

1. SPOLEHLIVOST A ŽIVOTNÍ CYKLUS VOZIDEL

Po úspěšném a aktivním absolvování této KAPITOLY

Budete umět:

- orientovat se v pojmech souvisejících se současným pojetím spolehlivosti podle norem pro řízení jakosti a Mezinárodního elektrotechnického slovníku,
- popsat filozofii nákladů životního cyklu vozidel a jednotlivé fáze životního cyklu, strukturovat náklady spojené se spolehlivostí,
- podat podrobný přehled o jednotlivých fázích životního cyklu vozidla, postupu formování a využívání spolehlivosti v různých etapách,
- identifikovat jednotlivé fáze životního cyklu vozidla v závislosti na jeho intenzitě poruch, posoudit vliv různých událostí, např. modernizace vozidla, na průběh intenzity poruch

Budete umět

Proces koncentrace výrobních kapacit zvyšuje nároky na přepravu osob a zboží. Velmi významným jakostním parametrem tohoto procesu je bezpečnost dopravy, která je ovlivněna celou řadou činitelů, např. stavem dopravní cesty, organizací provozu, lidským faktorem a je podmíněna i spolehlivostí dopravních prostředků.

Na požadavek spolehlivosti dopravních prostředků reagovali výrobci i provozovatelé zaváděním systémů údržby, které mají za cíl zajistit bezchybný technický stav vozidel po celou dobu jejich technického života. Počátky těchto systémů byly založeny zejména na praktických zkušenostech. Po druhé světové válce se začínají používat pro hodnocení spolehlivosti statistické metody, objevuje se nový vědní obor teorie obnovy. Výrobci vozidel reagují na rozvoj teorie obnovy i dalších vědních oborů vznikem filozofie nákladů životního cyklu vozidel. Progresivnost této filozofie vychází ze systémů sledování poruchovosti, vyhodnocování spolehlivosti, zavádění systémů technické diagnostiky. Tento trend se odráží ve formulování požadavků na vozidla a jeho užité vlastnosti již ve fázi předvýrobních etap, např. železniční správy při nákupu nových vozidel požadují prognózu hodnocení nákladů životního cyklu. Náklady spojené s pořízením nového vozidla tvoří začátek cyklu, v další etapě provozního nasazení vozidla se objevují náklady spojené s provozem a obnovou vozidla. Systém údržby, jako součást procesu obnovy vozidla, významně přispívá k celkovému hodnocení jakosti vozidla a ovlivňuje konkurenceschopnost výrobku.



Průvodce studiem

Než se pustíme do samotného studia spolehlivosti dopravních prostředků, musíme si nejdříve uvědomit, jak jsou v dnešním pojetí chápány pojmy jako spolehlivost, porucha, údržba apod. Názorně si ukážeme, jak tyto pojmy a vztahy mezi nimi definují v normách pro řízení jakosti ČSN ISO 9000 a ČSN IEC 50(191) - Mezinárodním elektrotechnickém slovníku, které jsou součástí našeho normalizačního systému.

1.1 Základní pojmy



Čas ke studiu: 1,5 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- definovat základní pojmy týkající se spolehlivosti v pojetí norem jakosti ISO 9000:2000, mezi něž patří bezporuchovost, udržovatelnost, zajištěnost údržby nebo pohotovost,
- definovat spolehlivost podle Mezinárodního elektrotechnického slovníku a pojmy v něm uvedené, související s bezporuchovostí a údržbou.



Výklad

Jakost výrobku nebo služby popisujeme pomocí jakostních charakteristik. **Kvalitativní** jakostní charakteristiky **objektivně měřit nelze**, jsou předmětem subjektivního posuzování, např. vzhled. **Kvantitativní** charakteristiky jsou **měřitelné**, patří mezi ně i spolehlivost.

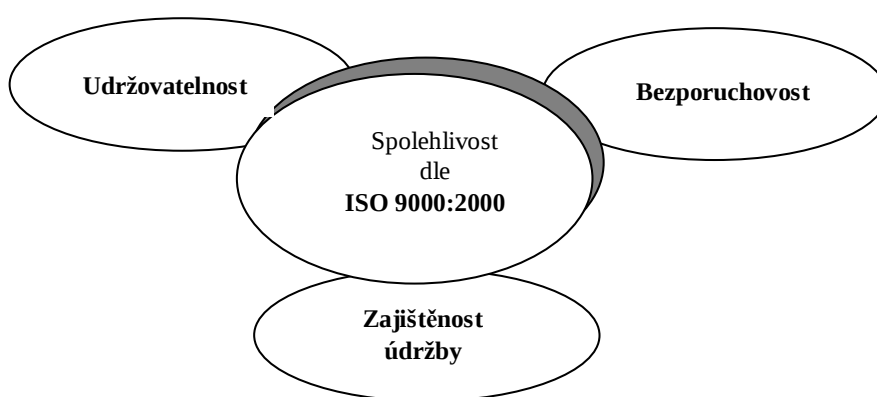
Jakost, kvalita – schopnost souboru inherentních znaků výrobku, systému nebo procesu plnit požadavky zákazníků a jejich zainteresovaných stran [ISO 9000:2000].

ČSN ISO 9000 - Základní řada norem pro systémy řízení jakosti.

□ Spolehlivost dle ČSN ISO 9000:2000

Spolehlivost je v této normě definována jako souhrnný termín, používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují (obr. č. 1.1).

- **bezporuchovost** je schopnost objektu plnit nepřetržitě požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek,
- **udržovatelnost** je schopnost objektu v daných podmínkách používání setrvat ve stavu nebo se vrátit do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci tehdy, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy i prostředky (zahrnují i dřívější pojem opravitelnosti),
- **zajištěnost údržby** je schopnost organizace poskytující údržbářské služby zajišťovat dle požadavků v daných podmínkách prostředky potřebné pro údržbu v souladu s koncepcí údržby.



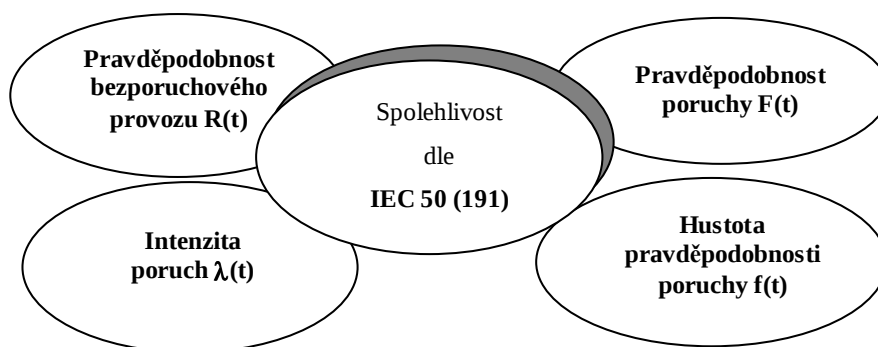
Obr. č. 1.1: Širší pojetí spolehlivosti

Spolehlivost je chápána jako komplexní vlastnost objektu, např. vozidla. Jednotlivé vlastnosti spolehlivosti, uvedené na obr. 1.1, lze rozšířit o další definice:

- **bezpečnost** je vlastnost objektu neohrožovat lidské zdraví nebo životní prostředí při plnění předepsané funkce,
- **životnost** je schopnost objektu plnit požadované funkce do okamžiku dosažení mezního stavu při stanoveném systému předepsané údržby a oprav,
- **pohotovost** je schopnost objektu být ve stavu schopném plnit požadované funkce v daném časovém okamžiku a v daných podmínkách,
- **filozofie údržby** je systém principů pro organizování a provádění údržby.

□ Spolehlivost dle ČSN IEC 50(191) - mezinárodní elektrotechnický slovník

Spolehlivost je vyjádřena jako pravděpodobnost bezporuchového provozu, to je pravděpodobnost, že objekt může plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu. Od této vlastnosti lze odvodit další charakteristiky (obr. č. 1.2).



Obr. č. 1.2: Užší pojetí spolehlivosti

V této normě jsou definovány další pojmy vztahující se k bezporuchovosti a údržbě:

- **porucha** znamená částečnou nebo úplnou ztrátu schopnosti provozu soustavy nebo prvku. Pokud dojde ke změně schopnosti provozu, rozhoduje se, zda jde o poruchu nebo ne, podle stanovených podmínek provozu.
- **dobu do první poruchy** je celková doba provozu objektu od okamžiku prvního uvedení do použitelného stavu až do poruchy,
- **dobu mezi poruchami** je doba trvání mezi dvěma po sobě následujícími poruchami opravovaného objektu,
- **dobu údržby** je časový interval, během něhož se na objektu provádí údržbářský zásah buď ručně, nebo automaticky, včetně technických a logistických zpoždění,
- **údržba** je souhrn konkrétních technologických činností a postupů, jejich uplatňováním za určených podmínek se provádí obnova požadovaného technického stavu objektu,
- **preventivní údržba** je údržba prováděná v předem určených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a je zaměřená na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo degradace fungování objektu,

- **údržba po poruše** je údržba prováděná po zjištění poruchového stavu a je zaměřená na uvedení objektu do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci,
- **oprava** je část údržby po poruše, při níž se na objektu provádějí ruční operace.



Průvodce studiem

Zamyslete se nyní nad fázemi, jimiž vozidla během svého provozu procházejí.

Železniční i silniční vozidla slouží v provozu po dlouhou dobu a během této doby se nacházejí v různých etapách svého životního cyklu. Pojďme se nyní podívat na filozofii životního cyklu vozidel (LCC) a seznámit se s jednotlivými fázemi tohoto cyklu v souvislosti se spolehlivostí vozidla. Naučíme se také identifikovat jednotlivé fáze životního cyklu vozidel ve vztahu k intenzitě poruch.

1.2 Spolehlivost a životní cyklus vozidel



Čas ke studiu: 2 hodiny



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- popsat filozofii nákladů životního cyklu vozidla, určit jednotlivé fáze životního cyklu vozidel,
- identifikovat jednotlivé fáze životního cyklu vozidel v závislosti na jejich intenzitě poruch.



Výklad

Ekonomický tlak působící v důsledku konkurenčního prostředí mezi druhy doprav, vede management společností k nutnosti nahlížet na problematiku hospodaření s vozidly z dlouhodobého hlediska. Posuzují se náklady spojené s pořízením vozidla, jeho provozem, opravami, údržbou, i likvidací. Tento pohled je znám pod pojmem náklady životního cyklu (LCC – Life Cycle Cost). Nutnost hledání ekonomických úspor vedlo výrobce a provozovatele vozidel rozpracovat a analyzovat životní cyklus na jednotlivé etapy. Tyto etapy nejsou vzájemně izolovány, ale představují logicky navazující oblasti.

Základní podmínky hodnocení LCC:

- orientační doba provozu vozidla delší než jeden rok,
- náklady na pořízení vozidla představují menší část celkových nákladů na vozidlo.

Z těchto podmínek je patrné, že železniční a silniční vozidla vzhledem k dlouhé době provozního nasazení je možné posuzovat z pohledu nákladů životního cyklu.

□ Etapy a náklady životního cyklu vozidel

Pro výrobce ale i uživatele je důležité stanovit, ve které etapě se konkrétní výrobek nachází. Je proto nutné použít exaktní metody stanovení etap životního cyklu vozidla, které vycházejí ze sledování a hodnocení změny některých jakostních parametrů, například průběhu intenzity poruch. Předčasná, nebo naopak opožděná likvidace výrobku má vždy za následek ekonomické, někdy i velké hmotné ztráty.

Život výrobku (vozidla) lze rozdělit na šest etap [Vintr, 1998]:

- | | | |
|--|---|--|
| 1. Etapa koncepce a stanovení požadavků. | } | <u>Vzniká</u> inherentní
(vložená) spolehlivost |
| 2. Etapa návrhu a vývoje. | | |
| 3. Etapa výroby. | | |
| 4. Etapa uvedení do provozu. | } | <u>Využívá</u> se inherentní
spolehlivost |
| 5. Etapa provozu. | | |
| 6. Etapa likvidace. | | |

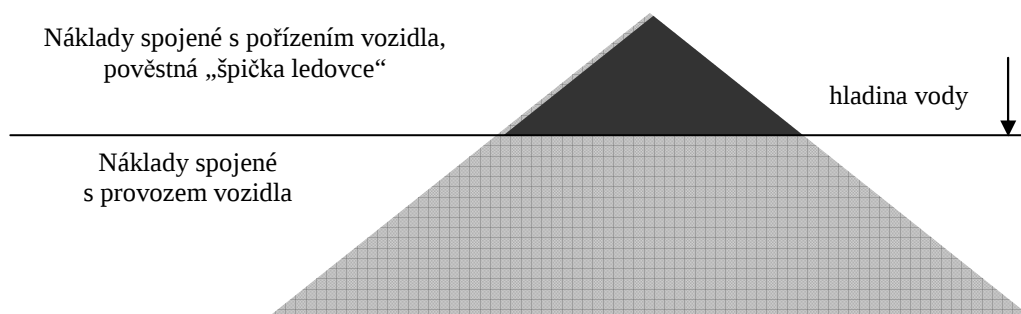
Náklady životního cyklu výrobku tvoří:

$$LCC = N_p + N_v \quad (LCC - \text{life cycle cost}) \quad (1.1)$$

Kde:

N_p – pořizovací náklady vlastníka vozidla (cena vozidla), jsou tvořeny náklady na 1. až 4. etapu. Jsou obecně zřejmé, lze je vyhodnotit před rozhodnutím o pořízení vozidla.

N_v – vlastnické náklady, jsou tvořeny náklady na provoz, údržbu, opravy a likvidaci vozidla. Tvoří hlavní skupinu nákladových položek LCC, nejsou však tak dobře „viditelné“, obtížně se odhadují, nese je především uživatel vozidla.



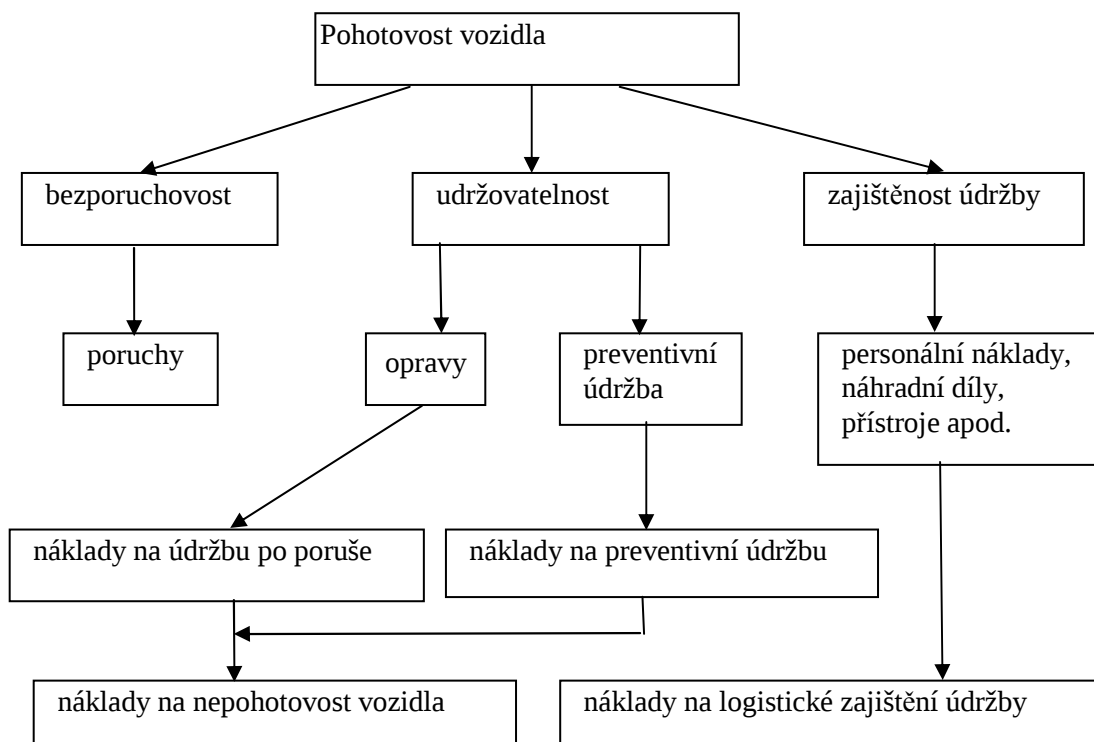
Obr. č. 1.3: Ilustrace dělby nákladů LCC

Odhad LCC se provádí rozčleněním na jednotlivé nákladové položky (model LCC s výčtovou strukturou). Při odhadu položek se systematicky postupuje v těchto krocích:

1. rozčlenění vozidla na konstrukční části, skupiny, podskupiny případně součástí,
2. rozčlenění na jednotlivé etapy životního cyklu, tj. na doby životního cyklu, kdy se má práce, činnost provést,
3. zařazení nákladů do kategorií, tj. např. náklady na pracovní sílu, materiál, energii, režie,
4. sestavení a posouzení různých variant uspořádání vozidla, vyhodnocením je například ovlivněno rozhodnutí nakoupit díl, nebo sami díl vyrobit.

Nákladové položky ve vztahu k spolehlivosti vozidla jsou (obr. 1.4):

- **náklady na nepohotovost**, jsou spojené se ztrátou funkce vozidla během jeho nepohotovosti, tj. doba, kdy je vozidlo v poruše,
- **záruční náklady**, dodavatel na základě smluvního ujednání provádí servis po dobu záruky. Náklady se promítnou do vyšší pořizovací ceny vozidla,
- **náklady z odpovědnosti za škodu způsobenou vadou vozidla**, vzniklé např. v důsledku zranění osob, poškození životního prostředí, velké materiální ztráty.



Obr. č. 1.4: Schéma nákladů na spolehlivost

Poznámka: Proces odhadu LCC může započítávat i změnu hodnoty peněz v budoucnosti. Tento proces se nazývá diskontování, diskontovat je nutné všechny položky, aby bylo možné porovnávat různé alternativy LCC. Nejpoužívanější je výpočet tzv. čisté současné hodnoty všech budoucích finančních toků.

V důsledku poznání fází životního cyklu vozidel vyvodili výrobci i provozovatelé vozidel závěry, směřující k potřebě vědeckého zkoumání vlivu řízení na náklady životního cyklu. Analýza celkových nákladů nevychází pouze z objektivně zjistitelných veličin, je ovlivněna i obtížně předvídatelnými okolnostmi, jako jsou výkyvy v cenách energií, cenách pracovních sil, inflace atd. Náklady spojené s pořízením vozidla tvoří pouze jednu část nákladů životního cyklu. Z tohoto hlediska je nutné přistupovat k nákladovému členění s jistou opatrností, představující posouzení míry nejistot a rizik.

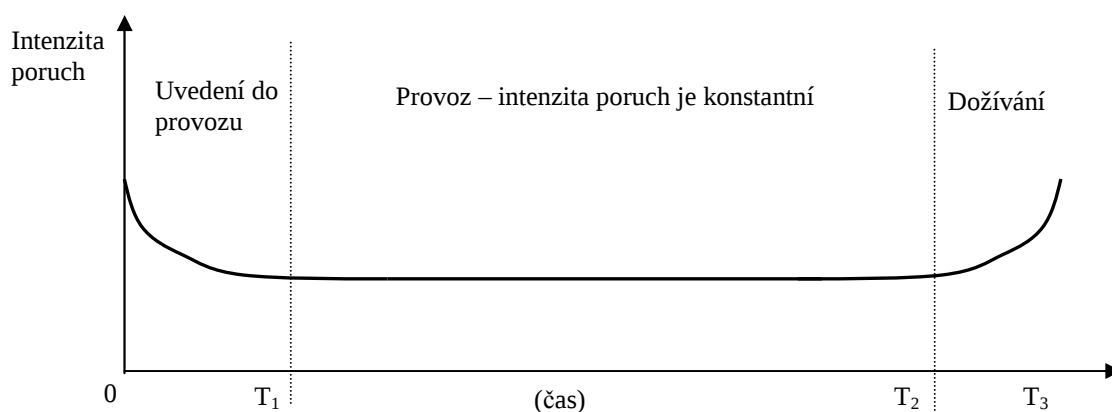
□ Identifikace etap životního cyklu vozidel

Identifikace etap životního cyklu vozidla vychází z poznání, že jakostní znak tj. intenzita poruch, se mění v souvislosti s využíváním vozidla. Míru využívání vozidla je nutné popsat vhodným výkonovým parametrem, například dobou provozu nebo kilometrickým průběhem.

Průběh intenzity poruch umožňuje postihnout dobu fyzické existence vozidla, kdy je možné statistickými metodami sledovat a posuzovat výskyt poruch.

- **intenzita poruch** je definována [Daněk,1999] jako přírůstek porouchaných výrobků v malém časovém intervalu dt následujícím po čase t k počtu zatím neporouchaných výrobků do času t ,
- **empirické vyjádření intenzity poruch**: počet poruch za jednotku času.

Nejznámějším vyjádřením průběhu života vozidla je vanová křivka, typický průběh vanové křivky je na obr. č. 1.5. Vanová křivka ukazuje dobu fyzického života vozidla, tj. záběh, provoz v ustáleném režimu a etapu dožívání.



Obr. č. 1.5: Ilustrace průběhu intenzity poruch – vanová křivka

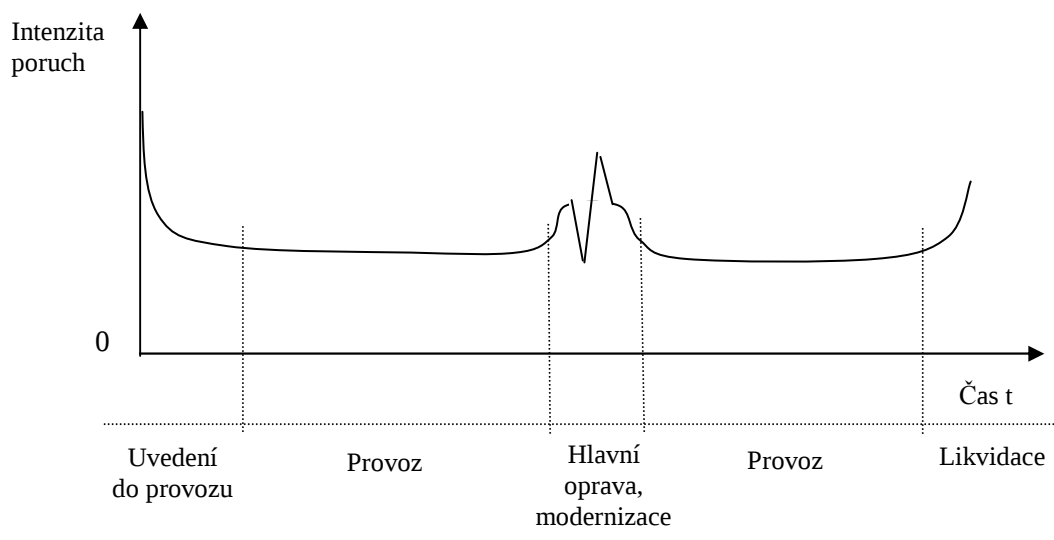
- **interval $<0, T_1>$** je období časných poruch (záběh), intenzita poruch postupně klesá a spolehlivost vozidla se zlepšuje. V této fázi života se projevují nedostatky způsobené chybami v konstrukci a při výrobě. Tyto skryté nedostatky se při provozním zatížení rychle projeví vznikem poruch. U vyzrálých konstrukcí, sériově nebo hromadně vyráběných výrobků tato fáze téměř zaniká.
- **interval $<T_1, T_2>$** je období normálního života (provoz), intenzita poruch se ustálí na přibližně konstantní hodnotě, využívá se inherentní spolehlivost vozidla, poruchy vznikají působením náhodných událostí. Tato etapa života je nejdelší a uplatněním vhodného systému údržby nabízí možnost značných úspor.
- **interval $<T_2, T_3>$** je období dožívání a likvidace. Vlivem opotřebení a dalších faktorů, jako koroze, únavové jevy, intenzita poruch začne stoupat, vozidlo vykazuje častější vznik poruch. V jistém okamžiku je zpravidla ekonomicky, ale i technicky neúnosný další provoz a vozidlo fyzicky je zlikvidováno.

S rostoucí spolehlivostí konstrukce vozidel a zvyšování podílu elektronických systémů zejména u hnacích vozidel a osobních vozů je možné sledovat i jiné průběhy intenzity poruch (Obr. 1.6). Průběh intenzity poruch je charakterizován nárůstem v etapě záběhu, postupně se však ustálí na přibližně konstantní hodnotě. Charakteristická je rovněž absence zóny zvýšené intenzity poruch v období dožívání výrobku, pro posuzování etap životního cyklu je nutné použít i jiné kvalitativní znaky, jako např. morální opotřebení.



Obr. č. 1.6: Ilustrace průběhu intenzity poruch – ustálení po záběhové fázi

Současný údržbový systém vozidel je preventivní a respektuje průběh opotřebení částí vozidla i vozidla jako celku. V okamžiku uvedení vozidla do provozu jsou mechanické díly vozidla ve výkresových rozměrech a opotřebení je nulové. Tomu odpovídá po odeznění záběhové fáze snížená intenzita poruch $\lambda(t)$, s dobou provozu však roste v důsledku zvětšujícího se opotřebení. Po uplynutí jisté doby provozu je dosaženo kilometrického proběhu a celek vozidla, či jeho díl musí být opraven a uveden tak opět do výkresových rozměrů, jsou odstraněny následky opotřebení. Tyto opravy, někdy spojené s **modernizací vozidla**, mají často za následek krátkodobé zvýšení intenzity poruch. Situaci demonstruje obr. č. 1.7.



Obr. č. 1.7: Ilustrace průběhu intenzity poruch – vliv hlavní opravy

Posuzování fáze života pomocí intenzity poruch naznačuje:

- každá fáze fyzického života výrobku vyžaduje specifický přístup z hlediska LCC,
- provedení modernizace nebo hlavní opravy může krátkodobě zvýšit intenzitu poruch v jinak stabilním systému, a to vlivem zvýšeného počtu poruch v záběhové fázi,
- u některých typů průběhů křivky intenzity poruch není zřejmá závislost mezi dobou využívání a změnou intenzity poruch.

1.3 Etapy životního cyklu a formování spolehlivosti**Čas ke studiu:** 2,5 hodiny**Cíl** Po prostudování tohoto odstavce budete umět:

- podrobně popsat jednotlivé fáze životního cyklu vozidel, jejich vlastnosti, možnosti formování a zvyšování spolehlivosti.

**Výklad**

Moderní pojetí zabezpečení spolehlivosti a kvantifikace nákladů na provoz a obnovu vozidel vyžaduje věnovat systematickou pozornost všem etapám života vozidla. Proto je vhodné problematiku úkolů souvisejících se spolehlivostí **uspořádat do programu spolehlivosti** v rámci procesu řízení jakosti.

Program spolehlivosti během libovolné etapy životního cyklu vozidla vyžaduje znalosti specifických podmínek, které se mohou měnit jak v čase, tak i ve způsobu nasazení vozidla v provozu. Proto je nutné při jeho sestavování a provádění přihlídnout:

- k použití vozidla a provoznímu prostředí,
- ke schopnosti měřit a porovnávat navržené a dosažené cíle programu spolehlivosti,
- ke skutečným nebo očekávaným požadavkům provozovatele vozidla,
- zhodnotit náklady a přínosy každého kroku programu spolehlivosti,
- analyzovat historii poruch a technologii oprav stávajících nebo obdobných vozidel.

□ Etapa koncepce a stanovení požadavků na vozidlo

V této etapě se formulují základní požadavky na vozidlo. Cílem je stanovit racionální požadavky jak pro oblast spolehlivosti, tak pro budoucí zajištěnost údržby a sestavení programu spolehlivosti. Rozhodnutí provedená v této etapě mají největší vliv na výrobek a náklady životního cyklu. Stanovení optimální kvantifikace požadavků na bezporuchovost v souvislosti s náklady životního cyklu jsou uvedeny v práci [Vintr, 1998]. Stanovení požadavků lze provést:

1. výrobcem (který vychází ze situace na trhu uplatněním marketingového průzkumu),
2. odběratelem (a to v situaci, kdy výrobce připravuje zakázku pro předem známého odběratele),
3. výrobcem a odběratelem.

Při výrobě železničních vozidel je prakticky vždy znám odběratel, proto se uplatňují metody dle bodu č. 2 a 3.

□ Etapa návrhu a vývoje vozidla

V této etapě je vytvářena výrobní dokumentace vozidla, probíhá výroba prototypu a zkoušky jednotlivých dílů a celků, vzniká programové vybavení digitálních systémů. V procesu programu spolehlivosti jsou stanovovány tyto hlavní cíle:

- sestavení a analýza predikce spolehlivosti vycházející z použitých konstrukčních řešení,
- splnění stanovených cílů spolehlivosti použitých komponentů (z vlastní produkce i nakupovaných),
- definice podmínek ověřování a zkoušek, které zaručují dosažení očekávané spolehlivosti vozidla.

Nedílnou součástí vývoje vozidla je i vznik dokumentace potřebné k údržbě a zkoušení vozidla. Účast zástupců odběratele v této etapě je žádoucí, umožňuje vymezit technologické, personální a technické zázemí odběratele ve vztahu k údržbě vozidla.

□ Etapa výroby

Při výrobě vozidla je z hlediska programu spolehlivosti nejdůležitější otázka dodržení parametrů kvality v souladu s dokumentací. Základem z hlediska programu spolehlivosti jsou v této etapě činnosti zaměřené na:

- meziperační kontrolu,
- statistickou přejímku dílů i kompletních vozidel, jejich ověřování a zkoušení,
- třídění výrobních vlivů na spolehlivost, zúžené pomocí diagramu příčina – následek.

□ Etapa uvedení do provozu

V této etapě probíhá proces záběhu a uvedení vozidla do provozu. U železničních vozidel zpravidla servisní tým výrobce provádí zkoušky vozidla a odstraňování závad, které mají původ ve výrobě. Z pohledu programu spolehlivosti je důležité provádět a organizovat proces údržby tak, aby nedošlo ke znehodnocení parametrů inherentní spolehlivosti. Úkoly jsou zaměřeny na:

- provádění přejímacích a předávacích zkoušek,
- prokazování bezporuchovosti a udržitelnosti,
- odstraňování počátečních poruch,
- sběr a analýza dat o spolehlivosti (v širším pojetí spolehlivosti).

□ Etapa provozu

Pátá etapa je z časového hlediska nejdelší a cílem v této etapě je plně využít inherentní spolehlivost vozidla. Podmínkou využití inherentní spolehlivosti je dodržování technologie údržby a oprav, školení obslužného personálu, logistická podpora údržby a oprav. Náklady na tuto část života vozidla tvoří podstatnou část LCC, schématicky ilustrovaných na obr. č. 1.3. Ovlivnění provozní spolehlivosti a LCC lze dosáhnout těmito kroky:

- určením optimálních intervalů pro provádění preventivní údržby, tyto vycházejí z požadavků na spolehlivost vozidla,
- s využitím informačních systémů pro sběr a analýzu dat provést přezkoumání návrhu údržby, realizovat navržené změny,

- sledováním a hodnocením parametrů bezporuchovosti, udržitelnosti a zajištění údržby,
- zapojením organizace provozu a údržby vozidel do systému řízení jakosti.

Dlouhá délka etapy provozu, kolejových vozidel i více než třicet let, nesterpná rychlost průběhu fyzického i morálního opotřebení různých konstrukčních skupin, je příčinou vzniku požadavků na modernizaci zejména železničních hnacích vozidel a osobních vozů. Tlak na modernizaci vozidel je vyvolán i měnícím se ekonomickým prostředím (cena paliva dnes a před 20 lety). V důsledku těchto skutečností je nutné měnit i systém údržby a oprav, údržbový systém nelze chápat jako strnulý, stále se beze změn opakující mechanismus. Je nutné využít „dynamický“ (vyvíjející se) program údržby.

□ **Etapu modernizace**

Potřeba modernizace vozidel je vyvolávána technickým vývojem a nesterpnou rychlostí opotřebení (fyzického i morálního) různých konstrukčních skupin vozidel. Například rám hnacího vozidla bude podléhat opotřebení výrazně pomaleji než spalovací motor. Proto i náklady spojené s odstraněním opotřebení budou u spalovacího motoru vyšší. Vzhledem k dlouhé životnosti vozidla je někdy výhodné vložit finanční prostředky ne do opravy, ale do modernizace. Získají se tak úspory v provozních nákladech na energii a údržbu, modernizací interiéru osobních vozů se zvýší kultura cestování. Z hlediska programu spolehlivosti je důležité:

- určit stávající spolehlivostní charakteristiky celků vhodných k modernizaci,
- zhodnotit možné přínosy modernizace a jejich náklady,
- stanovit minimální hodnoty parametrů spolehlivosti pro nově dosazené celky,
- navrhnout změny v systému údržby a oprav, posoudit dopady do zásobování náhradními díly.

□ **Etapu likvidace vozidla**

V této etapě je vozidlo vyřazeno z provozu, provede se jeho demontáž a fyzická likvidace. Je možné provést zkoušky a analýzy opotřebení, stanovit zbytkovou životnost. Údaje pak mohou sloužit pro zlepšení úrovně spolehlivosti nově pořizovaných vozidel. Některé díly je možné po opravě použít jako náhradní díly pro dosud provozovaná vozidla.



Shrnutí kapitoly

Spolehlivost je v normě pro řízení jakosti ČSN ISO 9000:2000 definována jako souhrnný termín, používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují (bezporuchovost, udržitelnost, zajištěnost údržby).

Norma ČSN IEC 50(191) - Mezinárodní elektrotechnický slovník definuje **spolehlivost** jako pravděpodobnost, že objekt může plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu.

Na dopravní prostředky lze nahlížet z pohledu **nákladů životního cyklu (LCC)**, protože vyhovují základním podmínkám jejich zavedení, tj. doba provozu delší než 1 rok a pořizovací náklady vozidla představují menší část jeho celkových nákladů.

Život vozidla lze rozdělit do etap, ve kterých vzniká inherentní spolehlivost (etapa koncepce a stanovení požadavků, etapa návrhu a vývoje, etapa výroby) a ve kterých je vložena spolehlivost využívána (etapa uvedení do provozu, etapa provozu, etapa likvidace).

Identifikace jednotlivých etap životního cyklu je možná s využitím intenzity poruch vozidla. Během života vozidla tato charakteristika získává tvar vanové křivky. Je pro ni typická postupně se snižující intenzita poruch v období uvedení do provozu, přibližně konstantní intenzita poruch v období běžného provozu a zvyšující se intenzita poruch v období dožívání a likvidace vozidla.



Kontrolní otázky

- 1.1. Vysvětlete pojmy jakost, spolehlivost a další související pojmy dle norem ISO 9000.
- 1.2. Vysvětlete pojem spolehlivost a další související pojmy dle norem IEC 50(191).
- 1.3. Jak jsou členěny etapy života vozidla při posuzování LCC?
- 1.4. Co tvoří náklady životního cyklu vozidla, náklady na spolehlivost?
- 1.5. Jak jsou identifikovány etapy života vozidla, jaké jsou typické průběhy intenzity poruch?
- 1.6. Jak probíhá formování spolehlivosti v různých etapách života vozidla?
- 1.7. Jaké jsou úkoly programu spolehlivosti v etapách životního cyklu vozidla?



Další zdroje

- [ČSN IEC 50(191)] ČSN IEC 50(191): Mezinárodní elektrotechnický slovník, Český normalizační institut Praha, 1990.
- [ČSN ISO 9000:2000] ČSN ISO 9000:2000: Systémy managementu jakosti - Základy, zásady a slovník, Český normalizační institut Praha, 2000.
- [Daněk,1999] Daněk, A. - Šíroky,J. - Famfulík,J.: Matematické metody obnovy dopravních prostředků, Repronis Ostrava 1999, ISBN 80-86122-41-7.
- [Kožíšek, 1999] Kožíšek, J.: Management jakosti. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. ISBN 80-01-01930-6.
- [Mykiska, 2000] Mykiska, A.: Spolehlivost technických systémů. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000, ISBN 80-01-02079-7.
- [Vintr, 1998] Vintr, Z.: Specifikace požadavků na bezporuchovost technických objektů, disertační práce, Brno: Vojenská akademie 1998.