

## 7. LOGISTICKÉ ZAJIŠTĚNÍ ÚDRŽBY VOZIDEL

### Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

<p><b>Budete umět:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• popsat strukturu logistického řetězce a jednotlivé toky, orientovat se v uspořádání a vlastnostech zásobovacích řetězců, analyzovat postavení operativního skladu v řetězci,</li> <li>• definovat a popsat cíle logistického zajištění údržby kolejových vozidel, určit požadavky na prvky logistických služeb,</li> <li>• charakterizovat systémy řízení zásob, znázornit a vysvětlit schémata jednotlivých strategií zásob,</li> <li>• orientovat se v rozhodovacím diagramu volby modelů zásobování a rozhodovacím diagramu volby dodavatele, určit signální hladinu zásob,</li> <li>• prakticky aplikovat poznatky o logistickém zajištění údržby kolejových vozidel při konkrétních příkladech.</li> </ul>	<p>Budete umět</p>
---	--------------------

**Problematika volby správných rozhodnutí v oblasti logistiky (tedy i v oblasti řízení zásobovací logistiky) patří k nejriskantnějším oblastem v procesu řízení údržby. Stanovení potřebné úrovně zásob v množství a v struktuře v rámci místa údržby kolejových vozidel patří ke kritickým článkům celé strategie zásobování firmy, ať se jedná o výrobce, provozovatele silničních a kolejových vozidel, nebo organizace zajišťující údržbu a opravy vozidel.**

### 7.1 Základní pojmy



**Čas ke studiu:** 1 hodina



**Cíl** Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- definovat pojmy související s logistickým zajištěním údržby kolejových a silničních vozidel, jako tok materiálu, logistický řetězec, zásobovací řetězec, dodací lhůta apod.



## Výklad

**Tokem materiálu** rozumíme organizovaný pohyb materiálu od zdrojů surovin přes jejich prvotní zpracování, jejich zhodnocení ve výrobním procesu až po dodání hotového výrobku konečnému uživateli, resp. až ke zpracování odpadů.

**Přepravní řetězec** je představován přemísťováním materiálu mezi jednotlivými místy, v nichž se materiál zpracovává, jakož i přemísťováním hotového výrobku ke konečnému uživateli, resp. ke zpracování odpadů.

**Logistický řetězec** zahrnuje kromě pohybu materiálu i veškeré činnosti, které s tím souvisí. To znamená, že zahrnuje organizaci materiálového toku, plánování, administrativní činnosti, pohyb informací apod. Zahrnuje i materiálový tok i přepravní řetězec.

**Zásobovací řetězec** představuje část logistického řetězce s podrobnějším vymezením hierarchie a funkcí subjektů, které tvoří logistický řetězec.

**Dodací lhůta** je čas, který plyne od doručení zákaznické objednávky do dodání výrobku zákazníkovi. Liší se podle toho, zda se jedná o dodávku, která je na skladě, nebo je nutno objednaný výrobek vyrobit (obsahuje např. zpracování objednávky, vyskladnění, expedici, přepravu).

**Dodací pružnost** je schopnost systému pružně reagovat v potřebném čase na změny požadavků zákazníka jak co do množství, tak co do času, případně i druhu výrobku.

**Dodací kvalita** vyjadřuje dodací přesnost podle způsobu, množství, kvality, neporušenosti a času.

**Logistické činnosti** jsou činnosti, které zajišťují správnou funkci logistického řetězce.

## 7.2 Logistický řetězec



**Čas ke studiu:** 3 hodiny



**Cíl** Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- definovat logistický řetězec a jednotlivé toky v něm (materiálové a informační),
- orientovat se v základních typech uspořádání zásobovacích řetězců v oblasti údržby kolejových vozidel (tradiční, emancipační, synchronizační uspořádání), popsat jejich vlastnosti,
- určit postavení operativního skladu v zásobovacím řetězci a způsoby transformace informací v něm.



**Výklad**

Předmětem zkoumání logistiky je organizace toků od zdroje surovin ke spotřebiteli a uspokojování požadavků trhu. Prostřednictvím organizování toků jsou uspokojovány potřeby trhu (zákazníka) tak, aby požadované zboží (materiál) v požadované kvalitě, v požadovaném množství byl dodán na dohodnuté místo v požadovaném čase s vynaložením vyhovujících nákladů. V logistice jsou zkoumány a řešeny následující toky:

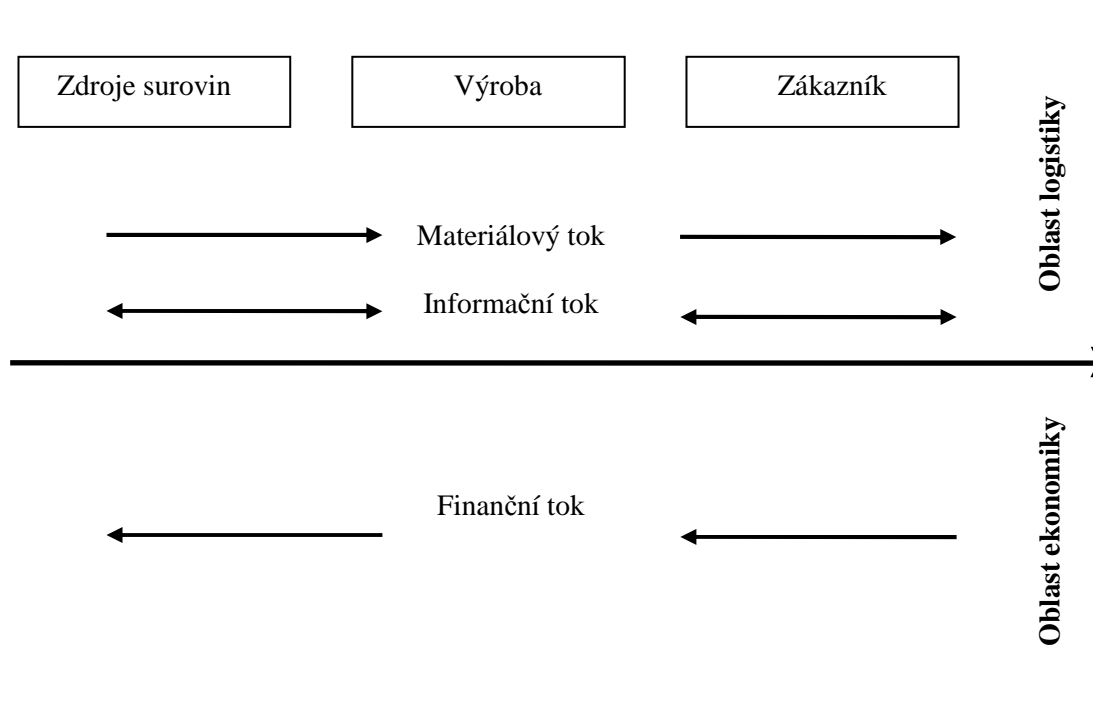
- materiálové,
- informační, energií,
- obalové,
- odpadů.

Vedle materiálového toku musí v logistickém řetězci existovat informační tok a finanční tok. Je nutné však poznamenat, že finanční tok není předmětem logistiky (obr. č. 7.1).

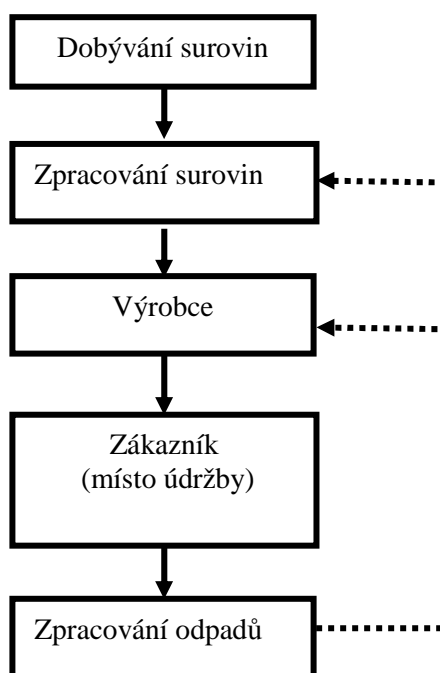
Z obrázku je patrné, že subjekt zapojený do logistického řetězce se se svým okolím (trhem) z hlediska logistiky stýká prostřednictvím materiálových a informačních toků.

Organizace materiálových toků se děje v několika rovinách (obr. č. 7.2):

- tok materiálu,
- přepravní řetězec,
- logistický řetězec.



Obr. č. 7.1: Logistický řetězec



Obr. č. 7.2: Materiálový tok

Při tvorbě logistického řetězce je nutné brát v úvahu činnost a potřeby zákazníka v tomto případě místo údržby kolejových vozidel. V místě údržby dochází ke spotřebě materiálů (náhradních dílů), logistické zabezpečení tohoto procesu se nazývá zásobovací logistika.

#### □ Uspořádání zásobovacích řetězců

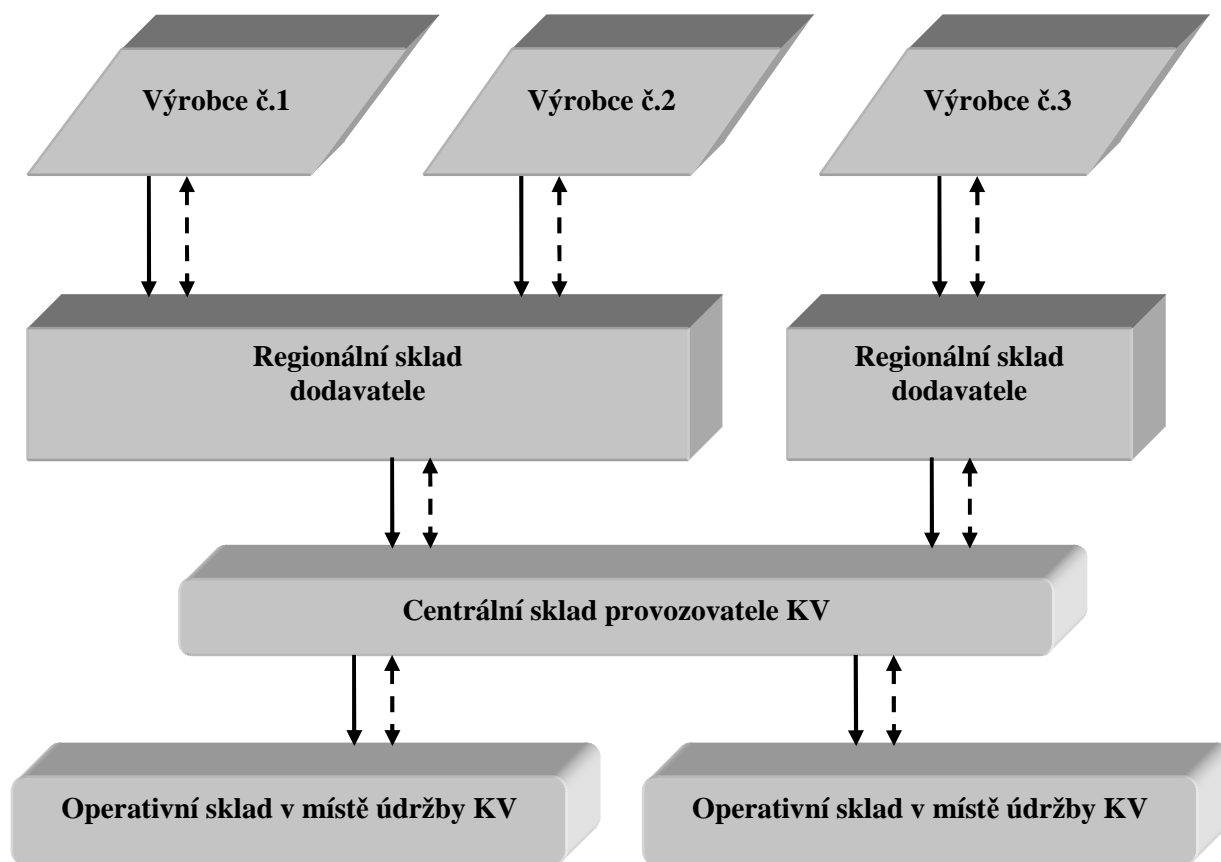
Z obecného pojmu logistický řetězec v oblasti zásobovací logistiky vychází pojem zásobovací řetězec. Na vhodném uspořádání zásobovacích řetězců a jeho schopnosti pružně reagovat na požadavky zákazníků závisí správné a účelné zásobování míst údržby. V praxi se v oblasti údržby kolejových vozidel (KV) uplatňují následující přístupy:

- tradiční,
- emancipační,
- synchronizační.

Uvedené přístupy spadají do oblasti tzv. vícezdrojového zásobování. Toto je diktováno značnou šíří sortimentu požadovaných materiálů, které se spotřebovávají v procesu údržby kolejových vozidel. Šíří sortimentu lze dokumentovat např. výrobky strojírenského průmyslu (dvojkolí) petrochemického průmyslu (oleje, maziva), výrobky elektrotechnického průmyslu (trakční motor, výkonové polovodiče) a jiné.

#### **Tradiční uspořádání zásobovacího řetězce**

Tradiční uspořádání je tvořeno skupinou výrobců, kteří zásobují regionální sklady dodavatelů. Regionální sklady zásobují centrální sklad provozovatele kolejových vozidel, odtud probíhá zásobování operativních skladů v místech údržby. Zásobovací řetězec je uveden na obr. č. 7.3. Tok materiálů je označen plnou čarou a tok informací je označen přerušovanou čarou.



Obr. č. 7.3: Tradiční uspořádání zásobovacího řetězce

U provozovatele kolejových vozidel v rámci tradičního uspořádání zásobovacího řetězce existují dva typy skladů, jejich funkční rozsah je vymezen níže popsánymi úkoly.

#### *Centrální sklad*

- řídí a koordinuje celý systém materiálového zabezpečení údržby provozovatele KV,
- stanovuje a uplatňuje dodavatelsko-odběratelské podmínky vůči regionálním skladům dodavatele,
- stanovuje modely zásobování a zásobovací strategie pro uplatňování požadavků u regionálních skladů dodavatele,
- sumarizuje požadavky na materiál a náhradní díly z míst údržby,

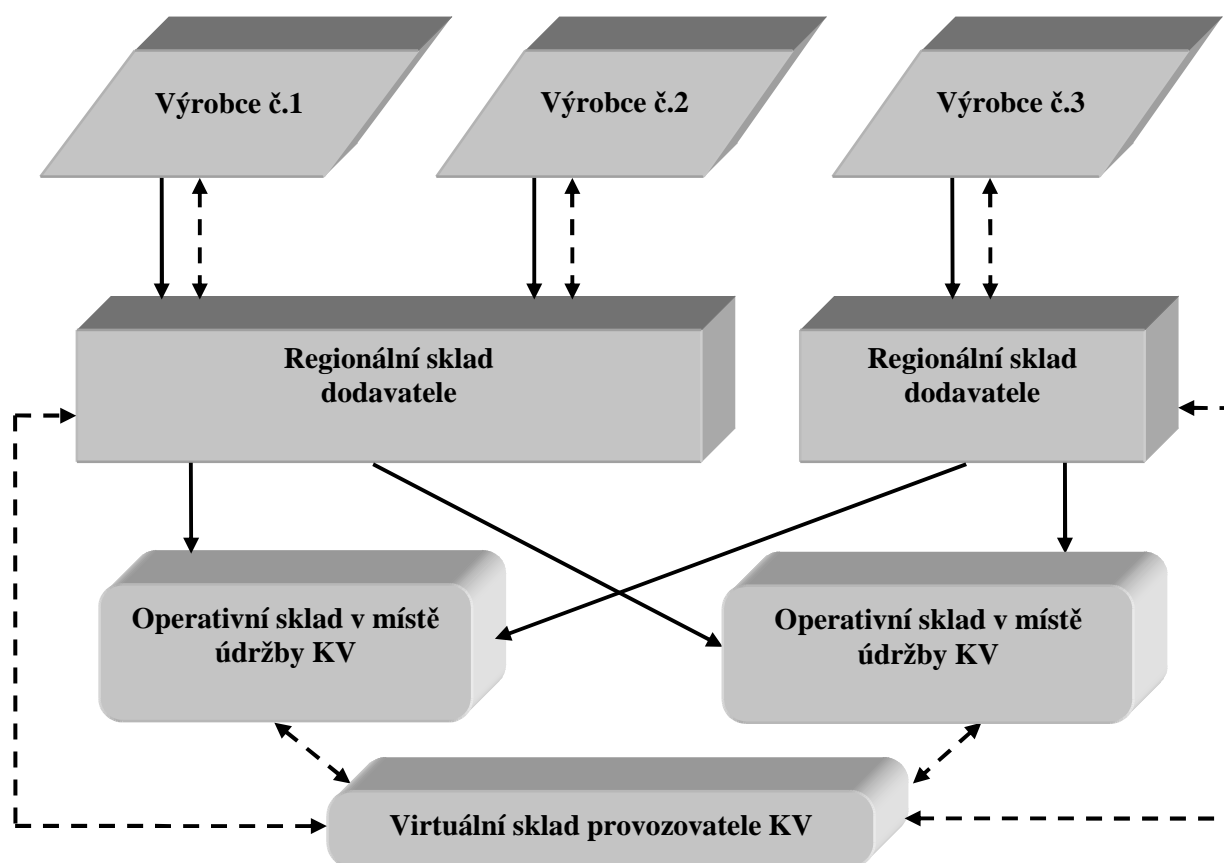
- stanovuje časové cykly a velikost objednaného množství za provozovatele u dodavatele,
- realizuje centrální nákup materiálů a náhradních dílů u regionálních skladů dodavatele pro zabezpečení požadavků operativních skladů,
- realizuje přejímku, kontrolu materiálů a náhradních dílů (množství, jakost, dodací čas),
- plánuje, řídí a kontroluje hmotné i informační toky v oblasti materiálového zabezpečení údržby KV pro operativní sklady,
- realizuje burzu náhradních dílů a materiálů mezi jednotlivými operativními sklady v místech údržby,
- organizují materiálové zabezpečení údržby kolejových vozidel v místech údržby,
- sledují informace o stavu zásob v místě údržby,
- uplatňují požadavky podle zvoleného modelu zásobování a zásobovací strategie,
- provádí přejímku, kontrolu materiálů (množství, kvalita),
- uskutečňují skladování a správu skladu.

### ***Operativní sklady***

- organizují materiálové zabezpečení údržby kolejových vozidel v místech údržby,
- sledují informace o stavu zásob v místě údržby,
- uplatňují požadavky podle zvoleného modelu zásobování a zásobovací strategie,
- provádí přejímku, kontrolu materiálů (množství, kvalita),
- uskutečňují skladování a správu skladu.

### Emancipační uspořádání zásobovacího řetězce

Emancipační uspořádání zásobovacího řetězce je odlišné od klasického uspořádání. Je doplněno o virtuální sklad. Toto uspořádání zásobovacího řetězce je tvořeno skupinou výrobců, kteří zásobují regionální sklady dodavatelů. Regionální sklady zásobují operativní sklady v místě údržby u provozovatele kolejových vozidel. Tok informací z míst údržby je veden směrem k virtuálnímu skladu provozovatele, a odtud informace plynou k regionálním skladům dodavatele. Umístěním virtuálního skladu do zásobovacího řetězce je zachována výhoda centralizovaných nákupů, a tím možnosti uplatňování množstevních slev. Zásobovací řetězec je uveden na obr. č. 7.4. Tok materiálů – označen plnou čarou a tok informací – označen přerušovanou čarou.



Obr. č. 7.4: Emancipační uspořádání zásobovacího řetězce

U emancipačního uspořádání zásobovacího řetězce přecházejí úkoly týkající se toku materiálu z centrálního skladu na operativní sklady v místech údržby, virtuální sklad má povinnosti centrálního skladu pouze z hlediska toku informací. Jinak řečeno, nejprve se vyměňují informace mezi subjekty zásobovacího řetězce a následně dochází k pohybu materiálu přímo k místům údržby.



### ***Virtuální sklad***

- řídí a koordinuje tok informací v systému zabezpečení údržby provozovatele KV,
- stanovuje a uplatňuje dodavatelsko-odběratelské podmínky vůči regionálním skladům dodavatele,
- stanovuje modely zásobování a zásobovací strategie pro uplatňování požadavků u regionálních skladů pro centrální nákup,
- sumarizuje požadavky na materiál a náhradní díly z míst údržby pro centrální nákup,
- stanovuje časové cykly a velikost objednaného množství v místech údržby pro centrální nákup,
- realizuje centrální nákup materiálů a náhradních u regionálních skladů pro zabezpečení požadavků operativních skladů bez zabezpečení materiálového toku,
- plánuje a řídí informační toky v oblasti zabezpečení údržby KV pro operativní sklady,
- realizuje burzu náhradních dílů a materiálů mezi jednotlivými operativními sklady v místech údržby.

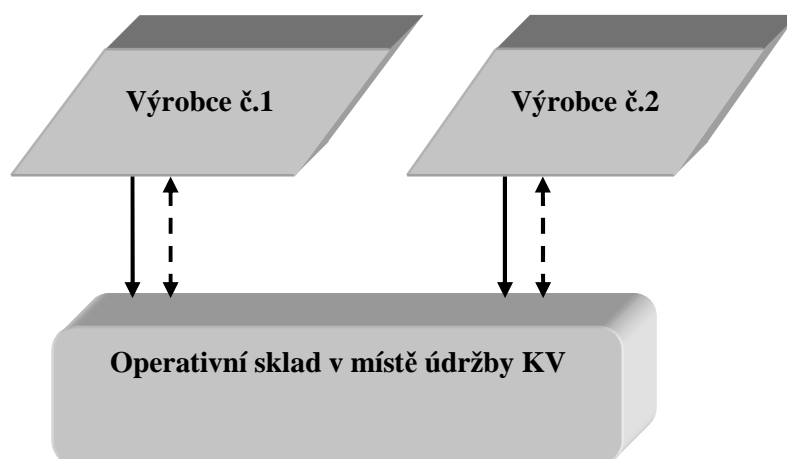
### ***Operativní sklady***

- realizují tok materiálů pro zabezpečení údržby kolejových vozidel v místech údržby od regionálních skladů,
- sledují informace o stavu zásob v místě údržby,
- stanovují velikost potřeby zásob v místě údržby,
- stanovují časové cykly a velikosti objednaného množství, požadovanou jakost pro přímé odvolávky virtuálnímu skladu, který je uplatňuje prostřednictvím informačního toku u regionálních skladů,
- provádějí přejímku, kontrolu materiálů (množství, dodací čas, kvalita),
- uskutečňují skladování a správu skladu.

### Synchronizační uspořádání zásobovacího řetězce

Synchronizační uspořádání zásobovacího řetězce má v procesu údržby KV omezené využití. Omezení je dáno zpravidla uplatněním požadavků výrobce na garantované odebrané množství materiálů, které až řádově převyšuje spotřebu materiálů a náhradních dílů v místě údržby. Příkladem může být výroba valivých ložisek, žárovek apod.

Místa údržby mohou však toto uspořádání uplatnit v případě externího opravce montážních celků kolejového vozidla. Je použit výměnný systém, kdy u externího opravce je uplatňován požadavek na dodávku např. opraveného trakčního motoru, současně při dodávce je externímu opravci předán nefunkční trakční motor. Z hlediska toku informací a toku materiálů v místě údržby je možné externího opravce chápat jako výrobce. Zásobovací řetězec je uveden na obr. č. 7.5. Tok materiálů – označen plnou čarou a tok informací – označen přerušovanou čarou.



Obr. č. 7.5: Synchronizační uspořádání zásobovacího řetězce

Uspořádání zásobovacího řetězce na obr. č. 7.5 je využíváno u všech míst údržby provozovatele kolejových vozidel.

#### *Operativní sklad*

- stanovuje modely zásobování a zásobovací strategie pro uplatňování požadavků u externího opravce,
- stanovuje a uplatňuje dodavatelsko-odběratelské podmínky vůči externím opravcům,

- realizuje tok materiálů pro zabezpečení údržby kolejových vozidel v místě údržby od externích opravců,
- sleduje informace o stavu zásob v místě údržby,
- stanovuje velikost potřeby zásob v místě údržby,
- stanovuje časové cykly a velikost objednaného množství i požadovanou jakost pro přímé odvolávky, které uplatňuje prostřednictvím informačního toku u externích opravců,
- provádí příjemku, kontrolu materiálů (množství, dodací čas, kvalita),
- uskutečňuje skladování a správu skladu.

#### □ **Posouzení vlastností zásobovacích řetězců**

Posouzení zásobovacích řetězců vychází z požadavků zákazníka – místa údržby KV. Logistické zabezpečení náhradních dílů, opravy náhradních dílů a montážních celků pro kolejová vozidla v místě údržby je zajišťováno pomocí zásobovacích řetězců. U provozovatele KV jsou tvořeny vždy operativními sklady a dále mohou být tvořeny centrálním skladem, případně virtuálním skladem. Počet skladovacích úrovní jakož i počet a rozmístění skladů na jednotlivých úrovních je důležitým problémem v oblasti zásobovací logistiky. Při posuzování vlastností zásobovacích řetězců je třeba řešit tyto základní otázky:

- Kolik skladovacích úrovní?
- Kolik skladů na které úrovni?
- Jak rozmístit sklady?
- Jak organizovat tok informací?

Počet skladovacích úrovní je ovlivněn několika faktory, z nichž za hlavní lze považovat uspokojení požadavků místa údržby a množství finančních prostředků, které je nutné vynaložit.

Dalším kritériem pro rozhodování o počtu skladů jsou celkové náklady na logistické zabezpečení údržby. Výše celkových nákladů spojených se zabezpečením údržby zahrnuje náklady na zásoby, skladování a přepravu.

Kromě celkových nákladů je třeba vzít v úvahu při rozhodování, zda zřídit centralizované nebo decentralizované sklady i další kritéria, např. strukturu sortimentu, a jeho hodnotu, dodací lhůty, koncentraci stanovišť dodavatelů, strukturu požadavků míst údržby apod.

Další důležitou otázkou je umístění skladů. Při rozmístování skladů kromě výše celkových nákladů může hrát úlohu i skutečnost, jakou úroveň služeb má síť skladů poskytovat. Dalším faktorem může být také celkový čas, potřebný k přemístění zboží od dodavatele do místa údržby. Sklady tedy mohou být umístěny:

- v místě dodavatele (expediční nebo odbytové sklady),
- regionální sklady dodavatele,
- centrální sklady provozovatele KV,
- operativní sklady v místě údržby.

Důvodem pro umístění skladů **v místě dodavatele** (expediční nebo odbytové sklady) může být nejčastěji skutečnost, že dodavatel dodává omezený sortiment svých produktů pro malý počet zákazníků, respektive jeho dodací lhůty jsou dlouhé, a proto v místě výrobce jsou vytvářeny skladové zásoby, které umožňují pružně reagovat na požadavky míst údržby. Toto umístění odpovídá synchronizačnímu zásobovacímu řetězci uvedeném na obr. č. 7.5.

**Regionální sklady** dodavatele jsou součástí logistického řetězce a jsou umístěny podle požadavků distributora. Toto umístění se využívá při zásobování většího počtu zákazníků v daném teritoriu.

Umístění **centrálního skladu** mezi dodavatelem a místem údržby představují skladový stupeň nadřazený operativním skladům. Toto umístění sleduje zpravidla nákladové hledisko a centralizaci toku materiálů a informací. Umístění tohoto skladu v zásobovacím řetězci je uvedeno na obr. č. 7.3.

Sklady **v místě údržby** (operativní sklady), jsou umístěny prostorově v rámci místa údržby, dopředu jsou známy doba spotřeby a množství potřebných náhradních dílů a materiálů.

Tab. č. 7.1: Posouzení vlastností zásobovacích řetězců

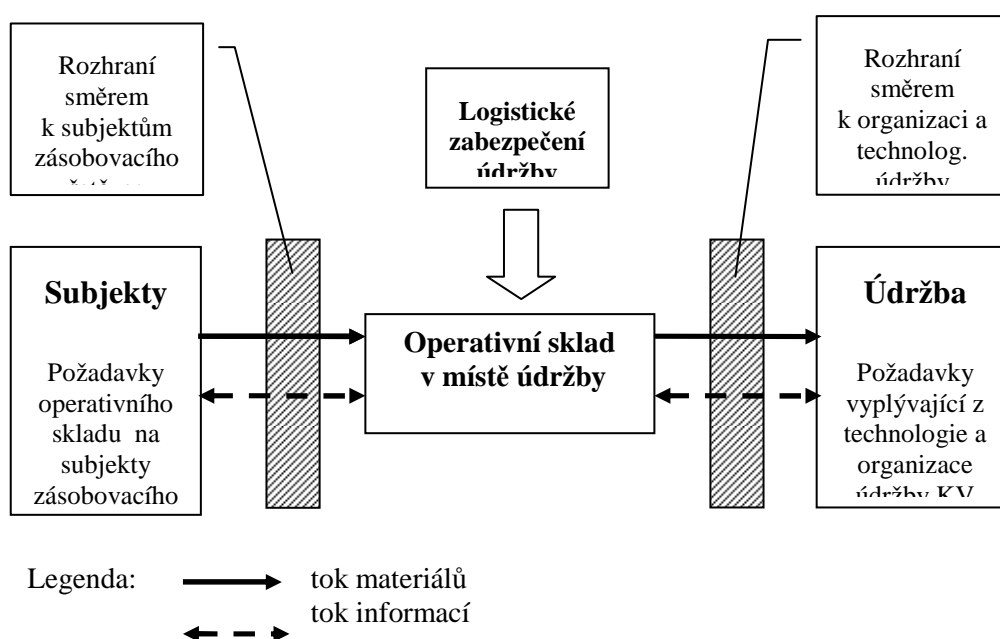
Vlastnost zásobovacího řetězce	Tradiční uspořádání	Emancipační uspořádání	Synchronizační uspořádání
Řízení plánování	centralizované	částečné centralizované (virtuální sklad)	decentralizované
Složitost organizace	Vysoká (3 úrovně skladů)	Střední (2 úrovně skladů)	Nízká (1 úroveň)
Role managementu	Efektivnost nízká (Podrobné analýzy a rozhodování do nejmenších detailů)	Efektivnost střední (Přímé řízení se uplatňuje zřídka)	Efektivnost vysoká (Vytvoření motivačního prostředí)
Role logist. štábu	Efektivnost nízká (Odpovídá za kontrolu, ne za řízení)	Efektivnost vysoká (Odpovídá za řízení i kontrolu)	Efektivnost vysoká (Odpovídá za řízení i kontrolu)
Role operativního skladu	Je přímo řízen z centra	Odpovídá za plánování, řízení a kontrolu	Odpovídá za plánování, řízení a kontrolu
Kontrolní činnost	Kontrola provedení přímých příkazů	Kontrola dosažených cílů	Kontrola dosažených cílů
Pružnost dodávek	Nízká – řízená z centra	Vysoká – řízená z místa údržby	Vysoká – řízená z místa údržby
Dodací čas na místo údržby	Nejdelší (Skladování v centrálním skladu a regionálním skladu)	Střední (Skladování v regionálním skladu)	Nejkratší
Dodací cena	Možnost uplatňování množstevních slev	Možnost uplatňování množstevních slev	Vyšší
Hladina zásob	Vysoká	Střední	Minimální
Kontrola jakosti dodávky	Provádí se	Provádí se	Provádí se

Z uvedené tabulky lze učinit závěr, že hlediska zásobování míst údržby kolejových je nevhodnější použít emancipační nebo synchronizační zásobovací řetězec. Obě tyto varianty budou řešeny v dalších kapitolách.

### □ Analýza postavení operativního skladu v zásobovacím řetězci

Z posouzení vlastností uspořádání zásobovacích řetězců vyplývá, že nejvhodnější varianty zásobovacího řetězce jsou emancipační a synchronizační. K dosažení cílů práce je nutné provést analýzu postavení operativního skladu v zásobovacím řetězci.

Operativní sklad je situován v místě údržby a tvoří poslední článek zásobovacího řetězce, ale první místo, kde je uplatňován požadavek na dodávku materiálů a náhradních dílů. Jeho výhodou je znalost technologie a organizace údržby, která generuje informace o požadavcích na kvalitu dodávaných materiálů a náhradních dílů, o požadavcích na přípustné logistické zpoždění, o požadavcích na sortiment a jeho množství apod. v daném místě údržby. Proto má operativní sklad jedinečné postavení v zásobovacím řetězci.



**Obr. č. 7.6: Postavení operativního skladu v zásobovacím řetězci**

Komunikace operativního skladu s dalšími subjekty v rámci zásobovacího řetězce probíhá přes dvě pomyslná rozhraní. Na jedné straně vstupují požadavky údržby na operativní sklad, a na straně druhé operativní sklad komunikuje s ostatními subjekty zásobovacího řetězce prostřednictvím toku informací, řídí a koordinuje materiálový tok. Situaci ukazuje obr.č.3.7.

Operativní sklad transformuje informace o požadavcích vyplývajících z technologie a organizace údržby směrem k subjektům zásobovacího řetězce. Z hlediska této transformace

jsou úkoly operativního skladu v obou variantách zásobovacího řetězce shodné (tab. č. 7.1). Transformace informací je uvedena v tab. č. 7.2.

**Tab. č. 7.2: Transformace informací v operativním skladu**

Úkoly operativního skladu	Způsob naplnění
Stanovení zásobovacích modelů	Použít rozhodovací diagram, volba modelů: - individuální zásobování dle potřeby, - zásobování na sklad, - zásobování synchronní s údržbou.
Stanovení zásobovací strategie	Použít rozhodovací diagram, volba strategií zásobování, obr. č. 3.9: - strategie s,S - strategie s,q - strategie t,S
Stanovení velikosti potřeby zásob	Výpočet signální hladiny zásob.
Stanovení časových cyklů	Výpočet přípustného logistického zpoždění dodávky materiálů.
Stanovení velikosti objednaného množství	Výpočet spotřeby materiálů za dodací cyklus.
Stanovení požadované jakosti	Informace z dokumentace vozidla a technologie údržby.
Návrh dodavatelsko-odběratelských podmínek	Použít rozhodovací diagram volby dodavatele: - výběr dodavatele.
Realizace toku materiálů	Organizace přepravy a manipulace s materiálem v místě údržby.
Přejímka a kontrola dodávky	Fyzická a dokladová přejímka materiálů.
Skladování materiálů	Fyzická manipulace.
Sledování informací o stavu zásob	Vedení evidence stavu zásob.

### 7.3 Cíle, faktory a požadavky na logistické služby



**Čas ke studiu:** 2,5 hodiny



**Cíl** Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- definovat cíle logistického zajištění údržby kolejových vozidel,
- definovat a charakterizovat požadavky na prvky logistických služeb,
- konkretizovat požadavky na prvky logistických služeb pro údržbu RCM (údržba zaměřená na bezporuchovost) a další typy údržbových systémů



**Výklad**

#### □ Cíle logistického zabezpečení míst údržby kolejových vozidel

Obecně platí, že na správném a účelném logistickém zabezpečení údržby kolejových vozidel, jeho schopnosti pružně reagovat na požadavky údržbářů, závisí úspěch údržbou prováděných zásahů v podniku. To znamená, že zásobování ovlivňuje i výsledné ekonomické výsledky údržby vozidel. Dobře fungující logistický řetězec se musí opírat zejména o:

- co možná nejlepší orientaci na trhu, tzn. hledat nové dodavatele a sledovat vývoj na trhu a předpokládané trendy do budoucna,
- výhodné uzavírání smluv s dodavateli s ohledem na termínové a cenové zajištění i kvalitu dodávek.

Obecně za **hlavní cíle logistického zabezpečení** lze považovat:

- snižování nákladů souvisejících s opatřováním předmětu zásobování,
- zlepšování výkonů útvaru zásobování,
- snižování vázanosti kapitálu v zásobách, to znamená snižování zásob,
- zachování autonomie, zajistit možnost zásobování z více zdrojů.

Úspěšnost v plnění těchto cílů spočívá ve správném vymezení a naplnění zásobovací politiky a stanovení zásobovací strategie. Rozhodnutí, která vedou k nákupní strategii, musí být založena na bázi informací, právě tak, jako rozhodnutí o nákupní politice a nákupních



dispozicích. Proces zásobování se iniciuje vznikem určité potřeby v podniku. Aby ji bylo možno uspokojit, musí útvar zásobování zjistit na relevantním trhu zásobování potencionální dodavatele a z nich pak vybrat ty, kteří co nejvýhodněji uspokojí tuto potřebu. Tento proces je velmi složitý, proto je nezbytné jej rozdělit do následujících kroků:

1. Definice požadavků na prvky logistických služeb (jakost, dodací čas, certifikace, množství, cena).
2. Přezkoumání stávajícího stavu (výchozího stavu) z hlediska volby modelu a strategie zásobování pomocí **rozhodovacího diagramu volby modelů a strategií zásobování**.
3. Přezkoumání stávajícího stavu z hlediska volby dodavatelů pomocí **rozhodovacího diagramu volby dodavatele**.

#### □ Definice požadavků na prvky logistických služeb

Při tvorbě systému logistického zabezpečení údržby kolejových vozidel je potřeba definovat požadavky na prvky logistických služeb. Při definování požadavků je nutné brát v úvahu celou řadu faktorů, které ovlivňují logistické zabezpečení údržby.

#### **Faktory ovlivňující prvky logistických služeb**

Faktory ovlivňující prvky logistických služeb mají zásadní vliv na zajištěnost údržby a prostřednictvím ní i na dosaženou spolehlivost kolejových vozidel. Rozhodující faktory ovlivňující logistický systém zajištění údržby, jsou tyto:

1. Požadavky trhu.
2. Údržbový systém.
3. Ekonomické podmínky.
4. Způsob přepravy.
5. Kapitálová náročnost.
6. Právní rámcové podmínky.

**ad 1) Požadavky trhu** a tržní situaci je nutné z hlediska zajištěnosti údržby posuzovat z pohledu zdrojů a požadavků.

Pro posuzování **požadavků místa údržby** je nutné sledovat:

- jejich prostorové rozložení (místa údržby – např. síť ČD nebo DPO)
- rozšiřování nebo snižování rozsahu údržby, specializace
- specifické potřeby spojené ze specializací míst údržby
- naléhavost provedení údržby
- životnost udržovaného objektu, intenzita vzniku náhlých poruch z vnějších příčin

Pro posuzování **zdrojů (dodavatelé – výrobci)** je nutné sledovat:

- velikost trhu (jeden dodavatel, více dodavatelů)
- schopnost dlouhodobě plnit stanovené podmínky
- jejich prostorové rozložení
- dodací pružnost, dodací kvalita, dodací spolehlivost, dodací lhůty (stabilita ceny, množství, kvalita, dodací lhůta)

**ad 2) Údržbový systém** (výrobní program) do tohoto faktoru lze zařadit charakteristiky sortimentu náhradních dílů a materiálů zahrnující:

- druh a kvalita výrobků
- šíře sortimentu a záruka, zaměnitelnost nových náhradních dílů s původními díly starší konstrukce
- dodací lhůty

**ad 3) Ekonomické podmínky** tento faktor zohledňuje složitost údržby, její rozmístění a uspořádání (vlastní místa údržby, místa údržby u dodavatele – opravce).

**ad 4) Způsob přepravy** – tento faktor můžeme posuzovat z hlediska vlastní přepravy nebo cizí přepravy, či z hlediska vzdálenosti (od dodavatele do místa údržby) a rychlosti.

**ad 5) Kapitálová náročnost** – množství vázaných kapitálových prostředků v zásobách náhradních dílů a materiálů k zajištění údržby.

**ad 6) Právní rámcové podmínky** – jedná se o působení právních předpisů jak pro oblast údržby, oblast přepravy a kvality (Zákon o drahách, Obchodní zákoník, ISO normy aj.).

### Definice požadavků na prvky logistických služeb

Definice požadavků na prvky logistických služeb je dána charakteristikou systémů údržby a požadavky na logistický. Výchozí stav předpokládá, že existuje systém údržby kolejového vozidla, respektive byly provedeny změny v systému údržby, tzn. že existuje počáteční nebo provozní program údržby. Z toho stavu se vychází při stanovení požadavků na prvky logistických služeb.

Mezi základní požadavky na prvky logistických služeb patří:

- **Požadavek na kvalitu náhradních dílů a materiálů**, je stanoven klasifikací prvků dle RCM do skupin:
  - a) SSI – maximální důraz na kvalitu, výrobek musí vyhovovat všem stanoveným požadavkům dle technické dokumentace, včetně certifikace zpravidla požadované zákonnými normami,
  - b) MSI – důraz na kvalitu, kvalita výrobku musí vyhovovat smluvním podmínkám mezi dodavatelem (výrobce) a odběratelem (místo údržby),
  - c) ESI – musí vyhovovat požadavkům na cenu a dodací čas.
- **Požadavek na dodací čas** je vyjádřen zejména posouzením dodacího času ve vztahu k výpočtem určenému logistickému zpoždění a způsobu údržby:
  - a) systém se zaručenou bezporuchovostí – předem jsou stanoveny, a tudíž i známy intervaly a technologie údržby. Intervaly údržby odpovídají režimu v pevném cyklu.
  - b) systém po prohlídce – stanovuje čas provedení inspekce (prohlídky) vozidla, a na základě výsledků prohlídky je stanoven termín údržby a požadavky na dodávky náhradních dílů a materiálů. Požadavky na dodávku náhradních dílů a materiálů je znám až po provedení prohlídky.
  - c) po poruše – předem není znám okamžik vzniku poruchy (individuálně jej nelze stanovit).
- **Požadavek na cenu** je určen situací na trhu výrobců kolejových vozidel, respektive jejich komponentů a smluvními podmínkami mezi dodavatelem a odběratelem (množstevní slevy, věrnostní apod.). Rozhodujícím faktorem ovlivňujícím výši ceny je skutečnost, zda existuje jeden výrobce požadovaného dílu nebo několik výrobců.

## 7.4 Systémy řízení zásob



**Čas ke studiu:** 2 hodiny



**Cíl** Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- charakterizovat systémy řízení zásob, popsat nástroje řízení zásob, orientovat se ve strategiích řízení zásob (dlouhodobé, krátkodobé),
- popsat a znázornit základní schémata strategií zásob z hlediska doplňování a úbytku zásob, definovat strategie řízení zásob z pohledu časových cyklů a objednaného množství



**Výklad**

### □ Strategie řízení zásob

Volba strategie řízení zásob spojená s riziky a nejistotami je proto předmětem zájmu mnoha podnikatelských subjektů – výrobců kolejových vozidel i jejich provozovatelů. Vede k tomu i skutečnost že, výše finančních prostředků vázaných v zásobách není nevýznamná. Je známo, že náhradní díly (respektive nové části kolejových vozidel) pro kolejová vozidla jsou pro jednotlivé provozovatele finančně náročné, a proto je zřejmé, že i relativně malé snížení zásob může znamenat významný ekonomický efekt pro daný podnik - provozovatele kolejových vozidel i pro jeho výrobce.

Zásoby představují hlavní složku využití provozního kapitálu podniku. Cílem řízení stavu zásob je proto zvyšovat rentabilitu podniku prostřednictvím vhodnějšího modelu zásobování, předvídat dopady podnikových strategií na výši stavu zásob a minimalizovat celkové náklady na logistické činnosti. Při formulaci určité strategie zásobování je nutno správně chápat úlohu zásob ve výrobě i údržbě. Zásoby v podniku můžeme ovlivňovat pomocí přímých i nepřímých nástrojů :

- **přímé nástroje řízení zásob** - konkrétní výběr dodavatele, druhu, množství každé jednotlivé dodávky a požadované spolehlivostní parametry u jednotlivých skupin zásob, náhradních dílů, či komponentů, výdej materiálu ze skladu.
- **nepřímé nástroje řízení zásob** můžeme považovat vnitropodnikové skupinové limity zásob, doporučené maximální lhůty splatnosti dodavatelských faktur apod.

Protože z hlediska zásobovacího procesu obvykle nechceme regulovat spotřebu (tj. výstup ze skladu), je většina rozhodování soustředěna na vstup do skladu, tj. na otázku

CO, KOLIK, OD KOHO a KDY objednat tak, aby byl materiál a náhradní díly v požadovaném druhu a kvalitě, množství, ve správném čase a na správném místě k dispozici. Lze uplatňovat následující strategie:

- **krátkodobou,**
- **dlouhodobou.**

Každá z uvedených strategií má své výhody i nevýhody jak pro dodavatele, tak i pro odběratele. V praxi je vhodné kombinovat tyto strategie v závislosti na druzích materiálu, jejich spotřebě i dodavatelích.

**Krátkodobá strategie** může pomoci operativní situaci, je založena na vícezdrojovém nákupu. Krátkodobě může odběratel dosáhnout nižší ceny díky konkurenci mezi dodavateli, ale tento způsob může mít za následek malé objednávkové množství a nejistotu dodavatelů.

**Dlouhodobá strategie** vytváří jistotu na obou stranách, dlouhodobý příznivý vývoj cen, velké objednávkové série, jedno (více) zdrojový nákup. Dlouhodobá strategie může být realizována prostřednictvím uvedených systémů zásobování:

- **Zásobování synchronní s údržbou**, které vychází ze zásady, že zásoby jsou nežádoucí, zbytečně vážou kapitál a s jejich existencí jsou spojeny další dodatečné náklady (např. na udržování skladů), včetně celé řady dalších nevýhod. Tento systém spočívá v uspokojování potřeby po určité věci (materiál, díly, komponenty) ve výrobě jeho dodáním „právě včas“, tj. v přesně dohodnutých a dodržovaných termínech podle potřeby odebírajícího článku. V praxi se uplatňují tři metody:
  - a) *přímé odvolávky*, jsou založeny na třístupňovém procesu. V prvním stupni uzavírá odběratel s dodavatelem tzv. „Rámcovou dohodu“ o předpokládaných dodávkách většinou na dobu platnosti 12 měsíců, obsahuje vymezení předpokládaných kapacit a potřeb sortimentních skupin, vymezují se zde také požadavky na kvalitu. V druhém stupni tzv. „Rámcová smlouva“ se množství požadavky upřesňují zpravidla na časové období v rozsahu tří měsíců při měsíční aktualizaci. Předmětem poslední roviny tohoto procesu je nakonec „Přímá odvolávka“ (objednávka) na základě množství, předem naplánovaných v rámcové smlouvě.
  - b) *společné řízení zásob*, je založeno na společném informačním systému obou účastníků, kdy odběratel má možnost sledovat připravenost dodavatele na realizaci dodávek a dodavatel má možnost sledovat průběh výroby u odběratele a včas připravovat dodávky.
  - c) *umístění dodavatelů v blízkosti odběratele*, bývá uplatňováno v případech budování nových výrobních kapacit odběratele nebo dodavatele, respektive

obou. Účelem tohoto systému je zkrácení vzdálenosti, a tím zkrácení dodacích lhůt a snížení přepravních nákladů, snížení pravděpodobnosti poruch při přepravě.

- **Individuální zásobování** v případě potřeby, označovaný někdy jako „požadavkový“ systém řízení zásob. V tomto systému se zásoby pořizují až na základě potřeb či požadavků. Při využití tohoto systému je nezbytné mít velké množství dodavatelů, resp. zaměnitelné jednotlivé díly. Pro tento systém je charakteristické vznikání maximální zásoby jen na dobu nezbytně nutnou a doplnění těsně před vzniklým požadavkem z minimální výše na potřebnou výši.
- **Pořizování zásob na sklad**, v tomto systému je velká nezávislost zásobování na výrobě. Zásoby se vědomě udržují na skladě, aby se zabezpečila výroba. Systém se používá v případě jednoho dodavatele, resp. při dlouhých dodacích lhůtách nebo při velkém logistickém zpoždění dodávek.

Všechny tři systémy mohou v dané organizaci koexistovat a úkolem projektantů a managementu je tyto tři systémy vzájemně sladit.

Jestliže chceme zásoby a jejich vývoj v organizaci úspěšně řídit, musíme se především ptát na důvody a příčiny pro držení či vytváření zásob. Je nutné si však uvědomit, že pokud chceme zabezpečit údržbu kolejových vozidel včas jednotlivými komponenty a náhradními celky musíme znát jednotlivé skupiny zásob dle klasifikace objektů, na které je možno vozidlo dekomponovat.

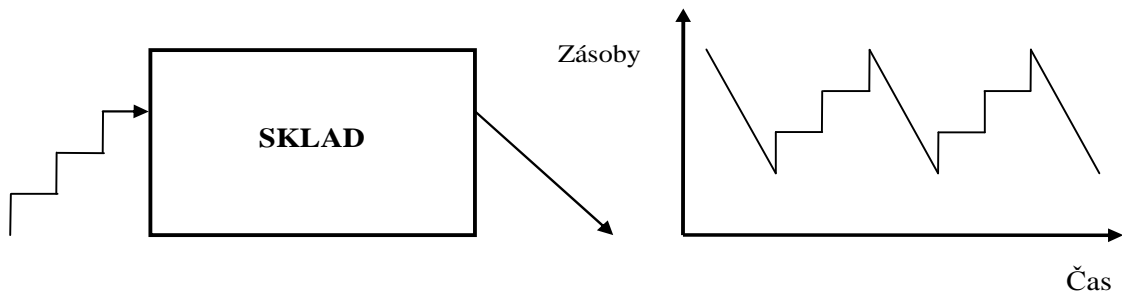
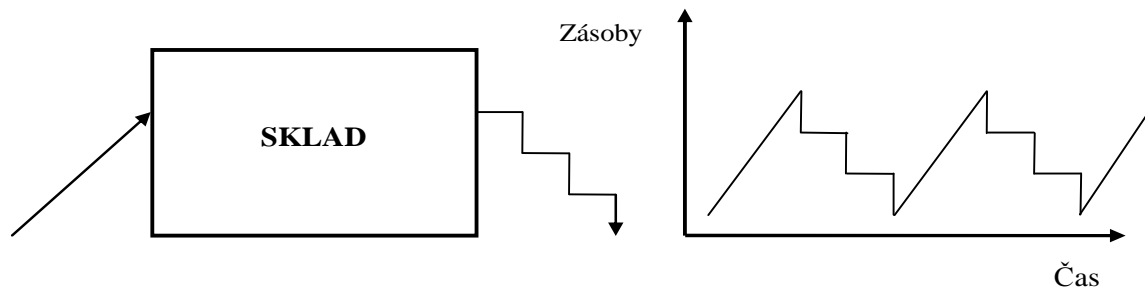
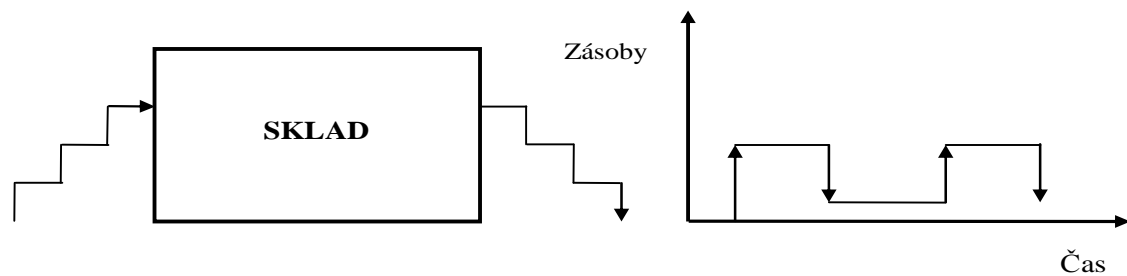
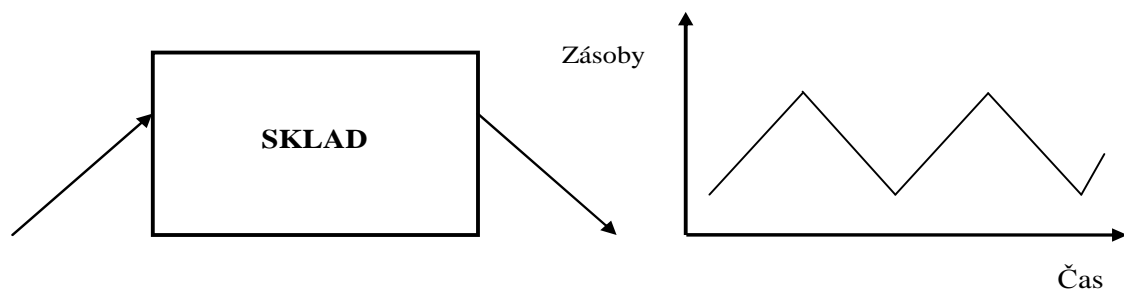
#### □ Schéma strategií zásob

V souvislosti s údržbou KV se procesy doplňování a úbytky zásob realizují podle plánování výroby (podle požadavků zákazníků na výrobek), v našem případě podle zvoleného systému údržby, např. řízené programem RCM.

**Plynulé doplňování a úbytek zásob** je charakteristické pro zásobování výrobních linek surovinami, polotovary, energií apod. V případě zásobování provozu kolejových vozidel jde např. o spotřebu maziva, paliva apod.

**Postupné doplňování a úbytek** je charakterizován dávkovým systémem. Je typický pro logistické procesy v údržbě technických zařízení.

V praxi však existují i **procesy kombinované** např. postupné doplňování a plynulý úbytek zásob, tento proces je typický pro chemické výroby, potravinářské výroby apod. Oproti tomu systém plynulého doplňování a postupného úbytku zásob je typický pro hutnický průmysl. Tyto procesy lze znázornit podle schémat č.1 – 4 na obr. č. 7.7.

**Schéma č. 1: postupné doplňování – plynulý úbytek****Schéma č. 2: plynulé doplňování – postupný úbytek****Schéma č. 3: postupné doplňování – postupný úbytek****Schéma č. 4: plynulé doplňování – plynulý úbytek****Obr. č. 7.7: Schéma procesu doplňování a úbytku zásob**

Na základě mechanismu postupného doplňování a postupného čerpání zásob můžeme uplatňovat a realizovat systém řízení objednávek z hlediska časových cyklů a velikosti objednaného množství takto:

a) z hlediska časových cyklů:

- v pevných termínech ( $t$ ),
- v případě snížení zásoby pod minimální stanovenou hladinu ( $s$ ),

**b) z hlediska velikosti objednávaného množství:**

- objednané množství je předem stanovené ( $q$ ),
- velikost objednaného množství je taková, že po realizaci dodávky, zásoby na určité období dosáhnou maximální hladinu ( $s$ ).

Uvedené případy vedou při doplňování zásob (obr. č. 6.2) k uplatnění následujících strategií řízení zásob:

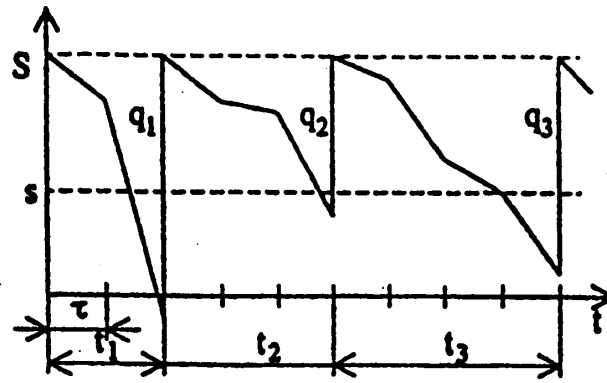
- a) **strategie:  $s, S$ ,**
- b) **strategie:  $s, q$ ,**
- c) **strategie:  $t, S$ .**

a) **strategie „ $s, S$ “** znamená strategii s volnými objednávacími termíny. Signál na doplnění zásob je vyslán ve chvíli, kdy skutečná nebo disponibilní zásoba klesne pod předem stanovenou hladinu „ $s$ “. Velikost objednávky je daná rozdílem ( $S-s$ ).

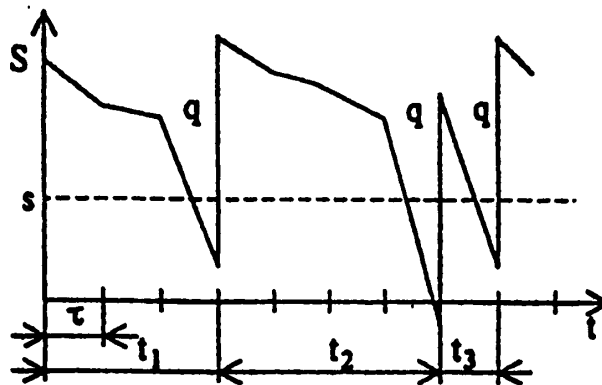
b) **strategie „ $s, q$ “** tato strategie znamená, že objednávka ve výšce „ $q$ “ se uplatňuje při dosažení hladiny „ $s$ “.

c) **strategie „ $t, S$ “**, znamená strategii s pevnými objednávacími termíny, které se pravidelně opakují po uplynutí intervalu „ $t$ “, kdy se v tomto okamžiku objedná doplnění zásob podle skutečného či disponibilního stavu a velikosti hladiny zásob „ $S$ “.

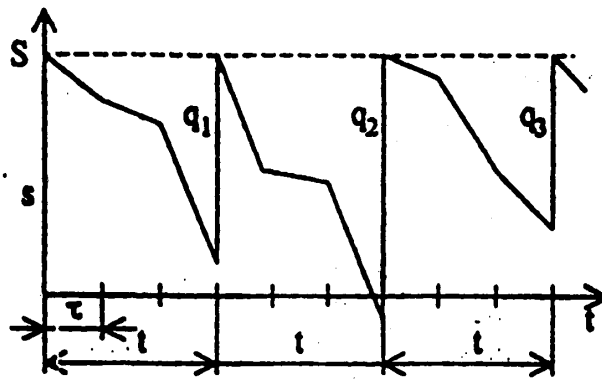




a/



b/



c/

Obr. č. 7.8: Zásobovací strategie

## 7.5 Rozhodovací diagramy logistického zajištění údržby



**Čas ke studiu:** 3 hodiny



**Cíl** Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- orientovat se a popsat jednotlivé kroky rozhodovacího diagramu volby modelu zásobování,
- orientovat se a popsat jednotlivé kroky rozhodovacího diagramu volby dodavatele, specifikovat diagram pro údržbu prováděnou metodou RCM (údržba zaměřená na bezporuchovost),
- stanovit signální hladinu zásob (minimální zásoby) pro stochastický a deterministický charakter spotřeby.



**Výklad**

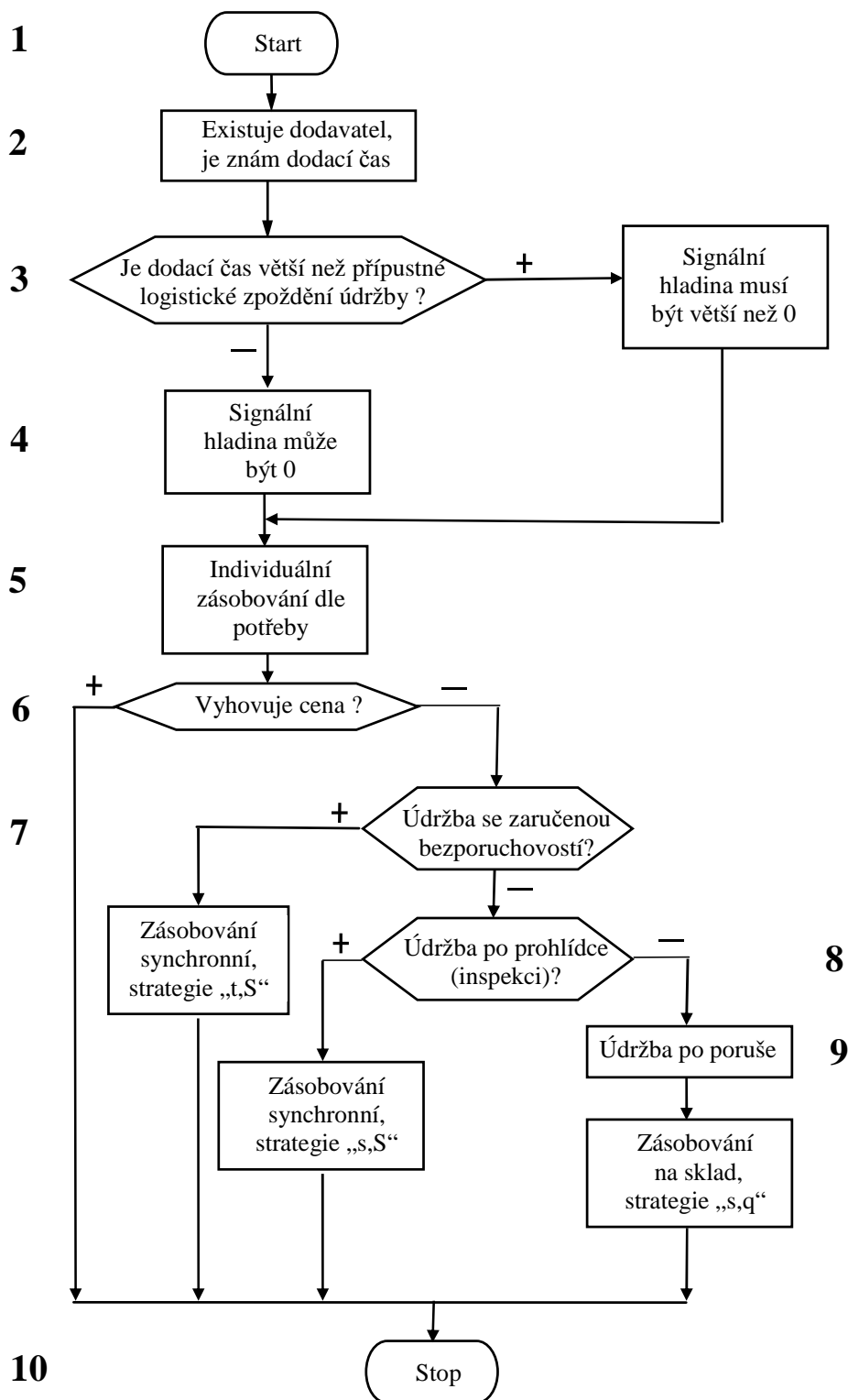
Výchozí stav předpokládá, že existuje dodavatel materiálů a náhradních dílů na údržbu kolejových vozidel, jedná se zejména o výrobce vozidla, respektive výrobce jednotlivých komponentů. Z hlediska definice požadavků na prvky logistických služeb je tedy splněna základní podmínka existence nějakého dodavatele, existuje model a strategie zásobování v daných podmínkách provozovatele. Je nutné posoudit jak jsou splněny požadavky na prvky logistických služeb, případně zda je možné tyto požadavky účelněji splňovat.

### □ Popis rozhodovacího diagramu volby modelů zásobování

Posloupnost rozhodovacích kroků při volbě modelů, zásobování je vyjádřena v rozhodovacím diagramu (algoritmu) na obrázku č. 7.9.

Krok č.2 vychází z definice výchozího stavu, tzn. je znám dodavatel a dodací čas.

V kroku č.3 se posuzuje zda dodací čas je větší než přípustné logistické zpoždění údržby. Pokud je dodací čas kratší nebo roven přípustnému logistickému zpoždění údržby, znamená to, že v okamžiku vzniku potřeby materiálů a náhradních dílů není nutné mít tento materiál v místě údržby, protože dodací čas neohrozí splnění úkolu údržby. Z toho vyplývá, že signální hladina pro objednávku může být nulová. Analogicky, pokud podmínka splněna není, musí být rozdíl mezi dodacím časem a přípustným logistickým zpožděním údržby kryt minimální (signální hladinou zásob).



Obr. č. 7.9: Rozhodovací diagram volby modelů a strategií zásobování

V kroku č.5 je implicitně nastaven nejjednodušší systém zásobování.

V kroku č.6 je nutné rozhodnout zda je splněna podmínka vyhovující ceny. Pokud ne, diagram končí krokem č.10.

Krok č.7 respektuje zvolený systém údržby, konkrétně prvky kategorie SSI, potom vzhledem k systému údržby v pevném cyklu je možné použít model zásobování „synchronní s údržbovým zásahem“ a strategii „t,S“, protože lze použít pevné objednávací termíny odpovídající pevnému cyklu údržby.

V kroku č.8 je testován další systém údržby po prohlídce. V tomto systému se mění čas vzniku potřeby materiálů na základě výsledků prohlídky. Může nastat situace, kdy potřeba nevznikne nebo vznikne. Nelze proto použít pevné objednávací termíny, ale lze volit model „synchronní s údržbovým zásahem“ s volnými objednávacími termíny a pevným objednávacím množstvím, tedy „strategii s, S“.

Krok č. 9 znamená, že není použit žádný z preventivních systémů údržby, ale systém po poruše. Není tak možné předpovědět okamžik vzniku poruchy a množství potřebných náhradních dílů a materiálů k údržbě. Tato situace je typická i pro vznik poruch z vnějších příčin např. nehoda, nelze proto dopředu stanovit pevné objednávací množství. Volíme proto model zásobování „na sklad a strategii s,q“. Je zjevné, že využití tohoto rozhodovacího diagramu je podmíněno dobrou znalostí dat o údržbě, viz. např. výpočet přípustného logistického zpoždění údržby.

#### □ Popis rozhodovacích diagramů volby dodavatele

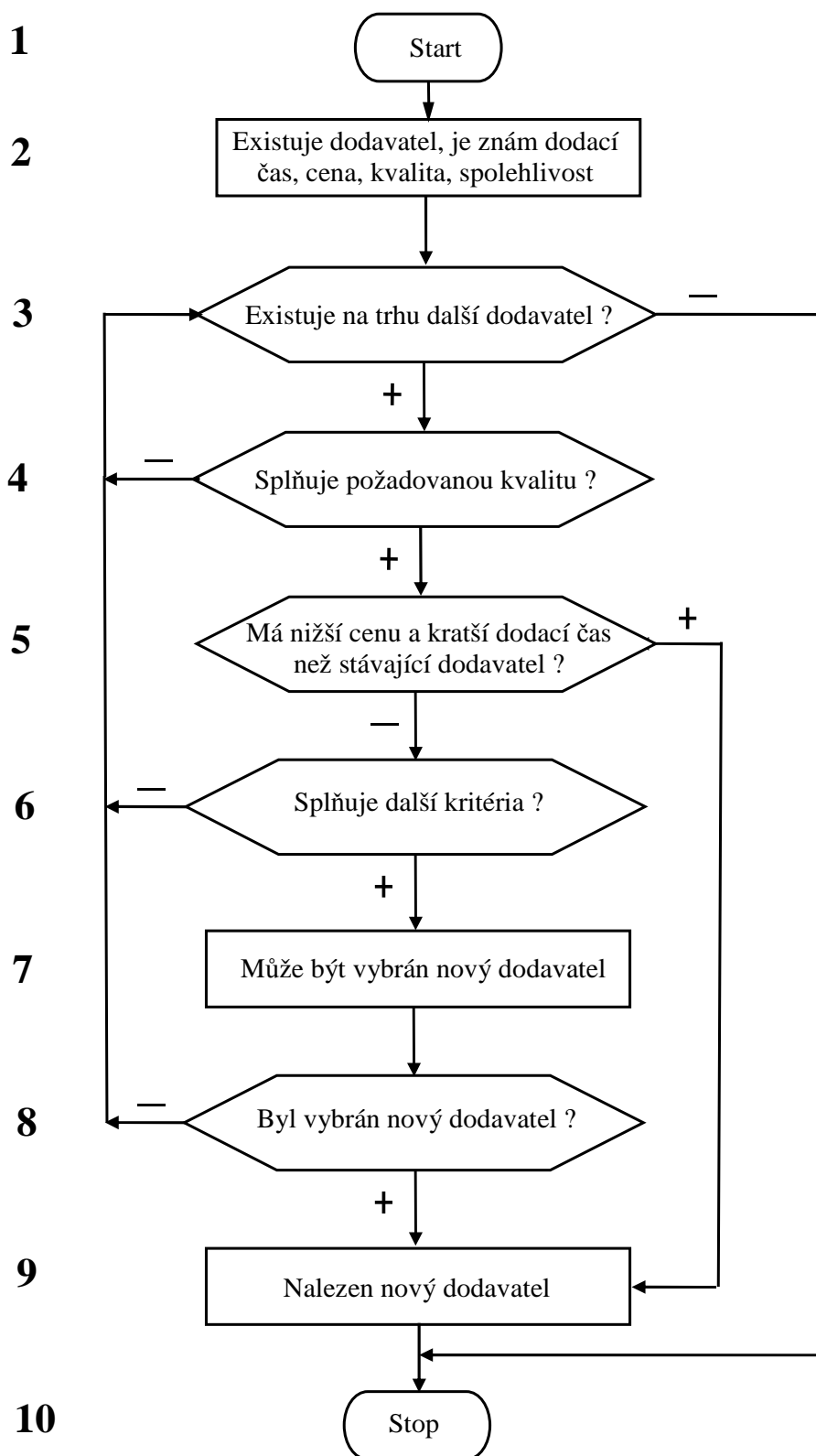
Přezkoumání stávajících dodavatelů, případně volba nových dodavatelů je prováděna s cílem vybrat ty dodavatele, kteří zajistí výhodnější podmínky než je výchozí stav. Při výběru, respektive změně dodavatele je potřebné stanovit pořadí priorit požadavků na prvky logistických služeb. Výběr dodavatele se řídí níže uvedeným rozhodovacím diagramem na obr. č. 7.10.

#### **Popis rozhodovacího diagramu pro prvky kategorizované jako SSI, MSI**

Diagram na obrázku č. 6.4 je určen pro výběr dodavatele prvků vozidla kategorizovaných jako SSI a MSI.

Krok č.2 popisuje výchozí stav. V kroku č.3 je testována základní podmínka pro výběr dodavatele, tzn, zda existuje jiný dodavatel na trhu. Pokud neexistuje, je rozhodovací proces ukončen v kroku č. 10.

V kroku č.4 je testováno, zda potenciální dodavatel splňuje podmínky na požadovanou kvalitu.



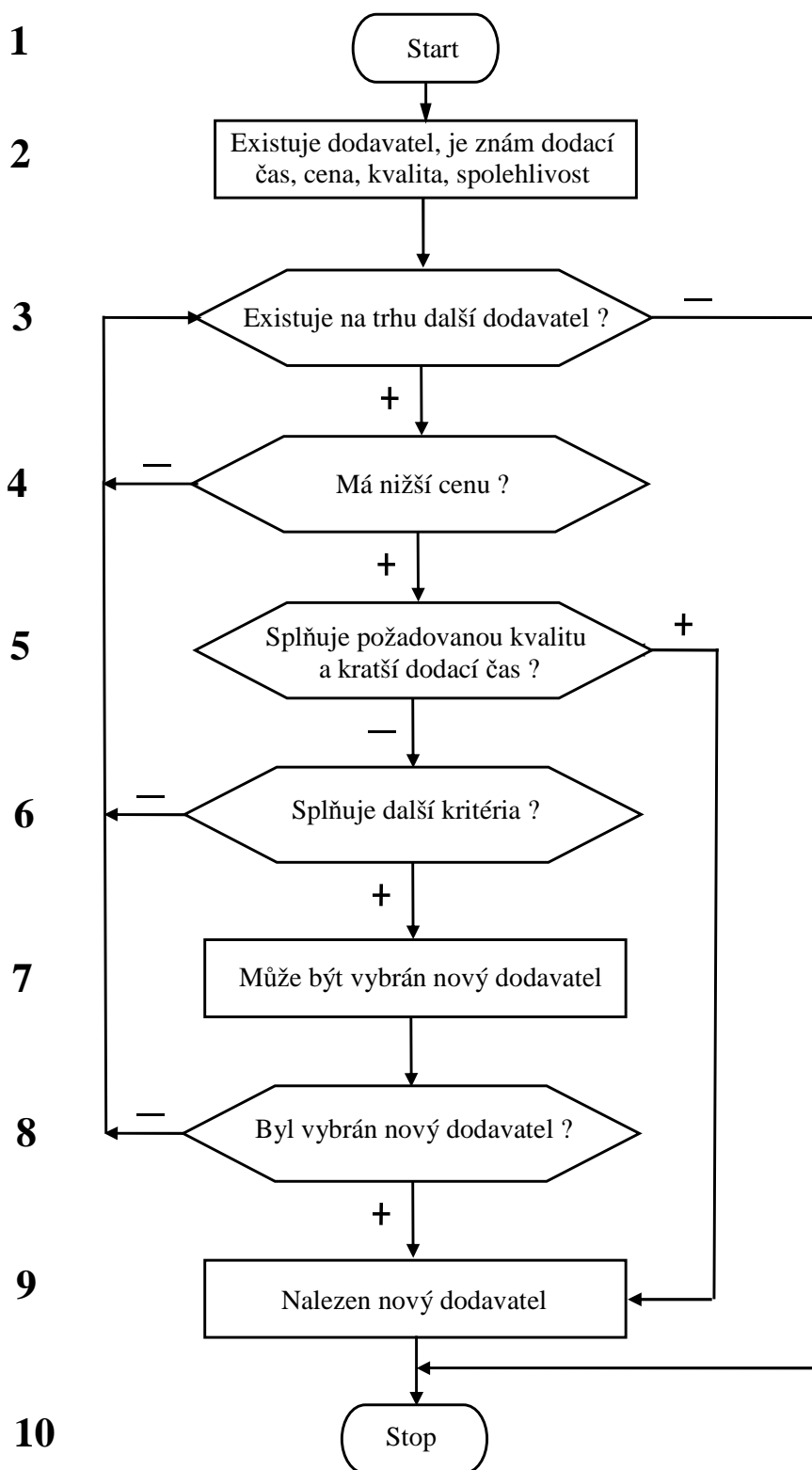
Obr. č. 7.10: Rozhodovací diagram volby dodavatele, prvky SSI+MSI

Při splnění podmínek požadované kvality v kroku č.5 jsou testovány další požadavky na logistické prvky. Jedná se o výši ceny a současně o dodací čas. V případě, že potencionální dodavatel splňuje výše uvedené podmínky je zjevně výhodnější než stávající, a proto je vybrán jako nový dodavatel. Pokud nelze jednoznačně rozhodnout o výhodnosti nového dodavatele, protože například má nižší dodací cenu, ale delší dodací čas (delší dodací čas má vliv na výši signální hladiny), potom vstupují do rozhodovacího procesu další kritéria v kroku č.6.

Mezi tato kritéria patří např. dodací podmínky, platební podmínky, dodací pružnost, reference na spolehlivost dodávek, smluvní pokuty a penále aj. Výsledkem posouzení těchto dalších kritérií je rozhodovací krok č.8, kde je buď vybrán nový dodavatel a proces výběru končí krokem č.10 nebo není vybrán a proces výběru dodavatele se vrací na krok č.3.

### **Popis rozhodovacího digramu pro prvky kategorizované jako ESI**

Diagram na obrázku č. 7.11 je určen pro výběr dodavatele prvků vozidla kategorizovaných jako ESI. Z definice kategorie prvků ESI vyplývá, že porucha prvku nebrání dalšímu provozu vozidla, ale má za následek ekonomické ztráty. Údržba je proto posuzována zejména z pohledu ekonomických dopadů. Rozhodujícím kritériem je tedy celková výše ceny dodávek náhradních dílů a materiálů. Analogicky výše uvedenému jsou změněna i rozhodovací kritéria v kroku č.5.



Obr. č. 7.11: Rozhodovací diagram volby dodavatele, prvky ESI

**Příklad 7.1.**

*Provedení volby strategie zásobování pro mazivo pro tramvajové vozy typu T3 ve vozovně tramvají.*

K výběru vhodného modelu zásobování a strategie pro materiál – mazivo, byl použit rozhodovací diagram uvedený na obr.č. 7.9. Vstupní údaje pro rozhodovací diagram:

- doba logistického zpoždění údržby v rámci kontrolní prohlídky je maximálně 38 min.,
- doba logistického zpoždění údržby v délce kratší než 20 minut neovlivní dobu aktivní údržby, a tím i celkovou dobu údržby. Tento čas proto představuje přípustné logistické zpoždění dodávky.

Dále je známo, že dodací čas u existujícího dodavatele maziva činí 30 kalendářních dnů. Tato informace je rovněž vstupem pro rozhodovací diagram.

**Popis kroků v rozhodovacím diagramu volby modelů a strategií zásobování****Krok č.2 :**

*Existuje dodavatel a znám dodací čas?* **Ano**

Dodací čas u existujícího dodavatele maziva činí 30 kalendářních dnů.

**Krok č.3 :**

*Je dodací čas větší než přípustné logistické zpoždění?* **Ano**

Dodací čas je 30 kalendářních dnů, tzn. je větší než přípustné logistické zpoždění údržby, které činí max. 20 min. Z toho vyplývá, že je nutné mít stanovenou signální hladinu zásob, který bude větší než 0.

**Krok č.5 :**

Explicitně je nastaveno zásobování dle potřeby.

**Krok č.6:**

*Vyhovuje cena?* **Ne**

Cena za jednotku dodaného materiálu při individuálním zásobování dle potřeby neumožňuje uplatňovat množstevní slevy, proto pokračujeme v kroku č. 7. Je předpoklad, že při centralizaci nákupu v rámci zřízeného virtuálního skladu (slučování objednávek z dalších vozoven) je možné dosáhnout nižší ceny uplatněním množstevních slev.



**Krok č.7:**

*Jedná se o údržbu se zaručenou bezporuchovostí?* **Ne**

Mazivo se používá pro údržbu (mazání) nápravové převodovky. Nápravová převodovka je kritická z hlediska bezpečnosti, je proto kategorizována jako SSI. Z diagramu vyplývá, že se použije model zásobování synchronní s údržbou a strategie „t, s“.

**Závěr:**

Použitím rozhodovacího digramu byl určen model zásobování synchronní s údržbou, se strategií „t, s“, tzn. dodávky jsou synchronní s daným počtem provedených kontrolních prohlídek za čas  $t$ , s konstantním objednacím množstvím. V příkladu 7.2 stanovíme signální hladinu zásob, která vykryje požadovanou spotřebu maziva po dobu  $t_p$ .



□ **Stanovení signální hladiny zásob**

Signální hladinou zásob uvedenou v diagramu č. 7.9 rozumíme stanovenou hladinu minimální zásoby, která musí pokrýt požadovanou spotřebu s danou pravděpodobností po dobu  $t_p$ . Dobu  $t_p$  stanovíme ze vztahu:

$$t_p = t_d - t_s \quad (7.1)$$

**Kde:**

$t_p$  je doba po kterou musí být kryta spotřeba materiálů ze zásob [hod],

$t_d$  - dodací čas dodávky [hod],

$t_s$  - přípustné logistické zpoždění údržby [hod].

**Posouzením vztahu (7.1) mohou nastat dvě situace:**

1. dodací čas  $t_d$  je menší nebo roven přípustnému logistickému zpoždění údržby  $t_s$ , v tomto případě by čas  $t_p$  byl záporný, resp. signální hladina zásob může být rovna 0. V praxi je možné požadovat nenulovou signální hladinu pro krytí potřeby při nedodržení času dodání dodavatelem. V každém případě bude tato hladina velmi nízká.

2. dodací čas  $t_d$  je delší než přípustné logistické zpoždění údržby  $t_s$ , v tomto případě, musí být signální hladina větší než 0. Výši této hladiny je nutné určit podle charakteru spotřeby, který může být deterministický nebo stochastický.

### Signální hladina pro stochastický charakter spotřeby

Strategie „s, S a s, q“ předpokládají stochastický charakter spotřeby materiálů a náhradních dílů, kdy náhodnou veličinou je počet potřebných kusů náhradních dílů. Pro stanovení signální hladiny pro flotilu vozidel lze z výhodou využít vlastností Poissonova rozdělení.

**Distribuční funkce** je dána vztahem:

$$F(x) = P(X \leq x) = \sum_{i=0}^x \frac{(\lambda \cdot t_p)^i}{i!} \exp(-\lambda \cdot t_p) \quad x = 0, 1, 2, \dots, n \quad (7.2)$$

**Kde:**

$x$  je počet sledovaných poruch,

$\lambda$  - střední intenzita poruch prvku [1/hod],

$t_p$  - doba, po kterou musí být kryta spotřeba materiálů ze zásob [hod], určená dle (7.1).

### Signální hladina pro deterministický charakter spotřeby

Údržba prvků v pevném cyklu, pokud vede na strategii zásobování „t, S“, má deterministický charakter. Dopředu jsou známy doba spotřeby a množství potřebných náhradních dílů a materiálů k provedení údržby, typicky např. normovaná spotřeba maziva při preventivní údržbě.

Normovaná spotřeba materiálů je vždy vázána na provádění preventivních údržbových zásahů v souladu se stanoveným systémem údržby. Pro kolejová vozidla je periodičita preventivních údržbových zásahů zpravidla určena **kilometrickým proběhem**, nikoliv časem. Proto je nutné vycházet při stanovení signální hladiny zásob z kilometrického proběhu flotily vozidel za dobu  $t_p$ , respektive určit počet provedených periodických údržbových zásahů za dobu  $t_p$ . Počet údržbových zásahů se určí ze vztahu (7.3).

$$C_i = \frac{t_p \cdot \sum_{z=1}^k L_z}{l_i} - \sum_{i=i+1}^f C_i \quad (7.3)$$

**Kde:**

- $C_i$  je počet preventivních údržbových zásahů  $i$  – tého stupně,
- $t_p$  - doba, pro kterou provádíme výpočet, tj. doba po kterou musí být kryta spotřeba materiálů ze zásob [dny],
- $L_z$  - průměrný denní kilometrický proběh vozidla [km],
- $k$  - počet vozidel ve flotile,
- $l_i$  - kilometrický proběh vozidla do  $i$ -tého stupně preventivního údržbového zásahu [km],
- $f$  - celkový počet stupňů preventivních údržbových zásahů.

### Příklad 7.2.

*Ve vozovně tramvají je prováděna kontrolní prohlídka u tramvají T3, je zde dislokováno celkem 108 ks vozidel. Normovaná spotřeba maziva na mazání nápravových převodovek tramvaje v rámci kontrolní prohlídky je stanovena  $m = 2,8$  kg. Dodací čas u existujícího dodavatele maziva činí 30 kalendářních dnů.*

*Určete signální hladinu zásob pro mazivo tramvají T3 ve vozovně.*

Signální hladina je dána spotřebou maziva za dobu  $t_p$ , tj. 30 kalendářních dnů (přípustné logistické zpoždění údržby 20 min. zanedbáváme).

Počet kontrolních prohlídek na dobu  $t_p$  je stanoven s využitím vztahu (6.3), a tabulky č. 6.1, kde jsou uvedeny kilometrické proběhy do jednotlivých stupňů preventivní údržby.

**Tabulka č. 6.1: Přehled stupňů preventivního systému údržby T3**

Název údržbového zásahu	Označení	Max. km proběh
Denní prohlídka	-	500
Kontrolní prohlídka	KP	4 000
Střední prohlídka 1	SP1	80 000
Střední prohlídka 2	SP2	160 000
Velká prohlídka	VP	240 000

$$C_i = \frac{t_p \cdot \sum_{z=1}^k L_z}{l_i} - \sum_{i=i+1}^f C_i$$

$$C_5 = \frac{30 \cdot \sum_{z=1}^{108} 356}{240000} = 4,8$$

$$C_4 = \frac{30 \cdot \sum_{z=1}^{108} 356}{160000} - 4,8 = 7,2 - 4,8 = 2,4$$

$$C_3 = \frac{30 \cdot \sum_{z=1}^{108} 356}{80000} - 7,2 = 14,4 - 7,2 = 7,2$$

$$C_2 = \frac{30 \cdot \sum_{z=1}^{108} 356}{4000} - 14,4 = 288 - 14,4 = 273$$

**Kde:**

$C_2$  je počet kontrolních prohlídek ve vozovně tramvají,

$t_p$  - doba, po kterou musí být kryta spotřeba materiálů ze zásob [30 dnů],

$L_z$  - průměrný denní kilometrický proběh vozidla [356 km/den],

$k$  - počet vozidel ve flotile [108 ks],

$l_i$  - kilometrický proběh vozidla do  $i$ -tého stupně preventivního údržbového zásahu [km], viz. tabulka č.7.1,

$f$  - celkový počet stupňů preventivních údržbových zásahů, pět stupňů

Ve vozovně tramvají bude provedeno 273 kontrolních prohlídek za dobu  $t_p$ , tj. 30 kalendářních dnů. Vyšší stupně údržby se ve vozovně neprovádějí, proto výpočet spotřeby maziva se bude týkat pouze kontrolní prohlídky. V rozsahu náplně denní prohlídky není mazání nápravové převodovky prováděno.

Spotřeba maziva za dobu  $t_p$ :

$$M = C_2 \cdot m = 273 \cdot 2,8 = 764,4 \text{ [kg]}$$

**Kde:**

$C_2$  je počet kontrolních prohlídek ve vozovně tramvají,

$m$  - normovaná spotřeba maziva pro nápravové převodovky v rámci kontrolní prohlídky [kg]

**Závěr:**

Spotřeba maziva za dobu  $t_p$  pro kontrolní prohlídku v místě údržby činí 764,4 [kg]. Mazivo je dodáváno v obalech - sudy o hmotnosti náplně 160 [kg], což znamená objednávkové množství musí být 5 sudů při započtení rezervy pro ztráty vzniklé s manipulací s mazivem. Požadavek bude uplatňován u virtuálního skladu s místem dodávky vozovna tramvají v režimu modelu zásobování synchronní s údržbou s cca 273 kontrolní prohlídkou.

**Příklad 7.3.**

*Ve vozovně Poruba je provozováno 108 ks tramvají typu T3. Každé vozidlo je osazeno 3 ks žárovek pro vnitřní osvětlení vozidla. Dle údajů na obalu žárovky je střední doba do poruchy 2 000 [hod], dodací čas u existujícího dodavatele žárovek činí 10 pracovních dní, tj. 14 kalendářních dní.*

*Stanovte signální hladinu zásob žárovek tramvají typu T3 ve vozovně tramvají.*

Signální hladina je dána spotřebou žárovek za dobu  $t_p$ , tj. 2 týdny (přípustné logistické zpoždění dodávky 20 min. zanedbáváme).

Výpočtem pravděpodobnosti pro  $x = 0$  (nulový počet poruch) stanovíme bezporuchovost  $R(x)$ . Protože platí  $F(x) + R(x) = 1$ , dopočtem do jedné stanovíme pravděpodobnost poruch  $F(x)$  ve flotile vozidel za čas  $t_p$ .

**Střední intenzita poruch žárovek:**

$$\lambda = 2 \cdot 10^{-3} \text{ [1/hod]}$$

Průměrná denní doba svícení žárovky v tramvaji je stanovena odborným odhadem, činí 4,5 hod. Potom celkový čas svícení žárovky (akumulovaný pracovní čas) činí za dobu  $t_p$  :

$$T_A = t_p \cdot 4,5 = 14 \cdot 4,5 = 63 \text{ [hod]}$$

**Pravděpodobnost  $R(x)$** , že nevznikne porucha za dobu  $t_p$  s využitím vztahu (31):

$$R(x) = \sum_{i=0}^x \frac{(\lambda \cdot T_A)^x}{x!} \exp(-\lambda \cdot T_A) = \frac{(2 \cdot 10^{-3} \cdot 63)^0}{0!} \exp(-2 \cdot 10^{-3} \cdot 63) = 0,88$$

**Kde:**

$x$  je počet sledovaných poruch,  $x = 0$

$\lambda$  - střední intenzita poruch prvku,  $\lambda = 2 \cdot 10^{-3}$  [1/hod]

$T_A$  - akumulovaný pracovní čas žárovky za dobu  $t_p$ ,  $T_A = 63$  [hod].

**Pravděpodobnost poruchy  $F(x)$ :**

$$F(x) = 1 - R(x) = 1 - 0,88 = 0,12$$

**Celková spotřeba** žárovek pro flotilu vozidel se vypočítá:

$$S = F(x) \cdot N = 0,12 \cdot 324 = 39 \text{ [ks]}$$

**Kde:**

$F(x)$  je pravděpodobnost vzniku poruchy žárovky za dobu  $t_p = 14$  kalendářních dní

$N$  - počet žárovek ve vozidlech dislokovaných v místě údržby,  $N = 324$  [ks]

**Závěr:**

Spotřeba žárovek za dobu  $t_p$  je 39 ks, proto signální hladinu volíme 40 ks žárovek. Tento požadavek bude uplatňován u virtuálního skladu s místem dodávky vozovna tramvají.





## Shrnutí kapitoly

V logistice jsou zkoumány a řešeny následující toky: **materiálové, informační, energií, obalové, odpadů.**

K základním typům **uspořádání zásobovacích řetězců** patří: tradiční, emancipační, synchronizační. Nejvhodnější varianty zásobovacího řetězce při údržbě vozidel jsou emancipační a synchronizační.

K hlavním **cílům logistického zabezpečení údržby** patří: snižování nákladů souvisejících s opatřováním předmětu zásobování, zlepšování výkonů útvaru zásobování, snižování vázanosti kapitálu v zásobách, to znamená snižování zásob, zachování autonomie, zajistit možnost zásobování z více zdrojů.

Hlavní **požadavky na prvky logistických služeb** jsou: požadavek na kvalitu náhradních dílů a materiálů, požadavek na dodací čas, požadavek na cenu.

V systému řízení zásob lze rozlišit **krátkodobou a dlouhodobou zásobovací strategii**. Dlouhodobá strategie může být prováděna pomocí: **synchronního zásobování s údržbou, individuálního zásobování, nebo pořizování zásob na sklad.**

V systému řízení zásob existuje: plynulé doplňování a úbytek zásob a **postupné doplňování a úbytek zásob**. Z hlediska časových cyklů a velikosti množství objednávaného zboží se dělí zásobovací strategie na: **s, S; s, q a t, S.**

Pro volbu modelu zásobování a pro volbu dodavatele lze využít rozhodovacích diagramů. **Signální hladinou zásob** se rozumí hladina minimálních zásob, které musí pokrýt požadovanou spotřebu s danou pravděpodobností po stanovenou dobu.



## Kontrolní otázky

- 7.1. Co je předmětem zkoumání logistiky, čím je tvořen logistický řetězec?
- 7.2. Jaké jsou používané typy uspořádání zásobovacích řetězců?
- 7.3. Jaké jsou hlavní cíle logistického zabezpečení údržby kolejových vozidel?
- 7.4. Podle čeho lze definovat požadavky na prvky logistických služeb?
- 7.5. Jaké lze při řízení zásob uplatňovat strategie?
- 7.6. Pomocí kterých systémů zásobování lze realizovat dlouhodobou strategii řízení zásob?
- 7.7. Jaká existují schémata v procesu doplňování a úbytku zásob?
- 7.8. Jaké jsou strategie zásobování z hlediska časových cyklů a z hlediska velikosti objednávaného množství?
- 7.9. Jaké lze využít rozhodovací diagramy při logistickém zajištění údržby?
- 7.10. Co znamená a jak se stanovuje signální hladina zásob?



## Další zdroje

- [Daněk, 2004] Daněk, J.: Logistika, VŠB – TU Ostrava 2004, ISBN 80-248-0705-X, skriptum.
- [Míková, 2006] Míková, J.: Logistická podpora údržby kolejových vozidel, disertační práce, VŠB-TU Ostrava 2006, ISBN 80-248-1065-4.
- [Logistika] Logistika. Měsíčník pro dopravu, skladování a manipulaci. Praha: Economica. ISSN 1211-0957.