



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ
FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU
INSTITUTE OF MANAGEMENT

**OPTIMALIZÁCIA VÝROBNÝCH PROCESOV VO
VYBRANEJ ČASTI VÝROBY**
OPTIMIZATION OF PRODUCTION PROCESSES IN A SELECTED PART
OF PRODUCTION

BAKALÁRSKA PRÁCA
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Kristína Žiškova

VEDÚCI PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: **Kristína Žišková**
Studijní program: Procesní management
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Optimalizace výrobních procesů ve vybrané části výroby

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Optimalizace výrobních procesů ve vybrané části výroby.

Základní literární prameny:

DUPAL', Andrej a Ivan BREZINA. Logistika v manažmente podniku. Bratislava: Vydavateľstvo SPRINT - vфра Bratislava, 2006. ISBN 80-89085-38-5.

GROS, Ivan. Kvantitativní metody v manažerském rozhodování. Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0421-8.

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. Logistika - teorie a praxe. Brno: Vydavatelství a nakladatelství CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

V bakalárskej práci som sa zamerala na optimalizáciu výrobných procesov vo firme FORTISCHEM, a. s., ktorá je zameraná na chemickú výrobu. Optimalizáciu som realizovala pre viaceré výroby dokopy, na reaktoroch A, B, C, D, E, a F, aby sme zistili, ktoré sú vyťažené naplno a naopak, ktoré by mohli fungovať len sezónne. V teoretickej časti som uviedla základy problematiky, v analytickej časti som rozobrala ekonomickú situáciu firmy, ako aj vybraných častí výroby a v poslednej časti som uskutočnila výpočet optimalizácie s návrhmi na zlepšenie.

Abstract

At bachelor thesis, I focused on optimizing production processes at FORTISCHEM, a. s., which is focused on chemical production. I have been optimizing for several production together, on reactors A, B, C, D, E, and F to find out which are extracted to the fullest and vice versa, which could only work seasonally. First, I stated in the theoretical section the basics of the issue and in the analytical section, the economic situation of the company as well as the selected parts of the production, and in the last part carried out a calculation of optimisation with proposals for improvement.

Kľúčové slová

Optimalizácia, Open Solver, výrobné procesy, kontinuálna výroba, diskontinuálna výroba, ekonomika predaja.

Key words

Optimalization, Open Solver, Production processes, Continuous production, Discontinuous production, Sales economics.

Bibliografická citácia

ŽIŠKOVÁ, Kristína. *Optimalizace výrobních procesů ve vybrané části výroby*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125806>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Vladimír Bartošek.

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že predložená bakalárska práca je pôvodná a vypracovala som ju samostatne. Ďalej vyhlasujem, že citácie z použitých prameňov sú úplné, že som vo svojej práci neporušila autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským)

V Brne dňa 31.5.2020

.....

podpis autora

Pod'akovanie

Chcela by som sa poďakovať svojmu vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Vladimírovi Bartošekovi, Ph.D., ktorý ma svojimi skúsenosťami z odbornej praxe usmerňoval, vždy pohotovo reagoval na moje otázky a vo všetkom mi poradil. Ďalej sa chcem poďakovať pánovi Ing. Patrikovi Košianovi z firmy FORTISCHEM, a. s. za pomoc pri písaní bakalárskej práce a poskytnutie údajov z firmy.

Obsah

Úvod.....	10
Ciele práce, metódy a postupy spracovania.....	11
1 Teoretické východiská práce	12
1.1 Logistika.....	12
1.1.1 Ciele logistiky	12
1.1.2 Výrobná logistika.....	13
1.1.3 Materiálový tok a jeho analýza	14
1.2 Riadenie zásob	16
1.2.1 Klasifikácia zásob	17
1.2.2 ABC analýza	17
1.2.3 Paretov princíp	18
1.2.4 Just In Time	18
1.2.5 Just in Case	19
1.3 Ekonomické riadenie podniku.....	19
1.3.1 Výroba	19
1.3.2 Just in Sequence.....	19
1.3.3 Optimalizácia výrobných dávok	20
1.3.4 Výrobná kapacita	21
1.3.5 Produktivita.....	21
1.3.6 Časový fond	23
1.4 Controlling	26
1.4.1 Total Quality Management	26
1.4.2 Programy ISO 9000	27
1.5 Teória rozhodovania.....	27

1.5.1	Rozhodovací problém	27
1.5.2	Systémová veda	30
1.5.3	Operačná analýza	30
1.5.4	Systémová analýza.....	31
1.5.5	Lineárne programovanie	31
1.5.6	Simplexová metóda.....	33
1.5.7	Open Solver	33
1.5.8	Doplnok Solver v Exceli.....	34
2	Analýza súčasného stavu	37
2.1	Predstavenie spoločnosti a história	37
2.1.1	Finančná situácia.....	38
2.1.2	Organizačná štruktúra	39
2.1.3	Produkty.....	40
2.2	Analýza výrobného systému	43
2.2.1	Open Solver	43
2.2.2	Ekonomické zhodnotenie vybraných výrobkov	44
2.2.3	Ekonomika predaja na základe požiadavky predaja	46
3	Vlastné návrhy riešení	49
3.1	Ekonomika predaja na základe optimalizácie výroby.....	51
3.2	Odporúčania	53
	Záver	55
	Zoznam použitej literatúry	56
	Zoznam vzorcov	58
	Zoznam obrázkov	59
	Zoznam tabuliek	60

Zoznam grafov	61
Prílohy.....	62

Úvod

V súčasnej dobe pri vývoji technológií a zavádzania tých najnovších do výroby sa kladie veľký dôraz na maximálne využitie všetkých výrobných súčastí ako výrobných faktorov a ľudského kapitálu. Optimalizácia je neoddeliteľnou súčasťou.

Bakalárska práca je zameraná na optimalizáciu výroby, teda nájdenie optimálnych riešení, ktoré dopomôžu firme k zvýšeniu výsledku hospodárenia. Výpočty a podklady k práci som získala vo firme FORTISCHEM, a. s., ktorá sa zaoberá chemickou výrobou.

V prvej časti sa budem opierať o teoretické východiská, vďaka čomu potom rozoberiem ďalšie analýzy a výpočty.

V druhej časti uskutočním zber dát z výroby, ako napríklad počet zamestnancov, čas výroby, počet zmien atď. Zistím, kde sú slabé miesta a budem sa snažiť optimalizovať výrobu, a tým maximalizovať zisk. Budem používať Excel a jeho doplnok Solver na výpočet maximalizácie VH na základe využiteľnosti zmien a výrobných dávok. Program vyhodí najvhodnejšiu kombináciu za daných podmienok a obmedzení. Na základe toho som mohla navrhnúť optimalizáciu, návrhy na riešenie možných strát vo výrobe.

Ciele práce, metódy a postupy spracovania

Bakalárska práca je zameraná na optimalizovanie výrobných procesov vo firme FORTISCHEM, a. s., konkrétne v stredisku organickej a malotonážnej chémie, a následne je navrhnuté zvýšenie VH na základe výsledkov pozorovaní a výpočtov. Celkový cieľ je teda nájsť voľné miesta a chyby v číslach výroby ako zmeny, kapacita výroby atď.

Čiastkové ciele:

Nastavenie optimálnej štruktúry výroby pri:

- plánovaných objemoch predaja,
- potrebných držaných zásobách na sklade,
- možných kapacitách strojno-technologických zariadení,
- danom fonde pracovného času,
- maximalizácií výsledku hospodárenia.

Riešenie postupov a výpočtov bakalárskej práce sa konalo pri veľmi zložitej situácii kvôli pandémie COVID-19, pričom firma mala omnoho viac starostí a takmer všetok svoj čas vymedzila na riešenie opatrení, takže spolupráca s firmou bola zložitá. Taktiež som musela dodržať povinnú karanténu a následne sa zvýšili opatrenia ohľadom vstupu do firmy. Naša komunikácia prebiehala iba mailovou a telefonickou formou, čo značne sťažilo možnosť urobiť analýzy na pracoviskách vo firme. Vychádzala som len z podkladov, ktoré mi boli poskytnuté a tiež ma obmedzoval čas, kedy mi boli poskytnuté. V návrhoch na riešenie som použila všeobecne dané minimálne mzdy kvôli tomu, že som nemala prístup ku konkrétnym číslam – mzdám pracovníkov. Takisto som sa nemohla zdržiavať vo firme počas výroby kvôli výraznému obmedzeniu vstupov do firmy. Zamestnanci pracovali uzavretí priestoroch výroby aj na istú dobu. Výrobný proces som z toho dôvodu nemohla dôkladne analyzovať, len na základe informácií, ktoré mi boli poskytnuté e-mailom. Kontaktná osoba, ktorá mi bola odporučená pracuje v holdingu, pod ktorým je FORTISCHEM, a. s., čo znamená, že v závode je bežne len jedenkrát do týždňa a cez pandémiu ani táto frekvencia nebola dodržaná. Pracovná vyťaženosť kontaktnej osoby minimalizovala našu komunikáciu na čas mimo pracovnej doby.

1 Teoretické východiská práce

V prvej kapitole teoreticky opíšem proces výroby na základe teoretických faktov a kníh z predložených zdrojov a od skúsených autorov zaoberajúcich sa danou problematikou a priblížim proces výroby, ktorý sa využíva vo firme FORTISCHEM, a. s.

1.1 Logistika

Logistika je všade okolo nás. Či už si ideme kúpiť nejakú vec do obchodu, sme súčasťou toho, ako ju dopravíme z obchodu domov, tým podporujeme ekonomiku a ďalší dopyt po tovare, ktorý sme si práve kúpili a teda vyvolávame dopravu ďalšieho tovaru do obchodu. Podporujeme tiež vnútornú logistiku firmy ako výrobu tovaru a procesy výroby.

Logistika ako taká je definovaná ako:

„Soubor všech činností, sloužících k poskytování potřebného množství prostředků s nejmenšími náklady tam a tehdy, tam kde je po nich poptávka. Zabývá se všemi operacemi určujícími pohyb zboží (alokace výroby a skladů, zásob, řízení pohybu zboží ve výrobě, balení, skladování, dodávání odběratelům),“ (International Institute for Applied System Analysis, 1986)

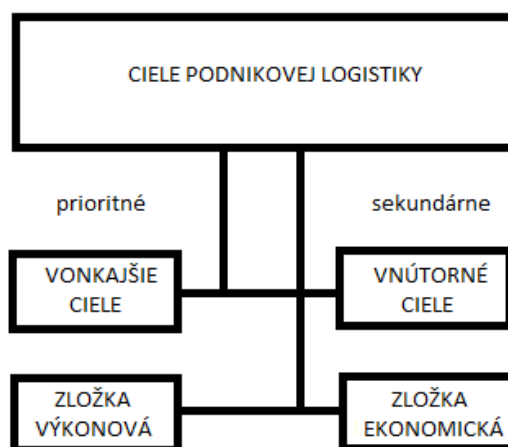
Mnoho autorov charakterizuje logistiku ako integrované plánovanie, formovanie, prevod a kontrolovanie hmotných a informačných tokov od dodávateľa do podniku, vo vnútri podniku a od podniku k dodávateľovi. Je teda ťažké viesť pevnú deliacu čiaru medzi manažmentom výroby a manažmentom logistiky. Podstatnú časť logistiky tvoria fyzické toky z hľadiska vstupov, ktoré sa neskôr menia vo výrobnom procese na výstupy. (Viestová a kol., 2007, s. 91)

1.1.1 Ciele logistiky

Na to, aby logistika fungovala správne, musí fungovať bezproblémovo. Preto si musíme hneď na začiatku stanoviť ciele, ktoré budú našimi míľnikmi, pre určenie rozhrania, či smerujeme správnym smerom. Ciele:

- Musia vychádzať z podnikovej stratégie a napomáhať plniť celopodnikové ciele

- Musia zabezpečiť prania zákazníkov na tovar a služby s požadovanou úrovňou, a to pri minimalizácii celkových nákladov (Sixta, Mačát, 2005, s. 41)



Obrázok č. 1: Delenie a priorita cieľov logistiky
(Zdroj: Sixta, Mačát, 2005, s. 42)

1.1.2 Výrobná logistika

Pod týmto pojmom rozumieme súhrn činností od prípravy po vykonanie daného výrobného procesu. Ďalej obsahuje informácie spojené s materiálovým a informačným tokom surovín, pomocných materiálov, informácie zo skladov surovín, dielov, následne skladov polotovarov a hotových výrobkov.

Výrobná logistika je časťou podnikovej logistiky firmy a obsahuje systémy:

- výrobných tokov,
- tokov prístrojov, nástrojov,
- tokov údržby, pravidelnej starostlivosti,
- tokov zásobovania a plynulé odstraňovanie odpadov. (Ceniga, Majerčák, 2007, s. 49)

Medzi hlavné úlohy výrobnej logistiky patrí návrh a optimalizácia materiálových tokov vo výrobe, plánovanie a manažovanie výroby, výrobných zásob a ich veľkosti a samozrejme redukcia priebežných časov vo výrobe. (Čambál, Cibulka, 2008, s. 58)

Riadenie výroby je činnosť, ktorú mnoho firiem zahrňuje pod úsek výroby, len málo z nich zaraďuje túto činnosť pod logistiku. Ovplyvňujú sa navzájom. Výrobná činnosť určuje množstvo a typ výrobkov, logistika odpovedá na otázku kedy a ako sú výrobky distribuované ďalej k zákazníkom. (Lambert, Stock, Ellram, 2005, s. 185)

1.1.3 Materiálový tok a jeho analýza

Materiálový tok chápeme ako výrobnú cestu materiálu do konečnej podoby výrobku. Zaoberáme sa vzťahom medzi vstupom a výstupom materiálu, kontinuitou a diskontinuitou, časovým usporiadaním operácií.

Manipulácia je činnosť, ktorá je bežná pri ľudskom živote, pri každej činnosti. Je súčasťou logistiky a výroby. Spolu s manipulačnými zariadeniami a manipulačnými výdavkami sú pre podnik jedny z najvyšších. Preto podobne ako v prípade logistiky by mali byť riešené systémovým prístupom. (Jurová a kol., 2016, s. 217)

1.1.3.1 Spaghetti diagram

Je metóda založená na mapovaní interného materiálového toku a hľadaní najvhodnejšej cesty alebo návrhu layoutu, jedna z najjednoduchších metód analýz. Spočíva v tom, že sa zakreslí presná cesta pracovníka v čase a zakreslí sa každá cesta. Tá sa odlišuje rôznymi farbami, a to podľa využiteľnosti cesty, ktorú absolvuje pracovník. Červená môže byť zbytočná cesta, ktorú je potreba zredukovať alebo napríklad zelená čiara, ktorá bude symbolizovať, že pracovník nie je využitý naplno. V dnešnej modernej dobe internetu spaghetti diagram môže fungovať on-line pomocou wi-fi, kde program zakreslí cesty pracovníka sám a následne sa určí, ako dôležitá bola cesta. (Jurová a kol., 2016, s. 219)

1.1.3.2 Value stream mapping

Mapovanie hodnotových tokov bolo vyvinuté spoločnosťou Toyota spolu s filozofiou štíhleho riadenia výroby. Pre znázornenie sa používajú:

- symboly pre znázornenie materiálového toku,
- symboly pre znázornenie informačného toku,
- obecné symboly. (Jurová a kol., 2016, s. 221)

Value Stream mapping icons

MATERIAL FLOW



Process



Process Shared



Customer/Supplier



Inventory Box

INFORMATION FLOW



Manual info flow



Electric Info Flow



Signal Kanban



Kanban Post

GERNERAL



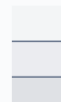
Kaizen Lightening
Burst



Operator



Quality Problem



Safety Stock

▲ ATLISSIAN

Obrázok č. 2: Symboly hodnotových tokov
(Zdroj: Allassian, 2018)

1.1.3.3 Kontinuálna a diskontinuálna výroba

Kontinuálna výroba je podľa logistickej typológie výroby typická pre hromadnú výrobu niekoľko málo výrobkov príbuzného druhu, plynulé prechody medzi operáciami bez skladovania a typické výrobné zariadenia plne podriadené výrobkom. Označuje sa aj ako spojená. Napríklad práca na zmeny.

Diskontinuálna výroba, ako aj nespojitá sa označuje pre výrobu, ktorá má časové medzery medzi výrobou. (Dupal', Brezina, 2006, s. 232, 233)

1.2 Riadenie zásob

Zásobu môžeme chápať ako hodnotu, materiál alebo tovar uložený v sklade alebo zásobníku za účelom budúceho použitia, t. j. spotreby alebo predaja. Ďalej ako výrobok, ktorý je dočasne odobratý z kolobehu výroby, chápaný ako polotovar alebo hotový výrobok. Vzhľadom na účel nemajú dlhodobý charakter. (Viestová, 2007, s. 191,192)

Z ekonomického hľadiska sú zásoby chápané ako obežné aktíva a to sú napríklad: suroviny, základný materiál, pomocný materiál, palivá, nedokončené výrobky, hotové výrobky atď. (Král, 2001, s. 68)

Predstavujú veľkú časť majetku podniku. Preto je potreba so zásobami narábať pohotovo a primerane ich využívať a dopĺňať. Pri zásobách škodí mať ich veľa, aj mať ich málo. Zisk sa znižuje nákladmi na skladovanie, poistenie, dane, starnutie materiálu. Takisto, keď ich máme málo, nemáme z čoho vyrábať, zisk je v tej chvíli pri nule.

Pri riadení zásob je nutné chápať, ako fungujú zásoby a aký význam má držať ich na sklade. Pri správnom riadení zásob vznikajú pozitívne efekty založené na úsporách či už energie alebo peňazí. Zásoby:

- umožňujú dosiahnuť podniku čo najväčších úspor založených na rozsahu výroby,
- vyrovnávajú dopyt a ponuku,
- umožňujú špecializáciu výroby,
- poskytujú ochranu pred výkyvmi v dopyte a v dobe cyklu objednávky,
- slúžia ako tlmič medzi kritickými spojmi v rámci informačného a materiálového toku.

Náklady na udržiavanie zásob sú náklady, ktoré súvisia s výškou zásob na sklade. Skladajú sa z niekoľkých nákladových položiek. Predstavujú jeden z najvyšších nákladov logistiky, no vo väčšine podnikov sa náklady na udržanie zásob nikdy nekalkulovali. Dajú sa použiť aj klasické učebnicové príklady údajov o percentách týchto nákladov alebo priemerné hodnoty dané v tomto období. Náklady na udržanie zásob by však mali zahrňovať iba tie náklady, ktoré sa menia s množstvom zásob.

Sú to napr.:

- náklady na skladovacie priestory – sklady v rámci závodu, sklady verejné, nájomné a zmluvné sklady, sklady vlastnené podnikom,

- náklady spojené s poškodením,
- náklady na premiestňovanie,
- náklady spojené s krádežou a stratou. (Lambert, Stock, Ellram, 2005, s. 152 - 164)

1.2.1 Klasifikácia zásob

Poznáme viacero druhov, ktoré delíme podľa rôznych kritérií a hľadísk. Rozoznávanie zásob do druhov je dôležité hlavne kvôli ďalšiemu spracovávaniu a voľbe metód spracovávania zásob. Zásoby poznáme:

- **Poistné zásoby**

$$z_p = s_p \cdot p$$

s_p priemerná spotreba zásob

p priemerné meškanie objednávok

- **Technologické zásoby**

$$z_t = s_p \cdot t$$

t počet dní technologickej premennej

- **Minimálne zásoby**

$$z_{min} = z_p + z_t$$

- **Obratové zásoby**

$$z_0 = s_p \cdot c$$

c dodací cyklus

- **Celkové zásoby**

$$z_c = z_0 + z_{min} = s_p(p + t + c)$$

1.2.2 ABC analýza

„Je to najčastejšie používaná analýza, ktorej výsledky slúžia ako podklad na diferencovanú voľbu logistických technológií, projektovanie skladov, a pod. Analýza ABC umožňuje získať kontrolu nad sortimentom pretekajúcim logistickým reťazcom

(alebo jednotlivým článkom reťazca z hľadiska podielu sortimentových položiek na toku (obrate)).“ (Viestová, 2007, s. 18)

ABC analýza je založená na tom, že 20% zákazníkov zaistí danému podniku 80% odbytu a ešte väčšie percento zisku. Najprv sa zoradia produkty podľa hodnoty ich predaja alebo iné zoradenie podľa toho, čo je výhodnejšie v rámci zisku. Ďalej sa skúmajú rozdiely medzi položkami s vysokým a nízkym objemom predaja, pomocou čoho sa ďalej skúma a vyhodnocuje akou cestou sa ďalej vydať. (Lambert, Stock, Ellram, 2005, s. 170)

1.2.3 Paretov princíp

Z Paretovho princípu vychádza ABC analýza. Na jeho počiatku stojí taliansky sociológ Vilfredo Pareto, ktorý vo svojej štúdií o rozdelení majetku zistil, že 20% ľudí kontroluje 80% všetkého majetku. (Lambert, Stock, Ellram, 2005, s. 170)

1.2.4 Just In Time

Najznámejšia logistická technológia využívaná v USA a Japonsku, neskôr aj v Európe. Je založená na uspokojovaní potrieb zákazníka po určitom materiáli alebo následne po hotovom výrobku. Podstatou je dodanie načas, dodržanie termínov, ale hlavne dodávanie malých dávok materiálov častejšie. Prínosy:

- zlepšenie produktivity, vyššia úroveň riadenia medzi úsekmi výroby,
- zníženie stavu zásob na skladoch, surovín pre výrobu,
- skrátenie doby cyklu výroby,
- zlepšenie obrátok zásob.

Výrobná stratégia, ktorá výrazne znižuje výrobné náklady a zlepšuje kvalitu prostredníctvom eliminácie strát a efektívnejšieho využitia zdrojov podniku.

Skladovanie v rámci systému JIT musí byť teda viac operatívne namiesto skladovacieho zariadenia. Do výroby vstupuje veľa rôznych produktov a v kratších intervaloch, nie sú potrebné veľké skladové priestory. Zvyšujú sa však nároky na kooperáciu rôznych položiek a ich manipulácia. Pre zabezpečenie stálych zásob v malých množstvách bude však potrebné investovať do manipulačných zariadení, aby boli zásoby v správnom čase na správnom mieste. (Lambert, Stock, Ellram, 2005, s. 196 - 198)

1.2.5 Just in Case

Technológia Just in Case je založená na systéme optimálneho riadenia dávok v skladovaní. Z rôznych optimalizačných metód súvisiacich s optimalizáciou môžeme prepočítať optimálnu veľkosť dodávky, nákupu do skladov. Tieto optimalizačné metódy úzko súvisia, sú naviazané na teóriu riadenia zásob. Metóda tiež súvisí so základným princípom logistiky – princíp nákladovej optimalizácie, kde logistický výkon vyvolajú konfliktné náklady a hľadáme minimum celkových možných nákladov. (Lukoszová a kol., 2012, s. 33)

1.3 Ekonomické riadenie podniku

1.3.1 Výroba

Vo všeobecnosti sa chápe ako premena vstupov na výstupy, a teda premena elementárnych faktorov, materiálov na výrobky a služby. Túto premenu chápeme a voláme ako výrobný proces. Ten sa ďalej skladá z:

- Pracovných procesov – pri ktorých je potrebná účasť človeka
- Automatických procesov – kde nie je potrebný človek priamo
- Prírodných procesov – kde sa využívajú prírodné procesy (napr. chemické procesy), ktoré pripraví človek. (Kocmanová, 2013, s. 252)

Predmetom pri plánovaní výroby je:

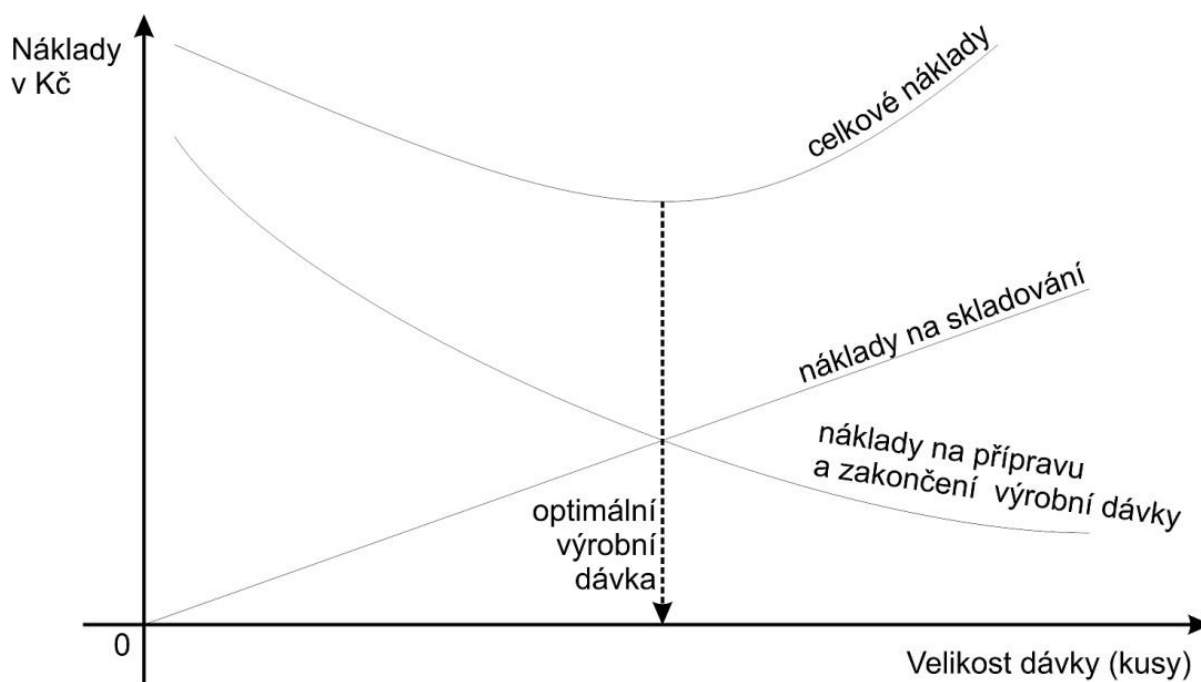
- Výrobný program
- Výrobný proces
- Zaistenie výrobných faktorov pre priebeh výroby. (Synek a kol., 2007, s. 244)

1.3.2 Just in Sequence

V princípe ide o výrobu na linke, kde sa nevyrába len jeden druh výrobku, ale viac variantov. Takže reálne je to jeden a ten istý výrobok, ale každý sa môže líšiť. Jeden výrobok má niekoľko variantov zmien, aby vystúpil z radu a bolo na ňom niečo iné. Jedná sa o zákazkovú výrobu. Využíva sa najmä v automobilovom priemysle. JIS spočíva v umiestňovaní dielov na montážnu linku presne v tom poradí, v akom sa budú montovať. (Lukoszová a kol., 2012, s. 48-49)

1.3.3 Optimalizácia výrobných dávok

Výrobná dávka je množstvo výrobkov zadávaných do výroby a množstvo odvážené z výroby. Na výrobnú dávku je spotrebovaný materiál alebo polotovary. Minimálna veľkosť výrobné dávky je stanovená podľa výpočtov, koľko výrobkov treba, aby sme pokryli náklady a tvorili zisk. Na jej výpočet sa používa množstvo metód, vzorce, tabuľky alebo napríklad graf:



Graf č. 1: Optimálna výrobná dávka
(Zdroj: Kocmanová, 2013, s. 253)

V grafe sa na osi x nachádza počet výrobkov a na osi y zase náklad na jeden výrobok. Môžeme vyčítať, že časť nákladov s veľkosťou výrobné dávky aj klesá, aj rastie. A teda celkové priemerné náklady na jeden výrobok najprv klesajú, až kým sa nedostanú na minimum, a potom začnú rásť. Prirodzene sa teda chceme dostať na bod, kde je výroba najvýhodnejšia a teda na **optimálnu výrobnú dávku**.

Výpočet:

$$d_{vopt} = \frac{\sqrt{2 * N_{pz} * Q_p}}{\sqrt{N_j * n_s * t}} \quad (1)$$

kde:

N_{pz} ... náklady na nastavenie – príprava a zakončenie

N_j ... náklady na jednotku výroby

n_s ... ročné náklady na skladovanie, udržiavanie zásob, aj úroky

t ... obdobie pre vyprodukovanie objemu výroby Q

Q_p ... plánovaný objem výroby

Náklady na skladovanie môžeme vyjadriť aj v absolútnej hodnote na jednotku produkcie za rok. Podľa toho upravíme vzorec. (Kocmanová, 2013, s. 254)

1.3.3.1 Výpočet optimálnej výrobnéj dávky v absolútnej hodnote

$$d_{vopt} = \frac{\sqrt{2 * N_{pz} * Q_p}}{\sqrt{N_j * n_s}} \quad (2)$$

kde:

n_s' ... náklady na skladovanie v absolútnej hodnote

Optimálna veľkosť výrobnéj dávky sa v praxi ďalej upravuje aj napríklad podľa veľkosti prepravných zariadení, skladovacích plôch, manipulačných zariadení.

1.3.4 Výrobná kapacita

„Je to maximální objem produkce, který lze vyrobiť při dané technologické a organizační úrovni výroby za dané období.“ (Kocmanová, 2013, s. 255)

Kapacita je daná viacerými aspektmi, ako napríklad organizačnou a ekonomickou štruktúrou, počtom personálu, kapacity zariadení, skladov, technickou úrovňou a náročnosťou výrobku a jeho technologických postupov, zoradenie všetkých operácií a ich vzdialenosť. (Kocmanová, 2013, s. 256)

1.3.5 Produktivita

„Produktivita je míra, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktu.“ (Kocmanová, 2013, s. 254)

Vypočítame ju ako hodnotu výstupov, ako finálne produkty procesu, delené vstupmi, čo sú všetky výrobné faktory, ako napríklad mzdy, cena zariadení, technológie, materiál, kapitál, energia atď.

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}} \quad (3)$$

Produktivita práce vyhodnocuje celkové osobné náklady vynaložené na pracovníka, ako napríklad školenia, zaúčanie, odmeňovanie zamestnancov atď. Efektívnosť využitia práce je všeobecne vyjadrovaná úrovňou produktivity práce.

Celková produktivita

Počítame ju ako pomer celkových vstupov z procesu voči všetkým výstupom. Pomer určí, ako a kde treba spraviť zmenu.

$$TP = \frac{(HV*PC)+(RV*PR*PC)+O_{st}}{PS+M+K+E+T_{ch}+V+Ad+T+Q} \quad (4)$$

kde:

HV ... hotové výrobky

PC ... predajná cena

RV ... rozpracované výrobky

PR ... percento rozpracovanosti

PC ... predajná cena

O_{st} ... ostatné príjmy

PS ... náklady na pracovnú silu

M ... materiálové náklady

K ... kapitálové vstupy

E ... spotreba energií

T_{ch} ... náklady na technológiu

V ... náklady na vývoj

Ad ... náklady na administratívu

T ... náklady na tréning

Q ... náklady na akosť

(Kocmanová, 2013, s. 255)

1.3.6 Časový fond

„Časový fond výrobného zařízení je plánovaný počet dnů (hodin) jeho činnosti za rok. Je závislý na zvláštnostech jednotlivých odvětví a oborů (např. na přetržitosti doby a nepřetržitosti výrobních procesů), přírodních podmínkách (např. sezónnosti provozu) apod.“ (Kocmanová, 2013, s. 256)

Dálej poznáme:

Kalendárny časový fond

Označujeme ho ako T_k , je daný počtom dní v roku, buď 365 alebo 366, vyjadruje sa v hodinách. Používa sa pri výrobách, ktoré idú nonstop, na výpočet výrobnej kapacity. Napríklad pri chemickej výrobe, v ďalších výrobách, ktoré nejdú nepretržite, sa kalendárny časový fond používa pre výpočet nominálneho časového fondu.

Nominálny časový fond

Označujeme ho ako T_n . Pre jeho výpočet je teda potrebný kalendárny časový fond, od ktorého sa odčítajú všetky nepracovné dni – soboty, nedele, sviatky alebo napríklad sa ešte odčítava, ak má firma celozávodnú dovolenku, odčítame aj to. Počíta sa v hodinách, násobením počtu dní nominálneho časového fondu, ktoré nám vyšli, s počtom zmien v rámci jedného pracovného dňa a počet hodín odpracovaných v jednej zmene.

Efektívny časový fond

Označujeme ako T_p alebo tiež F_{ef} . vypočíta sa z nominálneho časového fondu odpočítaním plánovaných prestojov. Za týmto označením sa skrývajú napríklad opravy, presun materiálov, zariadení a ďalšie veci, ktoré súvisia s výrobou a sú organizované počas pracovnej doby. Ak sa vo firme vyrábajú aj technologicky nevyhnutné nepodarky, čas na ich výrobu sa tiež označuje ako prestoj.

Výpočet:

$$F_{ef} = d * h * 6 * g * (1 - \frac{z}{100}) \quad (5)$$

kde:

d ... počet pracovných dní

h ... počet hodín jednej zmeny

- 6 ... zmennosť
 g ... počet vzájomne zameniteľných pracovísk
 z ... % nevyhnutných strát

Plánovaná výrobná kapacita

Výrobná kapacita sa udáva **na vstupe** – udáva schopnosť podniku spracovať určité množstvo vstupnej suroviny a **na výstupe** – udáva, koľko výrobkov je podnik schopný vyrobiť zo vstupov.

Výpočet:

$$K_{pl} = \frac{F_{pl}}{T_{pl}} \quad (6)$$

kde:

- K_{pl} ... plánovaná kapacita v hod
 F_{pl} ... plánovaný fond času v hod
 T_{pl} ... prácnosť výrobku v hod/ks

Pri pracoviskách, kde sa vyrába jeden druh výrobku a činnosť je pravidelná, platí:

$$K_i = \frac{F_{efi}}{t_i} \quad (7)$$

kde:

- K_i ... kapacita i-tého pracoviska v naturálnych jednotkách
 F_{efi} ... časový efektívny fond montážnej plochy (hod/rok)
 t_i ... skutočná prácnosť operácie v odpracovaných hodinách

Skutočná kapacita pracovísk

$$K_m = \frac{F_{efp} \cdot F}{t_m \cdot f} \quad (8)$$

kde:

- K_m ... kapacita montážnej plochy v naturálnych jednotkách (ks, t, m)

F ... montážna plocha (m²)

F_{efp} ... časový efektívny fond montážnej plochy (hod/rok)

t_m ... prácnosť montážnych operácií na ploche (hod)

f ... plocha, určená na jednu vyrobenú jednotku, aj s plochou na odkladanie

Požadovaná kapacita je daná výrobným programom. Porovnaním so skutočnou kapacitou môžeme zistiť, či a ako sa zmení počet pracovísk, aby sme dostali požadovanú kapacitu. Mínus značí, že pracovísk máme málo, plus, že ich máme viac, ako potrebujeme.

Výpočet:

$$S' = \frac{(K_{pi} - K_i) * t_i}{F_{efi}} \quad (9)$$

kde:

S' ... počet pracovísk, ktoré uberieme alebo pridáme

K_{pi} ... požadovaná kapacita na i-tom pracovisku

K_i ... skutočná kapacita na i-tom pracovisku

t_i ... skutočná prácnosť operácie v odpracovaných hodinách

F_{efi} ... časový efektívny fond na i-tom pracovisku (hod/rok)

Ak nám vyjde z výpočtov, že potrebujeme zmenu – zvýšenie alebo zníženie pracovísk, potrebujeme na to výpočet plochy. Pri výpočte **zmeny montážnej plochy** sa použije vzťah:

$$F' = \frac{(K_p - K_m) * t_m * f}{F_{efp}} \quad (10)$$

kde:

F' ... plocha, ktorá sa musí pridať alebo ubrať, podľa predchádzajúcich výpočtov

K_p ... požadovaná kapacita na montážnom pracovisku

K_m ... kapacita montážnej plochy v naturálnych jednotkách (ks, t, m)

F_{efp} ... časový efektívny fond montážnej plochy

t_m ... prácnosť montážnych operácií uskutočnených na montážnej ploche

f ... plocha určené pre jednu jednotku

(Kocmanová, 2013, s. 253-257)

1.4 Controlling

Controlling zahŕňa systematické plánovanie, jeho kontrolu a postupné riadenie jednotlivých procesov, čím sa znižuje miera neistoty a zlepšujú sa podmienky pre rozhodovanie zodpovedných pracovníkov. Je to systém, ktorého zmyslom je skvalitnenie riadenia podniku na základe objektívneho hodnotenia všetkých udalostí vo výrobe a objektívnej evidencie výsledkov. Controlling teda zabezpečuje zber informácií, prácu s nimi, hodnotenie, triedenie, spracovávanie a podanie informácií ďalej do ďalších činností pre riešenie úloh s nimi.

Cieľom controllingu je:

- Hodnotiť, do akej miery sú ciele podniku naplnené
- Odhaľovať riziká a upozorňovať na hroziace odchýlky od požadovaného stavu
- Analyzovať a hodnotiť efekty podnikateľských rozhodnutí a aktivít
- Plánovať vývoj podniku v súhrnných a jednotlivých ukazovateľoch
- Inšpirovať vedenie k mnohým iným a lepším výsledkom podnikania s pozitívnym VH

Ďalej môžeme controlling charakterizovať ako súhrn pravidiel, ktoré pomáhajú pri dosiahnutí stanoveného cieľa. Na ceste za cieľom sa vždy objaví nebezpečenstvo, no vďaka controllingu sa vždy včas „rozsvieti červená“.

Výsledkom controllingu je plnenie manažérskych úloh a pomocou neho zabezpečenie stanovených cieľov. Ak výsledok nie je rovnaký s cieľom, požaduje sa riešenie tohto problému na základe skúseností a noriem podniku, aby sme sa vždy dostali do požadovaného intervalu. (Foltínová a kol., 2007, s. 13,14)

1.4.1 Total Quality Management

Spôsob riadenia, kde každá vykonávaná práca a každý proces je vykonávaný na prvýkrát a správne. Takže každý proces výroby je realizovaný na 100%. (Kráľ, 2001, s. 156)

Filozofia zaoberajúca sa sledovaním problémov skutočnej výroby. Je však nad rámec bežnej kontroly kvality.

Total teda znamená, že všetci pracovníci sú zodpovední za proces výroby, každý je zodpovedný za svoju časť výroby, za svoje pracovisko. Každá činnosť výroby sa prejaví v konečnom stave výrobku, pracovníci sú teda povinní operatívne reagovať na zmeny a poruchy v procese výroby.

Quality ako orientácia kvality na zákazníka. Zákazník a jeho spokojnosť sú na prvom mieste, pretože ďalej ovplyvňujú predaj a aj zisk firmy. Činitele ovplyvňujúce kvalitu sú výrobné procesy, ale aj všetky ďalšie procesy spojené s produktom.

Management ako funkcia riadenia výroby, ako napríklad plánovanie, riadenie, kontrola, operatívne riadenie atď. (Viestová a kol., 2007, s. 112)

1.4.2 Programy ISO 9000

Normy ISO 9000 predstavujú medzinárodne uznávaný certifikačný program, v rámci ktorého sú skúmané procesy z pohľadu kvality. Overuje, či v organizácii existujú správne dokumentované a efektívne fungujúce procesy kvality. Programy vznikli, aby podporili obchod medzi krajinami. (Evans, Lindsay, 1993, 412-414)

1.5 Teória rozhodovania

Aplikácia teórie, známa aj ako *rozhodovacia analýza*, slúži na podporu riešenia rozhodovacích procesov. O *teórii rozhodovania za rizika* hovoríme, keď v dobe rozhodovania disponujeme informáciami o pravdepodobnostnom rozdelení situácií, opačný prípad je *teória rozhodovania za neurčitosti*.

1.5.1 Rozhodovací problém

Rozhodovacie problémy riešia rozhodovacie procesy, kde problémy majú minimálne dva varianty riešení. Rozhodovací proces vzniká, keď vznikne rozhodovací problém. Problém môže byť reálny, existujúci alebo potenciálny, ktoré nevieme častokrát ovplyvniť, pretože sú závislé na chode firmy.

Prvky rozhodovacieho procesu

Cieľ rozhodovania

- je definovaný ako stav firmy alebo jej okolia, ktorý chceme dosiahnuť, môže byť jeden alebo viaceré. Ak sú viaceré môžu sa navzájom dopĺňovať alebo naopak môže nastať konflikt medzi nimi. Môžu byť strategické, taktické, operatívne podľa úrovne riadenia a podľa formy vyjadrenia číselné a slovné.

Kritérium rozhodovania

- podľa neho sa realizuje proces rozhodovania. Môže byť výnosové, čiže maximalizácia zisku alebo nákladové, čiže minimalizácia nákladov. Podľa charakteru môže byť kvantitatívne alebo kvalitatívne.

Subjekt a objekt rozhodovania

- subjekt rozhodovania môže byť jednotlivec alebo skupina, objekt rozhodovania je organizačná jednotka, v rámci ktorej sa formuluje a stanovil cieľ riešení.

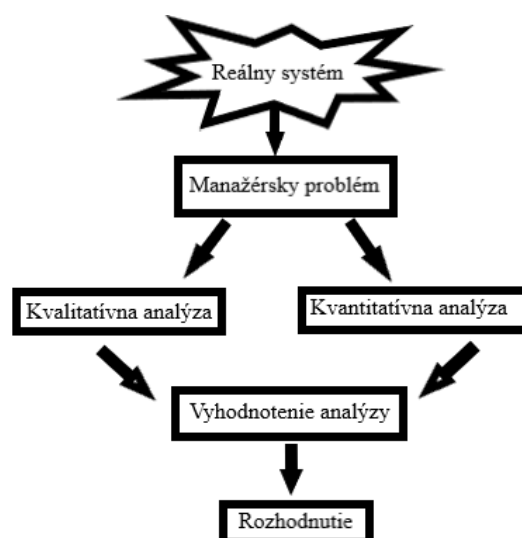
Varianty rozhodovania a ich stavy

- možnosti riešenia rozhodovateľa, ktoré majú viesť k správne riešeniu stanovených cieľov. Varianty môžu byť jednoduché, jasne dané od začiatku alebo zložité, kde sa tvoria varianty za zložitých procesov vyhľadávania a spracovania informácií

Stav sveta

- predstavujú budúce situácie, ktoré môžu nastať vo firme alebo v jej okolí pri realizácii variantu a ovplyvnia ho do budúcnosti. (Doskočil, 2011, s. 9,10)

Z hľadiska metodiky je možné použiť kvantitatívnu a kvalitatívnu metódu riešenia problému. Znázornený proces rozhodovania je na nasledujúcom obrázku:



Obrázok č. 3: Rozhodovací proces
(Zdroj: Doskočil, 2011, s. 12)

1.5.1.1 Kvalitatívna analýza

Je to postup, kedy sú pri rozoberaní problému rozhodujúcim faktorom znalosti, skúsenosti a správny odhad manažéra, ktorý konkrétne rozhoduje v danom probléme. Následne sa posudzujú možné riešenia z hľadiska celého dopadu na systém, no bez konkrétnych číselných riešení. Výpočty ani nie sú, vzhľadom na možnosti, možné. (Doskočil, 2011, s. 12)

1.5.1.2 Kvantitatívna analýza

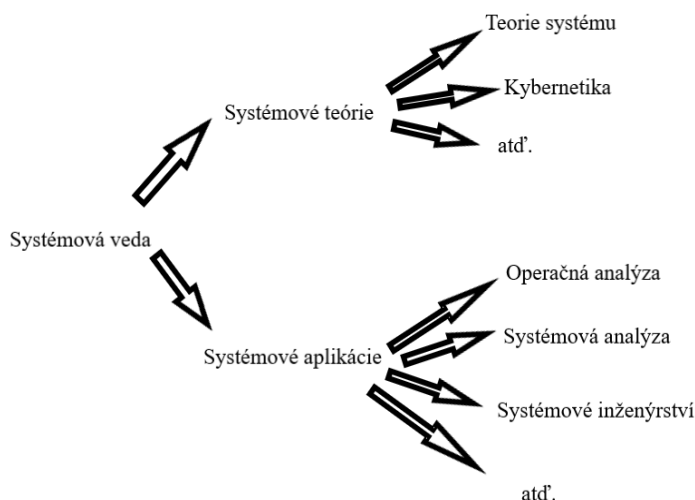
Je to postup, kde sa využívajú konkrétne čísla, na rozbor a riešenie problému, teda kvantitatívne dáta, údaje vyjadrené numericky, nie slovne. Zhotoví sa model pre dané riešenie problému na základe dát a väzieb, ktoré máme k dispozícii. Podľa manažéra sa používajú najrôznejšie matematické techniky a postupy. Dôvody, pri ktorých je vhodné použiť kvantitatívny model:

- Rozhodovací problém je *zložitý* a manažér by nevedel určiť správne riešenie bez použitia matematických vyjadrení a modelu.
- Rozhodovací problém je veľmi *dôležitý*, napríklad kvôli nákladnosti a manažér chce mať pod kontrolou všetky investície a chce kvalitne pomocou podložených čísel riešiť problém matematického modelu.

- Rozhodovací problém je *nový* a chceme ho mať pod kontrolou a správne využiť naplno všetky možnosti, radšej číselne. Máme tak k dispozícii kvantitatívnu základňu pre ďalší rozvoj a nápady.
- Rozhodovací problém sa *opakuje*, preto kvantitatívna analýza, ktorá už bola spravená, nám šetrí čas, peniaze, zdroje.

1.5.2 Systémová veda

Pod týmto pojmom sa nachádza nástroj, ktorý opíše systémy a aj ich analyzuje. Robí to podľa najrôznejších metód. Systémová veda sa vyvinula vďaka rozvoju prírodných a technických vied, ktoré bolo treba určitým spôsobom prepojiť, či už sú to špecializované konkrétne disciplíny alebo obecnnejšie disciplíny. Príklad takýchto vied sú matematika ako konkrétna disciplína, tá vznikla do obecnnejšej disciplíny, a to ekonomiky či managementu. Delenie systémových vied:



Obrázok č. 4: Klasifikácia systémových vied
(Zdroj: Doskočil, 2011, s. 18)

1.5.3 Operačná analýza

Ako z názvu možno vyčítať, je to vedecká disciplína, ktorá sa zaoberá analýzou operácií spätých s riadením, vedením a navrhovaním zložitých systémov a organizačných jednotiek, kde sú vedení ľudia, stroje a ich následné ekonomické, sociálne, technické prepojenie a väzby. Väčšinou priemyslový podnik a jeho riadenia a organizácia.

Vznik a následný rozvoj sa datuje do Veľkej Británie počas druhej svetovej vojny, kde sa analyzovalo množstvo zložitých vojenských problémov a operácií, ako najlepšie využiť vojenské zariadenia, aby bolo všetko využité v správnom čase, najlepší počet bombardérov, najlepší spôsob obrany, čo by viedlo k pozitívnemu ukončeniu vojny. (Doskočil, 2011, s. 25)

1.5.4 Systémová analýza

Úpravou vlastností systému sa zaoberá systémová analýza, jeho štruktúrou a správaním systémov. Je to ďalšia oblasť systémových aplikácií. Vznikla kvôli potrebe mať spolu metódy pre prácu so zložitými celkami a riešeniami takýchto problémov. Jej vznik taktiež súvisí s druhou svetovou vojnou. Venuje sa nielen deterministickým problémom, ktoré sú presne zadané, ale aj nepriamo zadané. Výsledkom bude expertný systém, ktorý dokáže určiť z veľkého množstva nepriamych informácií najlepšiu pravdepodobnosť na úspešné riešenie. (Doskočil, 2011, s. 25)

1.5.5 Lineárne programovanie

Lineárne programovanie je najrozšírenejší model zo skupiny modelov pri rozhodovacích situáciách operačnej analýzy. V skratke je to zvláštny prípad všeobecného modelu, kde sú ale účelová funkcia a obmedzujúce podmienky lineárnymi funkciami. Funkcia lineárneho programovania je hľadanie optimálneho riešenia úloh, pričom musia byť dodržané podmienky zapísané ako rovnice a nerovnice.

Slovo programovanie chápeme ako plánovanie, niečo, čo chceme riešiť, počítať. Programovanie nie je chápané ako programovanie v programovacom jazyku. Lineárne znamená, že všetky väzby v matematických modeloch lineárneho programovania sú lineárne.

Pri riešení úloh sa dodržia 4 fázy:

1. Ekonomický model – ako prvé sa vyberie problém a ten sa snažíme vecne interpretovať a slovne popísať, ďalej vymedzenie a popísanie procesov, ktoré majú vplyv na definovaný cieľ. To sú reálne procesy, aktivity ako výroba a s ňou súvisiaci technologický postup, uskladnenie, doprava, predaj atď. a ich reálna úroveň, ktorú budeme optimalizovať. Ďalšia záležitosť je popis činiteľov, ktoré

budú ovplyvňovať proces. Musíme stanoviť cieľ, ktorý chceme dosiahnuť vďaka úprave a ovplyvňovaniu procesov. Ako posledné musíme uviesť popis vzájomných väzieb medzi procesmi, činiteľmi a definovaným cieľom procesu.

2. Matematický model – preklad ekonomického modelu do reči matematiky, popis slovnej úlohy a jej riešení v matematickom modeli. Každému procesu je určená rozhodovacia premenná, jej hodnoty interpretujeme ako jednotlivé úrovne procesu, ktoré prebiehajú v systéme a majú vplyv na stanovený cieľ. Ako činitele v matematickom modeli sú lineárne rovnice a nerovnice. Cieľ je lineárna funkcia $f(x)$, ktorej extrém treba nájsť, či už minimum alebo maximum. Táto funkcia sa nazýva účelová funkcia.

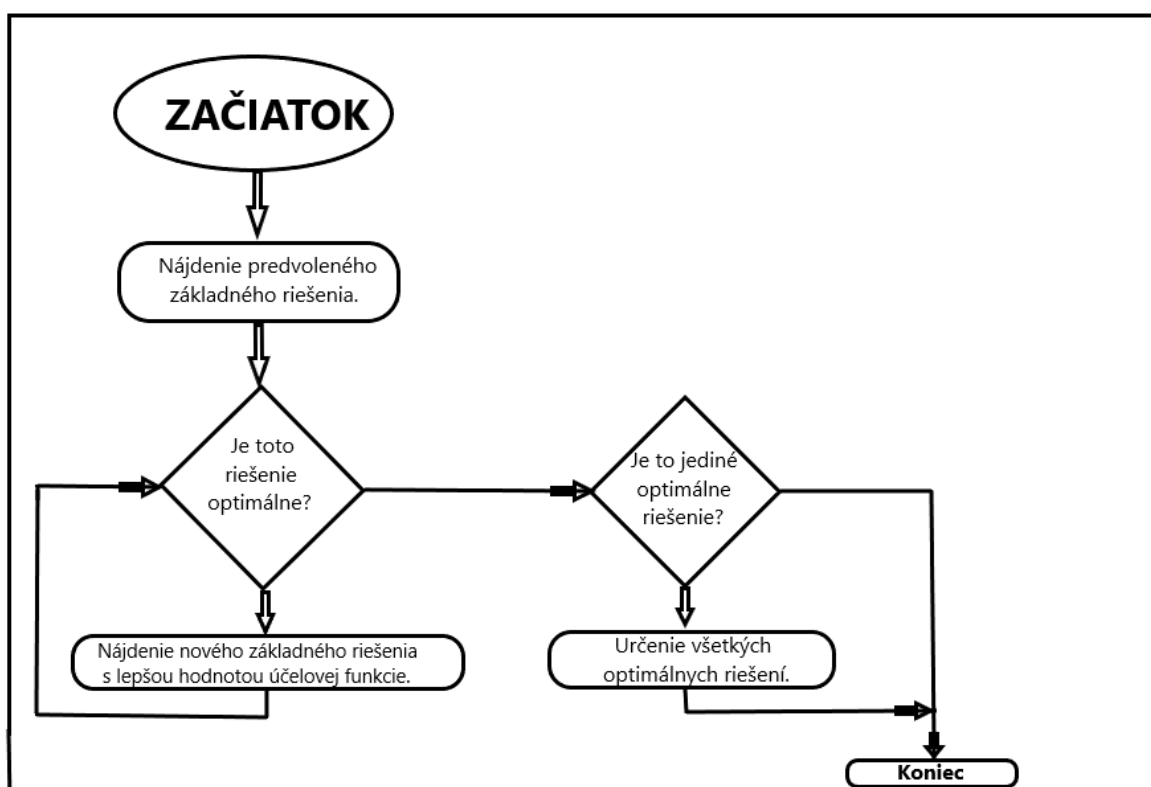
Tabuľka č. 1: Vzťah ekonomického a matematického modelu
(Zdroj: Doskočil, 2011, s. 41)

EKONOMICKÝ MODEL	MATEMATICKÝ MODEL
Procesy - činnosti	Premenné - x
Činitele - kapacita, požiadavky	Obmedzenia - nerovnice, rovnice, - podmienky nezápornosti
Cieľ - kritérium optimality	Účelová funkcia - maximalizačná, minimalizačná

3. Výpočet – pomocou numerickej metódy počítanie matematického modelu, detailnejší popis výpočtu pomocou simplexovej metódy.
4. Interpretácia – musíme vedieť, čo sme vypočítali, čo znamenajú jednotlivé čísla, interpretovať a vyvodit' záver. Veľmi dôležitá fáza, kde je potreba interpretovať vypočítané výsledky tak, aby boli zrozumiteľné pre všetkých zainteresovaných.
(Doskočil, 2011, s. 39-42)

1.5.6 Simplexová metóda

Je to univerzálny výpočtový postup používaný pri stanovení optimálneho riešenia úloh lineárneho programovania. Najprv musíme nájsť základné riešenie úlohy lineárneho programovania. Keď máme nájdene riešenie, následne simplexová metóda v nasledujúcich krokoch vypočíta nové základné riešenie s lepšou alebo aspoň rovnakou hodnotou účelovej funkcie. Konečný počet krokov vedie k nájdeniu základného riešenia s najrelevantnejšou hodnotou účelovej funkcie, ale podľa základnej vety lineárneho programovania musí byť riešenie optimálne alebo zistenie, že riešenie neexistuje. Hľadáme teda základné riešenia a končíme, keď je riešenie optimálne. (Doskočil, 2011, s. 76)



Obrázok č. 5: Simplexová metóda
(Zdroj: Doskočil, 2011, s. 77)

1.5.7 Open Solver

Open Solver je doplnok, ktorý rozširuje aplikáciu Excel Solver so silnejším MIP riešiteľom vhodným na spracovanie lineárneho programovania a zmiešaných

celočíselných programovacích modelov. Dokonca má schopnosť riešiť aj nelineárne problémy. OpenSolver poskytuje nasledujúce funkcie:

- OpenSolver používa „motor“ optimalizácie Open Source, COIN-OR CBC (lineárny) .
- Je kompatibilný s modelmi tabuľkových procesorov, ktoré boli vytvorené pomocou programu Solver v Exceli.
- Neexistuje umelé obmedzenie veľkosti problému, ale rastom počtu obmedzení sa priamoúmerne spomaľuje.
- Je to softvér s otvoreným zdrojovým kódom licencovaný podľa CPL3. (Nielsen, 2002, s. 14)

1.5.8 Doplnok Solver v Exceli

Používa sa na citlivosťnú analýzu. Možno ho použiť aj na vyhľadanie optimálnej maximálnej alebo minimálnej hodnoty. Vzorec v jednej bunke, nazývanej **cieľová bunka**, na základe **obmedzení** iných buniek so vzorcom v hárku. Riešiteľ pracuje so skupinou buniek, nazývanými **rozhodovacie premenné**, alebo jednoducho bunky s premennými, ktoré sa používajú vo výpočtoch v cieľových bunkách a bunkách s obmedzením. Výpočet funguje tak, že upravuje hodnoty v bunkách s rozhodovacími premennými tak, aby sa neprekročili limity v bunkách s obmedzeniami a získal sa požadovaný výsledok pre cieľovú bunku.

V skratke povedané, používa sa na určenie maximálnej alebo minimálnej hodnoty jednej bunky zmenou iných buniek.

Je určený na riešenie matematických úloh. Ide o optimalizačné úlohy lineárneho a nelineárneho charakteru štandardných úloh matematického programovania. Úlohy sú obmedzené počtom premenných a obmedzujúcich podmienok, ktoré sa pri bežnom používaní nepresiahnu. Ak je potrebný väčší počet podmienok a obmedzujúcich podmienok, používajú sa špecializovanejšie softwary, ako napr. Open Solver.

Pri spustení doplnku je nutné definovať nasledujúce informácie:

- **Kritérium optimalizácie** – *nastavenie bunky – set cell* – je to jediná excelovská bunka, v ktorej sa nachádza vzorec a ktorá sa optimalizuje.

- **Charakter kritéria optimalizácie** – rovné: *max, min, hodnota* – equal to: *max, min, value* – zvolíme si, či sa jedná o maximalizáciu, minimalizáciu našej účelovej funkcie alebo úloha, ktorej cieľom je stanovenie úrovne kritéria.
- **Oblasť premenných modelu** – *menené bunky* – *changing cells* - bunky, ktorých hodnoty sa menia na základe zadáných podmienok.
- **Obmedzujúce podmienky** – *obmedzujúca podmienka* – *subject to the constraints* – pri definícii obmedzení sa musí určiť:
 - **Adresu bunky, ktorá obsahuje vzorec** – *odkaz na bunku* – *cell reference* – bunka obsahuje typicky premenné modelu a odkazy na bunky s premennými alebo aj priamo bunku s premennou.
 - **Typ obmedzení** – *možnosti* $\leq, =, \geq$, *celé-integer* – pre celočíselné výsledky alebo *binárne-binary*, kde sú výsledky podmienky iba 0 a 1.
 - **Obmedzujúca hodnota** – *obmedzujúca podmienka* – *constraint* – hodnota, ktorá môže byť zadaná odkazom na bunku alebo priamo dopísaná hodnota bunky.

Ďalšie možnosti riešiteľa:

- **Maximálny čas** – *max time* – znamená maximálny čas spracovania uvedený v sekundách, ak hodnotu nijako nezmeníme, je nastavený na 100 sekúnd, následne sa výpočet preruší a užívateľ má možnosť pokračovať alebo ukončiť výpočet. Čas sa dá stanoviť najviac na približne 9 hodín.
- **Iterácie** – *iterations* – limitný počet iterácií, štandardne taktiež nastavené číslo 100. Po uplynutí hodnoty s užívateľ rozhoduje ako pri nastavení času, počet iterácií je však väčší, a to hodnota 32 767.

Tieto dve hodnoty netreba v bežných prípadoch meniť, sú prednastavené.

- **Presnosť** – *precision* – konstanta, ktorá udáva presnosť, s akou sa musí približovať pravá a ľavá strana obmedzujúcich podmienok. Hodnota presnosti je blízka 0, býva nastavená na 0,000001. Pri zmene nastavenia o menej desatinných miest môže urýchliť výpočty, ale taktiež znížiť presnosť výpočtov.
- **Tolerancia** – *tolerance* – odchýlka vyjadrená v percentách pri celočíselných riešeniach, inak nemá význam, zníženie tolerancie má rovnaké účinky ako pri presnosti.

- **Lineárny model** – *linear model* – vypínač, ktorý by sa mal zaklikávať pri riešeníach lineárnych rovníc, inak vedie k dlhotrvajúcim výpočtom, predvolene nie je zakliknutý.
- **Nezáporné čísla** – *non-negative numbers* – vypínač, ktorý umožňuje, aby sa vo výsledkoch nenachádzali záporné čísla, tie sa už nezarátavajú medzi bežné obmedzujúce podmienky.

Odporúča sa používať oba vypínače – nezáporné čísla a lineárny model.

Na konci riešenia sa objavia výsledky v 3 formách:

- **Výsledková správa** – *answer report* – obsahuje výsledky z optimalizácie koncového stavu a tiež pôvodné informácie pred optimalizáciou, a to kritérium a premenné, ďalej vzťahy ľavej a pravej strany obmedzujúcich podmienok, pre všetky časti modelu sú uvedené odkazy na dané bunky.
- **Citlivostná správa** – *sensitivity report* – nachádzajú sa tu *interval stability* pre cenové koeficienty a pre hodnoty pravej strany obmedzujúcich podmienok.
- **Limitná správa** – *limit report* – obsahuje informácie o skutočnosti, ako a o koľko sa zmení hodnota kritéria optimality pri zmene premenných v zadaných obmedzeniach. (Doskočil, 2011, s. 80-85)

2 Analýza súčasného stavu

V kapitole analýza súčasného stavu bude predstavená spoločnosť, rozobraná ekonomická situácia v podniku z roku 2018 poskytnuté zo zdroja www.finstat.sk. Predstavím organizačnú štruktúru podniku, delenie výrobných úsekov a následný výber tých najmenších výrobných úsekov, reaktorov s najväčším ziskom z predaja. Do analýzy vyberiem relevantné údaje pre výpočet v Solveri v kapitole Vlastné návrhy riešení.

2.1 Predstavenie spoločnosti a história

Informácie o firme:

Názov: FORTISCHEM, a. s.

Sídlo: M. R. Štefánika 1, Nováky 972 71

IČO: 46 693 874

Deň zápisu do ORSR: 30.05.2012

Právna forma: akciová spoločnosť

Závod chemickej výroby v Novákoch sa prevádzkuje od roku 2012. História chemickej výroby sa v ňom začala už v roku 1940 pod názvom Novácke chemické závody, a. s. Dnes sa počas svojho dlhoročného pôsobenia profilovali ako výrobca produktov pre ďalšie spracovanie v rôznych priemyselných odvetviach.

V súčasnosti spoločnosť vyrába a predáva produkty na báze výroby a spracovania chlóru, karbidu vápnika, karbidových zmesí a technických plynov. Hlavným predmetom činnosti spoločnosti je chemická výroba. Ide najmä o výrobu elektrolýzných výrobkov, výrobu a spracovanie plastov, malotonážnu organickú chémiu a výrobu karbidu vápnika. Do portfólia podniku patrí aj výroba polyvinylchloridu a produktov z PVC, a to okenné profily INTERNOVA a Slovinyl Siding. Ďalej sa podieľa aj na výrobe základných a špeciálnych malotonážnych chemikálií. Dnes smeruje viac ako 80% z celkovej produkcie do zahraničia a ich výrobky poznajú odberatelia zo 60 krajín sveta. Spoločnosť FORTISCHEM je členom holdingu ENERGOCHEMICA SE, ktorý je kótovaný na pražskej burze. Počas svojej pôsobnosti si vybudovala významnú pozíciu na slovenskom

aj európskom trhu a patrí medzi popredných dodávateľov chemických surovín pre množstvo priemyselných odvetví.



Obrázok č. 6: Logo firmy
(Zdroj: interný zdroj)

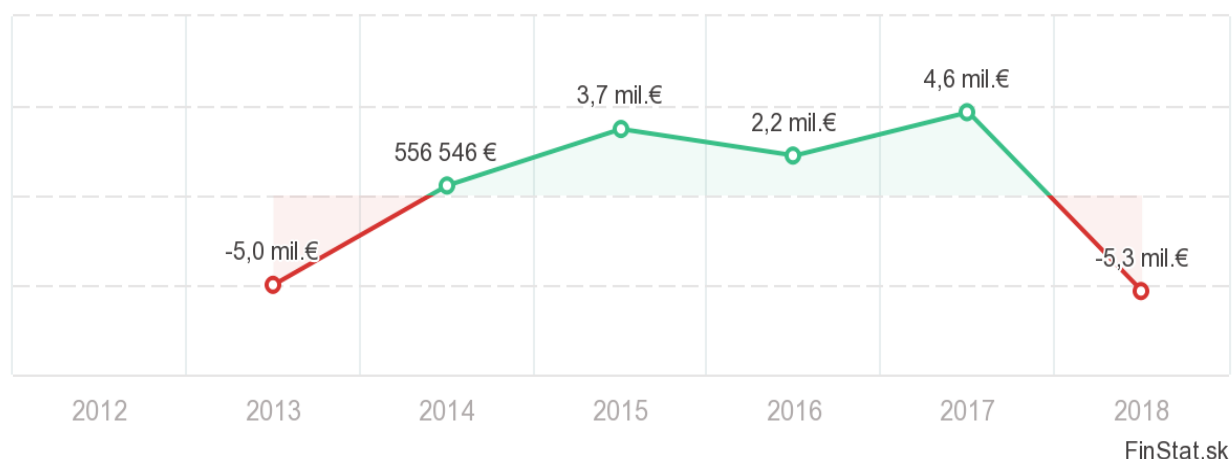
2.1.1 Finančná situácia

Spoločnosť FORTISCHEM, a. s. sa v roku 2018 dostala do straty z 4,649 mil. € na -5,339 mil. € a tržby jej klesli o 5 % na 133,0 mil. €.

Stratu spôsobili napríklad aj nárast silovej elektriny o 27%, plynu o 24% a nárast emisných povoleniek o 200%. Ďalšia neočakávaná zmena bolo nariadenie vlády, ktoré zakázalo používanie ortuti vo výrobe chlóru a hydroxidu sodného elektrolýzou soľného roztoku. Preto musela spoločnosť dňa 10.12.2017 zastaviť výrobu a urýchlene dostaviť a spustiť nové výrobné zariadenie v krátkom čase. Tržby a zisk sú znázornené aj na obrázkoch.

Zisk

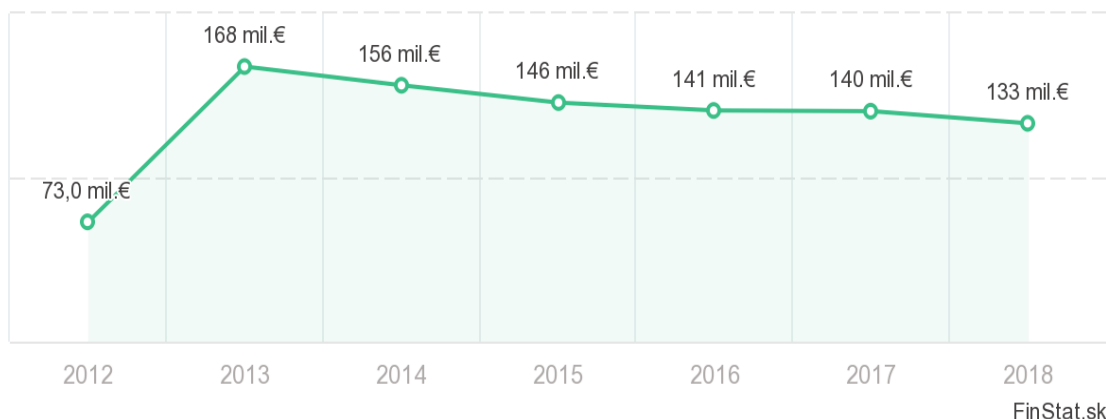
FORTISCHEM a. s.



Graf č. 2: Zisk
(Zdroj: finstat.sk)

Tržby

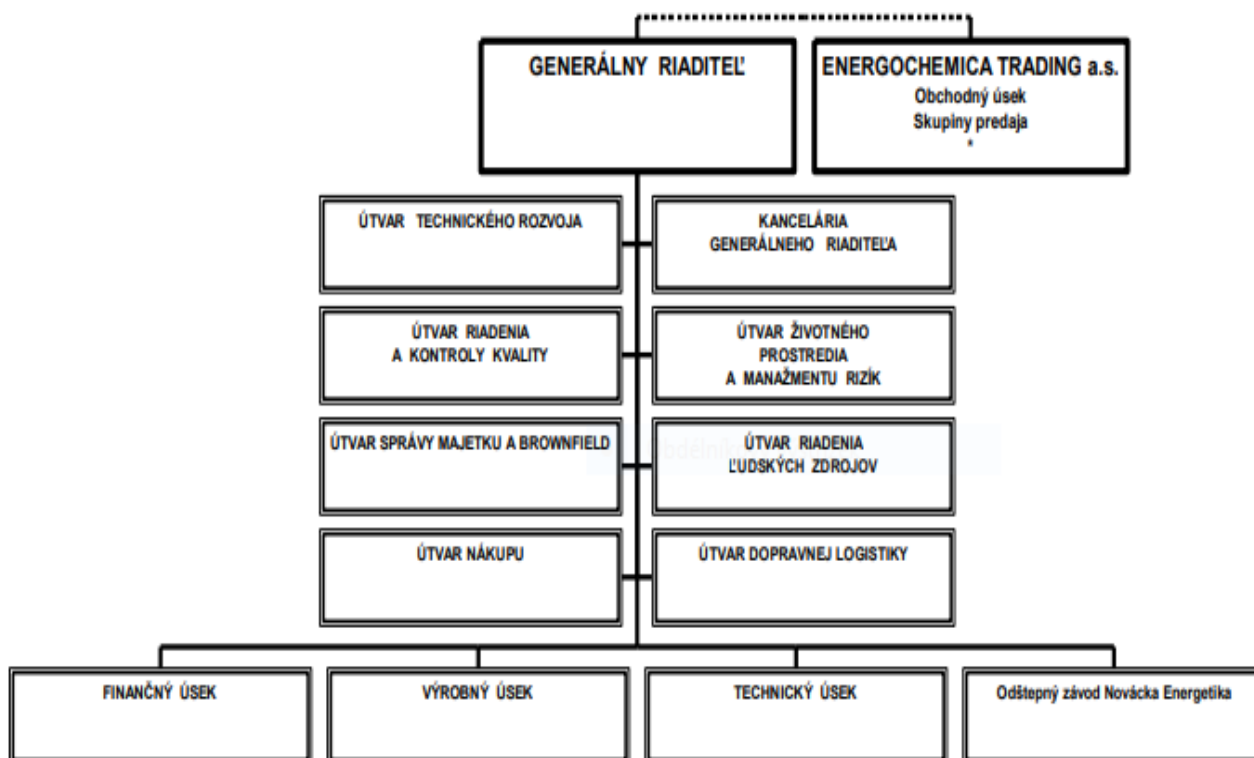
FORTISCHEM a. s.



Graf č. 3: Tržby
(Zdroj: finstat.sk)

2.1.2 Organizačná štruktúra

Na čele firmy sa nachádza konečný užívateľ výhod, oprávnená osoba, dozorná rada a predstavenstvo a akcionári. Organizačná štruktúra je znázornená na nasledujúcom obrázku:



Obrázok č. 7: Organizačná štruktúra
(Zdroj: interný zdroj)

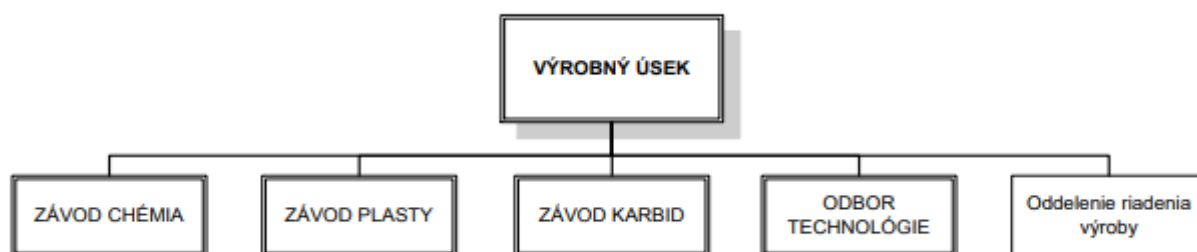
Ďalej sa výrobný úsek delí takto:

Závod chémia sa delí na stredisko výroby NaOH a chlóru a stredisko organickej a malotonážnej chémie.

Závod karbid obsahuje výrobu karbidu vápnika, filtráciu CO plynu, výrobu karbidových zmesí, výrobu acetylénu.

Závod Energetika ako odštepný závod Fortischemu, a.s. Produkuje energiu pre výrobu vo všetkých závodoch.

Závod plasty: Výroba vinylchloridu (VC), E-PVC, S-PVC, Kopolymér, Termická likvidácia odplynov.



Obrázok č. 8: Výrobný úsek
(Zdroj: interný zdroj)

2.1.3 Produkty

Všetky produkty vyrábané vo firme sa delia podľa nasledujúcich kategórií:

- *Elektrolýzne produkty* – sú dobre známe ako produkty elektrolytického rozkladu chloridu sodného, používajú sa vo všetkých priemyselných odvetviach, na úpravu vody, povrchu kovov, regulujú pH, v textilnom, papierenskom priemysle, majú dezinfekčné účinky atď.
- *Karbid vápnika* – vyrobený karbid vápnika sa drví a triedi. Dodáva sa vo viacerých kvalitatívnych druhoch (CAREX, CABRIX, CAMIX). Používa sa ako surovina na výrobu acetylénu, kyánamidu vápenatého, v metalurgii na odsírenie kovov.
- *Vápnno, koks –prachy, púdre, hydráty* - dodávajú sa v rôznych kvalitách. Vápenné púdre a prachy upravujú pH pôd. Využívajú sa aj na úpravu pH vôd v ČOV.

- *Technické plyny* – z technických plynov vyrábame acetylén, dusík, vodík. Acetylén so širokým použitím na zváranie, rezanie, spájkovanie, ako palivo, prísada do paliva, vykurovací plyn v plameňových analyzátoroch, kalibračný plyn atď. Rektifikáciou kvapalného vzduchu vyrábame Dusík s využitím ako inert, na podchladzovanie rôznych materiálov atď.
- *Špeciálne organické zlúčeniny* – vyrábajú sa rôznymi chemickými procesmi, zväčša špeciálnymi syntézami za prítomnosti katalyzátorov. Vyrobené produkty a medziprodukty sú určené na ďalšie chemické alebo farmaceutické spracovanie.
- *Aminové organické zlúčeniny* - vyrábajú sa adíciou alebo polyadíciou propylénoxidu na vhodný reaktant amínového typu. Ich fyzikálne vlastnosti (nízky bod tuhnutia, vysoký bod topenia, nehorľavosť, aditívne schopnosti atď) umožňujú ich využitie ako aditíva do cementov a betónov v stavebnom priemysle.
- *Acetylenické alkoholy* - vyrábame alifatické dioly. Ide o pevné látky s nízkou teplotou tuhnutia. Používajú sa ako odpeňovače a disperzanty pri formulácii atramentov a farieb, ako povrchovo-aktívne látky, pigmentové substráty zmäčiacich činidiel pre priemyselné nátery, lepidlá, odpeňovače, anišokové činidlá pre nátery na papier atď.
- *Chlórované parafíny* – chloráciou n-alkánov C14-17 vyrábame tzv. strednereťazcové typy s obsahom viazaného chlóru v rozsahu 40 - 60 hmotnostného %. Používajú sa pri spracovaní plastov ako sekundárne zmäkčovadlá, ako aditíva do fenolických farieb, lakov, tmelov, pojív a lepidiel. Použitie majú aj v metalurgii, textilnom, kožiarskom a papierenskom priemysle. Sú miešateľné s reznými olejmi v širokom rozsahu. So synergetmi ako Sb₂O₃ tvoria vysoko účinný plameňovo-retardačný systém pri spracovaní plastov.
- *Slovapropy / polyéterpolyoly* – polyéterpolyoly sú polyadukty propylénoxidu na etyléndiamín, glycerín, sacharózu, či rôzne ich zmesi vyrobené za špeciálnych katalytických podmienok. Používajú sa ako sieťovadlá pre flexibilné a tvrdé PUR peny a polyuretánové laky. Flexibilné peny sa využívajú v nábytkárskom a automobilovom priemysle (sedačky) a na výrobu matracov. Tvrdé peny majú využitie na výrobu izolačných panelov, chladiarenských zariadení, dekoratívnych odliatkov, baliacich pien, potrubných izolácií a striekaných penových izolácií.

- *Sloviplasty / granuláty / plastisoly* – firma ponúka granuláty, známe pod obchodným názvom Sloviplasty. Vyrábajú sa z PVC, zmäkčovadiel, plnív, vhodných stabilizátorov. Sú určené na rôzne ďalšie spracovanie vytlačovaním / extrúziou alebo vstrekováním. Podľa typu sa využívajú v elektrotechnickom priemysle na výrobu káblov, elektroinštalačných materiálov alebo tesnení a podrážok obuvi.
- *Slovinyly PVC* – vo firme sa vyrába PVC suspenznou aj emulznou polymerizáciou, dodávajú aj PVC emulzné pastotvorné, rôzne typy emulzného PVC, ideálne na výrobu širokej škály fólií, podlahovín či už jednotlivito alebo v rôznych kombináciách technológiou vytlačania a valcovania. Rôzne typy suspenzného PVC sú určené na tvrdé výrobky PVC technológiou kalandrovania, vytlačania, vstrekovania. Na výrobu koženiek, tapiet, podlahovín technológiou natierania s homogénnym nánosom sú určené rôzne typy emulzného pastotvorného PVC. Ďalej je v ponuke aj špeciálne kopolyméry vinylchloridu s vinylacetátom, ktoré sa používajú pri tmelovaní automobilových podvozkov, napr. Slovinyl KV 62-12 alebo na výrobu gramofónových platní Slovinyl KV 173. Produkty na báze polyvinylacetátových disperzií, Slovilaxy sú vhodné do mált a betónov ako plastifikačná látka. Pod názvom Slovioly vyrábajú špeciálne produkty využiteľné ako koloidy, stabilizátory emulzií polymérov atď.
- *PVC okenné a dverové profily* – plastové profily určené na výrobu plastových okien, dverí a zasklených stien, výroba zahŕňa profily 3-komorového systému INTERNOVA®, 4-komorového systému INTERNOVA® a 6-komorového systému INTERNOVA® 6000.

Z celkovej ponuky výrobkov sme si vybrali produkty podľa toho, kde už neprebíha aktuálna investícia do rozvoja firmy a kde teda ešte nebola spravená analýza a následná optimalizácia. Z výrobných systémov, čiže kategórií sme spravili výber konkrétnych výrobných procesov. Z kategórie acetylenické alkoholy sme vybrali Decidol, ktorý zastupuje reaktor E, Slovaprop 1-5 zo svojej samostatnej kategórie, ktoré sa vyrábajú na reaktoroch C a D. Slovaprop 1, 2 a 3 na reaktoroch C a Slovaprop 4 a 5 na reaktore D. z kategórie špeciálne organické zlúčeniny sme vybrali Novamal, vyrábajúci sa na reaktore H. RECH sa vyrába na reaktore F a TECH na reaktore G.

2.2 Analýza výrobného systému

V spoločnosti FORTISCHEM a. s. je realizovaných viacero výrob, kde jednotlivé výrobné zariadenia sú rozmiestnené na pomerne veľkej rozlohe. Mojou úlohou bolo optimalizovať výrobu v závode organickej a malotonážnej chémie, ktorý je okrem iného súčasťou závodu chémie. Ako už z názvu vyplýva, je to výroba a predaj v malých objemoch, no za to s veľkou pridanou hodnotou. Na tomto závode momentálne pracuje potrebný počet zamestnancov pre plnú výrobnú kapacitu jednotlivých výrobných zariadení. Keďže predaj, výroba, časový fond, ceny výrobkov a náklady výrobkov tvoria niekoľko podmienok, ktoré sa neustále menia v čase a je potrebné ich kombinovať dokopy s cieľom čo najväčšieho zisku, tak som vytvorila optimalizačný model. Model zohľadňuje aspekty predaja/výroby/nákupu/lúdi, ktoré vieme meniť v čase a po spustení sa štruktúra výroby zmení na optimálnu štruktúru, ktorá spĺňa všetky vopred dané podmienky s cieľom maximalizácie zisku.

Výrobky vyrábané v závode malotonážnej a organickej chémie si môžeme rozdeliť do dvoch pomyselných skupín. Prvá skupina bude skupina výrobkov, ktoré sa vyrábajú kontinuálnym spôsobom výroby, čo znamená, že výrobok sa vyrába neustále bez prestávky. Druhá skupina sa vyrába v príslušných reaktoroch diskontinuálne. Dopodrobna to znamená, že pracovník do reaktora pomocou počítača naváži podľa receptu presné množstvo vstupov a táto zmes sa tam mieša zabudovaným mixérom. Proces miešania trvá presný počet hodín a mieša sa za presne určenej teploty a rýchlosti. Rozoberieme si zloženie výdavkov potrebných na vedenie daných reaktorov, kde sa vyrábajú jednotlivé výrobky, ako aj počet ľudí a počet zmien.

Pre náš výpočet sme vybrali výrobky z reaktorov C, D, E, F, G, H a to Slovaprop 1, Slovaprop 2, Slovaprop 3, Slovaprop 4, Slovaprop 5, Decidol, RECH, TECH, Novamal.

2.2.1 Open Solver

Vo firme na pravidelné prepočty a riešenia maximalizácie zisku používajú program Open Solver. Používa sa kvôli jednoduchému nahodeniu ekonomických veličín do tabuliek, roztriedených a zoradených podľa potrieb a následné rýchle vypočítanie programu, ktorý nám vypočíta a doplní tabuľku údajmi, ktoré sú žiadané. Stačí, aby sme si stanovili kritérium optimality, charakter kritéria optimality, oblasť premenných modelu,

obmedzujúce podmienky, odkaz na bunku, typ obmedzenia a obmedzujúcu hodnotu. Je to rýchle, jednoduché a lacné riešenie pre firmu, ale predovšetkým účinné. Hlavnou úlohou je teda stanoviť si, čo chceme vypočítať a za akých podmienok. Ďalej si ujasniť, aké bude najlepšie riešenie rozdelenie tabuliek, aby riešenie bolo jasné, zreteľné, ale hlavne správne.

2.2.2 Ekonomické zhodnotenie vybraných výrobkov

Nasledujúce výpočty budeme realizovať pomocou pridaného programu OpenSolver, kde do potrebných tabuliek uvedieme zistené hodnoty potrebné na optimalizáciu a podelíme do skupín podľa výrobku a reaktorov a hlavné rozdelenie na kontinuálnu a diskontinuálnu výrobu. V tabuľkách pracujeme s celými číslami a počítame, že mesiac má 30 dní.

Diskontinuálne sa vyrába výrobok Slovaprop 1, Slovaprop 2, Slovaprop 3, Slovaprop 4, Slovaprop 5, z toho Slovaprop 1, Slovaprop 2, Slovaprop 3 prislúchajú reaktoru C, trvanie technologického postupu je 36 hodín po 12 ton u všetkých výrobkov rovnako. Výroba Slovapropu 4 trvá 24 hodín po 6 ton, Slovaprop 5 trvá 12 hodín po 6 ton a oba sa vyrábajú na reaktore D, viz tab.

Tabuľka č. 2: Diskontinuálna výroba, 1. časť
Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Košían, 2020)

Reaktor	Výrobok	Trvanie v hod.	Várka v tónach
C	Slovaprop 1	36	12
	Slovaprop 2	36	12
	Slovaprop 3	36	12
D	Slovaprop 4	24	6
	Slovaprop 5	12	6

Počet pracovníkov potrebných na riadenie reaktorov C a D je rovnaký, a to 2. K dispozícii máme 8 pracovníkov, ktorí pracujú po 12 hodinách na zmeny po 2, čo vychádza 2 zmeny na deň a 60 zmien za mesiac.

Tabuľka č. 3: Diskontinuálna výroba, 2. časť

Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Košan, 2020)

Reaktor	Počet pracovníkov	Počet pracovníkov k dispozícii	Počet zmien	Počet zmien/mesiac
C	2	8	4	60
D	2	8	4	60

Kontinuálna výroba je u výrobkov Decidol, RECH, TECH, Novamal. Je to linková výroba, kde sa vyrába každý produkt bez časových medzier, plynule. Každý z nich sa spracováva na svojom reaktore nasledovne: Decidol na reaktore E, RECH na reaktore F, TECH na reaktore G a Novamal na reaktore H. Maximálna výroba daných výrobkov vzostupne je 1, 1,5, 40, 20 t/deň.

Tabuľka č. 4: Kontinuálna výroba, 1. časť

Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Košan, 2020)

Výrobok	Reaktor	Max. výroba	Jednotka
Decidol	E	1	t/deň
RECH	F	1,5	t/deň
TECH	G	40	t/deň
Novamal	H	20	t/deň

V kontinuálnej výrobe sme taktiež vymedzili počty ľudí potrebných na obsluhu strojov na reaktoroch. Pri výrobe Decidolu sú potrební 3 ľudia, pričom k dispozícii máme 6 ľudí, a teda 2 zmeny, čo vychádza 15 zmien za mesiac.

RECH, TECH a Novamal fungujú každý na samostatný reaktor, no obsluhujú ich dokopy 5 ľudia súbežne. Máme k dispozícii 20 pracovníkov, ktorých teda rozdelíme do zmien po 4, čo je na mesiac 60 zmien.

Tabuľka č. 5: Kontinuálna výroba, 2. časť

Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Košan, 2020)

Výrobok	Počet potrebných pracovníkov	Počet pracovníkov k dispozícii	Počet zmien	Počet zmien/mesiac
---------	------------------------------	--------------------------------	-------------	--------------------

Decidol	3	6	2	15
RECH	5	20	4	60
TECH				
Novamal				

V celku v našej sledovanej výrobe máme teda dokopy k dispozícii 42 pracovníkov, ktorí pracujú na zmeny po 12 hodín v rôznych počtom podľa potrebnej obsluhy reaktorov. Jeden deň teda pracujú 2 zmeny na jednu prevádzku a na mesiac je to 60 zmien. Berieme, že mesiac má 30 dní. Fixné náklady vypočítané na vedenie všetkých reaktorov sú 385 794 € za mesiac, to zahŕňa náklady na marketing, údržba, poistenia, odpisy, náklady oddelenia správnej réžie, osobné náklady, úroky, jednoducho povedané všetky fixné náklady prislúchajúce danému podzávodu.

2.2.3 Ekonomika predaja na základe požiadavky predaja

Jednotlivé výrobky sú v tabuľke rozdelené podľa množstva ton, ceny za tonu a tržby z predaja. Forecast predaja sme dostali na základe dopytu a úprava prebieha v pozadí, podľa toho, ktoré ceny sú pre nás prípustné. Takto pripravený forecast sme optimalizovali a osekali na základ kapacity výroby s čo najlepším výsledkom hospodárenia. Cena je stanovená firmou podľa dlhoročných skúseností, dopytu a ponuky na trhu. Výpočet tržieb za jednotlivé výrobky sme zistili podľa vzorca $T = Q \cdot P$. Výsledky sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka č. 6: Ekonomika predaja, 1. časť

Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Košían, 2020)

Výrobok	Predajné množstvo v tonách	Cena/t	Tržby
Slovaprop 1	48	2 610 €	125 280 €
Slovaprop 2	96	2 880 €	276 480 €
Slovaprop 3	168	3 150 €	529 200 €

Slovaprop 4	72	3 168 €	228 096 €
Slovaprop 5	96	2 394 €	229 824 €
Decidol	10	11 574 €	115 740 €
RECH	48	9 729 €	466 990 €
TECH	440	1 081 €	475 770 €
Novamal	700	1 147 €	802 872 €
Spolu	1 678	1 937 €	3 250 252 €

V ďalšej tabuľke máme stanovené variabilné výrobné náklady na jednu tonu. Suma nákladov na suroviny potrebné pre výrobu, ktoré sa menia každou tonou, v tabuľke ako VVN/mj. Máme ich teda stanovené pre požadované predajné množstvo Q v tonách, v tabuľke stĺpec VVN.

Pridanú hodnotu výrobku na tonu sme vypočítali podľa vzorca $P - VVN/mj$ na každý výrobok. Následne pridajú hodnotu výrobku celkom, ktorá je prepočítaná na požiadavky predaja, teda množstvo Q.

Výroba spolu činí 966 € variabilných nákladov na tonu, 1 620 391 € variabilných nákladov na množstvo výroby, pridaná hodnota na tonu spolu je 971 € a na množstvo výrobkov celkom je 1 629 861 €. Všetky hodnoty sú vypočítané na mesiac.

Nakoniec si vypočítame výsledok hospodárenia pre vybrané výrobky, a to odčítaním fixných nákladov z celkovej pridanej hodnoty z výrobkov dokopy. Výsledok je plusový, a to 1 244 067 € za mesiac.

Tabuľka č. 7: Ekonomika predaja, 2. časť
Zdroj: vlastné spracovanie podľa (Košian, 2020)

Výrobok	VVN/mj	VVN	Pridaná hodnota výrobku/tona	Pridaná hodnota výrobku celkom
Slovaprop 1	1 464 €	70 272 €	1 146 €	55 008 €

Slovaprop 2	1 422 €	136 512 €	1 458 €	139 968 €
Slovaprop 3	1 441 €	242 122 €	1 709 €	287 078 €
Slovaprop 4	1 880 €	135 389 €	1 288 €	92 707 €
Slovaprop 5	1 384 €	132 826 €	1 010 €	96 998 €
Decidol	3 584 €	35 844 €	7 990 €	79 896 €
RECH	1 622 €	77 875 €	8 107 €	389 115 €
TECH	751 €	330 352 €	330 €	145 418 €
Novamal	656 €	459 200 €	491 €	343 672 €
Spolu	966 €	1 620 391 €	971 €	1 629 861 €
VH				1 244 067 €

Záver

V kapitole analýza súčasného stavu som sa snažila priblížiť aktuálnu situáciu vo firme z ekonomického hľadiska, rozobrala som jej zameranie, výrobu produktov a následný výber z kategórií a produktov do vybranej analýzy. Produkty som podelila do skupín podľa výrobných systémov na diskontinuálnu a kontinuálnu a popísala, čo je potrebné k výpočtom. Ďalšie rozdelenie je podľa reaktorov C, D, E, F, G, H, v ktorých prebieha výroba daných produktov.

3 Vlastné návrhy riešení

Po analyzovaní ekonomickej situácie v kapitole Analýza súčasného stavu a rozdelení výrobkov do výpočtových skupín na kontinuálnu a diskontinuálnu výrobu, následne si môžeme začať vytvárať optimalizačný model, ktorý je potrebný pre výpočet nášho cieľa.

Prvé, čo v modeli treba spraviť je, že si musíme určiť cieľ. Za cieľ sme si zvolili maximalizáciu zisku z výroby a následného predaja. Keď optimalizujeme výrobu, tak sa robí na základe maximalizácie variabilného rozpätia a potom k tomu dopočítavame fixné náklady. V excelovských tabuľkách je táto bunka označená písmenami *max*.

Druhú vec, čo pri tvorbe modelu musíme spraviť, je zvoliť si variabilnú premennú. Mojou variabilnou premennou je počet dávok jednotlivých výrobkov za mesiac, kde som musela zvoliť podmienku celočísla *-integer*, pri tomto technologickom postupe nemôžeme vyrábať časť dávky. Keďže požiadavky predaja nie sú v dávkach, ale v tonách, urobili sme prepočet dávok na tony a výrobu sme ohraničili predajom kvôli tomu, že nechceme momentálne čerpať zásoby, keďže je to viazanie cash-u.

Ohraničenie je tretia vec, ktorá je podmienkou pre spustenie prepočtu modelu, udáva sa kvôli počtu konečných hodnôt, inak by sa počítalo do konca možností programu. Zvolili sme si 5 obmedzujúcich podmienok. V diskontinuálnej výrobe sme stanovili 3 podmienky. Prvá je, že výrobné množstvo musí byť menšie alebo rovné ako požiadavky na predaj, platí pre reaktor C aj D.

Tabuľka č. 8: Diskontinuálna výroba, SOLVER 1
(Zdroj: vlastné spracovanie)

Diskontinuálna výroba	Výrobok	Množstvo - výroba	Počet dávok	Požiadavka predaja
	Slovaprop 1	0	0	48
	Slovaprop 2	72	6	96
	Slovaprop 3	168	14	168
	Slovaprop 4	72	12	72
	Slovaprop 5	96	16	96

V ďalšom kroku sme priradili každému výrobku vykalkulovanú pridanú hodnotu na jednotku a urobili sme prepočet aj na celé množstvá. Trvanie výroby 1 dávky sme vynásobili počtom dávok a dostali sme celkové trvanie množstevnej výroby.

Tabuľka č. 9: Diskontinuálna výroba, SOLVER 2

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Pridaná hodnota výrobku/tona	Pridaná hodnota výrobku celkom	Trvanie výroby 1 dávky	Trvanie celkom
210 €	- €	36	0
414 €	29 826 €	36	216
609 €	102 367 €	36	504
221 €	15 935 €	24	288
251 €	24 085 €	12	192

Počet zmien vypočítame podľa celkového trvania procesu výroby, ktoré je v hodinách podeleného jednou zmenou v hodinách, čo je 12 hodín. Ďalej si spočítame a rozdelíme zmeny podľa reaktorov na 2 skupiny. V Slovaprop 1-3 vyšlo 60 zmien a v Slovaprop 4-5 je 40 zmien. Počet zmien k dispozícii sme dosadili podľa tabuľky 2. Ďalšou podmienkou pri realizácii modelu bolo ohraňenie časového fondu výroby tak, aby počet zmien spolu pri reaktore C bol menší alebo rovný ako počet zmien k dispozícii. Tretia podmienka je rovnaká, iba pre reaktor D.

Tabuľka č. 10: Diskontinuálna výroba, SOLVER 3

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Počet zmien	Počet zmien spolu	Počet zmien k dispozícii
0		
18		≤
42	60	60
24		≤
16	40	60

Po nastavení modelu pre diskontnú výrobu, pokračujeme tvorbou modelu pre kontinuálnu výrobu. V prvom kroku si zase zvolíme variabilnú premennú, čo je v našom prípade množstvo výroby.

Ohraničujúca podmienka pre množstvo výroby bude požiadavka predaja, ani tu nečerpáme zo zásob.

Tabuľka č. 11: Kontinuálna výroba, SOLVER 1

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Kontinuálna výroba	Výrobok	Množstvo - výroba	Požiadavka predaja	Pridaná hodnota výrobku/tona
	Decidol	10	10	3 766 €
	RECH	45	48	4 271 €
	TECH	440	440	224 €
	Novamal	600	700	216 €

Do tabuľky doplníme pridanú hodnotu jednotlivých výrobkov na tonu a pridanú hodnotu výrobku celkovú, ktorú vypočítame ako pridanú hodnotu na tonu vynásobenú

množstvom. Počet dní výroby dostaneme, ak výrobné množstvo v tonách vydělíme výrobnou dávkou v tonách z tabuľky 3.

Počet zmien potrebných pre optimálnu výrobu vypočítame, ak počet dní daných výrob vynásobíme číslom 2, čo znamená počet zmien za deň. Zároveň nám ale platí štvrtá podmienka, že počet potrebných zmien nesmie presahovať počet zmien k dispozícii z tabuľky 4. Ak to nespĺňa, vynásobí sa číslom 1.

Tabuľka č. 12: Kontinuálna výroba, SOLVER 2

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Pridaná hodnota výrobku celkom	Počet dní výroby	Počet zmien	Počet zmien k dispozícii
37 662 €	10	10	15
192 173 €	30	60	60
98 697 €	11	22	60
129 658 €	30	60	60
max 630 402 €			

Za cieľ modelu sme si zvolili maximalizáciu hospodárskeho výsledku, v modeli je to pre nás variabilné rozpätie, čo predstavuje bunku s označením *max*. Po zostrojení modelu a zadaní všetkých potrebných aspektov sme model spustili a variabilné rozpätie z výroby a predaja nám vyšlo 630 402 €.

3.1 Ekonomika predaja na základe optimalizácie výroby

Štruktúru predaja na základe optimalizácie výroby sme spracovali taktiež v tabuľke, kde sme spojili dokopy diskontinuálnu a kontinuálnu výrobu podľa tabuľky 5 a 6. Predajné množstvo v tonách podľa výpočtov Solvera z predchádzajúcich tabuliek, cenu poznáme z interných zdrojov, tržby vypočítame ako množstvo krát cena.

Tabuľka č. 13: Optimalizácia výroby 1

(Zdroj: vlastné spracovanie)

Výrobok	Predajné množstvo v tonách	Cena/t	Tržby
Slovaprop 1	0	1 450 €	- €
Slovaprop 2	72	1 600 €	115 200 €
Slovaprop 3	168	1 750 €	294 000 €
Slovaprop 4	72	1 760 €	126 720 €

Slovaprop 5	96	1 330 €	127 680 €
Decidol	10	6 430 €	64 300 €
RECH	45	5 405 €	243 224 €
TECH	440	601 €	264 317 €
Novamal	600	637 €	382 320 €
Spolu	1 503	1 076 €	1 617 761 €

V ďalšej časti tabuľky máme taktiež uvedené variabilné výrobné náklady na jednotku z interných zdrojov a variabilné výrobné náklady vypočítané ako variabilné výrobné náklady na jednotku krát množstvo. Pridanú hodnotu na tonu určíme podľa vzorca $\text{cena/t} - \text{VVN/mj}$ a pridanú hodnotu výrobku celkom ako $\text{tržby} - \text{VVN}$. Celkový výsledok hospodárenia vyšiel záporný, a to -213 558 €.

Tabuľka č. 14: Optimalizácia výroby 2
(Zdroj: vlastné spracovanie)

Výrobok	VVN/mj	VVN	Pridaná hodnota výrobku/tona	Pridaná hodnota výrobku celkom
Slovaprop 1	1 464 €	- €	-14 €	-€
Slovaprop 2	1 422 €	102 384 €	178 €	12 816 €
Slovaprop 3	1 441 €	242 122 €	309 €	51 878 €
Slovaprop 4	1 880 €	135 389 €	-120 €	-8 669 €
Slovaprop 5	1 384 €	132 826 €	-54 €	-5 146 €
Decidol	3 584 €	35 844 €	2 846 €	28 456 €
RECH	1 622 €	73 008 €	3 783 €	170 216 €

TECH	751 €	330 352 €	-150 €	-66 035 €
Novamal	656 €	393 600 €	-19 €	-11 280 €
Spolu	962 €	1 445 524 €	115 €	172 237 €
VH				-213 558 €

3.2 Odporúčania

1. Na reaktore D ostalo 20 zmien voľných

Môžeme pracovníkov potrebovať len sezónne:

- 20 zmien prerátaných na eurá by sme mohli len odhadnúť, keďže nemáme prístup k platom zamestnancov. Budeme teda rátať s minimálnym výsledkom šetrenia, a to tak, že budeme počítať s minimálnou mzdou pre 3. stupeň náročnosti práce podľa Zákona č. 663/2007 Z. z. o minimálnej mzde v znení neskorších predpisov, čo je 812 € brutto plus odvody zamestnávateľa, ktoré sú vyjadrené percentom 35,2 % z brutto mzdy. Cena práce nám teda vyšla 1 097,82 €. To je suma, ktorú zaplatí zamestnávateľ, teda FORTISCHEM, a. s., tú vynásobíme počtom zmien daných na riadenie reaktora D, čo je 8. Z toho mi vyšlo, že na platy zamestnancov reaktora D sa minie minimálne 8 782,59 €. Ďalej som túto sumu podelila počtom zmien, ktoré vychádzajú za mesiac, ak má mesiac 30 dní, čo je 60 zmien. Na jednu zmenu to teda vychádza približne 146,38 €. A už len vynásobiť dvadsiatimi, čo je počet zmien, ktoré nie sú využité a kde teda môžeme ušetriť. Výsledok je **2 927,53 € za mesiac**, čo je v skutočnosti ako som už spomínala určite viac, keďže nepoznáme skutočné sumy plátov zamestnancov, počítame bez príplatkov ako osobné ohodnotenie, príplatky za prácu cez víkend, cez sviatok a za prácu v noci.
- Ďalej by sme mohli navrhnúť, že ak padne na daný mesiac sviatok, nebude sa pracovať, ak je to v danej situácii a pri danej zákazke možné, ušetrili by sme na príplatkoch a nevyužívané zmeny by sa eliminovali.
- Keďže reaktor D nie je naplno využitý, objednávky nechodia stále, mohli by sme si objednávky napláňovať na určité obdobie, napríklad na začiatok mesiaca, kde by pracoviisko fungovalo naplno a ďalšiu tretinu mesiaca, ako nám to teraz vyšlo,

by sa pracovalo v úspornom režime, bez osobných ohodnotení a taktiež šetrenie na vedenie reaktoru, a to napríklad energie. Taktiež si môžeme tvoriť zásoby, a teda nevyužitý čas využiť naplňaním skladov, s čím sa spájajú ďalšie náklady spojené s vedením skladu. Aj keď tieto čísla sú pri týchto výrobkoch zanedbateľné a vo výsledku sme stále v pluse, pretože máme využitých pracovníkov a pohotovejšie môžeme predávať zásoby. Riešenie by muselo mať dlhodobejší charakter, pretože nemôžeme sa zásobovať donekonečna, máme obmedzené kapacity, musíme pracovať s forecastom predaja.

- Môžeme pracovníkov potrebovať len sezónne, to znamená, že by boli počas odstavenia reaktora D využití na inej prevádzke alebo by boli všeobecne zamestnaní len na dohodu alebo živnosť a pracovali by len vtedy, kedy by bol spustený reaktor D.

2. Pravidelný nedostatok kapacity výroby

Tu je opačný problém, a to taký, že nám reaktor nestíha vyrábať a všetko beží naplno. Ak by bola táto situácia dlhodobá a dopyt stále rovnaký alebo väčší, mali by sme zvážiť investovanie do týchto reaktorov, navrhnúť investičnú akciu pod dohľadom odborníkov, ktorí by vyčíslili danú investíciu do zväčšovania výroby a zvážilo by sa podľa návratnosti investície a dlhodobého dopytu, či sa daná investícia oplatí. Investovanie je veľký risk, do ktorého firma v aktuálnej situácii nemôže vstúpiť sama, pretože jej VH je záporný, a to aj vďaka tomu, že investovala v roku 2018, sama by to teda neutiahla.

3. Voľné kapacity

Na základe ďalšieho forecastu predaja si pri voľných kapacitách môžeme vytvoriť zásoby výrobkov, eliminovať tak voľné miesta vo výrobe.

4. Nižší výsledok hospodárenia

Výpadok približne 60 000€ na výsledku hospodárenia kvôli obmedzeniam kapacity výroby. Podnik by po zvážení investičnej príležitosti, ktorá by odstránila pravidelné výpadky v kapacitách, mohol zvýšiť svoj výsledok hospodárenia. Objem zvýšených prostriedkov výsledku hospodárenia by vyplýval v závislosti od zvýšenia kapacít a samotnej investície.

Záver

Cieľom bakalárskej práce bolo nájsť slabé miesto vo vybranej časti výroby v spoločnosti FORTISCHEM, a. s. a optimalizovať výrobu s cieľom maximalizácie zisku s pozitívnym vplyvom na VH.

V teoretickej časti som priblížila problematiku, ktorá úzko súvisí s riadením firmy, analýzou výrobných procesov, nájdením optimálneho riešenia problematických miest vo výrobe.

Spoločnosť som predstavila v analytickej časti bakalárskej práce, rozobrala ekonomickú situáciu podľa interných dokumentov a verejne dostupných zdrojov. Premyslela som si, čo budem potrebovať na porovnanie a výpočty a na základe toho som zostrojila tabuľky roztriedené podľa výrobných systémov, kontinuálnosti a diskontinuálnosti, čo je hlavné delenie výrobných procesov a ďalej podľa výrobných reaktorov. Po delení som doplnila do tabuliek počet zmien, počet ľudí potrebných na riadenie reaktorov, počet hodín jednej zmeny, kapacita výroby a u diskontinuálnej výroby počet hodín jednej dávky. Ekonomiku predaja som rozobrala v ďalšej tabuľke, kde som stanovila variabilné výrobné náklady na tonu a na množstvo, cenu za tonu, predajné množstvo, tržby, pridanú hodnotu na tonu, pridanú hodnotu na množstvo výroby. Z toho sme stanovili výsledok hospodárenia na základe maximálneho využitia prevádzok, čo vyšlo pozitívne.

V návrhovej časti som si na základe predchádzajúcich tabuliek stanovila potrebné označenie stĺpcov v doplnkovom programe Solver. Po ich zadaní mi program vypočítal maximalizačnú bunku a počet potrebných zmien, ktoré by boli využité za daných podmienok. Zistila som, že 20 zmien za mesiac v reaktore D by bolo nevyužitých, čo značí dosť veľkú stratu. Navrhla som preto optimalizáciu tohto nedostatku viacerými spôsobmi. Tiež je v istých reaktoroch využitá kapacita výroby, ale dopyt po produktoch je stále žiadúci. Navrhla som preto investičnú akciu pre zväčšenie kapacity výroby pri veľkom a stálom dopyte po produktoch. Je to len návrh a ďalšie špecifikácie návrhu by si musela riešiť firma s kompetentnými osobami. Je na nich, ako a či by sa investícia oplatila po zvážení investícií, pri terajšej kapacite výroby je VH o 60 000 € menší ako žiada trh.

Zoznam použitej literatúry

CENIGA, Pavel a Peter MAJERČÁK. *Základy logistiky I*. Žilina: EDIS-vydavateľstvo ŽU, 2007. ISBN 978-80-8070-749-1.

ČAMBAL, Miloš a Viliam CIBULKA. *Logistika výrobného podniku*. Bratislava: Vydavateľstvo STU v Bratislave, 2008. ISBN 978-80-227-2904-8.

DOSKOČIL, R. *Kvantitatívne metódy*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladateľství Cerm, s.r.o. Brno, 2011. ISBN 978-80-214-4247-4.

DUPAL, Andrej a Ivan BREZINA. *Logistika v manažmente podniku*. Bratislava: Vydavateľstvo SPRINT - vfra Bratislava, 2006. ISBN 80-89085-38-5.

Finstat [online]. Bratislava, 2020 [cit. 2020-05-31]. Dostupné z: <https://www.finstat.sk/46693874>

FOLTÍNOVÁ, Alžbeta. *Nákladový Controlling*. Bratislava: Vydavateľstvo SPRINT - vfra Bratislava, 2007. ISBN 978-80-89085-70-5.

JABLONSKÝ, J. *Operační výzkum; kvantitatívne modely pro ekonomické rozhodování*. 1. vyd. Praha: PROFESSIONAL PUBLISHING, 2002. 323 s. ISBN 80-86419-42-8.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.

KOCMANOVÁ, Alena. *Ekonomické řízení podniku*. Praha: Vydavateľstvo Linde Praha, 2013. ISBN 978-80-7201-932-8.

KRÁL, Jaroslav. *Podniková logistika: Riadenie dodávateľského reťazca*. Žilina: EDIS-vydavateľstvo ŽU, 2001. ISBN 80-7100-864-8.

LAMBERT, Douglas, James STOCK a Lisa ELLRAM. *Logistika*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0.

LUKOSZOVÁ, Xenie a Ivan BREZINA. *Logistické technológie v dodávateľskom reťazci*. Praha: Ekopress, 2012. ISBN 978-80-86929-89-7.

NIELSEN, Soren. *Programming Languages and Systems in Computational Economics and Finance*. I. st edition. Springer Science+Business Media Dordrecht, 2002. ISBN 978-1-4613-5369-0.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika - používané metody*. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika - teorie a praxe*. Brno: Vydavatelství a nakladatelství CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.

SYNEK, Miroslav, James STOCK a Lisa ELLRAM. *Manažerská ekonomika*. 4. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1992-4.

Value stream mapping icons. In: *Atlasian* [online]. San Francisco: Atlasian, 2018 [cit. 2020-01-27]. Dostupné z: <https://wac-cdn.atlassian.com/dam/jcr:3f456c0a-300f-4f04-828b-8975a7b37b7c/Value-Stream-mapping-icons.2018-07-03-20-20-29.png>

VIESTOVÁ, Kristína. *Lexikón logistiky*. 2. vyd. Bratislava: Iura Edition, spol. s r.o., 2007. ISBN 978-80-8078-160-6.

Zákon NR SR č. 663/2007 Z. z. o minimálnej mzde v znení neskorších predpisov.

KOŠIAN, Patrik. 2020. FORTISCHEM a.s.. Interný dokument z oddelenia kontrolingu. Rukopis.

Zoznam vzorcov

- (1) Optimálna výrobná dávka
- (2) Optimálna výrobná dávka v absolútnej hodnote
- (3) Produktivita
- (4) Celková produktivita
- (5) Efektívny pracovný fond
- (6) Plánovaná výrobná kapacita
- (7) Plánovaná výrobná kapacita pri jednom druhu výrobku
- (8) Skutočná kapacita pracoviísk
- (9) Požadovaná kapacita
- (10) Výpočet zmeny montážnej plochy

Zoznam obrázkov

Obrázok č. 1: Delenie a priorita cieľov logistiky	13
Obrázok č. 2: Symboly hodnotových tokov	15
Obrázok č. 3: Rozhodovací proces	29
Obrázok č. 4: Klasifikácia systémových vied.....	30
Obrázok č. 5: Simplexová metóda	33
Obrázok č. 6: Logo firmy	38
Obrázok č. 7: Organizačná štruktúra	39
Obrázok č. 8: Výrobný úsek	40

Zoznam tabuliek

Tabuľka č. 1: Vzťah ekonomického a matematického modelu	32
Tabuľka č. 2: Diskontinuálna výroba, 1. časť	44
Tabuľka č. 3: Diskontinuálna výroba, 2. časť	45
Tabuľka č. 4: Kontinuálna výroba, 1. časť	45
Tabuľka č. 5: Kontinuálna výroba, 2. časť	45
Tabuľka č. 6: Ekonomika predaja, 1. časť	46
Tabuľka č. 7: Ekonomika predaja, 2. časť	47
Tabuľka č. 8: Diskontinuálna výroba, SOLVER 1	49
Tabuľka č. 9: Diskontinuálna výroba, SOLVER 2	50
Tabuľka č. 10: Diskontinuálna výroba, SOLVER 3	50
Tabuľka č. 11: Kontinuálna výroba, SOLVER 1	50
Tabuľka č. 12: Kontinuálna výroba, SOLVER 2	51
Tabuľka č. 13: Optimalizácia výroby 1	51
Tabuľka č. 14: Optimalizácia výroby 2	52

Zoznam grafov

Graf č. 1: Optimálna výrobná dávka.....	20
Graf č. 2: Zisk.....	38
Graf č. 3: Tržby.....	39

Prílohy

Zoznam príloh:

Príloha č. 1 – Analytic Solver

Príloha č. 1

[illegible]