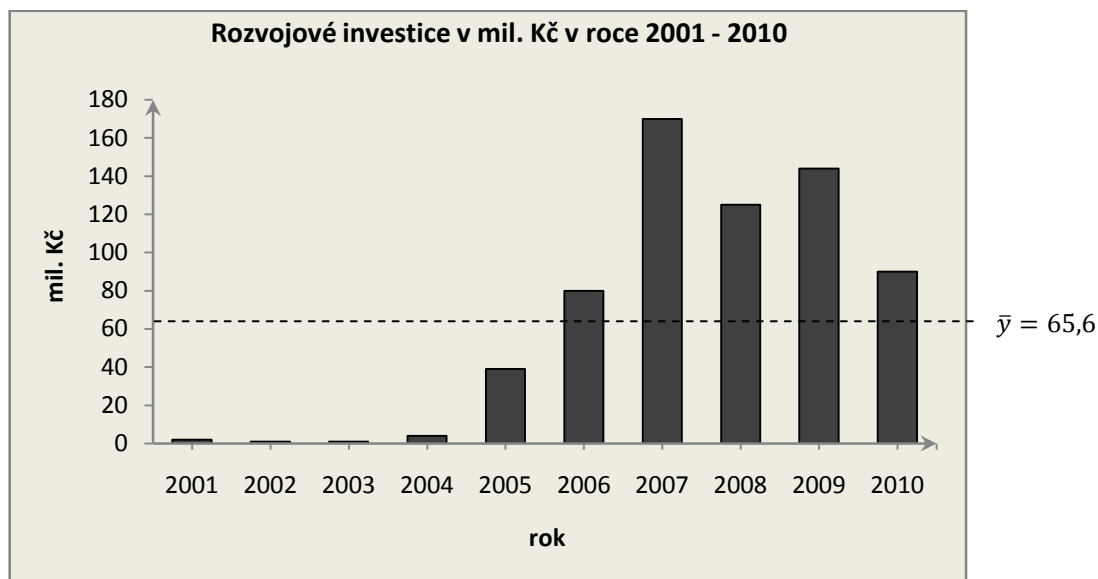
Výše obnovovacích investic ve sledovaném období 2001 – 2010 značně kolísá, je jich využíváno především v době potřeby. DEZA, a. s. pravidelně investuje nemalé prostředky do ekologizace svých výrob. Dlouhodobě se jedná o více než jednu třetinu celkových investičních prostředků. Ekologické a bezpečnostní investice vykázaly mezi lety 2001 – 2007 dramatický exponenciální nárůst, který se však kolem této hodnoty začal ustalovat. Ekologické investice minulých let byly soustřeďovány především na ochranu ovzduší. Dále je ve společnosti sledován ukazatel celkových investic a ukazatel procentuálního vyjádření ekologických investic z investic celkových.

2.2.1 Rozvojové investice

Mezi největší investiční akce tohoto druhu došlo v roce 2006, kdy se mohutně investovalo do pořízení nové technologie čištění odpadních vod v hodnotě cca 60 milionů korun. V roce 2009 byla novým zařízením nahrazena stará dopalovací jednotka na spalování koncových plynů z provozu benzol. V roce 2010 se zase investovalo do utěsnění skladovacích zásobníků dehtu. To má za následek cílené odvádění emisí ze skladovacích zásobníků do dopalovacích zařízení, a dále snížení občasného zápachu a emisí především. Zbývající rozvojové investice představovaly spíše nižší částky. Jejich jednotlivé „rozklíčování“ by představovalo nesmírně náročný proces, který v tuto chvíli nemá význam. Schválená výše investic pro následující hospodářský rok vždy přímo souvisí s aktuální ekonomickou situací společnosti.

Tab. 1: Rozvojové investice v mil. Kč v roce 2001 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

i	t [rok]	y_i [mil. Kč]	${}_1d_i(y)$	$k_i(y)$	$\hat{\eta}(i)$
1	2001	2	-	-	0
2	2002	1	-1	0,500	1
3	2003	1	0	1,000	3
4	2004	4	3	4,000	12
5	2005	39	35	9,750	43
6	2006	80	41	2,051	86
7	2007	170	90	2,125	108
8	2008	125	-45	0,735	114
9	2009	144	19	1,152	115
10	2010	90	-54	0,625	116

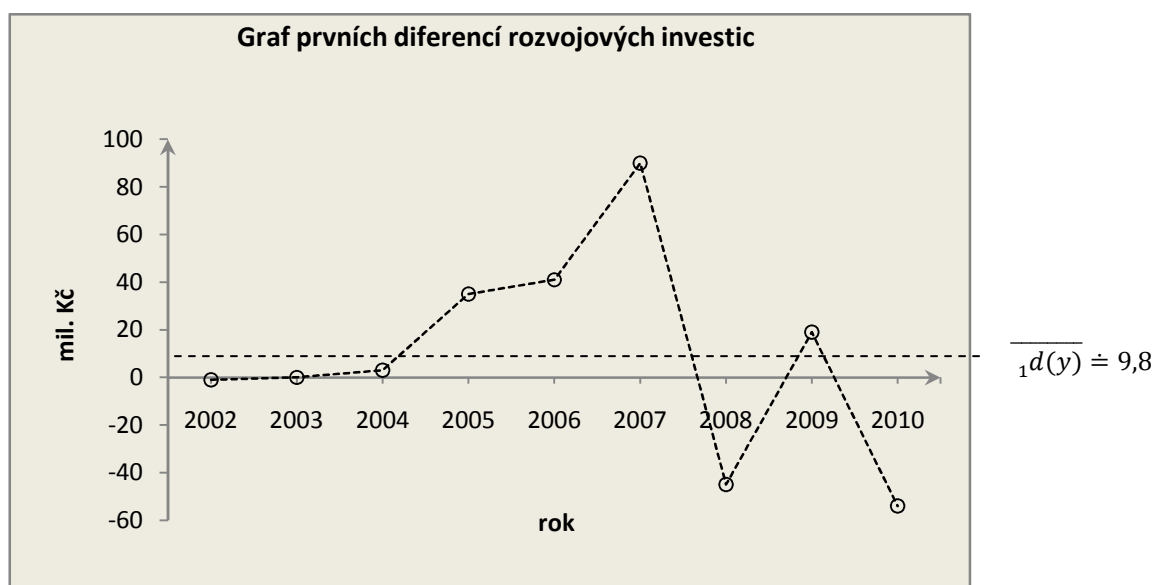


Graf 1: Rozvojové investice v mil. Kč v roce 2001 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

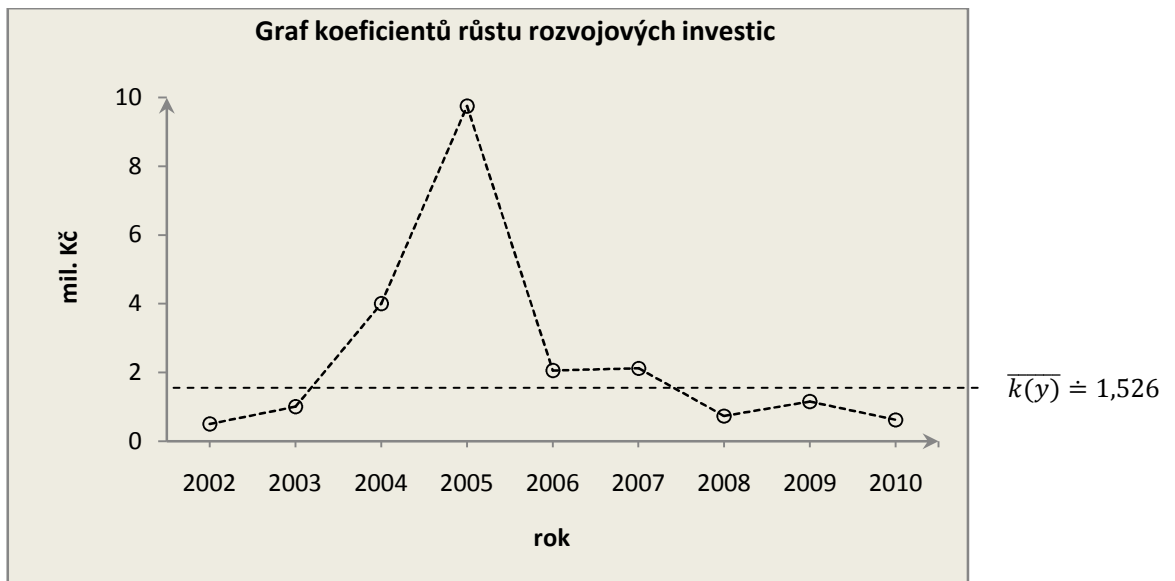
Na základě sestrojeného grafu lze konstatovat, že se společnosti v období 2001 – 2007 daří investovat do svého rozvoje stále větší obnos finančních prostředků. Až do roku 2007 je tento růst dramaticky exponenciální. Exponenciální růst investovaných

peněžních prostředků ale nemůže trvat dlouhodobě, neboť společnost oplývá omezenými finančními zdroji. Počátkem roku 2007 se proto výše rozvojových investic začíná ustalovat a je shora asymptoticky omezena. Časová řada rozvojových investic vykazuje znaky časové řady intervalové, neboť meziroční součty těchto investic mají svoji logickou interpretaci.

V naznačené časové řadě je patrný tzv. bod inflexe, který značí, že na tomto místě dochází k přechodu mezi konvexní a konkávní částí grafu. V grafu je dále patrné horní asymptotické omezení. Tyto znaky jsou typické pro nelinearizovatelné funkce logistický trend a Gompertzovu křivku.



Graf 2: Graf prvních diferencí rozvojových investic (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)



Graf 3: Graf koeficientů růstu rozvojových investic (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Z grafu prvních diferencí resp. grafu koeficientů růstu je patrné, že hodnoty neoscilují kolem určité konstanty. Regresní přímka či modifikovaný exponenciální trend by tedy pro vyrovnání hodnot nebyly vhodné. Vzhledem k průběhu znázorněných dat a předpokládanému vývoji rozvojových investic zvolíme pro vyrovnání této časové řady logistický trend.

Při výpočtu předpisu regresní funkce je žádoucí, aby počet dat $n = 10$ byl dělitelný třemi, proto se musíme rozhodnout, která data vypustíme. Jelikož se zajímáme především o budoucí vývoj sledovaného ukazatele, výhodné bude vypustit první hodnotu této časové řady. Faktem také je, že tato hodnota roku 2001 příliš neovlivní výslednou regresní funkci. Po úpravě tedy počet dat $n = 9$, první hodnota $x_1 = 2$, délka kroku $h = 1$ a počet dat ve skupině $m = 3$. Logistický trend vyžaduje pro dosažení do S_1 , S_2 a S_3 dle vztahu (1.8) hodnoty obrácené k y_i :

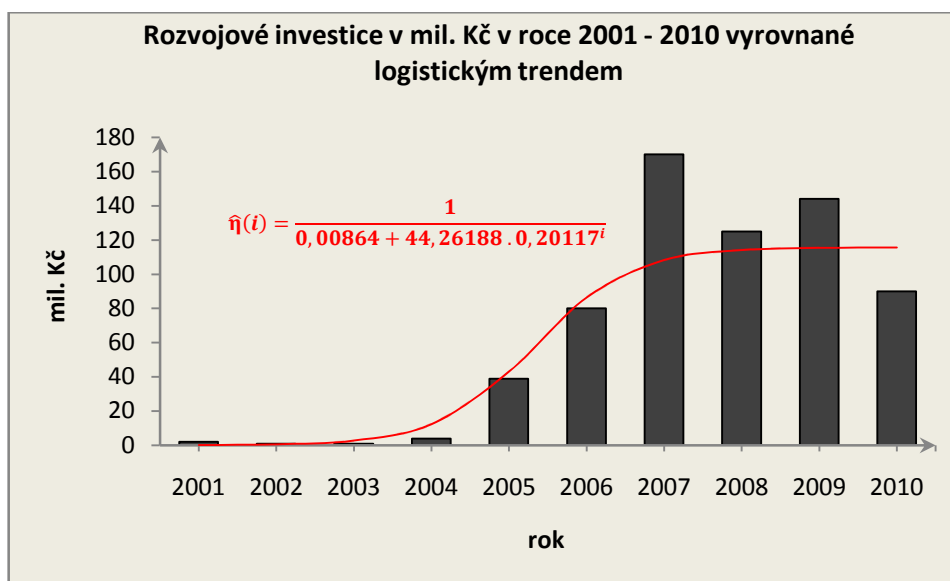
$$S_1 = \sum_{i=2}^4 \frac{1}{y_i} = 2,25; S_2 = \sum_{i=5}^7 \frac{1}{y_i} \doteq 0,04402; S_3 = \sum_{i=8}^{10} \frac{1}{y_i} \doteq 0,02606$$

Pro výpočet koeficientů b_3 , b_2 a b_1 použijeme vztahy (1.5) až (1.7):

$$b_3 \doteq 0,20117; b_2 \doteq 44,26188; b_1 \doteq 0,00864$$

Předpis regresní funkce logistického trendu dle (1.4) vypadá následovně:

$$\hat{\eta}(i) = \frac{1}{0,00864 + 44,26188 \cdot 0,20117^i}; \text{ kde } i = 1, 2, 3, \dots$$



Graf 4: Rozvojové investice v mil. Kč v roce 2001 – 2010 vyrovnané logistickým trendem (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Neboť vypočítaná regresní funkce relativně vystihla průběh analyzované časové řady a naměřenými hodnotami taktéž prochází, usuzujeme, že byla zvolena a vyčíslena správně. Lze tedy pomocí ní zkonstruovat prognózu střední hodnoty rozvojových investic následujícího roku 2011. Za argument i dosadíme hodnotu $i = 11$:

$$\hat{\eta}(11) = \frac{1}{0,00864 + 44,26188 \cdot 0,20117^{11}} \doteq 116.$$

Odhad střední hodnoty rozvojových investic roku 2011 je přibližně 116 mil. Kč. Pokud zůstanou vnější podmínky zachovány a jestliže zvolená regresní funkce správně vystihne další průběh tohoto procesu, pak lze v roce 2011 očekávat rozvojové investice přibližně ve výši 116 mil. Kč.¹

¹ Zjištěná skutečnost rozvojových investic roku 2011 je přibližně 227 mil. Kč. Skutečnost však nelze porovnávat s predikovanou hodnotou, neboť v průběhu roku 2011 došlo ke změně investiční strategie a tím tak k narušení vnějších podmínek ukazatele.

2.3 Emise do ovzduší

Text v kapitole „Emise do ovzduší“ je čerpán ze „Zprávy DEZA, a. s., Valašské Meziříčí o stavu a vývoji životního prostředí“ v roce 2009 a 2010. V seznamu použité literatury tyto zprávy odpovídají citačním zdrojům [4], [5].

Podnik DEZA, a. s. se zaměřuje především na soustavné snižování emisí benzenu, jejichž výše i přes veškerá opatření zaujímají přední umístění v žebříčku látek emitovaných do ovzduší, vykazovaných do IRZ (Integrovaný registr znečišťování). Dále se podnik zaměřuje na snižování emisí těkavých organických látek a pachových látek pronikajících do ovzduší. Legislativou předepsané emise ze zvláště velkého stacionárního zdroje teplárny a ze zvláště velkého stacionárního zdroje – spalovny průmyslových odpadů – jsou monitorovány kontinuálně. U ostatních zdrojů je měření emisí prováděno v souladu s platnou legislativou autorizovaným měřením jednou ročně u tzv. velkých zdrojů znečišťování ovzduší a jedenkrát za tři roky u tzv. středních zdrojů znečišťování ovzduší. Dále se provádějí další předepsaná měření emisí v souladu s legislativou i v souladu s vydanými integrovanými povoleními (měření pachových látek, kontrola emisního monitoringu atd.). Výsledky měření prokazují trvalé dodržování emisních limitů [4].

V průběhu každého roku je provozováno celoroční monitorování imisních koncentrací kyselých plynů (oxid siřičitý a oxidy dusíku). Zjištěné koncentrace bývají zpravidla hluboko pod imisními limity. Na nákladech za tato měření se podílí společnost DEZA, a. s. Společnost platí taktéž některým organizacím náhrady škod na zemědělské či lesní půdě. Náhrady těchto škod se odvíjejí od ročního množství určitých vyemitovaných látek, výše částky je stanovena dle zpracovaných znaleckých posudků v této věci. Typickým příkladem každoročního žadatele o odškodné jsou Lesy České republiky [5].

2.3.1 Emise TZL do ovzduší

Tuhé znečišťující látky (dále jen TZL), někdy též označované jako prach, jsou částice libovolného tvaru do velikosti 0,5 mm, struktury nebo hustoty rozptýlené v plynné fázi, které mohou být zachyceny filtrací za určitých podmínek odběru vzorku sledovaného plynu. Z hlediska složení se dělí na prachové částice s obsahem toxických

látek (což je také případ produkce firmy DEZA, a. s.) a na částice neobsahující tyto látky. Vyskytují se nejčastěji v odpadních plynech, které jsou doprovodem technologických procesů, zejména při výrobě tepelné energie. V chemickém závodě DEZA, a. s. vznikají TZL především na 5. provozu – energetika, kde tvoří součást spalin odváděných do komínových těles jak na teplárně, tak na dopalovně. Menší podíly dále tvoří zbytky spalin při likvidaci zachycených exhalací na jednotlivých výrobních (1. provoz – dehet, 3. provoz – ftalanhydrid, 4. provoz – benzol, 9. provoz – fenoly atd.).

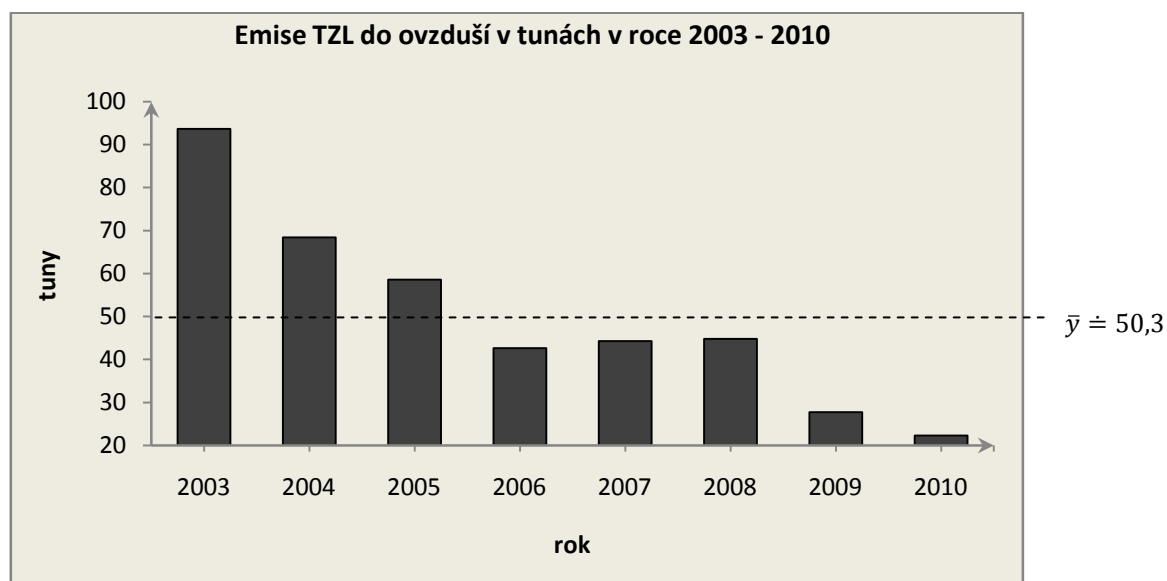
Produkované množství TZL závisí na několika propojených faktorech:

- množství spotřebovávaného paliva a surovin (kvantitativní parametry),
- skladbě spotřebovaného paliva a surovin (kvalitativní parametry),
- období (periodě) s různou spotřebou energie (a tím i produkcí odpadních plynů) – což závisí na klimatických podmínkách, a tím na celkové potřebě energie,
- schopnosti (či vyspělosti filtračních systémů) zachycovat a likvidovat tyto nežádoucí látky přímo u zdroje jejich vzniku.

Meziroční snižování ukazatele souvisí s neustálou snahou o optimalizaci skladby paliv, dále s efektivnějším využíváním spalovacích procesů s cílem snížit spotřebu energie. Jako zcela konkrétní součást vlivu na snižování emisí TZL v DEZA, a. s. lze uvést zavádění normy ČSN EN 16001, která představuje systém managementu hospodaření s energií s přímým dopadem na její celkovou spotřebu.

Tab. 2: Emise TZL do ovzduší v tunách v roce 2003 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

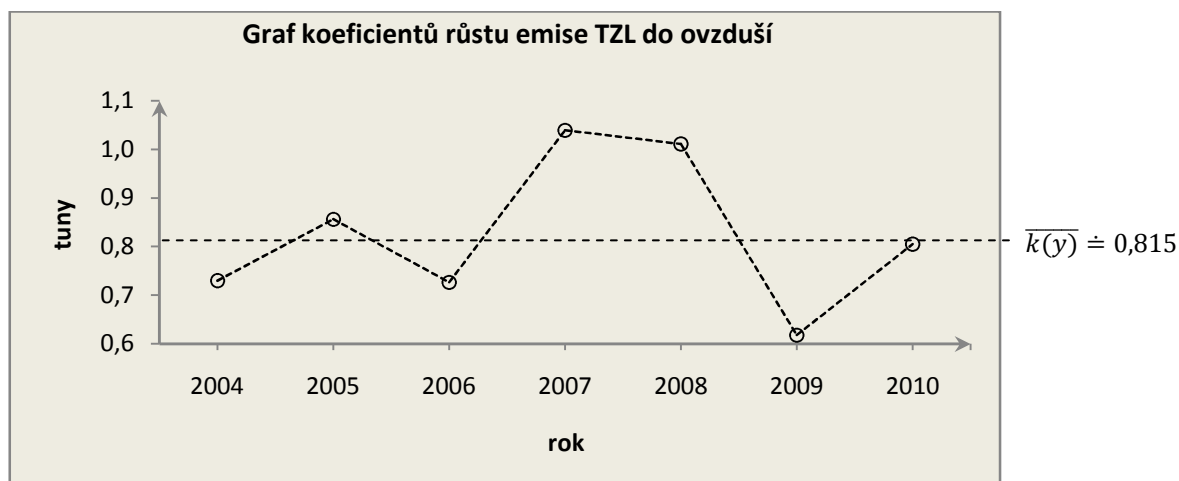
i	t_i [rok]	y_i [tuny]	$d_i(y)$	$k_i(y)$	$\hat{\eta}(i)$
1	2003	93,7	-	-	95,6
2	2004	68,4	-25,3	0,730	66,5
3	2005	58,6	-9,8	0,857	53,5
4	2006	42,6	-16,0	0,727	47,7
5	2007	44,3	1,7	1,040	45,1
6	2008	44,8	0,5	1,011	44,0
7	2009	27,7	-17,1	0,618	43,5
8	2010	22,3	-5,4	0,805	43,2



Graf 5: Emise TZL do ovzduší v tunách v roce 2003 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Jelikož mají meziroční součty emisí TZL svoji reálnou interpretaci, lze o této časové řadě hovořit jako o intervalové. Ke znázornění naměřených hodnot byl proto použit sloupkový diagram, vyobrazený jako graf č. 5. Dle vztahu (2.1) byl vypočítán průměr intervalové časové řady \bar{y} , znázorněný přerušovanou čarou. Společnosti se meziročně daří snižovat emise TZL do ovzduší, což z environmentálního hlediska představuje pozitivní trend.

Sledovaná časová řada vykazuje exponenciální průběh asymptoticky ustalující se k horizontální časové ose. Pro vyrovnání této sady dat použijeme takovou regresní funkci, která by byla pro rostoucí hodnoty času zdola ohraničena, což koresponduje s předpokladem, že by se měly emise TZL v budoucnu spíše ustálit. V letech 2011 – 2012 se totiž předpokládá zavedení normy ČSN EN 16001. Těmto charakteristikám nejlépe odpovídá nelinearizovatelná funkce modifikovaný exponenciální trend.



Graf 6: Graf koeficientů růstu emise TZL do ovzduší (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$ nám říká, že ve sledovaném období klesá meziročně počet tun emisí TZL do ovzduší v průměru o 10,2 tuny. Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$ značí, že ve sledovaném období se každý rok sníží emise TZL do ovzduší oproti roku předcházejícímu v průměru 0,815 krát. Lze tak usoudit na základě vztahů (2.3) a (2.5). Graf koeficientů růstu byl sestaven za účelem volby nejvhodnější regresní funkce. Hodnoty této charakteristiky sice zřetelně neoscilují kolem určité konstanty, i přesto na základě věcně ekonomických kritérií a analýzy grafu pro vyrovnání naměřených hodnot použijeme modifikovaný exponenciální trend.

Pro výpočet předpisu modifikovaného exponenciálního trendu se vyžaduje, aby celkový počet dat byl dělitelný třemi. Je tedy potřeba vynechat buď první, nebo poslední dvě hodnoty. I přesto, že se soustředíme především na budoucí vývoj sledovaného ukazatele a je zřejmé, že vynechání hodnot ovlivní výslednou regresní funkci, do výpočtu nezahrneme poslední dvě hodnoty. V opačném případě (při nezahrnutí prvních dvou hodnot) by totiž zvolená regresní funkce v budoucnu vykázala

nereálné záporné hodnoty. Úprava má za následek vytvoření tří dvojic. S_1 , S_2 a S_3 nabývají následujících hodnot:

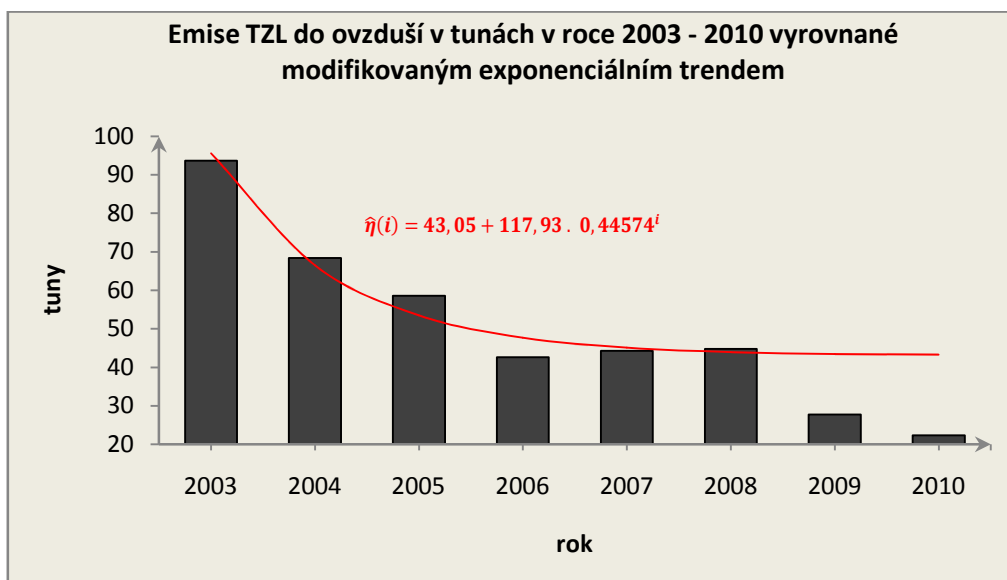
$$S_1 = \sum_{i=1}^2 y_i = 162,1; S_2 = \sum_{i=3}^4 y_i = 101,2; S_3 = \sum_{i=5}^6 y_i = 89,1$$

Dle předpisu (1.5) až (1.7) zjistíme regresní koeficienty za předpokladu, že počet dat $n = 6$, počet dat ve skupině $m = 2$, délka kroku $h = 1$ a první z uvažovaných hodnot $x_1 = 1$:

$$b_3 \doteq 0,44574; b_2 \doteq 117,93; b_1 \doteq 43,05$$

Hledaný modifikovaný trend lze dle (1.4) vyjádřit následujícím předpisem:

$$\hat{\eta}(i) = 43,05 + 117,93 \cdot 0,44574^i; \text{ kde } i = 1, 2, 3, \dots$$



Graf 7: Emise TZL do ovzduší v tunách v roce 2003 – 2010 vyrovnané modifikovaným exponenciálním trendem (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Zvolené regresní funkci se nepodařilo dostatečně těsně vystihnout průběh v časové řadě emisí TZL do ovzduší. Odchyly hodnot regresní funkce roku 2009 a 2010 od hodnot skutečně naměřených jsou příliš velké. Je zřejmé, že tak nastalo opomenutím posledních dvou hodnot při výpočtu a dále nedostatečnou délkou časové řady. Prognózu pro následující rok 2011 konstruovat nebudeme, neboť by její vypovídací schopnost byla nedostatečná. Subjektivně lze v budoucnu odhadovat mírný pokles oproti roku

2010 v souvislosti s čerstvě zaváděnou normou ČSN EN 16001. Na této úrovni se však již očekává asymptotické ustálení hodnot.²

2.4 Emise do povrchových vod

Analýzu odpadních vod podléhající emisním limitům provádí externí laboratoř, vlastníci příslušnou akreditaci. Kontrolní analýzy vybraných ukazatelů však provádí společnost DEZA, a. s. ve vlastní režii prostřednictvím firemní laboratoře. Kontrolní laboratoř zpracuje přibližně 40 tisíc vzorků ročně. Od roku 2003 jsou výstupy akreditované laboratoře zahrnuty v tabulkách uvedených v příloze, které obsahují roční sumarizované průměrné hodnoty. Výsledky analýz jsou do podnikového informačního systému průběžně zadávány, týdně či měsíčně zálohovány. V době zpracovávání této práce ještě společnost neměla k dispozici úhrnné výsledky za rok 2011. Legislativní podmínky nutí společnost ukládat a uchovávat stále podrobnější a větší objemy analyzovaných dat. Výsledky analýz byly až do roku 2002 uchovávány především v listinné podobě.

Množství vyprodukovaných tun jednotlivých ukazatelů znečištění povrchových vod závisí na účinnosti čištění odpadních vod, řádném provozování technik k tomu určených, na tzv. řízeném čištění odpadních vod a dodržování obecných zásad. Významné je rovněž vstupní znečištění, nárazová produkce odpadních vod, dále místní povětrnostní podmínky a roční období. Je to poměrně mnoho faktorů, ovlivňujících kvalitu vypouštěných vod. Proto společnost DEZA, a. s. provozuje řadu technologií, přidružených zařízení a přijímá mnohá opatření do takové míry, aby zajistila nejnižší možnou úroveň vypouštěného znečištění za ekonomicky únosného stavu.

Technologické odpadní vody jsou separovány již na jednotlivých prozovech v místě jejich vzniku a to podle složení a koncentrace škodlivin v nich obsažených. Odpadní vody jsou shromažďovány v samostatných jímkách a přečerpávány na chemickou ČOV (čistička odpadních vod) k čištění, kde jsou podle druhu odpadní vody a koncentrace znečišťujících látek čištěny specifickými a účinnými technologickými postupy nebo jejich kombinací. Základní technologie čištění odpadních vod se ve

² Zjištěná skutečnost roku 2011 je přibližně 20,2 tun emise TZL do ovzduší.

společnosti nezměnila takřka od 60. let. Průběžně je však rozšiřována o nové techniky, případně je navyšována účinnost stávající technologie. Ne všechno čištění odpadních vod však vychází od tzv. biologické čistírny, ale existují tu zde i mnohé technologické procesy sloužící na předčištění. Souhrnně se označují jako chemické čištění odpadních vod, kde byla přijata příslušná technologická opatření. Mezi poslední opatření, posuzované jako nejlepší dostupná technika čištění průmyslových odpadních vod, je realizace stripování čpavkových vod vodní parou a dále detoxikace odpadních vod ozónem, generovaném ve vysokofrekvenčním elektromagnetickém poli.

2.4.1 Emise CHSK_{Cr} do povrchových vod

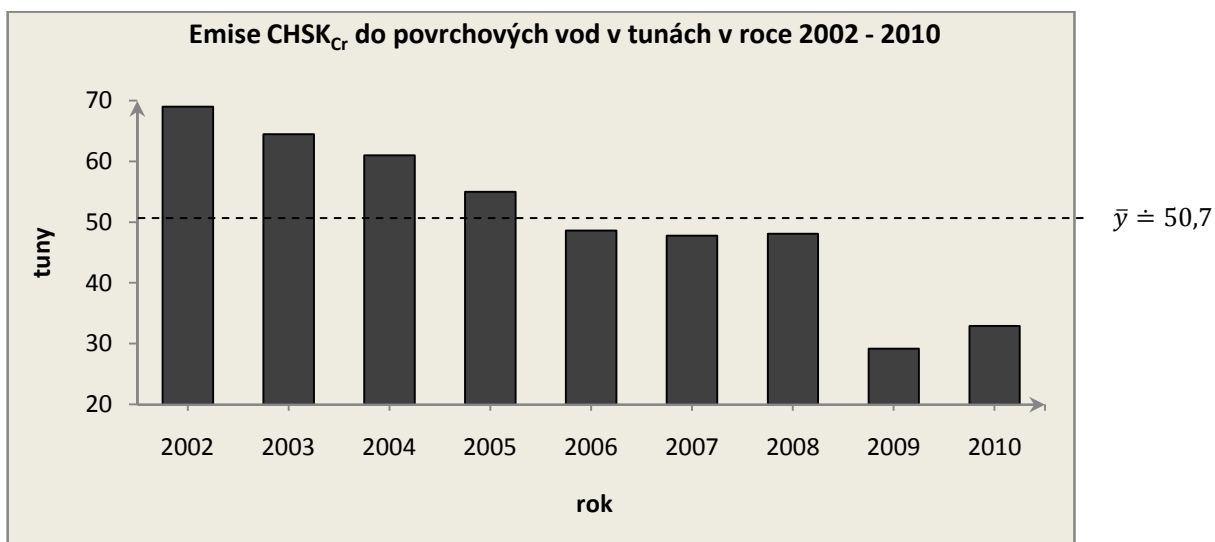
Chemická spotřeba kyslíku (dále jen CHSK) je základní ukazatel znečištění odpadních vod městských a průmyslových. Tento ukazatel znečištění by se rovněž dal nazvat jako sumární stanovení organických látek katalytickou oxidací. Dichroman draselný (dolní index C_r) se používá u stanovení vysokých koncentrací organických látek. CHSK vzniká všude tam, kde dochází ke vzniku odpadních vod. Místa vzniku jsou charakteristická obsahem např. fenolických látek, PAU (polycyklické aromatické uhlovodíky) v podobě dehtových emulzí, čpavku, benzolu, kyanidů a dalších konkrétních organických látek. Ukazatel CHSK je vhodný k posuzování vypouštěných vod do toku, s výrobou příliš nesouvisí. Největší koncentrace CHSK mají ve společnosti DEZA, a. s. odpadní vody označované jako OVF1, vznikající při zpracování černouhelného dehtu (1. provoz), případně na výrobně fenolů (9. provoz).

Výše ukazatele CHSK od roku 2002 klesala. Společnosti se ve sledovaném období podařilo zvýšit účinnost čištění odpadních vod a řádně provozovat techniky k tomu určené. CHČOV (chemická čistička odpadních vod) degraduje stále větší organické znečištění a tím tak snižuje emise CHSK. Dále se daří snižovat obsah kyanidů v odpadních vodách a znečištění ve vybraných proudech předčištěných odpadních vod z chemického čištění, vstupující na BČOV (biologická čistička odpadních vod). Tyto faktory se nejlépe podařilo zkombinovat v letech 2009 a 2010, což se podepsalo na výraznějším poklesu ukazatele. Aktuální dosažená úroveň míry znečištění je na technologickém maximu a nelze předpokládat její další významné snížení. Zásadní bude až plánovaná rekonstrukce biologické čistírny s předpokládanými náklady dosahující výše cca 220 mil. Kč, která provozováním tzv. D-N kaskádového

systemu Alfa jako nejlepší dostupné techniky může tento ukazatel znečištění ještě dále snížit.

Tab. 3: Emise CHSK_{Cr} do povrchových vod v tunách v roce 2002 – 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

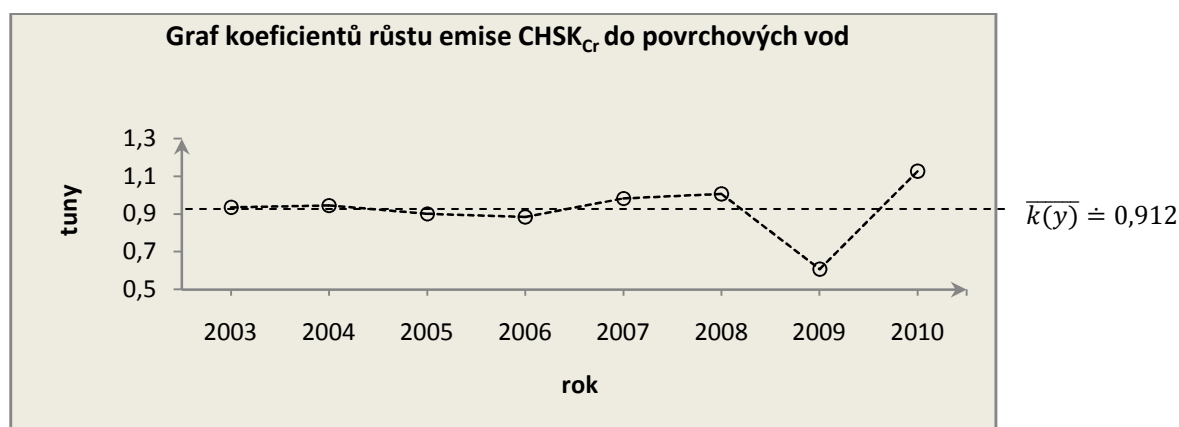
i	t_i [rok]	y_i [tuny]	_id_i(y)	k_i(y)	$\hat{\eta}(i)$
1	2002	69,0	-	-	69,7
2	2003	64,5	-4,5	0,935	64,8
3	2004	61,0	-3,5	0,946	59,9
4	2005	55,0	-6,0	0,902	55,2
5	2006	48,6	-6,4	0,884	50,4
6	2007	47,8	-0,8	0,984	45,8
7	2008	48,1	0,3	1,006	41,2
8	2009	29,2	-18,9	0,607	36,7
9	2010	32,9	3,7	1,127	32,3



Graf 8: Emise CHSK_{Cr} do povrchových vod v tunách v roce 2002 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Emise CHSK_{Cr} do povrchových vod mají ve sledovaném časovém rozpětí klesající trend. Důvody, proč se tak děje, souvisejí především se stále efektivnějším zacházením s dostupnými nástroji v oblasti vodohospodářství společnosti. Úroveň implementovaných technologií v této oblasti však již dosáhla svého maxima. S výraznějším poklesem emisí CHSK_{Cr} proto v budoucnu nelze počítat, hodnoty se spíše ustálí na úrovni roku 2009 a 2010.

Sledovanou časovou řadu má smysl vyrovnávat regresní funkcí. Z grafického záznamu je patrný klesající exponenciální trend, který je pro hodnoty času zdola ohraničen. Z nabídky regresních funkcí tomuto popisu nejlépe odpovídá modifikovaný exponenciální trend, asymptoticky ustalující se k horizontální časové ose. Pro podporu volby vhodné regresní funkce zkonstruujeme graf koeficientů růstu.



Graf 9: Graf koeficientů růstu emise CHSK_{Cr} do povrchových vod (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Regresní přímka by pro vyrovnání zadaných hodnot nebyla vhodná hned ze dvou důvodů. Prognóza pro následující rok 2011 by byla v rozporu s tvrzením, že se hodnoty mají s přibývajícím časem ustálit. Za několik let by dále regresní přímka protнула vodorovnou časovou osu, emise CHSK_{Cr} tohoto roku by poté byly rovny nulové hodnotě. Neboť je z grafu koeficientů růstu patrná oscilace kolem konstanty a hodnoty ukazatele se mají v čase ustálit, časovou řadu vyrovnáme modifikovaným exponenciálním trendem.

Při výpočtu sum $S_1 - S_3$ se řídíme vztahem (1.8):

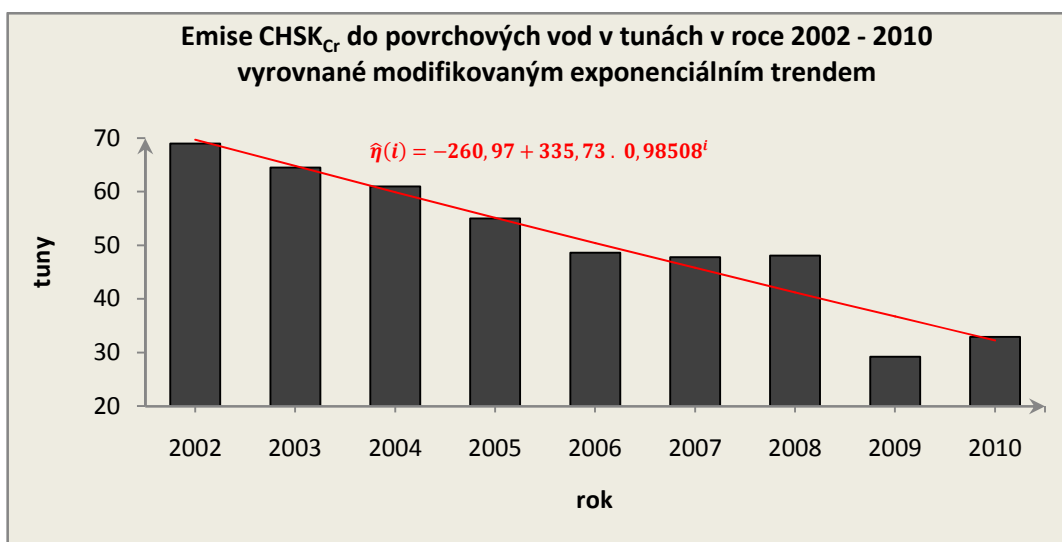
$$S_1 = \sum_{i=1}^3 y_i = 194,5; S_2 = \sum_{i=4}^6 y_i = 151,4; S_3 = \sum_{i=7}^9 y_i = 110,2$$

Regresní koeficienty $b_1 - b_3$ určíme dle vztahů (1.5) až (1.7), přičemž počet dat $n = 9$, počet dat v jednotlivých skupinách $m = 3$, délka kroku $h = 1$ a $x_I = 1$:

$$b_3 \doteq 0,98508; b_2 \doteq 335,73; b_1 \doteq -260,97$$

Předpis modifikovaného exponenciálního trendu dle (1.4) vypadá následovně:

$$\hat{\eta}(i) = -260,97 + 335,73 \cdot 0,98508^i; \text{ kde } i = 1, 2, 3, \dots$$



Graf 10: Emise CHSK_{Cr} do povrchových vod v tunách v roce 2002 – 2010 vyrovnané modifikovaným exponenciálním trendem (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Z grafu č. 10 lze vyzorovat, že zvolená regresní funkce těsně vystihla průběh sledované časové řady a naměřenými daty taktéž prochází. Poukazuje to jak na správný výběr regresní funkce, tak na korektní vyčíslení regresních koeficientů. Konstrukce prognózy pro následující období 2011 tak má smysl. Při výpočtu prognózy za parametr i dosazujeme hodnotu 10:

$$\hat{\eta}(10) = -260,97 + 335,73 \cdot 0,98508^{10} \doteq 27,9.$$

V případě, že vnější podmínky ukazatele zůstanou zachovány a pokud zvolená regresní funkce správně vystihne další průběh, pak v roce 2011 můžeme očekávat emisi CHSK_{Cr} do povrchových vod přibližně ve výši 27,9 tun.³

³ Zjištěná skutečnost roku 2011 je přibližně 31,9 tun emise CHSK_{Cr}. Míra znečištění závisí na množství zpracovaných surovin a míře znečištění odpadních vod. Určitá odchylka od vypočtené hodnoty je proto očekávaná a přijatelná.

2.4.2 Emise NL do povrchových vod

Nerozpuštěné látky (dále jen NL) jsou významným ukazatelem znečištění povrchových vod, který nachází své uplatnění především u městských čistíren. Tento ukazatel představuje skupinu látek, které tvoří ve vodě zákal. Standardně se jedná o jíly, prach, mikroskopické organismy, zvířený sediment nebo korozi z potrubí. Hovoříme tedy o pestré směsi anorganického, organického a biologického znečištění. V případě vod vypouštěných z DEZA, a. s. se může rovněž jednat o stržený lehký biologický kal z aktivace BČOV (biologická čistírna odpadních vod), který nebyl zachycen v dosazovací nádrži 3. stupně, případně v sériově zapojených pískových filtrech. Jeho hodnota vypovídá o celkovém stavu a tedy i účinnosti biologického čištění. V případě DEZA, a. s. jsou hodnoty NL trochu zkreslené, protože za BČOV je umístěn biologický rybník, určený ke zdržení vypouštěných odpadních vod. Zde samovolně (přirozeně) probíhají biologické procesy, což ve výsledku zvyšuje obsah NL, vypouštěných do toku Bečva. NL vznikají všude tam, kde dochází ke vzniku odpadních vod.

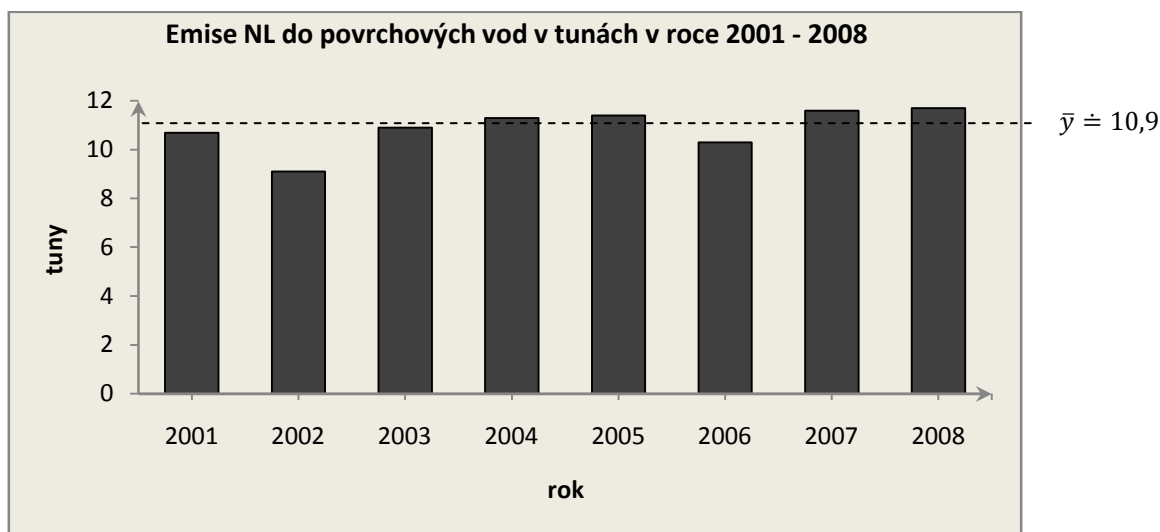
Společnosti se daří meziročně udržovat vyšší emise NL do povrchových vod přibližně na stejné úrovni. Tohoto stavu společnost dosahuje zejména:

- provozováním řízeného čištění průmyslových odpadních vod,
- pravidelným čištěním biologické laguny na výusti odpadních vod.

Aktuální dosažená úroveň NL je na technologickém maximu a nelze předpokládat její další snížení. Zásadní bude až plánovaná rekonstrukce biologické čistírny za cca 220 mil. Kč mezi roky 2015 - 2017. Stávající pískové filtry biologicky vyčištěných vod nahradí jiným způsobem filtrace terciárního dočištění, čímž se sníží obsah NL.

Tab. 4: Emise NL do povrchových vod v tunách v roce 2001 – 2008 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

i	t_i [rok]	y_i [tuny]	_id_i(y)	k_i(y)	$\hat{\eta}(i)$
1	2001	10,7	-	-	10,1
2	2002	9,1	-1,6	0,850	10,3
3	2003	10,9	1,8	1,198	10,6
4	2004	11,3	0,4	1,037	10,8
5	2005	11,4	0,1	1,009	11,0
6	2006	10,3	-1,1	0,904	11,2
7	2007	11,6	1,3	1,126	11,4
8	2008	11,7	0,1	1,009	11,6

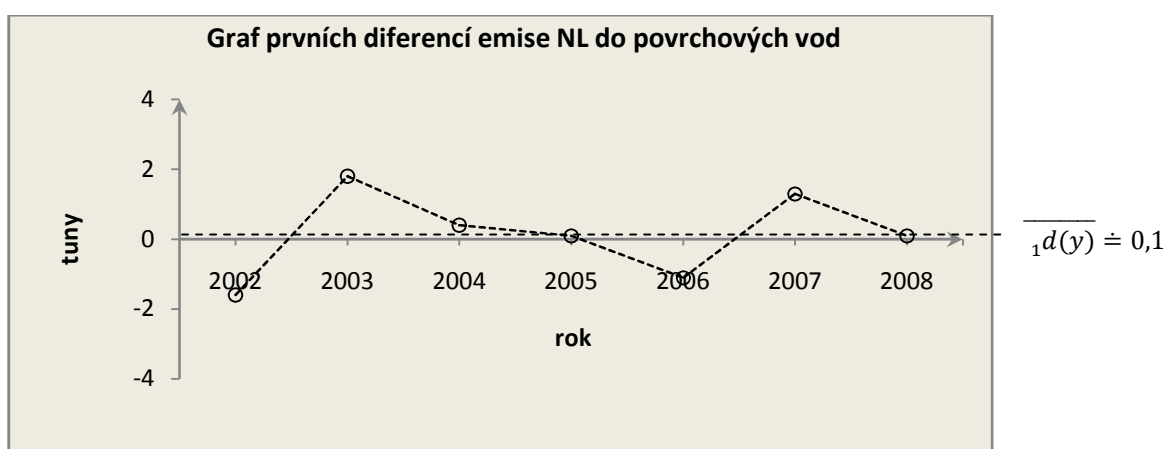


Graf 11: Emise NL do povrchových vod v tunách v roce 2001 – 2008 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Z grafického popisu zkoumaného ukazatele je patrné, že hodnoty emisí NL do povrchových vod vykazují meziročně přibližně obdobné hodnoty. Neměnný lineární průběh lze očekávat i do budoucna, neboť se naměřené hodnoty sledovaného ukazatele pohybují na technologickém maximu. Výraznější pokles ukazatele je nepravděpodobný až do roku 2015, kdy se společnost DEZA, a. s. chystá investovat nemalé prostředky do

rekonstrukce biologické čistírny. Daná časová řada je intervalová, neboť její jednotlivé hodnoty lze smysluplně sčítat. Průměr intervalové časové řady \bar{y} značí, že ve sledovaném období 2001 – 2008 připadá na rok průměrně 10,9 tun emisí NL do povrchových vod.

Horizontální časová osa představuje nezávisle proměnnou, vertikální osa tun emise NL do povrchových vod závisle proměnnou. Lze usoudit, že množství vyprodukovaných tun NL závisí na čase, s rostoucím časem má počet tun mírně vzrůstající charakter. Trend se zdá být lineární, proto se ho pokusíme vyrovnat regresní přímkou.



Graf 12: Graf prvních diferencí emise NL do povrchových vod (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Graf prvních diferencí analyzovaného ukazatele jsem sestrojil proto, aby bylo možné lépe poukázat na určitý trend. Lze usoudit, že hodnoty prvních diferencí mírně kolísají kolem konstanty, což podporuje myšlenku vyrovnat časovou řadu regresní přímkou. Ve sledovaném období vzrůstá počet tun emisí NL každým rokem v průměru o 0,1 tuny. Lze tak konstatovat na základě průměru prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$, vypočítaného dle vztahu (2.3). Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$ zase poukazuje na fakt, že ve sledovaném období se každý rok zvýší počet tun emisí NL oproti roku předcházejícímu v průměru 1,013 krát. Tento údaj byl vypočítán na základě vzorce (2.5).

Pro stanovení odhadu hledané regresní přímkou je nejprve potřeba vypočítat výběrové průměry \bar{x} a \bar{y} . Učiníme tak na základě vzorce (1.2):

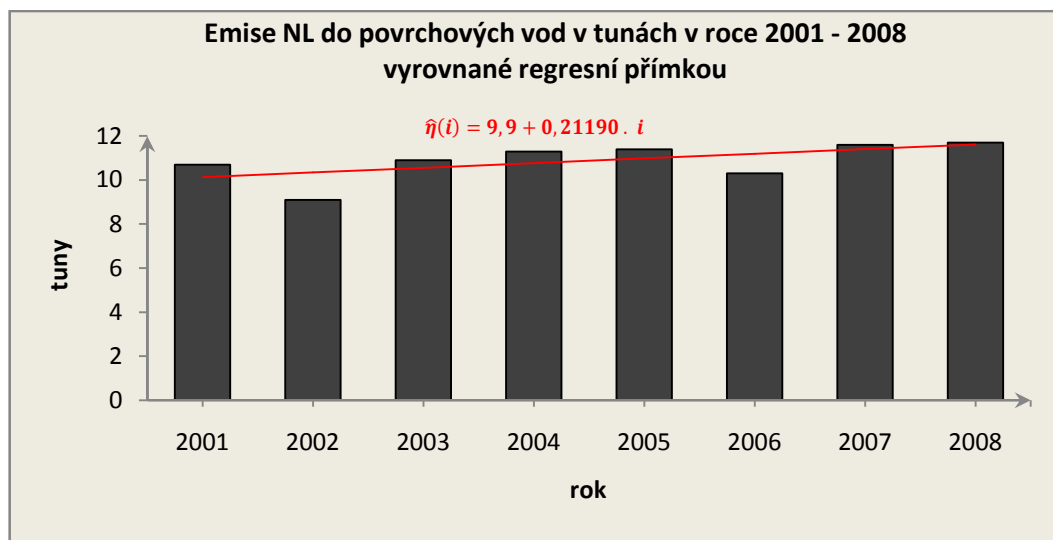
$$\bar{x} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 x_i = 4,5; \bar{y} = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 y_i \doteq 10,9$$

Jako další krok vypočítáme koeficienty b_2 a b_1 pomocí vztahů (1.1):

$$b_2 \doteq 0,21190; b_1 \doteq 9,9$$

Odhad regresní přímky je dán předpisem dle vztahu (1.3):

$$\hat{\eta}(i) = 9,9 + 0,21190 \cdot i; \text{ kde } i = 1, 2, 3, \dots$$



Graf 13: Emise NL do povrchových vod v tunách v roce 2001 - 2008 vyrovnané regresní přímkou
(Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Neboť regresní přímka prochází zadanými daty je zřejmé, že koeficienty byly vyčísleny správně. Protože zvolená funkce poměrně těsně vystihla průběh v časové řadě, je na místě vyslovit prognózu počtu tun emise NL do povrchových vod pro následující rok 2009:

$$\hat{\eta}(9) = 9,9 + 0,21190 \cdot 9 \doteq 11,8.$$

Pokud zůstanou dosavadní podmínky zachovány a pokud zvolená regresní funkce správně vystihne i budoucí trend, pak lze očekávat průměrnou emisi NL do povrchových vod v roce 2009 přibližně ve výši 11,8 tun.⁴

⁴ Zjištěná skutečnost roku 2009 je přibližně 7,9 tun emise NL. Tohoto roku však došlo ke změně externí akreditované laboratoře, z jejichž naměřených hodnot se při výpočtu regresní přímky vychází. Určitá odchylka přesnosti měření s ohledem především na problematiku odběru vzorku je v případě nové laboratoře možná. Z důvodu narušení stávajících podmínek tak nelze hodnoty vzájemně porovnávat.

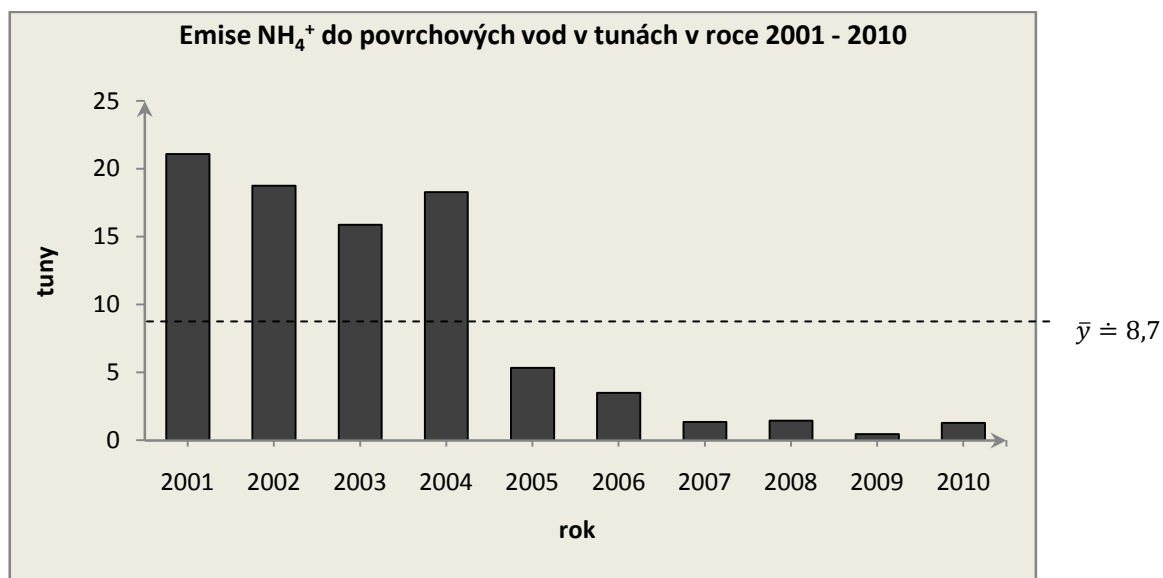
2.4.3 Emise NH_4^+ do povrchových vod

Kation amonný (dále jen NH_4^+) vzniká sloučením dvou látek: NH_3 a H_2O . Základním prvkem této sloučeniny je dusík. Dusík představuje základní stavební jednotkou pletiv u rostlin, přechází následně z černého uhlí do dehtu a z něj do odpadních vod. Prapůvodem je tedy dusík rostlinného původu. V DEZA, a. s. se v chemických výrobcích sloučeniny dusíku nevyužívají, naopak všechny tyto formy přechází v rozpustné formě anorganických solí a organických komplexů do odpadních vod. Průmyslové odpadní vody obsahují vysoké koncentrace čpavku (zastaralé označení NH_3 kvůli pronikavému zápachu), který by pro mikroorganismy na BČOV (biologická čistírna odpadních vod) mohl být toxický. Proto jsou surové odpadní vody předčišťovány v rámci provozu chemického čištění odpadních vod.

NH_4^+ vzniká všude, kde dochází ke vzniku odpadních vod. Místa vzniku jsou charakteristická obsahem čpavku, benzolu a dalších konkrétních organických látek. Tento obecný ukazatel je vhodný k posuzování vypouštěných vod do toku, s výrobou příliš nesouvisí. Nejvyšší koncentrace NH_3 mají ve společnosti vody označované jako OVČ, produkované na výrobně benzol (4. provoz). Meziroční snižování NH_4^+ souvisí s řádným provozováním technologie odčpavkování vod, konkrétně rozšířením o kontinuální měření vybraných ukazatelů v rámci této technologie, v optimálním provozování biologické čistírny a rozšířením provozní technologie na výrobním provozu o tzv. stripovací kolonu v roce 2005. Aktuální dosažená úroveň NH_4^+ představuje technologické maximum a nelze předpokládat její další snížení. Zásadní bude až zmiňovaná plánovaná rekonstrukce biologické čistírny za cca 220 mil. Kč v roce 2015, která provozováním tzv. D-N kaskádového systému Alfa sníží obsah dusíku.

Tab. 5: Emise NH_4^+ do povrchových vod v tunách v roce 2001 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

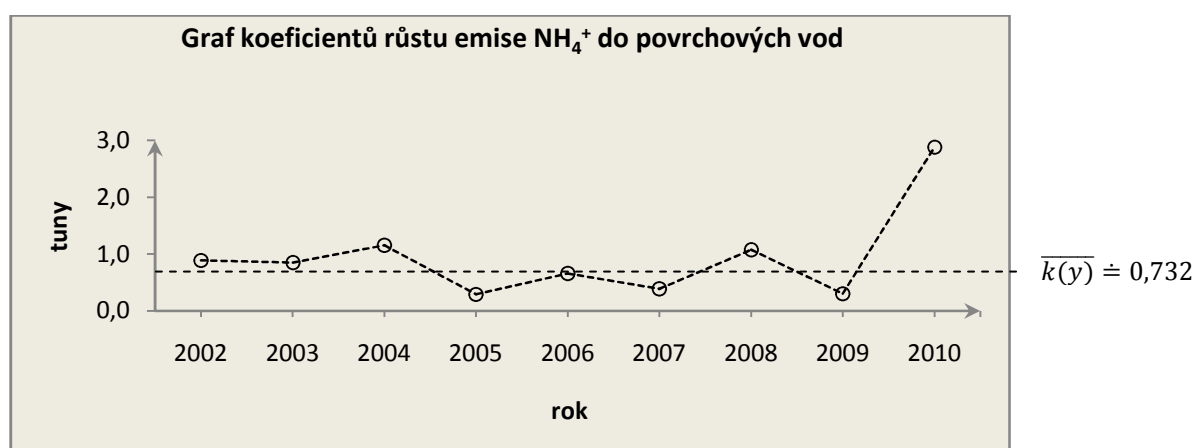
i	t_i [rok]	y_i [tuny]	${}_i d_i(y)$	$k_i(y)$
1	2001	21,08	-	-
2	2002	18,74	-2,34	0,889
3	2003	15,87	-2,87	0,847
4	2004	18,28	2,41	1,152
5	2005	5,33	-12,95	0,292
6	2006	3,50	-1,83	0,657
7	2007	1,35	-2,15	0,386
8	2008	1,45	0,10	1,074
9	2009	0,44	-1,01	0,303
10	2010	1,27	0,83	2,886



Graf 14: Emise NH_4^+ do povrchových vod v tunách v roce 2001 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Sledovaný ukazatel má v čase klesající průběh. V roce 2005 je patrný dramatický pokles, který nebyl ničím náhodným. Společnost totiž rozšířila provozní technologii na výrobním provozu o tzv. stripovací kolonu. Současně se jí podařilo řádně provozovat technologii odčpavkování vod a optimalizovat provoz biologické čistírny. Přijatá opatření se nejvíce podepsala na snížení emisí NH_4^+ v období 2005 - 2010. V současné době je však úroveň ukazatele na technologickém maximu, s výraznějším snížením těchto emisí proto až do roku 2015 nelze počítat. Sledovaná časová řada je intervalová, neboť její meziroční součty mají reálnou interpretaci. Průměr intervalové časové řady \bar{y} nám napovídá, že ve sledovaném období 2001 – 2010 připadá na rok průměrně 8,7 tun emisí NH_4^+ do povrchových vod.

Hodnoty ukazatele za sledované období vykazují exponenciální trend. Tento trend se asymptoticky ustaluje k horizontální časové ose. Subjektivně lze usoudit, že pro vyrovnání hodnot emisí NH_4^+ do povrchových vod by mohl být vhodný modifikovaný exponenciální trend.



Graf 15: Graf koeficientů růstu emise NH_4^+ do povrchových vod (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

V období roku 2001 – 2010 klesá počet tun emisí NH_4^+ do povrchových vod každý rok v průměru přibližně o 2,2 tun. Z grafu koeficientů růstu je dále patrné, že ve sledovaném období se každý rok sníží počet tun emisí NH_4^+ oproti minulému roku v průměru 0,732 krát. Graf koeficientů růstu nám napovídá, že pro vyrovnání analyzovaných dat by byl vhodný modifikovaný exponenciální trend, neboť hodnoty této charakteristiky mírně kolísají kolem konstanty. Počty tun emisí NH_4^+ v čase klesají,

přičemž se tento pokles asymptoticky ustaluje. V úvahu tedy připadá taková regresní funkce, která je pro vzrůstající hodnoty času zdola ohraničená.

Veškeré úvahy o volbě regresní funkce jsou však bezpředmětné. Je zřejmé, že při skokovém snížení ukazatele v období roku 2005 – 2010 významnou roli sehrála nově zavedená technologie, čímž dochází k nesrovnatelnosti údajů v časové řadě. Upustíme proto od hledání předpisu modifikovaného exponenciálního trendu a stanovení prognózy pro následující období. To však nic nemění na skutečnosti, že je průběh ukazatele z environmentálního hlediska příznivý, neboť společnost DEZA, a. s. meziročně vypouští stále menší počet tun emisí NH_4^+ do povrchových vod. Vzhledem k aktuálnímu technologickému maximu lze do budoucna subjektivně odhadovat ustálení ukazatele kolem hodnoty roku 2009 a 2010.⁵

2.5 Odpady

DEZA, a. s. má za povinnost každý rok vyplnit a zaslat Roční výkaz o odpadech na ČSÚ (Český statistický úřad). Tento výkaz je součástí Programu statistických zjišťování. Dle zákona č. 89/1995 Sb., o státní statistické službě, ve znění pozdějších předpisů, je zpravodajská jednotka povinna poskytnout všechny požadované údaje. Ochrana důvěrnosti údajů je zaručena zákonem. Součástí výkazu je obsáhlý přehled o vyprodukovaných odpadech za příslušný rok, který mimo jiné zohledňuje kategorii odpadu, celkové množství odpadu a způsob nakládání s odpadem.

Kromě této povinnosti je na obec s rozšířenou působností prostřednictvím ISPOP (Integrovaný systém plnění ohlašovacích povinností) zasíláno hlášení o produkci a nakládání s odpady za příslušný kalendářní rok, stanovené přílohou č. 20 ve vyhlášce č. 383/2001 Sb. Tyto hlášení jsou vyplňovány za jednotlivé provozovny, lišící se vydanými integrovanými povoleními.

2.5.1 Produkce celkových odpadů

Celkové produkované odpady jsou separovány na odpady využitelné a nevyužitelné. Spalitelné využitelné odpady jsou zneškodňovány s využitím tepla na podnikové spalovně průmyslových odpadů. V současné době je spalovna využívána

⁵ Zjištěná skutečnost roku 2011 je přibližně 0,19 tun emise NH_4^+ do povrchových vod.

v plné kapacitě pro spalování odpadů produkovaných v DEZA, a. s., pouze malá část kapacity je vyčleněna pro zneškodňování problémových nebezpečných odpadů z regionu (odpad ze zdravotnických a sociálních zařízení). Ostatní využitelné odpady jsou předávány specializovaným autorizovaným firmám k recyklaci. Nevyužitelné odpady jsou ukládány na skládkách odpadů prostřednictvím externích firem, nebezpečné nevyužitelné odpady jsou ke zneškodnění předávány firmám s příslušným oprávněním.

Klesající trend tohoto ukazatele vychází z mnoha skutečností a proměnných. Závisí především na významných investičních akcích a generálních opravách, které jsou vždy spojeny s významnou jednorázovou produkcí odpadu. Od roku 2001 bylo zavedeno několik opatření, které na produkci odpadů měly vliv, spočívající:

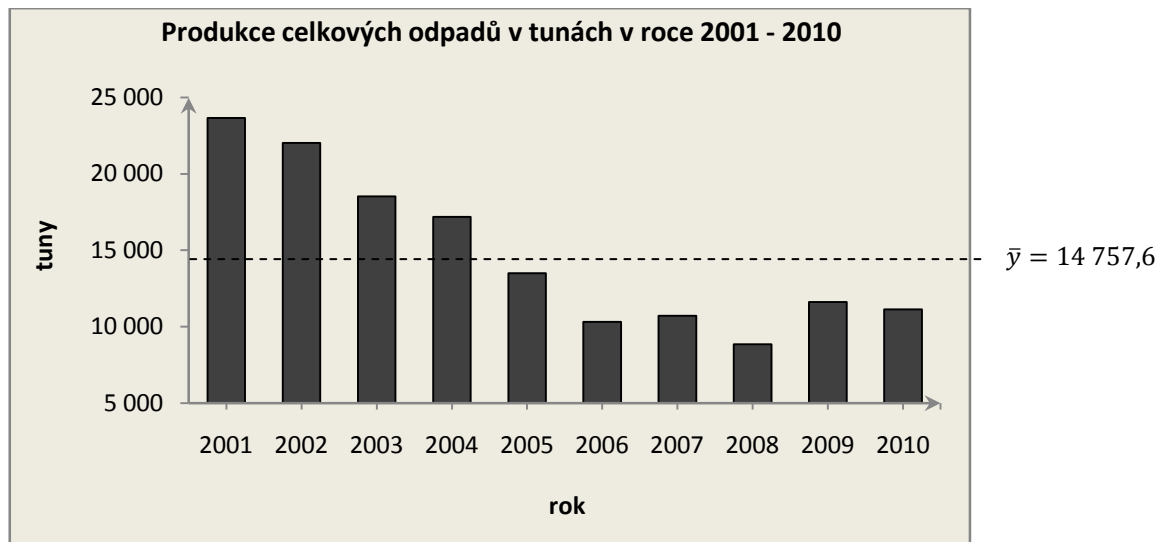
- v překlasifikování nebezpečných odpadů na vedlejší produkty chemických výrob,
- v přepracování odpadů chemických výrob na využitelný produkt (zbytek z ftalu je dnes součástí připravované topné směsi),
- ve změně legislativy (mnohé elektroodpady podléhají zpětnému odběru),
- ve změně původcovství odpadu (při zemních a demoličních pracích je původcem odpadu za určitých podmínek stavební firma).

Produkce celkových odpadů je rovněž ukazatelem velmi nepřesným. Odpady vznikají na chemických provozech, případně na provoze energetika a spalovně průmyslových odpadů. Mimo areál ve Valašském Meziříčí vznikají odpady na odloučeném 7. provozu Organik v Otrokovicích. Pokud jsou odstraněny na podnikové spalovně průmyslových odpadů, tak tímto procesem vznikají již tzv. nespalitelné zbytky v podobě škváry, popílku, kalu atd. U anorganických odpadů se dokonalým spálením ideálně odstraní nebezpečné vlastnosti. Hmota zůstane prakticky nezměněna, avšak ukazatel produkce odpadů zaznamená dvojnásobnou hodnotu. Pokud tedy odpady obsahují vyšší nespalitelný podíl, poprvé se zaevidují při vzniku a následném předání odpadu na spalovnu. Podruhé se zaevidují, když v podobě např. škváry jako nespalitelného odpadu jsou předávány oprávněné osobě. Takovým odpadem může být např. kontaminovaný beton, u kterého se přepálením hmotnost změní jen minimálně a ve výsledku produkce za celou společnost (jedno IČO) se v podstatě zdvojnásobí.

Zvýšené hodnoty ostatního odpadu za rok 2001 a 2002 souvisí se stavebními odpady při výstavbě stavebních objektů a technologických zařízení. Dále společnost disponuje zásobníky s úsady, které se v nich průběžně akumulují a tím zmenšují jejich skladovací kapacitu. Ve chvíli, kdy dojde k otevření některého z nich, vznikne velké množství úsad. Tyto úsady se v následujícím roce vytěžení evidují jako odpady, což způsobí skokový nárůst ukazatele. Tento ukazatel má proto malou vypovídací schopnost.

Tab. 6: Produkce celkových odpadů v tunách v roce 2001 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

i	t_i [rok]	y_i [tuny]	_id_i(y)	k_i(y)
1	2001	23 667	-	-
2	2002	22 027	-1 640	0,931
3	2003	18 526	-3 501	0,841
4	2004	17 189	-1 337	0,928
5	2005	13 514	-3 675	0,786
6	2006	10 320	-3 194	0,764
7	2007	10 722	402	1,039
8	2008	8 860	-1 862	0,826
9	2009	11 623	2 763	1,312
10	2010	11 128	-495	0,957



Graf 16: Produkce celkových odpadů v tunách v roce 2001 - 2010 (Zdroj: Příloha; vlastní zpracování)

Na základě popsaných změn ve vykazování sledovaného ukazatele nelze z grafu poukazovat na určitý trend. Došlo zde totiž k porušení podmínky tzv. věčné srovnatelnosti v časové řadě, kdy se ve sledovaném období změnilo obsahové vymezení a rovněž způsob jeho zjišťování. Průměr intervalové časové řady \bar{y} nemá význam interpretovat. Produkci celkových odpadů nelze vyrovnávat žádnou regresní funkcí. Grafické znázornění ukazatele sice naznačuje klesající průběh se spodní asymptotou, k vyrovnání hodnot modifikovaným exponenciálním trendem však nemůže dojít z důvodu porušení podmínky věčné srovnatelnosti. Nebudeme tak konstruovat graf prvních diferencí resp. graf koeficientů růstu, který by případnou volbu regresní funkce usnadnil.

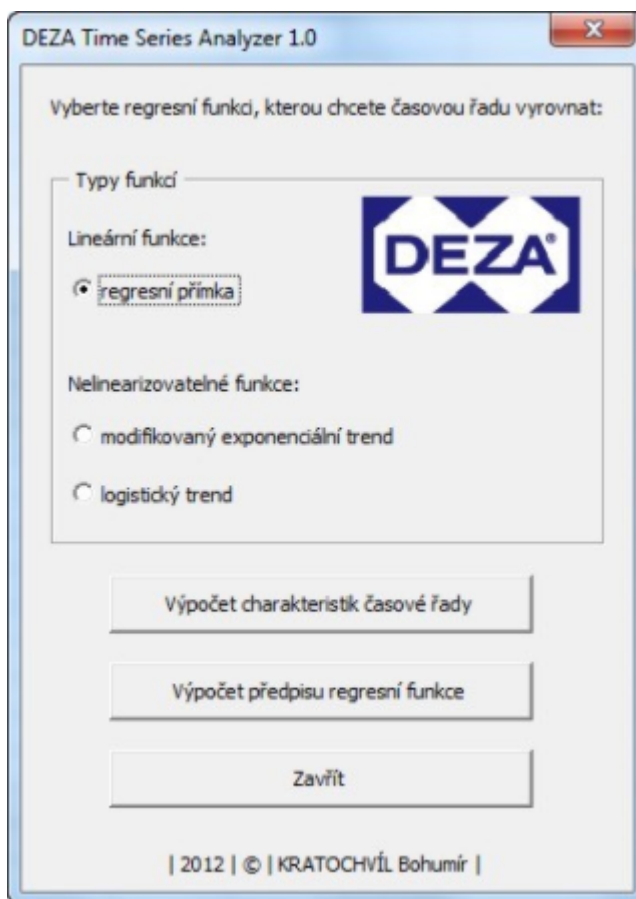
V případě, že bychom i přesto chtěli vyrovnat data regresní funkcí a stanovit prognózu následujícího období, je nezbytné zabezpečit srovnatelnost údajů v časové řadě na základě odpovídajících přepočtů. Historické údaje nezbytné pro přepočet se ve společnosti nepodařilo dohledat, budoucí vývoj tak lze pouze subjektivně odhadovat. Na základě výpovědi odpadového hospodáře společnost DEZA, a. s. produkuje každoročně přibližně 9 až 13 000 tun odpadu, což odpovídá produkci za posledních několik let. Podobný stav lze proto očekávat taktéž v roce 2011.⁶ Z ekologického hlediska se zdá být ukazatel opticky na první pohled příznivý. Pokud však celkové

⁶ Zjištěná skutečnost roku 2011 je přibližně 13 019 tun produkce celkových odpadů.

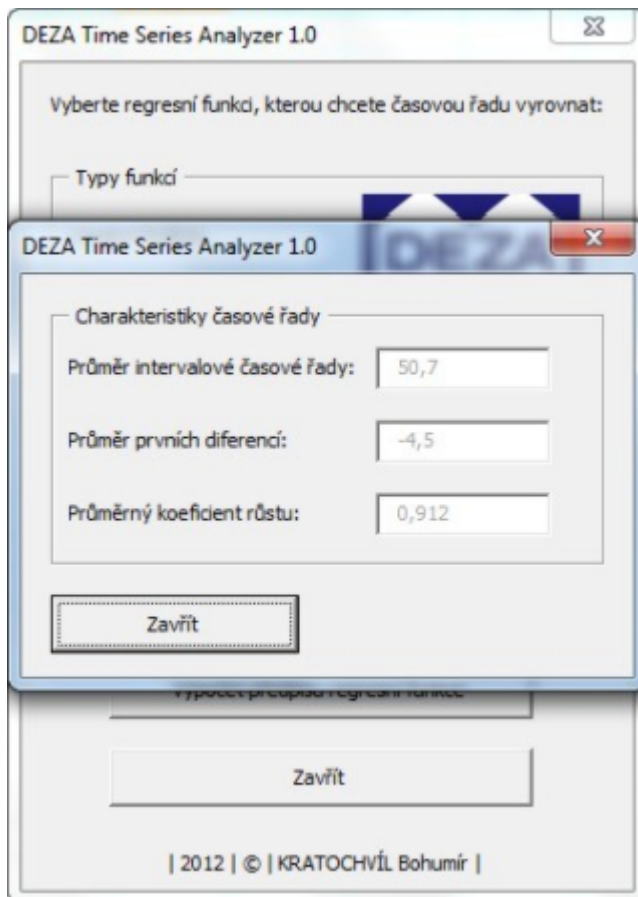
odpady společnosti DEZA, a. s. podrobíme detailnější analýze, dospějeme k závěru, že meziročně produkuje přibližně stejný počet tun. Při závěrečném hodnocení je tedy potřeba podotknout, že se jedná o přirozený vývoj firmy, na základě něhož nelze jednoznačně poukazovat na pokles, růst či stagnaci.

2.6 Aplikace DEZA Time Series Analyzer 1.0

Pro podporu automatizace výpočtů charakteristik časových řad a předpisů regresních funkcí jsem napsal aplikaci nazvanou „DEZA Time Series Analyzer 1.0“ (dále jen DTSA 1.0) v programovacím jazyce Microsoft Visual Basic 6.5 (doplňk Vývojář softwaru Microsoft Excel 2007). Aplikace vyvinutá na platformě .NET obsahuje 5 funkčních uživatelských formulářů a přibližně 250 řádků čistého kódu (obsažený v příloze). Po spuštění aplikace je uživateli dáno na výběr, jakou regresní funkcí chce časovou řadu vyrovnat. Volit lze mezi regresní přímkou, modifikovaným exponenciálním trendem a logistickým trendem. Právě tyto tři funkce nacházejí nejčastější uplatnění při vyrovnávání statistických ukazatelů společnosti DEZA a. s. Jakmile uživatel zvolí typ regresní funkce a klikne na tlačítko „Výpočet charakteristik časové řady“, dojde k dynamickému načtení vektoru hodnot časové řady z příslušného sloupce tabulkového procesoru MS Excel. Následně se otevře nový formulář, který zobrazí vyčíslený průměr intervalové časové řady, průměr prvních diferencí a průměrný koeficient růstu (viz. Obr. 4).



Obr. 3: Úvodní prostředí aplikace DTSA 1.0 (Zdroj: vlastní)

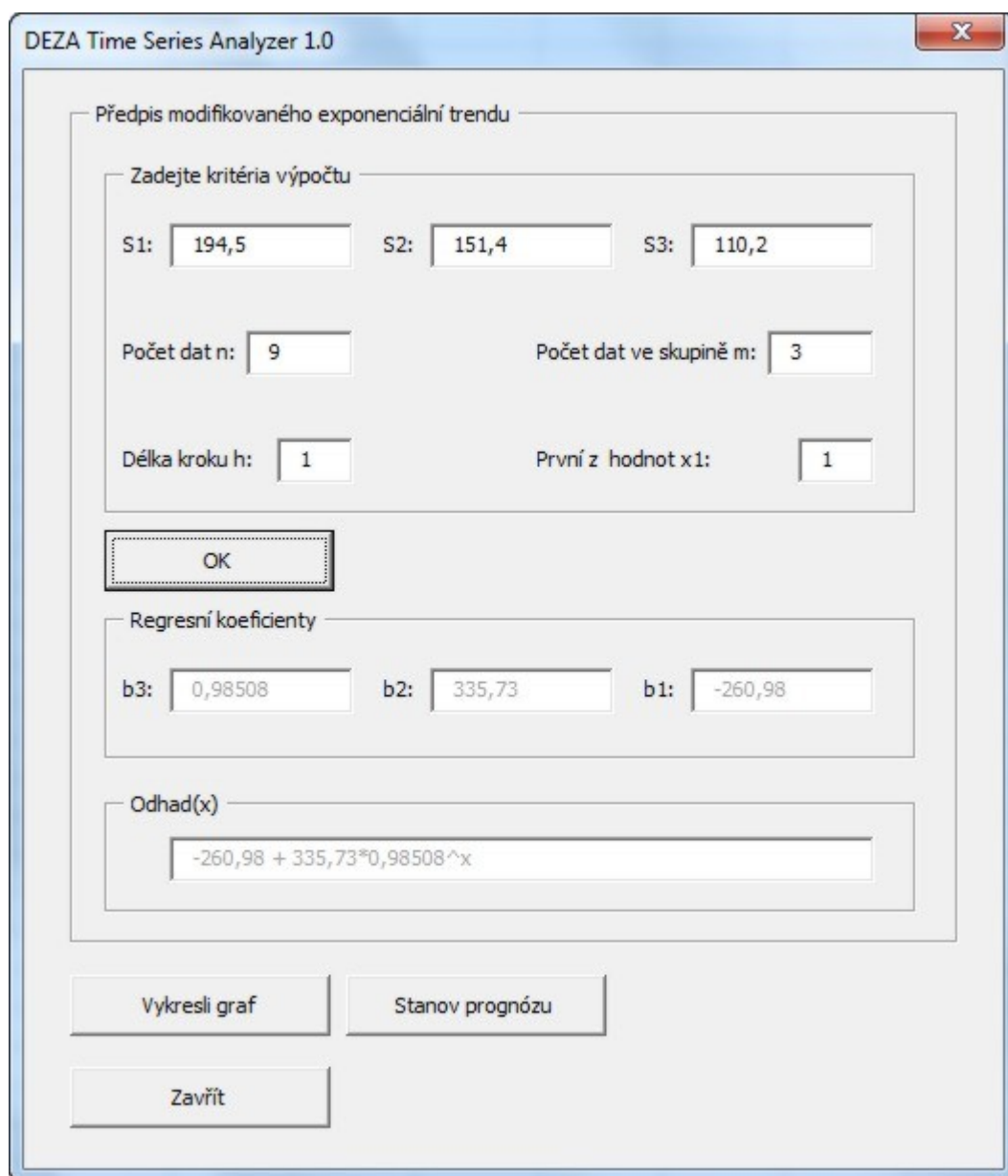


Obr. 4: Výpočet charakteristik časové řady v DTSA 1.0

(Zdroj: vlastní)

s názvem *kontrolacisel()*, deklarovanou na úrovni modulu. V opačném případě je uživatel na chybějící kritéria výpočtu či nečíselné údaje upozorněn odpovídajícím výstupním dialogem. Formulář dále umožňuje u řádně vyčíslených regresních koeficientů a odhadu regresní funkce stanovit prognózu následujícího období a vykreslit graf. Graf je znázorněn formou skupinového sloupcového grafu, obsahující dvě řady. První z nich odpovídá zadaným hodnotám časové řady analyzovaného ukazatele, druhá řada představuje hodnoty regresní funkce. Uživatel se tak může okamžitě vizuálně přesvědčit, zdali regresní funkce vystihla trend v časové řadě dostatečně těsně a naměřenými daty taktéž prochází. V opačném případě může sáhnout po jiné vhodnější regresní funkci. Výkres grafu je realizován prostřednictvím vlastní veřejné procedury *graf()*, deklarované na úrovni modulu.

Další zajímavou funkci představuje tlačítko „Výpočet předpisu regresní funkce“. Po kliknutí na něj se otevře nový formulář (viz. Obr. 5), do kterého uživatel v případě modifikovaného exponenciálního a logistického trendu vyplní kritéria výpočtu. Po kliknutí na tlačítko „Ok“ se v textových polích zobrazí vyčíslené regresní koeficienty a předpis odhadu regresní funkce. Tyto informace se zobrazí pouze tehdy, jestliže byla zadána veškerá kritéria výpočtu a zadané hodnoty prošly testem na kontrolu číselných hodnot, včetně čísel desetinných. Tento test je realizován vlastní veřejnou funkcí



Obr. 5: Výpočet předpisu modifikovaného exponenciálního trendu v DTSA 1.0 (Zdroj: vlastní)

Program byl následně v této práci využit jako prostředek kontroly. U každé časové řady jsem si nechal automaticky vypsát její charakteristiky, regresní koeficienty, regresní funkci, prognózu a regresně vyrovnaná data v grafu. Tímto způsobem jsem značně eliminoval případné numerické chyby předešlých ručních výpočtů. Program jsem následně předal společnosti DEZA, a. s., která tak v době potřeby může získat přehled o svých statistických ukazatelích z pohledu regresní analýzy a časových řad.

VLASTNÍ NÁVRHY

V závěrečné části této bakalářské práce se pokusím zhodnotit, jak se podařilo naplnit cíle a především, co užitečného práce přinesla podniku DEZA, a. s., která ochotně poskytla svá statistická data k tomuto zpracování. Jelikož ve společnosti neexistuje žádné oddělení zabývající se statistikou, statistická data musela být získána z různých pracovišť. Některé údaje bylo potřeba externě dohledat, dopočítat a vyjádřit formou ročních úhrnných hodnot. Výsledkem se tak stal ucelený seznam statistických ukazatelů mapující desetiletou historii (částečně součástí přílohy), který ve společnosti v této podobě doposud nebyl k dispozici a který následně sami zaměstnanci ocenili a vyhodnotili jako přínosný. Vyčíslené prognózy v práci by například dále mohly posloužit vedoucím pracovníkům jako hrubý nástin možného budoucího vývoje konkrétního ukazatele. Za určitých okolností by mohly podpořit proces výkonu manažerských funkcí plánování a organizování.

V neposlední řadě se také podařilo vyvinout jednoduchý statistický software se všemi vstupními požadavky, díky němuž v případě zájmu a potřeby společnost okamžitě získá zhodnocení svých statistických ukazatelů z pohledu regresní analýzy a časových řad. Program napomáhá eliminovat chyby případných ručních výpočtů a uspořít čas. V případě ukazatelů emisí TZL do ovzduší, emisí CHSK_{Cr} a NH_4^+ do povrchových vod se podařilo prokázat kontinuální meziroční pokles a rovněž pozitivní příslib do budoucna. Společnost tak meziročně zatěžuje regionální ovzduší a vodstvo stále menším objemem škodlivin. Zjištěné výsledky jsem odpresentoval tiskovému mluvčímu společnosti DEZA, a. s., Ing. Jaroslavu Obermajerovi, Ph.D., který přislíbil uveřejnění kompletní práce na oficiálním webu společnosti v sekci ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (viz. <http://www.deza.cz/deza-a-zivotni-prostredi>). Dále bude uveřejněn odkaz na tuto práci v sekci AKTUALITY na úvodní straně webu. Internetoví návštěvníci tak mají možnost zhlédnout nezávislý pohled člověka, který na základě statistické analýzy vyhodnocuje hospodaření firmy z hlediska environmentálních aspektů. Předmětem diskuse s tiskovým mluvčím byla také dohoda na sepsání tiskové zprávy, zaslané do regionálního tisku Valašskomeziříčský zpravodaj. Toto jsou mé konkrétní návrhy schválené vedením společnosti, jak s výsledky práce seznámit veřejnost a přispět tak ke zlepšení veřejného mínění.

ZÁVĚR

Analýze jsem podrobil statistické ukazatele z oblastí investic, emisí do ovzduší, emisí do povrchových vod a odpadů. Data se podařilo vyrovnat regresní funkcí u těch ukazatelů, jejichž grafické znázornění korespondovalo s věcně ekonomickými kritérii a s předpokládaným budoucím vývojem. Tyto podmínky splnily ukazatele rozvojových investic, emisí CHSK_{Cr} a NL do povrchových vod. U těchto ukazatelů se také podařilo zkonstruovat prognózy. Stanovené prognózy však nelze považovat za neomylný obraz budoucnosti, neboť vyslovený odhad je zcela závislý na předpokladu, že vnější podmínky sledovaného ukazatele zůstanou zachovány a zvolená regresní funkce správně vystihne i další průběh. Prognózy použité v této práci řadíme mezi tzv. extrapoláční metody založené na deterministickém principu, podle něhož budoucnost vyplývá z přítomnosti a minulosti. Měli bychom proto na ně pohlížet spíše jako na nezávazná doporučení, které je potřeba provázat s předpověďmi získanými jinými prognostickými metodami. Až teprve tímto způsobem může vzniknout reálná předpověď. Časovou řadu emisí TZL do ovzduší se nepodařilo získat v dostatečně velkém rozsahu. Zvolená regresní funkce nevystihla naměřené hodnoty dostatečně „těsně“, a tak bylo upuštěno od formulace prognózy. Hodnoty časové řady emise NH₄⁺ do povrchových vod zase přímo ovlivnila nově zavedená technologie v podobě skokových změn. V časové řadě produkce celkových odpadů došlo k porušení podmínky tzv. věcné srovnatelnosti. V těchto případech tak nemělo smysl hovořit o regresním vyrovnání či výpočtu prognóz, další možný průběh ukazatelů byl proto nastíněn alespoň subjektivně.

U ukazatelů emisí TZL do ovzduší, emisí CHSK_{Cr} a NH₄⁺ do povrchových vod se podařilo prokázat kontinuální meziroční pokles a rovněž pozitivní příslib do budoucna. Je zřejmé, že tak společnost zatěžuje regionální vodstvo a ovzduší stále menším objemem škodlivin. U žádného z analyzovaných ukazatelů se nepodařilo prokázat negativní trend či předpověď v souvislosti s životním prostředím. Jedinou výjimku představují emise NL do povrchových vod, u kterých regresní přímka odhalila a dále předpověděla mírný meziroční růst. Tento nárůst má však povahu desetin tun, což s ohledem na celkový objem produkce chemického gigantu DEZA, a. s. představuje opravdu zanedbatelné množství.

V kapitole „Vlastní návrhy“ jsem podrobně popsal způsob, jak s těmito fakty seznámím veřejnost a snad tím tak přispěji k znovunavrácení dobré pověsti firmy v očích regionálního obyvatelstva, médií a ekologických hnutí. Samotná medializace však připadá v úvahu až po úspěšné obhajobě práce před komisí u státních závěrečných zkoušek. Dosažené výstupy jsou však již v tuto chvíli sdíleny v okruhu mých přátel, změna veřejného mínění tak mohla prozatím proběhnout alespoň na této úrovni.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Použitá literatura

- [1] BAROCH, P. *Ve dvaceti českých městech lidé dýchají jedovatý vzduch*. [online]. 2011 [cit. 2011-11-6]. Dostupné z: <<http://aktualne.centrum.cz/domaci/zivot-v-cesku/clanek.phtml?id=718815>>.
- [2] DEZA. Co děláme. *deza.cz* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <<http://www.deza.cz/co-delame>>.
- [3] DEZA. O společnosti. *deza.cz* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <<http://www.deza.cz/o-spolecnosti>>.
- [4] DEZA. Valašské Meziříčí o stavu a vývoji životního prostředí v roce 2009. *deza.cz* [online]. 2011-09-13 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <<http://www.deza.cz/deza-a-zivotni-prostredi>>.
- [5] DEZA. Valašské Meziříčí o stavu a vývoji životního prostředí v roce 2010. *deza.cz* [online]. 2011-09-13 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <<http://www.deza.cz/deza-a-zivotni-prostredi>>.
- [6] HINDLS, R., HRONOVÁ, S., SEGER, J. *Statistika pro ekonomy*. 4. vydání. Praha: Professional Publishing, 2003. 415 s. ISBN 80-86419-52-5.
- [7] KOZÁK, J., HINDLS, R., ARLT, J. *Úvod do analýzy ekonomických časových řad*. 1. vydání. Praha: VŠE v Praze, 1994. 208 s. ISBN 80-7079-760-6.
- [8] KROPÁČ, J. *Statistika B*. 2. vydání. Brno: Fakulta podnikatelská, VUT v Brně, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.
- [9] MINAŘÍK, B. *Statistika III: pro ekonomy a manažery*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 156 s. ISBN 80-7157-189-X.
- [10] STRÁDALOVÁ, J., KUBÁTOVÁ K. *Vybrané kapitoly ze statistiky I*. 2. vydání. Praha: Karolinum, 1997. 250 s. ISBN 80-7184-493-4.

Grafy

Graf 1: Rozvojové investice v mil. Kč v roce 2001 – 2010.....	24
Graf 2: Graf prvních diferencí rozvojových investic	25
Graf 3: Graf koeficientů růstu rozvojových investic	26
Graf 4: Rozvojové investice v mil. Kč v roce 2001 – 2010 vyrovnané logistickým trendem	27
Graf 5: Emise TZL do ovzduší v tunách v roce 2003 – 2010.....	30
Graf 6: Graf koeficientů růstu emise TZL do ovzduší.....	31
Graf 7: Emise TZL do ovzduší v tunách v roce 2003 – 2010 vyrovnané modifikovaným exponenciálním trendem.....	32
Graf 8: Emise CHSK _{Cr} do povrchových vod v tunách v roce 2002 – 2010.....	35
Graf 9: Graf koeficientů růstu emise CHSK _{Cr} do povrchových vod	36
Graf 10: Emise CHSK _{Cr} do povrchových vod v tunách v roce 2002 – 2010 vyrovnané modifikovaným exponenciálním trendem	37
Graf 11: Emise NL do povrchových vod v tunách v roce 2001 – 2008	39
Graf 12: Graf prvních diferencí emise NL do povrchových vod.....	40
Graf 13: Emise NL do povrchových vod v tunách v roce 2001 – 2008 vyrovnané regresní přímkou	41
Graf 14: Emise NH ₄ ⁺ do povrchových vod v tunách v roce 2001 – 2010.....	43
Graf 15: Graf koeficientů růstu emise NH ₄ ⁺ do povrchových vod.....	44
Graf 16: Produkce celkových odpadů v tunách v roce 2001 – 2010.....	48

Tabulky

Tab. 1: Rozvojové investice v mil. Kč v roce 2001 – 2010.....	24
Tab. 2: Emise TZL do ovzduší v tunách v roce 2003 – 2010.....	30
Tab. 3: Emise CHSK _{Cr} do povrchových vod v tunách v roce 2002 – 2010	35
Tab. 4: Emise NL do povrchových vod v tunách v roce 2001 – 2008	39
Tab. 5: Emise NH ₄ ⁺ do povrchových vod v tunách v roce 2001 – 2010	43
Tab. 6: Produkce celkových odpadů v tunách v roce 2001 – 2010	47

Obrázky

Obr. 1: Oficiální logo společnosti DEZA, a. s.....	21
Obr. 2: Provoz čištění odpadních vod.....	22
Obr. 3: Základní prostředí aplikace DTSA 1.0.....	49
Obr. 4: Výpočet charakteristik časové řady v DTSA 1.0	50
Obr. 5: Výpočet předpisu modifikovaného exponenciálního trendu v DTSA 1.0	51

SEZNAM PŘÍLOH

1. Statistické ukazatele společnosti DEZA, a. s.
 - Přehled investic
 - Znečištění vypouštěné do ovzduší
 - Znečištění vypouštěné v odpadních vodách
 - Produkce odpadů
2. Zdrojový kód aplikace DTSA 1.0
 - Module 1
 - UserForm1
 - UserForm2
 - UserForm3
 - UserForm4
 - UserForm5

1. Statistické ukazatele společnosti DEZA, a. s.

Následující statistické ukazatele předala společnost DEZA, a. s. prostřednictvím svého tiskového mluvčího Ing. Jaroslava Obermajera, Ph.D. Zpracování dat do následující podoby vyhotovil Ing. Marek Cimala, vodohospodář a odpadový hospodář společnosti.

Přehled investic (mil. Kč/rok)

Investice					
rok	obnovovací investice	rozvojové	ekologické a bezpečnostní	celkové investice	% ekologických
2001	29	2	31	414	7
2002	34	1	35	565	6
2003	61	1	62	432	14
2004	135	4	139	380	36
2005	76	39	115	340	34
2006	118	80	160	368	43,4
2007	97	170	210	527	39,8
2008	47	125	60	306	19,6
2009	15	144	70	230	30,4
2010	69	90	187	347	53,9

Znečištění vypouštěné do ovzduší (t/rok)

Emise do ovzduší					
rok	SO ₂	NO _x	TZL	CO	VOC
2003	1 553,7	908,0	93,7	263,6	7,5
2004	2 258,5	969,2	68,4	28,4	131,3
2005	1 430,8	801,7	58,6	83,3	98,7
2006	1 177,4	631,7	42,6	113,2	87,8
2007	1 146,0	572,5	44,3	55,3	32,5
2008	803,1	652,0	44,8	54,1	35,2
2009	1 255,6	693,7	27,7	48,3	27,1
2010	872,8	645,3	22,3	49,7	38,9

Znečištění vypouštěné v odpadních vodách (t/rok)

Emise do povrchových vod				
rok	CHSK _{Cr}	NL	RAS	NH ₄ ⁺
2001	-	10,7	976,1	21,08
2002	69,0	9,1	1 065,9	18,74
2003	64,5	10,9	1 042,8	15,87
2004	61,0	11,3	972,4	18,28
2005	55,0	11,4	896,0	5,33
2006	48,6	10,3	841,1	3,50
2007	47,8	11,6	837,9	1,35
2008	48,1	11,7	683,9	1,45
2009	29,2	-	575,3	0,44
2010	32,9	-	689,7	1,27

„-“ změna metodiky vykazování

Produkce odpadů (t/rok)

Odpady				
rok	celkem odpadů	z toho		
		nebezpečný odpad	ostatní odpad	spáleno na spalovně
2001	23 667	11 095	12 572	7 439
2002	22 027	14 672	7 355	8 049
2003	18 526	14 927	3 599	8 510
2004	17 189	14 695	2 494	6 801
2005	13 514	11 325	2 189	4 470
2006	10 320	7 811	2 509	5 268
2007	10 722	8 023	2 699	5 364
2008	8 860	6 792	2 068	5 194
2009	11 623	10 138	1 485	6 428
2010	11 128	5 279	5 850	4 396

2. Zdrojový kód aplikace DTSA 1.0

Module 1

```
Public b1 As Double
Public b2 As Double
Public b3 As Double
Function sum() As Double
Dim pocet As Integer
Dim hodnota As Double

pocet = 1
hodnota = 0

Do Until Worksheets("List1").Range("A" & pocet) = ""
    hodnota = Worksheets("List1").Range("A" & pocet).Value + hodnota
    pocet = pocet + 1
Loop

sum = hodnota
End Function
Function count() As Integer
Dim pocet As Integer

pocet = 1

Do Until Worksheets("List1").Range("A" & pocet) = ""
    pocet = pocet + 1
Loop

count = pocet - 1
End Function
Function sum_count() As Integer
Dim pocet As Integer
Dim suma As Integer

pocet = 1
suma = 0

Do Until Worksheets("List1").Range("A" & pocet) = ""
    suma = suma + pocet
    pocet = pocet + 1
Loop
```

```

sum_count = suma
End Function
Public Function kontrolacisel(text As String) As Boolean
Dim x As String * 1
Dim i As Integer

kontrolacisel = True
prvni = True
caraka = False

For i = 1 To Len(text)
    x = Mid(text, i, 1)
    If (Asc(x) > 47 And Asc(x) < 58) Or (Asc(x) = 44 And
        prvni = False And caraka = False) Then
        If (Asc(x) = 44) Then
            caraka = True
        End If
    Else: kontrolacisel = False
    End If
    prvni = False
Next i

If text = "" Then
kontrolacisel = False
End If
End Function
Public Sub graf(typ As Integer)
Dim Excel As Object
Dim Book As Object
Dim Sheet As Object
Dim Chart As Object
Dim sloupec As Integer
Dim poc_hod
Const poc_rad = 2
Dim pocet As Integer

pocet = 1
poc_hod = count()

ReDim aTemp(1 To poc_rad, 1 To poc_hod)

Set Excel = CreateObject("Excel.application")
Set Book = Excel.Workbooks.Add
Set Sheet = Book.Worksheets.Item(1)

```

```

For sloupec = 1 To poc_hod
    aTemp(1, sloupec) = Application.Workbooks
        ("DEZA,a.s._Time_Series_Analyzer.xlsm").Worksheets("List1").
        Range("A" & pocet).Value
    If typ = 1 Then
        aTemp(2, sloupec) = Math.Round(b1 + b2 * (b3 ^ pocet), 1)
    End If
    If typ = 2 Then
        aTemp(2, sloupec) = Math.Round(b1 + b2 * pocet, 1)
    End If
    If typ = 3 Then
        aTemp(2, sloupec) = Math.Round(1 / (b1 + b2 * (b3 ^ pocet)), 1)
    End If
    pocet = pocet + 1
Next sloupec

```

```

Sheet.Range("A1").Resize(poc_rad, poc_hod).Value = aTemp

```

```

Set Chart = Sheet.ChartObjects.Add(50, 40, 300, 200).Chart
Chart.SetSourceData Source:=Sheet.Range("A1").Resize(poc_rad, poc_hod)

```

```

Excel.Visible = True
Excel.UserControl = True
End Sub
Sub tlačítkol_Klepnutí()
UserForm1.Show
End Sub

```

UserForm1

```

Private Sub CommandButton1_Click()
Dim prumer_rady As Double
Dim prumer_prvnichdif As Double
Dim prumerny_koefrustu As Double

prumer_rady = Math.Round(1 / count() * sum(), 1)
UserForm2.TextBox1.text = prumer_rady

prumer_prvnichdif = Math.Round(((Worksheets("List1").
Range("A" & count()).Value) - (Worksheets("List1").
Range("A1").Value)) / (count() - 1), 1)
UserForm2.TextBox2.text = prumer_prvnichdif
prumerny_koefrustu = Math.Round(((Worksheets("List1").
Range("A" & count()).Value) / (Worksheets("List1").
Range("A1").Value)) ^ (1 / (count() - 1)), 3)

```

```

UserForm2.TextBox3.text = prumerny_koefrustu

UserForm2.Show
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
Dim x_vyb As Double
Dim y_vyb As Double
Dim poc As Integer
Dim suma1 As Double
Dim suma2 As Integer

If UserForm1.OptionButton1.Value = True Then
    x_vyb = (1 / count()) * sum_count()
    y_vyb = (1 / count()) * sum()

    UserForm3.TextBox1.text = Math.Round(x_vyb, 1)
    UserForm3.TextBox2.text = Math.Round(y_vyb, 1)

    poc = 1
    suma1 = 0

    Do Until Worksheets("List1").Range("A" & poc) = ""
        suma1 = poc * Worksheets("List1").Range("A" & poc).Value + suma1
        poc = poc + 1
    Loop
    poc = 1
    suma2 = 0

    Do Until Worksheets("List1").Range("A" & poc) = ""
        suma2 = poc ^ 2 + suma2
        poc = poc + 1
    Loop

    b2 = (suma1 - count() * x_vyb * y_vyb) / (suma2 - count() * x_vyb ^ 2)
    UserForm3.TextBox3.text = Math.Round(b2, 5)

    b1 = y_vyb - b2 * x_vyb
    UserForm3.TextBox4.text = Math.Round(b1, 2)

    UserForm3.TextBox5.text = Math.Round(b1, 2)
    & " " & "+" & " " & "(" & Math.Round(b2, 5) & "x" & ")"

    UserForm3.Show
End If

```



```

If UserForm1.OptionButton2.Value = True Then
    If count() Mod 3 <> 0 Then
        MsgBox "Počet hodnot v časové řadě není dělitelný třemi,
        pro výpočet sum S1 - S3 tedy vynechejte příslušný počet hodnot!",
        vbInformation, "Upozornění"
    End If

    UserForm4.Show
End If

If UserForm1.OptionButton3.Value = True Then
    If count() Mod 3 <> 0 Then
        MsgBox "Počet hodnot v časové řadě není dělitelný třemi,
        pro výpočet sum S1 - S3 tedy vynechejte příslušný počet hodnot!",
        vbInformation, "Upozornění"
    End If

    UserForm5.Show
End If
End Sub
Private Sub CommandButton3_Click()
UserForm1.Hide
Unload UserForm1
End Sub

```

UserForm2

```

Private Sub CommandButton1_Click()
UserForm2.Hide
Unload UserForm2
End Sub

```

UserForm3

```

Private Sub CommandButton1_Click()
graf (2)
End Sub
Private Sub CommandButton2_Click()
Dim prognoza As Double

prognoza = b1 + b2 * (count() + 1)
MsgBox "Prognóza pro následující období je přibližně: " &
Math.Round(prognoza, 1), vbInformation, "Stanovení prognózy"
End Sub

```

```
Private Sub CommandButton3_Click()
```

```
UserForm3.Hide
```

```
End Sub
```

UserForm4

```
Private Sub CommandButton1_Click()
```

```
If (TextBox8.text <> "") And (TextBox9.text <> "") And  
(TextBox10.text <> "") Then
```

```
    graf (1)
```

```
Else: MsgBox "Nejsou vyčísleny regresní koeficienty b1 - b3!",  
vbCritical, "Upozornění"
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CommandButton2_Click()
```

```
Dim prognoza As Double
```

```
If (TextBox8.text <> "") And (TextBox9.text <> "") And  
(TextBox10.text <> "") Then
```

```
    prognoza = b1 + b2 * b3 ^ (count() + 1)
```

```
    MsgBox "Prognóza pro následující období je přibližně: "
```

```
    & Math.Round(prognoza, 1), vbInformation, "Stanovení prognózy"
```

```
Else: MsgBox "Nejsou vyčísleny regresní koeficienty b1 - b3!", vbCritical,  
"Upozornění"
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CommandButton3_Click()
```

```
UserForm4.Hide
```

```
Unload UserForm4
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CommandButton4_Click()
```

```
If (TextBox1.text <> "" And TextBox2.text <> "" And TextBox3.text <> ""  
And TextBox4.text <> "" And TextBox5.text <> "" And TextBox6.text <> ""  
And TextBox7.text <> "") Then
```

```
    If (kontrolacisel(TextBox1.text) = True) And  
        (kontrolacisel(TextBox2.text) = True) And  
        (kontrolacisel(TextBox3.text) = True) And  
        (kontrolacisel(TextBox4.text) = True) And  
        (kontrolacisel(TextBox5.text) = True) And  
        (kontrolacisel(TextBox6.text) = True) And  
        (kontrolacisel(TextBox7.text) = True) Then
```

```
        If TextBox6.Value > 0 Then
```

```
            b3 = ((TextBox3.Value - TextBox2.Value) /  
                (TextBox2.Value - TextBox1.Value)) ^  
                (1 / TextBox5.Value * TextBox6.Value)
```

```
            TextBox8.text = Math.Round(b3, 5)
```

```
            TextBox8.text = Abs(TextBox8.Value)
```

```
            b2 = (TextBox2.Value - TextBox1.Value) *
```

```

        (((TextBox8.Value ^ TextBox6.Value) - 1)
        / (TextBox8.Value ^ TextBox7.text * (TextBox8.Value ^
        (TextBox5.Value * TextBox6.Value) - 1) ^ 2))
        TextBox9.text = Math.Round(b2, 2)

        b1 = 1 / TextBox5.Value * (TextBox1.Value - TextBox9.Value *
        TextBox8.Value ^ TextBox7.Value * ((1 - TextBox8.Value ^
        (TextBox5.Value * TextBox6.Value)) / ((1 - TextBox8.Value) ^
        TextBox6.Value)))
        TextBox10.text = Math.Round(b1, 2)

        TextBox11.text = TextBox10.Value & " " & "+" & " " &
        TextBox9.Value & "*" & TextBox8.Value & "^" & "x"
    Else: MsgBox "Délka kroku h musí být větší než 0", vbCritical,
    "Upozornění"
    End If
    Else: MsgBox "Textová pole musí obsahovat pouze číselné položky!",
    vbCritical, "Upozornění"
    End If
Else: MsgBox "Zadejte veškeré kritéria výpočtu!", vbCritical, "Upozornění"
End If
End Sub

```

UserForm5

```

Private Sub CommandButton1_Click()
    If (TextBox8.text <> "") And (TextBox9.text <> "") And
    (TextBox10.text <> "") Then
        graf (3)
    Else: MsgBox "Nejsou vyčísleny regresní koeficienty b1 - b3!",
    vbCritical, "Upozornění"
    End If
End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()
    Dim prognoza As Double

    If (TextBox8.text <> "") And (TextBox9.text <> "") And
    (TextBox10.text <> "") Then
        prognoza = 1 / (b1 + b2 * b3 ^ (count() + 1))
        MsgBox "Prognóza pro následující období je přibližně: " &
        Math.Round(prognoza, 1), vbInformation, "Stanovení prognózy"
    Else: MsgBox "Nejsou vyčísleny regresní koeficienty b1 - b3!",
    vbCritical, "Upozornění"
    End If
End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()
    UserForm5.Hide
    Unload UserForm5
End Sub

```

```

Private Sub CommandButton4_Click()
If (TextBox1.text <> "" And TextBox2.text <> "" And TextBox3.text <> ""
And TextBox4.text <> "" And TextBox5.text <> "" And TextBox6.text <> ""
And TextBox7.text <> "") Then
    If (kontrolacisel(TextBox1.Value) = True) And
        (kontrolacisel(TextBox2.text) = True) And
        (kontrolacisel(TextBox3.text) = True) And
        (kontrolacisel(TextBox4.text) = True) And
        (kontrolacisel(TextBox5.text) = True) And
        (kontrolacisel(TextBox6.text) = True) And
        (kontrolacisel(TextBox7.text) = True) Then
        If TextBox6.Value > 0 Then
            b3 = ((TextBox3.Value - TextBox2.Value) /
                (TextBox2.Value - TextBox1.Value)) ^ (1 / TextBox5.Value *
                TextBox6.Value)
            TextBox8.text = Math.Round(b3, 5)
            TextBox8.text = Abs(TextBox8.Value)

            b2 = (TextBox2.Value - TextBox1.Value) * (((TextBox8.Value ^
                TextBox6.Value) - 1) / (TextBox8.Value ^ TextBox7.text *
                (TextBox8.Value ^ (TextBox5.Value * TextBox6.Value) - 1) ^ 2))
            TextBox9.text = Math.Round(b2, 2)

            b1 = 1 / TextBox5.Value * (TextBox1.Value - TextBox9.Value *
                TextBox8.Value ^ TextBox7.Value * ((1 - TextBox8.Value ^
                (TextBox5.Value * TextBox6.Value)) / ((1 - TextBox8.Value) ^
                TextBox6.Value)))
            TextBox10.text = Math.Round(b1, 2)

            TextBox11.text = "1 / (" & TextBox10.Value & " + " & " " &
                TextBox9.Value & "*" & TextBox8.Value & "^" & "x )"
            Else: MsgBox "Délka kroku h musí být větší než 0", vbCritical,
                "Upozornění"
            End If
            Else: MsgBox "Textová pole musí obsahovat pouze číselné položky!",
                vbCritical, "Upozornění"
            End If
        Else: MsgBox "Zadejte veškeré kritéria výpočtu!", vbCritical, "Upozornění"
        End If
    End Sub

```