

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta mechatroniky, informatiky a mezioborových studií

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 1802R022 – Informatika a logistika



Tvorba formuláře na sběr dat po poruchách

Creation of forms for data collecting

Bakalářská práce

Autor: Adrian Šarman

Vedoucí práce: Ing. Josef Chudoba

Zadání Bakalářské práce

Jméno a příjmení studenta: **Adrian Šarman**

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace

Rozsah průvodní zprávy: cca 40 stran

Název práce český: **Tvorba formuláře na sběr dat po poruchách**

Název práce anglický: **Creation of forms for data collecting**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení se s jednotlivými typy údržeb.
2. Zjištění a vyhodnocení sběru dat o poruchách v jednotlivých podnicích a získání dat z internetu.
3. Návrh a zlepšení současného formuláře na sběr dat pro různé technické aplikace

Seznam odborné literatury:

- [1] Fuchs P., Vališ D., Chudoba J., Kamenický J., Zajíček J.: *Bezporuchovost a životnost, techniky analýzy bezporuchovosti*, učební text Liberec 2005
- [2] ČSN IEC 300-3-2 (01 0690): *Řízení spolehlivosti, část 3: Návod k použití oddíl 2: Sběr dat o spolehlivosti z provozu*, 1995
- [3] ČSN EN 13306 (01 0660): *Terminologie údržby*, 2002

Vedoucí BP: Ing. Josef Chudoba

Konzultant:

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce, a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mého bakalářského projektu (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít svoji bakalářskou práci či poskytnout licenci k jeho využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Abstrakt

Cílem mé bakalářské práce je sestavení formuláře o poruchách pro reálnou aplikaci, který má za úkol zjednodušit, zkvalitnit současný sběr dat o poruchách a provést vyhodnocení sesbíraných dat. Sestavení formuláře se nemohlo obejít bez předchozí teoretické části, ve které jsou vysvětleny výhody zavedení sběru z oblasti spolehlivosti, jehož součástí je i sběr dat o poruchách. V kapitole 3 jsou uvedeny vstupní parametry, jenž by měl obsahovat každý formulář a následně, které ukazatele spolehlivosti a statistické ukazatele lze sběrem dat o poruchách zjistit.

V kapitole 4 jsou popsána a navržena zlepšení jednotlivých formulářů o poruchách vybraných společností. V kapitole 5 je vyhotoven obecný formulář pro výpočet ukazatelů spolehlivosti a dalších statistických ukazatelů. V poslední kapitole 6 je navrženo zlepšení zpracování a dosavadního sběru dat o poruchách ve firmě VIPS.

klíčová slova:

sběr dat, spolehlivost, bezporuchovost, ukazatele spolehlivosti, formulář, parametry formuláře, vyhodnocení dat

Abstract

The purpose of my bachelor work is creating form about failures for real application which has for an objective to simplify to uprate an actual collecting data about failures and to make data evulation. Creation of form could not do without previous teoretic part in which were explainted the advantages of implemetation collecting date from reliability which the part is collecting date about failures. In the chapter 3 are presented the input date to should countaied every form and consecutively which reliability terms and statistic term is posible by collecting date to find.

In the chapter 4 are described and suggested innovation particular forms about failures selected company. In the chapter 5 is maked out generic form for calculation of reliability terms and next statistic terms. In the last chapter 6 is suggested innovation and process actual of collecting date about failures in the company VIPs:

Keywords:

collecting data, reliability, dependability, reliability terms, form, data of form, data evaluation

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval Ing. Josefu Chudobovi za vedení této bakalářské práce, mimořádnou ochotu, cenné rady a připomínky při vypracování.

Zároveň bych chtěl poděkovat svoji rodině a přítelkyni za podporu při psaní bakalářské práce.

Obsah

Úvod	9
1. Spolehlivost	14
1.1. Úvod do spolehlivosti	14
1.2. Základní druhy spolehlivosti	16
1.3. Základní vlastnosti spolehlivosti	17
1.4. Základní ukazatele spolehlivosti	17
2. Sběr dat ze spolehlivosti	18
2.1. Cíle sběru dat	18
2.2. Zdroje sběru dat	20
2.3. Druhy a metody sběru dat	25
3. Formulář o poruchách	27
3.1. Účel formuláře o poruchách	27
3.2. Vstupní data formuláře	28
3.3. Výstupní data formuláře	29
3.4. Druhy formuláře o poruchách	34
4. Současný stav formulářů po poruchách	36
4.1. První brněnská strojírna Velká Bíteš a.s. – letecká divize	36
4.2. Výroba novinového papíru - Noske Skog a.s.	37
4.3. Výroba a montáž kovových součástí - Isolit Bravo	38
4.4. Výroba tvářecích a obráběcích strojů - DK GROUP	39
5. Obecný formulář pro výpočet ukazatelů	39
6. Tvorba formuláře pro reálnou aplikaci	47
6.1. Oblast použití	47
6.2. Současný stav sběru dat o poruchách	47
6.3. Návrh zlepšení sběru dat	49
6.4. Návrh zlepšení zpracování sběru dat	51
6.5. Dopad	53
Závěr	62

Seznam obrázků

Obrázek 1: <i>Vymezení pojmu spolehlivost</i>	15
Obrázek 2: <i>Základní rozdělení údržby, které bylo převzato</i>	22
Obrázek 3: <i>Popis formuláře firmy Isolit Bravo</i>	38
Obrázek 4: <i>Ukázka použití Automatického filtru</i>	42
Obrázek 5: <i>Ukázka použití Vlastního automatického filtru</i>	42
Obrázek 6: <i>Seznam předdefinovaných hodnot pro sloupec „Typ záznamu“</i>	53
Obrázek 7: <i>Definovaný název pro vícenásobný seznam</i>	54
Obrázek 8: <i>Výběrový seznam pro sloupec „Okruh dat“</i>	55
Obrázek 9: <i>Výběrový seznam pro sloupec „Typ náhradního dílu“</i>	55
Obrázek 10: <i>Výběrový seznam pro sloupec „Příčina poruchy“</i>	56

Seznam tabulek

Tabulka 1: Ukázková tabulka záznamů o poruchách pro výpočet uk. spolehlivosti. .	32
Tabulka 2: Ukázka výpočtu ukazatelů spolehlivosti.....	33
Tabulka 3: Vstupní parametry formuláře.s fiktivními daty	45
Tabulka 4: Ukázkový výpočet statistických výstupů v MS-Excel	45
Tabulka 5: Ukázkový výpočet ukazatelů spolehlivosti v MS-Excel.....	46
Tabulka 6: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro společnost VIPS gas s.r.o. ...	59
Tabulka 7: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro společnost VIPS gas s.r.o. ...	60
Tabulka 8: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro společnost VIPS gas s.r.o. ...	60
Tabulka 9: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro plynový okruh.....	61

Seznam použitých pojmů a zkratek

Bezporuchovost (cit.[1] def. 02-06)

- je schopnost objektu plnit požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém intervalu.

Doba provozu (cit.[2] def. 09- 03)

- časový interval, během něhož objekt vykonává požadovanou funkci .

Doba opravy (cit.[2] def. 09- 11)

- část doby aktivní údržby po poruše, během níž se na objektu provádí oprava.

Doba údržby (cit.[2] def. 09-07)

- časový interval, během něhož se na objektu ručně, nebo automaticky provádí údržba, včetně technických a logistických zpoždění.

Intenzita výskytu poruch (cit.[2] def. 04- 10)

- počet poruch objektu v daném časovém intervalu dělený délkou tohoto časového intervalu.

Náhradní díl (cit.[2] def. 03- 06)

- objekt určený k náhradě odpovídajícího objektu za účelem obnovy původní požadované funkce tohoto objektu.

Odstávka (cit.[2] def. 06-16)

- předem plánovaný provozuneschopný stav za účelem údržby nebo s jiným záměrem

Pohotovost (cit.[1] def. 02-05)

- je schopnost objektu být ve stavu schopném plnit požadovanou funkci v daných podmínkách, v daném časovém okamžiku nebo v daném časovém intervalu, za předpokladu, že jsou zajištěny požadované vnější prostředky.

Poruchový stav (cit.[2] def. 06- 01)

- stav objektu charakterizovaný neschopností vykonávat požadovanou funkci, kromě neschopnosti během preventivní údržby či jiných plánovaných činnosti nebo v důsledku nedostatku vnějších zdrojů

Provozní stav (cit.[2] def. 03- 12)

- stav, kdy objekt vykonává požadovanou funkci

Provozuneschopný stav (cit.[2] def. 06- 10)

- stav objektu charakterizovaný jeho neschopností vykonávat z jakýchkoliv důvodů požadovanou funkci

Preventivní údržba (cit.[2] def. 07- 06)

- držba prováděná v předem stanovených intervalech nebo podle předepsaných kritérií a zaměřená na snížení pravděpodobnosti poruchy nebo degradace fungování objektu

Příčina poruchy (cit.[2] def. 05- 02)

- důvod vzniku poruchy

Údržba (cit.[2] def. 07-01)

- kombinace všech technických, administrativních a manažerských činností během životního cyklu objektu zaměřených na jeho udržení ve stavu nebo jeho navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci.

Údržba po poruše (cit.[2] def. 07- 07)

- údržba prováděná po zjištění poruchového stavu a zaměřená na uvedení objektu do stavu, ve kterém může vykonávat požadovanou funkci .

Udržovatelnost (cit.[1] def. 02-07)

- je schopnost objektu v daných podmínkách používání setrvat ve stavu nebo vrátit se do stavu, v němž může plnit požadovanou funkci, jestliže se údržba provádí v daných podmínkách a používají se stanovené postupy a prostředky.

Zajištěnost údržby (cit.[1] def. 02-08)

- schopnost organizace poskytující údržbařské služby, zajišťovat podle požadavků v daných podmínkách prostředky potřebné pro údržbu podle dané koncepce údržby.

Úvod

Pro zpracování mé bakalářské práce jsem si zvolil téma: Tvorba formuláře o poruchách. Dříve, než mohlo vůbec dojít k tvorbě samotného formuláře, bylo nutné detailněji se seznámit s jednotlivými tématy, která s tím neodmyslitelně souvisí. Jedná se tedy především o spolehlivost a sběr dat z oblasti spolehlivosti a samozřejmě samotný formulář o poruchách.

První kapitola se zabývá spolehlivostí proto, aby bylo možné definovat jednotlivé její dílčí vlastnosti jako bezporuchovost, pohotovost, udržovatelnost a zajištění údržby. Jejich číselné ukazatele slouží k vyhodnocování sesbíraných dat z formuláře o poruchách.

Další kapitola 2 popisuje, jakým způsobem se sbírají data z oblasti spolehlivosti, jaké jsou jejich přínosy, kde se dají využít, jaké jsou zdroje dat při sběru dat a v neposlední řadě proč se vlastně samotný sběr dat dělá.

Kapitola 3 je zaměřena na samotný formulář o poruchách, kde jsou objasněny důvody a výhody jeho využívání při sbírání dat o poruchách. Dále je v kapitole zodpovězeno, jaké parametry by měly mít jednotlivé formuláře a jaké informace může firma získat z vyhodnocení sesbíraných dat.

Na základě teoretické znalosti z předchozích kapitol bylo možné lépe následně analyzovat dostupné formuláře a tím i odhadnout nedostatky a chybějící parametry v nich. Při jejich hodnocení byl kladen důraz zejména na parametry, které u zařízení měly sloužit ke zjištění příčiny poruchového stavu. V případě, že parametry zaměřující se právě na získání těchto informací byly nekompletní nebo nedostatečné, byly doplněny, nebo případně nepřesné parametry byly blíže specifikované a upravené.

První praktickou kapitolou bylo vytvoření tzv. obecného formuláře o poruchách pro vyhodnocení dat, který je uveden v kapitole 5. Obsahuje základní parametry, které by měly být součástí každého formuláře o poruchách. Například to je identifikační číslo a typ výrobku, data uvedení do provozu, ukončení provozu nebo poruchy či obnovy. Ke každé poruše je uveden sloupec s příčinou a důsledky. Po zadání dat MS-Excel vyhodnocuje data jako bezporuchovost, pohotovost, ale i počet poruch apod.

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo sestavení formuláře o poruchách, který byl na základě požadavků vyhotoven pro společnost VIPS s.r.o, jež se zabývá prodejem, školeními a servisem vytápěcí techniky. Nakonec díky poskytnutým fiktivním údajům bylo provedeno jejich následné vyhodnocení a zpracování. Formulář rozšíří a zkvalitní dosavadní sběr a vyhodnocení dat o poruchách.

1. Spolehlivost

[1], [5], [7], [9], [10], [11] a [12]

V této kapitole jsou vymezeny základní termíny spolehlivosti, kterých se týká celá bakalářská práce. Je zde upřesněn rozdíl mezi spolehlivostí a bezporuchovostí, popsány nejčastější číselné ukazatele spolehlivosti a definovány dílčí vlastnosti pohotovosti. Těchto parametrů je následně využito v kapitole 5, kdy jsou vypočítány ze vstupních dat v obecném formuláři.

1.1. Úvod do spolehlivosti

Spolehlivost prošla celou řadou změn a ne vždy vyjadřovala to samé. Do konce 60-tých let byla spolehlivost chápána jako: „Pravděpodobnost, s jakou bude objekt schopen plnit bez poruchy požadované funkce po stanovenou dobu a v daných provozních podmínkách“.

Předchozí definice zahrnovala pouze tvrzení, že objekt bude plnit svoji požadovanou funkci bez poruchy. V dnešní době je takto v podstatě definovaná bezporuchovost systémů. To však postupně s příchodem složitějších systémů přestalo dostatečně vyhovovat. Využívaly se totiž složité systémy s opravovatelnými objekty, které se mohou zároveň v daném okamžiku nacházet v několika stavech a mohou s postupem času tento stav měnit. Tyto objekty se nemusely nacházet pouze ve funkčním stavu, ale i v částečně poruchovém nebo poruchovém stavu.

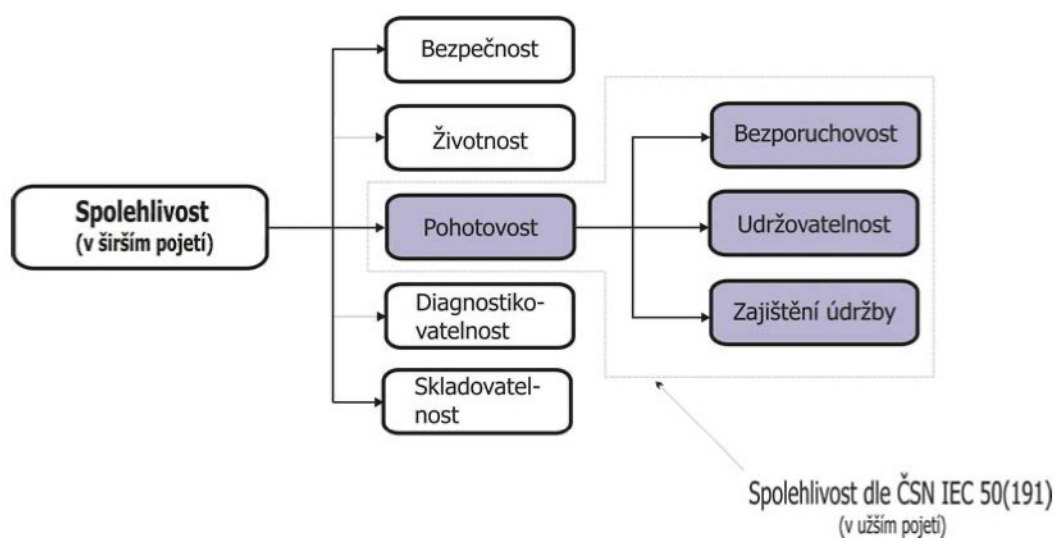
Jak už bylo zmíněno, předešlá definice se nedala v praxi použít na složité systémy, a proto byla nahrazena novou, která vymezovala spolehlivost jako: „Obecnou schopnost výrobku, plnit požadované funkce po stanovenou dobu a v daných podmínkách“. Dílčími vlastnostmi spolehlivosti jsou bezporuchovost, životnost, opravitelnost, pohotovost apod. [1]

Takto definovaná spolehlivost rozšířila původní pojem spolehlivost a popsala její dílčí vlastnosti. Tyto vlastnosti mají další vlastnosti, pro které byly vymezeny konkrétní číselné ukazatele¹. Nejednalo se tedy už pouze o pravděpodobnost s jakou

¹ Použité číselné ukazatele se nacházejí v samostatné kapitole 1.4.

bude objekt schopen plnit požadované funkce, ale o jeho samotné schopnosti plnit požadovanou funkci – tedy pohotovost.

Velice často docházelo v terminologii k zaměňování pojmů spolehlivosti s bezporuchovostí. Spolehlivost jako souhrnný termín používaný pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují: bezporuchovost, udržitelnost a zajištění údržby. Takto je definovaná poslední definice spolehlivosti v platné terminologické normě ČSN IEC 50(191)².



Obrázek 1: Vymezení pojmu spolehlivost

I když tato definice vystihuje i skutečnost, že schopnost objektu plnit požadované funkce není zpravidla determinována pouze vlastnostmi samotného objektu, ale že tuto schopnost významně ovlivňují i vnější činitelé jako je například míra zajištění požadované údržby.

Údržba, kterou se z části zabývá tato práce, má podstatný vliv na celkovou provozní spolehlivost. Ovlivňuje zejména opravitelnost a bezporuchovost systému. U opravovaných objektů lze vhodným typem údržby předcházet vznikajícím opotřebením. A naopak, nepřiměřeným počtem preventivních zásahů se zvyšuje pravděpodobnost chyb při údržbě. Minimalizací logistického a technického zpoždění, omezením doby preventivní údržby a údržby po poruše a snížením doby

² Jedná se o definice 191-02-03 v této normě.

lokalizace porouchané části a doby kontroly lze ušetřit čas, který by byl jinak věnován údržbě na provoz.

Takto definovaný pojem spolehlivost se však nedá vyjádřit žádným konkrétním číselným ukazatelem nebo nijak kvantifikovat, protože se jedná opět pouze o obecný popis. Avšak její jednotlivé dílčí činitele, např. pohotovost, bezporuchovost a udržitelnost, již lze číselně vyjádřit a tím je i kvantifikovat.

1.2. Základní druhy spolehlivosti

Kromě základního pojmu spolehlivost se lze setkat i s dalšími přívlastky, které však nejsou definovány v normách. Tyto druhy spolehlivosti jsou důležité z hlediska tvorby samotného formuláře. Je třeba předpokládat v jakých provozních podmínkách bude objekt vykonávat svou činnost či případně v jakých podmínkách dojde k poruše. Jedná se zejména o inherentní, provozní a odhadovanou (předikovanou).

- **inherentní spolehlivost:** Spolehlivost, která je „vložená“ do objektu při jeho samotné realizaci. Nepočítá se zhoršujícími vlivy lidského faktoru provozních podmínek apod.
- **provozní spolehlivost:** Jedná se o udržování spolehlivosti výrobků při jejich užívání za specifikovaných podmínek.
- **odhadovaná (předikovaná):** Spolehlivost, která je výsledkem výpočtů, analýz a prognóz spolehlivosti projektovaného objektu.

Spolehlivost se stala jednou z významných vlastností při celkovém hodnocení technické úrovně zařízení. Číselné ukazatele bezporuchovosti, udržitelnosti, pohotovosti apod. hrají důležitou roli při výběru jednotlivého zařízení, protože ovlivňují jeho chod. Pro hodnocení celkové technické úrovně zařízení jsou stejně důležité jako ostatní běžné parametry, tj. výkon, rychlost, spotřeba apod. Spolehlivost zařízení je nejvíce ovlivněna projektem (návrh zařízení s požadovanou úrovní spolehlivosti), výrobou zařízení (použití projektem předepsaných materiálů, součástí, výrobních a kontrolních postupů) a údržbou zařízení.

Tak jako spolehlivost je komplexní vlastnost, charakterizovaná dílčími vlastnostmi, tak je i jednou z dílčích vlastností jakosti.

1.3. Základní vlastnosti spolehlivosti

Jak už bylo zmíněno, spolehlivost se rozděluje na několik dalších dílčích vlastností. Jejich ukazatele pomáhají číselně vyjadřovat funkci zařízení. V textu bakalářské práce se lze setkat s těmito dílčími vlastnostmi:

- bezporuchovost (cit.[1] def. 02-06),
- pohotovost (cit.[1] def. 02-05),
- udržitelnost (cit.[1] def. 02-07),
- zajištěnost údržby (cit.[1] def. 02-08).

1.4. Základní ukazatele spolehlivosti

Výběr ukazatelů spolehlivosti je důležité pro správné kvantifikování vlastností výrobku. Jejich definice a značení jsou uvedeny, stejně jako základní vlastnosti spolehlivosti, v ČSN IEC 50(191) Mezinárodní elektrotechnický slovník - kapitola 191: Spolehlivost a jakost služeb.

Ke statistickému vyhodnocení formulářů o poruchách se využívají základní ukazatele spolehlivosti. Pro jejich velký počet budou definovány pouze ty ukazatele, které budou využity při vyhodnocování samotného formuláře o poruchách.

- funkce okamžité pohotovosti $A(t)$,
- funkce okamžité nepohotovosti $U(t)$,
- okamžitá intenzita poruch $\lambda(t)$,
- pravděpodobnost bezporuchového provozu $R(t)$,
- střední doba do opravy $MTTR$,
- střední doba provozu mezi poruchami $MTBF$,
- okamžitá intenzita oprav $\mu(t)$.

2. Sběr dat ze spolehlivosti

[1], [2], [3], [4], [6], [8] a [13]

Tato kapitola se zabývá cílem sběru dat ze spolehlivosti, rozdělení základních druhů sběru dat, metodikou, jaké jsou zdroje informací sběru dat a v jakých oblastech se dá využít.

2.1. Cíle sběru dat

Hlavní cíl a důvod proč se sběr dat provádí (jako u většiny nástrojů a analýz spolehlivosti), je zlepšit jakost produktu a dále monitorovat jeho výkonnost, určit, zda se dosáhlo požadované bezporuchovosti, zjistit nedostatky, aby se provedla analýza základní příčiny poruch (což vede ke zlepšení produktu pomocí jeho modifikace), zlepšit výkonnost a v dlouhodobém horizontu zlepšit zisky, nebo jakost služby společnosti [3].

Sběr dat se tedy provádí za účelem zlepšení produktů a procesů v jakékoli organizaci. Není efektivní data o spolehlivosti objektu sbírat v krátkodobém horizontu, ale obvykle se jedná o dlouhodobější činnost. Data o spolehlivosti se často sbírají po několik let a sběru se účastní mnoho různých uživatelů a pracovníků údržby.

Další motivací, proč by se měl sběr dat provádět je ten, že každá společnost má zájem (nebo povinnost ze zákona) zajistit provozní bezpečnost, bezpečnost výrobků, nízké riziko a vysoké zabezpečení. Těchto skutečností lze také dosáhnout tím, že budou k dispozici detailní, aktuální a nezkreslené informace o chování daného objektu. Kromě hledisek bezpečnosti může mít sběr dat vliv na hospodárnost a ušetření nákladů v oblasti, kde se sběr provádí.

Díky sběru a evidování dat lze vyhodnocením získat mnoho informací, které je možno využít pro výpočet ukazatelů spolehlivosti jako pohotovost, střední doba do poruchy a další statistické údaje jako počet náhradních dílů apod. Všechny tyto informace ale mohou být použity jenom tehdy, pokud je zaručena, jak už bylo zmíněno, objektivita informací. Proto by měl být kladen důraz na správnost a kompletní vyplnění výkazů o údržbě, výkazu z provozu a samozřejmě také výkazu o poruchách. Některé výkazy je také potřeba vyplňovat s naprostou časovou

pravidelností a za stejných provozních podmínek, aby získaná data byla co nejobjektivnější.

Nejdůležitějším předpokladem pro objektivní hodnocení spolehlivosti jsou úplné, přesné a aktuální informace o spolehlivosti hodnocených strojů, zařízení či výrobků. Bez těchto informací nelze dojít ke kvalitnímu vyhodnocení sesbíraných informací. Aby tyto informace mohly být kompletní, tak se každý sběr dat musí provádět za spolupráce všech zúčastněných stran jako jsou např. opravárenské organizace, výrobci, zákazníci objektu atd.

Pro dosažení cílů sběru dat by nemělo dojít k podcenění informovanosti pracovníků. Zkušený a dobře vyškolený pracovník provozu, údržby či jiný pověřený pracovník je úspěchem k dosažení úplnosti a správnosti dat.

V neposlední řadě musí být pracovník sbírající a zaznamenávající data nějak motivován. Pracovník provádějící sběr dat musí cítit, že je do tohoto sběru zapojen, a musí chápat potřebnost správných dat. Má být toho mínění, že je jeho příspěvek užitečný a především že bude mít podnik z pozdějších výsledků nějaký užitek. Před každým sběrem dat je potřeba pracovníka pověřeného sběrem dat seznámit, v jakých činnostech bude tento sběr využit a jaké výsledky budou pro společnost přínos. Užití sběru a analýzy dat lze využít dle normy [4] zejména v následujících činnostech:

- plánovat údržbu,
- posoudit oprávněnost modifikací,
- uvážit budoucí požadavky na zdroje a náhradní díly,
- potvrdit splnění požadavků smlouvy,
- posoudit pravděpodobnost dosažení úspěšného poslání/úkolů,
- zavést zpětné vazby na návrh a výrobu,
- odhadnout náklady na záruční dobu,
- zlepšit požadavky na spolehlivost,
- sbírat základní data pro možné případy odpovědnosti za škody.

Při plánování cílů sběru dat je potřeba si uvědomit, že kvalita a rozsah vyhodnocených dat úzce souvisí se samotným sběrem dat. Nelze vyvodit uspokojivé výsledky bez jasně definovaného počátečního cíle sběru dat, který nelze v průběhu sběru měnit. Mezi každé cíle sběru dat vztahující se ke spolehlivosti lze podle normy [3] zahrnout:

- 1) zjišťování nedostatků návrhu nového produktu,
- 2) přizpůsobení logistického zajištění,
- 3) zjišťování problémů zákazníka pro jejich nápravu,
- 4) analýza základní příčiny poruchy, aby byly v příštím návrhu odstraněny převažující způsoby poruch.

2.2. Zdroje sběru dat

Existuje mnoho zdrojů dat, které lze uvést ve sběru dat o spolehlivosti. Jejich využití závisí na cíli sběru dat a s tím souvisejí i požadavky na samotný sběr dat. Dostupnost a využitelnost zdrojů dat o spolehlivosti závisí na typu produktu či struktuře organizace. Obecně získáváme podklady pro hodnocení spolehlivosti zařízení a strojů dvěma způsoby:

A) Přímý sběr dat

Jsou to informace, které jsou získávány přímo sledováním daného zařízení, stroje nebo výrobku. Přímý sběr dat je nejčastěji prováděn obsluhou zařízení, údržbou nebo servisními pracovníky. Některá přímá data lze získat také ve zkušebnách a laboratořích. Pro tento způsob je zapotřebí velmi kvalifikovaných pracovníků, kteří sledují dané stroje. Avšak ve výrobních závodech je situace komplikovanější, protože chybí mnohdy kvalifikovaní pracovníci a tak dochází k zatěžování obsluhy stroje. Výhodou přímého sběru je získání daných informací při kontrolovaném provozním režimu strojů. Nevýhodou jsou: vysoké náklady, nedostatek kvalifikovaných zaměstnanců ve výrobě.

B) Nepřímý sběr dat

Ke sběru dat jsou již využívány zavedené zdroje informací. Data jsou již získána z předchozích hodnocení, které jsou k dispozici bez samostatného organizovaného sledování strojů. Tato data jsou nejčastěji získávána z různých servisních záznamů, ze záznamů od uživatelů, reklamací v záruční době atd. Výhodou tohoto sběru jsou nízké náklady a menší pracnost sběru dat. Nevýhodou je nemožnost zachycení některých informací kvůli komplikovanosti toku informací. Z jednotlivých dokumentů není možné zjistit nic jiného, než čím se dokumentace

zabývá. Například z dokumentu o náhradních dílech není možné zjistit poruchy, které byly opraveny jiným způsobem než výměnou náhradních dílů.

Při analýze dat by se měla preferovat data získaná přímým způsobem, protože jakost takových dat lze zajistit správným použitím postupů sběru dat. Data od třetích stran mohou být (a často bývají) neznámé kvality.

Sběr dat z provozu vyžaduje zdroje ve všech etapách životního cyklu. Požadované zdroje informací závisejí na tom, jaká data se mají sbírat. Mezi nejčastější dostupné zdroje dat lze zahrnout podle [4] následující zdroje:

- 1.) údržba (preventivní údržba a údržba po poruše),
- 2.) opravářské úkony (na místě, v dílně),
- 3.) reklamační oddělení,
- 4.) záznamy o chování výrobku v provozu (výkazy o anomáliích, měření dopravního provozu, provozní deníky, měření parametrů prostředí apod.).
- 5.) Informace získané z inventárních zdrojů (skladové seznamy, instalační seznamy, záznamy o úpravách a pravidelně aktualizovaná databáze pro řízení konfigurace)

2.2.1. Údržba

Jedním z výrazných zdrojů informací při sběru dat je údržba. Ta je definována podle normy ČSN IEC 50(191), definice 191-07-01 jako kombinace všech technických a administrativních činností, včetně činností dozoru, zamýšlených k udržení objektu ve stavu, ve kterém provádí požadovanou funkci, nebo k obnově toho stavu.

Údržba po poruše

Zařízení je provozováno bez dozoru po celou dobu své životnosti; údržba zařízení se provádí až po vzniku poruchy. Někdy se lze setkat také s označením reaktivní nebo nápravná údržba, protože pouze napravuje důsledky opotřebení nebo vzniklé poruchy a nesnaží se jim nějak předcházet.

Preventivní údržba

Preventivní údržba představuje harmonogram plánovaných akcí zaměřených na prevenci poruch, které se provádí nezávisle na skutečném stavu zařízení³. Hlavním cílem preventivní údržby je zabránit selhání zařízení ještě před tím, než skutečně nastane. Slouží k zachování a zvýšení spolehlivosti zařízení a má za úkol nahradit opotřebované součásti ještě před tím, než by porucha mohla nastat. Proto o této údržbě mluvíme jako o preventivní údržbě, která se vykonává ve většině případů na základě časového plánu.

Prediktivní (Předpovídaná) údržba

Stejně jako u preventivní údržby se jedná o údržbu, která je plánovaná. Hlavní rozdíl je v tom, že u prediktivní údržby se provádí zásah do zařízení pouze tehdy, pokud je naprosto nezbytný. Princip prediktivní údržby je založen na odhadu výskytu poruchy a následně podniknutí takových kroků, které by vzniku poruchy zamezily. Stav zařízení či jeho komponent je nejčastěji sledován technickou diagnostikou, která zkoumá a vyhodnocuje technický stav zařízení. V některých případech může být stav zjišťován ještě fyzickou prohlídkou technickým pracovníkem. O tomto typu údržby lze již říci, že se vykonává podle skutečného stavu zařízení.



Obrázek 2: Základní rozdělení údržby, které bylo převzato z normy [2] - str. 28.

³ Za skutečný stav objektu, lze považovat pouze stav, který je vyhodnocen na základě sledování daného objektu.

Data o spolehlivosti a data o údržbě zpravidla obsahují mnoho společných prvků. Dá se říci, že platí pravidlo, že sběr dat o spolehlivosti má tvořit nedílný celek se systémem záznamů o údržbě. Pokud je to možné, mají se do sběru dat začlenit všechna data, v nichž jsou sdíleny společné prvky. V některých případech je vhodné i to, když se jednotlivá hlášení či formuláře kombinují s dalšími záznamy. Typické jsou různé ekonomické ukazatele, jako například náklady na náhradní díly, náklady na prováděné práce.

Sběr informací z oblasti údržby je podstatnou činností pro vyhodnocování spolehlivosti jednotlivých zařízení v provozu. Na základě těchto informací lze naplánovat a zvolit ideální údržbu pro dané zařízení nebo dokonce pro celý podnik. Aby byla zjištěna co nejefektivnější údržba, je potřeba ještě provádět sběr o nákladech na údržbu. Také díky sběru lze předejít některým opakujícím poruchám. Proto je nesmírně důležité důkladně sbírat data o prováděné údržbě či poruše zařízení (výkazy údržby nebo výkazy o vzniklých poruchách).

Mezi zdroje dat získaných sběrem dat z pohledu údržby a provozu strojů a zařízení lze zařadit:

A) Výkazy o provozu

Ve výkazech provozu by se měly objevit informace o podmínkách používání objektů. Měly by se tam zahrnout informace týkající se klimatických podmínek, mechanických podmínek atd.

Výkazy o provozu ve výrobních podnicích vyplňuje ve většině případu operátor stroje. V některých systémech údržby jako například u TCM (celková produktivní údržba) se nerozdělují pracovníci podle klasického modelu provoz a údržba, ale všichni jsou zapojeni do procesu údržby, ti pak zaznamenávají informace i o provozu.

B) Výkazy o údržbě

Každá plánovaná nebo i neplánovaná údržba by měla být s naprostou pravidelností zaznamenávána. K tomu slouží výkazy o údržbě nebo v jednodušší variantě deník údržby, kde je pouze údaj, zda byla údržba provedena, případně popis poruchy.

Z preventivní údržby a údržby po poruše by se měly sledovat a zaznamenávat zejména tyto parametry: doba aktivní údržby, počet a druh zaměstnanců provádějící údržbu, stav systému (např. provozuschopný, ztráta zálohy apod.); u preventivní údržby zda byla pravidelná údržba provedena, apod.

C) Výkazy o poruchách

Zaznamenávání dat o poruchách je nezbytné pro další vyhodnocení spolehlivosti jednotlivých objektů nebo výrobků. Každý výkaz o poruchách by měl obsahovat všechny důležité informace, které se týkají poruchy a které dostatečně umožní popsat poruchu (například úkony údržby, které mohou souviset se vznikem poruchy).

Jedním z těchto výkazů je i samotný formulář o poruchách, který je předmětem mé bakalářské práce, proto se budu tomuto tématu věnovat podrobněji v kapitole 5 a 6.

Mezi další zdroje informací, které jsou potřeba k celkovému hodnocení objektu nebo produktu ve všech etapách životního cyklu, jsou:

- výrobní informace,
- záznamy o servisu,
- záznamy o likvidaci,
- hlášení o pojistných škodách.

D) Výrobní informace

Výrobní informace by měly obsahovat takové informace, které identifikují základní vlastnosti objektu. Například materiál, ze kterého je výrobek vyroben apod. Tyto informace jsou obsaženy ve výrobních zakázkových listech.

E) Záznamy o servisu

Záznamy o servisu obsahují různé záruční záznamy, záznamy o opravených produktech a o náhradních dílech. Poskytují informace o skutečných poruchách výrobků nebo objektů, na kterých byl proveden servis.

F) Záznamy o likvidaci

Poskytují informace o tom, kdy byl produkt či objekt vyřazen z provozu. Jsou to záznamy, které poskytují zákazníci používaného objektu či produktu. Tyto informace jsou často velice těžko dostupné.

G) Hlášení o pojistných škodách

Hlášení o pojistných škodách anebo o pojistném obsahují informace o umístění a používání objektu. V mnoha odvětvích je to jediný relevantní zdroj informací.

Další informace, které mohou být potřeba pro hodnocení spolehlivosti jsou například evidence zásob, informace o registraci apod.

2.3. Druhy a metody sběru dat

Charakter a druh sbíraných dat závisí na účelu a potřebách sběru dat. Pro určité výsledky a zpracování dat bývají někdy postačující pouze omezená data, která jsou sbírána v krátkodobém časovém horizontu. Takovýto sběr dat je pak méně nákladný a méně pracný než sběr, který je prováděn nepřetržitě za delší časový úsek. Proto je potřeba před začátkem sběru dat vymezit rozsah a druh sběru dat.

Základní druhy sběru dat, lze rozdělit na:

- A) úplný
- B) neúplný
- C) kvantitativní
- D) kvalitativní

Ad 1a.) Úplný sběr – je sběr, který zahrnuje všechny stroje, které jsou v provozu.

Ad 1b.) Omezený sběr – sběr dat pokrývá podmnožinu těchto objektů, např. všechny objekty používané na specifickém místě nebo specifickým zákazníkem. U tohoto sběru je možné zvolit různé druhy metod k určení vzorků, zejména v případě pokud se rozhoduje o místě a počtu objektů.

Ad 1c.) Kvantitativní sběr – je v případě, kdy je zapotřebí získat větší počet dat (v podobě čísel), aby bylo možné vytvořit například časovou řadu. Při tomto typu sběru není využita vypovídací schopnost jednotlivých hodnot.

Ad 1d.) Kvalitativní sběr – naopak u tohoto typu sběru je právě využita vypovídací schopnost hodnot. Většinou se jedná o shromáždění menšího počtu dat, z nichž je možné získat potřebné informace.

Potenciální metody sběru z časového hlediska lze rozdělit na:

- 1) Nepřetržitý sběr dat
- 2) Sběr dat v časovém okně
- 3) Sběr dat v několika časových oknech
- 4) Sběr dat v pohyblivém časovém okně

Ad 1) Nepřetržitý sběr dat – Data jsou shromažďována po celou dobu života objektu.

Ad 2) Sběr dat v časovém okně – Sběr dat neprobíhá po celou dobu životnosti objektu, ale pouze v jednom časovém úseku (časovém okně).

Ad 3) Sběr dat v několika časových oknech – Při sběru dat v několika časových oknech dochází k přerušovanému sběru dat, kdy se data nesbírají po celou dobu životnosti objektu, ale jen v určenou dobu a v určitém intervalu (časových oknech).

Ad 4) Sběr dat v pohyblivém časovém okně – Tento sběr dat se technikou podobá sběru dat v časovém okně, avšak u tohoto způsobu jsou vždy se získáním nových dat nejstarší data smazána, aby nedocházelo ke zkreslení průměrných hodnot.

Při sběru dat nemusí být časový ukazatel spojený pouze s kalendářní dobou. Je potřeba se zaměřit na ukazatele jako doba provozu, doba kdy je systém v provozu atd. Jednotlivé časové ukazatele mohou být založeny také na počtu cyklů nebo počtu operací (např. počet ujetých kilometrů za jednotku času atd.)

3. Formulář o poruchách

[3], [4], [5], [7], [8] a [11]

V této kapitole je popsán samotný formulář o poruchách a to zejména jeho využití, druhy formulářů o poruchách a jaké jsou jeho přínosy. Dále, jakých výstupních ukazatelů, lze díky používání formuláře o poruchách dosáhnout.

3.1. Účel formuláře o poruchách

Sběr dat se zapojením lidského faktoru se zpravidla provádí pomocí řady formulářů. Pro sběr dat o poruchách se využívá tzv. *formulář o poruchách*, na základě něhož by měl být zaznamenáván jakýkoli poruchový stav objektu. Takto získaná data lze následně vyhodnotit a využít pro hodnocení spolehlivosti daného objektu nebo výrobku.

Hlavním účelem formuláře o poruchách je evidování a vyhodnocení informací o poruchovosti objektů a výrobků a další související informace, které pomohou zlepšit kvalitu daného objektu nebo výrobku. Na základě tohoto sběru dat je možno předejít opakujícím se poruchám, zjistit jejich příčiny, nebo zvolit optimální nápravná opatření pro daný objekt. Výsledky z těchto analýz mohou pomoci při samotném konstruování zařízení.

Ze sesbíraných dat z formuláře je také možné zjistit ukazatele spolehlivosti, jako bezporuchovost, střední doba do poruchy apod., nebo jiné statistické ukazatele například celkový počet a cena všech náhradních dílů atd., které podávají nezbytné informace o zkoumaném zařízení.

Tvorba formuláře o poruchách je pro firmy velmi přínosná z důvodu lepšího pochopení provozu zařízení. Důležitý údaj o sledovaném zařízení je tzv. pracovní stáří, což je celková doba bezporuchového provozu stroje od jeho uvedení do provozu.

Dalšími důvody pro vedení formuláře o poruchách může být ověření ukazatelů u sledovaného objektu (střední doba do poruchy apod.), udávanými výrobcem.

Jestliže má formulář o poruchách splňovat maximálně svůj účel, je nutné, aby jeho vyplňování bylo co nejjednodušší a aby požadované informace co nejlépe vystihovaly danou problematiku poruch.

Je tedy důležité, aby formulář o poruchách účelně poskytoval maximum jednoznačných informací, přičemž jejich zaznamenávání by mělo být prováděno s minimální námahou.

3.2. Vstupní data formuláře

Pokud se podnik rozhodne zavést sběr dat o poruchách prostřednictvím formuláře o poruchách, měl by si předem rozmyslet jaký účel a jak velký rozsah bude mít samotný sběr informací. Počet a charakter parametrů každého formuláře se totiž odvíjí podle toho o jaký druh sběru dat se jedná a pro jaký účel by měl sloužit. Jiný počet parametrů bude mít standardní formulář o poruchách, kde je potřeba zjistit obsáhlejší informace o poruchách (počet náhradních dílů, počet pracovníků potřebných k odstranění poruchy) než např. hlášení poruch. Při tvorbě formuláře je potřeba brát také v úvahu jaké poruchové stavy mohou být zkušebními prostředky zjištěny.

Každý formulář by však měl být dostatečně obsáhlý, aby podával podrobné informace o vyšetření jednotlivých poruch a konečně zjištěné poruchy. Formulář o poruchách, který se používá v podnicích, by měl obsahovat podle potřeby anebo podle druhu zařízení poměrnou část anebo většinu z následujících parametrů:

Základní informace

- název a adresa pracoviště
- druh pracoviště (zkušebna, laboratoř, výrobní závod)

Hodnocené zařízení

- typ objektu nebo číslo náhradního dílu
- výrobní číslo a série, výrobce
- evidenční číslo
- výrobce
- přídatná zařízení
- rok výroby
- datum uvedení do provozu

Parametry provozního režimu

- otáčky, cykly
- klimatické podmínky (teplota, vlhkost, prašnost)
- mechanické podmínky (vibrace, údery)
- jiné (elektrické podmínky, chemické podmínky apod.)

Další specifické vlastnosti

- zdvih, zátěž
- druh provozu (nepřetržitý, přerušovaný, pohotovostní, ojedinělý)

- podmínky zatížení (provozní zatížení, přetížení)
- podmínky napájení (normální, nouzové)

Nejčastěji zjišťovaná data o provozních poruchách a údržbě:

a) Časové informace

- doba provozu, doba nepoužitelného stavu, začátek a konec poruchy, datum a čas obnovy, datum a čas prostoje

b) Časové údaje týkající se údržby

- doba aktivní údržby, počet normohodin kvalifikovaných pracovníků, doba zjišťování poruchového stavu

c) Provedená opatření

- počet a cena spotřebovaných náhradních dílů, provedená opatření (seřízení, mazání, úpravy)
- počet a cena materiálů spotřebované při preventivní údržbě a údržbě po poruše

d) Příčina poruchy

- počet poruch, charakteristika poruchy, příčina poruchy (porucha vlivem opotřebení, degradací, stárnutí, z nesprávného použití, konstrukční chyba atd.), popis poruchy, jak se porucha projevila, je porucha viditelná nebo zjevná

e) Ostatní

- mód, priorita a status systému, druh prostoje, škody na majetku, na životech nebo na zdraví, dopady na životní prostředí apod.

Při tvorbě samotného formuláře je však potřeba brát v úvahu jeho účel. Proto formulář může obsahovat další specifické parametry, které jsou při sběru dat o poruchách podstatné, ale jsou použitelné jen pro konkrétní typ objektu nebo výrobku. Jako příklad lze uvést formulář pro společnost VIPS gas⁴ s.r.o., kde je výskyt poruchy vytápěcích zařízení rozdělen do dílčích okruhů (hydraulických, elektrických, plynový a ostatní) z důvodu lepší identifikace poruchy. Dále je nutné se při výběru parametrů formuláře zaměřit na výstupní hodnoty, které bude podnik potřebovat zjistit.

3.3. Výstupní data formuláře

Většina sledovaných veličin, které lze získat z formuláře o poruchách, se týká ukazatelů spolehlivosti popř. dalších statistických ukazatelů. Pro vyhodnocení sběru

⁴ Formulář pro společnost Vips gas s.r.o. se nachází v kapitole 4. Tvorba formuláře pro skutečnou aplikaci

o poruchách je jejich význam nezbytný. Každý podnik by měl před zahájením sběru dat vědět, k čemu dané ukazatele slouží, kde se dají využít, jak je využije a jaké by měly být jejich optimální hodnoty. Bez těchto skutečností nelze očekávat uspokojivé výsledky a ani nelze vyhodnocená data aplikuje v dalších činnostech.

Níže popsané ukazatele spolehlivosti a jejich vzorce jsou charakterizovány z pohledu podniku, který se zabývá sběrem dat o poruchách; jejich definice lze nalézt v seznamu zkratk a definic.

Pro vyhodnocení dat získaných formulářem o poruchách je možné využít následující ukazatele:

1) Pravděpodobnost bezporuchového provozu $R(t)$

Jedná se o pravděpodobnost, s jakou bude objekt provozuschopný v čase t_2 , pokud na začátku intervalu t_1 byl funkční. Pro řadu výrobků lze pravděpodobnost vyjádřit následujícím vzorcem $R(t) = e^{-\lambda t}$, kde λ je intenzita poruch (viz bod 6) a $t = t_2 - t_1$.

2) Funkce okamžité pohotovosti $A(t)$

Okamžitá pohotovost vyjadřuje pravděpodobnost, zda objekt, je v čase okamžiku t_2 v provozním režimu, jestliže na začátku intervalu t_1 byl také v provozuschopném stavu. Její hodnota se pohybuje v intervalu 0 a 1. Čím více se blíží hodnota A k číslu 1, tím je větší pravděpodobnost, že objekt bude schopen plnit požadovanou funkci. Pro řadu výrobků lze vyjádřit pohotovost následujícím vzorcem: $A = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$, kde

- $MTBF$ střední doba do poruchy – viz bod 4,
- $MTTR$ střední doba do obnovy – viz bod 5,
- λ intenzita poruch – viz bod 6,
- μ intenzita oprav – viz bod 7.

3) Funkce okamžité nepohotovosti $U(t)$

Jedná se o doplněk funkce okamžité pohotovosti. U spolehlivých zařízení je hodnota U blízko nule. Často lze vyjádřit jako $U = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = \frac{MTTR}{MTBF + MTTR}$.

4) Střední doba provozu mezi poruchami $MTBF$ [h]

$MTBF$ je očekávaná doba provozu mezi poruchami. Obvykle je vyjádřena v hodinách. Ze vzorce lze často vypočítat jako: $MTBF = \frac{1}{\lambda}$.

5) Střední doba do obnovy $MTTR$ [h]

Očekávaná doba objektu, kdy bude navrácen do provozuschopného stavu. Obvykle je vyjádřen v hodinách a udává kolik je potřeba průměrného času k opravení objektu, který je mimo provoz. Tato hodnota nezahrnuje logistické zpoždění opravy. Ze vzorce lze často vypočítat jako $MTTR = \frac{1}{\mu}$.

6) Intenzita poruch (okamžitá) $\lambda(t)$ [h^{-1}]

Označuje průměrný počet poruch daného objektu za jednotkový čas. Je potřeba brát v úvahu, že intenzita poruch se vlivem opotřebení s časem zvyšuje. Pro řadu výrobků lze vyjádřit jako $\lambda = \frac{N}{t_c}$, kde N je počet poruch a t_c je celkový sledovaný čas komponent.

7) Intenzita oprav (okamžitá) $\mu(t)$ [h^{-1}]

Intenzita oprav udává počet poruch za celkový čas všech poruch. Ze vzorce lze vypočítat jako $\mu = \frac{N}{\sum_{i=1}^N t_i}$, kde je N počet poruch a t_i je doba trvání i -té opravy.

Příklad výpočtu ukazatelů v praxi

Pro praktickou ukázkou výpočtu ukazatelů spolehlivosti byla vytvořena tabulka, která obsahuje jednoduchá fiktivní data o poruchách. Jedná se o komponenty stolní vrtačky, které byly vyrobeny 2 ks.

Tabulka 1: Ukázková tabulka záznamu o poruchách pro výpočet ukazatelů spolehlivosti.

Identifikace zařízení					Ukazatele času						
Název zařízení	Typ	Spec. typ	Výrobce	Sériové číslo	Datum zahájení provozu	Datum poruchy	Datum obnovy	Ukončení provozu	Datum ukončení provozu	Počet dní v provozu	dobu opravy (poruchy) stroje [h]
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25	1.6.2008			Ne			
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25		2.6.2008		Ne			
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25			3.6.2008	Ne			20
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25				Ano	1.7.2008	29	
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27	1.6.2008			Ne			
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27		23.9.2008		Ne			
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27			24.9.2008	Ne			7
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27		1.4.2008		Ne			
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27			2.4.2008	Ne		330	1

Z tabulky lze jako první určit intenzitu oprav $\mu(t)$, kterou vypočítáme jako počet všech poruch ($N=3$), dělených celkovým časem oprav komponentů ($t_i=28$). Výsledek je uveden v tabulce 2.

K dalším výpočtům je potřeba zjistit celkový čas provozu komponentů. Z tabulky je patrné, že v provozu zůstala pouze vrtačka se sériovým číslem 3246/27, vrtačka 3245/25 je již mimo provoz. Počet dní v provozu se vypočte jako

$$t_1 = D_{up} - D_{zp} - \left(\sum_1^n D_o - \sum_1^n D_p \right)^5, \text{ kde}$$

- t_1 je doba provozu prvního komponentu,
- D_{up} datum ukončení provozu,
- D_{zp} datum uvedení do provozu,

⁵ Uvedené označení parametrů není nikde definováno. Slouží pouze pro názornou ukázkou výpočtů ukazatelů spolehlivosti.

- D_o datum obnovy,
- D_p datum poruchy.

V případě komponenty, která je stále v provozu, se místo data ukončení provozu použije aktuální datum. Celková doba provozu je pak součet $t_c = t_1 + t_2$.

Je-li znám celkový čas provozu t_c , tak pak již lze vypočítat intenzitu poruch

$\lambda(t)$ jako podíl počtu poruch ($N=3$) a celkového čas provozu, tj. $\lambda(t) = \frac{N}{t_c}$.

Obdobně se zjistí intenzita oprav $\mu = \frac{N}{\sum_{i=1}^N t_i}$.

Z vypočítaných hodnot $\mu(t)$ a $\lambda(t)$ lze již podle vzorců vypočítat ostatní ukazatele spolehlivosti. Pro výpočet pravděpodobnosti bezporuchového provozu $R(t)$ je potřeba stanovit, pro jaký čas se bude počítat.

Vypočítané ukazatele mají následující hodnoty:

Tabulka 2: Ukázka výpočtu ukazatelů spolehlivosti

Výstupní ukazatele	
Celkový počet poruchových hodin	4
Počet poruch	3
Celková doba provozu	359
Celková doba provozu v hodinách	8 616
Celkový počet zařízení v databázi	2
Střední doba do opravy (MTTR) [h]	1,333
Střední doba do poruchy (MTBF) [h]	2872
Intenzita oprav (μ)	0,75
Intenzita poruch (λ)	0,00035
Pohotovost (A)	0,99954
Nepohotovost (U)	0,00046
Bezporuchovost (R) při čase 100 h	0,95678

Kromě vybraných ukazatelů spolehlivosti se sběrem mohou získat i další důležité informace o výrobku nebo zařízení, jako například: počet normohodin na opravu zařízení, počet kusů spotřebovaných na opravu apod. Volba dalších statistických ukazatelů závisí na potřebě podniku.

3.4. Druhy formuláře o poruchách

V provozní praxi se setkáváme s velkým množstvím druhů formulářů o poruchách. Každý podnik si podle vlastní potřeby vytvoří vlastní formulář tak, aby splňoval kritéria pro získání potřebných údajů a plnil stanovený účel. Podle účelu a skupiny lidí, kteří tento formulář vyplňují, můžeme formuláře o poruchách rozdělit do dvou základních skupin.

„Standardní“ formulář o poruchách

Jedná se o klasický formulář, který podniky využívají ke sběru dat o poruchách pro jednotlivé výrobky či zařízení. Musí detailně popsat příčinu poruchy a další sledované veličiny, protože na základě těchto informací budou vyhodnocovány jednotlivé ukazatele. Tento formulář má být vyplňován pouze odbornými pracovníky údržby nebo provozu, kteří jej dokáží objektivně vyplnit.

Hlášení o poruchách

Hlášení o poruchách, na rozdíl od předchozího druhu formuláře, vyplňuje ve většině případů zákazník, který poskytne údaje o vzniklé poruše. Primárním cílem tedy není zabývání se příčinami poruch, ale pouze o nich informovat. Proto by se měly parametry hlášení týkat převážně informací; o popisu zařízení či výrobku, dále identifikování místa, kde se používá, a také popis vzniklé poruchy. Hlášení by nemělo obsahovat příliš odborných parametrů, jako např. zda byla porucha způsobena degradací. U tohoto typu formuláře by neměl chybět parametr týkající se záruční doby. Je nutné identifikovat, zda se porucha stala v rámci záruční doby či nikoliv.

Sběr dat o poruchách je prováděn za pomoci formulářů, které mohou být v tištěné podobě nebo ve formě databáze. Každé uvedené řešení je výhodné použít jen v určitých případech.

Sběr dat za pomoci tištěných formulářů je vhodný pro malé či střední firmy, které nemají velký počet poruchových záznamů. Jeho výhoda je v tom, že se dá využít jako doklad o provedení servisního zásahu (výkaz o servisním zásahu), nebo lze tento formulář kombinovat s jinými druhy hlášení. Nevýhoda této podoby formuláře může být, že před vyhodnocením sběru dat o poruchách se sesbíraná data musí nejdříve zadat do databáze. Tento postup se může zdát poněkud zdlouhavý a komplikovaný, ale v některých podmínkách nelze záznamy o poruchách zadávat

přímo do databáze ⁶ (zaměstnanci nemají v provozu přístup k počítači, některé firmy pouze evidují poruchy apod.).

Sběr dat, který se provádí pomocí databáze, se využívá ve velkých společnostech, které evidují velký počet (minimálně několik stovek) záznamů o poruchách. Tento způsob využívají některé společnosti také proto, aby měly aktuální přehled o jednotlivých záznamech nebo vyhodnocení ukazatelů. Při zadávání údajů přímo do centrální databáze může nastat problém s přidělenými zapisovacími právy. Do této databáze by měl mít přístup pouze pověřený pracovník a to ještě s omezenými právy (neměl by mít možnost mazat záznamy atd.).

⁶ Pojem databáze je zde míněn jakýkoliv sběr dat o poruchách, který je prováděn pomocí nějakého softwaru. Proto je možné do toho pojmu zařadit i aplikace typu MS-Excel nebo Calc, které neslouží pro tvorbu počítačových databází.

4. Současný stav formulářů po poruchách

V dnešní době by mělo být pro podniky, které chtějí ušetřit náklady a zlepšit kvalitu, zcela běžné vést formulář o poruchách. Pro mnoho podniků však vedení a analýza formuláře o poruchách není samozřejmostí. Lze se setkat s podniky, které ho nemají nebo jej mají zcela nevyhovující podobu.

Je mnoho podniků, které jej mají, avšak tento formulář není obsáhlý a poskytuje příliš málo informací, ze kterých není možné provést žádné vyhodnocení.

Cílem této kapitoly je zhodnocení nedostatků a navrnutí zlepšení dosavadních formulářů o poruchách vybraných firem.

Formuláře firem jsou uvedeny v příloze.

4.1. První brněnská strojírna Velká Bíteš a.s. – letecká divize

K prvnímu praktickému příkladu byla vybrána firma První brněnská strojírna Velká Bíteš, a.s.⁷, divize letecké techniky. Tato divize se zabývá výrobou malých turbínových motorů s výkonem 80 kW.

Firma používá formulář pro nahlášení poruch a událostí z provozu. Nejedná se o klasický formulář o poruchách, ale je to formulář, který vyplňují zákazníci společnosti Velká Bíteš při poruše motoru.

Jelikož se jedná o specifický druh formuláře, který slouží jako záznam o poruchách výrobcí, nejsou zde údaje týkající se obsluhy zařízení důležité a proto nejsou ve formuláři ani nijak zvlášť rozvedené.

Parametry zaměřené na identifikaci zařízení, je možno považovat za naprosto dostačující. Jsou zde vyžadovány informace (typ používaného letadla, sériové číslo apod.), které umožní naprosto přesnou a jasnou identifikaci motoru.

Údaje o prováděných údržbách na motoru, bližší specifikace poruchy, nebo příčiny, proč poruchový stav nastal, nejsou dostačující. Informace, které jsou zde požadovány k vyplnění, neumožňují bližší zjištění příčiny poruchy

⁷ http://www.pbsvb.cz/dlt_servis.php - internetový odkaz na formulář o poruchách, který je uložen v příloze 1:

Závěrem je možné říci, že formulář splňuje účel, pro který byl vytvořen. Formulář by však poskytoval více informací, kdyby obsahoval následující parametry: informace o údržbě, jak se závada projevuje, možná příčina poruchy, popis poruchového stavu, byla-li způsobena škoda, nebo zranění apod.

4.2. Výroba novinového papíru - Norske Skog a.s.

Nadnárodní společnost Norske Skog a.s. se zabývá především výrobou novinového papíru. Společnost byla zastoupena v České republice závodem ve Štětí, který byl však polovině roku 2008 zavřen. Podnik nyní působí pouze v zahraničí. Proto není možné zjistit některé specifické informace o tom jak probíhal provoz.

Formulář, který sloužil k zaznamenávání poruch především ve výrobě, se používal pro všechny papírenské stroje v podniku (například baličky, výrobní stroje, apod.).

V úvodu formuláře nejsou obsaženy žádné informace o obsluze stroje. A to konkrétně, zda při vzniku poruchového stavu stroje byl operátor zraněn nebo zda byla jiná újma na majetku nebo např. životním prostředí. Dále zde chybí zmínka o možné příčině poruchy ze strany obsluhy zařízení (možné pochybení operátora, zapříčiněné nedodržením pracovního postupu).

Dále z tohoto formuláře není možné zjistit některé informace o poruše. Například zde chybí označení závažnosti poruchy (priorita poruchy), zda se stejná porucha již opakovala, zda je viditelná a zda bylo potřeba stroj v době poruchy odstavit, či nikoliv. Také tu není popis chování zařízení v době nastoupení poruchového stavu.

Další údaje o poruše, které vyplývají z normy ČSN EN 13306 (01 0660) *Terminologie údržby* jako například, zda byla porucha způsobená opotřebením, stárnutím, nebo zda se jedná o náhlou poruchu stroje zde také nejsou obsaženy. Je zde také absence informací, jak se stroj chová po opravě. Zda došlo k degradaci zařízení a jak se tato degradace projevuje.

Co se týče zaznamenaných údajů ve formuláři o poslední údržbě, je zde správně požadováno datum poslední údržby, avšak již chybí podrobný popis, nebo aspoň zmínka o tomto postupu.

4.3. Výroba a montáž kovových součástí - Isolit Bravo

Na základě informací, poskytnutých Martinem Šlesingerem⁸ z personálního oddělení, zaznamenává firma Isolit Bravo informace o poruchách do počítačové databáze jménem HoC, která se skládá z následujících informací:

datum poruchy	kód stroje	kód činnosti			
		oprava	prohlídka	režijní práce	
doba práce údržbáře:		jméno údržbáře:			
popis poruchy					

Obrázek 3: *Popis formuláře firmy Isolit Bravo*

Popis formuláře

Jedná se o poměrně jednoduchou verzi formuláře, který by měl sloužit k zaznamenávání údajů o poruchách. Formulář však poskytuje pouze základní údaje a z něj tudíž není možné zjistit důležité informace, týkající se samotného zařízení, jako mohou například být: označení stroje, výrobní číslo, výrobce, evidenční číslo, dále rok výroby, doba provozu atd.

Pokud parametry nejsou obsaženy ve formuláři, v tomto případě v databázi, pak je velmi těžké při analýze formuláře zpětně zjistit, na kterém zařízení nastal poruchový stav. Jediný parametr, zabývající se údaji o zařízení, který je možné na formuláři kladně ohodnotit, je, „zda se jednalo o režijní práci nebo základní údržbu“. Již však není vyžadován bližší popis, o jaký typ například režijní práce šlo (manipulace, seřizování atd.).

Parametry zabývající se popisem poruchy jsou také velmi nedostatečné. Z tohoto formuláře není prakticky vůbec možné zjistit o jaký typ poruchy šlo (viditelná, výskyt poruchy a jak se porucha projevuje). A také je zde naprostá absence charakteristiky poruchového stavu stroje.

⁸ kontakt osobni@isolit-bravo.cz , tel. : 465 616 214

Informace o tom jak vznikla porucha jsou nedostačující. Chybí například jakým způsobem byl stroj opraven, zda byly použity náhradní díly a jak vysoké byly celkové náklady použitých náhradních dílů.

Dále určitě bližší popis typu údržby a další specifické údaje, které vedou k větší informovanosti o udržování zařízení.

Vzhledem k tomu, že se nejedná o formulář, ale o databázi, měla by poskytovat daleko obsáhlejší informace, než samotný formulář. A to nejen o počtu a typu zaznamenávaných zařízení, ale také především o tom, jaké typy poruch byly zjištěny na jakém typu zařízení, respektive jsou-li pro nějaké zařízení určité typy poruch typické a jaké to jsou (například deformace, které jsou typické pro hřídele a vály, apod.). Zejména na výskyt poruch, které je možné najít v normě (jsou to například; porucha způsobená opotřebením, stárnutím, náhlá porucha nebo degradace stavu, apod.) by se měl formulář zaměřit. Rovněž by neměl chybět parametr bližší specifikace umístění zařízení ve výrobě (např. umístěno na lisovně, na montáži, na nástrojárně nebo výrobně kovových dílů).

Jak už bylo výše zmíněno, společnost zaznamenává údaje nikoliv pomocí formuláře, ale do databáze. Tento fakt je důležité zmínit, protože databáze by měla mít větší vypovídací schopnost než formulář a tím pádem i obsahovat specifičtější a detailnější informace, což však v tomto případě nebylo dodrženo.

4.4. Výroba tvářecích a obráběcích strojů - DK GROUP

Společnost DK Group je rozdělena na dvě divize: divize strojů a technologií a divize elektrotechniky. Divize strojů a technologií, která působí pod značkou DK machinery, zajišťuje prodej a servis tvářecích a obráběcích strojů. Divize elektrotechniky, která působí pod značkou DK power, se specializuje na dodávky záložních akumulátorů a topných kabelů pro průmysl a stavebnictví.⁹

U této firmy se podařilo získat formulář¹⁰, který slouží k ohlášení poruchy stroje. Formulář pochází z divize strojů a technologií. DK Group tento formulář používá pro své zákazníky, u nichž vznikla porucha na zařízení, které si

⁹ Citováno z [www: http://www.dkmachinery.cz/web/dk-group/cz/o-firme/](http://www.dkmachinery.cz/web/dk-group/cz/o-firme/)

¹⁰ formulář dostupný z http://www.dkmachinery.cz/staticke/formular-poruchy_machinery.php

od společnosti koupili. Po firmě je tak požadován pozáruční servis na zařízení. Nejedná se tedy o klasický formulář o poruchách, který slouží k vnitřním účelům firmy, ale o externí formulář, pomocí něž je porucha na stroji hlášena.

Je-li hlášení podrobena zkoumání, je možné tvrdit, že se jedná o velmi kvalitní formulář, kterému nechybí důležité parametry.

Všechny důležité náležitosti, týkající se popisu zařízení, jsou zde obsaženy. Co se týká popisu poruchy, je možné se tu setkat s parametry, které zatím v ostatních zmiňovaných formulářích nebyly. Pro sběr dat o poruchách, které se následně vyhodnocují, jsou tak velmi cennými informacemi, které můžou přispět k naplánování komplexnější údržby pro zařízení v poruchovém stavu. Lze zmínit například parametr “výskyt poruchy“, u kterého je požadován “krátký popis okolností vzniku poruchy“, s touto náležitostí popisující podmínky vzniku poruchy jsem se dosud v žádných jiných formulářích nesetkal.

U parametrů zaměřujících se na detailnější popis poruchy, chybí, tak jako u většiny hlášení o poruchách, určení doby, kdy poruchový stav trval (začátek a konec poruchy), dále zda byla porucha viditelná či nikoliv a zdá dochází k opakování poruchy.

Ve formuláři je však možné se setkat s tím, že jsou vyžadovány doplňující informace, které slouží k bližším potřebám DK Group. Jedná se zejména o tyto parametry: “ Byla obsluha svědkem prvního objevení problému“, “ Pokoušeli jste se problém odstranit vlastními prostředky“, přičemž v případě kladné odpovědi je ještě vyžadován detailnější popis postupu, kterým se obsluha stroje pokoušela poruchu opravit.

V závěrečném hodnocení tohoto formuláře je možné říci, že se jedná o velmi dobrý formulář, který slouží dobře svému účelu, protože je z něj možné získat mnoho informací sloužících k následné analýze jak poruchového stavu zařízení, tak možné příčiny vzniku.

5. Obecný formulář pro výpočet ukazatelů

Po získání určitého množství dat o poruchách je potřeba tato data nějakým způsobem vyhodnotit. Nejvhodnější je použít software, který bude v průběhu sběru dat vypočítávat jednotlivé statistické ukazatele.

Pro názornou ukázkou je použit jeden z tabulkových kalkulátorů MS-Excel¹¹. Tabulkové kalkulátory jsou vhodné už z toho důvodu, že obsahují různé statistické funkce a většina firem provádějící analýzu dat používá některou z variant těchto tabulkových kalkulátorů.

Tento formulář je sestaven tak, aby se z něho daly stanovit jednotlivé ukazatele spolehlivosti (bezporuchovost, intenzitu poruch, intenzitu oprav, střední dobu do poruchy apod.) a další statistické výstupy. Vzorce, pomocí kterých lze stanovit jednotlivé ukazatele jsou uvedeny v kapitole 3.

V této kapitole je uveden návrh obecného formuláře, který se dá použít na většinu zařízení, a proto neobsahuje žádné specifické údaje týkající se parametrů zařízení (nosnost, výkon apod.) ani možných poruch, které mohou nastat.

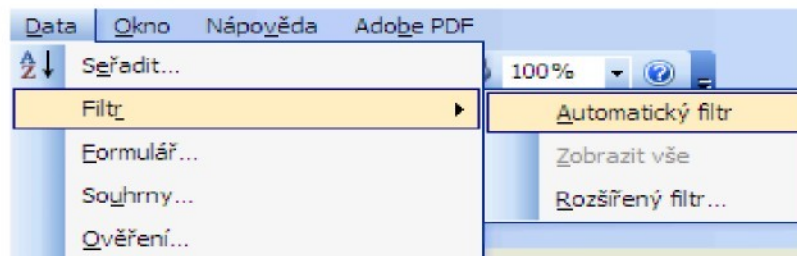
Při návrhu formuláře, který je uvedený v tabulce 3, jsou parametry rozděleny podle typu do čtyř oblastí tak, aby na sebe logicky navazovaly a jejich vyplnění bylo co nejsnazší, ale zároveň výstupy byly co nejreprezentativnější. Povinná pole jsou označena tlustě a do volitelných lze zapisovat pouze pokud je splněna předchozí podmínka. Například do buňky “datum ukončení provozu” nelze zapisovat, pokud v předchozí buňce “Ukončení provozu” nebude tento zápis povolen.

Jako příklad výpočtu jsou použity stejné fiktivní údaje jako v kapitole 3.2 Výstupní data formuláře.

Formulář se sestává ze dvou listů. První s názvem „Data“ slouží k zadávání údajů týkajících se poruch a druhý „Výstupní údaje“ obsahuje vypočítané ukazatele, které je možné sledovat buď pro všechna zařízení, nebo pouze pro vyfiltrovaná.

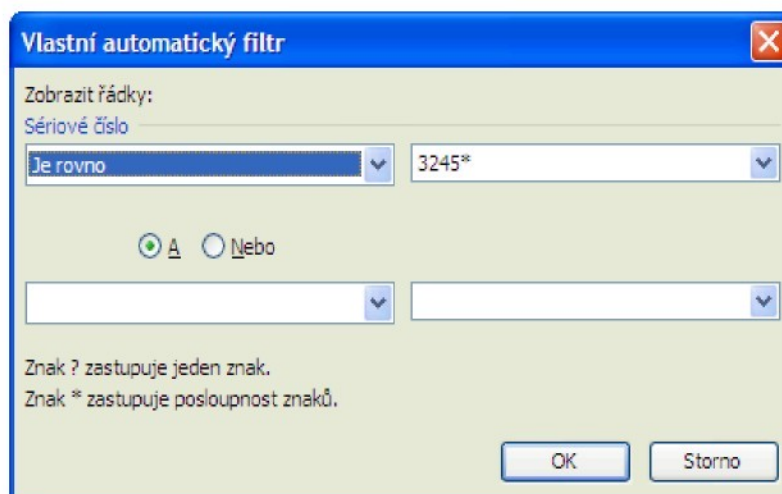
¹¹ Existují jiné varianty tabulkové kalkulačky, jejichž prostředí a funkce jsou podobné jako MS-Excel, a které jsou volně dostupné (Calc, Gnumerci).

Pro vyhledání zařízení, která mají stejný či podobný parametr, lze využít *Automatický filtr*, který se nachází v horní liště pod nabídkou Data. Po rozvinutí nabídky, která je vytvořena po zvolení Automatického filtru, např. sériového čísla, lze vybrat zařízení se stejným sériovým číslem - obr.4.



Obrázek 4: Ukázka použití Automatického filtru

Pokud je potřeba nalézt např. všechna sériová čísla začínající čísly 3245, vybere se ve vytvořeném automatickém filtru nabídka vlastní a při volbě vlastní se zadá 3245* - obr. 5.



Obrázek 5: Ukázka použití Vlastního automatického filtru

Statistické ukazatele a ukazatele spolehlivosti jsou, až na statistický údaj počet zařízení, vypočítané pomocí funkce *SUBTOTAL*. Funkce *SUBTOTAL* vrací souhrn dat pouze z filtrované oblasti.

Návrh obecného formuláře je zobrazen v tabulce 3. Dále jsou uvedeny významy některých sloupců, způsoby jejich výpočtu s možnými dopady na ostatní sloupce.

Sloupec: Počet náhradních dílů

Například statistický údaj *Počet náhradních dílů* je vypočten jako *SUBTOTAL(109;Data!N3:N1000)*, kde první hodnota určuje, že se jedná o součet ve filtrované oblasti a druhá část je oblast, ze které se mají data vypočítat. Podobně jsou vypočítány další ukazatele jako: *Celková cena náhradních dílů* či *Počet zaměstnanců použitých k údržbě*.

Sloupec: Počet poruch

Při výpočtu statistického údaje o počtu vzniklých poruch je použit vzorec *SUBTOTAL(102;Data!O3:O1000)*, kde hodnota 102 určuje, že se jedná o funkci *COUNTIF*, která zjistí počet hodnot nacházející se ve vybrané oblasti dat.

Sloupec: Počet zařízení

Při zjištění hodnoty o počtu zařízení, která mají jedinečné sériové číslo je využit tzv. maticový vzorec, který se musí po zadání vzorce potvrdit stiskem kombinací kláves Ctrl+Shift+Enter;

SUMA(1/COUNTIF(Data!E3:E8;Data!E3:E8)).

Sloupec: Počet dní v provozu

Jeden z nejdůležitějších údajů pro výpočet ukazatelů spolehlivosti je celková doba provozu. Při jeho výpočtu bylo potřeba brát v úvahu, že záznamy ve formuláři mohou obsahovat zařízení stejného typu, avšak s rozdílným sériovým číslem. Proto bylo nutné přidat další parametr do formuláře „Počet dní v provozu“, který bude u posledního záznamu zařízení stejného sériového čísla ukazovat dobu v provozu.

Vzorec byl sestaven tak, aby splňoval všechny podmínky, které mohou nastat a výpočet byl správný.

- První podmínka ověřuje zda následující buňka je stejného sériového čísla.
- Druhá zda-li byl ukončen provoz zařízení .
- Třetí zda bylo zařízení vyřazeno z provozu bez předchozí obnovy.

Dále je použita funkce *SUMIF*, která v dané oblasti vyhledá data se stejným sériovým číslem a provede jejich součet.

Pro jeho plnou funkčnost je potřeba zajistit, aby bylo možné zapisovat pouze do jednoho řádku při vyplňování údajů o ukazateli času. Tato podmínka je ošetřena

vzorcem $A(F3="";H3="";J3="")$ pro parametr *Datum obnovy*, který je přidán do záložky *Data/Ověření/Vlastní*.

Celý vzorec pro výpočet počtu dní v provozu je sestaven následovně:

$KDYŽ(E3<>E4;KDYŽ(I3="Ano";KDYŽ(H2="";J3-SUMIF(\$E:\$E;E3;\$F:\$F)-$
 $((SUMIF(\$E:\$E;E3;\$J:\$J)+SUMIF(\$E:\$E;E3;\$H:\$H))-$
 $SUMIF(\$E:\$E;E3;\$G:\$G));J3-SUMIF(\$E:\$E;E3;\$F:\$F)-$
 $(SUMIF(\$E:\$E;E3;\$H:\$H)-SUMIF(\$E:\$E;E3;\$G:\$G)));DNES()-$
 $SUMIF(\$E:\$E;E3;\$F:\$F)-(SUMIF(\$E:\$E;E3;\$H:\$H)-$
 $SUMIF(\$E:\$E;E3;\$G:\$G)));"$

Celková doba provozu je pak vypočítána, jako součet počtu dní pro všechna filtrovaná zařízení, vzorcem $SUBTOTAL(109;Data!K3:K1000)$.

Výpočet ukazatelů spolehlivosti se provádí pomocí vzorců, které jsou definovány v kapitole 3.2 - Výstupní data formuláře o poruchách. Např. intenzita poruchy se vypočítá jako podíl buněk $F4/F9$ na listu „*Výstupní údaje*“, kde $F4$ je počet poruch a $F9$ celková doba provozu v hodinách.

Z důvodu ochrany dat je tabulka uzamčena proti zápisu do listu s vypočítanými ukazateli. To se netýká buňky, do které je zadáván čas pro výpočet bezporuchovosti. V listu „*Data*“ se vstupními údaji je přidáno jednoduché ověření ($K=""$), které zabraňuje přepisování vypočítaných údajů ve sloupci *Počet dní v provozu*.

Návrh obecného formuláře je zobrazen v tabulce 3 a výstupy parametrů jsou uvedeny v tabulce 4 a 5.

Tabulka 3: Vstupní parametry formuláře s fiktivními daty

Identifikace zařízení					Ukazatele času					
Název zařízení	Typ	Spec. typ	Výrobce	Sériové číslo	Datum zahájení provozu	Datum poruchy	Datum obnovy	Ukončení provozu	Datum ukončení provozu	Počet dní v provozu
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25	1.2.2008			Ne		
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25		1.3.2008		Ne		
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25			2.3.2008	Ne		
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3245/25				Ano	2.4.2009	425
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27	1.6.2008			Ne		
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27		10.6.2008		Ne		
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27			11.6.2008	Ne		
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27		30.10.2008		Ne		
Laminátová vr.	vrtačka	stolní	XXX	3246/27				Ano	2.11.2008	150

Informace o náhradních dílech			Informace o poruchách			
Potřeba náhradní díl	Cena náhradního dílu [Kč]	Počet náhradních dílů [Ks]	Doba opravy [h]	Počet potřebných zaměstnanců	Porucha způsobena	Popis poruchy
Ne						
Ano	200	3				
Ne			2	2	Vadná součástka	
Ne						
Ne						
Ano	204	1				
Ne			1	2	Špatná instalace	
Ne						
Ne			1	2		

Parametr doby opravy (v tabulce 3) zahrnuje pouze činnosti spojené s dobou lokalizace porouchané části, aktivní opravy a kontroly. Do parametru nejsou zahrnuty údaje jako logistické zpoždění, technické zpoždění. Z takto sestaveného formuláře se dají zjistit následující statistické výstupy a ukazatele spolehlivosti:

Tabulka 4: Ukázkový výpočet statistických výstupů v MS-Excel

Statistické výstupy	
Celkový počet poruchových hodin	4
Počet poruch	3
Počet náhradních dílů [Ks]	4
Celková cena náhradních dílů [Kč]	404
Počet zaměstnanců použitých k údržbě	6
Celková doba provozu (počet dní)	575
Celková doba provozu v hodinách	13 800
Celkový počet všech zařízení v databázi	2

Tabulka 5: Ukázkový výpočet ukazatelů spolehlivosti v MS-Excel

Ukazatele spolehlivosti			
Střední doba do opravy ($MTTF$) [h]			1,333
Střední doba do poruchy ($MTBF$) [h]			4600
Intenzita oprav (μ) [h^{-1}]			0,75000
Intenzita poruch (λ) [h^{-1}]			0,00022
Pohotovost (A)			0,99971
Nepohotovost (U)			0,00029
Bezporuchovost ($R(t)$)	Zadejte čas v hodinách	100	0,97850

Obecný formulář pro výpočet jednotlivých ukazatelů, lze ještě rozšířit o další vstupní parametry jako jsou: Evidenční číslo, Dopad poruchy, Priorita poruchy apod.. Jejich přehled je možné nalézt v kapitole 3.2.

6. Tvorba formuláře pro reálnou aplikaci

Na základě aplikace teoretických znalostí, které byly uvedeny v předchozích kapitolách tohoto textu, byl sestaven formulář o poruchách pro společnost VIPS gas s.r.o. Tento vyhotovený formulář rozšíří současný sběr dat o poruchách a na základě dostupných dat provede jejich analýzu pomocí ukazatelů spolehlivosti a dalších statických výstupů.

6.1. Oblast použití

Firma VIPS gas s.r.o. vznikla v roce 1990 jako společenství odborníků zabývajících se tepelnými zařízeními na plyn a topný olej. V roce 1997 byla společnost transformována na společnost s ručením omezeným zabývající s obchodem, servisem a školením v oblasti vytápěcí techniky. Ke společnosti VIPS přistoupila 1.1.2005 zahraniční finanční skupina Immerfin, jenž je mimo jiné vlastníkem firmy Immergas, jednoho z největších výrobců plynových nástěnných kotlů na světě.

Společnost také aktivně spolupracuje i při vývoji nových výrobků. Pečlivě vybírá jednotlivé typy výrobků pro možnost použití na našem trhu a je podrobně seznámena s jejich výrobou. Některé výrobky jsou upravovány v souladu s jejími požadavky.

Ve firmě VIPS se nachází jediné školicí centrum v ČR, kde mohou být prováděna školení a přímá měření na nástěnných, stacionárních plynových a olejových kotlů včetně kondenzačních.

Dále se firma zabývá školením, prodejem a servisem v oblasti plynových a olejových generátorů na výrobu teplého vzduchu, tlakových hořáků, plynových topidel, průtokových ohřivačů vody, výroby vody v nepřímotopných boilerech, tmavých infrazářičů, olejového hospodářství, atd.

6.2. Současný stav sběru dat o poruchách

Jak už bylo zmíněno jednou z činností firmy je servis vytápěcí techniky. Pro sběr dat z této činnosti má firma vyhotoven tzv. záznam o záruční opravě, který však slouží i pro pozáruční servis a také pro zavádění vytápěcí techniky do provozu.

Uvedený protokol se skládá z následujících sloupců, vstupních informací:

Informace vztahující se k uživateli vytápěcího zařízení

- Jméno a příjmení
- Adresa uživatele
- Typ zařízení
- Výrobní číslo
- Datum uvedení do provozu

Popis závady

Použitý materiál

- Název
- Typ
- Objednací kód
- Základní cena
- Cena včetně DPH
- Celkem za materiál

Práce (dle aktuální servisní smlouvy /hod)

- Položka
- Název
- Cena
- Celkem za práci

Náklady na opravu

- Trasa
- Počet ujetých kilometrů (jízda mimo město)
- Pásmo (jízda ve městě)
- Ztráta času
- Cena
- Celkem za dopravu

Celkový součet včetně DPH

Sesbírané informace od pracovníků, kteří provádějí zásah, jsou následně přepsány do databáze. Tento postup je nezbytný, protože vyplněné záznamy se využívají jako doklad o provedení příslušného zásahu a zároveň také jako záznam o proplacení nákladu spojené s tímto zásahem. Takto sestavený výkaz je velice výhodný pro samotný sběr dat, protože obsahuje i ekonomické ukazatele, které je vhodné využít při následné analýze.

Společnost VIPS dosud neprovádí žádné statistické vyhodnocování dat o poruchách a ani nestanovuje ukazatele spolehlivosti, ze kterých by bylo možné zjistit očekávanou dobu provozu, pravděpodobnost bezporuchového provozu atd.

Cílem této bakalářské práce je poskytnout firmě prostředek, který umožní statisticky vyhodnotit data o sledovaných zařízeních.

Na základě současného stavu sběru dat lze zjistit následující statistické údaje:

- nejvíce poruchový díl
- průměrná cena opravy
- procentuální vyjádření poruch v záruční a po záruční době
- firma, která provedla nejvíce oprav
- firma, která si účtuje největší průměrnou sumu za opravy
- procentuální vyjádření poruch z celkového počtu záznamu u jednotlivých typů kotlů
- průměrná cena oprav u jednotlivých značek kotlů
- nejpoužívanější typ a značka zařízení
- počet poruch u jednotlivých značek kotlů
- počet poruch
- počet zařízení uvedených do provozu
- průměrná cena opravy náhradního dílu
- počet zákazníků
- jméno zákazníka, který celkově zaplatil nejvíce
- který zákazník měl nejvíce poruch

Ukazatele spolehlivosti jako bezporuchovost, pohotovost, intenzitu oprav apod. není možné zjistit, protože chybí údaj o délce trvání poruchy a opravy.

6.3. Návrh zlepšení sběru dat

Pro zlepšení současného stavu je potřeba se nejdříve zaměřit na samotný sběr dat. Pro zkvalitnění sběru dat byl vylepšen stávající formulář o následující parametry:

- Doba opravy [h]
- Datum obnovy
- Datum ukončení provozu
- Typ použitého náhradního dílu
- Specifikace náhradního dílu
- Příčina poruchy
- Výskyt poruchy

Tento formulář se nachází v příloze bakalářské práce. Je sestaven tak, aby společnost VIPS mohla vyhodnotit co nejvíce podstatných a jednoznačných informací, ale zároveň aby jeho vyplnění nebylo namáhavé a zdlouhavé.

Je velice vhodné, že společnost kombinuje několik hlášení dohromady. Avšak v databázi, ze které je dále možné provádět jednotlivé analýzy, chybí základní údaj týkající se počtu hodin trvání určité opravy. Hodnotu trvání určité opravy je možné využít i jako ukazatel, ze kterého lze vyhodnotit průměrnou pracnost při dané opravě. Údaj o počtu hodin opravy může dále také sloužit k porovnání stejných úkonů prováděnými různými servisními firmami. Ukázalo by se tak, které firmě trvá nejdéle opravit určitý typ kotle nebo dokonce, která firma si snaží záúčtovat neúměrně dlouhé opravy.

Další důležitý údaj, který lze zjistit u daného uživatele, je doba kdy byl objekt obnoven. V současné době firma zjišťuje pouze datum poruchy, z tohoto údaje se nedá určit jak dlouhý časový úsek porucha trvala.

Absence údajů o délce trvání opravy a poruchy znemožňují společnosti stanovit následující ukazatele spolehlivosti:

- funkci okamžité pohotovosti $A(t)$,
- funkci okamžité nepohotovosti $U(t)$,
- okamžitou intenzitu poruch $\lambda(t)$,
- pravděpodobnost bezporuchového provozu $R(t)$,
- střední doba provozu mezi poruchami $MTBF$
- střední doba do opravy $MTTR$,
- okamžitou intenzitu oprav $\mu(t)$.

Společnost VIPS provádí i pozáruční servis a proto je možné v některých případech zjistit, kdy zařízení ukončilo provoz. Bylo by tedy vhodné tento parametr přidat do formuláře pro sběr dat o poruchách.

Na základě poskytnutých materiálů o vytápěcí technice a konzultace s pracovníkem firmy VIPS, je rozdělen parametr typ použitého *náhradního dílu* pomocí tzv. okruhů. Tyto okruhy jsou pojmenovávány jako: hydraulický, elektrický, plynový a ostatní (např. kabely). V každém okruhu se vyskytují jiné druhy poruch a proto je třeba je dále rozčlenit. Například v hydraulickém okruhu se mohou objevit

poruchy na následujících komponentách: spínače tlaku, spínače průtoku, oběhová čerpadla, expanzní nádoby apod. Seznam těchto typických komponent je ve vyhotoveném formuláři rozčleněn tak, aby při jeho vyplnění stačilo pouze určitou závadu zakroužkovat.

Další parametr, který postrádá současný sběr o poruchách, je příčina vzniku poruchy u daného tepelného zařízení. Přesně definované příčiny poruchy, které je možné vybrat z předem připraveného seznamu, ulehčí práci při vyplňování formuláře. Příčinu poruchy pro hydraulický okruh je možné vybrat z tohoto seznamu: pevné částice, inkrustace, mechanická vada, neznámá.

Pro lepší identifikaci poruchy je vhodné přidat parametr s názvem: Výskyt poruchy. Parametr bude upřesňovat, za jakých podmínek se porucha vyskytuje. Zda-li neustále, náhodně či za určitých podmínek, které by pracovník specifikoval. Pokud se vytvoří seznam, kde u každé poruchy bude informace jak se projevuje, pak bude možné identifikovat některé poruchy na základě této informace.

Doplnění dalších parametrů není nezbytné, protože vyplňování hlášení o poruchách by pracovníkovi nemělo zabrat příliš času.

6.4. Návrh zlepšení zpracování sběru dat

Společnost VIPS zaznamenává data od servisních firem do formuláře, který je vytvořen v MS-Excel. Stávající formulář je poměrně přehledný. Všechny parametry formuláře jsou umístěny tak, aby na sebe logicky navazovaly.

Pro zlepšení zpracování sběru dat, byla použita stávající tabulka firmy VIPS, která byla rozšířena o parametry, které jsou popsány v kapitole 6.3. Pro firmu bylo výhodnější vylepšit starý systém sběru dat, protože může využít k analýze i dosud sesbíraná data.

Vylepšený formulář se skládá z následujících pěti listů:

- „Vstupní_data“ – slouží pro zadávání sesbíraných dat ze kterých se provádí vyhodnocení.
- „Filtrované_výstupy“ – slouží pro výpočet ukazatelů spolehlivosti a statistických ukazatelů z vyfiltrovaných dat.
- „Výstupní_data“ – slouží pro analýzu všech sesbíraných dat
- „Výstupní_data2“ – slouží pro analýzu příčin poruch u jednotlivých okruhů
- „Okruhy“ – slouží pro propojený výběrový seznam pro parametry: Okruh poruchy a Náhradní díl.

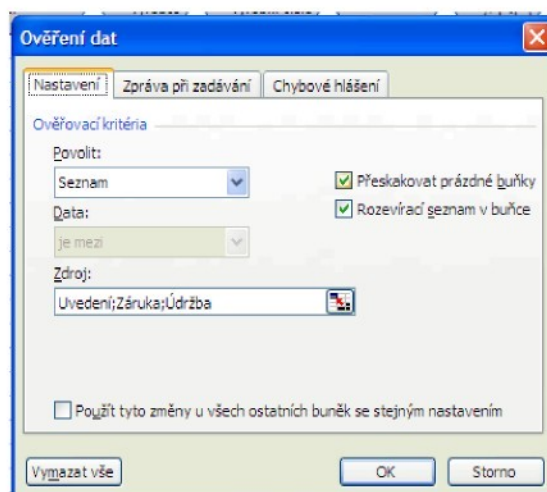
Zaměstnanec, který vyplňuje vstupní data je zapisuje pouze do listu „Vstupní_data“. Listy „Filtrované_výstupy“, „Výstupní_data“ a „Výstupní_data2“ slouží pro následné výpočty ukazatelů spolehlivosti a statistických údajů. Tyto listy obvykle využívá jiný okruh zaměstnanců, než vyplňující první list.

List: „Vstupní_data“

Jedním z největších nedostatků při zapisování dat do stávající tabulky je v tom, že i předdefinovaná data musejí být zadávána ručně. Tento způsob je poměrně zdlouhavý a může dojít k zadání nesprávného údaje. Pro předdefinovaná pole byl použit tzv. výběrový seznam, který je možný nalézt v horní liště Data/Ověření, kde se jako ověřovací kritérium vybere pole Seznam. Při zapisování dat jsou na výběr pouze předem definovaná pole; žádná jiná data nelze do pole zadat. Blíže vysvětluje obrázek 6.

Sloupec: Typ záznamu

Například pro parametr Typ záznamu jsou zdroje dat: Uvedení, Záruka a Údržba viz obrázek. Do tohoto sloupce tedy lze zadávat pouze výše uvedené údaje.



Obrázek 6: Seznam předdefinovaných hodnot pro sloupec „Typ záznamu“

Sloupec: Počet dní v záruční době

Společnost VIPS, jak už bylo řečeno, provádí záruční a pozáruční servis ve vytápěcí technice. V mnoha případech však nemá přehled o poruchách, které nastanou v pozáruční době, protože servisní společnosti nejsou smluvně povinny tyto zásahy nahlásit firmě VIPS.

Je tedy vhodné stanovit pouze dobu provozu pro záruční dobu zařízení, o kterých má společnost veškerý přehled. Ukazatele spolehlivosti budou počítány pouze pro záruční dobu životnosti, ale tím větší budou mít vypovídající hodnotu.

Počet dní v záruční době se vypočítá pomocí vzorce:

$$KDYŽ(E2=E1; KDYŽ(B2="Záruka"; KDYŽ(I2="ANO"; KDYŽ(H2=""; KDYŽ(J2=""; G2-F1; J2-F1); J2-(H2-G2)-F1); KDYŽ(H2=""; B11-I1; B11-(H2-G2))))); KDYŽ(B2="Uvedení"; 730; "Nelze uvést"))$$

Vzorec vychází z následujících vstupních podmínek:

- První podmínka ověřuje zda předchozí buňka je stejného sériového čísla (pro první buňku tato podmínka neplatí)
- Druhá zda-li komponenta uvedená v buňce je opravena v záruční době, nebo je uvedena do provozu;
- Třetí zda zařízení ukončilo svoji činnost v záruční době.
- Čtvrtá, zda ukončilo svoji činnost bez předchozí obnovy.

Pokud buňka nesplňuje některou z těchto podmínek (zařízení nemá záznam, že bylo uvedeno do provozu, byl proveden záručí servis a atd.), pak se objeví nápis „Nelze uvést“.

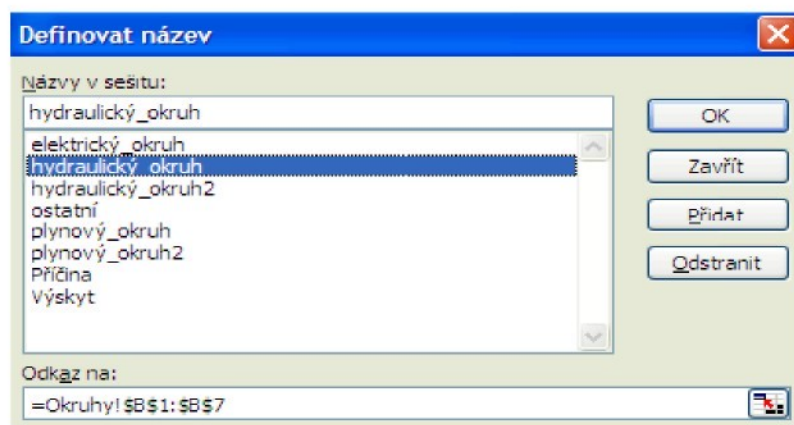
Tento vzorec je uveden v pomocném sloupci BI; vzorec ve sloupci Počet dní v záruční době, vrací hodnoty pouze pro dané zařízeními.

$KDYŽ(E2<>E3;BI2;''')$.

Vzorec vrací správné hodnoty pouze tehdy, pokud jsou záznamy seřazeny podle sériového čísla (*Data/Seřadit*).

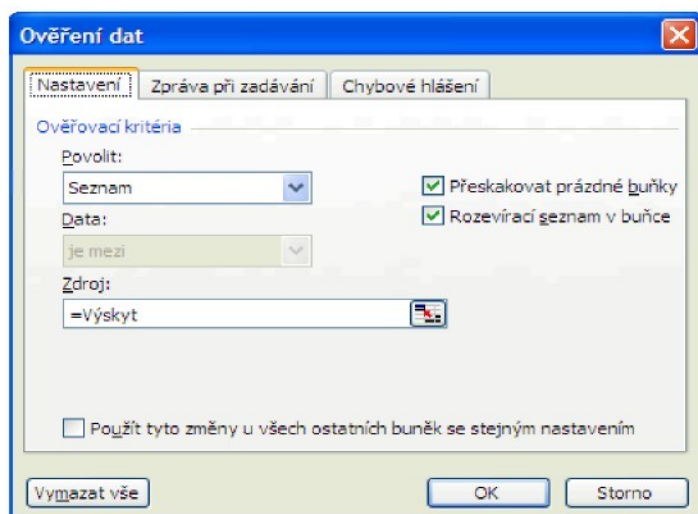
Sloupec: Okruh poruchy, Typ náhradního dílu a Příčina poruchy

Pro sloupec „Okruh poruchy“ a „Typ náhradního dílu“, které jsou mezi sebou propojené (např. hydraulický okruh má jiné součásti než plynový okruh), byl použit tzv. vícenásobný seznam. Pro jeho vytvoření je potřeba pojmenovat oblasti podle jejich závislosti. Například hydraulický okruh může mít poruchy na: spínači tlaku, spínači průtoku, ventilu apod. Tyto náhradní díly musí mít definovaný název „hydraulický_okruh“, které se provede stiskem kláves CTRL + F3 a výběrem oblasti.



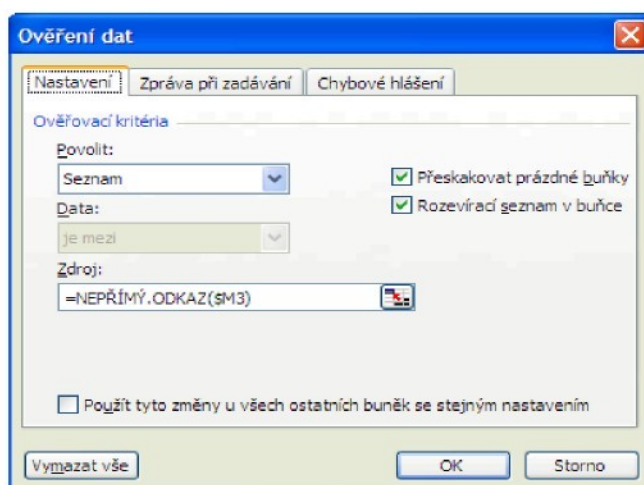
Obrázek 7: Definovaný název pro vícenásobný seznam

Pro sloupec Okruh dat je použit jako zdroj dat pojmenovaná oblast *Výskyt*, který obsahuje názvy všech okruhů výskytu poruch (hydraulický okruh, plynový okruh, elektrický okruh a ostatní).



Obrázek 8: Výběrový seznam pro sloupec „Okruh dat“

Ve sloupci Typ náhradního dílu je zadán vzorec: *NEPŘÍMÝ.ODKAZ(SM3)*, který vrátí odkaz na okruh výskytu poruchy.

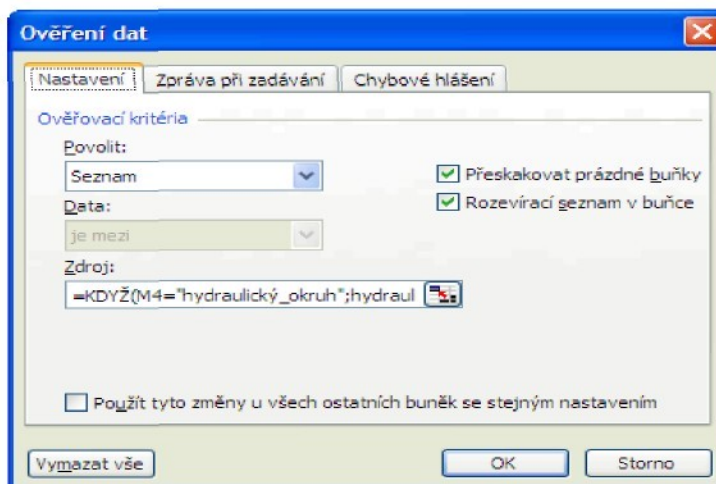


Obrázek 9: Výběrový seznam pro sloupec „Typ náhradního dílu“

Jelikož příčina poruchy závisí také na zvoleném okruhu, je potřeba, aby sloupec „Příčina poruchy“ obsahoval specifické názvy pro daný okruh (např. pro hydraulický okruh jsou příčiny poruchy: pevné částice, inkrustace, mechanická vada, neznámé). Další propojený výběrový seznam nelze vyřešit předchozím způsobem jako u sloupce „Typ náhradního dílu“, protože nelze funkcí *NEPŘÍMÝ.ODKAZ* aplikovat na více jak dva propojené výběrové seznamy. Proto u sloupce „Příčina poruchy“ byl použit vzorec:

$KDYŽ(M3="hydraulický_okruh";hydraulický_okruh2;KDYŽ(M3="plynový_okruh";plynový_okruh2;KDYŽ(M3="elektrický_okruh";plynový_okruh2)))$.

- „hydraulický_okruh2“ je pojmenovaná oblast pro příčiny poruchy v hydraulickém okruhu.
- „plynový_okruh2“ je pojmenovaná oblast pro společné příčiny, které mohou nastat v elektrickém a plynovém okruhu



Obrázek 10: Výběrový seznam pro sloupec „Příčina poruchy“

List: „Filtrované_výstupy“

Význam tohoto listu je shodný jako v kapitole 5: Obecný formulář pro výpočet ukazatelů, jsou v tomto listě vypočítané ukazatele spolehlivosti a statistické ukazatele pomocí funkce *SUBTOTAL*.

Sloupec: Nejdražší oprava

Například pro výpočet nejdražší opravy je použit vzorec:

$SUBTOTAL(104;Vstupní_data!AB2:AB10002)$, kde hodnota 104 udává, že se jedná o funkci *MAX*, která najde maximum z hodnot uvedených v oblasti.

Sloupec: Průměrná oprava

Pro výpočet průměrné opravy je použit vzorec:

$SUBTOTAL(101;Vstupní_data!AB2:AB10002)$, kde hodnota 101 označuje, že se jedná o funkci *PRŮMĚR*, která najde průměrnou hodnotu z hodnot uvedených v oblasti.

Sloupec: Počet dní v provozu

Pro výpočet počet dní v provozu byl použit vzorec:

SUBTOTAL(109;Vstupni_data!K2:K10000), kde hodnota 102 představuje funkci *SOUČET*.

Sloupec: Bezporuchovost

Po zadání času do buňky E9, se bezporuchovost vypočte vzorcem:

*EXP(-F6*E9)*, kde E9 je ukazatel, pomocí kterého se vloží *Počet hodin v provozu* komponenty a ve sloupci F6 je uvedena intenzita poruch.

List: „Výstupní_data“**Sloupec: Počet záznamů**

Počet záznamů daného typu zařízení se vypočítá pomocí vzorce:

COUNTIF(Vstupni_data!\$D\$2:\$D\$10002;A2), kde buňka A2 odkazuje na název zařízení; v tomto případě *IMMERGAS*

Sloupec: Počet uvedených zařízení

Například pro výpočet počtu uvedených zařízení daného typu, byla použita funkce *SKALÁRNÍ.SOUČIN*, která vynásobí odpovídající indexové položky v uvedených sloupcích a vrátí součet jejich násobků.

Například uvedený skalární součin vynásobí obsah buněk o stejném indexu ve sloupci D se sloupcem B. První pole funkce označuje typ zařízení (*IMMERGAS*) a druhé pole druh záznamu, který se má vyhledat (*Uvedení*).

SOUČIN.SKALÁRNÍ((Vstupni_data!\$D\$2:\$D\$10002=A2)(Vstupni_data!\$B\$2:\$B\$10002="Uvedení"))*

Funkce *SOUČIN. SKALÁRNÍ* je použita také pro sloupce jako: Počet dílů, ke kterým došlo k poruše po záruční době, Počet použitých náhradních dílů apod.

Sloupec: Celková cena náhradních dílů

Tento sloupec určuje u jednotlivých typů zařízení celkovou cenu všech náhradních dílů, které bylo potřeba během poruchy vyměnit. Pro zařízení značky *IMMERGAS* se vypočítá jako:

SUMIF(Vstupní_data!\$D\$2:\$D\$1002;A2;Vstupní_data!\$AC\$2:\$AC\$10002), kde funkce SUMIF sčítá pouze cenu náhradních dílů pro zařízení typu IMMERGAS.

Sloupec: Frekvence výskytu poruch

Pro výpočty frekvencí poruch u jednotlivých značek zařízení je použit vzorec:

SOUČIN.SKALÁRNÍ((Vstupní_data!\$B\$2:\$B\$10002<>"Uvedení")(Vstupní_data!\$D\$2:\$D\$10002=A2))/COUNTIF(Vstupní_data!\$D\$2:\$D\$10002;A2)*

- Funkce SOUČIN.SKALÁRNÍ zjišťuje, zda se jedná o zařízení značky IMMERGAS a zda se nejedná o Uvedení (sloupec „Typ záznamu“).
- Funkce COUNTIF nalezne všechny záznamy, které obsahuje pole IMMERGAS

V tabulce 6 je ukázka fiktivních výstupních dat pro výpočet statistických ukazatelů, které jsou uvedeny v listu „Výstupní_data“.

Pole, která obsahují text „#DIV/0!“ , nemají v některém sloupci uveden žádný záznam. Vzorec, který se na buňku vztahuje, je pak dělen nulou.

Tabulka 6: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro společnost VIPS gas s.r.o.

Název zařízení	Počet záznamů	Počet poruch	Počet poruch v záruční době	Počet poruch v pozáruční době	Počet uvedených zařízení
IMMERGAS	819	3	2	1	816
ITALKERO	1	0	0	0	1
LAMETAL	1	0	0	0	1
SIME	11	9	9	0	2
SYSTEMA	3	3	3	0	0
TECNOCLIMA	31	31	31	0	0
TESTO	0	0	0	0	0
GoGas	0	0	0	0	0
VIPS Solar	0	0	0	0	0
GALLETI	0	0	0	0	0
Celkem	866	46	45	1	820

Průměrná cena oprav	Frekvence výskytu poruch	Frekvence výskytu poruch v záruční době	Frekvence výskytu poruch po záruční době	Počet použitých náhradních dílů	Průměrná cena nákupního nd.	Celková cena nd.
334912	0,37%	0,24%	0,12%	1	144	144
#DIV/0!	0,00%	0,00%	0,00%	0	#DIV/0!	0
#DIV/0!	0,00%	0,00%	0,00%	0	#DIV/0!	0
2407	81,82%	81,82%	0,00%	9	649	5840
616	100,00%	100,00%	0,00%	3	42	126
2863	100,00%	100,00%	0,00%	31	1284	39809
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0
#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0
24822	5%	98%	2%	44	1044	45919

Sloupec: Nejčastější příčina

Pro zjištění nejčastější příčiny poruchy je použit vzorec:

INDEX(Vstupní_data!P2:P10002;POZVYHLEDAT(MAX(Vstupní_data!BF2:BF10002);Vstupní_data!BF2:BF10002;0);1)

- Funkce *INDEX* vrátí hodnotu nebo odkaz na hodnotu z tabulky nebo oblasti.
- Funkce *POZVYHLEDAT* vrátí relativní pozici prvku matice, který odpovídá zadané hodnotě v určeném pořadí.

- Funkce *MAX* vrátí největší hodnotu v hledané oblasti.

Vzorec vyhledá ve sloupci pomocném vzorci BF pole s nejvíce záznamy. Ve sloupci BF je použit vzorec: *COUNTIF(\$P\$2:\$P\$10002;\$P\$2:\$P\$10002)*, který vyhledá nejčastěji se opakující příčinu poruchy – viz tabulka 7.

Tabulka 7: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro společnost VIPS gas s.r.o.

Nejčastější příčina poruchy	Počet záznamů	Nejčastější vadná součást	Počet záznamů
pevné částice	17	spínače průtoku	18

Řádek: Zákazník s největší opravou

Software dále je schopen zjistit, zákazníka, který měl největší množství oprav a dále záznam s největší cenou za opravu. Viz tabulka 8. Pro výpočet těchto statistických údajů jsou použity fiktivní údaje. Například pro zjištění zákazníka, který měl největší cenu opravy je použit vzorec:

INDEX(Vstupní_data!V2:V1002;POZVYHLEDAT(MAX(Vstupní_data!AB2:Vstupní_data!AB1002);Vstupní_data!AB2:Vstupní_data!AB1002;0);1)

Tabulka 8: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro společnost VIPS gas s.r.o.

	Jméno a příjmení zákazníka	Město	Ulice	Hodnota
Zákazník s nejvíce záznamy	XXXX	Dvůr Králové nad Labem	YYY	7
Zákazník s největší cenou za opravu	AAA	Hustopeče	BBB	1000000

	Název firmy	Hodnota
Firma s nejvíce záznamy	XX	59
Firma s největší cenou za opravu	AA	1000000

List: „Výstupní_data2“

Tento list slouží pro výpočet statistických údajů pro jednotlivé okruhy. Pro každý okruh je vytvořena tabulka ze které je možné zjistit frekvence a počet výskytů poruch.

Sloupec: Počet výskytů poruch v záruční době

Pro výpočet frekvence výskytu poruch byl použit vzorec – viz tabulka 9:

$$\text{SOUČIN.SKALÁRNÍ}((\text{Vstupní_data!B2:B10010}=\text{"Záruka"}) * (\text{Vstupní_data!P2:P10010}=\text{A10}) * (\text{Vstupní_data!M2:M10010}=\text{"elektrický_okruh"}))$$

Tabulka 9: Ukázka výpočtu statistických ukazatelů pro plynový okruh

<i>Příčina poruchy pro plynový okruh</i>	<i>Počet</i>	<i>Počet výskytů poruch v záruční době</i>	<i>Počet výskytů poruch v pozáruční době</i>	<i>Frekvence výskytu</i>	<i>Frekvence výskytu v záruční době</i>	<i>Frekvence výskytu v pozáruční době</i>
přepětí	0	0	0	0%	0%	0%
spojení nakrátko	13	13	0	93%	100%	0%
vlhkost	1	0	1	7%	0%	100%
jiné	0	0	0	0%	0%	0%
Celkový počet poruch	14	13	1	30%	93%	7%

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit obecný formulář o poruchách, který následně bude využit pro výpočet statistických a spolehlivostních parametrů. Následně vytvořit obdobný formulář pro výrobní podnik.

Při tvorbě bakalářské práce se vycházelo z teoretických poznatků uvedených v odborné literatuře a v technických normách. Rešeršní výsledky jsou zhodnoceny v kapitole 2. Výsledky této kapitoly jsou rozvinuty v kapitole 3 se zdůrazněním důvodů sběru a jejich vyhodnocení. Následně byla provedena analýza již existujících formulářů o poruchách některých výrobních podniků.

Na základě provedené rešerše je v kapitole 5 uveden obecný formulář o poruchách. Formulář je naprogramován v MS EXCEL. Tento program je využit pro jeho velké rozšíření a snadnou manipulaci s ním. Navržený formulář umožňuje výpočet ukazatelů spolehlivosti a dalších statistických údajů. Mezi tyto ukazatele patří:

- funkce okamžité pohotovosti $A(t)$,
- funkce okamžité nepohotovosti $U(t)$,
- okamžitá intenzita poruch $\lambda(t)$,
- pravděpodobnost bezporuchového provozu $R(t)$,
- střední doba provozu mezi poruchami $MTBF$,
- okamžitá intenzita oprav $\mu(t)$.

V práci je názorně ukázán způsob jak lze z formuláře stanovit výše uvedené ukazatele pro filtrovanou oblast. Výpočet je prováděn automaticky i při jakémkoliv filtrování dat. To se využije například při výběru vstupů od jednoho výrobce či stejného typu zařízení.

Na základě teoretického formuláře byl vytvořen formulář pro společnost VIPS gas s.r.o, který je uveden v příloze. Tato firma již využívala zavedený sběr dat. Proto navržený formulář rozšiřuje a upřesňuje stávající. Nový formulář je rozšířen o následující parametry:

- doba opravy [h],
- datum obnovy,
- datum ukončení provozu,

- typ použitého náhradního dílu,
- specifikace náhradního dílu,
- příčina poruchy,
- výskyt poruchy.

Ze současných a výše nově uvedených sloupců lze filtrovat, a pro vybranou oblast vypočítat ukazatele spolehlivosti jako u teoretického formuláře.

Seznam literatury

Technické normy

- [1] ČSN IEC 50(191) (01 0102), *Mezinárodní elektrotechnický slovník*, kapitola 191: Spolehlivost a jakost služeb, Federální úřad pro normalizaci a měření, 1993.
- [2] ČSN EN 13306 (01 0660) *Terminologie údržby*, ČNI Praha 2002
- [3] ČSN EN 60300-3-2 (01 0690) *Management spolehlivosti – Část 3-2: Pokyn k použití – Sběr dat o spolehlivosti z provozu*
- [4] ČSN IEC 300-3-2 (01 0690) *Řízení spolehlivosti – Část 3: Návod k použití – Oddíl 2: Sběr dat o spolehlivosti z provozu*

Odborná literatura

- [5] Fuchs P., Vališ D., Chudoba J., Kamenický J., Zajíček J.: *Bezporuchovost a životnost, techniky analýzy bezporuchovosti*, učební text Liberec 2005
- [6] Mašin I., Němeček K., *Základy proaktivní údržby*, TUL, Liberec, 2004
- [7] Fuchs P., Vališ D.: *Metody analýzy a řízení rizika*, TUL, Liberec, 2004
- [8] Kuba J. : *Hodnocení provozní spolehlivosti*, Praha, 1984
- [9] Fuchs P., *Využití spolehlivosti v provozní praxi*, TUL, Liberec, 2004
- [10] Dráb V., Moc., *Teorie spolehlivosti a řízení jakosti*, Liberec, skripta VŠST 1992.
- [11] Holub R., Vintr Z., *Spolehlivost letadlové techniky*, Brno, skripta 2001.
- [12] Vdoleček F., *Spolehlivost a technická diagnostika*, Brno, skripta 2002.
- [13] Famfulík J., Míková J., Krzyžanek R., *Teorie údržby*, Ostrava, učební text 2007