

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Diplomová práce

Kvantitativní metody pro podporu rozhodování ve firmě

Jana Kosíková

© 2015 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jana Kosíková

Systémové inženýrství

Název práce

Kvantitativní metody pro podporu rozhodování ve firmě

Název anglicky

Quantitative methods in company decision-making

Cíle práce

Hlavním cílem diplomové práce bude analýza výroby pivovaru.

Dílčím cílem je časová analýza poptávky a určení odpovídající agregované produkce. Zároveň bude vybráno vhodné řešení pro financování případné přestavby pivovaru.

Metodika

Na základě řešerše relevantních literárních zdrojů a přehledu současného stavu poznání dané problematiky bude získán soubor poznatků a informací, které budou využity pro výběr správného rozhodnutí při rozšiřování výroby a řešení dalších problémů s tím souvisejících.

Pomocí metod operačního výzkumu, vícekriteriálního rozhodování, analýzy produkčních systémů bude zhodnocen současný stav produkce piva a vývoj poptávky a bude navrženo výsledné řešení, tak aby bylo optimální pro potřeby společnosti.

Doporučený rozsah práce

60 – 70 stran

Klíčová slova

produkce, poptávka, časová řada, agregovaná produkce, vícekriteriální rozhodování

Doporučené zdroje informací

FIALA, Petr. Modelování a analýza produkčních systémů: kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002, 259 s. ISBN 80-864-1919-3

JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní metody pro ekonomické rozhodování

ŠUBRT, Tomáš. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. RNDr. Helena Brožová, CSc.

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2015

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 29. 03. 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Kvantitativní metody pro podporu rozhodování ve firmě" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 30. 3. 2015

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní doc. RNDr. Heleně Brožové, CSc, za její odborné vedení, cenné rady a připomínky, kterými přispěla k vypracování této diplomové práce. Ráda bych rovněž poděkovala své rodině, která mě při psaní této práce podpořila.

Kvantitativní metody pro podporu rozhodování ve firmě

Quantitative methods in company decision-making

Souhrn

Tato diplomová práce je zaměřena na využití kvantitativních metod pro podporu rozhodování ve zkoumané společnosti zaměřené zejména na stanovení plánované agregované produkce. Na základě analýzy časových řad a prognózy vývoje poptávky byla stanovena předpověď, dolní a horní mez. Produkce je poté stanovena pro všechny možnosti, které by mohly nastat, tj. pro očekávané hodnoty, optimistickou a pesimistickou variantu. Na základě této produkce jsou vypočteny i minimální možné náklady pro tyto tři možnosti, za které by společnost vyráběla svoje produkty. Vzhledem k tomu, že zkoumaná společnost nemá dostatečné kapacity, byla použita vícekriteriální analýza variant pro výběr vhodného úvěru na rozšíření výroby a skladu.

Summary

This thesis focuses on the use of quantitative methods for decision support in the surveyed companies focusing in particular on the determination of planned aggregate production. Based on time series analysis and forecast demand was determined by the prediction, lower and upper limits. Production is set for all the possibilities that could occur, i.e. the expected value, optimistic and pessimistic scenario. On the basis of this production is calculated as the minimum possible cost for these three options, for which the company produced its products. Given that the investigated company does not have sufficient capacity, was used multicriteria options analysis for choosing the right loan for expansion of production and warehouse.

Klíčová slova: produkce, očekávaná poptávka, časová řada, agregátní produkce, vícekriteriální rozhodování, úvěr

Keywords: production, expected demand, time series, aggregate production, multicriterial decision, credit

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Cíl práce a metodika	5
2.1.	Cíl práce.....	5
2.2.	Metodika	5
3	Teoretická část	7
3.1.	Dopravní problém	7
3.1.1.	Dopravní tabulka.....	8
3.2.	Řízení produkčních systémů	9
3.2.1.	Plánování produkce.....	9
3.2.2.	Plánování agregované produkce	10
3.2.3.	Modely plánování agregované produkce	11
3.2.4.	Plánování agregované produkce pomocí dopravního modelu.....	12
3.3.	Systémy pro podporu rozhodování	13
3.4.	Vícekriteriální rozhodování	15
3.4.1.	Varianta.....	15
3.4.2.	Kritéria	16
3.4.3.	Úlohy vícekriteriální analýzy variant	17
3.4.4.	Stanovení vah kritérií.....	19
3.4.5.	Metoda TOPSIS	22
3.5.	Analýza časových řad	23
3.5.1.	Základní druhy časových řad.....	23
3.5.2.	Modelování časových řad	23
3.5.3.	Metody odhadu parametrů trendových funkcí.....	24
3.5.4.	Volba vhodného modelu trendu.....	25
3.6.	Pivovarnictví.....	27
3.6.1.	Proces výroby piva.....	27
3.7.	Úvěry	31
3.7.1.	Poskytnutí a čerpání úvěru.....	32
3.7.2.	Druhy úvěrů	33
4	Řešení problému v pivovaru	35
4.1.	Popis společnosti.....	35
4.2.	Prognóza vývoje společnosti	36
4.2.1.	Prognóza vývoje v programu SAS.....	37
4.3.	Plánování agregované produkce	40
4.3.1.	Model agregátní produkce vztažený k dolní mezi	46

4.3.2.	Model agregátní produkce vztažený k horní mezi.....	48
4.3.3.	Výsledky modelování agregátní produkce	52
4.3.4.	DSS pro rozhodování o agregované produkci	55
4.4.	Výběr způsobu financování případné přestavby.....	57
5	Závěr	62
6	Použitá literatura	63
7	Seznam tabulek	64
8	Seznam obrázků a grafů.....	64
9	Přílohy.....	65

1 Úvod

V dnešní době je řešení různých situací nedílnou součástí běžného života každého z nás. Běžný obyvatel, ale nebude používat kvantitativní metody pro podporu rozhodování pro vyřešení nějakého vlastního problému, ale rozhodne se intuitivně na základě dosavadních vlastních zkušeností. Kvantitativní metody jsou důležitou součástí rozhodovacích procesů. Pomáhají k výběru kompromisních nebo nejlepších variant, které budou pro řešený problém nejlepší. Všechny společnosti hlavně její manažeři případně majitelé by se ale měly rozhodovat na základě těchto metod. V případě jejich nevyužití je velmi pravděpodobné, že by došli k výsledku, který nebude za určitých podmínek nejlepší. Kvantitativní metody pomáhají zvyšovat efektivitu rozhodování a přispívají ke snížení nákladů společnosti.

Společnosti, které realizují jakoukoliv výrobu, by si měly plánovat produkci na několik období dopředu, zejména proto, aby snížili náklady na výrobu a také proto, aby uspokojili své zákazníky. V případě, že by podnik neplánoval svoji výrobu a striktně by vyráběl každé období stejné množství s největší pravděpodobností, by došlo k tomu, že by měl svých výrobků nadbytek a zvyšovali by se mu náklady na skladování, anebo by měl naopak svých výrobků nedostatek a docházelo by ke ztrátě zákazníků. Stanovování produkce je i velkou konkurenční výhodou, v případě že budu mít svých výrobků dostatek a podnik realizující stejnou výrobu jich bude mít nedostatek, tak se tato firma stane nespolehlivou a je pravděpodobné, že zákazníci poté začnou kupovat naše výrobky.

Občané České republiky jsou národem pivařů, nejenom že o něm velmi mluví, ale ještě raději ho konzumují. Češi jsou ve spotřebě piva v přepočtu na jednu osobu na prvním místě v celosvětovém žebříčku. České pivo a pivovarnictví má dlouholetou tradici a je považováno za jeden z našich symbol. Dále je chráněno zeměpisným označením Evropské unie. Je velmi důležité, aby bylo zachováno jeho dobré jméno a jeho kvalita. Pivo je také důležitý vývozní artikl do mnoha Evropských zemí. V České republice existuje nepřeberné množství nabízených druhů piv od klasického desetistupňového přes řezaná až po ovocná piva, která mají v posledních letech velkou oblibu. Každý druh piva má svoji unikátní recepturu.

2 Cíl práce a metodika

2.1. Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce bude analýza výroby pivovaru pro následující rok ve zkoumané společnosti Pivovar, a.s.

Díličními cíli bude časová analýza skutečné produkce v minulých letech a určení odpovídající agregované produkce. Dalším dílčím cílem bude výběr vhodného řešení pro financování případné přestavby pivovaru.

2.2. Metodika

Obecný metodický postup vychází z definování problému, zkoumání podstaty věci, příčinných souvislostí a stanovení závěrů.

Cílem literární rešerše bylo zkoumání možností stanovení plánované agregované produkce, statistických metod analýzy časových řad, vícekriteriálního rozhodování, pivovarnictví v České republice a poskytování úvěrů od bankovních institucí, které odpovídají řešené problematice.

Základní postup byl orientovaný na zjištění současného stavu zkoumané společnosti z hlediska jejího skutečného vývoje prodaného piva za jednotlivé uplynulé roky a spočíval v uplatnění deskriptivních metod založených na studiu interních dokumentů, jako je rozvaha, výkaz zisku a ztrát, databáze produkce piva v jednotlivých letech. Tento postup byl doplněn o rozhovory s majiteli společnosti, kteří rozhodují o důležitých otázkách řešených ve společnosti. Majitelé byli dotazováni na podrobnější informace týkající se očekávané poptávky v jednotlivých měsících příštího roku s ohledem na sezónní výkyvy, současnou kapacitu při normální a přesčasové výrobě a velikost jejich skladovacích prostor.

Pro splnění prvního dílčího cíle bude použita analýza a stanovení prognózy časové řady na rozumnou dobu, pro kterou bude použit programový statistický software SAS 9.4, který pomocí komponenty Time Series Forecasting System umožňuje konstruovat prognostické modely. Na základě prognózy, která nám určí očekávané hodnoty předpokládanou poptávku v dalších letech, horní a dolní mez, které představují optimistickou a pesimistickou variantu. Údaje vývoje poptávky minulých let společnosti budou hlavním zdrojem primárních dat.

Na základě těchto hodnot bude stanovena předpokládaná agregátní produkce v jednotlivých obdobích pro všechny tři možnosti, tj. pro očekávané hodnoty, optimistickou a pesimistickou variantu. K určení této produkce bude využit Microsoft Office Excel 2013, konkrétně jeho doplněk Dumkosa. Při stanovování agregátní produkce je důležitá délka období, na kterou bude stanovena, nákladové ohodnocení, kapacita výroby a očekávaná poptávka v jednotlivých obdobích podle názorů majitelů společnosti.

Po stanovení agregátní produkce může být zjištěno, že společnost nebude mít dostatečné kapacity na výrobu a skladování, proto bude nutné vybrat vhodné řešení pro financování případné přestavby. Výběr vhodného řešení bude realizován pomocí vícekritériální analýzy variant. Konkrétně bude použita metoda TOPSIS, která posuzuje varianty podle jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Pro stanovení vah jednotlivých kritérií bude využita Saatyho metoda, která stanoví váhy na základě párového porovnávání všech kritérií. Stanovování vah bylo konzultováno s majiteli společnosti.

3 Teoretická část

3.1. Dopravní problém

„V dopravním problému se v typickém případě jedná o rozvržení rozvozu nějakého zboží či materiálu z dodavatelských míst (zdroje) odběratelům (cílová místa) tak, aby byly minimalizovány celkové náklady související s tímto rozvozem.“ (1, s. 91). V tomto problému je definováno m -zdrojů D_1, D_2, \dots, D_m s omezenými kapacitami a_1, a_2, \dots, a_m , tedy množstvím, které je dodavatel schopen dodat v daném období a n -cílových míst S_1, S_2, \dots, S_n se stanovenými požadavky b_1, b_2, \dots, b_n , tudíž množstvím, které odběratel požaduje v určitém období. Vztah určité dvojice dodavatel – odběratel je určitým způsobem ohodnocen. Tímto ohodnocením může být např. kilometrová vzdálenost mezi dodavatelem a odběratelem nebo náklady na přepravu jedné jednotky zboží. Kvantifikované ocenění vztahu zdrojů a cílových míst označíme c_{ij} , kde i nabývá hodnot 1 až m a j 1 až n . Cílem dopravního problému je stanovit přepravu mezi zdroji a cílovými místy, tak aby byly celkové náklady na přepravu minimální. To znamená, že musíme stanovit objem přepravy mezi každou dvojicí zdroje a cílového místa, tak aby nebyly překročeny kapacity zdrojů a také aby byly uspokojeny požadavky odběratelů. Pro potřeby matematického modelu je potřeba stanovit hodnoty proměnných x_{ij} , i nabývá hodnot od 1 do m a j od 1 do n , které vyjadřují objem přepravy mezi i -tým zdrojem a j -tým cílovým místem. Tento popis lze považovat za typickou formulaci ekonomického modelu dopravního problému. (1, 2)

Předpokladem je, že se celková kapacita všech dodavatelů rovná součtu požadavků všech spotřebitelů, tj.:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad 1.$$

Tento znak je označován jako vyváženost dopravní úlohy a je nutnou podmínkou pro její řešitelnost. V praxi při výpočtu dopravních úlohy je tato podmínka většinou porušena, tj. nevyrovnanost kapacit dodavatelů a objem požadavků spotřebitelů, a proto tuto úlohu musíme upravit. Jestliže je objem kapacit dodavatelů větší než objem požadavků spotřebitelů:

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j \quad 2.$$

musíme do úlohy přidat fiktivního spotřebitele s požadavkem, který se rovná přebytečnému množství produktu:

$$b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j \quad 3.$$

Trasy jsou ohodnoceny nulovými sazbami, protože se tyto dodávky ve skutečnosti nebudou provádět. V obráceném případě, když je objem požadavků spotřebitelů větší než objem kapacit dodavatelů:

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j \quad 4.$$

musíme do úlohy přidat fiktivního dodavatele s kapacitou, která se rovná objemu neuspokojených požadavků:

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i \quad 5.$$

Rovněž jsou trasy ohodnoceny nulovými sazbami, protože se tyto dodávky nebudou uskutečňovat.

Z matematického hlediska hledáme minimum lineární funkce

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow MIN \quad 6.$$

za podmínek, které musí platit (2).

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad 7.$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad 8.$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad 9.$$

3.1.1. Dopravní tabulka

Údaje o dopravních problémech jsou zapisovány do dopravní tabulky, ve které se také provádí výpočet řešení. Řádky představují dodavatele a sloupce spotřebitele. V každém políčku tabulky je v pravém horním rohu zapsána sazba c_{ij} a do středu políčka se vepisuje množství přepravovaného produktu, tj. hodnoty $x_{ij} > 0$. Jestliže je $x_{ij} = 0$ hodnota se do políčka z důvodu přehlednosti nezapisuje a říká se, že políčko je prázdné a spoj se

nerealizuje. V pravém sloupci jsou zobrazeny kapacity dodavatelů a_i a ve spodním řádku požadavky spotřebitelů b_j (2).

Tabulka č. 1.: Dopravní tabulka

	Spotřebitelé				
Dodavatelé	S ₁	S ₂	...	S _n	Kapacity dodavatelů a_i
D₁	^{c₁₁} X ₁₁	^{c₁₂} X ₁₂	...	^{c_{1n}} X _{1n}	a₁
D₂	^{c₂₁} X ₂₁	^{c₂₂} X ₂₂	...	^{c_{2n}} X _{2n}	a₂
...		
D_m	^{c_{m1}} X _{m1}	^{c_{m2}} X _{m2}	...	^{c_{mn}} X _{mn}	a_m
Požadavky spotřebitelů b_j	b₁	b₂	...	b_n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

Zdroj: (2, s. 81)

3.2. Řízení produkčních systémů

Cílem produkčních systémů je konzistentní přístup od plánování až po vlastní realizaci produkce. Konzistentnosti je dosaženo posloupností rozhodovacích úrovních, které jsou propojeny vhodnými informačními toky. Rozlišujeme tři základní úrovně řízení produkčních systémů, a to: plánování produkce, rozvrhování produkce a řízení produkce (3).

3.2.1. Plánování produkce

Plánování produkce se zabývá agregovaným plánováním produkce bez podrobnějších detailů v delším časovém období. V této fázi se zvažuje produkční kapacita, zatímco v ostatních fázích se předpokládá, že už je kapacita stanovena. Ve složitých produkčních systémech můžeme rozlišit několik rozhodovacích úrovní v analýze produkčního procesu. Nejvyšší plánované období je poměrně dlouhé ve srovnání s produkčním cyklem. Toky výrobků jsou agregovány do skupin výrobků a v diskrétních časových modelech je množství výrobků v každém časovém intervalu aproximována spojitými proměnnými. Tyto návrhy agregované produkce vycházejí z předpovídané poptávky a z omezení agregovaných zdrojů. Výsledky získané na agregované prognózované

úrovni jsou dezagregovány v čase a podle individuálních produktů a položek a také podle základních omezení na operativní úrovni (3).

3.2.2. Plánování agregované produkce

Cílem plánování agregované produkce je navržení obecného rozvrhu produkce, který uspokojuje poptávku vyjádřenou v obecných jednotkách produkce. Nabídka i poptávky jsou určeny v agregovaných jednotkách, které umožňují odhadnutí kapacity produkčního systému ve sledovaném období. Plánování agregované produkce je vnitřní funkcí produkčního systému, která poté vede k detailnímu rozvržení produkce. Účelem agregovaného plánování je určení kdy a podle jakých podmínek bude možné rozvrhovat produkci. Je také důležité zvážit podmínky, jestli zavést další pracovní směny, subdodávky, práci přes čas atd. (3).

Proces plánování je začátkem strategického business plánu společnosti, která stanoví produktový mix a dostupnost zdrojů. Plán agregované produkce stanovuje, jaké zdroje budou využity a jejich použití v čase tak, aby byla uspokojena předpokládaná poptávka. Navrhování produkce pracuje s typickými zdroji, které jsou rozmísťovány, tak aby byly splněny skutečné zakázky (3).

Plánování agregované produkce je zapříčiněno prognózami zákaznické poptávky. Tyto prognózy jsou poté transformovány do plánů. Je důležité stanovit plánovací horizont podle prognózy a počítat s „dodací lhůtou“, kdy je potřeba získat školené lidské zdroje, potřebná zařízení a vybavení a realizovat prognózované zakázky. Plánování agregované produkce je počátek pro posloupnost reakcí v dodavatelském řetězci od dodavatelů, přes výrobce až k zákazníkům. Vnitřní toky materiálu jsou rozvrženy od počátečních dodávek až k hotovým produktům. Dále se musí aktivovat vnější toky od dodavatelů do produkčních systémů. Je důležité, aby bylo zakoupeno nebo pronajato vybavení, najaty a vyškoleny případně propuštěny lidské zdroje. Rovněž jsou aktivovány toky hotových výrobků z produkčního systému přes distribuční systémy a sklady až ke koncovým zákazníkům (3).

Plánování agregované produkce se používá ještě před detailním rozvrhováním, tak aby se případně zabránilo nákladným chybám, které plynou z nedostatku disponibilní zdrojů ve správném čase. Podrobné plánování je velmi obtížné vzhledem k nečekaným výkyvům poptávky (3).

Agregované plánování potřebuje systémový přístup, optimalizace v jednotlivých opakujících se obdobích je pořízena optimalizací z hlediska celého systému. Při předpovědi agregované poptávky je cílem optimalizovat výkonnost systému s využitím řídicích proměnných, a to produkce v období t , úroveň pracovní síly v období t a úroveň zásob v období t v čase. Při stanovení agregované produkce můžeme navrhnout tři strategie:

- konstantní úroveň – ponecháme stejnou úroveň lidských zdrojů a tím i produkce v každém období. Toto opatření sice povede k úsporám, které plynou z neměnnosti úrovně produkce, ale vzniknou tím náklady z nesledování poptávky, tzn., můžeme mít nadprodukcí ale i nedostatečnou produkci;
- strategie sledování – měníme úroveň pracovních sil, tak aby produkce odpovídala co nejvíce poptávce v každém období. Toto opatření vyvolá náklady spojené s najímáním a propouštěním lidských zdrojů a s přizpůsobováním úrovně produkce. Takto vzniklé náklady lze řešit přesčasy, subdodávkami, přijmutí brigádníků. Výhodou této strategie je, že se snižují skladovací náklady a náklady spojené se zpožděnými dodávkami i odběratelům;
- kombinovaná strategie – je kombinace předchozích dvou strategií. Snahou této strategie je najít optimální kombinaci výhod obou základních přístupů (3).

Z hlediska celkových nákladů je nejlepší nalezení optima mezi trendem nákladů na přizpůsobení úrovně lidských zdrojů poptávce a trendem nákladů na skladování a opožděné dodání (3).

3.2.3. Modely plánování agregované produkce

Cílem plánování agregované produkce je stanovení úrovně produkce, zásob a lidských zdrojů pro uspokojení poptávky v čase. Tento úkol patří do úrovně strategického rozhodování. Modely agregované produkce představují agregovanou úroveň produkčních systémů. Agregace má rozlišné stránky. Za prvé podobné produkty jsou seskupovány do skupin, tím klesá neurčitost poptávky a zjednodušuje se tím prognóza poptávky. Za druhé je čas brán diskrétně v delších časových úsecích, ve kterých je produkován větší počet skupin produktů, ale jejich produkce není detailně rozvržena v čase. A za třetí jsou zdroje uskupeny v pracovních stanicích a není určeno, který procesor bude použit na zpracování konkrétní zakázky. Při agregaci není cílem dosažení podrobného rozvrhu produkce, ale pouze stanovení základní představy o tom, co se bude produkovat (3).

3.2.4. Plánování agregované produkce pomocí dopravního modelu

Pro řešení bilance kapacit firmy a poptávky po jejích produktech existuje několik možných přístupů. Jeden z takových přístupů je založený na analogii s řešením dopravního problému. Plánování agregované produkce je hrubá bilance mezi kapacitou organizace a tržní poptávkou. U této bilance jsou využity pouze globální jednotky, neuvažuje se jednotlivé typy a modely produkce. Vychází se ze dvou předpokladů, a to: kapacita nemůže být měněna v průběhu uvažovaného časového rámce a za druhé, že krátkodobá a střednědobá poptávka se mění vzhledem k neurčitosti, sezónním výkyvům a dalším tržním faktorům. Kapacita organizace je měřena v normálním pracovním čase, v přesčasovém čase a v případě, že nelze uspokojit poptávku z vlastních kapacit je možné použít subdodávky od jiných dodavatelů. Pro tyto varianty pokrývání poptávky existují rozdílné náklady (3).

Předpokládáme, že plánujeme produkci na n období, pro která je uvažovaná poptávka D_i , a kapacity produkce v normálním čase R_i , v přesčasovém čase O_i , a možné kapacity smluvních subdodávek S_i , kde i nabývá hodnot od 1 do n . Někdy, může být zadána počáteční zásoba produkce I_0 . Označení jednotkových nákladů na jednotku produkce je pro normální pracovní čas r , pro přesčas t a pro subdodávky s . Předpokladem je, že můžeme skladovat produkci z předchozích období, a že můžeme uspokojit poptávku opožděně. Jednotkové skladovací náklady za jedno časové období značíme písmenem h , penále za neuspokojení poptávky za jednotku produkce a za jedno časové období písmenem b . Celý model je poté vyjádřen prostřednictvím analogické přepravní tabulky u dopravního problému.

Tabulka č. 2.: Dopravní model APP

		Období 1	Období 2	Období 3	...	Konečná zásoba	Nevyužitá kapacita	Kapacita
Období 1	Zásoba	0	h	2 h	...	nh	0	I_0
	Normální čas	r	r+h	r+2h	...	r+nh	0	R_1
	Přesčas	t	t+h	t+2h	...	t+nh	0	O_1
	Subdodávky	s	s+h	s+2h	...	s+nh	0	S_1
Období 2	Normální čas	r+b	r	r+h	...	r+(n-1)h	0	R_2
	Přesčas	t+b	t	t+h	...	t+(n-1)h	0	O_2
	Subdodávky	s+b	s	s+h	...	s+(n-1)h	0	S_2
Období 3	Normální čas	r+2b	r+b	r	...	r+(n-2)h	0	R_3
	Přesčas	t+2b	t+b	t	...	t+(n-2)h	0	O_3
	Subdodávky	s+2b	s+b	s	...	s+(n-2)h	0	S_3
...	
		D_1	D_2	D_3	...			Celkem

Zdroj: (3, s. 103)

3.3. Systémy pro podporu rozhodování

Jako systémy pro podporu rozhodování jsou označovány interaktivní nástroje, které umožňují podpořit či naopak odmítnout určité varianty rozhodnutí podle zadaných kritérií (4).

Termín systém pro podporu rozhodování (DSS) můžeme definovat pomocí následujících třech charakteristik:

- DSS je navržen speciálně pro usnadnění rozhodovacích procesů;
- DSS by měl spíše podporovat než automatizovat rozhodování;
- DSS by měl být schopen rychle reagovat na měnící se potřeby a rozhodovací pravomoci (5).

Systémy pro podporu rozhodování mohou podporovat malé skupiny manažerů, kteří využívají jednotlivé počítače, anebo velké skupiny, které pracují v prostředí síť klient-server (5).

Systém pro podporu rozhodování zahrnuje soubor znalostí, které popisují některé aspekty světa s rozhodovacími pravomocemi, a určuje, jak mají být plněny různé úkoly. Dále má schopnost získávat a udržovat popisné znalosti a další druhy znalostí. DSS má také schopnost prezentovat tyto znalosti (5).

Systemy pro podporu rozhodování jsou určeny zejména jako pomoc při rozhodování a při provádění rozhodování a jsou navrženy tak, aby podporovaly vedoucí pracovníky na všech úrovních organizace. DSS pomáhá zejména manažerům s analytickými schopnostmi a informacemi zlepšit jejich rozhodování, ale nesmí nahradit jejich úsudek. Manažeři totiž potřebují správné informace, ve správný čas, ve správném formátu a za nejlepší cenu. DSS poskytuje manažerům větší kontrolu nad svými daty, přístup k analytickým nástrojům a možnosti konzultací a interakcí s distribuovanou skupinou zaměstnanců (5).

System pro podporu rozhodování vytváří konkurenční výhodu. Aby mohl být DSS brán, jako tato výhoda musí být splněna tři kritéria. První kritérium je, že jestliže je DSS realizován, poté se musí stát hlavní nebo významnou silou organizace. Druhé kritérium je, že DSS musí být jedinečný a posledním kritériem je, že musí být udržitelný alespoň po dobu tří let (5).

Základními prvky systému pro podporu rozhodování jsou uživatelské rozhraní, databáze, modely a analytické nástroje, DSS architektury a sítě. Nástroje pro vytváření uživatelského rozhraní jsou někdy označovány jako DSS generátory, obsahují dotazy a reportovací nástroje a vývojové balíčky front-end. Uživatelská rozhraní mohou být distribuovány klientům v „thick-client“ architektuře, kdy je DSS umístěn přímo v počítači klienta, anebo dodávány prostřednictvím sítě pomocí webové stránky nebo Java appletu v „thin-client“ architektuře. Databáze systému pro podporu rozhodování obsahují sebraná data a umožňují k nim snadný přístup a vytvářet z nich analýzy. Velké databáze v rámci celého podniku se často nazývají datové sklady nebo datové trhy. Matematické a analytické modely jsou důležitou součástí mnoha systémů pro podporu rozhodování. Modely mohou být centralizovány na server spolu s databází nebo mohou být distribuovány přímo do klientského počítače. DSS architektura a síťová komponenta se týká toho, jaký je v organizaci hardware, software a jak jsou distribuována data v systému. Dále se týká toho, jak jsou do systému integrovány složky DSS a fyzického připojení. Hlavním dnešním problémem je, jestli by systémy pro podporu rozhodování měly být použitelné pouze v architektuře „thin-client“ na intranetu nebo dostupné na globální internetu (5).

3.4. Vícekriteriální rozhodování

Vícekriteriální rozhodování řeší rozhodovací problémy, ve kterých závisí rozhodnutí na posouzení více kritérií. Zohlednění více kritérií při hodnocení přináší do řešení problémů konflikty, které plynou z obecné kontroverznosti kritérií. V případě, že by všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, stačilo by pro volbu nevhodnějšího rozhodnutí jediné z nich. Účelem modelů vícekriteriálního rozhodování je nalezení „nejlepší“ varianty podle veškerých uvažovaných hledisek nebo vyloučení neefektivních variant, anebo uspořádání množiny variant. Ve vícekriteriálním rozhodování rozlišujeme dvě skupiny:

- modely jsou zadány pomocí definitivního seznamu variant a jejich ohodnocení podle jednotlivých kritérií;
- modely mají množinu variant s nekonečně mnoha prvky, která jsou vyjádřena pomocí podmínek. Jednotlivé varianty jsou ohodnoceny jednotlivými kritériálními funkcemi (2).

Teorie a model vícekriteriální analýza variant se zabývá problémy, jak vybrat jednu nebo více variant z množiny přípustných variant a její doporučení k realizaci. Při výběru variant by měl rozhodovatel postupovat co nejvíce objektivně, k čemuž slouží mnoho různých postupů a metod analýzy variant. Ve vícekriteriálních analýzách variant existuje konečná množina m variant, která je ohodnocena podle n kritérií. Cílem je najít tu variantu, která je podle všech kritérií hodnocena co nejlépe nebo seřazení variant od nejlepší po nejhorsí, případně vyloučení neefektivních variant a nalezení varianty kompromisní (2).

3.4.1. Varianta

„Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti, předmět vlastního rozhodování, jsou realizovatelné a nejsou logickým nesmyslem.“ (2, s. 163). Varianty by měly být vybírány pečlivě, tak aby byly dosažitelné a aby byly vhodným řešením. Varianty jsou hodnoceny podle jednotlivých kritérií (2).

Dominovaná varianta, je taková varianta, která má všechna kritéria maximalizační a varianta a_i dominuje variantu a_j , za předpokladu že, $(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jk})$ a existuje-li přinejmenším kritérium f_l , že $y_{il} > y_{jl}$. Naopak nedominovaná varianta je taková varianta, která má všechna kritéria maximalizační a varianty a_i a a_j jsou vzájemně nedominované, za předpokladu, že existuje minimálně jedno kritérium f_l , že $y_{il} > y_{jl}$, pak existuje další kritérium f_k , že $y_{ik} > y_{jk}$. Varianta, která není dominovaná žádnou jinou

variantou, se někdy nazývá efektivní nebo paretoovská. Množina veškerých nedominovaných variant se poté označuje A_N (2).

Ideální varianta je varianta hypotetická nebo reálná, která má ve všech svých kritériích současně nejlepší možné hodnoty. Naopak bazální varianta, je varianta reálná nebo hypotetická, která má ve všech svých kritériích nejhorší možné hodnoty. Tyto dvě varianty obvykle neexistují. V případě, že by existovala ideální varianta, byla by jediná nedominovaná, to by znamenalo, že tato varianta by byla jednoznačně optimální variantou. Ve všech svých kritériích by dosahovala optimálních hodnot. Varianta, která je doporučena k řešení a je nedominovaná varianta se nazývá kompromisní varianta. Výběr této varianty záleží na použitém postupu řešení (2).

3.4.2. Kritéria

„Kritérium je hledisko hodnocení variant, může být kvalitativní nebo kvantitativní.“ (2, s. 163). Volba jednotlivých kritérií je velmi důležitá, protože kritéria musí být nezávislá a měla by pokrýt veškerá hlediska výběru, a současně jejich počet nesmí být zbytečně velký. Jestliže máme hodnocení variant podle kritérií kvantifikováno, můžeme údaje uspořádat do kritériální matice Y , jejíž prvky tvoří hodnocení i -té varianty podle j -tého kritéria.

Obrázek č. 1.: Kritériální matice Y

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Zdroj: (2, s. 163)

V této matici $Y = (y_{ij})$ sloupce představují kritéria a řádky hodnocení variant. Jestliže nejsou všechny hodnoty kvantitativní, jedná se spíše o kritériální tabulku, která obsahuje číselná a slovní hodnocení variant. Kritéria, podle kterých vybíráme nejvhodnější variantu, dělíme podle různých hledisek:

- podle povahy kritéria na kritéria maximalizační a minimalizační;
- podle kvantifikovatelnosti kritéria na kritéria kvantitativní a kvalitativní (2).

V praxi je lepší pracovat s kritériální maticí, která má všechny kritéria stejné povahy, a to buď maximalizační a nebo minimalizační. V zadání úlohy, ale tomu tak nebývá, proto je možné si převést buď kritéria minimalizační na maximalizační a nebo naopak.

K převodu povahy se nejčastěji používá vynásobení sloupce kritériální matice hodnotou -1 (2).

Kvantitativní kritéria jsou údaje u hodnoty varianty, která jdou objektivně měřit, proto se jim také někdy říká kritéria objektivní. Kritéria kvalitativní jsou taková, jejichž hodnota nelze objektivně změřit, velmi častou jsou to hodnoty subjektivně stanovené uživatelem. Ke kvantifikovatelnosti kritérií se používá například bodovací metoda (2).

Důležitost jednoho kritéria v porovnání s ostatními kritérii se nazývá preference kritéria. Preference kritérií se vyjadřuje několika způsoby:

- aspirační úroveň kritérií – stanovení hodnoty, které má být alespoň dosaženo tj. nejnižší možné hodnoty, ve kterých bude varianta přijatelná;
- pořadí kritérií;
- váhy jednotlivých kritérií;
- způsob kompenzace kritériální hodnot – vyjádření míry substituce mezi kritériálními hodnotami;
- anebo nemusí být známá vůbec (2).

Stanovení preferencí kritérií je velmi obtížným úkolem, protože většinou závisí na subjektivním názoru rozhodovatele. Jestliže je dobře stanovená preference kritérií zajistí to dobré rozhodnutí (2).

3.4.3. Úlohy vícekritériální analýzy variant

Úlohy vícekritériální analýzy variant může rozdělit podle dvou základních hledisek, a to podle informace s jakou pracuje anebo podle cíle řešení. Úlohy podle typu informace, která je k dispozici o preferencích mezi kritérii a variantami rozlišujeme:

- žádná informace – toto je přípustné pouze pro preference kritérií, v případě že bychom neměli preference mezi variantami, nebylo by možné úlohy vyřešit, protože bychom nemohli určit lepší a horší variantu;
- nominální informace – přípustná pouze pro preference mezi kritérii a je vyjádřena pomocí aspiračních úrovní a rozděluje varianty podle příslušného kritéria na akceptovatelné a neakceptovatelné;
- ordinální informace – vyjadřuje uspořádání variant podle toho, jak je hodnotí kritérium anebo podle pořadí kritérií podle jejich významnosti;
- kardinální informace – mají kvantitativní i kvalitativní charakter a vyjadřují, o kolik či jak moc je jedno hodnocení lepší než to druhé hodnocení. V případě preference

kritérií se jedná o váhy a u ohodnocení variant podle kritéria jde nejčastěji o číselné vyjádření tohoto hodnocení, které nezáleží na množině porovnávaných variant. Vzhledem k tomu, že řada metod vícekritériálního hodnocení potřebuje kardinální informace, mají velký význam metody, které umožní slovní vyjádření ohodnotit (2).

Podle cíle řešení rozlišujeme tři typy úloh vícekritériální analýzy a to:

- úlohy, ve kterých je cílem výběr pouze jedné kompromisní varianty. V podstatě jde o výběr z množiny stanovených variant tu variantu, která je podle zadaných kritérií nějakým způsobem nejlepší. Metody, které používají výběr jedné varianty, patří například ORESTE, TOPSIS, metoda váženého součtu atd.;
- úlohy, které mají za cíl najít úplné uspořádání, resp. kvaziuspořádání. Obvykle jsou varianty řazeny od nejlepší po nejhorší. U těchto úloh postupuje podobně jako u předcházející varianty, nejdříve nalezneme nejlepší variantu, přiřadíme jí pořadí jedna a vyloučíme jí z dalšího rozhodování. V dalším kroku hodnotíme bez této varianty, další variantě bude přiřazeno pořadí dva. Tento postup opakujeme, dokud nemáme seřazeny varianty od nejlepší po nejhorší. Metody vhodné pro tento postup jsou stejné jako v předchozí skupině;
- úlohy, které rozdělují množiny variant na efektivní a na neefektivní. V těchto úlohách se neřeší pořadí variant, ale rozhodnutí, zda je posuzovaná varianta „dobrá“ nebo „špatná“. Typickým příkladem je hodnocení bonity klientů bankou, která se rozhoduje o poskytnutí úvěru. Pojmy „dobrý“ a „špatný“ jsou relativní a vždy bude záležet na skutečném zadání rozhodovací úlohy (2).

Analogicky je možné znázornit přehled nejpoužívanějších metod zpracování informací o preferencích mezi variantami takto:

Tabulka č. 3.: Metody kvantifikace preferencí mezi kritérii

Metoda	Informace o preferencích mezi variantami					
	Aspirační úrovně	Ordinální informace	Kardinální informace			
			Funkce užitku	Vzdálenost variant od ideální a bazální varianty	Preferenční relace	Mezní míra substituce
Metoda PRIAM	Lexikografická	Metoda váženého součtu	Metoda TOPSIS	Metoda AHP	Metoda postupné substituce	
	ORESTE			Metoda PROMETHEE		
	Permutační			Metoda ELECTRE		

Zdroj: (2, s. 170)

3.4.4. Stanovení vah kritérií

Stanovení vah kritérií je prvním krokem analýzy modelu vícekritériální analýzy variant. Informace je získána pomocí některých z dále uvedených postupů a je použita ke stanovení preferenčních vztahů mezi variantami v závislosti na cílech analýzy. Tyto metody jsou vhodné i pro kvantifikaci slovního vyjádření hodnocených variant (2).

Tabulka č. 4.: Metoda kvantifikace preferencí mezi kritérii a jejich výstupy

Informace o preferencích mezi kritérii		
Informace	Metoda	Výstup
Žádná	Entropická metoda	Vektor vah kritérií
Nominální	Metoda aspiračních úrovní	Aspirační úrovně kritérií
Ordinální	Metoda pořadí	Vektor vah kritérií
	Fullerova metoda	
Kardinální	Bodovací metoda	
	Saatyho metoda	

Zdroj: (2, s. 169)

- Metody stanovení vah podle ordinální informace - předpokladem pro metody pracující s ordinální informací je, že řešitel je schopen vyjádřit důležitost jednotlivých kritérií tak, že přiřadí všem kritériím jejich pořadová čísla, anebo při porovnání všech dvojic kritérií určí, které kritérium je z dvojice důležitější. Kritéria mohou být rovněž rovnocenná. Mezi nejčastěji používané metody patří metoda pořadí a metoda porovnání ve Fullerově trojúhelníku. Obě tyto metody transformují ordinální informaci do podoby váhového vektoru;
- Metody stanovení vah podle kardinální informace - předpokladem je, že uživatel je schopen určit nejen pořadí důležitosti kritérií, ale také poměr důležitosti mezi všemi dvojicemi kritérií. Nejpoužívanějšími metodami jsou bodovací metoda a Saatyho metoda (2).

Saatyho metoda slouží k určení vah kritérií, hodnotí-li je pouze jeden expert. Při hodnocení více experty se používá spíše metoda AHP. Saatyho metoda je metoda kvantitativního párového porovnání kritérií. Pro ohodnocení párových porovnání se používá devítibodová stupnice, kde hodnota 1 značí rovnocenná kritéria i a j , 3 slabě preferované kritérium i před j , 5 silně preferované kritérium i před j , 7 velmi silně preferované kritérium i před j a 9 absolutně preferované kritérium i před j , také je možné používat mezistupně (hodnoty 2, 4, 6, 8). Expert porovnává každou dvojici kritérií a velikosti preferencí i -tého kritéria vzhledem k j -tému kritériu a zapíše je do Saatyho matice $S = (s_{ij})$:

Obrázek č. 2.: Saatyho matice

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{12} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Zdroj: (6, s. 16)

Je-li i -té kritérium a j -té kritérium rovnocenné poté $s_{ij} = 1$, preferuje-li slabě i -té kritérium před j -tým kritériem je $s_{ij} = 3$, preferuje-li silně i -té kritérium před j -tým je $s_{ij} = 5$, při velmi silné preferenci i -tého kritéria je $s_{ij} = 7$ a při preferenci absolutní je $s_{ij} = 9$. V obráceném případě se do Saatyho matice napíše převrácená hodnota například při slabé preferenci j -tého kritéria před i -tým kritériem $s_{ij} = 1/3$ atd. Saatyho matice je čtvercová řádu $n \times n$ a na hlavní diagonále jsou vždy hodnoty jedna (6).

Prvky Saatyho matice většinou nejsou konzistentní, tzn., neplatí $s_{hj} = s_{hi} \times s_{ij}$ pro všechna $h, i, j = 1, 2, \dots, n$. Kdyby se sestavila matice $V = (v_{ij})$, jejíž prvky by byly skutečné podíly vah ($v_{ij} = v_i / v_j$), pro prvky této matice by tato výše napsaná podmínka platila. Míru konzistence lze změřit například indexem konzistence, který definoval Saaty jako:

$$I_s = \frac{l_{\max} - n}{n - 1} \quad 10.$$

l_{\max} je největší vlastní číslo Saatyho matice a n je počet kritérií. Hodnoty l_{\max} dosáhneme, tak že determinant matice $(S - l_{\max}E)$ položíme roven nule. Tato matice je dostatečně konzistentní, jestliže platí $I_s < 0,1$ (6).

Váhy v_j by se daly odhadnout z podmínky, že Saatyho matice by se měla minimálně odlišovat od matice V . A to by znamenalo minimalizaci součtu čtverců odchylek stejnohlých prvků těchto dvou matic. Poté by bylo nutno pro jejich výpočet vyřešit optimalizační model

$$F = \sum_i \sum_i \left[s_{ij} - \frac{v_i}{v_j} \right]^2 \rightarrow \min \quad 11.$$

za podmínky

$$\sum_{j=1}^n v_j = 1 \quad 12.$$

Tento model je nekonvexního kvadratického programování a způsobuje výpočetní problémy. Vzhledem k tomuto navrhl Saaty několik výpočetně jednodušších způsobů, jak odhadnout váhy v_j . Nejvíce používaným postupem jak stanovit váhy je normalizovaný geometrický průměr řádků Saatyho matice. Hodnoty b_i vypočítáme jako geometrický průměr řádků S matice jako

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad 13.$$

Váhy jsou poté vypočteny jako normalizace hodnot b_i podle vzorce níže.

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad 14.$$

Velmi často se stává, že Saatyho matice není konzistentní u rozsáhlejších úloh. V případě, že je tato matice nekonzistentní je potřeba jí překvantifikovat. Nekonzistence nastává většinou, když hodnotící expert neprovádí žádnou kontrolu svých odhadů (6).

3.4.5. Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS posuzuje varianty podle jejich vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Tato metoda vyžaduje kardinální hodnocení variant podle jednotlivých kritérií a váhy těchto kritérií. Výpočet této metody je rozdělen do následujících kroků:

1. Zkonstruování normalizované kritériální matice $R = (r_{ij})$ podle vzorce níže, sloupce této matice jsou po této normalizaci vektory jednotkové délky:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}} \quad 15.$$

2. Výpočet normalizované vážené kritériální matice $W = (w_{ij})$ podle vzorce:

$$w_{ij} = v_j r_{ij} \quad 16.$$

a určení ideální varianty H s ohodnocením (h_1, \dots, h_m) a bazální varianty D s ohodnocením (d_1, \dots, d_m) vzhledem k hodnotám v matici W

3. Výpočet vzdáleností jednotlivých variant od ideální a bazální varianty podle vzorců:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2} \quad 17.$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2} \quad 18.$$

4. Výpočet relativního ukazatele jednotlivých variant od bazální varianty podle:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad 19.$$

Hodnoty získané v posledním kroku se pohybují v rozmezí od 0 do 1, přičemž hodnotu 0 nabývá bazální varianta a hodnotu 1 ideální varianta. Podle hodnot c_i seřadíme varianty sestupně a potřebný počet variant s nejvyššími hodnotami tohoto ukazatele považujeme za řešení problému (2).

3.5. Analýza časových řad

Časová řada je posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování tj. dat, která jsou seřazena z hlediska času ve směru minulost – přítomnost. Analýza časových řad je poté soubor metod, které popisují tyto řady a popřípadě k předpovědi jejich budoucího chování (7).

3.5.1. Základní druhy časových řad

Časové řady rozlišujeme podle několika hledisek, a to: časové hledisko, periodicitu, druh sledovaných ukazatelů a způsobu vyjádření údajů na časové řadě.

- časové hledisko – intervalové a okamžikové časové řady. Velikost intervalových ukazatelů závisí na délce intervalu, za který je sledován. Oproti tomu okamžikové ukazatele se vztahují k určitému okamžiku např. ke dni;
- periodicitu – dlouhodobé nebo také roční a krátkodobé časové řady, kde jsou zaznamenány údaje čtvrtletní nebo měsíční nebo týdenní a jiné. Sledování měsíčních časových řad patří k nejsledovanějším;
- druh sledovaných ukazatelů – primární ukazatelé a sekundární (odvozené) charakteristiky;
- způsob vyjádření údajů – naturální ukazatelé a peněžní ukazatelé (7).

3.5.2. Modelování časových řad

Výchozím předpokladem pro modelování časových řad je jednorozměrný model ve tvaru:

$$y_t = f(t, \varepsilon_t) \quad 20.$$

kde y_t je hodnota modelovaného ukazatele v čase t a ε_t je hodnota náhodné složky v čase t , které nabývá hodnot od 1 do n . Klasický model, pouze popisuje formu pohybu, ale nepozná věcné příčiny dynamiky časové řady. Tento model vychází z rozkladu řady na čtyři složky časového pohybu, a to na trendovou složku T_t , sezónní složku S_t , cyklickou složku C_t a náhodnou složku ε_t . Tyto složky představují systematickou část průběhu časové řady. Existence všech čtyř složek současně není nutná, ale je podmíněna věcným charakterem zkoumaného ukazatele (7).

Trendovou složkou se rozumí hlavní tendence dlouhodobého vývoje hodnot analyzovaného ukazatele v čase. Trend může být rostoucí i klesající nebo konstantní, kdy hodnoty kolem časové řady kolísají v průběhu sledovaného období kolem určité

neměnné úrovně. Sezónní složka je pravidelně se opakující odchylka od trendové složky, která se vyskytuje u krátkodobých časových řad nebo u časové řady rovné jednomu roku. Důvody tohoto kolísání mohou být různé například vlivem změn jednotlivých ročních období, délky pracovního cyklu anebo vlivem různých společenských zvyklostí. Cyklická složka je kolísání okolo trendu v dopadu dlouhodobého cyklického vývoje s délkou vlny delší než jeden rok. Statistika tento cyklus chápe jako dlouhodobé kolísání s neznámou periodicitou, která může mít i jiné důvody než je klasický ekonomický cyklus například to může mít demografickou nebo inovační souvislost. Náhodná složka je veličina, která nelze popsat žádnou časovou funkcí. Je to pouze složka, která zbývá po vyloučení trendu, sezonní složky a cyklické složky. Tato složka obsahuje drobné a v jednotlivostech nepostizitelné příčiny, které jsou vzájemně nezávislé. V tomto případě jí můžeme popsat pravděpodobnostně. Náhodná složka je velmi citlivé místo analýzy časových řad (7).

3.5.3. Metody odhadu parametrů trendových funkcí

Popis trendu vývoje analyzované časové řady je nejdůležitější úkol analýzy časových řad. Metoda, která se používá nejčastěji k odhadu parametrů trendových funkcí, je metoda nejmenších čtverců, která se používá v případě, že zvolená trendová funkce je lineární v parametrech. Mezi výhody této metody patří minimalizace rozptylu reziduální složky, je jednoduchá, numericky snadná a navazuje na některá kritéria výběru vhodného modelu trendu, která jsou založena na součtu čtverců reziduí. Pomocí této metody můžeme přímo získat odhady parametrů lineární a parabolické trendové funkce. V případě, že provedeme linearizující transformaci (převedení původních nelineárních parametrů pomocí vhodné transformace - logaritmizace na funkci lineární z hlediska parametrů), můžeme tuto metodu použít tak pro jednoduchou exponenciální trendovou funkci (7).

- Lineární trend se používá nejčastěji. Tento trend můžeme použít vždy, když chceme alespoň orientačně vyjádřit základní směr vývoje analyzované časové řady a také může v určitém omezeném časovém intervalu sloužit jako aproximace jiných trendových funkcí. Lineární trend se vyjadřuje ve tvaru:

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t \quad 21.$$

kde β_0 a β_1 jsou neznámé parametry a t je časová proměnná od jedné do n . Vzhledem k tomu, že funkce je lineární z hlediska parametrů, bude použita metoda nejmenších čtverců, která udává nejlepší nevychýlené odhady;

- Parabolický trend je vyjádřen jako:

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 \quad 22.$$

kde β_0 , β_1 a β_2 jsou neznámé parametry a t je časová proměnná od 1 do n . Tento trend je poměrně často používaným typem trendové funkce vzhledem k tomu, že je také lineární z hlediska parametrů se použije metoda nejmenších čtverců k odhadu parametrů;

- Exponenciální trend lze zapsat ve tvaru:

$$T_t = \beta_0 * \beta_1^t \quad 23.$$

kde β_0 a β_1 jsou neznámé parametry a t je časová proměnná od 1 do n . Vzhledem k tomu, že funkce není z hlediska parametrů lineární, nemůže k odhadu parametrů použít přímo metodu nejmenších čtverců. K odhadu parametrů se proto nejprve používá řada různých metod, nejčastěji se jedná o metodu linearizující transformaci. Při této metodě se provede logaritmická transformace funkce a dostaneme:

$$\log T_t = \log \beta_0 + t \log \beta_1 \quad 24.$$

A až po provedení tohoto kroku je možné použít k odhadu parametrů metodu nejmenších čtverců (7);

- Dvojitě Brownovo exponenciální vyrovnávání – vychází z předpokladu, že lze trend v krátkých úsecích časové řady modelovat lineární funkcí. Proto se tento model často označuje jako exponenciální vyrovnávání s lineárním trendem. Zapisuje se ve tvaru:

$$T_{n-k} = a_0 - a_1 k \quad 25.$$

kde a_0 a a_1 jsou odhadnuté parametry funkce a k představuje věk pozorovaných hodnot. Vyrovnávací konstanta je promítnuta ve vzorci v hodnotě jednotlivých parametrů (8).

3.5.4. Volba vhodného modelu trendu

Při rozhodování o vhodném typu trendové funkce by měla být brána v potaz věcně ekonomická kritéria, tj. trendová funkce by měla být zvolena na základě věcné analýzy zkoumaného ekonomického jevu. Při věcné analýze se posuzuje, zda jde o funkci rostoucí či klesající, zda jde o funkci nekonečně rostoucí apod. V případě použití pouze věcně ekonomických kritérií se poodhalí pouze základní tendence ve vývoji analyzovaného ukazatele jen ve hrubých rysech. Druhou možností volby vhodného typu funkce je analýza grafu zobrazené časové řady. Nebezpečím u této volby je subjektivní vizuální výběr. Proto se při výběru vhodné trendové funkce opíráme hlavně o rozbor empirických ukazatelů.

Do této skupiny metod patří například metody používané v regresní analýze, kde volíme typ křivky podle minimalizace hodnot přijatého kritéria. Nejčastěji se jako kritérium bere součet čtverců odchylek empirických hodnot od hodnot vyrovnaných (reziduální součet čtverců) (7).

$$Q_e = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{T}_t)^2 \quad 26.$$

kde y_t jsou empirické hodnoty a \hat{T}_t vyrovnané hodnoty zkoumané časové řady. Z možných trendových funkcí poté vybereme tu, která má nejmenší reziduální součet čtverců. Dalším často používaným kritériem je index determinace:

$$I^2 = 1 - \frac{\sum (y_t - \hat{T}_t)^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2} \quad 27.$$

kde y_t jsou empirické hodnoty a \hat{T}_t vyrovnané hodnoty a \bar{y} jsou aritmetické průměry zkoumané časové řady. Index determinace se pohybuje v intervalu $\langle 0,1 \rangle$, a jestliže se hodnota blíží číslu jedna, tím je model kvalitnější. Tento index se uvádí v procentech a určuje, do jaké míry jsou změny závisle proměnné vysvětleny vybranou funkcí. Z indexu determinace vychází index korelace, který je z korelační analýzy a spočítá se jako:

$$I = \sqrt{I^2} \quad 28.$$

K určení míry těsnosti závislosti se používá následující stupnice:

- $0 < |I| \leq 0,3$ - slabá závislost;
- $0,3 < |I| \leq 0,8$ - středně silná závislost;
- $0,8 < |I| \leq 1$ - silná závislost (8).

Přičemž platí, že čím je hodnota indexu korelace vyšší, tím je vhodnější pro popis daného modelu. Posledním kritériem pro hodnocení vhodnosti modelu je p -hodnota. P -hodnota se používá pro určení pravděpodobnosti platnosti nulové hypotézy H_0 . V případě, že je p -hodnota pod hladinou významnosti α , zamítáme nulovou hypotézu H_0 a platí alternativní hypotéza H_1 . Nulová hypotéza H_0 zamítá statistickou významnost odhadovaných parametrů a alternativní hypotéza H_1 popírá platnost nulové hypotézy, resp. potvrzuje statistickou významnost odhadovaných parametrů. Hladina významnosti udává výši rizika, se kterým se nulová hypotéza zamítne, ale přitom tato hypotéza platí (8).

Při používání software se setkáváme s těmito mírami „úspěšnosti“ zvolené trendové funkce:

- Mean Error (M.E.) – střední chyba odhadu

$$M.E. = \frac{\sum y_t - \hat{T}_t}{n} \quad 29.$$

- Mean Squared Error (M.S.E.) – střední čtvercová chyba odhadu

$$M.S.E. = \frac{\sum (y_t - \hat{T}_t)^2}{n} \quad 30.$$

- Mean Absolute Error (M.A.E.) – střední absolutní chyba odhadu

$$M.A.E. = \frac{\sum |y_t - \hat{T}_t|}{n} \quad 31.$$

- Mean Absolute Percentage Error (M.A.P.E.) – střední absolutní procentní chyba odhadu (8).

$$M.A.P.E. = \sum \left(\frac{|y_t - \hat{T}_t|}{y_t} \right) * \frac{100}{n} \quad 32.$$

3.6. Pivovarnictví

Pivo, které se vyrábí v Čechách v pivovarech, je slabý alkoholický nápoj, který vznikne řízeným kvašením cukerného roztoku, povařeného s chmelem nebo chmelovým výrobkem, kvašený vybraným kmenem pivovarských kvasinek při technologicky daných teplotách a čase hlavního kvašení a ležení piva. Jako zdroj cukru se pro výrobu piva používá nejčastěji škrob, obsažený v ječném sladu. Obsah alkoholu v pivu je dán tím kolik množství se použije v extraktu v mladině, který se získá prací na varně, takzvaným rmutováním, že škrobu, obsaženého v ječném či pšeničném sladu. Barva piva je odvozena od toho jaký druh sladu se použije při výrobě. Pro světlá piva se používá světlý slad, pro polotmavá piva se část sladu světlého nahrazuje sladem mnichovským a pro tmavá piva se používá karamelový a barvicí slad (9).

3.6.1. Proces výroby piva

Výroba piva probíhá v několika částech, a to šrotování, rmutování, scezování sladiny, výroba mladiny, separace horkých kalů, chlazení mladiny, provzdušňování mladiny, zakvašování mladiny, hlavní kvašení a ležení piva. Od počátku 20. století se pivo ještě filtruje. V dnešní době se dále pasteruje a stabilizuje (9).

- Šrotování a rmutování:

Před výrobou samotného piva je potřeba ječný slad na dvou nebo víceválcových šrotovnicích rozemlít. Tímto vznikne sladový šrot, který se poté dále zpracovává ve varně.

Poté se sladový šrot smíchá s vodou ve vystírací kádi, kde se pak začne pomalu zahřívát (rmutovat). Škrobová zrna zahrnutá v rozemletém sladu při pomalém zahřívání bobtnají a při teplotě 52 °C z nich začne vznikat škrobový maz. Tento maz při hodnotě 65 °C ztekucuje a při dosažení teploty 72 – 75 °C zcukřuje. Tato základní fáze může být prováděna dvěma způsoby a to buď dekokčním nebo infuzním rmutováním. Infuzní rmutování se používá převážně ve Velké Británii, Německu a dalších zemí. Pro získání typicky českého piva je používáno dekokční rmutování. Infuzní způsob má jednodušší způsob výroby sladiny a provádí se pouze v jedné vyhřívací nádobě, kdežto dekokční rmutování potřebuje dvě nádoby, z toho je jedna vyhřívána a je to rmutovací pánve nebo kotel. Objem rmutovací pánve bývá třetinový až poloviční ve srovnání s objemem vystírací kádě. Dekokční rmutování se provádí na jeden rmut, na dva rmuty, který jsou typický pro výrobu v českých pivovarech anebo na tři rmuty. Při rmutování na dva rmuty se sladový šrot vystírá do vody o teplotě 37 °C a poté si to celé ohřeje přidáním určitého množství horké vody, tzv. „zapáčkou“. Množství horké vody se určuje tak zvaným křížovým pravidlem a tím se teplota zvýší na 52 °C. Pak se jedna třetina – první rmut přečerpá do rmutovací pánve, kde se ohřeje na 75 – 75 °C, po zcukření a provedení zkoušky na zcukření se rmut povaří a vrátí zpátky k původnímu dílu. Tímto se zvýší teplota na 65°C, poté je spuštěna opět jedna třetina – druhý rmut a postup se opakuje. Vracením povařeného rmutu se zvýší teplota na 75 °C (9).

- Scezování sladiny:

Po dokončení rmutování se musí vzniklé dílo rozdělit na dvě fáze, a to na kapalnou fázi (sladina) a pevnou fázi (mláto). Tato fáze je prováděna ve scezovací kádi, do které se vyrobené dílo z kádě přečerpá. Po nějaké době mláto sedimentuje na scezovací dno kádě a utvoří vrstvu přibližně 20 – 30 cm, přes kterou začne protékat a čistit se sedlina. První část sedliny je samozřejmě kalná a z tohoto důvodu je vrácena scezovacím čerpadlem nazpátek potrubím do scezovací kádě nad vrstvu mláta. Tak zvaný vaříč sleduje čirost a stupňovitost stékající kapaliny, nazvané předeck, až dosáhne čirosti, která je požadována. Pak přepne ventily na potrubí a předeck začne téct do mladinové pánve. Po skončení stékání obsahuje mláto ještě hodně cukru, a proto je nutné jej vysladit, tj. prolít horkou vodou, tzn. výstřelkem, jehož stupňovitost je měřena sacharometrem. Tento postup se opakuje, až do té doby než dosáhne stupňovitost posledních výstřelků požadované hodnoty, většinou 1%. Dalším kritériem pro objem výstřelku je žádána stupňovitost sladiny a výstřelků. Poslední výstřelky

s malou stupňovitostí jsou nazývány patoky a vyhodí se. Ve scezovací kádi se zbylé mláto vyhrne a dopraví do zásobníku mláta, odkud se distribuuje jako krmivo pro zemědělské podniky (9).

- Výroba mladiny:

Scezená sladina je spolu s výstřelky smíchána v mladinové pánvi, sacharometrem je změřena celková stupňovitost a začne se vařit. Během varu se postupně přidává chmelový granulát nebo granulát v kombinaci s chmelovým extraktem, proto se této operaci říká chmelovar. Takto povařená sladina s chmelem je nazývána mladina. Chmelovar trvá asi 90 minut a jeho účelem je převedení hořkých látek z chmele a jejich částečná změna, odstranění nežádoucích těkavých látek z vařící mladiny, inaktivace enzymů, sterilace mladiny, koagulace bílkovin a odpaření přebytečné vody, aby bylo dosaženo požadované stupňovitosti vyrobené mladiny a aby proběhly další požadované pochody, které mají vliv na vlastnost vyráběné mladiny. Některé mladinové pánve vaří mladinu za vyššího tlaku a tím je způsobeno zvýšení teploty vařené mladiny, což má příznivý vliv na průběh chmelovaru i na jeho délku. Po ukončení chmelovaru si vařič sebere vzorek uvařené mladiny a změří její stupňovitost a sleduje, zda se bílkoviny během chmelovaru dobře vysrážely a vytvořily shluky pevných vloček v čiré mladině (9).

- Chlazení mladiny a separace horkých kalů:

Mladina po chmelovaru obsahuje hrubé kaly, to jsou vysrážené bílkovinné vločky a jiné částičky ze sladu a chmele. Tyto kaly je nutné odstranit, protože by způsobovaly při kvašení problémy. Pro odstranění těchto kalů se používají vířivé kádě. Do vířivé kádě je s vysokou rychlostí načerpána tangenciálně mladina, která se poté v kádi roztočí, a síly vyvolané pohybem rotující mladiny vynesou těžší kaly ke středu kádě, kde se ukládají ve formě kuželu. Po zastavení pohybu se vyčeřená mladina otvory, které jsou umístěny v různých výškách stěny kádě, odčerpává pomalu do chladiče mladiny. Rychlost čerpání mladiny je závislá na tom, aby nebyl porušen vzniklý „koláč“ uprostřed vířivé kádě (9).

- Provzdušňování a zakvašování mladiny:

Vyčerpaná mladina z kádě je pořád horká (cca 95 °C) a vzhledem k tomu, že jí je potřeba zakvasit várečnými kvasnicemi, které by horká mladina jinak usmrtila, je nutné mladinu zchladit na zákvasnou teplotu, která je přibližně 6 °C. Při této teplotě je potřeba ji provzdušnit tak aby kvasnice během procesu hlavního kvašení měly kyslík. Pro chlazení se používají zásadně uzavřené jedno nebo dvoustupňové chladiče mladiny. Jedná se o deskové

nerezové zařízení, které je tvořené soustavou nerezových desek a mezi střídavě proudí chlazená mladina a chladící médium. Desky výměníků jsou přizpůsobeny tak, aby proudění mladiny a chladícího média bylo turbulentní, protože při takovém systému proudění je přenos tepla mezi mladinou i chladícím médiem nejintenzivnější. Voda, která se používá při ochlazování mladiny, se během průchodu deskovým výměníkem ohřeje a jímá se v horkovodním tanku a poté se používá pro další várku. Zchlazená mladina na teplotu 6 °C se poté provzdušňuje sterilním vzduchem nebo kyslíkem tak, aby hladina rozpuštěného kyslíku v mladině dosahovala hodnoty cca 6 miligramů na jeden litr. Nyní je potřeba zchlazenou a provzdušněnou mladinu co nejrychleji zakvasit kulturními várečnými kvasnicemi, protože je ideálním prostředím pro rozmnožování různých mikroorganismů. Většinou se dávkuje půl litru hustých vypraných a „protažených“, tj. provzdušněných kvasnic na sto litrů mladiny (9).

- Hlavní kvašení mladiny:

Důvodem hlavního kvašení je převedení extraktu na alkohol a oxid uhličitý. Doprovodným, ale nežádoucím jevem při tomto procesu je současný vývoj tepla. Pro představu při kvašení 100 litrů 12% mladiny zkvasíme cca 9 kg extraktu (zkvasitelného cukru) a po hlavním kvašení nám zůstanou v mladém pivu (mladina po skončení hlavního kvašení) asi 3 kg extraktu. V mladině rozptýlené kvasnice začínají pracovat, jednak se samy začnou rozmnožovat a jednak začíná proces lihového kvašení. Teplota hlavního kvašení je převážně do 10 – 12 °C a zakvašená mladina začíná přibližně za dobu 12 hodin, až jednoho dne zaprašovat tzn., že se začne uvolňovat oxid uhličitý a vytvářet na povrchu pěnu. Konec tohoto kroku je patrný podle toho, že vznikne pěna, která se stahuje směrem ke středu kvasné kádě a podle těchto stěn stoupá plyn vzhůru a transportuje pěnu od stěny kádě k jejímu středu. Úbytky extraktu v tomto úvodním kroku jsou velmi nízké a pohybují se do 0,35% za jeden den. Zároveň nárůst teploty kvasící mladiny není příliš velký, jedná se přibližně o 0,3 °C za jeden den (9).

Druhý krok hlavního kvašení probíhá daleko rychleji. Začínají se objevovat nízké bílé kroužky přibližně za 1,5 dne po začátku hlavního kvašení. Bílá barva kroužků je způsobena lomem světla a není závislá významně na barvě kvasící mladiny. Toto stadium je charakteristické bílými růžicemi pěny a trvá přibližně dva až tři dny. Úbytek extraktu je výraznější než v prvním kroku a jde zhruba o 0,8 – 1,2 °C za jeden den. Také teplota stoupá rychleji (9).

Třetím krokem hlavního kvašení je nazýváno stadium „vysokých“ nebo „hnědých“ kroužků. Je to stadium nejintenzivnější činnosti kvasnic, kde barva kroužků přechází z bílé do hnědé. Tato změna je dána intenzivním vývojem oxidu uhličitého, který z kvasící mladiny vynáší různé kaly a tříslo bílkovinné sloučeniny, které zbarvují pěnu na povrchu. V tomto kroku jsou také největší úbytky extraktu a to až 1,8% za jeden den. Rozmnožování kvasnic se v tomto kroku zastavuje, jednak protože je zde nedostatek kyslíku a částečně přítomností alkoholu a oxidu uhličitého, což jsou vlastní metabolity kvasnic (9).

Posledním krokem hlavního kvašení je stejnoměrné propadávání kroužků provázené vznikem souvislé nízké hnědé pokrývky na povrchu mladého piva. Úbytky extraktu jsou velmi malé a nepřesahují 0,3% za jeden den. Posledním krokem je proces hlavního kvašení ukončen, přičemž se z mladiny stalo mladé pivo (9).

- Ležení a filtrace piva:

Po skončení procesu hlavního kvašení je mladé pivo přečerpáno do ležáckých tanků, kde pivo s ještě nevyrovnanou chutí leží při teplotě 0 – 3 °C. Tento proces je důležitý proto, aby bylo dosaženo chuťové zralosti a dostatečně se nasýtilo oxidem uhličitým pro získání potřebného řízu. Některé pivovary, většinou střední a velké, pivo filtrují. Prvním důvodem je získání jiskrné průzračnosti a druhým důvodem je pasterace, která je možná jen u piva, které neobsahuje kvasničné buňky. Filtrací a pasterizací je prodloužena doba životnosti piva (9).

3.7. Úvěry

Mezi aktivní operace komerčních bank patří hlavně úvěrové operace a úvěry tvoří rozhodující část jejich aktiv. Úvěry jsou sice málo likvidní a jsou relativně rizikové, ale přinášejí při srovnání s jinými aktivy bank vyšší výnosy. Vzhledem k tomu, že prvořadým zdrojem aktivních operací bank jsou cizí zdroje, banka musí poskytovat úvěry obezřetně a zvážit nejen očekávané výnosy, ale i riziko. V tomto případě se jedná hlavně o úvěrové riziko, tj. riziko, že subjekt, kterému je poskytnut úvěr (dlužník) nebude schopen dostát částečně nebo vůbec svým závazkům anebo že jim nebude schopen dostát ve stanoveném termínu. Úvěrové riziko je zvyšováno úměrně délce poskytnutí úvěru, tzn. je vyšší u dlouhodobých než u krátkodobých úvěrů (10).

Úvěry lze posuzovat podle řady kritérií, velice často jsou rozděleny podle doby splatnosti nebo podle odvětví. Úvěry jsou poskytovány buď jednotlivcům nebo firmám nebo vládám i úvěry do zahraničí anebo poskytování k rozličným účelům s různorodou dobou

splatnosti. Úvěry tvoří velkou část aktiv bank a úrokový zisk je rozhodující částí jejich zisků (10).

Portfolio úvěrů, které jsou poskytovány bankami, je velice široké, banky mají portfolio úvěrů ze všech finančních institucí nejvíce diverzifikované. Nejvíce úvěrů ale banky tradičně poskytují firmám ve formě obchodní a podnikatelských úvěrů. Banky také poskytují úvěry jednotlivcům, domácnostem i dalším finančním institucím, zejména pak jiným bankám, společnostem, které obchodují s cennými papíry apod. (10).

Pro celkové posouzení úvěrové schopnosti je nutností posoudit u každého žadatele o úvěr tři kritéria a to goodwill, likviditu a schopnost reprodukce. Do goodwill patří renomé, kapacita, úroveň řízení, vlastnosti osob ve vedení, pozice na trhu, klienta a kvalita produkce. Likvidita je schopnost hrazení finančních závazků. A schopnost reprodukce je schopnost financování se dlouhodobě z vlastních zdrojů. Všechny tyto tři kritéria je nutné posuzovat nejen za uplynulá období ale i do budoucnosti (10).

3.7.1. Poskytnutí a čerpání úvěru

Poskytnutí úvěru lze rozdělit zhruba do tří fází. První fází je žádost o úvěr, druhou posouzení žádosti bankou a poslední fáze je uzavření úvěrové smlouvy (11).

V první fázi musí klient u banky, u které chce získat úvěr, předložit písemnou žádost, která většinou navazuje na předběžné ústní jednání a obsahuje údaje o klientovi, požadovaný druh úvěru, částku a měnu, dobu splatnosti, způsob splácení, způsob jištění, účel použití, podnikatelský záměr, údaje o finanční situaci žadatele a případně údaje o úvěrech čerpaných v jiných bankách (11).

V druhé fázi je prověřována žádost klienta za prvé z hlediska úvěruschopnosti klienta tzn., zda je může uzavírat právoplatně úvěrové obchody a tím pádem se zavázat bance a za druhé z hlediska úvěruhodnosti, tj. schopnosti klienta dostát svým závazkům, vyplývajícím z úvěrového vztahu. V této fázi se vyhodnocují obecné informace, hlavně informace o klientovi jako je jeho jméno, adresa, osoby pověřené zastupováním firmy, dále druh činnosti, požadovaná výše úvěru, účel úvěru, průběh splácení a nabízené záruky. Také se vyhodnocuje podnikatelský záměr, finanční situace žadatele vč. cash flow, analýza výnosovosti apod., finanční plán, struktura financování jako poměr vlastních a cizích prostředků, ale také poměr krátkodobých, střednědobých a dlouhodobých zdrojů a potřeb. Posledním vyhodnocovaným kritériem je bonita klienta tzn. jeho likvidita, finanční

rovnováha a podniková analýza. Finanční instituce využívají pro posouzení žádosti o úvěr různá kritéria hodnocení a tím se od sebe odlišují (11).

Zajištění úvěru je určeno k omezení ztráty banky, jestliže by klient nedostal svým závazkům. Banky posuzují zajištění úvěru z několika hledisek. Tyto hlediska jsou soudní vymahatelnost, objektivní ocenění (pravost, vhodnost, druh ocenění, stanovení likvidační hodnoty atd.), likvidity zajištění (jak je snadné předmět zajištění zpeněžit), stability hodnoty a možnost kontroly. K zajištění úvěru může sloužit zástavní právo věci nemovité, zástavní právo k pohledávce a zástavní právo k cenným papírům. Zástavní právo vznikne na základě zástavní smlouvy mezi bankou a žadatelem o úvěr. V případě zástavy věci nemovité je zaznamenáno zástavní právo do katastru nemovitostí do pozemkových knih. Banka rovněž musí prověřit, zda určitá nemovitost není již zastavena někomu jinému (11).

Třetí fází je smlouva o úvěru a uzavírá se v případě, že se banka rozhodne poskytnout klientovi úvěr. Tato smlouva musí obsahovat závazek banky poskytnout klientovi úvěr v určité výši, závazek dlužníka poskytnuté peněžní prostředky splatit i s úroky ve sjednané výši a termínu, úrokovou sazbu, za jakou je úvěr poskytován, podmínky čerpání úvěru, případné pokuty v případě nesplnění smlouvy, číslo účtu, na který budou půjčené prostředky převedeny a zajištění, záruky. Při uzavření úvěrové smlouvy musí také banka sjednat způsob splácení úvěru, které může být jednorázové nebo v několika splátkách a to buď v pravidelných či nepravidelných. Nejčastěji se vytváří splátkový plán, ve kterém je určen klientovi způsob splácení, termíny splácení, její výše a úroky (11).

3.7.2. Druhy úvěrů

Úvěry se nejčastěji člení podle doby splatnosti, podle metody úvěrování anebo podle doby splatnosti. Úvěry podle doby splatnosti dělíme na krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé. Krátkodobé úvěry mají splatnost do jednoho roku a slouží pro zajištění momentální finanční tísně klientů. Střednědobé mají splatnost od jednoho roku do čtyř let. Slouží pro financování základního i oběžného majetku a často i ke krytí požadavků klientů na jejich další rozvoj. Dlouhodobé úvěry mají splatnost delší jak čtyři roky. Používají se pro klienty, kteří nemají dostatečné množství vlastních zdrojů na financování dlouhodobých potřeb firmy (11).

Podle metody úvěrování rozlišujeme úvěry:

- účelový úvěr – banka poskytne jednorázově svoje peněžní prostředky na sjednaný účel. Tyto prostředky jsou často vedeny na samostatném účtu, ze kterého může klient

čerpat podle vlastní potřeby. Někdy bývá také využívána možnost, že jsou peněžní prostředky převedeny na účet klienta, který je již u příslušné banky vedený. Tyto úvěry mohou mít krátkodobých, střednědobý i dlouhodobý charakter;

- kontokorentní úvěr – bývá nazýván velmi často jako kontokorentním běžným účtem nebo žirokontem. Jedná se o dohodu, kdy se vzájemné pohledávky klienta a banky nebudou vyúčtovávat jednotlivě, ale v předem dohodnutých termínech. K tíži běžného účtu klienta se vyúčtovávají veškeré peněžní úhrady a ve prospěch účtu se připisují všechny platby došlé od plátců. Porovnávají se všechny příjmy a úhrady na bankovním účtu a poté vznikne buď peněžní vklad, nebo banka poskytne bankovní úvěr. Banka si účtuje úroky buď k tíži klienta, nebo v jeho prospěch. Většinou o kontokorentní úvěr zažádá klient, který má již u banky otevřený běžný účet a potřebuje překonat krátkodobou platební neschopnost. Banka prozkoumá úvěrovou schopnost klienta a při pozitivním výsledku povolí úvěrový rámec. Výše tohoto rámce je odvozena podle obratu peněžních prostředků na účtu klienta. Nejčastěji se jedná o krátkodobý úvěr;
- revolvingový úvěr – poskytování peněžních prostředků bankou na takové potřeby, které se neustále opakují v pravidelných intervalech. Revolvingový úvěr představuje poskytnutí peněžních prostředků v dílčích částkách. Banka poskytuje pravidelně v určitý den v měsíci úvěr ve stanovené výši, který klient musí splatit do termínu čerpání dalšího úvěru. Tento typ úvěru je většinou krátkodobým úvěrem (11).

4 Řešení problému v pivovaru

Informace použité ve vlastní části diplomové práce byly čerpány z interních zdrojů společnosti. Na přání majitelů společnosti nebude v diplomové práci uváděn skutečný název pivovaru, ale pro snadnější orientaci bude používán fiktivní název Pivovar, a.s. Právní forma společnosti se shoduje s realitou. Tato společnost provozuje více pivovarů, proto se pro potřeby práce zaměříme pouze na jeden z nich. Data, se kterými se v diplomové práci pracuje, byla upravena, tak aby nemohlo dojít k jejich zneužití v rámci konkurenceschopnosti.

4.1. Popis společnosti

Společnost vznikla 20. listopadu 1994 zápisem do Obchodního rejstříku v Praze. Její základní kapitál činí 2 000 000 Kč, který je z 100% splacen. Jménem tohoto pivovaru jedná tříčlenné představenstvo. Předmětem podnikání společnosti je výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona. Pivovar, a.s. má na trhu dlouholetou tradici a po celé ČR má mnoho restauračních zařízení, kam dováží svoje produkty.

Pivovar vyrábí několik druhů piv a to:

- Prémiový ležák – tradiční české pivo, které se pyšní svojí charakteristickou lahodnou chutí a harmonií mezi plností a hořkostí. K výrobě tohoto piva jsou použity výhradně kvalitní suroviny českého původu – chmel dvou odrůd, slad vyrobený pouze z ječmene a voda z hlubinného jezera. Toto vše za použití vlastního historického kmene kvasnic. Prémiový ležák je světlé pivo s obsahem alkoholu 4,7%.
- Prémiové nealko pivo – je vyráběno z čisté vody z podzemního jezera, dále z českého, německého a karamelového sladu a ze tří druhů chmele za použití vlastního historického kmene kvasnic. Obsahuje zásadně přírodní antioxidanty a má nízký obsah sodíku a také není uměle přislažováno. Jelikož má velmi nízkou energetickou hodnotu, je optimálním nápojem pro všechny zastánce zdravého životního stylu a řidiče automobilových vozidel. Tento typ piva je světlý s obsahem alkoholu 0,49%.
- Světlé výčepní pivo 10° a 11° - jedná se o lahodné, středně prokvašené a harmonické pivo s čerstvou chutí s chmelovým aroma. U výroby tohoto typu nedochází k tepelnému ošetření pasterizací, a zejména proto chutná stejně jako ve sklepích pivovaru. U deseti stupňové varianty je obsah alkoholu 4% a jedenácti stupňové varianty je obsah 4,6% alkoholu.

- Granát – má sytě granátovou barvu. Toto pivo má jemně hořkou chuť a výborným říz s bohatou pěnou. Tento druh piva poskytuje bohatý a harmonický chuťový profil vzhledem k širokému spektru obsahujících chutí, jako je například karamelová nebo několik sladových, stejně jako jeho výrazná hořkost.
- Ovocné pivo – vzniklo smícháním ležáku půl napůl s limonádou připravenou podle speciálních receptury. Toto ovocné pivo má jemnou pivní hořkost, kterou zvýrazňuje ovocná složka. Neobsahuje umělá barviva. Ovocné pivo má nízký obsah alkoholu 2,2% a je příjemným osvěžením v letních horkých dnech.

4.2. Prognóza vývoje společnosti

Ve vybraném období byla provedena prognóza vývoje společnosti na základě metody časových řad, týkající se skutečného prodeje piva v tisících litrech v letech 1995 – 2014. Z důvodu dostatečné délky časové řady (20 let) byla zvolena časová jednotka jeden rok. Následující tabulka znázorňuje historické údaje vývoje prodeje piva v pivovaru Pivovar, a.s., jednotlivé údaje jsou zaokrouhleny na celá tisíce.

Tabulka č. 5.: Prodej piva v tisících litrech za jednotlivá období

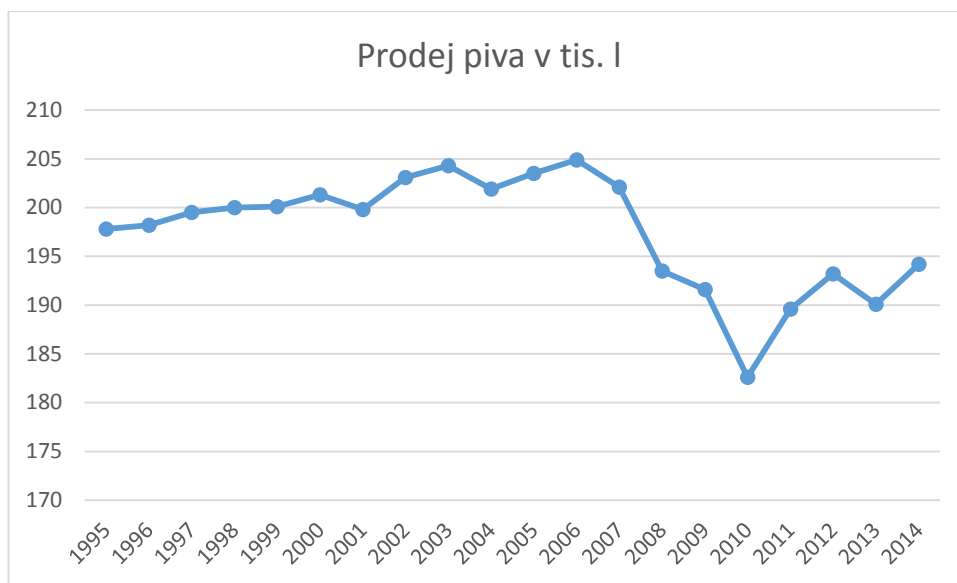
Rok	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Prodej	197,8	198,2	199,5	200,0	200,1	201,3	199,8	203,1	204,3	201,9

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Prodej	203,5	204,9	202,1	193,5	191,6	182,6	189,6	193,2	190,1	194,2

Zdroj: vlastní práce autora

Z této datové tabulky byl vytvořen graf č. 1., který zobrazuje vývoj sledovaného ukazatele ve vybraných letech.

Graf č. 1.: Vývoj prodeje piva v letech 1995 - 2014



Zdroj: vlastní práce autora

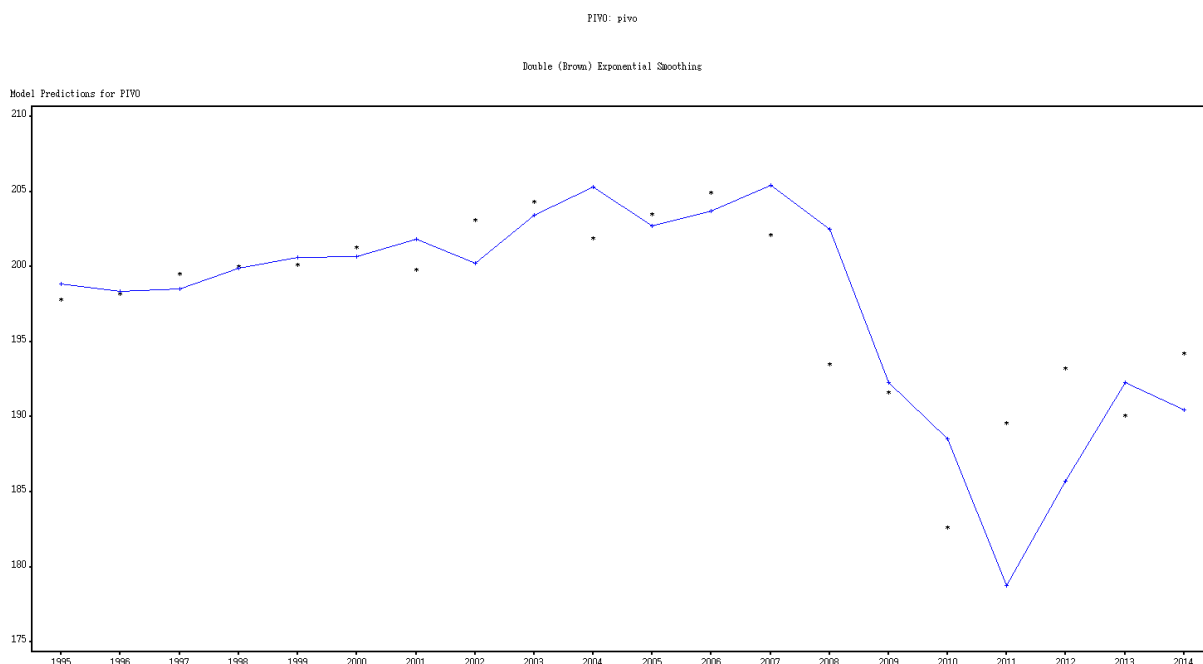
Z výše uvedeného grafu není patrná sezónnost v jednotlivých letech. Od roku 1995 do roku 2006 má prodej piva pivovaru rostoucí tendenci. Ve vývoje prodeje piva se pouze projevuje ekonomická krize v roce 2008, kdy hodnoty od tohoto roku začaly výrazně klesat a nejhorší situace nastala v roce 2010. V tomto roce firma dosáhla zatím svého největší minima v prodeji piva. S odeznívající krizí také mírně stoupá prodej piva.

4.2.1. Prognóza vývoje v programu SAS

Pro stanovení prognózy vývoje společnosti byl využit statistický softwarový program SAS 9.4, pomocí kterého bylo možné najít vhodnou trendovou funkci na základě hodnoty M.A.P.E., která by nejlépe vystihla vývoj sledovaných hodnot. Dále ke stanovení vhodnosti modelu byly využity hodnoty R-square (index determinace), R (index korelace) a testování jednotlivých parametrů.

Vhodným trendem byl vybrán model dvojitého Brownovo exponenciální vyrovnání, který měl nejnižší hodnotu M.A.P.E 1,48734%. Tato hodnota je velmi nízká a vypovídá o velmi dobré kvalitě modelu. Na obrázku č. 4. tmavé hvězdičky znázorňují vývoj empirických hodnot a modrá křivka znázorňuje Brownovo dvojitě exponenciální vyrovnání.

Obrázek č. 3.: Dvojitě Brownovo exponenciální vyrovnávání



Zdroj: vlastní práce autora, SAS 9.4

Pro další ověření kvality modelu byl použit index determinace, tato hodnota byla rovněž poskytnuta statistickým softwarovým programem SAS. Hodnota indexu determinace je v našem případě $I^2 = 0,48$ a vypovídá o středně silné kvalitě modelu, jelikož zbylých zhruba padesát procent tvoří ostatní vysvětlující proměnné, které mají vliv na průběh vysvětlovaných hodnot. Mezi tyto proměnné by mohl patřit například věk vzhledem k tomu, že alkoholické nápoje lze v České republice prodávat až lidem starší 18 let, ekonomická situace obyvatel, daně atd. Index korelace má hodnotu po zaokrouhlení 0,69, která nám značí středně silnou závislost mezi vysvětlovanou proměnnou a časem.

Tabulka č. 6.: Parametry odhadů

Parametry modelu	Odhad	Prob> T
Vyrovnávací hodnota	0,55234	<0,0001
Reziduální odchylka	18,36843	x
Vyrovnávací úroveň	192,59300	x
Vyrovnávací trend	1,05291	x

Zdroj: vlastní práce autora

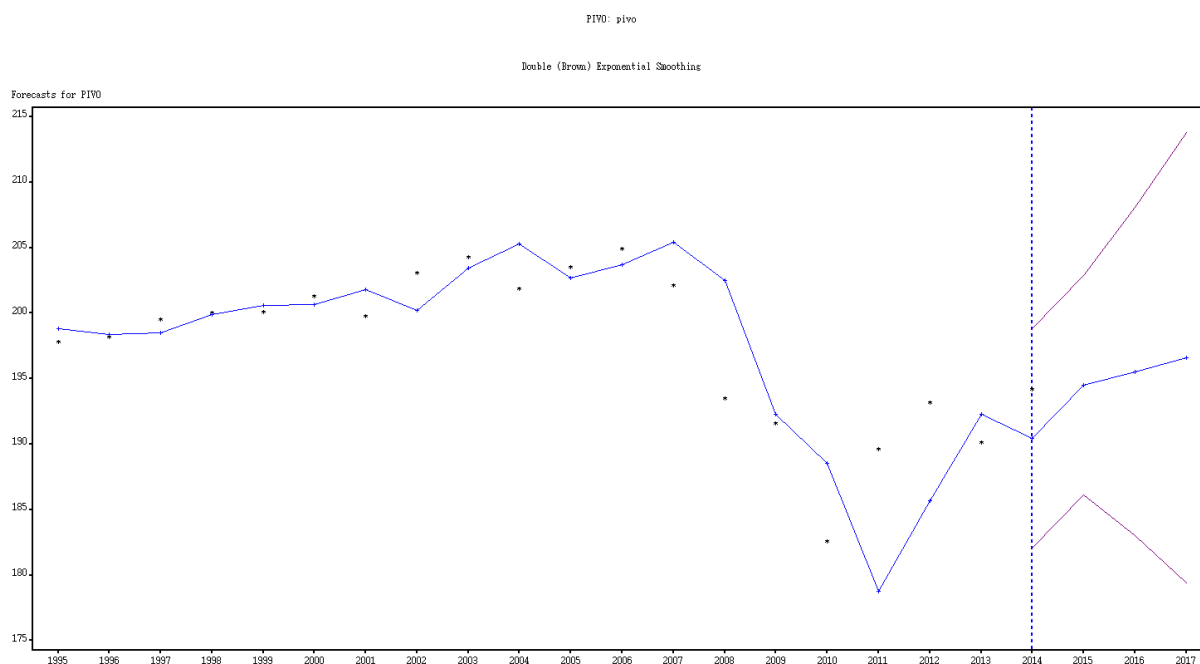
Z tabulka č. 6. je viděna vyrovnávací hodnota, která je v našem případě přibližně 0,55 a její p-hodnota, která je nižší jak stanovená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tudíž

zamítáme nulovou hypotézu a lze říci, že tato hodnota je statisticky významná. Odhadnuté hodnoty tedy odpovídají s 95% pravděpodobností skutečnosti. Vyrovnávací úroveň a vyrovnávací trend nám určují odhady parametrů dané funkce. Funkce dvojitého Brownova exponenciálního vyrovnávání bude mít poté tvar:

$$T_t = 192,593 + 1,053 * k \quad 33.$$

V našem případě by bylo možné předpovídat budoucnost až na 6 let dopředu, ale vzhledem k nejisté ekonomické situaci na trhu je tato doba velmi dlouhá a proto stačí předpovídat pouze na 3 roky dopředu. V obrázku níže fialové křivky představují interval spolehlivosti, ve kterém se budou hodnoty s 95% pravděpodobností pohybovat, a modrá křivka představuje očekávané hodnoty v dalších letech. Dále je v obrázku znázorněno, že v roce 2015 bude stoupat prodej piva společnosti Pivovar, a.s. V dalších letech se interval spolehlivosti velmi rozšiřuje a tím se snižuje přesnost odhadu, poněvadž předpovídané hodnoty jsou z čím dál většího intervalu. Poté nelze s jistotou říci, zda v roce 2016 bude prodej piva růst, jak je vidět podle horní meze anebo naopak klesat podle dolní meze. Z tohoto důvodu by bylo vhodné udělat předpověď za rok znovu, tak aby byla zvýšena pravděpodobnost správného odhadu. Většina společností, ale předvídá situaci vývoje stejně pouze jenom na jeden rok.

Obrázek č. 4.: Prognóza pomocí Brownova dvojitého exponenciálního vyrovnávání



Zdroj: vlastní práce autora, SAS 9.4

Tabulka č. 7.: Předpověď dat

Rok	Skutečná hodnota	Předpověď	Horní mez	Dolní mez	H. - D. mez
2011	189,60	188,76	197,16	180,36	16,8
2012	193,20	185,71	194,11	177,31	16,8
2013	190,10	192,26	200,66	183,86	16,8
2014	194,20	190,44	198,84	182,04	16,8
2015	x	194,50	202,90	186,10	16,8
2016	x	195,55	208,07	183,04	25,03
2017	x	196,61	213,84	179,37	34,47

Zdroj: vlastní práce autora

V této tabulce jsou viděny některé historické hodnoty, kde například v roce 2013 byla skutečná hodnota prodeje piva 190 100 litrů, ale předpověď pro tento rok byla stanovena na 192 260 litrů, tedy o více jak 2 000 litrů vyšší. Předpověď pro rok 2015 je 194 500 litrů, pro rok 2016 je 195 550 litrů a pro rok 2017 je 196 610 litrů. Všechny tyto zjištěné hodnoty se pohybují mezi horní a dolní mezí, ale jak už vyplývá i z grafu rozdíl mezi horní a dolní mezí se zvětšuje a tak nelze s jistotou říci, jak se bude situace vyvíjet dál. Kdyby byla předpověď stanovena na více, jak na tři roky dopředu pás by byl čím dál tím větší a odhadnuté hodnoty by poté byly reálné s velmi malou pravděpodobností. Vzhledem k předpovědi je možné říci, že prodej piva společnosti Pivovar, a.s. v dalších letech mírně poroste.

4.3. Plánování agregované produkce

Podle prognózy vývoje prodeje piva by společnost Pivovar, a.s. měla očekávat poptávku v roce 2015 194 500 litrů piva, v případě optimistické varianty 202 900 litrů piva a v případě pesimistické varianty 186 100 litrů piva. Jak s pesimistickou tak optimistickou variantou by podnik měl také počítat. Poptávka po jakémkoliv zboží nejen po pivu je většinou závislá na příjmu obyvatelstva. Tento příjem, ale je nejistý, protože se nedá dopředu s jistotou říci, jak se bude vyvíjet ekonomika v tuzemsku tak i celosvětově.

Jedním z cílů každého podniku je minimalizovat veškeré svoje náklady jako jsou např. na spotřebu materiálu, služby, mzdy atd. Aby pivovar mohl minimalizovat svoje náklady na výrobu, je potřeba stanovit optimální objem produkce. Tento objem bude využívat zdrojů v čase, tak aby uspokojil očekávanou poptávku a přihlížel na množství zásob a pracovní síly, které má pivovar k dispozici. V následující tabulce je rozvržení očekávané

poptávky v jednotlivých měsících s ohledem na sezónní výkyvy, kdy se v letních měsících vypije více piva, než v ostatních měsících. V těchto měsících lidé mají většinou dovolenou, grilují a tím pádem vypijí i více alkoholických nápojů. Dnes je v těchto měsících velmi populární pití ochucených piv, která osvěží, ale neobsahují velké množství alkoholu. V měsíci prosinec je také mírný nárůst vzhledem k Vánočním svátkům a Silvestru, kdy je poptávka po pivě také větší. Pro lepší přehlednost jsou měsíce označeny římskými číslicemi, předpokládaná poptávka jako PP, optimistická varianta jako OV a pesimistická varianta jako PV.

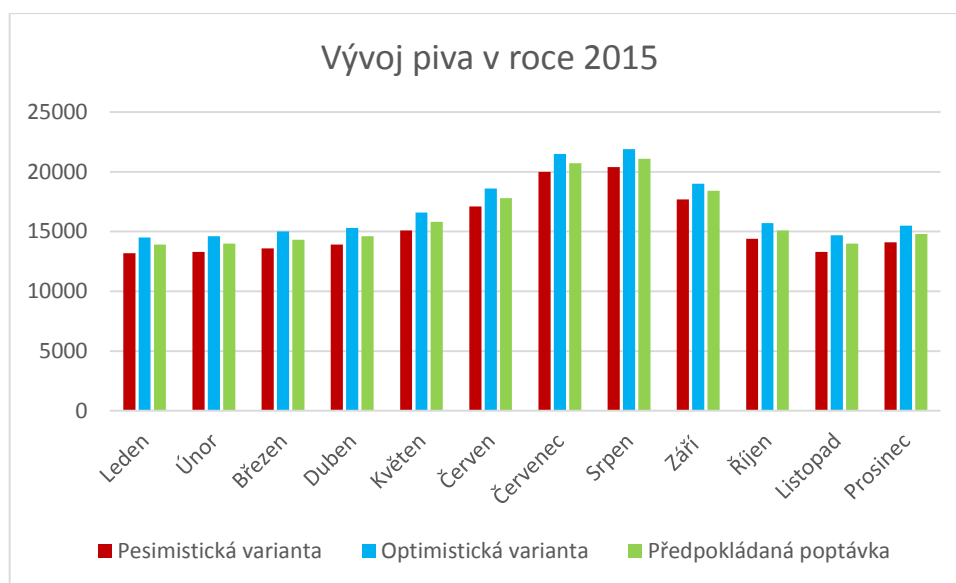
Tabulka č. 8.: Očekávaná měsíční poptávka v tis. litrech

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
PP	13,9	14	14,3	14,6	15,8	17,8	20,7	21,1	18,4	15,1	14	14,8
OV	14,5	14,6	15,0	15,3	16,6	18,6	21,5	21,9	19,0	15,7	14,7	15,5
PV	13,2	13,3	13,6	13,9	15,1	17,1	20,0	20,4	17,7	14,4	13,3	14,1

Zdroj: vlastní práce autora

V grafu číslo 2. je zobrazen vývoj poptávky piva podle očekávání, optimistické a pesimistické varianty. V případě pesimistické varianty je vidět, že všechny hodnoty ve všech sledovaných obdobích jsou nejnižší, naopak v případě optimistické varianty jsou všechny hodnoty nejvyšší. Očekávaná poptávka se pohybuje mezi těmito variantami.

Graf č. 2.: Vývoj poptávky piva v roce 2015



Zdroj: vlastní práce autora

Výrobní kapacity společnosti Pivovar, a.s. jsou při běžném provozu 16 000 litrů piva za měsíc. V případě, že by byla potřeba přesčasová výroba, může pivovar vyrobit navíc až 3 000 litrů piva měsíčně. Náklady pivovaru jsou stanoveny vždy na tisíc litrů piva na každý

měsíc. Při běžném provozu pivovaru jsou jeho náklady stanoveny na 16 900 Kč, do této částky jsou zahrnuty veškeré náklady spojené s výrobou, jako je materiál, energie, mzdy, odpisy atd. Náklady na přesčasovou výrobu zahrnují mimo nákladů na normální provoz také příplatky za přesčasové práce, státem uznávané svátky, práci v noci nebo práci o víkendech atp. a jsou vyčísleny na 20 100 Kč měsíčně. Náklady na neuspokojení poptávky obsahují například ušlý zisk nebo nutnost zaplacení penále za pozdě dodané zboží odběrateli a činí 23 500 Kč měsíčně. Pivovar, a.s. má svůj vlastní sklad a náklady na skladování jsou stanoveny na 100 Kč měsíčně, tyto náklady obsahují hlavně náklady na energii.

Tabulka č. 9.: Ohodnocení modelu

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	V
	Z	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	0,536
I.	NV	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18	16
	PV	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	21,1	21,2	3
II.	NV	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	16
	PV	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	21,1	3
III.	NV	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	16
	PV	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	3
IV.	NV	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	16
	PV	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	3
V.	NV	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	16
	PV	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	3
VI.	NV	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	16
	PV	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	3
VII.	NV	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	16
	PV	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	3
VIII.	NV	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	16
	PV	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	3
IX.	NV	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	16
	PV	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	3
X.	NV	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	16
	PV	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	3
XI.	NV	251,9	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	16
	PV	255,1	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	3
XII.	NV	275,4	251,9	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	16
	PV	278,6	255,1	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	3

P	13,9	14	14,3	14,6	15,8	17,8	20,7	21,1	18,4	15,1	14	14,8
---	------	----	------	------	------	------	------	------	------	------	----	------

Zdroj: vlastní práce autora

Předcházející tabulka představuje ohodnocení modelu v tisících Kč. Pro přehlednější orientaci jsou v tabulce římskými číslice označeny názvy měsíců v roce, zkratky NV pro normální výrobu, PV pro přesčasovou výrobu, P pro předpokládanou poptávku a V pro výrobu. Model je v tisících Kč u nákladů a tisících litrech u očekávané poptávky a výroby.

Model byl ohodnocen na základě stanovených nákladů na běžnou výrobu, přesčasovou výrobu, skladování a neuspokojení poptávky.

Vzhledem k tomu, že má pivovar na konci roku 2014 konečnou zásobu piva, má hned na začátku roku 2015 v prvním období tutéž zásobu a pivovar musí platit náklady na její skladování (označeno modrou barvou). Hlavní diagonála (označena zelenou barvou) představuje náklady na výrobu (normální i přesčasovou) v jednotlivých obdobích v požadovaném rozsahu. Prvky nad hlavní diagonálou tvoří náklady na výrobu a na sklad a jsou vypočteny při normální výrobě jako náklady na normální výrobu plus náklady na skladování a při přesčasové výrobě jako náklady na přesčasovou výrobu plus náklady na skladování, tyto náklady jsou kumulovány do dalších období. Naopak prvky pod hlavní diagonálou představují neuspokojenou poptávku a jsou vypočteny při normální výrobě jako součet nákladů na normální výrobu a náklady na neuspokojení poptávky a při přesčasové výrobě jako součet nákladů na přesčasovou výrobu a náklady na neuspokojení poptávky. Například v prvním měsíci jsou náklady na výrobu jednoho tisíce litru piva při normální výrobě 16 900 Kč a v případě, že pivovar vyrobené výrobky nevyskladní, činily by náklady na konci roku na tuto výrobu už 18 000 Kč, tj. každý měsíc sto korun českých navíc. Naopak v prosinci jsou náklady na skladování nulové, ale projeví se v dalším roce jako náklad na zásoby, pokud nebude veškerý objem výroby spotřebován na uspokojení poptávky. Jestliže by pivovar začal vyrábět svoje výrobky, až v měsíci květnu byly by jeho celkové náklady tj. na výrobu a na neuspokojení poptávky 110 900 Kč, respektive jeho ztráta by byla 94 000 Kč.

Aby byl model řešitelný pomocí dopravní úlohy, musí se rovnat kapacita dodavatelů kapacitě spotřebitelů, tj. očekávaná poptávka výrobě. V našem případě je očekávaná poptávka 194 500 litrů a výroba je 228 536 litrů, proto musíme přidat fiktivního spotřebitele, tedy období na straně poptávky s ohodnocením 34 036 litrů. Poté je úloha řešitelná jakoukoliv metodou pro dopravní úlohy (Indexová metoda, Vogelova aproximační metoda).

Tabulka č. 10.: Optimální řešení modelu v tisících litrech

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	F	V
	Z	0,536	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	0,536
I.	NV	13,364	2,636	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
II.	NV	0	11,364	4,636	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
III.	NV	0	0	9,664	6,336	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
IV.	NV	0	0	0	8,264	7,736	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
V.	NV	0	0	0	0	8,064	7,936	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
VI.	NV	0	0	0	0	0	9,864	6,136	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
VII.	NV	0	0	0	0	0	0	14,564	1,436	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	ALT	0,664	0	0	0	0	2,336	3
VIII.	NV	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
IX.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	2,4	0	0	0	0,6	3
X.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,1	0	0	0,9	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
XI.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	2	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
XII.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,8	1,2	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
P		13,9	14	14,3	14,6	15,8	17,8	20,7	21,1	18,4	15,1	14	14,8	34,036	

Zdroj: vlastní práce autora

Dopravní úloha ve výchozím řešení obsahuje $m + n - 1 = 25 + 13 - 1 = 37$ nenulových proměnných, tj. obsazených buněk (realizovatelných tras) a znamená to, že řešení je bazické (není degenerované). Optimální hodnota účelové funkce je 3 301 201,6 Kč za rok. Tato hodnota znamená nejmenší možné náklady, za které lze vyrábět pivo pivovaru. V optimálním modelu hodnota ALT znamená alternativní řešení. Můžeme tedy tyto hodnoty zařadit do báze a přitom se nám nezmění hodnota účelové funkce.

V této tabulce se řádkové součty rovnají výrobě a sloupcové součty poptávce. Tak je nejlépe vidět, jakým způsobem bude uspokojena předpokládaná poptávka v daném měsíci a jaký bude objem výroby v určitém období. V měsíci lednu bude předpokládaná poptávka po pivě uspokojena počáteční zásobou 536 litrů piva a normální výrobou 13 364 litrů, v tomto měsíci se také vyrobí 2 636 litrů na sklad, které se poté budou čerpat v dalším měsíci. V únoru se 11 364 litrů piva použije na okamžité uspokojení poptávky a zbylých 4 636 litrů piva se uskladní. V měsíci březnu bude pro uspokojení poptávky 9 664 litrů piva z normální výroby a zbytek 6 336 litrů se použije na uskladnění. V dubnu je z normální výroby potřebných 8 264 litrů piva na poptávku a 7 736 litrů piva bude uskladněno. V měsíci květen bude 8 064 litrů piva z normální výroby použito na uspokojení poptávky a 7 936 litrů piva půjde na skladě. V měsíci červenu bude na pokrytí poptávky 9 864 litrů piva a 6 136 litrů na sklad z celého objemu produkce. Červenec bude z normální výroby uspokojovat poptávku 14 564 litry piva a 1 436 litrů půjde k uskladnění, v tomto měsíce se využije přesčasová výroba, při které se vyrobí 664 litrů piva. Tento objem se uskladní. V srpnu bude plně využita normální i přesčasová výroba pro uspokojení očekávané poptávky. V měsíci září bude rovněž plně využita normální výroba a při přesčasové výrobě se vyrobí 2 400 litrů piva. V říjnu se při normální výrobě vyrobí 15 100 litrů piva, listopadu 14 000 litrů piva a v prosinci 14 800 litrů piva. V měsících leden, únor, březen, duben, květen, červen, říjen, listopad a prosinci nebude využita přesčasová výroba. V měsíci červenec nebude z přesčasové výroby využito 2 336 litrů piva, v září 600 litrů piva. V měsících říjen, listopad, prosinec nebude ani plně využit objem výroby při normální výrobě, a to v říjnu 900 litrů, v listopadu 2 000 litrů a v prosinci 1 200 litrů piva. Z optimálního řešení modelu je také patrné, že nedojde k opožděnému uspokojení poptávky, a tím nebude muset společnost Pivovar, a.s. platit penále za nedodržení termínů dodání svých výrobků.

4.3.1. Model agregátní produkce vztažený k dolní mezi

Model agregátní produkce vztažený k dolní mezi je ohodnocen stejným způsobem jako model agregátní produkce pro očekávanou poptávku. Rozdíl je pouze v poptávce v jednotlivých měsících (označeno oranžovou barvou), protože při pesimistické variantě je objem produkce pouze 186 100 litrů piva za rok.

Tabulka č. 11.: Ohodnocení modelu pesimistická varianta

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	V
	Z	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	0,536
I.	NV	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18	16
	PV	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	21,1	21,2	3
II.	NV	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	16
	PV	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	21,1	3
III.	NV	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	16
	PV	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	3
IV.	NV	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	16
	PV	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	3
V.	NV	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	16
	PV	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	3
VI.	NV	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	16
	PV	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	3
VII.	NV	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	16
	PV	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	3
VIII.	NV	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	16
	PV	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	3
IX.	NV	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	16
	PV	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	3
X.	NV	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	16
	PV	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	3
XI.	NV	251,9	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	16
	PV	255,1	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	3
XII.	NV	275,4	251,9	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	16
	PV	278,6	255,1	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	3

P	13,2	13,3	13,6	13,9	15,1	17,1	20,0	20,4	17,7	14,4	13,3	14,1
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Zdroj: vlastní práce autora

Abychom mohli model vyřešit pomocí dopravní úlohy, musíme do modelu přidat fiktivního spotřebitele, tak aby se požadavky spotřebitelů rovnaly kapacitám dodavatelů, respektive aby se výroba rovnala předpokládané poptávce. Fiktivní spotřebitel poté bude mít hodnotu 42 436 litrů.

Tabulka č. 12.: Optimální řešení modelu pesimistická varianta v tisících litrech

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	F	V
	Z	0,536	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0,536
I.	NV	12,664	3,1	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0,236	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
II.	NV	0	10,2	5,8	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
III.	NV	0	0	7,8	8,2	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
IV.	NV	0	0	0	5,7	10,3	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
V.	NV	0	0	0	0	4,8	11,2	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
VI.	NV	0	0	0	0	0	5,9	10,1	ALT	ALT	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
VII.	NV	0	0	0	0	0	0	9,9	6,1	ALT	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
VIII.	NV	0	0	0	0	0	0	0	14,3	1,7	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
IX.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
X.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,4	0	0	1,6	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
XI.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,3	0	2,7	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
XII.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,1	1,9	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
P		13,2	13,3	13,6	13,9	15,1	17,1	20,0	20,4	17,7	14,4	13,3	14,1	42,436	

Zdroj: vlastní práce autora

Dopravní úloha ve výchozím řešení v pesimistické variantě také obsahuje $m + n - 1 = 25 + 13 - 1 = 37$ nenulových proměnných, tj. obsazených buněk a tím pádem je řešení bazické. Optimální hodnota účelové funkce pesimistické variantě je 3 141 735,2 Kč za rok. Tato hodnota znamená nejmenší možné náklady, za které lze vyrábět pivo pivovaru. V optimálním modelu hodnota ALT znamená alternativní řešení. Tyto hodnoty můžeme zařadit do báze a přitom se nám nezmění hodnota účelové funkce.

Na počátku roku je zásoba na skladu 536 litrů piva. V prvním měsíci v roce 2015 bude při normální výrobě vyrobeno 12 664 litrů piva pro uspokojení poptávky, 3 100 litrů půjde na sklad a zbylých 236 litrů bude nevyužitý objem výroby. V únoru z objemu výroby bude použito 10 200 litrů na uspokojení poptávky a zbylých 5 800 litrů bude uskladněno. V třetím měsíci 7 800 litrů piva bude určeno na okamžitou spotřebu a 8 200 litrů na sklad. V dubnu 5 700 litrů uspokojí předpokládanou poptávku a 10 300 litrů se uskladní. V měsíci květnu půjde 4 800 litrů na uspokojení poptávky a zbylých 11 200 litrů se uskladní pro pozdější potřebu. V červnu 5 900 litrů bude potřeba pro předpokládanou poptávku a zbylých 10 100 litrů bude uskladněno. V prvním prázdninové měsíci bude 9 900 použito pro uspokojení poptávky a 6 100 litrů se uskladní. Ve druhém prázdninovém měsíci 14 300 uspokojí poptávku a 1 700 litrů bude uskladněno. V září bude plně využit objem normální výroby. V měsíci říjen bude použito k okamžitému uspokojení poptávky 14 400 litrů piva, v listopadu 13 300 litrů piva a v prosinci 14 100 litrů piva. V těchto třech měsících nebude ani plně využit objem normální výroby, a to v říjnu 1 600 litrů, v listopadu 2 700 litrů a v prosinci 1 900 litrů piva. Ani v jenom z období nebude potřeba využívat přesčasovou výrobu. Z ideálního řešení modelu je také zřejmé, že nebude neuspokojena poptávka, a pivovar, tak nebude muset platit pokuty za nedodržení termínů dodání zboží.

4.3.2. Model agregátní produkce vztažený k horní mezi

Model agregátní produkce vztažený k horní mezi vypočtenou statistickým software je ohodnocen jako v předešlých dvou případech. Je zde změněna pouze poptávka v jednotlivých obdobích, protože v optimistické variantě byl objem produkce stanoven na 202 900 litrů piva pro následující rok 2015.

Tabulka č. 13.: Ohodnocení modelu optimistická varianta

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	V
	Z	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	0,536
I.	NV	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18	16
	PV	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	21,1	21,2	3
II.	NV	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	16
	PV	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	21,1	3
III.	NV	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	16
	PV	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	21	3
IV.	NV	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	16
	PV	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9	3
V.	NV	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	16
	PV	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	3
VI.	NV	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	16
	PV	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	3
VII.	NV	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	17,4	16
	PV	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	3
VIII.	NV	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	17,3	16
	PV	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	3
IX.	NV	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	17,2	16
	PV	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	20,4	3
X.	NV	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	17,1	16
	PV	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	20,3	3
XI.	NV	251,9	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	17	16
	PV	255,1	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	20,2	3
XII.	NV	275,4	251,9	228,4	204,9	181,4	157,9	134,4	110,9	87,4	63,9	40,4	16,9	16
	PV	278,6	255,1	231,6	208,1	184,6	161,1	137,6	114,1	90,6	67,1	43,6	20,1	3

P	14,5	14,6	15,0	15,3	16,6	18,6	21,5	21,9	19,0	15,7	14,7	15,5
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Zdroj: vlastní práce autora

Aby byl model řešitelný pomocí dopravní úlohy, musíme do modelu přidat fiktivního spotřebitele, tak aby požadavky spotřebitelů byly rovné kapacitám dodavatelů, respektive aby se předpokládaná poptávka rovnala výrobě. Fiktivní spotřebitel poté bude mít hodnotu 25 636 litrů. Po provedení tohoto kroku je možné model vyřešit pomocí dopravní úlohy.

Tabulka č. 14.: Optimální řešení modelu optimistická varianta v tisících litrech

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	F	V
	Z	0,536	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	0,536
I.	NV	13,964	2,036	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
II.	NV	0	12,564	3,436	ALT	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
III.	NV	0	0	11,564	4,436	ALT	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
IV.	NV	0	0	0	10,864	5,136	ALT	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
V.	NV	0	0	0	0	11,464	4,536	ALT	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	ALT	0,464	ALT	ALT	0	0	0	0	2,536	3
VI.	NV	0	0	0	0	0	13,6	2,4	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	ALT	3	ALT	0	0	0	0	0	3
VII.	NV	0	0	0	0	0	0	16	ALT	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0,1	2,9	0	0	0	0	0	3
VIII.	NV	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
IX.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	EPS	3
X.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,7	0	0	0,3	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
XI.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,7	0	1,3	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
XII.	NV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,5	0,5	16
	PV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
P		14,5	14,6	15,0	15,3	16,6	18,6	21,5	21,9	19,0	15,7	14,7	15,5	25,636	

Zdroj: vlastní práce autora

Aby úloha mohla mít bazické řešení, potřebovala by mít $m + n - 1 = 25 + 13 - 1 = 37$ obsazených nenulových buněk. V případě optimistické varianty tomu tak není, protože má pouze 36 obsazených nenulových buněk. To znamená, že řešení není bazické, ale degenerované. Tato degenerace musí být formálně odstraněna a musí se doplnit počet do $m + n - 1$, tedy některé prázdné buňky „označit“ za obsazené. K tomuto odstranění je použita symbolická hodnota ε (EPS – epsilon), která má malou hodnotu a z hlediska interpretace nemá žádný význam. Tato hodnota je dosazena, do některého z volných polí, tak aby řešení bylo bazické a degenerované. Optimální hodnota účelové funkce je 3 462 724,4 Kč za rok. Tato hodnota představuje minimální náklady, za které může společnost Pivovar, a.s. vyrábět svoje výrobky. V optimálním modelu rovněž hodnota ALT znamená alternativní řešení a můžeme tyto hodnoty zařadit do báze, tak aby se nám přitom nezměnila hodnota účelové funkce.

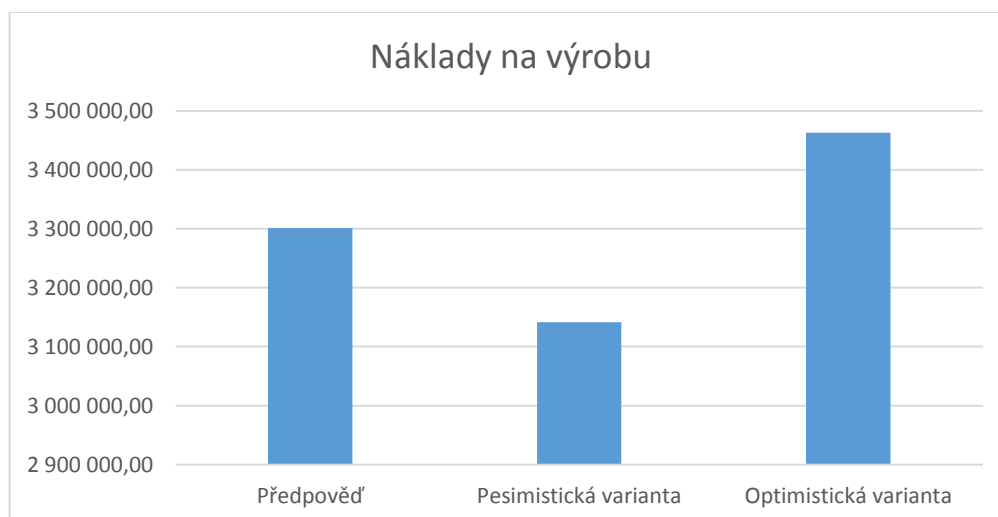
Z optimálního řešení je zřejmá počáteční zásoba a to 536 litrů. V měsíci lednu bude poptávka uspokojena počáteční zásobou a z normální výroby bude využito 13 964 litrů. Zbylých 2 036 litrů bude uskladněno a poté použito v měsíci únoru na uspokojení poptávky spolu s 12 564 litry, které budou vyrobeny normální výrobou. 3 436 litrů z normální výroby se uskladní a využije se spolu s 11 564 litry z normální výroby v měsíci březnu na předpokládanou poptávku. Zbytek z normální výroby 4 436 litrů bude uskladněno. V měsíci dubnu se z normální výroby 10 864 litrů okamžitě spotřebuje a 5 136 bude použito v dalším měsíci na uspokojení poptávky. V měsíci květnu bude z běžného objemu 16 000 litrů použito 11 464 litrů na okamžitou spotřebu a 4 536 litrů bude uskladněno. V tomto měsíci bude také využita přesčasová výroba a to 464 litrů, které se uskladní a budou spotřebovány v dalším měsíci, kdy je poptávka po pivě větší. V červnu se z vyrobených 13 600 litrů okamžitě spotřebuje a 2 400 litrů uskladní, také celý objem přesčasové výroby bude uskladněn. V červenci bude potřeba celý objem běžné výroby použit na uspokojení poptávky a z přesčasové výroby bude ještě potřeba 100 litrů. Zbylých 2 900 litrů z této výroby bude uskladněno a využito v dalším měsíci, ve kterém je očekávaná poptávka po pivě největší v celém roce. V srpnu je použit celý objem výroby jak normální tak přesčasové výroby, tak aby byla uspokojena poptávka ve výši 21 900 litrů piva. V září je rovněž využito celého objemu přesčasové a normální výroby. V měsících říjen, listopad a prosinec není ani zcela potřeba normální výroba ve svém celkovém objemu, a proto v těchto měsících dochází k nevyužití normálního objemu výroby. V měsíci říjnu bude

potřeba pro uspokojení poptávky pouze 15 700 litrů piva, v listopadu 14 700 litrů a v prosinci 15 500 litrů piva. V měsících leden, únor, březen a duben, říjen, listopad a prosinec nebude vůbec využita přesčasová výroba. Ani při ideální variantě výroby nebude neuspokojena poptávka v žádném z období, proto společnost Pivovar, a.s. nebude muset platit penále za nedodržení lhůt termínů dodání jejich výrobků.

4.3.3. Výsledky modelování agregátní produkce

Na základě vývoje skutečného prodeje piva společnosti Pivovar, a.s. byla stanovena statistickým software očekávaná poptávka po produktech této společnosti. Optimální objem produkce by měl být v roce 2015 194 500 litrů piva, v pesimistické variantě pouze 186 100 litrů piva a naopak v optimistické variantě 202 900 litrů piva.

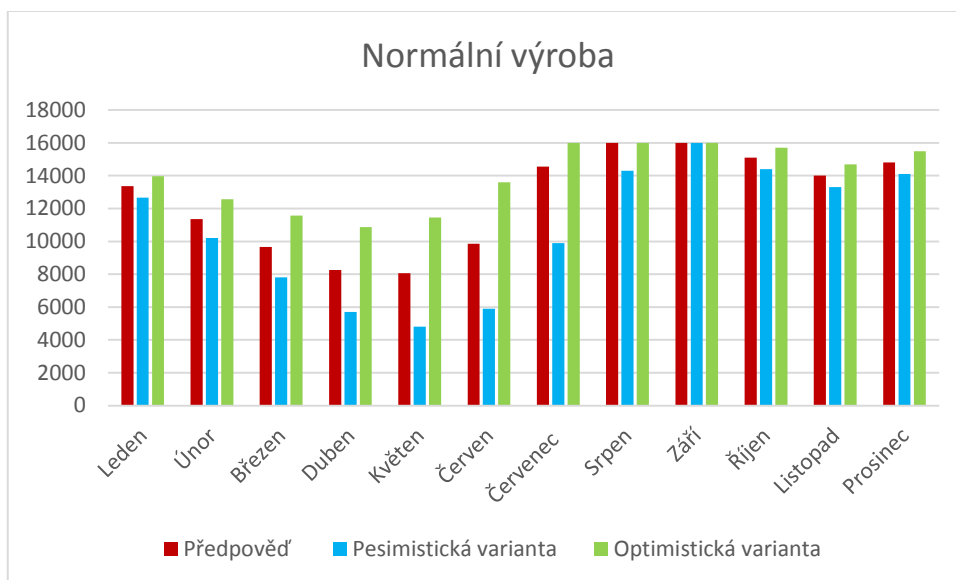
Graf č. 3.: Náklady na výrobu



Zdroj: vlastní práce autora

V grafu číslo 3. můžeme vidět minimální náklady v Kč v případě, že by nastala očekávaná poptávka, pesimistická nebo optimistická varianta. Velikost nákladů je odvozena z celkové produkce v jednotlivých variantách. V přepočtu na jeden litr by nejlevněji vyšel u pesimistické varianty a to na 16,882 Kč, poté u předpokládané poptávky na 16,973 Kč a nejhůře u optimální varianty na 17,066 Kč za jeden litr. Z hlediska ceny na jeden litr by bylo pro pivovar nejlepší, kdyby byl objem produkce pouze 186 100 litrů za rok, tedy pesimistická varianta, ale žádná společnost nikdy neuvažuje s tou nejhorší variantou, ba naopak počítá s tou nejlepší.

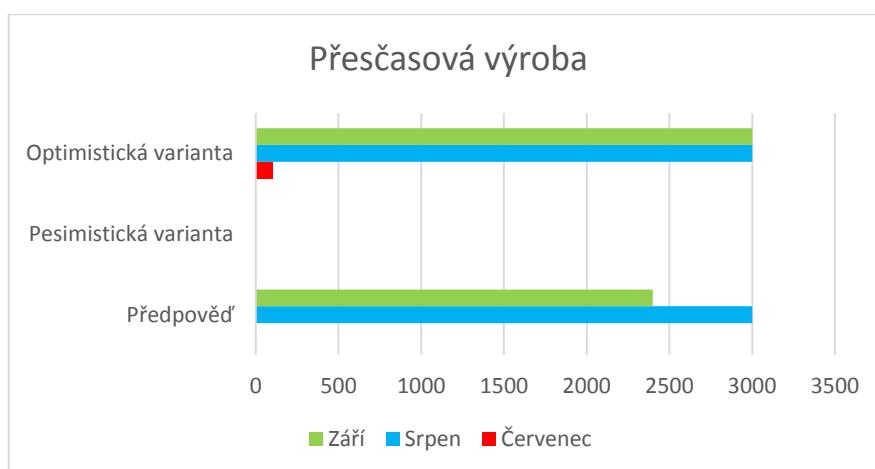
Graf č. 4.: Objem produkce v jednotlivých obdobích



Zdroj: vlastní práce autora

Z grafu objemu produkce v jednotlivých obdobích při normální výrobě je zřejmé, že nejméně se bude vyrábět ve všech měsících v případě pesimistické varianty pouze v měsíci září dojde k využití celkové produkce při normální výrobě. U předpokládané poptávky je to vždy o něco více a v měsíci srpen a září dosáhne své maximální měsíční produkce. Optimistická varianta má všech obdobích největší hodnoty oproti ostatním variantám, v měsících červenec, srpen, září využije plně objem normální produkce. Z grafu je také patrné že přibližně v první polovině roku není využíván celý objem produkce pro uspokojení poptávky. V druhé polovině roku je více využívána normální výroba pro uspokojení očekávané poptávky.

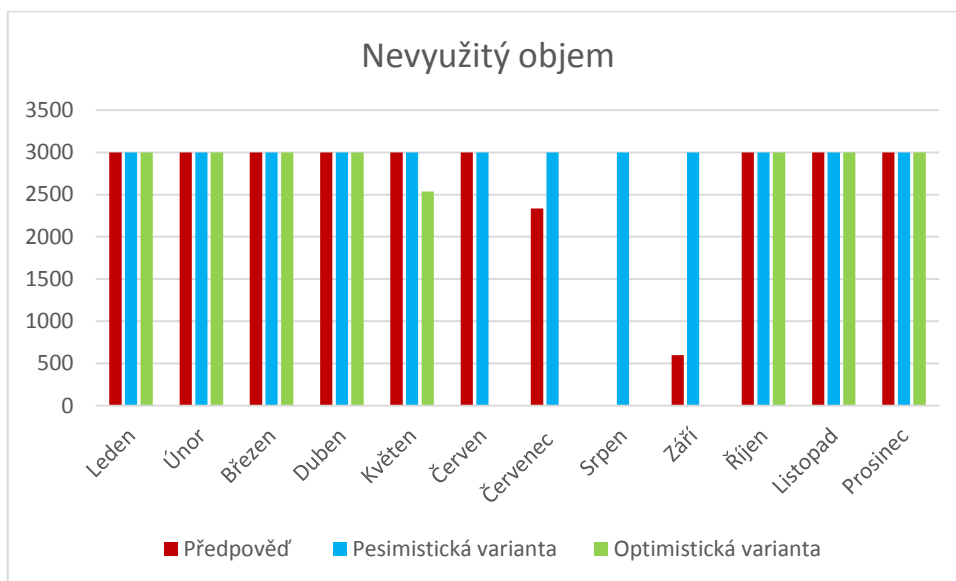
Graf č. 5.: Využití přesčasové výroby



Zdroj: vlastní práce autora

Z grafu vyplývá, že přesčasová výroba nebude vůbec využívána u pesimistické varianty. A v případě předpovědi by měla být využita pouze v měsících září a srpen a pouze v tomto měsíci bude využit úplný možný objem. U optimistické varianty bude použita přesčasová výroby ve velmi malém množství v červenci a v měsících září a srpen bude zcela využita.

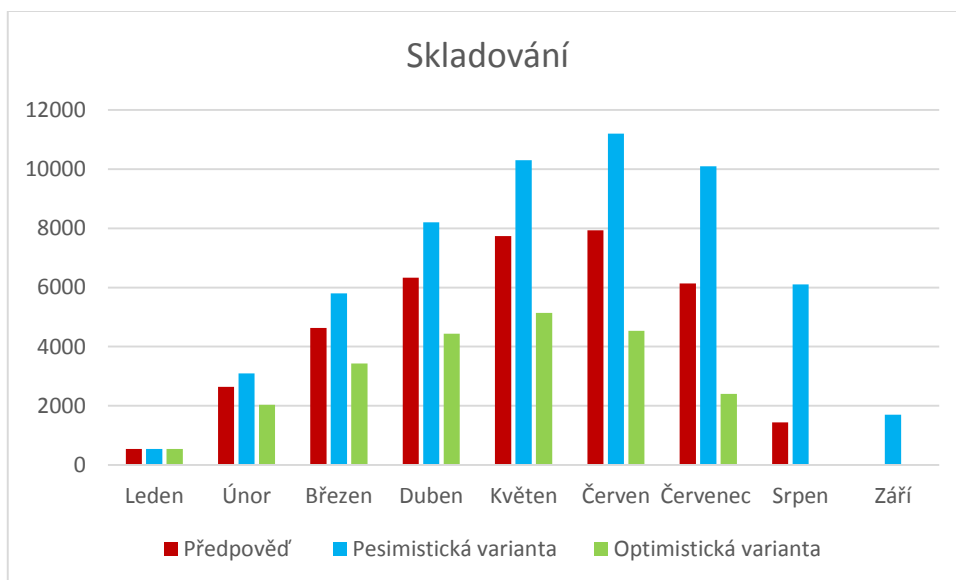
Graf č. 6.: Nevyužitý objem výroby



Zdroj: vlastní práce autora

Graf č. 6. představuje nevyužitý objem výroby v jednotlivých obdobích, kdy je patrné, že přesčasová výroby kromě měsíců květen, červen, července, srpen, září není vůbec využita. Proto by bylo vhodné, aby si Pivovar, a.s. zvážil, jestli by v těchto měsících neměl zavést dvousměnný provoz. Protože v případě přesčasové výroby se podniku zvyšují náklady na výrobu vzhledem k tomu, že musí platit náklady na přesčasy, energii apod. Nulové náklady na přesčasovou výrobu by byly v případě pesimistické varianty, ve které tato výroba nebude využívána.

Graf č. 7.: Skladování



Zdroj: vlastní práce autora

V tomto grafu je v měsíci leden znázorněna počáteční zásoba pocházející z minulého období tedy z prosince roku 2014. V dalších měsících je uskladněna vždy nevyčerpaná normální výroba z předcházejícího měsíce, tedy v měsíci únor se jedná o objem produkce nevyužitý v měsíci lednu, který nebyl použit pro uspokojení poptávky. Skladování objemu piva je potřeba pouze do konce měsíce září, v dalších měsících už sklad není potřeba a pivovar za něj bude platit zbytečné náklady. K největšímu skladování dochází v případě pesimistické varianty a naopak k nejmenšímu skladování dochází u optimistické varianty. Ve všech třech případech, ale je potřeba sklad a jak je vidět dosavadní kapacita skladu 3 500 litrů piva stačit nebude ani v případě optimistické varianty, kdy v měsících duben, květen a červen tuto kapacitu překročí. Je proto vhodné rozšířit skladovací prostory.

4.3.4. DSS pro rozhodování o agregované produkci

Modelování agregátní produkce slouží k určení produkce v jednotlivých obdobích podle očekávané poptávky s minimalizací nákladů. Systém pro podporu rozhodování o agregované produkci by pomáhal manažerům rozhodovat o tom, kolik by měla jejich společnost vyrábět výrobků v jednotlivých obdobích, tak aby co nejvíce minimalizovali náklady.

Problémem agregované produkce je stanovení produkce na základě předpovídané poptávky a dostupných zdrojů pivovaru. Jedná se o výpočet pomocí dopravní úlohy, která vypočte produkci v jednotlivých obdobích (měsíčně, čtvrtletně, ročně). Kdyby nebylo použito

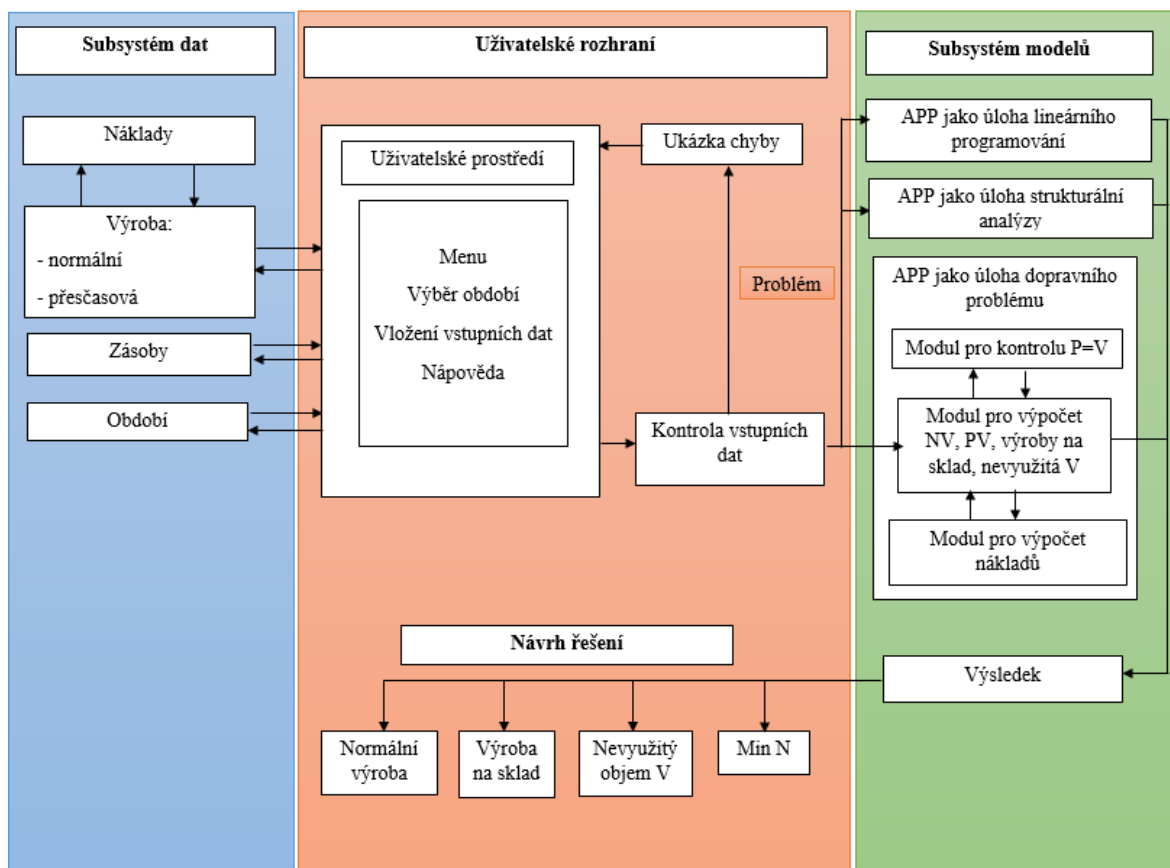
plánování agregované produkce jako systému pro podporu rozhodování mohl by si pivovar stanovit špatnou produkci, což by vedlo buď k vysokým skladovacím nákladům, když by neměl takovou poptávku, kolik ve skutečnosti vyrobí, anebo k neuspokojení poptávky, kdyby naopak vyráběl málo.

Úkolem agregované produkce je určení kolik bude vyrábět v jednotlivých obdobích při normální výrobě, přesčasové výrobě, kolik z každé výroby půjde k uskladnění a nejmenší možné náklady za které lze vyrábět výrobky. Dále by při změně vstupních dat měla modifikovat výrobu v jednotlivých obdobích.

Jednalo by se o modelově orientovaný systém pro podporu rozhodování a jeho základními prvky jsou subsystém dat, subsystém modelů, uživatelské rozhraní a jejich propojení. Do subsystému dat patří náklady (hlavně náklady na normální a přesčasovou výrobu), zásoby a období. Náklady a zásoby jsou vzaty z účetních výkazů firmy. V uživatelském rozhraní je subsystém uživatelské prostředí, ve kterém je možnost rozkliknutí menu, výběr období a na základě toho se zobrazí tabulka pro zadání vstupních dat a nápověda. Dále je v uživatelském rozhraní kontrola vstupních dat a v případě nějakého problému se objeví hláška problému a ukáže se chyba, např. kdyby uživatel systému zadal do vstupních dat písmenko nebo nějaký znak. V uživatelském rozhraní se poté také ukáže možné řešení, které by mělo zobrazit, kolik by měl mít podnik objem produkce při normální výrobě v jednotlivých obdobích, kolik bude potřeba uskladnit výrobků, nevyužitý objem výroby a minimální náklady za kolik by podnik měl vyrábět. V poslední části systému pro podporu rozhodování v subsystému modelů jsou modely, kterými se může plánování agregované produkce řešit. Tyto modely jsou plánování agregované produkce jako úloha lineárního programování, plánování agregované produkce jako úloha strukturální analýzy a plánování agregované produkce jako úloha dopravního problému. V případě dopravního problému by obsahoval modul pro kontrolu, zda se předpokládaná poptávka rovná výrobě, stejně jako se v dopravní úloze musí rovnat požadavky spotřebitelů s kapacitami dodavatelů, tak aby byl model řešitelný. Dále by obsahoval modul pro výpočet normální výroby, výroby na sklad, nevyužitý objem výroby a modul pro výpočet nákladů.

Použití agregované produkce jako systému pro podporu rozhodování je vhodné pro všechny společnosti, které realizují jakoukoliv výrobu. Pro každý podnik je důležité minimalizovat náklady a tím, že si stanoví objem produkce na základě předpokládané poptávky, se alespoň sníží náklady.

Obrázek č. 5.: Systém pro podporu rozhodování



Zdroj: vlastní práce autora

4.4. Výběr způsobu financování případné přestavby

Vzhledem k tomu, že společnost Pivovar, a.s. potřebuje ke splnění předpokládané poptávky i přesčasovou výrobu a větší sklad, protože jeho současná kapacita je pouze 3 500 litrů, tj. 70 padesátilitrových sudů nebo 5 palet, kde na jednu paletu se naskládá 4x3 basy po 20 ks 0,5 litrů piva. Pivovar by i v případě pesimistické varianty potřeboval uskladnit přes 11 tisíc litrů piva a na to v současnosti nemá kapacity. Bylo by potřeba, aby pivovar rozšířil svojí výrobu a sklad. Podle společnosti Pivovar, a.s. by bylo potřeba na přestavbu zhruba 12 000 000 Kč. Vzhledem k tomu, že pivovar nemá tak velkou finanční rezervu a současnou by si chtěl nechat na pokrytí nečekaných výdajů, chtěl by tuto přestavbu řešit účelovým úvěrem. Na trhu existuje nepřeberné množství bankovních i nebankovních institucí, které nabízejí úvěry. Z tohoto množství bylo vybráno 8 bankovních institucí a to Československá obchodní banka, Equa bank, Fio banka, Česká spořitelna, Sberbank CZ, Komerční banka a Oberbank AG.

Tyto banky představují varianty pro sestavení vícekritériálního modelu analýzy variant. Jako kritéria byly stanoveny úroková sazba p. a., doba splácení, vedení bankovního účtu měsíčně, měsíční splátka anuitní, měsíční splátka lineární, poplatek za schválení a ostatní platby např. správa úvěru. Údaje v kritériální matici jsou stanoveny na základě indikativní nabídky, proto se mohou konečné údaje změnit. Výběr vhodné banky pro poskytnutí účelového úvěru bude řešen vícekritériální metodou variant TOPSIS.

V následující tabulce jsou pro lepší přehlednost použity zkratky sazba pro minimální úrokovou sazbu v procentech za rok, splatnost pro dobu splácení, vedení pro vedení bankovního účtu za měsíc, Asplátka pro měsíční splátku anuitní splácení, Lsplátka pro měsíční splátku lineárního splácení, poplatek pro poplatek za schválení úvěru, ostatní pro ostatní měsíční platby, ČS pro Českou Spořitelnu, GE pro GE Money bank a KB pro Komerční banku. Dále je v tabulce vidět povaha kritéria, zda je minimalizační nebo maximalizační. Kromě doby splatnosti jsou všechny kritéria minimalizační, protože je potřeba, aby zbylá kritéria byla co nejmenší, tím pádem by podnik ušetřil více peněz.

Tabulka č. 15.: Kritériální matice

	sazba	splatnost	vedení	Asplátka	Lsplátka	poplatek	ostatní
ČSOB	4,1	180	290	90 000	107 725	80 000	500
Equa bank	1,2	180	99	90 000	108 716	200 000	200
Fio bank	5,9	180	0	100 600	125 670	60 000	0
ČS	3,8	180	92	87 564	104 700	150 000	300
Sberbanka	3,7	180	150	86 970	103 800	180 000	750
GE	3,7	180	133	86 970	103 800	175 000	200
KB	4,2	150	100	102 966	122 166	150 000	600
Oberbank	3,5	180	150	85 780	101 805	50 000	500
Povaha	min	max	min	min	min	min	min

Zdroj: vlastní práce autora

Tabulka č. 16.: Saatyho matice

	sazba	splatnost	vedení	Asplátka	Lsplátka	poplatek	ostatní
sazba	1	3	7	1/3	1/3	7	7
splatnost	1/3	1	7	1/5	1/5	5	5
vedení	1/7	1/7	1	1/7	1/7	5	5
Asplátka	3	5	7	1	7	7	9
Lsplátka	3	5	7	1/7	1	7	9
poplatek	1/7	1/5	1/5	1/7	1/7	1	3
ostatní	1/7	1/5	1/5	1/9	1/9	1/3	1

Zdroj: vlastní práce autora

Saatyho matice určuje preferovanost prvního kritéria před druhým. Na hlavní diagonále jsou jedničky, protože kritéria jsou si rovnocenná. Úroková sazba je slabě preferována před splatností úvěru, velmi silně preferovaná před vedením účtu, velmi silně preferovaná před poplatkem za schválení úvěru a ostatními poplatky. Kritérium splatnost je velmi silně preferovaná před vedením bankovního účtu a silně preferovaná před poplatkem za schválení úvěru a ostatními poplatky. Vedení bankovního účtu je silně preferované před poplatkem za schválení úvěru a ostatními poplatky. Kritéria anuitní splátka a lineární splátka jsou slabě preferovány před úrokovou sazbou, silně preferovány před splatností úvěru, velmi silně preferovány před vedením účtu, velmi silně preferovány před poplatkem za schválení úvěru a absolutně preferované před ostatními poplatky. Anuitní splátka je velmi silně preferovaná před lineární splátkou a to z důvodu toho, že anuitní splátka je nižší než lineární. Poplatek za schválení úvěru je slabě preferovaný před ostatními poplatky.

První možností, jak by se mohly stanovit váhy je pomocí metody, která ověří index konzistence. Hodnota indexu by měla být menší jak 0,1. V případě, že hodnota tohoto indexu tuto hodnotu překročila, jednalo by se o špatné porovnání jednotlivých kritérií. Z tohoto důvodu bylo by potřeba stanovit váhy v Saatyho matici znovu, protože by matice nebyla konzistentní a výsledky z ní by byly zkreslené. Bohužel výpočet vah pomocí ověření konzistence matice a výpočtu vlastních čísel je v tomto případě poměrně komplikovanou záležitostí, jelikož máme matici 7x7. Z tohoto důvodu byl použit pro stanovení vah jednodušší postup a to výpočet přes normalizovaný geometrický průměr.

Tabulka č. 17.: Váhy

	Geometrický průměr	Normalizované váhy
sazba	1,968	0,172
splatnost	1,129	0,099
vedení	0,521	0,045
Asplátka	4,640	0,405
Lsplátka	2,661	0,232
poplatek	0,321	0,028
ostatní	0,218	0,019
sumy	11,458	1

Zdroj: vlastní práce autora

Z tabulky vah můžeme říci, že měsíční anuitní splátka má z 40,50% největší váhu a tedy samostatný výsledek bude tím pádem ovlivněn nejvíce. Druhou největší váhu má měsíční lineární splátka, tzn. samostatný výsledek, ovlivní z 20,23%. Na třetím místě je z 17,18% roční úroková sazba, na čtvrtém místě splatnost v měsících z 9,85%. Pátou největší váhu má poplatek za vedení účtu z 4,55%. Naopak z posouzených kritérií má druhou nejnižší váhu poplatek za schválení, který má vliv na samostatný výsledek z 2,80%. Nejméně bude ovlivňovat výsledek ostatní platby z 1,90%. Součet vah je roven jedné.

Tabulka č. 18.: Vzdálenost variant od bazální varianty a pořadí

	Vzdálenost	Pořadí
ČSOB	0,500	6.
Equa bank	0,635	5.
Fio bank	0,431	7.
ČS	0,750	2.
Sberbanka	0,643	4.
GE	0,733	3.
KB	0,429	8.
Oberbank	0,794	1.

Zdroj: vlastní práce autora

Podle relativního ukazatele vyšla podle metody TOPSIS jako nejlepší Oberbank, která má největší relativní vzdálenost od bazální hodnoty. Je to dáno tím, že má nejnižší úrokovou sazbu, nízkou anuitní i lineární splátku. Jako druhá vyšla Česká Spořitelna, která má relativně nízkou úrokovou sazbu, velmi nízký poplatek za vedení účtu a i velmi nízké

ostatní platby. Třetí možností je získání účelového úvěru od GE Money bank, čtvrtou možností je Sberbanka, pátou možností je Equa banka, jako šestá v pořadí vyšla ČSOB. Druhá nejhorší bankovní instituce je Fio banka, která sice poskytuje vedení účtu a ostatní poplatky zdarma, ale má nejvyšší úrokovou sazbu a velmi vysoké měsíční splátka, ať už lineární nebo anuitní. Nejhuře vyšla Komerční banka vzhledem k jejím velmi vysokým anuitním nebo lineárním splátkám a ostatním platbám.

Tabulka č. 19.: Rozdíl přeplatku

	Anuitní splácení	Lineární splácení	Rozdíl
ČSOB	4 200,00	7 390,50	3 190,50
Equa bank	4 200,00	7 568,88	3 368,88
Fio bank	6 108,00	10 620,6	4 512,60
ČS	3 761,52	6 846,00	3 084,48
Sberbanka	3 654,60	6 684,00	3 029,40
GE	3 654,60	6 684,00	3 029,40
KB	3 444,90	6 324,90	2 880,00
Oberbank	3 440,40	6 324,90	2 884,50

Zdroj: vlastní práce autora

Tabulka rozdílu přeplatku znázorňuje rozdíl mezi půjčenou částkou 12 000 000 Kč a celkovou částkou, kterou by společnost zaplatila jednotlivým bankovním institucím v případě, že by si od nich vzala účelový úvěr. Poslední sloupeček ukazuje rozdíl mezi přeplatkem u anuitního splácení a lineárního splácení. Hodnoty jsou uvedeny v tisících Kč.

Z této tabulky vyplývá, že u lineárního splácení jsou větší přeplatky. Nejmenší rozdíl mezi anuitním a lineárním splácením je u Komerční banky, druhý nejmenší rozdíl je u Oberbank. Na třetím místě se umístily GE Money bank a Sberbanka, na čtvrtém místě je Česká Spořitelna, na pátém místě je ČSOB. Jako druhou nejhorší bankou je Equa banka. Největší rozdíl mezi anuitním a lineárním splácením má Fio banka.

Bylo by velmi vhodné, kdyby si společnost Pivovar, a.s. v případném rozšíření vybrala Oberbank jako bankovní instituci od které si sjedná účelový úvěr. Tato banka také vyšla jako nejlepší při vícekritériální metodě TOPSIS a rozdíl mezi anuitním nebo lineárním splácením není v porovnání s ostatními velký.

5 Závěr

Vzhledem k tomu, že se v diplomové práci pracovalo se zkrácenými údaji, lze předpokládat, že v případě reálných dat by bylo výsledné řešení podobné nebo dokonce ještě s lepšími výsledky.

Výsledkem diplomové práce je analýza a její následné zhodnocení vývoje poptávky piva společnosti Pivovar, a.s. a určení agregované produkce pro očekávanou poptávku, optimistickou a pesimistickou variantu. Pro každou tuto možnost byl stanoven objem produkce v jednotlivých měsících v roce 2015. Ve výsledných modelech je vidět jakým způsobem bude uspokojována poptávka, kolik produkce půjde na sklad a bude tedy využito v dalších měsících. Dále je v modelech uveden nevyužitý objem produkce, a kdy bude potřeba využít přesčasové výroby. Stanovená předpokládaná poptávka v jednotlivých obdobích je pouze přibližná, podle dosavadních výsledků, tak jak jí odhadují majitelé společnosti. Poptávka se, ale může chovat jinak v závislosti na vývoji trhu a ekonomiky. Skutečná poptávka poté poskytuje zpětnou vazbu pro zlepšování budoucích prognóz.

V dnešní době je velmi důležité, aby se firma udržela na trhu a byla po jejích produktech poptávka. Proto je dobré, aby si společnost stanovovala na základě agregátní produkce, kolik vyrobí v jednotlivých obdobích svých výrobků, tak aby minimalizovala svoje náklady. Ušetřené peníze poté může použít například na vlastní rozvoj nebo je investovat.

Vzhledem k tomu, že pivovar nemá dostatečné kapacity skladu ani při pesimistické variantě bylo mu navrženo rozšíření. Poté tedy byla vybrána bankovní instituce, která by mohla případně poskytnout finanční prostředky na toto potřebné rozšíření pivovaru. Stanovené cíle diplomové práce byly tímto posledním krokem splněny.

6 Použitá literatura

1. JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 323 s. ISBN 978-80-86946-44-3.
2. ŠUBRT, Tomáš. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7380-345-2.
3. FIALA, Petr. *Modelování a analýza produkčních systémů*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, c2002, 259 s. ISBN 80-86419-19-3.
4. *Systémy pro podporu rozhodování*. HALL, Mark. [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://computerworld.cz/archiv/systemy-pro-podporu-rozhodovani-19732>
5. *Decision Support Systems Resources*. POWER, Daniel J. [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.dssresources.com/>
6. BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Vyd. 1. Praha: Credit, 2003, 172 s. ISBN 80-213-1019-7.
7. HINDLS, Richard. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.
8. SEGER, Jan a Richard HINDLS. *Statistické metody v tržním hospodářství*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1995, 435 s. ISBN 80-7187-058-7.
9. CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarnictví*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 207 s., 8 s. barev. obr. příl. Řemesla, tradice, technika. ISBN 978-80-247-1616-9.
10. POLOUČEK, Stanislav. *Peníze, banky, finanční trhy*. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2009, xvii, 415 s. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-152-9.
11. ŽEHROVÁ, Jana. *Finance*. Vyd. 5. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2010, 215 s. ISBN 978-80-213-2124-3.

7 Seznam tabulek

Tabulka č. 1.: Dopravní tabulka.....	9
Tabulka č. 2.: Dopravní model APP.....	12
Tabulka č. 3.: Metody kvantifikace preferencí mezi kritérii	18
Tabulka č. 4.: Metoda kvantifikace preferencí mezi kritérii a jejich výstupy	19
Tabulka č. 5.: Prodej piva v tisících litrech za jednotlivá období.....	36
Tabulka č. 6.: Parametry odhadů	38
Tabulka č. 7.: Předpověď dat.....	40
Tabulka č. 8.: Očekávaná měsíční poptávka v tis. litrech.....	41
Tabulka č. 9.: Ohodnocení modelu.....	42
Tabulka č. 10.: Optimální řešení modelu v tisících litrech.....	44
Tabulka č. 11.: Ohodnocení modelu pesimistická varianta	46
Tabulka č. 12.: Optimální řešení modelu pesimistická varianta v tisících litrech	47
Tabulka č. 14.: Optimální řešení modelu optimistická varianta v tisících litrech	50
Tabulka č. 15.: Kriteriaální matice	58
Tabulka č. 16.: Saatyho matice	59
Tabulka č. 17.: Váhy.....	60
Tabulka č. 18.: Vzdálenost variant od bazální varianty a pořadí.....	60
Tabulka č. 19.: Rozdíl přeplatku.....	61

8 Seznam obrázků a grafů

Obrázek č. 1.: Kriteriaální matice Y	16
Obrázek č. 2.: Saatyho matice	20
Obrázek č. 3.: Dvojitě Brownovo exponenciální vyrovnávání.....	38
Obrázek č. 4.: Prognóza pomocí Brownova dvojitě exponenciálního vyrovnávání.....	39
Obrázek č. 5.: Systém pro podporu rozhodování.....	57
Graf č. 1.: Vývoj prodeje piva v letech 1995 - 2014	37
Graf č. 2.: Vývoj poptávky piva v roce 2015.....	41
Graf č. 3.: Náklady na výrobu.....	52
Graf č. 4.: Objem produkce v jednotlivých obdobích.....	53
Graf č. 5.: Využití přesčasové výroby	53
Graf č. 6.: Nevyužitý objem výroby	54
Graf č. 7.: Skladování	55

9 Přílohy

Příloha č. 1.: Výpočet metody TOPSIS

Maticе R	sazba	splatnost	vedení	Asplátka	Lsplátka	poplatek	ostatní
ČSOB	0,124	0,128	0,286	0,123	0,123	0,077	0,164
Equa bank	0,127	0,128	0,098	0,123	0,124	0,191	0,066
Fio bank	0,178	0,128	0,000	0,138	0,143	0,057	0,000
ČS	0,115	0,128	0,091	0,120	0,119	0,144	0,098
Sberbanka	0,112	0,128	0,148	0,119	0,118	0,172	0,246
GE	0,112	0,128	0,131	0,119	0,118	0,167	0,066
KB	0,127	0,106	0,099	0,141	0,139	0,144	0,197
Oberbank	0,106	0,128	0,148	0,117	0,116	0,048	0,164

Maticе W	sazba	splatnost	vedení	Asplátka	Lsplátka	poplatek	ostatní
ČSOB	0,021	0,013	0,013	0,050	0,028	0,002	0,003
Equa bank	0,022	0,013	0,004	0,050	0,029	0,005	0,001
Fio bank	0,031	0,013	0,000	0,056	0,033	0,002	0,000
ČS	0,020	0,013	0,004	0,049	0,028	0,004	0,002
Sberbanka	0,019	0,013	0,007	0,048	0,027	0,005	0,005
GE	0,019	0,013	0,006	0,048	0,027	0,005	0,001
KB	0,022	0,010	0,004	0,057	0,032	0,004	0,004
Oberbank	0,018	0,013	0,007	0,048	0,027	0,001	0,003

D+	sazba	splatnost	vedení	Asplátka	Lsplátka	poplatek	ostatní	Σ	Σ^2	$\sqrt{\Sigma^2}$
ČSOB	0,003	0,000	0,013	0,002	0,002	0,001	0,003	0,024	0,001	0,024
Equa bank	0,004	0,000	0,004	0,002	0,002	0,004	0,001	0,018	0,000	0,018
Fio bank	0,012	0,000	0,000	0,008	0,006	0,000	0,000	0,027	0,001	0,027
ČS	0,002	0,000	0,004	0,001	0,001	0,003	0,002	0,012	0,000	0,012
Sberbanka	0,001	0,000	0,007	0,001	0,001	0,003	0,005	0,017	0,000	0,017
GE	0,001	0,000	0,006	0,001	0,001	0,003	0,001	0,013	0,000	0,013
KB	0,004	-0,002	0,004	0,010	0,005	0,003	0,004	0,027	0,001	0,027
Oberbank	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,003	0,010	0,000	0,010

D-	sazba	splatnost	vedení	Asplátka	Lsplátka	poplatek	ostatní	Σ	Σ^2	$\sqrt{\Sigma^2}$
ČSOB	-0,009	0,002	0,000	-0,007	-0,005	-0,003	-0,002	-0,024	0,001	0,024
Equa bank	-0,009	0,002	-0,009	-0,007	-0,004	0,000	-0,003	-0,030	0,001	0,030
Fio bank	0,000	0,002	-0,013	-0,001	0,000	-0,004	-0,005	-0,021	0,000	0,021
ČS	-0,011	0,002	-0,009	-0,009	-0,006	-0,001	-0,003	-0,036	0,001	0,036
Sberbanka	-0,011	0,002	-0,006	-0,009	-0,006	-0,001	0,000	-0,031	0,001	0,031
GE	-0,011	0,002	-0,007	-0,009	-0,006	-0,001	-0,003	-0,035	0,001	0,035
KB	-0,009	0,000	-0,009	0,000	-0,001	-0,001	-0,001	-0,021	0,000	0,021
Oberbank	-0,012	0,002	-0,006	-0,010	-0,006	-0,004	-0,002	-0,038	0,001	0,038

Příloha č. 2.: Indikativní nabídka Equa bank

INDIKATIVNÍ NABÍDKA

Banka:

Equa bank a.s.

IČ: 471 16 102

Sídlo: Praha 8, Karlín, Karolinská 661/4, PSČ 186 00

Dále jen "Banka"

Příjemce úvěru:

XXXXXXXXXXXXXX s.r.o.

IČ: xxxxxxxx

Sídlo: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Dále jen „Klient“

Druh úvěru:

Dlouhodobý účelový úvěr

Účel úvěru:

Investiční úvěr na xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Výše úvěru:

Max. CZK 20.000.000,-

Slovy: Korun českých Dvacetmilionů

Měna úvěru:

CZK

Čerpání:

Jednorázové/postupné čerpání bezhotovostním převodem na účet xxxxxxxxxxxx

Splatnost:

Max. 15 let, tj. 180 měsíců včetně období čerpání

Úroková sazba:

A) x,xx % p.a. – fixní úroková sazba po dobu 3 let *

B) x,xx % p.a. – fixní úroková sazba po dobu 5 let *

* dále jen "První úrokové období"

Po uplynutí Prvního úrokového období bude úroková sazba nově navržena Bankou na základě aktuální situace na mezibankovním trhu.

Zpracovatelský poplatek:	0,30 % z jistiny poskytnutého úvěru, poplatek je splatný jednorázově ke dni podpisu úvěrové smlouvy
Poplatek za vedení úvěrového účtu:	CZK 200,- měsíčně
Splácení:	Max. 180 měsíčních anuitních splátek, vždy k ultimu kalendářního měsíce. První splátka je splatná k ultimu kalendářního měsíce následujícímu po měsíci ukončení období čerpání úvěru.
Odklad splátek:	Není předmětem této nabídky.
Platba úroků:	Samostatně měsíčně, vždy k ultimu kalendářního měsíce až do začátku období splácení. Během období splácení budou úroky součástí anuitní měsíční splátky úvěru, pokud nebude mezi Bankou a Klientem dohodnuta oddělaná splátka jistiny a úroku.
Poplatek za předčasné splacení:	a) 0,00 % v případě provedení částečné nebo úplné mimořádné splátky na konci úrokového období b) 5,00 % z výše předčasné splátky a to v případě provedení částečné nebo úplné mimořádné splátky v době trvání úrokového období
Zajištění:	<ul style="list-style-type: none">• Zástavní právo v prvním pořadí ve prospěch Banky k nemovitosti/nemovitostem, jejichž rekonstrukce byla předmětem financování refinancovaného úvěru• Případné Zástavní právo v prvním pořadí ve prospěch Banky k dalším nemovitostem po dohodě mezi Bankou a Klientem tak, že:<ul style="list-style-type: none">- celková cena obvyklá zastavených nemovitostí stanovená znaleckým ústavem stanoveným Bankou a odsouhlasená Bankou bude činit minimálně 125 % (eventuálně 143 % v případě nebytových nemovitostí) výše poskytnutého úvěru

- Blankosměnka vlastní s osobním avalem všech společníků včetně Dohody o vyplnění Blankosměnky
- Zástavní právo k pohledávkám z pojistného plnění ve prospěch Banky z pojištění zastavených nemovitostí
- Zástavní právo k pohledávkám z nájemného z pronajatých jednotek v nemovitosti, jejíž rekonstrukce byla předmětem financování refinancovaného úvěru
- Zástavní právo k obchodním podílům společníků na Klientovi
- Zástavní právo k pohledávkám na běžných účtech Klienta vedených u Banky
- Zástava právo k pohledávce – vkladu Klienta na účtu vedeném u Banky ve výši tří měsíčních splátek poskytnutého úvěru
- Předložení příslušných nabývacích titulů k nemovitosti/nemovitostem, jejichž rekonstrukce byla předmětem financování refinancovaného úvěru a k nemovitostem, které budou předmětem zástavního práva
- Předložení dokumentu refinancované banky s uvedením souhlasu s refinancováním poskytnutého úvěru a podmínek pro refinancování, včetně příslibu vystavení dokumentu o zániku zástavního práva po splacení refinancovaného úvěru
- Předložení pojistné smlouvy k zastaveným nemovitostem, uzavřené s pojišťovnou akceptovatelnou Bankou
- Předložení ocenění nemovitostí, které budou předmětem zástavního práva ve prospěch Banky vyhotoveného znaleckým ústavem stanoveným Bankou, s výslednou hodnotou ceny obvyklé pro Banku uspokojivou

Ostatní podmínky:

Tato nabídka je indikativní a nezávazná. Poskytnutí úvěru je podmíněno schválení úvěrovým výborem Equa bank a.s. (dále jen Banka). Jakákoliv změna níže uvedených podmínek podléhá jejich opětovnému schválení. Poskytnutí úvěru je rovněž podmíněno uzavřením smluvní a zajišťovací dokumentace včetně splnění podmínek pro čerpání úvěru stanovených Smlouvou o úvěru a Úvěrovými podmínkami Banky. Banka si vyhrazuje právo poskytnutí úvěru zamítnout bez udání důvodů.

Informace obsažené v této nabídce jsou důvěrné a nemohou být poskytnuty třetím osobám bez předchozího souhlasu Equa bank a.s.