

Technická univerzita v Liberci

Hospodářská fakulta

Bakalářská práce

1996

Jan Boháč

Technická univerzita v Liberci

Hospodářská fakulta

Obor Podniková ekonomie

Aplikace metod síťové analýzy

Číslo bakalářské práce: HF - KPE - 002

Jan Boháč

Vedoucí práce: Doc. Ing. Josef Sixta, CSc

Konzultant: Ing. Kavalír, vedoucí technologie NATE, a.s., Chotěboř

Počet stran: 41

Počet příloh: 2

Datum odevzdání: 24.5.1996

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Hospodářská fakulta

Katedra podnikové ekonomiky

Školní rok 1995/96

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

pro Jana Boháče

obor č. 6268 - 7 Podniková ekonomika

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb o vysokých školách a navazujících předpisů určuje tuto bakalářskou práci:

Název tématu: Aplikace metod síťové analýzy

Zásady pro vypracování:

Aplikujte znalosti metod síťové analýzy na organizaci a řízení výroby stroje EXAN STOP A v a.s.NATE Chotěboř.

Ve své bakalářské práci se zaměřte na:

- rozbor výkresové a výrobní dokumentace výše uvedeného stroje,
- určete kritické a subkritické operace a výrobní toky(cesty),
- ideový návrh možnosti aplikovat nákladovou analýzu pro zkrácení výrobního cyklu daného stroje.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Univerzitní knihovna
Voroněžská 1329, Liberec 1
PSČ 461 17

KPE/PE

H1s. 2. předl.

V 28/96 Hb

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma : " Aplikace
metod síťové analýzy " vypracoval samostatně a použil jen prame-
nů , které cituji a uvádím v přiložené bibliografii

V Liberci 24.5.1996


.....
Podpis

Sznam zkratek

KANALIZACE kanalizace

K. S. kanalizační společnost

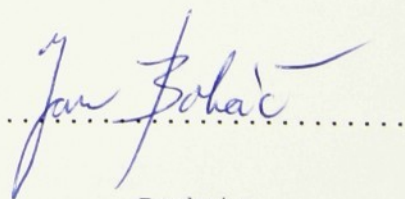
L. J. letní jízda

V. S. vnitřní systém

T. S. tabulka sítě

O. S. obrazek stroje

Rád bych tímto poděkoval Doc. Ing. Josefu Sixtovi, CSc za poskytnutí odborných rad a pomoci při vypracování bakalářské práce, a také Ing. Kavalírovi, vedoucímu technologie NATE, a.s., za poskytnutí cenných informací o výrobě stroje Exan stop A.



Podpis

Seznam zkratek

NATE	Nápojová technika	
a.s.	akciová společnost	8
t.j.	to jest	2
viz.	odkaz na	2
tab. č.	tabulka číslo	13
obr. č.	obrázek číslo	13

1.2.2		13
-------	--	----

1.2.3		14
-------	--	----

1.2.3.1		14
---------	--	----

1.2.3.2		14
---------	--	----

1.2.3.3		14
---------	--	----

1.2.3.4		14
---------	--	----

1.2.3.5		14
---------	--	----

1.2.3.6		14
---------	--	----

1.2.3.7		14
---------	--	----

1.2.3.8		14
---------	--	----

1.2.3.9		14
---------	--	----

1.2.3.10		14
----------	--	----

1.2.3.11		14
----------	--	----

1.2.3.12		14
----------	--	----

1.2.3.13		14
----------	--	----

1.2.3.14		14
----------	--	----

1.2.3.15		14
----------	--	----

1.2.3.16		14
----------	--	----

1.2.3.17		14
----------	--	----

1.2.3.18		14
----------	--	----

1.2.3.19		14
----------	--	----

1.2.3.20		14
----------	--	----

Obsah

Úvod	6
1. Charakteristika firmy Nápojová technika, a.s	8
1.2 Teoretické shrnutí poznatků o síťové analýze	10
1.2.1 Metody síťové analýzy	11
1.2.2 Základní pojmy	12
1.2.3 Konstrukce síťového grafu	14
1.2.3.1 Konstrukční prvky.....	14
1.2.3.2 Sestavení síťového grafu	15
1.2.3.3 Přečíslování síťového grafu	16
1.2.3.4 Časové ohodnocení	19
1.2.4 Cesta v síťovém grafu	20
1.2.5 Metoda CPM	20
2. Aplikace metod síťové analýzy	25
2.1 Sestrojení síťového grafu	25
2.2 Setřídění dat	26
2.3 Program SureTrack	33
2.4 Zadání dat do programu SureTrack	33
2.5 Stanovení kritických a subkritických cest	35
2.6 Ideový návrh na zkrácení výroby a ekonomické zhodnocení	36
Závěr	39
Seznam literatury	40
Seznam příloh	41

Úvod

Před rokem 1989 se všechny naše podniky nacházely v prostředí centrálně plánované centrální ekonomiky a velcí výrobci byli také zpravidla monopolními producenty. Vše procházelo centrálním plánováním, byly plánovány nákupní ceny materiálu pro výrobu, byla naplánována výroba z hlediska časové i nákladové náročnosti. Zároveň byla naplánována i prodejní cena výrobku.

Po roce 1989 české podniky byly nuceny projít mnoha změnami. Naše ekonomika se otevřela světu, stejně jako se svět, a to zejména západní, otevřel nám. S otevřením našeho trhu konkurenci ze světa se mnoho podniků ocitlo ve velmi těžké situaci, neboť tyto podniky se musely a musí učit mnoho věcí najednou a ve velmi krátké době. Naopak konkurence ze světa byla a je připravená. Továrny konkurence jsou vybaveny dokonalými informačními systémy, připravenými marketingovými strategiemi, které provází dokonalý marketingový průzkum trhu zákazníků. V neposlední řadě jsou to informace o vlastní výrobě, kdy existuje přehled o jednotlivých výrobních nákladech na jednotlivé výrobní operace a zároveň tento systém zobrazuje logické návaznosti jednotlivých operací.

Naše podniky po roce 1989 vstoupily do privatizace, jejím smyslem mělo být převedení státního majetku do privátního vlastnictví. Toto se povedlo zejména u Malé privatizace, obtížnější situace nastala u velkých průmyslových továren, které byly zařazeny do Kupónové privatizace. Ještě před tím však byla provedena částečná restrukturalizace v továrnách, kde se vyráběl širší sortiment. Tyto továrny byly rozděleny na menší celky, dle vyráběného sortimentu, a do

privatizace již vstupovaly menší firmy. Tento krok měl usnadnit managementu nových menších firem, aby se snadněji přizpůsobit tržní ekonomice, protože bylo nutné zavést nové metody v řízení, marketingu, ve financování a výrobě. To vše směřovalo a směřuje k jedinému cíli, úspěchu na trhu.

V bakalářské práci jsem se pokusil aplikovat metody síťové analýzy na výrobu stroje „Exanu stop A „ v Nápojové technice, a.s. Chotěboř.

Bakalářská práce se skládá ze čtyř hlavních částí. První část je zaměřena na rozbor situace ve firmě a setřídění teoretických poznatků o síťové analýze.

Druhá část se týká rozboru výrobní a výkresové dokumentace.

Je zde sestaven síťový graf na základě interních materiálů firmy NATE.

Třetí část se zabývá určením kritických a subkritických cest v síťovém grafu.

Ve čtvrté části jsem se pokusil navrhnout možnosti aplikace síťové analýzy na zkrácení výroby Exanu Stop A.

1. Charakteristika firmy

Nápojová technika, a.s.

Akciová společnost Nápojová technika, a.s., která používá zkratku NATE, vznikla 1. května 1992 v rámci privatizace státního podniku Chotěbořské strojírny. Firma Nate, a.s. se zabývá výrobou strojů a zařízení, určených pro potravinářské firmy, jejichž výrobní program je zaměřen na produkci a zpracování tekutých médií. Společnost se zabývá rovněž prodejem svých výrobků a zajišťuje podle požadavků zákazníků projektování linek, speciální konstrukce, výrobu, montáž, servis a kompletační obchodní činnost v rámci dodávek investičních celků. Stroje a zařízení tvořící linky mohou být podle přání plně mechanizované, jsou uzpůsobeny pro plnění a manipulaci do skleněných lahví nebo PET lahví různých velikostí a uzávěrů.

V současné době společnost vyrábí :

1) myčky lahví, které jsou provedeny jako návratné nebo průchozí, s koši z plastické hmoty nebo z plechu. Vyznačují se vysokou účinností při odlučování etiket, optimálními nároky na energii a dlouhou životností hlavních funkčních celků.

Co se týká myček, bez zahraniční spolupráce se jedná o typy TERMA a KONTIMA, a ve spolupráci s firmou Crown Cork typy CRONA.

2) plniče lahví, které zajišťují plnění nápojů sycených v provedení přetlakovém, nebo nesycených v provedení vakuovém. U přetlakových plničů je plnicí systém bez plnicí trubky s hladinovým plněním. Pohon plničů je zajišťován mo-

derním regulovaným systémem, řízeným frekvenčním měničem. Není opomenuta dokonalá sanitovatelnost částí strojů přicházejících do styku s plněnou kapalinou. Plniče lahví v NATE, a.s. bez zahraniční spoluúčasti představují výrobky typu VERAL. K těmto typům pak přísluší ještě doplňková zařízení - sanitace pro uvedené typy, vypěňovací zařízení, dopravníky uzávěrů, plošiny.

Dalším typem přetlakových plničů, jsou výrobky Koral 72 a Koral 86, které jsou vyráběné ve spolupráci s firmou Crow Cork.

3) kontrolní zařízení, které zajišťují čistoty lahví před plněním, kontrolují výšku hladiny po naplnění a uzavření láhví. Další zařízení slouží ke kontrole úplnosti lahví v přepravce.

V průběhu doby od vzniku NATE, a.s. byly zajišťovány v oblasti kontrolních zařízení především typy EXAN

4) výrobny sycených nápojů, vyráběné v několika alternativách slouží k výrobě různých druhů nápojů, při možnosti regulace v širokém rozsahu, přesné regulaci sycení a směšování

5) dopravníky lahví mezi jednotlivými stroji, které jsou v nerezovém provedení, přímé nebo křivoběžné s regulací rychlosti. Podle uspořádání projektu, s možností vytváření zásab mezi jednotlivými stroji

6) dopravníky uzávěrů, které je možné dodat pro uzávěry korkové, šroubové nebo plastové, popřípadě jejich kombinaci

7) zařízení pro měření koncentrace a dávkování mycích roztoků s možností výstřiku lahví vodou, parou nebo inertními

plyny. Tento sterilizátor je řešen jako sólo stroj, nebo v pevné vazbě na plnič

V rámci obchodní, projekční a dodavatelské činnosti jsou tyto stroje kompletovány do lahvárenských linek dalšími zařízeními. Jedná se hlavně o :

- vkladače, vykladače,
- tunelové a průtokové pastery,
- etiketovačky lahví,
- centrální čistící zařízení,
- sirupové hospodářství.

K 1.1.1996 bylo ve firmě NATE zaměstnáno 595 lidí. V tomto roce se firma přestěhovala do nové reprezentační budovy. Byla v ní umístěna veškerá administrativa podniku. Tento objekt byl k tomuto účelu postaven a tomu odpovídá nejen interiér, ale například i rozmístění počítačových sítí.

1.2 Teoretické shrnutí poznatků o sítové analýze

Ekonomický rozvoj vyžaduje zvyšování technické úrovně výrobků. Stupňující se nároky na pracnost a celkový rozsah činností vedou k využívání všech racionalizačních možností pro zkracování průběžných časů přípravy nových výrobků a snižování nákladů. V oblasti plánování a racionalizace zaujímají přední místo metody sítové analýzy (MSA). Tyto metody řeší problematiku složitých systémů, zejména pak vazby

mezi jejich jednotlivými prvky. Důležitým nástrojem zobrazení a řešení je použitá teorie grafů. [1]

1.2.1 Metody síťové analýzy

Mezi nejpoužívanější metody patří metody síťové analýzy CPM a PERT. Metoda CPM se zabývá deterministickými modely a metoda PERT modely stochastickými. Praktické využití metody CPM a metody PERT je zejména v oblasti plánování vývojových a výzkumných prací, v plánování a zajišťování realizace technologických projektů a v některých dalších případech zabývajících se technologickou přípravou výroby.[2]

Obě tyto metody se zabývají analýzou činností ve složitých procesech z hlediska jejich časového průběhu, zvláště pak průběhu těch činností, které určují konečný termín celého procesu, tzv. kritických činností. Posloupnost těchto činností znamená kritický průběh - kritickou cestu. Sestavování plánů pomocí metod kritické cesty je vzhledem k rozsahu prováděno pomocí techniky - počítačů. [3]

Na bázi základních metod vznikly desítky jejich modifikací a zobecnění. Ze všech činitelů, kteří přicházejí v úvahu se zaměřují na jediný a nejdůležitější - čas.

¹ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a opráční analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 105

² Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a opráční analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 105

³ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a opráční analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 105

Metody analýzy kritické cesty vycházejí z teorie grafů. Síťový graf je chápán jako model projektu. Obsahuje charakteristiky vztahující se jak na jednotlivé činnosti, tak na model jako celek. Teorie metod síťové analýzy se dále vyvíjí. Důležitými směry jejího vývoje je vzrůstající pružnost síťových grafů a algoritmů, v nutných situacích přechod ke složitějším stochastickým síťovým grafům a k rozvrhování zdrojů v rozsáhlých projektech.^[4]

1.2.2 Základní pojmy

V této kapitole se pokusím shrnout základní pojmy týkající se síťové analýzy.

Uzel - vyjadřuje začátek nebo konec činnosti.

Hrana - grafické znázornění činnosti

Činnost - vlastní provádění konkrétní pracovní operace.

Činnost fiktivní - činnost, která nespotřebovává ani čas ani zdroje.

Projekt - soubor činností, ze kterých se skládá pracovní proces a které směřují k řešení stanoveného úkolu.

⁴ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 105

Síťový graf - grafické znázornění projektu, které vyjadřuje vazby mezi jednotlivými činnostmi. Je modelem projektu.

Graf uzlově definovaný - činnosti jsou v něm znázorněny pomocí uzlů.

Graf hranově definovaný - činnosti jsou v něm znázorněny pomocí orientovaných hran

Cesta - je posloupnost všech činností na sebe navazujících, jimiž se v síťovém grafu musí projít od počátečního uzlu ke koncovému uzlu grafu.

Kritická cesta - cesta s nejdelším trváním, určuje délku projektu, nemá časovou rezervu.

Subkritická cesta - cesta s velmi malou časovou rezervou.

Řetěz - cesta v neorientovaném grafu.

Cykl v grafu - cesta, která začíná a končí ve stejném uzlu.

Grafické znázornění některých základních pojmů.

obr.č.1

Uzel:



Hrana:

- orientovaná



- neorientovaná



1.2.3 Konstrukce síťového grafu

1.2.3.1 Konstrukční prvky síťového grafu

Základními konstrukčními prvky síťového grafu jsou:

1. Uzly
2. Činnosti

Uzel je začátkem nebo koncem činnosti. Není tedy prováděním činnosti, ale označuje pouze okamžik, kdy určitá ohraničená činnost končí a jiná, na ni navazující, může začít. Neklade nároky na čas ani na zdroje, pracovní síly, mechnizační prostředky.

Musí vyhovovat třem základním podmínkám:

1. Vztahuje se k důležitému kontrolnímu bodu projektu.
2. Je začátkem nebo koncem pracovního úkonu.
3. Nespotřebovává žádný čas ani žádné zdroje.⁵

Činnost - „vyjadřuje určitou pracovní operaci (např. montáž strojů, objednávku materiálu ap.). Graficky je znázorněna orientovanou hranou, tj. úsečka se šipkou, která probíhá mezi dvěma uzly.

Činnost musí splňovat dvě základní podmínky:

1. Probíhá mezi dvěma uzly a představuje konkrétní práci.

⁵ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST ,Liberec 1986, str. 109

2. Vyžaduje čas a zdroje, materiál, prostor, pracovní síly ap.

Stejně jako uzel i hranu můžeme symbolicky označit.^[6]

Uzel nemůže nastat, pokud nejsou skončeny všechny činnosti do něj vstupující.

1.2.3.2 Sestavování síťového grafu

Při sestavování síťového grafu musíme dodržet tyto zásady:

1. Uzly a činnosti musí nastávat v logickém sledu.
2. Činnosti představující čas a práci, kterou je nutno vynaložit, abychom se dostali od jednoho uzlu ke druhému.
3. Žádný uzel nemůžeme považovat za dosažený, pokud neskončily všechny činnosti, které do něho vcháží.
4. Žádnou činnost nelze zahájit, aniž předem nastal její výchozí uzel, tj. uzel, z něhož vychází. ^[7]

Při vlastním sestavování síťového grafu můžeme použít následující metody:

a) metoda postupu vpřed

⁶ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a opráční analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 111

⁷ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a opráční analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 115

Při aplikaci této metody vycházíme z počátečního uzlu. V každém uzlu si klademe otázku: Jaká činnost následuje po dosažení tohoto uzlu ?

b) metoda postupu vzad

Při použití této metody vycházíme z koncového uzlu. V každém uzlu si klademe otázku: Co musíme udělat bezprostředně před dosažením tohoto uzlu ?^[8]

O tom, kdo si kterou metodu vybere, rozhoduje v podstatě on sam, podle toho, která metoda mu více vyhovuje při sestavování grafu. Někdy je to ovlivněno dostupností údajů nutných k sestavení, jindy je to ovlivněno schopností pracovníka přemýšlet deduktivně či induktivně.

Sestrojený síťový graf je třeba hranově ohodnotit. To znamená, že je nutné stanovit doby trvání jednotlivých činností. V sestrojeném grafu existuje jedna nebo několik cest, které vedou od počátečního uzlu ke konečnému. Nejdelší součet hranových ohodnocení cesty z nich pak označujeme jako kritickou cestu.^[9]

1.2.3.3 Přechíslování síťového grafu

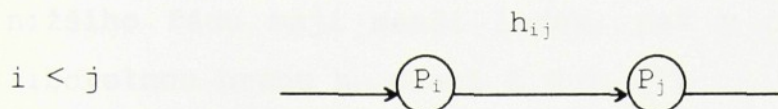
Po sestavení síťového grafu je třeba provést ohodnocení hran a označení uzlů. U složitějších sítí je možno k hranám pro větší přehlednost připsat názvy činností, které představují.

⁸ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 105

⁹ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 116

Dále je nutno provést uspořádání (přečíslování) sítě tak, aby pro každou hranu sítě h_{ij} platilo:

obr.č.2



K přečíslování sítě můžeme použít dva algoritmy:

1. Grafický algoritmus pro sítě malých rozměrů.
2. Fordův algoritmus pro sítě velkých rozměrů.

Grafický algoritmus

Při aplikaci této metody postupujeme:

1. Počátečnímu uzlu přidělíme řád 0.
2. Přeškrtneme všechny hrany vystupující z počátečního uzlu P_0 .
Může nastat situace, že několik uzlů nebude mít vstupní hrany. Těmto uzlům přidělíme řád 1 a budeme je nazývat uzly 1. řádu. Přeškrtneme všechny hrany vystupující z uzlu 1. Opět může nastat situace, kdy jeden nebo více uzlů nebudou mít vstupní hrany. Nazveme je uzly 2. řádu. Každý uzel 2. řádu je spojen s počátečním uzlem prostřednictvím uzlu 1. řádu.
3. Pokračujeme ve škrtnání hran a přidělování řádů uzlům, až dosáhneme koncového uzlu.
4. Každý uzel sítě má nyní přidělen řád: Očíslování uzlů provedeme následujícím způsobem:

Jedinému uzlu nultého řádu P_0 přidělíme číslo 0.

Uzlům prvního řádu přidělíme čísla $1, 2, \dots, n_1$

Uzlům druhého řádu přidělíme $n_1 + 1, n_1 + 2, \dots$

Protože uzly stejného řádu nejsou navzájem spojeny a uzly nižšího řádu mají menší index, pak v očíslované síti pro libovolnou hranu h_{ij} platí $i < j$. [¹⁰]

Fordův algoritmus

Tento způsob uspořádání síťového grafu se používá pro sítě velkých rozměrů. Při použití výpočetní techniky bývá tento algoritmus v programovém vybavení počítače a přečíslování sítě se provádí v počítači.

Pro výklad algoritmu zavedeme označení:

P_i - uzel $i = 0, \dots, n$ n - počet uzlů vsíti

λ - hodnota uzlu

h_{ij} - hrana spojující dva uzly

Postup uspořádání sítě:

1. Každému uzlu P_i přiřadíme proměnou: $\lambda_i = 0$
2. Každé hraně h_{ij} přiřadíme konstantu: $h_{ij} = 1$
3. V jednotlivých krocích výpočtu se postupně procházejí všechny uzly sítě a jejich hodnoty (λ_i) se postupně nahrazují nově vypočtenými hodnotami.

Nová hodnota (λ) uzlu se vypočte:

¹⁰ Doc. Ing. Josef Sixta, CSC, Ing. Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 123

Z množiny hran vstupujících do uzlu se vybere ta, u které je součet hodnoty uzlu, ze kterého vychází a hrany nejvyšší:

$$\lambda_i = \max \{ \lambda_j + h_{ij} \}$$

Touto hodnotou se nahradí původní hodnota uzlu.

4. Kroky výpočtu se opakují tak dlouho, až se hodnota žádného uzlu v síti nemění.^[11]

1.2.3.4 Časové ohodnocení hran

Po sestavení síťového grafu projektu a jeho grafickém zobrazení je nutné jednotlivé činnosti časově ohodnotit - to znamená určit předpokládanou dobu trvání provádění každé činnosti. Tato doba se vyjadřuje v počtu časových jednotek, které musí být v celém síťovém grafu stejné.

Mohou to být:

- hodiny
- dny
- týdny
- měsíce, apod.

Pomocí časových jednotek bude možné provést výpočet kritické cesty a dalších údajů o činnostech a uzlech. Tak získáme informace o časových možnostech, potřebě či nedostatku času u činnostech, na nichž je závislý zadaný konečný termín.

Doba trvání se určuje s ohledem na:

- způsob provedení činnosti a její pracnost,
- počet a kvalifikaci pracovníků provádějících činnost,

¹¹ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing. Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 127

- pracovní režim, délku směny a směnnost,
- počet, kruh a výkon nasazených strojů,
- různé prostoje a ztrátové časy, atd.

Doba trvání se obvykle zapisuje v síťovém grafu pod hranu činnosti doprostřed, obecně se označuje symbolem h_{ij} .

Informace o projektu se zpravidla zadávají tabulkou, ve které se uvádí seznam všech činností, činnosti následující a délka trvání činností.^[12]

1.2.4 Cesta v síťovém grafu

Dalším krokem při konstrukci síťového grafu je výpočet termínů, ve kterých lze očekávat splnění uzlů v síti.

Pod pojmem cesta budeme rozumět posloupnost činností, která začíná v počátečním uzlu P_0 , prochází celým síťovým grafem, jednotlivé činnosti na sebe navazují a končí v koncovém uzlu P_n .

Tak jako každá činnost má i cesta svojí dobu trvání. Je to součet dob trvání všech činností, jejichž posloupnost tvoří příslušnou cestu v síťovém grafu. ^[13]

1.2.5 Metoda CPM

¹² Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 105

¹³ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 137

Metoda CPM pracuje s deterministickými modely projektů, kdy pro každou činnost je na základě navrhované technologie a organizace práce plánovaná očekávaná doba trvání činnosti. Metoda CPM umožňuje stanovit, které činnosti tvořící projekt jsou kritické vzhledem k plánovanému termínu dokončení projektu.

Postup při použití metody CPM

- 1) Provedeme plánování postupu jednotlivých činností řešeného projektu pomocí síťového grafu.
- 2) Určíme doby trvání jednotlivých činností a stanovíme dílčí termíny.
- 3) Vyhledáme kritickou cestu a provedeme její analýzu.
- 4) Stanovíme časové rezervy.

Stanovení časové náročnosti

Základní pojmy :

t_{ij} - očekávaná doba trvání činnosti (ij)

Čas, který byl stanoven na základě použití technologie a organizace práce za daných podmínek pro každou činnost.

t_i - nejdříve možný začátek činnosti (ij)

Časový okamžik, ve kterém může být příslušná činnost nejdříve zahájena. Činnost (ij) může nejdříve začít po skončení všech činností, které vstupují do uzlu P_i . Hodnota t_i bude určena součtem dob trvání předcházejících činností. Vstupuje-li do uzlu P_i více cest vybereme vždy tu, jejíž časové rozpětí je nejdelší (je tedy nutno pro další výpočet vybrat vždy tu cestu, je-

jíž součet dob trvání jednotlivých činností je nejvyšší).

t_j - nejdříve možný konec trvání činnosti (ij)

$$t_j = t_i + t_j$$

Nejdříve možný konec trvání činnosti (ij) vypočítáme jako součet doby nejdříve možného začátku a očekávané doby trvání této činnosti. Vstupuje-li do uzlu P_j více cest, bude t_j stanoven dobou trvání činnosti na nejdelší cestě.

t_n - nejdříve možný konec celého projektu P

Je určen nejvyšším součtem dob trvání jednotlivých činností ležících na příslušné cestě.

λ - požadovaný termín ukončení projektu P

Je-li splněna nerovnost $\lambda = t_n$, je průběh navrhovaných činností reálný a projekt může být za daných podmínek ukončen během plánované doby.

T_n - nejpozději přípustná doba ukončení projektu P, $T_n = \lambda$

T_j - nejpozději přípustný konec činnosti (ij)

Pro jednotlivé uzly stanovíme :

T_j - termín nejdříve možného výskytu uzlu. Je to takový termín, který může nejdříve nastat po skončení všech činností, které do uzlu vstupují (mohou být nejdříve zahájeny činnosti, které z uzlu vystupují).

T_j^1 - termín nejpozději přípustného výskytu uzlu.

Je to termín, ve kterém musí nejpozději skončit všechny činnosti vstupující do uzlu, musí být zahájeny všechny činnosti z uzlu vystupující.

T_n^0 - trvání projektu - trváním projektu označujeme nejdříve možný termín uzlu P_n . Je to minimální počet časových jednotek, který je nutný k realizaci projektu.

Algoritmus výpočtu pro nalezení začátků nejdříve možných a nejpozději přípustných termínů uzlů a stanovení kritické cesty

Výpočet začátku nejdříve možných a nejpozději přípustných termínů uzlů lze provést třemi způsoby :

- 1) ruční výpočet v síťovém grafu vhodný pro menší grafické sítě,
- 2) výpočet metodou základního Fordova algoritmu,
- 3) pomocí modifikované incidenční matice.

ad1) Ruční výpočet v síťovém grafu

Výpočet se provádí ve dvou etapách.

Každý uzel sítě si graficky uspořádáme podle obr. Z obrázku je zřejmé umístění jednotlivých termínů.

obr. č. 3



j - číslo uzlu

t_i - nejdříve možný začátek činnosti

T_j - nejpozději přípustný konec činnosti.

Postup výpočtu pro t_i :

1) U počátečního uzlu P_0 zapíšeme do levého dolního políčka 0.

2) Na konci všech hran vycházejících z počátečního uzlu zapíšeme hodnotu vypočítanou podle vztahu :

$$t_j = t_0 + t_{0j} \quad (\text{u ostatních uzlů : } t_j = t_i - t_{ij})$$

3) Nalezneme uzel, u něhož jsou všechny hrany směřující do uzlu označeny a vybereme maximální hodnotu, kterou označíme rámečkem a zapíšeme do levého dolního políčka uzlu.

4) Opakujeme druhý a třetí krok pro všechny ostatní uzly v síti, až označíme i koncový uzel P_n .

Pro koncový uzel zvolíme $t_n = T_n$.

Postup výpočtu pro T_j nejpozději přípustný konec činnosti

1) U koncového uzlu P_n zapíšeme do pravého dolního políčka vypočtenou hodnotu $t_n = T_n$.

2) Na začátku všech hran ústících do koncového uzlu zapíšeme hodnotu $T_n - t_{ij}$.

3) Najdeme uzel, u něhož jsou označeny všechny hrany, které z něho vycházejí. Vybereme minimální vypočtenou hodnotu, označíme ji a zapíšeme do pravého dolního políčka.

4) Krok 2 a 3 opakujeme u všech uzlů v síti, až dojdeme k počátečnímu uzlu P_0 . Pro počáteční uzel P_0 musí pro T_0 vyjít také nula. Jestliže vyjde jiná hodnota, je ve výpočtu chyba.

Činnosti, které mají vypočtené hodnoty na začátku i na konci hran označené (tzn. že tyto hodnoty byly vybrány k zápi-

su do dolních políček příslušného uzlu), jsou kritické. Jejich posloupnost z uzlu P_0 , která vede ke koncovému uzlu P_n je kritická cesta a v grafu ji označujeme buď silnou časou nebo barevně. Uzly, pro které platí $t_i = T_i$, leží na kritické cestě.^[14]

2. Aplikace metod síťové analýzy v praxi

Pro aplikaci jsem využil poznatky, které jsem získal během povinné praxe v podniku NATE. Nejprve jsem se chtěl pokusit aplikovat síťovou analýzu na výrobu myčky lahví, avšak toto by nebylo vhodné z hlediska rozsáhlosti projektu, neboť by to překročilo rozsah bakalářské práce. Proto jsem pro bakalářský projekt vybral stroj s názvem Exan stop A. Jedná se o zařízení, které testuje čistotu lahví v plnicí lince po umytí v myčce. Tento typ se zařazuje za prohlížečku lahví, je bez kontroly vyšších a nižších lahví, neboť tato kontrola je součástí předřazené prohlížečky. Zařízení kontroluje zbytkové kapaliny v lahvích a je schopno zachytit i alkaličkový film na vnitřní stěně láhve. V případě pozitivní nálezu nečistoty tento stroj automaticky zastaví dopravník lahví a vadná láhev může být vyjmuta.

2.1 Sestrojení síťového grafu

V NATE bylo nutné nashromáždit nutná data k sestrojení síťového grafu. Data byla získávána z programu Sysklass firmy

¹⁴ Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing. Helena Žuková: Systémové inženýrství a operační analýza, VŠST, Liberec 1986, str. 144

GTS Dětva, z roku 1992. Tento program se používá v technologickém oddělení firmy NATE, soustřeďuje údaje o konstrukci a výrobě strojů v NATE, a.s.. K sestrojení síťového grafu bylo třeba získat technologické návaznosti jednotlivých výrobních operací. K tomuto účelu výborně posloužil strukturní kusovník. Podle údajů z něho vyplývajících bylo možno sestrojit síťový graf. Uvažováno bylo pouze s položkami, které znamenaly výrobní operace. Naopak položky strukturního kusovníku, které označovaly nakupované díly, byly vypuštěny, neboť u nich nelze jednoznačně určit časovou náročnost a náklady. Bohužel do síťového grafu by bylo též vhodné zahrnout i činnosti skladování polotovarů během výroby. Bohužel tyto činnosti nikde nejsou evidovány, nelze u nich určit časovou náročnost a náklady s nimi spojené se zahrnují do výrobku formou režie.

Celkem bylo vybráno 99 položek, ze kterých byl sestaven síťový graf. V každé jednotlivé položce je zahrnuto několik typů činností od přípravy materiálu ve skladě, tzn. vyskladnění, dělení materiálu, obrábění, montáže podsestav, sestav, až po konečnou montáž stroje Exan stop A.

2.2 Setřídění dat

Ze Sysklassu byly získány informace o délkách trvání jednotlivých činností a nákladech s nimi spojenými. Byly sestaveny do tabulky č.1

V tabulce jsou uvedeny kódy položek ve sloupci Activity ID. Tyto kódy jsou nutné pro pozdější počítačové zpracování.

Ve sloupci WBS jsou uvedena čísla výkresové dokumentace firmy NATE. Byla velice důležitá při vyhledávání jednotlivých

vých parametrů činností, neboť jsou i hlavním identifikátorem v počítačové síti NATE. Takže pokud bylo nutné cokoliv zjistit o výrobě nějakých částí, bylo nutné zadat WBS.

V dalších sloupcích jsou uvedeny názvy činností, jejich časová náročnost, mzdové náklady. To vše bylo třeba takto setřídít aby bylo možno tato data zadat do počítače. Tato data ukazuje tabulka číslo 1.

SE010	253151114103	plavění	0,1	6
SE011	5952070	vložka	0,413	33
SE020	13717405152	plach le 1,5x1000x2000	0,2	19
SE020	4484500	plach	0,343	51
SE030	197142331401	tvč hr 143149010	0,1	6
SE030	5952080	tvč	1,28	27
SE040	283151114202	plavění	0,5	30
SE040	5952050	vložka	1,723	103
SE050	152072310024	tvč lc 8x2000	0,15	9
SE0150	5952080	plach	0,656	53
SE0160	152172310026	tvč hr 8x2000	0,053	2
SE0160	5947080	tvč	1,3	79
SE0170	132172310027	tvč hr 25x300	0,3	19
SE0170	5917050	plach	1,337	78
SE0180	132172310028	plach	0,09	6
SE0190	321173010029	plach	1,022	24
SE0200	132172310030	plach	0,08	4
SE0210	132172310031	plach	0,082	5
SE0220	132172310032	plach	0,082	5
SE0230	132172310033	plach	0,082	5
SE0240	132172310034	plach	0,082	5
SE0250	132172310035	plach	0,082	5
SE0260	132172310036	plach	0,082	5
SE0270	132172310037	plach	0,082	5
SE0280	132172310038	plach	0,082	5
SE0290	132172310039	plach	0,082	5
SE0300	132172310040	plach	0,082	5
SE0310	132172310041	plach	0,082	5
SE0320	132172310042	plach	0,082	5
SE0330	132172310043	plach	0,082	5
SE0340	132172310044	plach	0,082	5
SE0350	132172310045	plach	0,082	5
SE0360	132172310046	plach	0,082	5
SE0370	132172310047	plach	0,082	5
SE0380	132172310048	plach	0,082	5
SE0390	132172310049	plach	0,082	5
SE0400	132172310050	plach	0,082	5
SE0410	132172310051	plach	0,082	5
SE0420	132172310052	plach	0,082	5
SE0430	132172310053	plach	0,082	5
SE0440	132172310054	plach	0,082	5
SE0450	132172310055	plach	0,082	5
SE0460	132172310056	plach	0,082	5
SE0470	132172310057	plach	0,082	5
SE0480	132172310058	plach	0,082	5
SE0490	132172310059	plach	0,082	5
SE0500	132172310060	plach	0,082	5
SE0510	132172310061	plach	0,082	5
SE0520	132172310062	plach	0,082	5
SE0530	132172310063	plach	0,082	5
SE0540	132172310064	plach	0,082	5
SE0550	132172310065	plach	0,082	5
SE0560	132172310066	plach	0,082	5
SE0570	132172310067	plach	0,082	5
SE0580	132172310068	plach	0,082	5
SE0590	132172310069	plach	0,082	5
SE0600	132172310070	plach	0,082	5
SE0610	132172310071	plach	0,082	5
SE0620	132172310072	plach	0,082	5
SE0630	132172310073	plach	0,082	5
SE0640	132172310074	plach	0,082	5
SE0650	132172310075	plach	0,082	5
SE0660	132172310076	plach	0,082	5
SE0670	132172310077	plach	0,082	5
SE0680	132172310078	plach	0,082	5
SE0690	132172310079	plach	0,082	5
SE0700	132172310080	plach	0,082	5
SE0710	132172310081	plach	0,082	5
SE0720	132172310082	plach	0,082	5
SE0730	132172310083	plach	0,082	5
SE0740	132172310084	plach	0,082	5
SE0750	132172310085	plach	0,082	5
SE0760	132172310086	plach	0,082	5
SE0770	132172310087	plach	0,082	5
SE0780	132172310088	plach	0,082	5
SE0790	132172310089	plach	0,082	5
SE0800	132172310090	plach	0,082	5
SE0810	132172310091	plach	0,082	5
SE0820	132172310092	plach	0,082	5
SE0830	132172310093	plach	0,082	5
SE0840	132172310094	plach	0,082	5
SE0850	132172310095	plach	0,082	5
SE0860	132172310096	plach	0,082	5
SE0870	132172310097	plach	0,082	5
SE0880	132172310098	plach	0,082	5
SE0890	132172310099	plach	0,082	5
SE0900	132172310100	plach	0,082	5

Activity ID	WBS	výrobek	normohodiny	minuty	Mzdy	Celk.nakl.
SKŘIŇ ELEKTRONIKY						
SE0010	283151114103.	plexisklo	0,1	6	0,6	6
SE0110	5952070	vložka	0,413	25	13,7	137
SE0020	137171065152.	plech le 1,5x1000x2000	0,2	12	8	80
SE0120	4493600	plech	0,843	51	27,3	273
SE0030	197142331400.	tyč 4hr 14x14x3000	0,1	6	4	40
SE0130	5952060	tyč	1,29	77	42,4	424
SE0040	283151114302.	plexisklo	0,5	30	20	200
SE0140	5950880	vložka	1,723	103	64,4	644
SE0050	152070300008.	tyč kc 8x2000	0,15	9	6	60
SE0150	5916980	matice	0,886	53	29,4	294
SE0060	152070280008.	tyč kr. 8x2000	0,033.	2	1,6	16
SE0160	5947660	tyč	1,3	78	37	370
SE0070	132170280022.	tyč kr. 22x3000	0,3	18	12	120
SE0170	5917050	sroub	1,307	78	47,9	479
SE0080	137171065202.	plech le 2x1000x2000	0,09	5	3,6	36
SE0180	3911130	plech	0,402	24	13,4	134
SE0090	137171065202.	plech le 2x1000x2000	0,08	4	3,2	32
SE0190	4478090	plech	0,357	21	11,9	119
SE0092	6520502	spoj plošný	2,745	165	94,8	948
SE0310	6633163	skříň elektroniky	6,5	390	317	3170
SE0210	6520191	panel čelní	1,5	90	88	880
SE0091	1818781	skříň	18,389	1103	750,3	7503

Activity ID	WBS	výrobek	normohodiny	minuty	Mzdy	Celk.nakl.
PLECH1						
PL0010	137171065202.	plech le 2x1000x2000	0,08	5	3,2	32
PL0110	4478090	plech 1	0,357	22	11,9	119
DESKA						
DE0110	4490570	deska	0,382	23	39,7	397
DE0010	722643000020.	mater	0,1	6	4	40
DESKA OVL.						
DO0210	6197780	deska ovládací	0,473	28	26	260
DO0120	5951610	plech	0,353	21	11,2	112
DO0020	136271065302.	plech le 3x1000x2000	0,22	13	8,8	88
DO0110	4490540	držák	0,812	49	26,5	265
DO0010	137171065202.	plech le 2x1000x2000	0,22	13	8,8	88
DORAZ						
DOR0020	137172302100.	plech ak 1x1000x2000	0,1	6	4	40
DOR0110	3899270	doraz	0,465	28	15,5	155
EXAN STOP A						
ES0310	6470790	montáž exanu stop A	12,383	743	617,3	6173

Activity ID	WBS	výrobek	normohodiny	minuty	Mzdy	Celk.nakl.
-------------	-----	---------	-------------	--------	------	------------

KLÍČ						
KL0010	197112332000.	tyč kr 20x3000	0,06	4	2,4	24
KL0110	4562472	tyč	1,962	118	72,6	726
KL0020	311151500208.	kolík	0,1	6	4	40
KL0210	6183221	klíč	0,1018	6	4,3	43

SLOUP ÚPLNÝ						
SL0120	4475570	víko	1,238	74	45,5	455
SL0030	133170280060.	tyč kr 60x3000	0,094	6	3,772	37,72
SL0130	4490580	navarek	1,231	74	45,2	452
SL0210	6460060	sloup úplný	0,804	48	33,8	338

NÁBOJ						
NA0110	4473840	náboj	3,238	194	111,6	1116
NA0010	152070300016	tyč kr 100x3000	0,13	8	5,2	52

Activity ID	WBS	výrobek	normohodiny	minuty	Mzdy	Celk.nakl.
VYSÍLAČ						
VY0010	197112350900.	tyč kr 9x3000	0,05	3	2	20
VY0110	5936260	rozpěrka	0,396	24	12,3	123
VY0020	197112332000.	tyč kr 20x3000	0,05	3	2	20
VY0120	5890870	podl.ucp vkov	0,369	22	13,2	132
VY0030	194132869150.	tyč plo 100x50x3000	0,09	5	3,15	31,5
VY0130	2844700	víko	1,965	118	71,8	718
VY0040	194132869150.	tyč plo 100x50x3000	0,09	5	3,15	31,5
VY0140	2844690	těleso	4,687	281	174,3	1743
VY0050	197152332200.	tyč 6hr 22x3000	0,1	6	4	40
VY0150	4959970	šroub	0,653	39	21,7	217
VY0060	197152331900.	tyč 6hr 19x3000	0,1	6	4	40
VY0160	4960030	těleso	0,801	48	29,9	299
VY0070	6453401	deska vysílače	5,1666	310	251,1	2511
VY0210	6176010	vývodka	1,554	93	55	550
VY0310	6460050	vysílač TM	4,1301	248	171,1	1711

PŘIJÍMAČ						
PR0010	197112350990.	tyč kr 9x3000	0,05	3	2	20
PR0110	5936260	rozpěrka	0,369	22	12,3	123
PR0070	6453411	deska přijímače	5	300	222,3	2223
PR0020	197112332000.	tyč kr 20x3000	0,05	3	2	20
PR0120	5890870	podl.ucp vkov	0,369	22	13,2	132
PR0030	194132869150.	tyč plo100x50x3000	0,088	5	3,6148	36,148
PR0130	2844700	víko	1,965	118	71,8	718
PR0040	194132869150.	tyč plo100x50x3000	0,088	5	3,6148	36,148

PR0140	2844690	těleso	4,687	281	174,7	1747
Activity ID	WBS	výrobek	normohodiny	minuty	Mzdy	Celk.nakl.
PR0050	197152332200.	tyč 6hr 22x3000	0,05	3	2	20
PR0150	4959970	sroub	0,653	39	21,7	217
PR0060	197152331900.	tyč 6hr 19x3000	0,05	3	2	20
PR0160	4960030	těleso	0,942	57	35,5	355
PR0210	6176010	vývodka	0,1	6	3,9	39
PR0310	6460040	přijímač TM	4,13	248	171,1	1711

VLOŽKA

VL0010	197112351300.	tyč kr 13x3000	0,034	2	1,346	13,46
VL0110	4712491	vložka	1,138	38	40,5	405

ŠROUB 2

ŠRO0010	197152332200.	tyč 6hr 22x3000	0,05	3	2	20
ŠRO0110	4959970	sroub2	0,653	39	21,7	217

PODLOŽKA UCP.

PU0010	197112332000.	tyč kr 20x3000	0,05	3	2	20
PU0110	5890870	podl.ucp vkov	0,369	22	13,2	132

SVORNIK 2

SVO 0010	194132869150.	tyč plo 100x50x3000	0,088	5	3,526	35,26
SVO 0110	3898830	svorník 2	2,696	162	97,6	976
SVORNIK 1						
SV0010	194132869150.	tyč plo 100x50x3000	0,366	22	14,666	146,66
SV0110	3898840	svorník 1	2,863	172	76,4	764

ŠROUB 1						
ŠR0010	132170280022.	tyč kr 22x3000	0,05.	3	2	20
ŠR0110	5936200	šroub1	1,18	70	36,5	365

ROZPĚRKA						
RO0010	152070300016.	tyč kr 16x3000	0,044	3	1,75	17,5
RO0110	5936250	rozpěrka	1,472	88	52	520
Activity ID	WBS	výrobek	normohodiny	minuty	Mzdy	Celk.nakl.

ŠROUB 3						
ŠROU0010	152070300008.	tyč kr 8x2000	0,0553	3	2,212	22,12
ŠROU0110	5946150	šroub 3	0,681	40	26,7	267

POUZDRO						
PO0010	197122301000.	tyč kr 16x3000	0,034	2	1,344	13,44
PO0110	5946170	pouzdro	0,702	42	23,1	231

PLECH 2						
PLE0010	136271065302.	plech le 3x1000x2000	0,155	9	6,2	62
PLE0110	5951600	plech 2	0,344	21	10,9	109

PLECH 3						
PLEC0010	136271065302.	plech le 3x1000x3000	0,158	10	6,32	63,2
PLEC0110	4490560	plech 3	1,166	70	41	410

2.3 Program SureTrack

Program SureTrac pracuje v prostředí Windows 3.1. nebo v prostředí Windows 95. Jedná se program umožňující projektové řízení. Řeší úlohy síťové analýzy. Program je řešen formou přehledných oken, které lze přesouvat podle toho, co je právě potřeba zjistit. Program v sobě skrývá výpočet časové náročnosti jednotlivých činností, určuje kritické činnosti, subkritické činnosti, zobrazení lze výčíst kritickou cestu v síťovém grafu, provádí optimalizaci zdrojů, atd. Verze která byla použita k výpočtu tohoto projektu, je v angličtině.

2.4 Zadávání dat do programu

SureTrack

Pro přehledné vložení dat bylo nutné vytvořit pravidla pro třídění jednotlivých činností. Bylo zvoleno třídění podle konstrukčních sestav a podle úrovně jednotlivých činností v již nakresleném síťovém grafu. Dále bylo nutno zadat identifikační číslo každé jednotlivé činnosti (Activity ID), popis jednotlivých činností (Description), a číslo výkresu jednotlivých činností (WBS Code). Po nadefinování všech těchto charakterů u všech činností bylo třeba určit logické návaznosti jednotlivých činností a jejich časovou náročnost.

Tato data postačovala k určení kritických a subkritických cest. Bohužel nákladová analýza nebyla provedena z důvodu nedostatečných informací o datech, která by bylo třeba vložit za tímto účelem do programu SureTrack.

2.5 Stanovení kritických a subkritických činností

Kritická činnost je činnost v síťovém grafu, která má shodný nejdříve možný konec činností i nejpozději přípustný konec činností. To znamená, že tato činnost nemá žádnou časovou rezervu. Kritické činnosti shrnuje tabulka č.2

tab. č. 2

Activity ID	Description	WBS Code	Doba trvání
SE0091	Skříň	1818781	1103
SE0310	Skříň elektroniky	6633163	390
ES0410	Montáž Exanu	6470790	743

Subkritická činnost je taková činnost, která má malou časovou rezervu a při zkrácení projektu se tato činnost může stát kritickou, to znamená, nemá žádnou časovou rezervu.

V projektu se časové rezervy pohybují od 880 jednotek výše. Proto se při zkracování projektu do 880 jednotek nevyskytují žádné subkritické činnosti. Od tohoto čísla směrem nahoru přibývají subkritické činnosti v tomto pořadí, jak ukazuje tabulka číslo 3.

tab. č.3

Doba zkrácování	Subkritické činnosti	WBS	Description
890	SE0040	283151114302	plexisklo
	SE0140	5950880	vložka
	SE0210	6520191	panel čelní
930	SE0030	197142331400	tyč 4hr
	SE0130	5952060	tyč
950	PR0070	132170280022	tyč kr

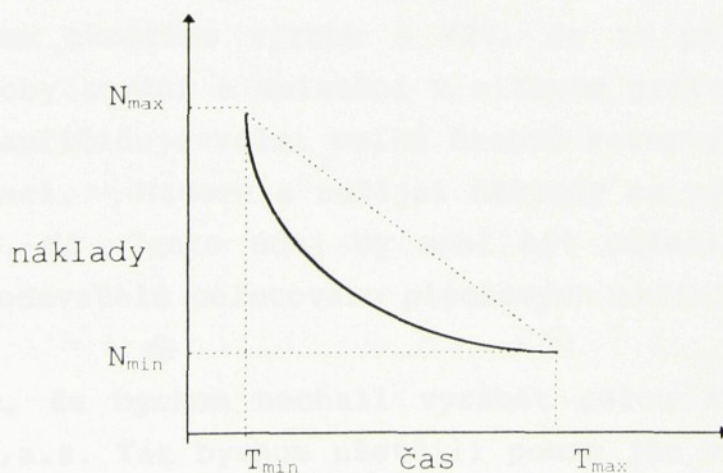
Doba zkrácování	Subkritické činnosti	WBS	Description
	SE0020	137171065152	plech le
	SE0120	4478090	plech
	VY0070	6453401	deska vysílače
950	VY0310	6460050	vysílač
	SE0060	152070280008	tyč kr
	SE0160	5947660	tyč
	PR0310	6460040	přijímač

Bylo by samozřejmě možné pokračovat ve zkracování projektu , avšak toto je dostačující příklad.

2.6 Ideový návrh na zkrácení výroby a ekonomické zhodnocení

Následující graf popisuje vztah mezi náklady a časem.

obr. č.4



Spojité křivky popisují ideální vztah mezi náklady a časem . Tento ideální stav lze však v praxi velmi těžko zjistit, a proto se spojitá křivka nahrazuje nespojitou čarou vyjadřující lineární aproximaci.

Proto platí, že chceme-li zkrátit dobu projektu, která je plánovaná na optimální čas v optimálních nákladech, přinese nám to zvýšení nákladů na realizaci projektu. Tyto zvýšené náklady lze eliminovat ziskem, který přinesla urychlená realizace. Je tedy třeba nejen zvážit co přinese urychlená realizace, ale i to co bude stát. Mezi těmito dvěma podmínkami je třeba najít řešení.

Pro případ výroby Exanu stop A bych navrhoval vypracovat několik variant výroby, kdy by se zákazníkovi předložilo několik projektů různě časově náročných, ale i v jiných cenových relacích. Bylo by jen na zákazníkovi jakou variantu si vybere, neboť jen on může zvážit procento ušlého zisku.

Ekonomické zhodnocení:

Celkové režijní a mzdové náklady na výrobu stroje Exan stop A jsou 46 263,-Kč.

Celková časová náročnost výroby tohoto stroje je 2092 minut.

Tabulka č.4 ukazuje činnosti, které bychom mohli zkrátit. V případě, že nahradíme výrobní kritickou činnost SE0091, nakopeným polotovarem zkrátíme výrobu o 42%. Je to přirozený důsledek dlouhé doby trvání a umístění v síťovém grafu. Proto nám tato činnost zapřičiňuje velmi velké časové rezervy u jiných výrobních operací. Mzdové a režijní náklady na výrobu této skříně jsou 8253,-Kč. Tento údaj by mohl být důležitý při posuzování nabídek dodavatelů polotovaru plechových skříní.

V případě, že bychom nechali vyrábět celou skříň elektroniky mimo NATE, a.s. Tak bychom ušetřili pouze jen o 2,6% času více, neboť okamžitě se v grafu vyskytují jiné kritické činnosti. Z čehož vyplývá, že časové rezervy se celkově v grafu zmenšily po nahrazení činnosti SE0091. Další činností, kterou by bylo třeba zkrátit je VY0070. Zkrácení této činnosti však přinese již pouze 0,47% úsporu.

tab. č.4

Zkrácenná činnost	Popis činností	Časová úspora [min]	Snížení nároků na výrobu [Kč]	Časová úspora v %	Nově vzniklé kritické činnosti
SE0091	skříň	880	8253,-	42	SE0040, SE0140, SE0210
SE0310	skříň el.	55	17558,-	2,6	VY0070, VY0310
VY0070	deska vys.	10	2762,1	0,47	PR0070, PR0310

Bylo by vhodné zjistit za kolik a za jak dlouho by tyto součásti dodávali kooperující firmy. Domnívám se tak proto , neboť výroba samotné skříně je vůbec nejdelší činností projektu. Dle analýzy subkritických cest by se zde nechalo uvažovat o výrobě celé skříně včetně elektroniky mimo závod NATE, ale samozřejmě dle výrobní dokumentace NATE, a.s. Je tedy nutné dle předchozí úvahy zvážit o kolik a co zkracovat.

Bohužel toto je jen ideový návrh, neboť se mi nepodařilo zjistit konkrétní nabídky případně kooperujících podniků.

Tato metoda by mohla přinést i zcela nové obchodní strategie firmy NATE, neboť rozhodnutí o tom za kolik a za jak dlouho bude pořízen nějaký investiční celek se přesune na zákazníka a ten se může rozhodnout mezi více variantami. Další obrovskou výhodou těchto metod je zrychlení výroby. Proto tato metoda přináší výhody i ve financování výroby, neboť dříve se kvůli zrychlení výroby vyrábělo na sklad, avšak v těchto zásobách byly vázány finanční prostředky, a tak byla snížena likvidita podniku.

Závěr

Pokusil jsem se aplikovat metody síťové analýzy na výrobu stroje. Ve své práci jsem se však dopustil několika zjednodušení.

1) Síťový graf byl nakreslen podle strukturního kusovníku. Jedná se tedy o výrobní operace související bezprostředně s výrobou a kontinuálně navazující. Bylo zde tedy pominuto jakékoli skladování, jakákoli manipulace s materiálem během výroby. Zjistit tyto údaje by bylo nad rozsah této bakalářské i mých možností.

2) Do programu Sure Track nelze vkládat délky činností v minutách ani v desetinách hodin. Nejmenší časovou jednotkou jsou celé hodiny. Proto jsem do programu vkládal data v minutách a program je evidoval jako hodiny. Proto neodpovídají údaje kalendáře programu se skutečností. To však nijak nezkreslilo určení kritických a subkritických cest.

Doufám, že i přes tyto uvedné nepřesnosti, by tato práce mohla naznačit nové směry v řízení.

SEZNAM LITERATURY

- Ing. J. Šulc a kol. : Síťová analýza v praxi
Nakladatelství technické literatury, Praha, 1975
- Doc. Ing. Josef Sixta, CSc, Ing Helena Žuková: Systémové inženýrství a oprachní analýza, VŠST, Liberec 1986.
- Prof. Ing. Jaromír Walter, CSc. - Ing. Stanislav Vejmola, CSc. - RNDr. Ing. Petr Fiala, CSc. : Aplikace metod síťové analýzy v řízení a plánování, Nakladatelství technické literatury, Praha, 1989.

SEZNAM PŘÍLOH

příloha číslo 1: Síťový graf

příloha číslo 2: Exan stop A

