
Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava



Modelování logistických systémů

testovací učební text

Milan HEGER, Alois Burý, František Němec

Ostrava 2026

POKYNY KE STUDIU

Modelování logistických systémů

Pro předmět Modelování logistických systémů jste obdrželi studijní balík obsahující integrované skriptum pro kombinované studium obsahující i pokyny ke studiu.

Prerekvizity

Pro studium tohoto předmětu se doporučuje absolvování předmětů Automatické řízení I. a II. bakalářského studia a Teorie optimálního řízení magisterského studia, není však nutnou podmínkou.

Cílem předmětu a výstupy z učení

Cílem předmětu je seznámení s problematikou logistického řízení jako celku a problematice řešení úloh logistického řízení technologických agregátů a výroby obecně.

Po prostudování předmětu by měl student být schopen:

výstupy znalostí:

Student bude znát základní pojmy a vztahy teorie Modelování logistických systémů.

Student bude znát pokročilé principy řízení v oblasti logistických systémů.

Student bude znát pokročilé funkce řídicích a logistických systémů.

výstupy dovedností:

Student bude umět řídit základní logistické procesy.

Student bude umět zhodnotit vhodnost jednotlivých metod logistického řízení pro konkrétní technologický proces.

Student bude umět interpretovat probranou problematiku do technických aplikací logistického řízení.

Student bude umět demonstrovat možnosti aplikace umělé inteligence do logistických systémů.

Pro koho je předmět určen

Předmět je zařazen do magisterského studia FMT, ale může jej studovat i zájemce z kteréhokoli jiného oboru, pokud splňuje požadované prerekvizity.

Studijní opora se dělí na části, kapitoly, které odpovídají logickému dělení studované látky, ale nejsou stejně obsáhlé. Předpokládaná doba ke studiu kapitoly se může výrazně lišit, proto jsou velké kapitoly děleny dále na číslované podkapitoly a těm odpovídá níže popsaná struktura.

Při studiu každé kapitoly doporučujeme následující postup:

- **Pozorně přečíst teoretickou část kapitoly.**

-
- *Ihned si na počítači vyzkoušet všechny, byť jen dílčí příklady.*
 - *Vytvořit všechny programy, které jsou v zadání úloh k řešení a snažit se je tvůrčím způsobem modifikovat.*

Způsob komunikace s vyučujícími:

Podrobnější pokyny, tak jako úkoly, programy a projekty budou zadány vyučujícím na počátku přímé kontaktní výuky. Výsledky budou kontrolovány dle pokynů vyučujícího. Konzultace je možno domluvit s vyučujícím přímo ve výuce nebo e-mailem s vyučujícím, který naleznete v kontaktech VŠB-TU Ostrava.

K orientaci v textu vám mohou sloužit následující ikony:



Čas ke studiu: xx hodin

Na úvod kapitoly je uveden čas potřebný k prostudování látky. Čas je orientační a může vám sloužit jako hrubé vodítko pro rozvržení studia celého předmětu či kapitoly. Čas strávený nad každou kapitolou bude značně závislý na množství příkladů, které budete řešit samostatně na počítači a hloubce jejich propracování.



Cíl: Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- popsat ...
- definovat ...
- vyřešit ...

Nejprve se seznámíte s cíli, kterých máte dosáhnout po prostudování této kapitoly. Jde o konkrétní dovednosti, znalosti a praktické zkušenosti, které studiem kapitoly získáte.



Výklad

Následuje výklad studované látky, zavedení nových pojmů, jejich vysvětlení, vše doprovázeno obrázky, tabulkami, příklady a odkazy na výukové programy s animacemi.



Shrnutí pojmů

Na závěr kapitoly jsou stručně zopakovány významné pasáže a pojmy, které si máte osvojit.



Otázky

Pro ověření, že jste dobře a úplně látku kapitoly zvládli, máte k dispozici několik teoretických, ale i praktických otázek.



Úlohy k řešení

Protože většina teoretických pojmů tohoto předmětu má bezprostřední význam a využití v praxi, jsou Vám nakonec předkládány i praktické úlohy k řešení. V nich je hlavní význam předmětu, a to schopnost aplikovat čerstvě nabyté znalosti při řešení reálných situací.



Spojení s pedagogem

Pro studenty kombinovaného studia jsou přednášející a cvičící pedagogové připraveni konzultovat probíranou problematiku formou e-mailu, které je aktuálně snadné získat v kontaktech VŠB-TU Ostrava.

Úspěšné a příjemné studium s touto učebnicí Vám přeje autor výukového materiálu

Milan Heger

Obsah

1		
	Spojení s pedagogem.....	4
1	ÚVOD DO LOGISTIKY A MODELOVÁNÍ LOGISTICKÝCH SYSTÉMŮ	6
1.1	Základní pojmy a definice.....	6
1.2	Modelování logistických procesů.....	8
2	LOGISTIKA JAKO INTEGROVANÉ PLÁNOVÁNÍ	10
2.1	Metody používané v logistice.....	10
3	ŘÍZENÍ HMOTNÝCH TOKŮ	15
3.1	Matematická definice	15
3.2	Technický background logistických procesů	16
4	LOGISTIKA A TECHNICKÉ ZABEZPEČENÍ VÝPOČETNÍ A TELEKOMUNIKAČNÍ TECHNIKOU	18
4.1	Základní technické zabezpečení výpočetní a telekomunikační technikou	18
5	LOGISTIKA A TECHNOLOGIE AUTOMATICKÉ IDENTIFIKACE, ROBOTIZACE, TRANSPORTNÍCH SYSTÉMŮ.	24
5.1	Automatická identifikace	24
6	LOGISTICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY JAKO EKONOMICKÝ NÁSTROJ PRO OPTIMALIZACI FINANČNÍCH NÁKLADŮ SLEDOVÁNÍM ŽIVOTNÍCH CYKLŮ MATERIÁLU, VÝROBKŮ A SLUŽEB, POČÍNÁJE NÁKUPEM A KONČE SPOTŘEBOU NEBO LIKVIDACÍ	30
6.1	Informační toky - informace spojené s materiálovými toky.....	30
6.2	Logistické informační systémy.....	31
6.3	Softwarové systémy a logistika - Základní vlastnosti software pro logistiku	32
7	EXPERTNÍ SYSTÉMY V LOGISTICE	36
7.1	Princip činnosti expertních systémů.....	36
8	PROGRESIVNÍ METODY MODELOVÁNÍ LOGISTICKÝCH SYSTÉMŮ.	38
8.1	Problematika modelování logistických systémů	38
8.2	Prostředky pro modelování logistických systémů.....	39
8.3	Síťová analýza deterministických modelů CPM.....	42
8.4	Síťová analýza stochastických modelů PERT	43

1 Úvod do logistiky a modelování logistických systémů



Čas ke studiu: 1 hodina



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat pojem logistika
- popsat vývoj logistiky
- spojit otázku logistiky a optimalizace.
- definovat pojem modelování
- popsat způsoby Modelování logistických systémů



Výklad

1.1 Základní pojmy a definice

Logistika je vědní obor o řízení materiálových a informačních toků. V poslední době je jedním z nejrychleji se rozvíjejících oborů spojených s ekonomikou a řízením výroby.

Logistika jako taková vzniká v dávné minulosti současně s prvopočátečními formami organizovaného obchodu. Během staletí se vyvíjela spolu s vývojem forem obchodování. Logistika nejprve dosáhla širokého uplatnění v oblasti vojenské. Zvláště ve II. světové válce, bylo strategicky potřebné vytvořit logistické řetězce a další aktivity s tím spojené. Po II. světové válce matematické metody využívané v logistice začaly pronikat i do hospodářské sféry.

Obecným cílem logistiky v hospodářské sféře (výrobních podnicích) je optimalizace **logistického řetězce**:

dodavatel – výroba – zákazník.

Logistika doposud prošla čtyřmi fázemi vývoje. V první fázi se omezovala výhradně na distribuci výrobků (služeb), druhá fáze věnovala pozornost zásobám, v třetí fázi byl již kladen důraz na celý řetězec dodavatel – výroba – zákazník a kvalitativně nová čtvrtá fáze integruje logistické systémy s cílem jejich optimalizace jako celku.

Dva základní cíle logistiky:

- zajišťovat potřebnou úroveň zákaznického servisu,
- minimalizovat náklady výrobní jednotky jako celku.

Při řešení praktických logistických problémů nesmíme opomenout či opustit **systémový přístup**. Byť je nutné zvyšovat efektivnost každé dílčí části logistického řetězce, důležitá je efektivnost celého řetězce. Zvýšení efektivnosti některé části systému v některých případech nemusí vést ke zvýšení efektivnosti systému jako celku.

Logistika musí upozorňovat na úzká místa v toku materiálu, k čemuž využívá široké škály metod. A to jak **exaktních**, které vycházejí z exaktních vědních disciplín jako je hlavně matematika, fyzika, biologie aj., tak **heuristických**, které využívají zkušenosti a intuici kvalifikovaných osob.

I když se často setkáváme s pojmy, jako jsou nákupní logistika, výrobní logistika, distribuční logistika, apod., jde o logistiku jednu jedinou, neboť nelze oddělovat od sebe zásobování, výrobu, obchod nebo služby.

Definice logistického řízení

Americká organizace The Council of Logistics Management (CLM) začátkem 60. let definovala pojem **logistické řízení** ve volném překladu takto: „**Logistické řízení je proces plánování, realizace a řízení efektivního, výkonného toku a skladování zboží, služeb a souvisejících informací z místa vzniku do místa spotřeby.**“

Nejširší záběr pojmu logistika můžeme vysledovat v literárním pramenu [19 Sixta]:

„**Logistika je řízení materiálového, informačního i finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků finálního zákazníka a s ohledem na nutnou tvorbu zisku v celém toku materiálu. Při plnění potřeb finálního zákazníka napomáhá již při vývoji výrobku, výběru vhodného dodavatele, odpovídajícím způsobem řízení vlastní realizace potřeby zákazníka (při výrobě výrobku), vhodným přemístěním požadovaného výrobku k zákazníkovi a v neposlední řadě i zajištěním likvidace morálně i fyzicky zastaralého výrobku.**“

1.2 Modelování logistických procesů

I když Modelování logistických systémů má svá specifika, na tomto místě se seznámíme s obecnými pojmy spojenými s modelováním.

Modelování v nejširším slova smyslu můžeme chápat jako vědeckou metodu popisu reality. Výsledkem modelování je **model** (matematický), který je ve své podstatě zjednodušenou reprezentací reality. Zjednodušení musí být takové, aby model poskytoval s dostatečnou přesností informace o vybraných veličinách reálného systému. Kritériem kvality modelu tedy není jeho reálnost, ale jeho užitečnost pro daný účel použití.

Cílem Modelování logistických systémů bude tedy získání matematického popisu reálných řídicích a logistických procesů v základním logistickém řetězci. Může mít formu matematických rovnic, ale také nějakého programu v počítači. Zaměření oboru studia směřuje tuto oblast víc do modelování dílčích částí logistických řetězců.

Simulace je charakterizována jako činnost využívající modelů pro získání informací o tom, jak by se reálný systém choval při definovaném vzruchu na vstupech.

Simulace slouží jednak k testování systémů, jednak k predikcím chování systému.

Základem pro získání matematických model reálných systémů je tzv. **identifikace**.

Identifikace přitom může být **analytická**, kdy je matematický popis získán z analýzy vnitřních dějů, probíhajících v daném systému nebo **experimentální**, kdy je matematický popis získán z analýzy odezvy daného systému na definované vstupní vzruchy.



Řešené úlohy

Příklad 1.1.

Vymyslete několik jednoduchých modelů.

♦ Řešení

Např. jeden pracovník je schopen za směnu vyrobit 150 ks výrobků. Matematický model určující počet výrobků vyrobených „p“ pracovníky za „s“ směn je následující:

$$V = 150 \cdot p \cdot s$$



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Logistika je vědní obor o řízení materiálových a informačních toků.

Logistika je řízení materiálového, informačního i finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků finálního zákazníka a s ohledem na nutnou tvorbu zisku v celém toku materiálu. Při plnění potřeb finálního zákazníka napomáhá již při vývoji výrobku, výběru vhodného dodavatele, odpovídajícím způsobem řízení vlastní realizace potřeby zákazníka (při výrobě výrobku), vhodným přemístěním požadovaného výrobku k zákazníkovi a v neposlední řadě i zajištěním likvidace morálně i fyzicky zastaralého výrobku. [30]

V této kapitole jste se dále seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Exaktní metody	.....
Heuristické metody	.....
Systémový přístup	.....
Logistický řetězec	.....
Model	.....
Modelování	.....
Simulace	.....
Identifikace	.....



Otázky k probranému učivu

1. Co znamená pojem logistika?
2. Čím se vyznačují jednotlivé fáze vývoje logistiky?
3. Co zahrnuje definice logistiky?
4. Co je to systémový přístup při optimalizaci logistického řetězce?
5. Co nazýváme modelováním?
6. Jaké vlastnosti má model?
7. Co je to identifikace?
8. Jaké způsoby identifikace znáte?

2 Logistika jako integrované plánování

2.1 Metody používané v logistice



Čas ke studiu: 1 hodina



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat pojem integrované plánování hmotných a informačních toků
- popsat metody pro integrované plánování hmotných a informačních toků
- znát principy metod využívajících umělé inteligence



Výklad

Logistika se považuje za **integrované plánování**, formování, provádění a kontrolování hmotných a s nimi spojených informačních toků od dodavatele do podniku, uvnitř podniku a od podniku k odběrateli. [23]

Právě ono integrované plánování je nejdůležitějším prvkem logistiky podniku. Jeho cílem je zajištění tzv. **7 krát „S“**:

- správné zboží,
- správný zákazník,
- správné množství,
- správná kvalita,
- správné místo,
- správný okamžik,
- správná cena.

Prvky, které umožňují současný vývoj logistiky:

- systémová teorie a teorie řízení,
- bouřlivý rozvoj technologií pořízení a zpracování dat,

- matematické modelování,
- využití prvků umělé inteligence.

Důvody nutnosti progresivního vývoje a uplatnění logistiky:

- rychlá adaptace na rychle se vyvíjející požadavky a potřeby zákazníků,
- rozvoj mezinárodního trhu, delší a komplikovanější logistické řetězce,
- růst konkurence i ze zahraničí,
- požadavky na široký sortiment výrobků a nutnost rychlé inovace a změny výrobků.

Typické, od minulosti odlišné, podmínky pro současné aplikace logistiky:

- trh zákazníka,
- velké toky zboží a informací na velké vzdálenosti,
- krátké životní cykly výrobku“

To vše klade oproti minulosti zvýšené nároky na kvalitu logistického plánování, ale i následné logistické operace. Vyhovět všem současným požadavkům na úspěšnou aplikaci logistiky není možné bez využití všech metod využívaných v moderní logistice a bez využití nejnovější výpočetní techniky a technických prostředků automatické identifikace a sledování hmotných toků během celého průchodu logistickým řetězcem.

Nejvýznamnější jsou **metody**, které jsou určeny **k analýze logistických procesů**, neboť ty tvoří základ správného poznání daného procesu a poskytují základ k výběru metod určených pro logistické řízení.

Do této skupiny patří **systémová analýza**, která objasňuje celkové logistické procesy v podniku, **analýza ABC**, která vytýčí ty prvky systémů, které mají zásadní význam pro ekonomiku celého systému, **hodnotová analýza**, která umožňuje ohodnotit hospodárnost toku materiálu, **analýza nákladů**, je vhodná pro zjištění nákladů z hlediska logistiky.

Často se pro analýzu řídicích systémů a jejich modelování používají různé **statistické metody**. Které vyhledávají zákonitosti náhodných hromadných jevů, závislosti několika jevů a umožňují odhad rozložení pravděpodobnosti jevů.

Velmi známé a frekventované jsou tzv. **metody operačního výzkumu**, které jsou určeny pro modelování stavů technologických a rozhodovacích procesů. Mnohé jsou založené na **lineárním programování** nebo na **teoriích front, teoriích zásob, teoriích obnovy** a jiných.

Rovněž **metody teorie grafů** jsou v logistice již dlouho úspěšně používány hlavně při řešení problematiky:

- úloh síťové analýzy pro optimalizaci technologických procesů a postupů,
- úloh pro optimalizaci toku v dopravních sítích
- úloh tzv. problému obchodního cestujícího

S rozvojem výpočetní techniky a výpočtových rychlostí nacházejí stále častěji své místo v oblasti logistiky tzv. **metody simulační**, které jsou dnes výhradně implementovány do počítačových algoritmů, které umožňují s předem definovanou přesností řešit skutečné děje na počítačovém modelu. Jejich výhodou je, že v poměrně krátkém čase jsou schopny vygenerovat různá řešení pro množství předem daných vstupních podmínek.

Simulační metody jsou často využívány (ale nemusí) i v tzv. **metodách prognostických**, které slouží k odhadu budoucího vývoje událostí za předem stanovených vstupních podmínek.

V poslední době se stále častěji uplatňují i prvky **umělé inteligence**, které jsou většinou typické tím, že nevyžadují deterministickou znalost matematického popisu sledovaného systému. Některé z nich k systému přistupují jako biologická inteligence, která nejprve chování systémů na různé podněty sleduje a snaží se vytvořit *nějaký* obecný obraz chování systému. V druhé fázi je pak schopna systém v blízkém oboru původních podnětu napodobit. Tímto způsobem pracují algoritmy pro umělé neuronové sítě. Jiné metody využívající umělé inteligence spoléhají na to, že třeba člověk, ač nezná matematický model i složitého systému, přesto je schopen takový systém *určit* (např. automobil). Do této oblasti patří například **fuzzy řízení** nebo tzv. **expertní systémy**. Expertní systémy bývají realizovány programem v počítači, který je schopen převzít a uplatnit znalosti **experta**, který se při řešení zadané úlohy opírá o své zkušenosti získané již dříve při řešení podobných problémů. Pro řešení vlastní optimalizace se jeví jako možné použití **genetických algoritmů**, které rovněž spadají do oblasti prvků umělé inteligence. Principem je zde obdobně jako u biologických systémů optimalizace vlastností vždy nové a nové populace. Genetické algoritmy využívají pro změnu vlastností jedinců populace procesy křížení a mutace.

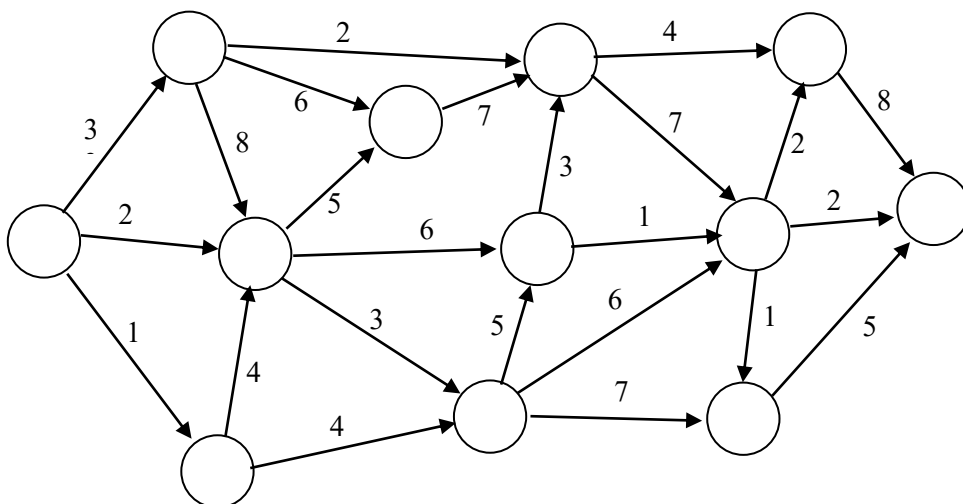
Aplikace zde uvedených metod umožňuje v plné míře realizovat integrované plánování, hmotných a s nimi spojených informačních toků od dodavatele, uvnitř podniku až k odběrateli.



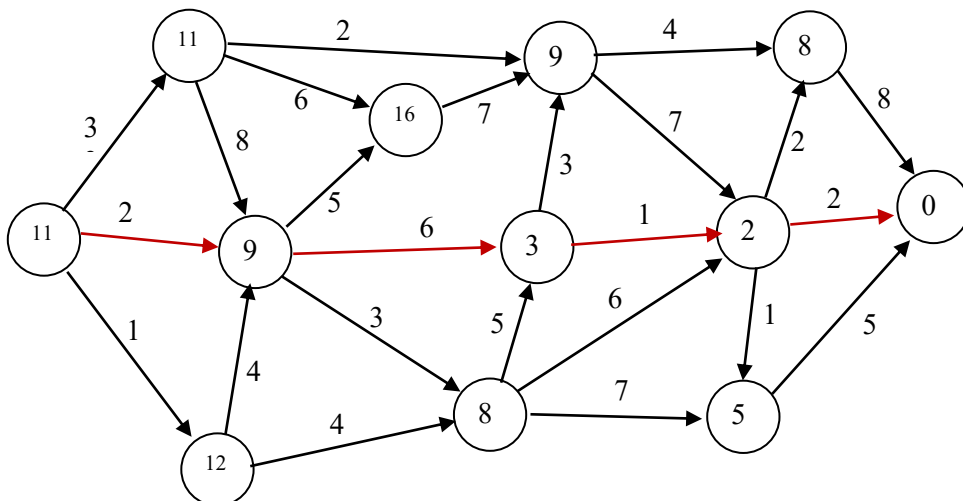
Řešené úlohy

Příklad 1.2.

Vyřešte nejkratší cestu v síťovém diagramu:



♦ Řešení



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Integrované plánování

7 krát „S“

Systémová analýza	.....
Analýza ABC	.....
Hodnotová analýza	.....
Analýza nákladů	.....
Metody operačního výzkumu	.....
Lineárním programování	.....
Teorií front	.....
Teorií zásob	.....
Teorií obnovy	.....
Metody teorie grafů	.....
Metody simulační	.....
Prognostické metody	.....
Umělé inteligence	.....
Fuzzy řízení	.....
Expertní systémy	.....
Genetické algoritmy	.....



Otázky k probranému učivu

9. Co znamená integrované plánování?
10. Popište strategii 7 krát „S“
11. Které metody používané v logistice znáte?
12. Co nazýváme prvky umělé inteligence?

3 Řízení hmotných toků



Čas ke studiu: 2 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat materiální tok
- určit prvky integrovaného logistického řízení
- vyřešit otázku optimálního nastavení regulačního obvodu



Výklad

3.1 Matematická definice

Úkolem podnikové logistické strategie je návrh a následná implementace **optimálních logistických řetězců** a to proto, že základním úkolem logistiky je zabezpečování **materiálových toků**, představujících pohyb materiálu od dodavatelů přes výrobní podniky k odběratelům. Nezastupitelnou úlohu zde však má informační zabezpečení materiálových toků, jehož úkolem je nepřetržité monitorování toků v logistickém řetězci s cílem zajištění maximální účinnosti systému řízení.

Vybudování výkonné logistické infrastruktury předpokládá, tvorbu tzv. kanálů, tj. cest, pro tok materiálu a informací. Právě zde lze najít nejzranitelnější body funkce distribuční logistiky. Podmínkou úspěchu podniku je co nejvíce se přiblížit se potenciálnímu zákazníkovi, a to přímo nebo nepřímo. Snahou vhodné volby distribučních kanálů je zpřístupnit zboží konečnému uživateli. Distribuční kanál se skládá jednak z jednotlivých zainteresovaných osob, ale dnes již také z celých rozsáhlých firem, které mohou působit i mezinárodně. Kanály tak umožňují tok zboží od výrobce pomocí zprostředkovatelů až k zákazníkovi.

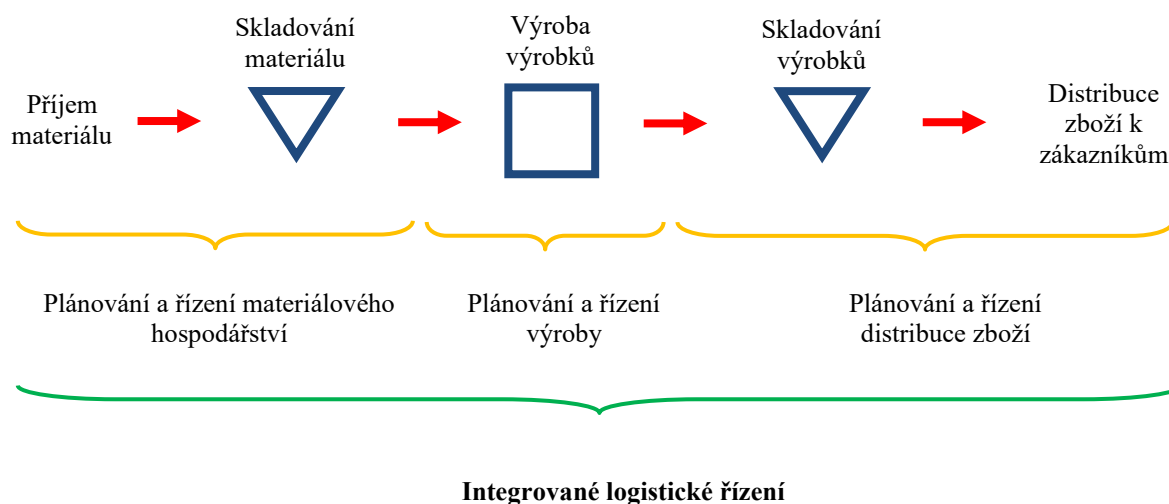
Lze vypočítávat čtyři základní typy **distribučních kanálů**, které se liší v mnoha směrech a jejich volby je hlavně podmíněna typem výrobního podniku a druhem zboží [4]:

- A kanál (výrobce - spotřebitel),
- B kanál (výrobce - maloobchod - spotřebitel),
- C kanál (výrobce - velkoobchod - maloobchod - spotřebitel),
- D kanál (výrobce - agent/broker - velkoobchod - maloobchod - spotřebitel).

Obdobně fungují i kanály na vstupu výrobního podniku, představují však tok potřebného materiálu pro výrobu od dodavatelů.

Posledním, avšak z hlediska průmyslové logistiky ne méně významným tokem materiálu je tok výrobou, kdy se vyskladní materiál pro výrobu, je provedena výrobní transformace materiálu, energie a surovin do finálního výrobku, který se již následně s případným meziskladováním distribuuje k zákazníkům.

S rozvojem výroby a možností logistických nástrojů se postupně vyvíjely i přístupy k logistickým řetězcům (sledování, plánování a řízení). Názorně lze vypočítat tok a přeměnu materiálu po zboží v následujícím obrázku [29], optimální tok materiálu celým logistickým řetězcem je zajišťován vývojově nejvyšší formou logistického řízení - tzv. **integrovaným logistickým řízením**, které lze charakterizovat jako systémové řízení celého dodavatelského řetězce, přes výrobce, velkoobchody, maloobchody, až po konečné zákazníky.



Tok materiálu a integrované logistické řízení [29]

3.2 Technický background logistických procesů

Vlastní řízení hmotných toků je uskutečňováno prostřednictvím odpovídajících informačních toků. Proto stále stoupá jejich význam, který je podmíněn kvalitou celého backgroundu logistických procesů, tedy v našem případě technického zázemí logistického řízení. Cílem technického backgroundu je optimalizovat tok materiálu a informací a zajistit dostupnost aktuálních informací v reálném čase tak, aby mohlo být uskutečněno optimální logistické řízení celého distribučního řetězce podniku (zásobování, výrobní logistika, skladování a distribuce).

Problematicke s tím související budou věnovány následující kapitoly, které představují **základní směry technického backgroundu logistických procesů**.



Řešené úlohy

Příklad 1.3.

Viz. cvičení



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Vysvětlete pojem integrované logistický řízení

Vysvětlete pojem distribuční kanál



Otázky k probranému učivu

13. Jaké jsou základní čtyři typy distribučních kanálů?

14. Čím se zabývá technický background logistických procesů?

4 Logistika a technické zabezpečení výpočetní a telekomunikační technikou

4.1 Základní technické zabezpečení výpočetní a telekomunikační technikou



Čas ke studiu: 1 hodina



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat pojem nelineární systém
- popsat základní typy nelineárních systémů
- vytvořit jejich matematický popis.



Výklad

Nové technické možnosti, které nabízejí moderní technologie, pozvedly dnešní logistiku na velmi vysokou úroveň a umožnily vytvářet složité komplexní systémy s mezinárodní působností. Logistika tak řeší problém času a synchronizace lidí s technikou.

Informační toky v logistice vyžadují podobně jako i jiná odvětví využití celé řady technických prostředků jako je výpočetní technika, sdělovací a telekomunikační technika a prostředky pro automatické, ale i ruční pořízení dat, tak jako výstupní zařízení, která poskytují zpracovaná data obsluze nebo třeba vytvářejí identifikační prvky (např. čárové kódy), které pomáhají sledovat toky materiálu v celém logistickém řetězci. Nedílnou součástí technických prostředků jsou i patřičné programové prostředky, jejichž kvalita a rozsah do značné míry ovlivňuje kvalitu a efektivnost logistického řízení (patří zde databáze, systémy řízení výroby a specializované informační systémy pro logistiku). Nesmíme však zapomenout ani na dílčí technické prostředky a jejich software, které vykonávají své nezastupitelné funkce na té nejnižší úrovni styku s technologiemi výroby a distribuce. Můžeme je zjednodušeně označit jako zařízení pro měření a řízení.

Z technického hlediska jde tedy v logistice především o uplatnění výpočetní techniky, podnikových informačních systémů a komunikačních technologií, bez kterých už efektivní řízení rozsáhlých logistických komplexů není vůbec myslitelné.

Komunikační technika dosáhla stádia, kdy je schopna v okamžiku uskutečnit spojení zvukem, obrazem i daty s místy a osobami kdekoli na zeměkouli. Byly vyvinuty dopravní prostředky, které významně zkrátily časy dodávek. Počítače, zapojené do počítačových sítí spolu se senzory, čtečkami a zobrazovací jednotkami a velkými paměťmi, umožňují dokonalou evidenci zásobování, stavu do skladů, výroby i distribuce. Mnohá řešení jsou zcela automatická (automaticky obsluhované složité velkosklady, které fungují prakticky bez zásahu lidské ruky).

Telekomunikační technika

Základní telekomunikační technika, která může být vedle osobního kontaktu použita v logistických řetězcích je v současné době následující: pevný telefon, mobilní telefon, fax, pošta, počítačová komunikace. Každé zařízení či cesta má svá specifika, která je možno zahrnout do následujícího hodnocení.

Hodnocení současných komunikačních prostředků mezi subjekty:

Osobní kontakt – rychlost je nevelká, spolehlivost velmi vysoká, přesnost velmi vysoká, bez automatizace

Telefon – rychlost je velká, spolehlivost dobrá, přesnost menší, bez automatizace

Fax – rychlost je velká, spolehlivost dobrá, přesnost vysoká, bez automatizace

Pošta – rychlost je malá, spolehlivost malá, přesnost vysoká, bez automatizace

Počítačové komunikace, Internet – rychlost je vysoká, spolehlivost velká, přesnost velmi vysoká, možná automatizace.

Výpočetní technika

Z předcházejícího výčtu je patrné, že je velmi výhodné použít pro komunikaci mezi dvěma logistickými uzly výpočetní techniku. Ale hlavním důvodem nasazení výpočetní techniky v logistice je vytvoření technického zázemí pro realizaci rozsáhlých logistických informačních systémů. Výpočetní technika je dnes již obsažena prakticky ve všech dílčích oblastech logistického řetězce, vyskytuje se jak v mobilních telefonech, tak v řídicích jednotkách přepravních a manipulačních prostředků, v řízení technologických procesů, ale i v řízení na hierarchicky vyšších úrovních v managementu.

Pro realizaci logistických informačních systému bývají počítače, dnes výhradně typu PC propojovány do uzavřených počítačových sítí nebo jeho jednotlivé části spolu komunikují prostřednictvím internetu. Protože jsou zpracovávána data významné důležitosti nebo osobní údaje je nutno přenosy patřičně zabezpečit proti ztrátě a zneužití.

Existují čtyři základní typy zneužití dat:

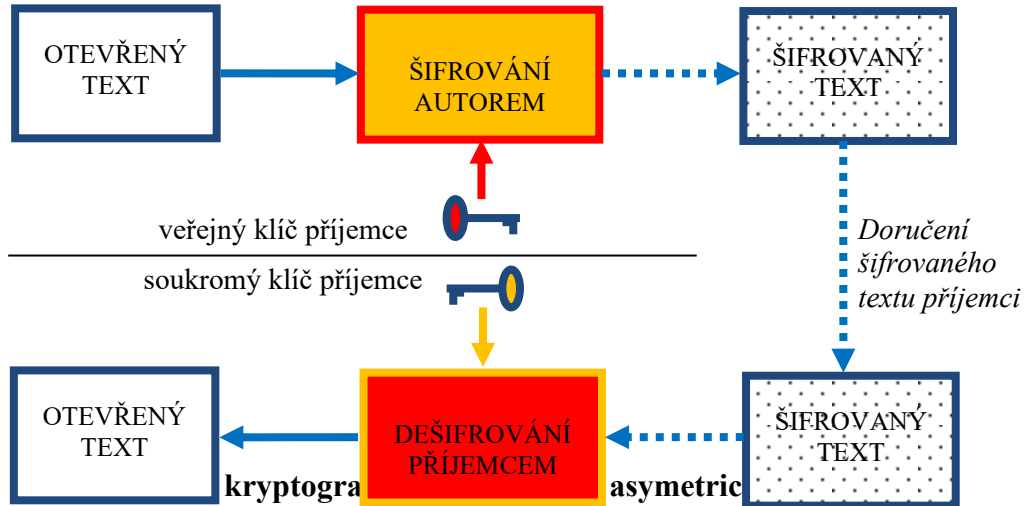
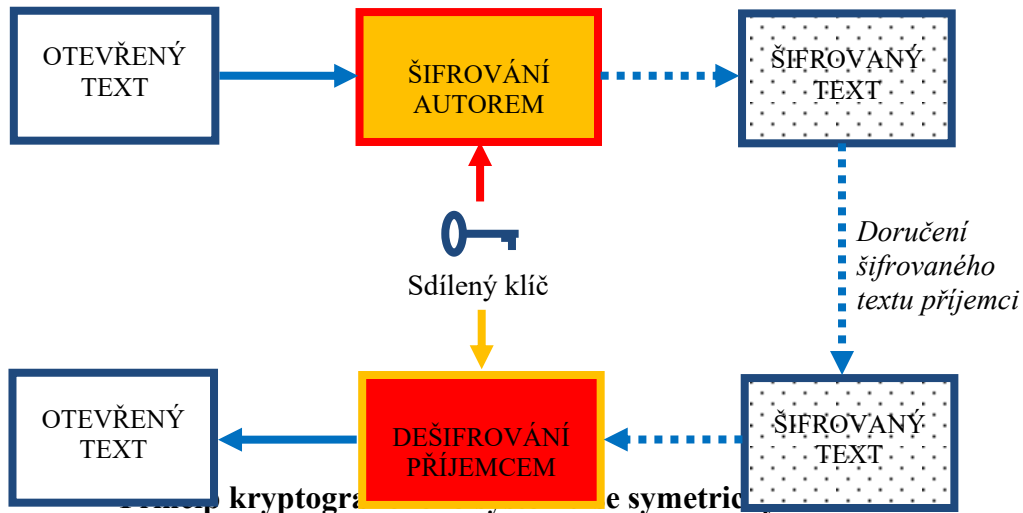
- přerušení – kdy dojde ke ztrátě dat,
- sledováním – kdy neautorizovaný subjekt získá přístup k datům,
- změnou – kdy neautorizovaný subjekt může s daty manipulovat,
- paděláním – kdy neautorizovaný subjekt vloží mezi data padělky.

Proti ztrátě dat se bráníme **zálohováním** dat. Způsob zálohování volíme v závislosti na konkrétní situaci jako je význam dat, perioda změn dat, objem nových dat apod. Zálohy je nutno pečlivě evidovat (údaje o obsahu a datu pořízení), kontrolovat a chránit proti zneužití (zaheslování záloh, šifrování). Významná data je nutno ukládat na několik fyzicky různých míst, případně i na různé typy nosičů, které volíme dle objemu dat, spolehlivosti, doby uchování apod. Zálohování by se mělo dít automaticky (lidský faktor).

Datovou bezpečnost ve smyslu utajení, integrity, dostupnosti v současné době nejúčinněji řeší tzv. kryptografické systémy, které transformují elektronická data do vhodně pozměněného tvaru. Data jsou šifrována a pro dekodování je nutno použít klíče, které však musí být udrženy v tajnosti.

Existují dva principy kryptografických systémů:

- ♦ kryptografické systémy se symetrickým klíčem - kryptografické algoritmy, které používají ten samý klíč pro šifrování i dešifrování.
- ♦ kryptografické systémy s asymetrickým (veřejným) klíčem - kryptografické algoritmy, které používají jiný klíč pro šifrování (veřejný) a jiný pro dešifrování (soukromý).



Sledovací a monitorovací systémy

Současná technika umožňuje podstatně zvýšit přesnost a operativnost logistického řízení zaváděním telematických (intelligentní dopravní systémy) a lokalizačních systémů, které zahrnují oblast od navigací až po sledování pohybu vozidel, mobilních transportních systémů a různých provozních parametrů. Patří zde tzv. **tracking** (sledování aktuální pozice) a tzv. **monitoring** (umožňující už také číst data ze sběrnic ve vozidlech apod.). Pro monitorovací

systemy je typické, že jsou schopny sbírat, zpracovat a odeslat data z různých senzorů do místa určení k dalšímu zpracování. Vznikají tak rozsáhlé systémy zvané **Fleet Management** (systémy pro správu vozového parku), které mohou zahrnovat vedle monitoringu vozidel i ostatní transportní a manipulační prvky logistického řetězce až po robotické systémy. Integrací těchto systémů do logistických informačních systémů (**Fleet controlling**) tak vzniká mohutný nástroj pro operativní optimalizaci logistického řízení.

Pro určování polohy jsou většinou používány družicové systémy **GPS** a vzájemná komunikace probíhá pomocí datových přenosů v mobilních telefonních sítích (**GSM**).

To umožňuje například kontrolu pohonných hmot, výpočet optimálních tras s ohledem na dopravní situaci apod.



Řešené úlohy

Příklad 1.4.

Viz. cvičení



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Telefon

Fax

Pošta

Počítačové komunikace, Internet



Otázky k probranému učivu

15. Vývoj kterých technických vymožeností vedl k rozvoji logistiky?
16. Jaké jsou základní typy zneužití dat a jak jim čelit?
17. K čemu slouží GPS a GSM systémy?

5 Logistika a technologie automatické identifikace, robotizace, transportních systémů.

5.1 Automatická identifikace



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat pojem automatické identifikace
- popsat význam transportních systémů a robotizace v logistice
- klasifikovat využití umělé inteligence v logistice



Výklad

Dnes, kdy je pro ekonomiku typická její globalizace, je již nutností zavádění systémů, které umožní snadnou a přesnou evidenci přepravovaného materiálu a zboží v celém logistickém řetězci. Tyto systémy představují skloubení digitalizace s využitím elektronických technologií, které jsou integrovány do logistických informačních systémů.

Čárové kódy

Jako první se v logistice začaly pro identifikaci hlavně zboží používat tzv. čárové kódy. Na výrobek nebo obal je umístěn štítek, která nese základní informace o identifikaci výrobku. Spojením s databází vzniká komplexní informace o výrobku. Na obrázku je jednoduchý lineární (1D) čárový kód na štítku, znázorněn laserový paprsek snímače a tvar dat vyhodnocený snímačem.



Jejich přednosti:

- jednoduchý a levný způsob kódování potřebných informací
- snadná tvorba prakticky všemi tiskovými technikami
- snadný způsob identifikace
- jednoduché zařízení na snímání čárových kódů

Jejich nevýhody:

- obecně omezená kapacita informací (záleží na typu kódování)
- možnost mechanického poškození (otěr, odlepení)
- nutnost umístit zboží tak, aby byl štítek opticky viditelný čtecím zařízením a nebyl deformován.

I když lineární čárové kódy existují již mnoho let a jejich možností jsou omezené, patří stále v oblasti automatické identifikace zboží k nejrozšířenějším a nejvhodnějším používaným systémům kódování.

Právě malá kapacita informací byla impulsem k využívání složitějších plošných a barevných obrazců v podobě plošných 2D a 3D kódů. Použitím těchto kódů informační kapacita značně vzrostla. Na obrázku je nejpoužívanější 2D kód na štítku.

Výhodou 2D kódů v porovnání s jejich lineárními kódy je schopnost nést na stejné ploše větší množství informací, kdy je možno

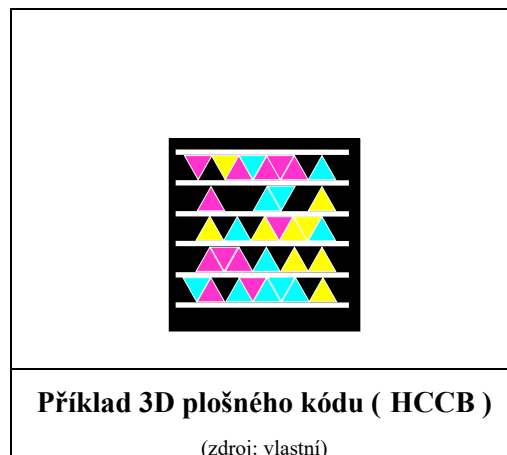
kódovat až několik tisíc znaků v jednom kódu. Dále mají díky redundanci schopnost rekonstruovat kódovanou informaci i u poškozených štítků a je proto možné je běžně umístit i na nerovné povrchy. Jejich kapacita a spolehlivost čtení jim dovoluje zachytit i nejrůznější textová sdělení, na která by kapacita 1D kódu nebyla dostatečná.



Příklad 2D plošného kódu (QR Code)

(zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:WikiQR.png>)

Nejnovější systémy kódování pro automatickou identifikaci jsou tzv. 3D kódy, které jsou sice plošné, avšak jako třetí rozměr využívající barvu. I ony existují v různých modifikacích. Tak například kód HCCB (High Capacity Color Barcode) využívá trojúhelníkových ploch ve čtyřech základních barvách (C, M, Y, K), které jsou umístěné v černém čtvercovém poli s bílými řádky (viz. obrázek). Jiným příkladem 3D kódu může být Ultracode. Ten používá kódování informačními čtverci v osmi základních barvách (W, R, G, B, C, M, Y, K).



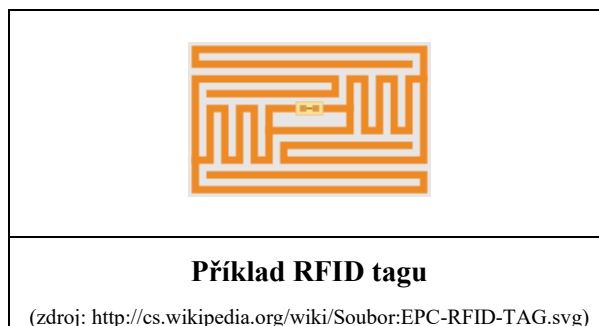
Čárové i plošné kódy jsou snímány optoelektronickými systémy, které skládají ze dvou základních částí:

- čtecí zařízení, které je určeno k přímému optickému kontaktu s kódem a převedení optické informace na elektrický digitální signál.
- dekodér, který je určen k dekodování čtečkou získaného elektrického digitálního signálu.

Plošné kódy (2D a 3D) se snímají pomocí CCD kamery nebo laserového skeneru a dekodování se provádí na principu analýzy získaného obrazu kódu.

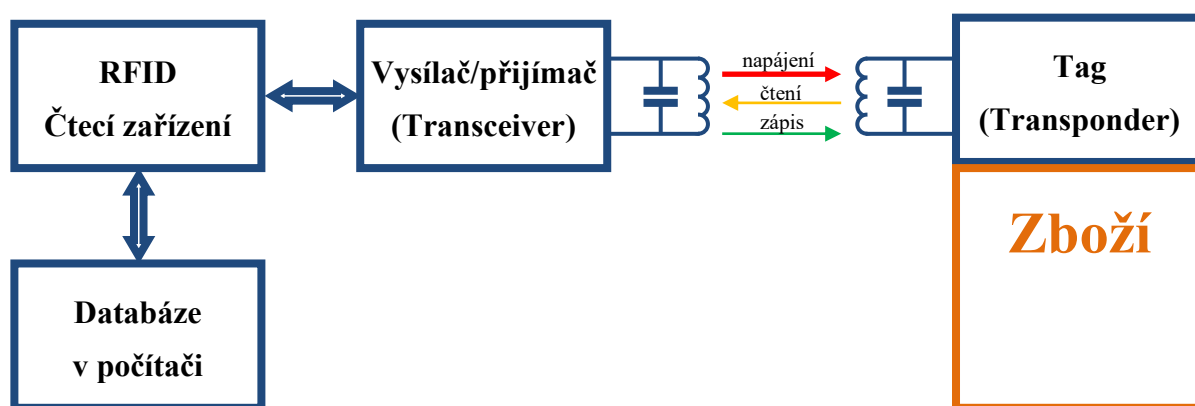
RFID (Radio Frequency Identification Systém)

Velkým problémem čárových kódů je nutnost optického kontaktu štítku se čtecím zařízením. Tento problém efektivně řeší nový systém automatické identifikace, který je označován jako technologie RFID. Principem je použití radiofrekvenčně identifikovatelných štítků, z nichž se uložené informace získávají rádiovými vlnami, tedy bez nutnosti optického kontaktu. V současné době jsou v logistice stále běžně používány čárové kódy, ale postupně se stále více začínají prosazovat i RFID štítky, které mohou být součástí etiket a obalů sledovaného zboží.



V logistice se RFID technologie využívají se hlavně v těchto aplikacích:

- k identifikaci zboží (obecně předmětů nebo materiálů) jakožto nástupce čárového kódu,
- identifikace osob, např. k řízení přístupu osob do uzavřených objektů (přístupové systémy), nebo oprávnění používat určitý stroj nebo zařízení,
- k bezhotovostním platbám apod.



Princip činnosti je názorně vidět na obrázku. RFID čtecí zařízení je připojeno na vysílač, který periodicky vysílá elektromagnetické pulsy. Jestliže je v dosahu RFID tág, využije vysílanou energii na aktivaci svého napájecího zdroje a následně vyšle v něm uložené údaje, které jsou zachyceny přijímačem a vyhodnoceny čtecím zařízením. Podrobné informace o identifikovaném předmětu jsou většinou uloženy v databázi na počítači.

Existují dva hlavní typy RFID transpondérů:

- Pasivní, které nemají vlastní napájení. Jejich dosah je tak značně omezen.
- Aktivní, které mají vlastní zdroj energie. Jejich dosah pak může být v řádu stovek metrů. Jejich nevýhodou je relativně velká velikost a vysoká výrobní cena oproti tágům pasivních.

Výhody:

- Tágy mohou být velmi miniaturní, jako tlustší listy papíru.

- RFID může nést mnohem více dat než klasické čárové kódy.
- Umožňuje označit jedinečným kódem každý sledovaný výrobek.
- Údaje o zboží na RFID mohou být několikanásobně přepsány.
- Nemusí být viditelně umístěné.
- Může být přečteno i více tagů v dosahu čtecího zařízení.

Robotické a transportní systémy

Špičková robotická zařízení a robotické celky provádějí automaticky určité úkony v rámci logistického řetězce včetně výrobních procesů. Slouží hlavně k přesunům materiálu, k zakládání, vyjímání a sestavování dílů, jejich balení či manipulaci při zkoušení a měření i manipulaci u obráběcích, tvářecích a jiných strojů na veškerých automatizovaných pracovištích a výrobních linkách.

Hlavní činnosti, které mohou být zajišťovány robotickými a transportními systémy:

- skladování materiálu (automatické ukládání na skladová místa a opětovné vyhledání a vyskladnění materiálu),
- transport materiálu (přesun mez i dvěma technologickými uzly),
- zakládání, polohování a vyjímání materiálu ze strojů při výrobě (přenesení materiálu od transportních prostředků k technologickému agregátu nebo stroj a zpět, pootáčení materiálu v průběhu technologické operace apod.),
- sestavování elektrických a mechanických a jiných komponentů (osazování tištěných spojů),
- provádění specializovaných výrobních postupů (řezání, svařování, čištění, tryskání, leštění povrchů, laserové kalení povrchu, nanášení speciálních vrstev, nástřiky povrchů lakem, značení, nástřik lisovacích a slévárenských forem apod.),
- zkoušení, testování a měření výrobků (automatické měření parametrů vyrobených elektronických součástek).
- paletizace a depaletizace (ukládání výrobků do palet, odebrání materiálu z palet)
- balicí linky (zařízení pro balení potravin apod.).

Všechna zde uvedená zařízení mají maximální přínos pro logistické řízení jen tehdy, jsou-li schopna komunikovat s logistickým informačním systémem a poskytovat mu tak všechna potřebná data pro

rozhodování a jsou schopna v reálném čase zpracovat a vykonat řídicí povely generované informačním systémem.



Řešené úlohy

Příklad 1.5.

Viz. cvičení



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Jaké způsoby automatické identifikace znáte?

Jaké činnosti z oblasti logistiky mohou být zajišťovány robotickými a transportními systémy?



Otázky k probranému učivu

18. Co znamená pojem linearizace?

19. Jaké způsoby linearizace známe?

6 Logistické informační systémy jako ekonomický nástroj pro optimalizaci finančních nákladů sledováním životních cyklů materiálu, výrobků a služeb, počínaje nákupem a konče spotřebou nebo likvidací



Čas ke studiu: 2 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat pojem kvality regulace
- popsat kvalitu regulace z přechodové charakteristiky
- vyřešit kvalitu regulace v metalurgické praxi



Výklad

6.1 Informační toky - informace spojené s materiálovými toky

Již z definice logistiky je patrné, že materiálové a finanční toky musí být doprovázené toky informačními. Právě v současné době a do budoucna ještě více budou kladeny na informační toky a uchování informací spojených s celým logistickým řetězcem podniku zvýšené nároky. A právě moderní informační technologie ovlivňují logistiku jak po stránce kvantitativní, tak především po stránce kvalitativní. Podniky dnes mají k dispozici stále účinnější nástroje, kterými mohou monitorovat aktivity, které jsou náročné na počet a objem transakcí, tj. objednávání, skladování zásob, pohyb materiálu, skladování zboží, distribuce atd. Při současném využití počítačových kvantitativních modelů zvýšily takové informace **schopnost řídit materiálové toky v celém řetězci a optimalizovat výši a pohyb zásob**. Systémy plánování materiálových požadavků (MRP - Materials Requirement Planning), systémy plánování distribuce (DRP - Distribution Resource Planning) a metody Just-in time (JIT) umožňují podnikům propojení řady činností, spojených s materiálovými toky, a to od procesu objednávání od dodavatelů, přes řízení zásob, prognózování výrobní plánování až po distribuci zboží. [4 Němec]

V současné době a za současných konkurenčních podmínek, musí mít každý podnik své činnosti podložené informačními technologiemi.

Pomocí moderní výpočetní techniky a jiných technických prostředků je možno propojením hmotných toků s informačními toky sledovat pohyb materiálu od objednání, příjmu v

podniku, přes jeho kontrolu, naskladnění, opětovné vyskladnění a převoz do výrobního procesu, během výroby, až po jeho zabalení, skladování, expedici, naložení na dopravní prostředek a distribuci jako zboží k zákazníkovi.

Vstupními informacemi pro podnik jsou objednávky zákazníků na předem stanovené období. Následně se objednávky zpracují, jsou porovnány s aktuálním stavem zásob vstupů výroby (surovin, dílů) a je sestaven plán zásobení vstupy. Na základě tohoto plánu jsou vystaveny objednávky dodavatelům. Zároveň je vytvořen výrobní plán (co má být vyrobeno, kdy a v jakém množství). Potřebné suroviny a díly jsou pak expedovány do výroby a použity ve výrobě s cílem vytvořit výsledný výrobek, který následně putuje k zákazníkům a sloužící k uspokojování jejich požadavků.

6.2 Logistické informační systémy

Cílem logistického informačního systému, kterým jsou uskutečňovány informační toky v logistických řetězcích, je koordinovat veškeré logistické aktivity, které jsou spojené s řízením hmotných toků v logistických řetězcích. Logistický informační systém ve skutečnosti řídí hmotné toky v logistických řetězcích, proto jeho kvalitu musí být věnována velká pozornost.

Klíčovou roli v této oblasti hrají sofistikované informační systémy, které musí být schopné přesně a zároveň rychle analyzovat velké množství informací ze sledovaných materiálních toků, a na jejich základě navrhnout nejvhodnější strategii řešení dané situace, případně automaticky tuto strategii provést. Informace, bez nichž by sebedokonalejší počítačový logistický informační systém nemohl vykonávat svou funkci, jsou získávány pomocí specializovaných senzorů, které jsou umístěny ve všech místech určených ke sledování. Obvykle jsou ve skladech, na transportní a manipulační technice nebo dokonce přímo na materiálu a výrobcích.

Základní funkce logistického řídicího systému:

- evidence zakázek od fáze objednávky až po expedici k zákazníkovi,
- vyhotovení výrobních dokladů,
- průběžné sledování postupu zakázky procesem,
- možnost zpětného dohledávání,
- základní vyhodnocení kvality,

- vyhotovení podkladů pro periodické fakturování,
- hromadná změna statusu zakázek po jejich dohotovení,
- export dat pro odběratele,
- evidence a přehledy vyfakturovaných zakázek,
- statistika dodavatelů,
- finanční statistika.

Posouzení kvality logistického systému může být posouzeno na základě těchto kritérií [7]:

- Čas dodání, tj. doba, která uplyne od předání objednávky zákazníkem až po okamžik dostupnosti zboží u zákazníka. Kratší dodací lhůty umožňují zákazníkům udržovat nižší stavy zásob.
- Spolehlivost dodávek, tj. pravděpodobnost, s jakou bude dodací lhůta dodržena. Nejsou-li dodací lhůty přesně dodržovány, mohou být u zákazníků příčinou poruchy podnikových procesů, a tím vyvolávat zvýšení nákladů.
- Pružnost (flexibilita) dodávek, která vyjadřuje schopnost podniku pružně reagovat na požadavky a přání zákazníků. Patří zde především změny v parametrech objednávek (množství, termín dodání, druh balení, dopravní varianty, dodací podmínky) a informace, které má zákazník k dispozici o stavu zakázky.
- Jakost dodávek vyjadřující přesnost dodání z hlediska způsobu, množství, kompletnosti a stavu dodávky (nepoškozené výrobky, úplná průvodní dokumentace). Nízká jakost dodávek má za následek reklamace zákazníků, případně až jejich ztrátu.

6.3 Softwarové systémy a logistika - Základní vlastnosti software pro logistiku

Hlavní výhodou aplikace softwarových informačních systémů pro logistiku je značný nárůst konkurenceschopnosti podniku, čehož je dosaženo snížením nákladů na skladování sledování materiálu při výrobě a distribuci zboží při současném zvyšování úrovně služeb pro zákazníky.

Dnes existuje celá řada softwarových produktů pro správu, automatizaci a optimalizaci logistických řetězců malých, středních i velkých podniků.

Konkrétní produkty se liší jak rozsahem funkcí, tak kvalitou, cenou a velikostí podniku, pro který jsou určeny.

Přesto lze vytýčit několik obecných požadavků, které by měly splňovat:

- Měly by být navrženy za pomoci nejmodernějších technologií, nejlépe na Microsoft DOT NET, měly by mít vícevrstvou architekturu a plně podporovat nejrozšířenější databázové systémy jako je Microsoft SQL a Oracle.
- Měly by spolupracovat s již existujícími a často používanými systémy, jako jsou ERP a MRP (SAP, NAVISION / AXAPTA, EPICORE / SCALA, ORACLE, JDE, atd.).
- Měly by být lokalizovány do vlastního jazyka každého uživatele.
- Musí v reálném čase podporovat potřeby podniků, které mohou mít případně i více distribučních center a výrobních středisek.
- Musí zahrnovat celý komplex procesů jako je např. přejímka, skladování, přeprava, balení, volitelné interní úkony, kontrola jakosti, výrobní objednávky atd.).

Některé specifické funkce dle způsobu využití v jednotlivých podnicích:

- Systém by měl podporovat různé typy regálových systémů a skladovacích podmínek.
- Systém by měl podporovat všechny známé standardy čárových kódů.
- Používání více měrných jednotek a typů obalů / hierarchií.
- Systém by měl podporovat zpracování více distribučních center a výrobních celků.
- Systém by měl podporovat přenos a zpracování informací z více budov nebo středisek.
- Systém by měl vykonávat správu dostupných zdrojů a autorizačních práv (pracovníků, transportní techniky, vozidel skladovacích prostor apod.).
- Plně přizpůsobené uživatelské prostředí.
- Systém by měl vykonávat správu RF komunikace.
- Systém by měl vykonávat správu tiskáren čárových kódů.
- Systém by měl vykonávat návrhy štítků čárových kódů.

Jaké výhody by mělo zavedení logistického informačního systému přinést:

- Nárůst produktivity podniku díky snížení doby potřebné pro provádění základních logistických úkonů.
- Zvýšení kapacity skladových prostor a systémů díky optimalizaci manipulace a uložení naskladňování zboží do regálových systémů.
- Snížení množství vráceného zboží díky minimalizaci chyb při procesech distribuce.
- Znalost úrovně zásob i podle logistických atributů a jejich umístění v každém okamžiku
- Optimalizaci obrátek zásob.

- Zpřesnění a zrychlení dostupnosti informací, což usnadňuje rozhodování a umožňuje včasné reakce pro optimalizaci provozních postupů.
- Možnost monitorování a optimalizaci toku zboží během celého logistického řetězce.
- Možnost sledování a trasování.
- Provádění a monitorování postupů pro zachování jakosti a bezpečnosti.
- Provádět prognózu poptávky a doplňování zásob.
- Minimalizaci nákladů na zásoby.
- Vizualizaci potřebných informací pro podporu rozhodování na manažerské úrovni.

Logistický informační systém by měl být vysoce adaptabilní, neboť logistika je obor s velkou dynamikou rozvoje. Měl by proto oprávněnému uživateli umožňovat samostatně realizovat požadované změny a vylepšení funkcí systému (řešení na míru) bez nutnosti zásahu do vlastního programu.

Příklady používaných logistických informačních systémů:

- SAP,
- NAVISION / AXAPTA,
- EPICORE / SCALA,
- Logistic Vision Suite
- Money S5
- ORACLE,
- JDE



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Jaké výhody by mělo zavedení logistického informačního systému přinést?

Jaké logistických informačních systémů



Otázky k probranému učivu

20. Viz. cvičení

21. Viz. cvičení

7 Expertní systémy v logistice



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- definovat pojem expertní systém
- popsat strukturu expertního systému
- rozhodnout o efektivitě zavedení expertního systému

7.1 Princip činnosti expertních systémů

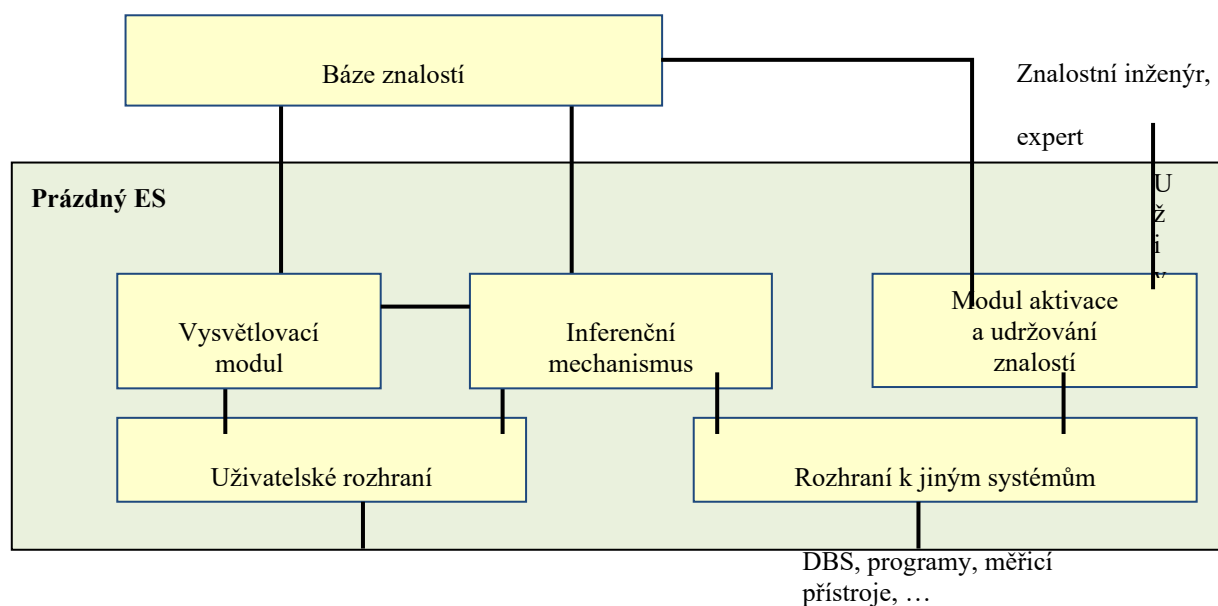


Výklad

Definice expertního systému

E. A. Feigenbaum definuje expertní systém (ES) následovně:

Expertní systém je počítačový program, simulující rozhodovací činnost experta při řešení složitých úloh a využívající vhodně zakódovaných, explicitě vyjádřených znalostí, převzatých od experta, s cílem dosáhnout ve zvolené problémové oblasti kvality rozhodování na úrovni experta [28].



Expertní systémy mohou být využívány třemi základními způsoby:

- ES jako poradce – slouží expertovi k potvrzení či zpochybnění jeho profesionálních názorů a plní tak hlavně kontrolní funkci.
- ES jako rovnocenný partner - navrhuje řešení, avšak konečné rozhodnutí je vždy na uživateli.
- ES jako expert – je schopen pracovat zcela autonomně na úlohách, které už uživatel není sám schopen vyřešit. Systém sám rozhoduje a svá rozhodnutí, která uživatel ani není schopen kontrolovat, často i samostatně provádí.

Kdy má smysl expertní systém aplikovat? Tehdy, jsou-li splněny dvě zásadní podmínky:

- Technické - mělo by se jednat o problém složitý rozsahem nebo neurčitostí vztahů, a to tehdy, není-li k dispozici patřičná exaktní metoda řešení, nebo existuje, ale není schopna poskytnout řešení v požadované době (reálném čase).
- Ekonomické - přínosy, které jsou důsledkem jeho použití, musí převyšovat za stanovené období výši vynaložených nákladů.

Mělo by tedy jít o mnohonásobně se opakující problém, který je nutno řešit pro velké finanční dopady, kdy fyzičtí experti vycházejí drahé nebo jsou jen málo dostupní.



Řešené úlohy

Příklad 1.6.

Viz. cvičení



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

Expertní systém
Z-transformace



Otázky k probranému učivu

22. Co znamená pojem expertní systém?
23. Jak chápete pojem umělá inteligence?
24. Jak se popisuje časová funkce v z-transformaci?

8 Progresivní metody modelování logistických systémů.



Čas ke studiu: 4 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět

- popsat problematiku modelování logistických systémů
- definovat prostředky pro modelování logistických systémů
- vyřešit kritickou cestu a vypočítat rezervy



Výklad

8.1 Problematika modelování logistických systémů

Řízení velmi složitých systémů, jakými jsou procesy logistiky, si vyžaduje využití těch metod a simulačních modelů, které umožňují[27]:

- poskytování vyčerpávajících znalostí vztahů a závislostí mezi všemi dílčími činnostmi tak, aby byl dán jasný a úplný přehled pracovního postupu s ohledem na daný hierarchický řídicí stupeň se všemi návaznostmi a podmíněnostmi;
- poskytování účinného lhůtového plánu umožňujícího:
 - a) hodnocení významnosti dílčích činností z hlediska včasného splnění celé řízené akce,
 - b) kontrolu časového postupu prací,
 - c) prognózu plnění postupu prací v budoucnosti tak, že je možno provádět včas opatření k eliminaci vzniklých odchylek;
- možnost účinné koordinace všech těch aktivit, které se na dané akci podílejí;
- hospodárné využívání pracovních strojů a dopravních zařízení, které se na řízené akci podílejí a to i z hlediska dalších realizovaných akcí;
- možnost provádění do důsledku a včas, všech nutných změn v rámci stanovených termínů;
- eliminaci redundance informací pro určitý stupeň řízení zbytečných;
- stanovení celkové doby realizace řízené akce nejen s ohledem na přímé náklady spojené s její realizací, ale i s ohledem na ztráty a vícenáklady, které by vznikly nadměrnou délkou doby realizace, nebo jejím prodlužováním;
- vytváření předpokladů pro hladký tok informací, i předpoklady pro jejich zpracování na číslicovém počítači;

- optimalizaci akce z hlediska doby trvání a zdrojů.

8.2 Prostředky pro modelování logistických systémů

Řídící činnosti a činnosti pracovně technologického charakteru (například při zajišťování dodávky materiálu na důlní pracoviště) lze modelovat a matematicky formulovat hranově orientovaným síťovým grafem [27]:

$$G_s = [U, H, Q]$$

Kde síťový graf je zadán množinou uzlů: $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, u_j, \dots, u_n\}$, množinou orientovaných hran: $H = \{(i, j) : i \in U, j \in U, i < j\}$ a incidenční relací Q - udávající směr orientace hran.

Jednotlivé modelované činnosti, podílející se například na zabezpečování dodávky materiálu na důlní pracoviště, jsou v síťovém grafu znázorněny orientovanými hranami, vymezenými dvěma uzly, viz. následující obrázek [27]. Ke každé hraně (činnosti i, j) se přiřazuje doba trvání příslušné činnosti - t_{ij} .

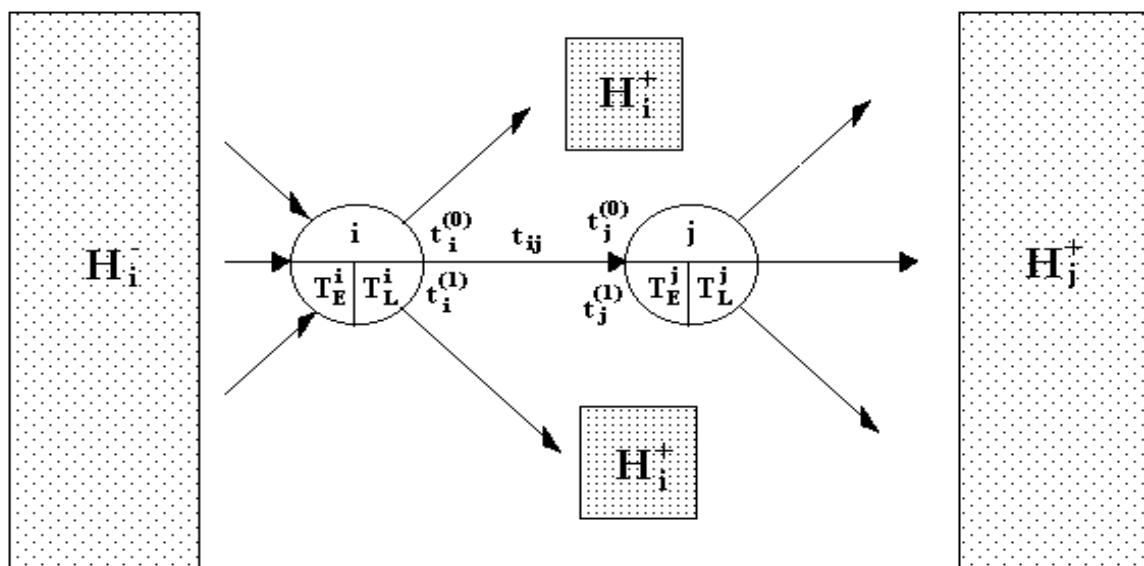
Každý uzel v síťovém grafu představuje okamžik, ve kterém dochází k zahájení respektive k ukončení jednotlivých činností. Činnosti vycházející z jednoho uzlu mají činnosti, které jim bezprostředně předchází, společné.

Při analýze síťových grafů se pracuje s číselnými časovými charakteristikami, viz. následující obrázek [27]:

t_{ij} - doba trvání činnosti (i, j) $t_i^{(0)}$ - nejdříve možný termín zahájení činnosti (i, j) $t_i^{(1)}$ - nejpozději přípustný termín začátku činnosti (i, j) $t_j^{(0)}$ - nejdříve možný termín ukončení činnosti (i, j) $t_j^{(1)}$ - nejpozději přípustný termín ukončení činnosti (i, j) T_E^i - nejdříve možný termín realizace uzlu (i) T_L^i - nejpozději přípustný termín realizace uzlu (i)

Pozn.: „Přípustnost“ termínu se vztahuje ke konečné době realizace celé řízené akce.

„Možnost“ termínu se vztahuje k termínu zahájení řízené akce.



Nejdříve možný termín realizace uzlu označuje nejdříve možný začátek všech činností v tomto uzlu začínajících. Žádnou následující činnost nelze zahájit, dokud nejsou ukončeny všechny činnosti jí bezprostředně předcházející.

Nejpozději přípustným termínem realizace uzlu se rozumí nejpozději přípustné ukončení všech činností vstupujících do daného uzlu a nejpozději přípustné zahájení všech činností z něho vystupujících.

Správné sestavení časového modelu řízené akce předpokládá znalost odpovědí na otázky, které činnosti bezprostředně každé činnosti předcházejí, které za ní bezprostředně následují, které probíhají souběžně a které činnosti jsou na sobě závislé.

Časové rezervy operací

Hodnoty časových rezerv se určují vzájemným vztahem dob trvání jednotlivých operací a číselných časových charakteristik. Pro každou činnost lze rozeznat několik druhů časových rezerv [27]:

Celková časová rezerva

představuje množství času, o který lze posunout danou činnost, aniž by se tím ovlivnil stanovený termín realizace řízené akce. Její číselná hodnota je dána vztahem:

$$R_{ij}^C = t_j^{(1)} - t_i^{(0)} - t_{ij} = T_L^j - T_E^i - t_{ij}$$

Volná časová rezerva

určuje množství času, v rámci kterého může být daná činnost prodloužena nebo zkrácena, aniž by byly ovlivněny činnosti na ni navazující. Pro tuto rezervu platí vztah:

$$R_{ij}^V = T_E^j - T_E^i - t_{ij}$$

Nezávislá časová rezerva

vyjadřuje je množství času, o který může být daná činnost posunuta, nebo zkrácena aniž by se tím ovlivnila jakákoliv jiná činnost v síťovém grafu. Tato rezerva je dána vztahem:

$$R_{ij}^N = \max(0; T_E^j - T_L^i - t_{ij})$$

Hodnota této časové rezervy může vyjít i záporná tehdy, když minimální disponibilní čas je kratší než doba trvání činnosti. V tomto případě se záporné hodnoty neuvažují a rezerva se pokládá rovna nule.

Závislá časová rezerva

udává nejvyšší zdržení začátku činnosti (i, j) oproti nejpozději přípustnému termínu, aniž by došlo k posunu nejpozději přípustného termínu uzlu (j):

$$R_{ij}^Z = T_L^j - T_L^i - t_{ij}$$

Interferenční časová rezerva

udává množství času mezi nejdříve možným a nejpozději přípustným termínem realizace uzlu (i).

$$R^i = T_L^i - T_E^i$$

Podle jednotlivých časových rezerv lze určit kritické činnosti, které leží na kritických či subkritických cestách, popřípadě lze vhodně zasahovat do dílčích činností celé řízené akce.

Kritická činnost (i,j) vykazuje nulovou celkovou časovou rezervu a tedy i oba uzly (i) a (j), které ji ohraničují, mají nulovou interferenční rezervu:

$$R_{ij}^C = 0; R^i = 0; R^j = 0$$

Prodloužení doby trvání těchto kritických činností vede k prodloužení doby trvání celé řízené akce. O posloupnost kritických činností, které tvoří kritickou cestu, se opírají metody síťové analýzy. (CPM - *Critical Path Method*, PERT – *Program Evaluation and Review Technik*, a další) [27].

8.3 Síťová analýza deterministických modelů CPM

Síťová analýza vychází z deterministického ohodnocení příslušných orientovaných hran v síťovém grafu (modelu zásobování důlních pracovišť materiálem) a opírá se o metodu kritické cesty CPM. Realizuje se ve dvou fázích výpočtu („postup vpřed“ a „postup vzad“).

1. Fáze

Výchozím uzlem pro využití metody je počáteční uzel, tj. uzel s nejnižším indexem, pro nějž platí [27]:

$$T_E^1 = t_1^{(0)} = t_{zp}$$

kde t_{zp} je časem zahájení řízené akce. Další uzly síťového grafu jsou podřízeny následujícím vztahům [27]:

$$\begin{aligned}
t_i^{(0)} &= T_E^i \\
t_j^{(0)} &= t_i^{(0)} + t_{ij} \\
T_E^j &= \max_{(i,j)^-} (T_E^i + t_{ij}) \quad \text{pro: } \begin{matrix} i = 2, 3, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, n-1 \end{matrix}
\end{aligned}$$

2. Fáze

Výchozím uzlem je u této fáze (postup vzad) poslední uzel síťového grafu, tj. uzel s nejvyšším číslem. Ztotožníme nejpozději přípustný termín realizace s nejdříve možným termínem ukončení řízené akce [27]:

$$T_E^n = T_L^n = \lambda = t_n^0 = t_n^1$$

kde - n je poslední uzel síťového grafu a λ je plánovaný termín dokončení řízené akce. Ve výpočtu se postupuje zpět od posledního uzlu grafu, až po uzel počáteční, dle algoritmu [27]:

$$\begin{aligned}
t_j^{(1)} &= T_L^j \\
t_i^{(1)} &= t_j^{(1)} - t_{ij} \\
T_L^i &= \min_{(i,j)^+} (T_L^j - t_{ij}) \quad \text{pro: } \begin{matrix} i = n-1, n-2, \dots, 2, 1 \\ j = n, n-1, \dots, 3, 2 \end{matrix}
\end{aligned}$$

8.4 Síťová analýza stochastických modelů PERT

V těch případech, kde není možné ohodnotit jednotlivé činnosti deterministicky, na základě například norem spotřeby práce, nebo stanovením pomocí deterministických výpočtových vztahů, kde se musí počítat s určitým prvkem nahodilosti, to je se změnou doby trvání dané pracovní operace, tam je nutné užít stochastického modelu.

Například mnohé činnosti metalurgické výroby jsou do jisté míry pod vlivem náhodného charakteru. Může se projevit například poruchovost strojů a dopravních zařízení, změny v metalurgických podmínkách, vliv lidského faktoru, aj. Zde již neplatí předpoklad, že doba trvání každé činnosti je jednoznačně určena, ale její ohodnocení platí jen do okamžiku, do

kterého jsou v platnosti ty podmínky, za kterých byla stanovena. Navíc při řízení toků materiálu se vyskytují činnosti, které nejsou ohodnocovány normami spotřeby práce. Zde pak je nutné ohodnotit doby trvání operací pomocí metod induktivní statistiky, pomocí níž se určuje stupeň nejistoty, s níž se ta která operace spojuje. Cílem řízení je pak, mimo jiné, odhadnout tuto nejistotu, což umožňuje správnější rozhodnutí v tom smyslu, že lze odhadnout, jak bude trvat realizace celé řízené akce, nebo i jen některých jejích důležitých etap ve stanovených termínech. Doba trvání každé činnosti se zde chápe jako náhodná proměnná s určitým pravděpodobnostním rozdělením [27].

U neopakovatelných činností, kdy nemůže být k dispozici statistický materiál dostatečného rozsahu výběrového souboru, je nutné užít *expertních odhadů* dob trvání operací. Využívá se zde zkušeností, úsudku a hodnocení expertů, kteří dlouholetou praxí dovedou odhadnout podmínky i rizika realizace jednotlivých činností.

Metoda odhadů dob trvání činností, vychází z tzv. ***β rozdělení***, jehož užití je výhodné pro jeho vlastnosti, jako jsou: spojitost, konečné rozpětí, schopnost být symetrické, i nesymetrické [27].

Zákon rozložení pravděpodobnosti pro ***β rozdělení*** je dán vztahem [27]:

$$f(x) = \frac{1}{B(p, q)} x^{p-1} (1-x)^{q-1} \quad \text{pro } 0 \leq x \leq 1$$

Tomuto rozdělení odpovídá distribuční funkce [27]:

$$F(x) = \frac{1}{B(p, q)} \int_0^x x^{p-1} (1-x)^{q-1} dx$$

Beta rozdělení je charakterizováno svými momenty: střední hodnotou, směrodatnou odchylkou, disperzí, viz. následující vztahy [27]:

$$\text{Střední hodnota:} \quad t_e = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Směrodatná odchylka:
$$\sigma_{te} = \frac{b - a}{6}$$

Disperse :
$$\sigma_{te}^2 = M_2 = \frac{(b - a)^2}{36}$$

kde: ***m*** - je modus, nejpravděpodobnější odhad doby trvání činnosti
a - je tzv. optimistický odhad doby trvání činnosti
b - je tzv. pesimistický odhad doby trvání činnosti

Těchto expertních odhadů využívá **metoda PERT** a nahrazuje jimi doby trvání činností. Postup síťové analýzy u metody PERT má rovněž dvě fáze:

1. Fáze:

Obdobně jako u předchozí metody, i zde se zahajuje výpočet počátečním uzlem, jehož nejdříve možná realizace se pokládá době zahájení řízené akce [27]:

$$T_E^1 = t_1^{(0)} = t_{zp}$$

Výpočet hodnot nejdříve možných realizací uzlů je pak dán vztahy [27]:

$$t_i^{(0)} = T_E^i$$

$$t_j^{(0)} = t_i^{(0)} + t_{ij}$$

$$T_E^j = \max_{(i,j)^-} (T_E^i + t_{ij})$$

$$\text{pro } \begin{matrix} i = 2, 3, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, n - 1 \end{matrix}$$

$$\sigma_{T_E}^{2j} = \max_{(i,j)^-} (\sigma_{T_E}^{2i} + \sigma_{teij}^2)$$

kde: σ_{teij}^2 - disperse činnosti i,j

σ_{TE}^{2i} - disperse termínu nejdříve možné realizace uzlu: i
 σ_{TE}^{2j} - disperse termínu nejdříve možné realizace uzlu: j

2. Fáze:

Při postupu vzad se u posledního uzlu síťového grafu ztotožňuje jeho nejdříve možný termín realizace s nejpozději přípustným, a pokládá se plánovanému dokončení řízené akce [27]:

$$T_E^n = T_L^n = \lambda = t_n^0 = t_n^1$$

Hodnoty nejpozději přípustných termínů realizací uzlů se postupně vypočítávají dle vztahů [27]:

$$\begin{aligned} t_j^{(1)} &= T_L^j \\ t_i^{(1)} &= t_j^{(1)} - t_{ij} \\ T_L^i &= \min_{(i,j)^+} (T_L^j - t_{ij}) \end{aligned} \quad \text{pro:} \quad \begin{aligned} i &= n-1, n-2, \dots, 2, 1 \\ j &= n, n-1, \dots, 3, 2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{T_L}^{2i} = \max_{(i,j)^+} (\sigma_{T_L}^{2j} + \sigma_{teij}^2)$$

kde: σ_{TL}^{2i} - disperse termínu nejpozději přípustné realizace uzlu: i
 σ_{TL}^{2j} - disperse termínu nejpozději přípustné realizace uzlu: j

Analýza pravděpodobnosti změn uzlů v uzly kritické.

Hodnota interferenční časové rezervy u metody PERT udává její očekávanou hodnotu, která se v důsledku možného překrývání obou termínů, (nejdříve možné realizace a nejpozději přípustné realizace uzlu) může měnit a to zvětšovat či zmenšovat, popřípadě i nabývat záporných hodnot, jestliže se obě křivky hustoty pravděpodobnosti překrývají.

V důsledku pravděpodobnostního odhadu pro realizace uzlů se může stát, že se dosavadní nekritické činnosti mohou stát kritickými a mohou tak ochromit splnění celé řízené akce. Proto je účelné zkoumat nekritické uzly a odhadovat pravděpodobnost, s jakou se tyto mohou stát kritickými[27]:

$$P\{R \leq 0\}$$

Tato pravděpodobnost se stanovuje na základě vztahu [27]:

$$u = \frac{T_E - T_L}{\sqrt{\sigma_{T_E}^2 - \sigma_{T_L}^2}} = \frac{-R}{\sigma_{T_R}}$$

kde:

$$\sigma_{T_E}^{2j} = \max_{(i,j)^-} (\sigma_{T_E}^{2i} + \sigma_{teij}^2)$$

$$\sigma_{T_L}^{2i} = \max_{(i,j)^+} (\sigma_{T_L}^{2j} + \sigma_{teij}^2)$$

Odhadu pravděpodobnosti potom odpovídá distribuční funkce normálního rozdělení [27]:

$$\Phi(u) = P\{R \leq 0\}$$

Její hodnoty jsou tabelovány, nebo je lze určit libovolnou numerickou metodou z řešení integrálu [27]:

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du$$

U kritických činností je hodnota $R=0$ a proto bude i: $u = 0$. Odtud je pak pravděpodobnost: $\Phi(u) = 0,5$.

U všech uzlů ležících na kritické cestě lze s 50% jistotou očekávat, že se u nich v průběhu realizace vytvoří časová rezerva a že se dosavadní kritická cesta změní v nekritickou. Význam pravděpodobnostní analýzy roste u těch uzlů, které incidují se subkritickými činnostmi. Odhadovaná pravděpodobnost změn uzlů v uzly kritické roste směrem ke kritickým činnostem. Její růst však není lineární a je závislý rovněž na tvaru normálních rozdělení termínů realizací uzlů. Se vzrůstem hodnot směrodatných odchylek normálních rozdělení roste rychle i odhadovaná pravděpodobnost, i když se hodnota interferenční rezervy nemění. Snižuje-li se však hodnota interferenční rezervy, pak se odhadovaná pravděpodobnost rychle zvyšuje [27].

Analýza pravděpodobnosti dodržení realizace zadaných termínů.

Pravděpodobnostní analýza dodržení realizace zadaných termínů umožňuje kontrolovat termíny realizací, jak stanovených termínů řízených akcí, tak i vytyčených etap. Je-li zadán

předpokládaný termín ukončení činností končících v daném uzlu T_S , pak pro odhad pravděpodobnosti realizace tohoto uzlu $P\{T_E \leq T_S\}$ bude platit [27]:

$$u = \frac{T_E - T_L}{\sqrt{\sigma_{T_E}^2 + \sigma_{T_L}^2}} = \frac{T_E - T_S}{\sigma_{T_E}}$$

protože $\sigma_{T_S} = 0$. Následně potom platí pro pravděpodobnost [27]:

$$P\{T \leq T_S\} = \Phi(u)$$

Hodnoty distribuční funkce normálního rozdělení jsou, obdobně jako v předchozím, tabelovány. Je-li hodnota pravděpodobnosti dodržení termínu nižší jak 0,25 je nutné zavést opatření k zajištění lepšího průběhu všech činností, které koincidují s daným uzlem, například změnou organizace práce, přiřazením dalších zdrojů, apod. Hodnoty pravděpodobností v rozsahu 0,25 až 0,6 ukazují na dobré zabezpečení činností řízené akce. Hodnoty nad 0,6 indikují nadbytečné využívání zdrojů.

Pokud uvedenými opatřeními nelze zvýšit pravděpodobnost realizace činností v daném kontrolovaném uzlu je nutno stanovit nový termín dle vztahu [27]:

$$T_S = T_E + u \cdot \sigma_{T_E}$$

Kontrola postupu prací a dodržování stanovených termínů v rámci řízení logistického procesu metodami síťové analýzy, vede na optimalizaci času a nákladů.



Řešené úlohy

Příklad 1.7.

Určete kritickou cestu logistického systému, který je dán stochastickým modelem ve formě incidenční matice [27]:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		1 1 1	1 5 6	1 3 7					
2					1 2 4				

3					1 7 8			7 8 16	
4						4 6 10			
5							1 10 13		
6							1 1 1		
7							0 0 0		
8								1 3 5	
9									

♦ Řešení

Z expertních odhadů (optimistický, modus, pesimistický) dob trvání operací, pro každou incidenční relaci v matici modelující náhodnost doby trvání, vypočteme dle výše uvedených vztahů pro β rozložení střední hodnotu a disperzi (Prezentace metody PERT incidenční maticí).

$\sigma_{T_E}^2$	T_E	x	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1		1,0 0	4,5 0,7	3,3 1,0					
0	1,0	2					2,2 0,2				
0,7	4,5	3					6,2 1,4			9,2 2,3	
1,0	3,3	4						6,3 1,0			
2,1	10,7	5							9,0 4,0	4,5 0,7	
2,0	9,6	6								1,0 0	
6,1	19,7	7								0 0	
6,1	19,7	8									3,0 0,4
6,5	22,7	9									
x	x	T_L	0	8,5	4,5	12,4	10,7	18,7	19,7	19,7	22,7
x	x	$\sigma_{T_L}^2$	6,5	4,6	5,8	1,4	4,4	0,4	0,4	0,4	0
x	x	R_i	0	7,5	0	9,1	0	9,1	0	0	0

Příklad 1.8.

Stanovte pravděpodobnosti změn nekritických uzlů systému, z předchozího příkladu, v uzly kritické [27].

♦ Řešení

- uzel 2 : z obr. 32 interferenční časová rezerva je: $R_i = 7,5$ časových jednotek, potom přibližně se rovná parametr $u = -3,5$. a odtud pak pravděpodobnost, s použitím tabulky normálního rozložení, je : $\Phi(-3,5) = 2,33 \cdot 10^{-4}$.
- uzel 4: jeho interferenční časová rezerva je: $R_i = 9,1$ časových jednotek, čemuž odpovídá parametr $u = -5,87$. Pravděpodobnost změny je pak: $\Phi(-5,87) = 2,18 \cdot 10^{-8}$.

- c) uzel 6: má shodnou interferenční časovou rezervu s uzlem 4 a tudíž i stejnou pravděpodobnost změny.

Vypočtené pravděpodobnosti změn všech tří uzlů v uzly kritické mají zcela nepatrné hodnoty.



Shrnutí pojmů kapitoly (podkapitoly)

V této kapitole jste se seznámili s následujícími pojmy, které byly v textu rozebrány, a které je nutné znát (můžete je stručně charakterizovat):

CPM - Critical Path Method,	.....
PERT – Program Evaluation and Review Technique	.....
Síťový graf	.....
Kritická cesta	.....



Otázky k probranému učivu

25. Co znamená pojem CPM?
26. Co znamená pojem PERT?
27. Co znamená pojem kritická cesta?
28. Co nazýváme síťovým grafem?
29. Jaké typy časových rezerv operací znáte?



Použitá literatura, kterou lze čerpat k dalšímu studiu

- [1] NĚMEC, F. *Logistické procesy*. Karviná: Obchodně podnikatelská fakulta Slezské Univerzity, 2001. ISBN 80-7248-128-2.
- [2] NĚMEC F. *Výrobní logistika pro ekonomy*. 1. vyd. Karviná: OPF SU, 2002. ISBN 80-7248-141-X.
- [3] NĚMEC F. *Logistika*. 1. vyd. Karviná: OPF SU, 1995. ISBN 80-85879-24-7.
- [4] NĚMEC F. *Logistika*. Karviná: OPF SU, 2007.
- [5] PERNICA, P. *Logistický management*. 1. vyd. Praha: Radix, 1998. ISBN 80-86031-13-6.
- [6] SHULTE, CH. *Logistika*. Praha: Victoria Publishing, 1994. ISBN 80-85-605-87-2.
- [7] LAMBERT, D., M., STOCK, J., R., ELLRAM, L., M. *Fundamentals of Logistics Management*. Irwin/McGraw-Hill, 1998. ISBN 0-256-14117-7.
- [8] ROSENAU, M., D. *Successful Project Management*. New York: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0-471-29304-0. ASTRÖM, J., HÄGGLUND, T. *PID Controllers: Theory, Design and Tuning*. Second Edition. Research Triangle Park – North Carolina, Instrument Society of America, 1995.
- [9] DLOUHÝ, M.; FÁBRY, J.; KUNCOVÁ, M.: *Simulace pro ekonomy*. Praha: VŠE, 2005. str. 152, ISBN 80-245-0973-3.
- [10] FOGLER, H., S., LEBLANC, S., E.: *Strategies for Creative Problem Solving*, Prentice-Hall Inc., NJ, 1995.
- [11] KERZNER, H.: *Project Management, A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc., NY, 1998
- [12] IWAOKUBAYASHI, 20 Keys to Workplace Improvement, Productivity Press, 1995.
- [13] Just-in-Time for Operators, Shopfloor Series, Productivity Press, Portland, Oregon, 1998.
- [14] KANBAN, just-in-time at Toyota, Management Begins at the Workplace, Productivity Press 1989
- [15] DAVENPORT Thomas H., *Process Innovation*, Boston: Harvard Business School Press, 1993

- [16] NĚMEC, F. Logistické procesy. In FIALA, A. A KOL. Management jakosti s podporou norem ISO 9000:2000. Praha: Verlag Dashöfer, s.r.o., 2000. kap. 14. ISBN 80-86229-19-X.
- [17] ADAIR. J. Vytváření efektivních týmů, Management Press, Praha, 1994, ISBN 80-85603-70-5
- [18] JABLONSKÝ, J.: Operační výzkum. Professional publishing, Praha, 2002
- [19] JUROVÁ, M.: Obchodní logistika. VUT v Brně - FP, 2001
- [20] LEGÁT, V.: Servisní logistika. ČZU v Praze, 2004
- [21] PERNICA, P.: Logistický management. Radix, Praha 2001.
- [22] PRECLÍK, V.: Průmyslová logistika. ČVUT v Praze, Praha 2000.
- [23] ŠPIČKA, J.: *Logistika, doprava a manipulace*. VUT v Brně 2002
- [24] BURÝ, A. *Simulace a modelování důlních systémů*, VŠB Ostrava, HGF, Moravské tiskařské závody Ostrava, 1989.
- [25] STRAKOŠ, V., BURÝ, A. *Základy technické kybernetiky*, VŠB Ostrava, HGF, Ediční středisko VŠB v Ostravě, 1992, ISBN 80 – 7078 – 151 – 3.
- [26] BURÝ, A. *Problematika tvorby simulačních modelů pro řízení dopravy na uhelných hlubinných dolech*, Monografie 7, VŠB – Technická univerzita Ostrava, HGF, Sborník VV prací, 2002, ročník XLVIII, ISBN 80 – 248 – 0158 – 2, ISSN 0474 – 8476.
- [27] BURÝ, A. *Teorie systémů a řízení*, VŠB Ostrava, Ostrava, 2007.
- [28] FEIGENBAUM, A. E., PAMELA MCCORDUCK AND H. PENNY NII, *The Rise of the Expert Company: How Visionary Companies are Using Artificial Intelligence to Achieve Higher Productivity and Profits*, Times Books, 1988.
- [29] COYLE J. J., BARDI E. J., LANGLEY C. J. Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective. South-Western College Pub, 2002
- [30] SIXTA, J., MACÁT, V.: *LOGISTIKA : teorie a praxe*. 1. vyd. Brno : CP Books, a.s., 2005. 315 s. ISBN 80-251-0573-3.

□