

Abstrakt

Tato práce se zaměřuje na popis, analýzu a minimalizaci prostojů souvisejících s činností elektroúdržby. V teoretické části jsou rozebrány, jaké druhy plýtvání mohou nastat při práci elektroúdržbáře. V závodě Ventily byly analýzou získaných dat zjištěny nejporuchovější stroje a k nim navrhnutá odpovídající řešení. Dále byly zhodnoceny přínosy pro podnik.

Abstract

This thesis is focused on description, analysis and minimization of downtime periods related to electricity maintenance activities. In theoretical part various kinds of wasting are described, which can happen during the work of electrician. In the plant Ventily the most faulty machines were found out from analysis of records and appropriate solutions were proposed. In addition to this consecutive company profits were evaluated.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, sedm druhů plýtvání, prostoje, ztráty, podnik, management

Keywords

Lean production, seven kinds of wasting, downtime, company, management

Bibliografická citace

NOVOTNÝ, F. *Návrh eliminace prostojů elektroúdržby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. 88 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem ve své práci neporušil autorská práva (Ve smyslu zákona §121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Ve Stajišti dne 23.5.2010

.....

Ing. František Novotný

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucí diplomové práce, Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D., za velmi užitečnou metodickou pomoc a cenné rady při zpracování diplomové práce.

Ve Stajišti dne 23.5.2010

.....

Ing. František Novotný

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod..... | 7 |
| 1. TRW-DAS Dačice | 9 |
| 1.1 Charakteristika podniku | 10 |
| 1.2 Hlavní rysy organizační kultury | 10 |
| 2. Analýza společnosti TRW-DAS | 12 |
| 2.1 Profil společnosti | 12 |
| 2.2 Analýza obecného okolí..... | 13 |
| 2.2.1 Sociální faktory..... | 13 |
| 2.2.2 Legislativní faktory..... | 13 |
| 2.2.3 Ekonomické faktory..... | 14 |
| 2.2.4 Politické faktory..... | 14 |
| 2.2.5 Technologické faktory | 14 |
| 2.3 Analýza oborového okolí..... | 15 |
| 2.3.1 Vyjednávací síla odběratelů..... | 15 |
| 2.3.2 Dodavatelé | 16 |
| 2.3.3 Riziko substitutu | 16 |
| 2.3.4 Hrozba vstupu nový konkurentů..... | 16 |
| 2.3.5 Rivalita firem v oborovém prostředí..... | 17 |
| 2.4 SWOT analýza..... | 17 |
| 3. Totálně produktivní údržba..... | 18 |
| 3.1 Historie TPM | 18 |
| 3.1.1 Vývoj TPM v Evropě..... | 19 |
| 3.2 Hlavní znaky TPM..... | 20 |
| 4. Ztráty při provozu strojů | 21 |
| 4.1 Šest velkých ztrát z provozu strojů | 23 |
| 4.2 Sedm druhů plýtvání | 26 |
| 5. Měření a analýza ztrát..... | 28 |
| 5.1 Sedm jednoduchých nástrojů pro analýzu ztrát | 30 |
| 5.2 Další nástroje používané k analýze ztrát..... | 33 |
| 6. Analýza procesů na elektroúdržbě..... | 36 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.1 | Procesy na elektroúdržbě | 36 |
| | Vedení záznamů o provedených úkonech | 37 |
| 6.2 | Analýza získaných dat | 40 |
| 6.2.1 | Analýza dat s databáze Managementu úkolů..... | 41 |
| | 6.2.1.1. Analýza prostojů na stř. 320 | 44 |
| | 6.2.1.2 Analýza prostojů na stř. 330 | 51 |
| | 6.2.1.3 Analýza prostojů na středisku 325..... | 60 |
| | 6.2.1.4 Analýza prostojů na stř. 340 | 63 |
| | 6.2.1.5 Analýza prostojů na střediscích 335 a 371 | 64 |
| 6.2.2 | Analýza prostojů z databáze vedenou výrobním úsekem..... | 66 |
| | 6.2.2.1 Středisko 320 | 69 |
| | 6.2.2.2 Středisko 330 | 69 |
| | 6.2.2.3 Středisko 340 | 69 |
| | 6.2.2.4 Středisko 325 | 70 |
| 6.3 | Zhodnocení analytické části..... | 70 |
| 7. | Návrhy na snížení elektro prostojů | 72 |
| 7.1 | Minimalizace prostojů z pohledu procesů elektroúdržby..... | 72 |
| | 7.1.1 Databáze Management Úkolů - Údržba strojů | 72 |
| | 7.1.2 Samostatná údržba | 75 |
| | 7.1.3 Plánovaná údržba..... | 75 |
| | 7.1.4 Preventivní údržba | 76 |
| | 7.1.5 Skladové hospodářství | 76 |
| | 7.1.6 Monitorování procesů údržby | 79 |
| | 7.1.7 Inovace procesů výroby | 79 |
| | 7.1.8 Problém s dvěma databázemi | 80 |
| | 7.1.9 Zdokonalování pracovníků elektroúdržby..... | 80 |
| 7.2 | Ekonomické zhodnocení navrhovaných řešení..... | 81 |
| | Závěr | 83 |
| | Literatura..... | 85 |
| | Přílohy..... | 86 |

Úvod.

Již několik desítek let se firmy snaží snižovat náklady na vlastní výrobky, aby mohly více uspět na trhu, na kterém je úspěšnější ten, který se nejrychleji přizpůsobí podmínkám trhu, a proto se firmy snaží zajistit si jakoukoliv konkurenční výhodu oproti konkurentovi. Celé roky se firmy snažily o snižování nákladů prostřednictvím redukce zásob rozpracovaných výrobků, přímého materiálu, náradí a náhradních dílů za použití některých metod průmyslového inženýrství (např. Just in time, Kanban). To nelze aplikovat do nekonečna, proto se americké, evropské i další firmy divily jak je možné, že japonské společnosti dosahují ještě lepších výsledků a později zjistily, že japonský pohled na výrobu zahrnuje i obslužné provozy, které mají na výkonnost výroby podstatný vliv. Japonští inženýři zpracovali, řadu metod jak snížit náklady výroby a zvýšit jakost a užitnou hodnotu pro zákazníka. Hlavní hybnou silou v nasazování těchto metod byla zejména automobilka Toyota, odkud se tyto metody šíří do celého světa. Jedná se zejména o metody Poka-Yoka, PDCA, QFD, FMEA, KANBAN, 5S, 7 klasických nástrojů apod.

V České Republice byla situace docela odlišná, neboť příslušnost k východnímu bloku, zamezila jakékoliv nasazení zmíněných metod. V devadesátých letech dvacátého století dochází ke změnám a postupnému přijímání těchto metod i zde. Silná konjunktura po roce 2000 zase trochu otupila snahy o nasazení těchto metod, neboť zakázek firmy měly tolik a výroba byla na vrcholu, že nebyly snahy hledat další úspory. Toto vše změnil nástup celosvětové krize v roce 2008, kdy došlo k velkému poklesu prodeje výrobků, zejména v automobilovém průmyslu. Došlo tedy k opětovnému tlaku na ceny výrobků a tím potažmo i tlaku na další snižování nákladů. Do popředí se nyní dostávají prostoje ve výrobě, kdy se hlídá co největší plynulost zakázky výrobou, při zachování nízké hodnoty rozpracovanosti, a poruchovost strojů.

Cíl diplomové práce

Cílem této práce je popsat jaké druhy prostojů souvisejí s prací elektroúdržby, analyzovat je a navrhnout řešení na jejich minimalizaci. Práce se podrobně zabývá, k jakým druhům plýtvání v rámci pracovní náplně dochází. Zabývá se také, jaké druhy ztrát jsou s provozem strojů spojené. Dále se zevrubně zabývá analýzou získaných dat. Návrhy na odstranění prostojů vychází z analýzy získaných dat. Pro vlastní řešení jsou

použity metody štlé výroby např. 5S, PDCA. Přínosy navržených řešení jsou následně shodnoceny.

1. TRW-DAS Dačice

Závod TRW-DAS nemá příliš dlouhou historii. Firma OZAP Praha z pověření vlády zahájila v roce 1961 výstavbu provozu na chladírenskou techniku v místě dnešního závodu. Po dokončení výstavby byla zahájena výroba součástí pro osobní a nákladní automobily a traktory. Právě rok 1965 je považován za zahájení strojírenské výroby v dačickém závodě.

V roce 1968 přebírá závod řízení pro osobní automobily Škoda a v roce 1972 výrobu řízení pro nákladní vozy AVIA. Ve stejném roce bylo zřízeno samostatné konstrukční oddělení, které vyvíjí nové hřebenové řízení pro osobní automobily Š105 a Š120, na něž navazují vozy Favorit a pozdější modely vozů Škoda.

Na základě privatizačního projektu vznikla 01.03.1993 z Dačických strojíren akciová společnost TRW-DAS. Firma TRW Inc. zastoupená svou dceřinou společností TRW GmbH für industrielle Beteiligungen získala k 31. 4. 1993 rozhodující podíl akcií.

TRW - DAS se skládá ze dvou závodů:

- závod Řízení je součástí skupiny Braking & Suspension Europe se sídlem v Koblenzi, SRN
- závod Ventily je součástí skupiny Engine Components Europe se sídlem v Barsinghausen, SRN.

Obě skupiny podléhají vedení TRW Automotive Operations se sídlem v Livonia, Michigan, USA.

1.1 Charakteristika podniku

Jak již bylo zmíněno výše, podnik působí v automobilovém průmyslu. Zaměstnává něco málo přes osm set zaměstnanců, z valné většiny výrobních dělníků. Z působení v automobilovém průmyslu vyplývají výhody i nevýhody, které toto odvětví přináší.

Výhody:

- Mezi odběratele patří velké automobilové firmy, mezi které patří Ford, Fiat, Peugeot, Ferrari, BMW a další
- Silné postavení v Evropě
- Zázemí nadnárodní společnosti se sídlem v USA

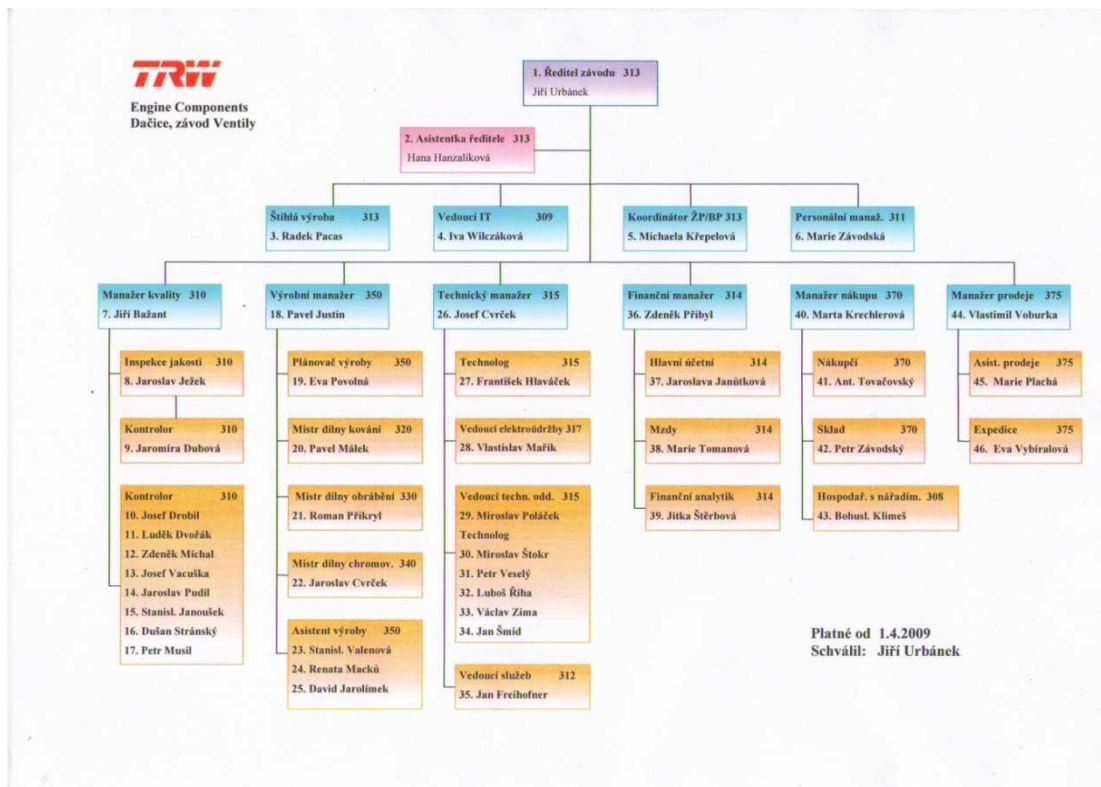
Nevýhody:

- Absence vývoje vlastního výrobku
- Jednostranná orientace na jedno odvětví, které když se dostane do potíží, dostává se do potíží firma také
- Soustředění se téměř pouze na jeden druh výrobku, s tím souvisí poměrně malá možnost změny na jinou výrobu
- Silná orientace na export
- Jen jedna z mnoha částí korporace

1.2 Hlavní rysy organizační kultury

TRW-DAS je výrobním podnikem, kde nejvýše je ředitel podniku, který má pod sebou vedoucí jednotlivých úseků. Mezi tyto úseky patří výrobní úsek, technický úsek, úsek kvality, finanční úsek, nákup, prodej, personální úsek, informační technologie a štíhlá výroba.

Elektroúdržba je součástí technického úseku.



Obr. 1 Organizační struktura TRW-DAS závod ventily

Firma je držitelem normy ISO 9001, ISO 14001, ISO 16949. Management podniku veřejně deklaroval politiku jakosti, kterou by se všichni zaměstnanci měli řídit.

Hlavními body politiky jakosti jsou

- Správně napoprvé
- Správně pokaždé
- Neustálé zlepšování

2. Analýza společnosti TRW-DAS

V této části práce je provedena analýza stávajícího stavu zahrnujícího analýzu obecného okolí, oborového okolí a interních faktorů. Závěry jednotlivých analýz jsou shrnuty ve SWOT analýze.

2.1 Profil společnosti

Společnost TRW-DAS je firma střední velikosti, v oblasti výroby a ekonomiky dosahuje standardních výsledků a v produktivitě práce se řadí mezi dynamicky se rozvíjející podniky. V současné době společnost zaměstnává něco málo přes 800 zaměstnanců, převážně výrobních dělníků.

Jak již bylo zmíněno, firma působí v automobilovém průmyslu, zejména jako výrobce řízení do automobilů a motorových ventilů.

Mezi její hlavní výrobky patří:

- Sloupek řízení
- Hřebenové řízení
- Čepy řízení
- Hlavičky řízení
- Motorové ventily pro osobní automobily
- Motorové ventily pro nákladní automobily

V lednu 2006 otevřel TRW-DAS nové testovací a validační centrum s moderními technologiemi. Toto centrum je společné pro všechny evropské podniky skupiny TRW Automotive, což dává podniku exkluzivitu ve zkoušení a testování již vyrobených výrobků a též odpadají logistické náklady a časové prostoje při schvalování nové výroby.

2.2 Analýza obecného okolí

Obecné okolí nejlépe popisuje analýza SLEPT, která analyzuje těchto pět faktorů:

- Sociální (S)
- Legislativní (L)
- Ekonomické (E)
- Politické (P)
- Technologické (T)

2.2.1 Sociální faktory

Vzhledem k druhu produktů, které společnost vyrábí, nejsou demografické charakteristiky až tak důležité. Začátek nového tisíciletí byl pro automobilový průmysl a tím i pro firmu TRW-DAS obdobím velkého rozvoje a s tím souvisejícím náborem nových zaměstnanců, zejména výrobních dělníků. S tím však nastával problém, kde nové pracovníky vzít a navíc takové pracovníky, kteří mají alespoň nějakou kvalifikaci, aby svoji práci mohli vykonávat správně. Příchodem roku 2008 však došlo ke zpomalení ekonomiky, zejména v automobilovém průmyslu, což se projevilo redukcí zaměstnanců, hlavně ve výrobním úseku. V druhé polovině roku 2009 dochází k mírnému obratu a firma opět nabírá nové pracovníky, ale nyní již nemá o nové pracovníky nouzi.

Geografické rozložení není pro tuto oblast problematickým faktorem, jelikož firma dodává své výrobky zejména na západoevropský trh. Pouze v zimním období může docházet k mírným zpožděním jak v dodávkách do firmy, tak i k zákazníkům vlivem nepřízně počasí.

2.2.2 Legislativní faktory

Jak již bylo zmíněno TRW-DAS je strojírenský podnik, tzn. že na něj legislativní faktory nemají až zase takový vliv. Jsou tu ovšem omezení, která musí dodržovat každá firma, jako je zákoník práce, zákon o daních a další. Firmy trápí zejména neustálé změny v daních a neprůhlednost systému výběru daní. Dále je to nepružný zákoník práce, zejména v nábore a propouštění zaměstnanců.

2.2.3 Ekonomické faktory

Ekonomický stav státu lze charakterizovat mírně se zvedajícím národním produktem, jež má význam pouze z hlediska zastavení propadu. Každým rokem je cítit větší tlak na snižování nákladů, zejména odběratelé nejsou ochotni naslouchat zvyšujícím se cenám energií, materiálu, služeb a tlačí tak své dodavatele k hledání úspor ve výrobním procesu. Podstatný vliv na cenu výrobku má též konkurence, která ve snaze uspět nabízí ceny pod úrovní nákladů. Dalším neméně významným ekonomickým vlivem pro firmu je posilování kurzu české koruny vůči euru, kdy většinový odběratelé jsou právě ze zemí, kde již jednotnou evropskou měnu zavedli. Dalším ekonomickým vlivem je v této době zhoršující se platební morálka odběratelů, což nutí vedení podniku hledat ještě větší úspory.

2.2.4 Politické faktory

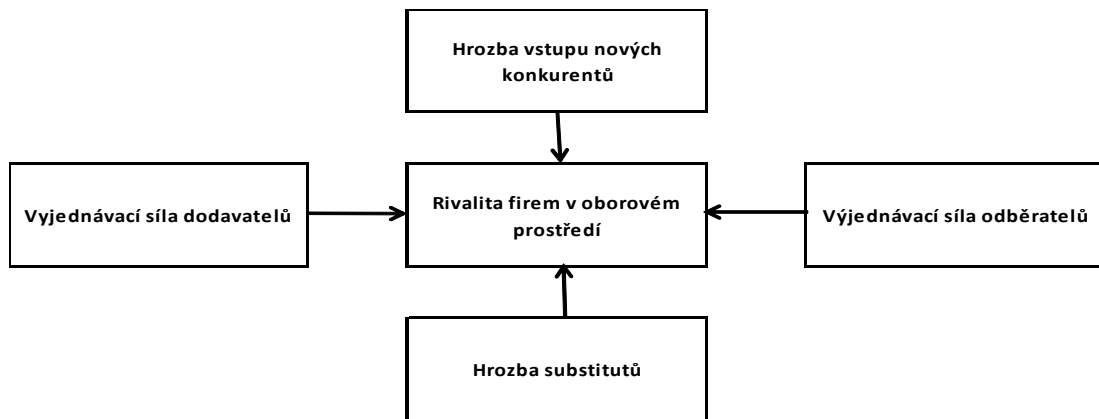
Úřednická vláda, která v současné době působí, vnáší do systému alespoň částečný pořádek a dočasnou stabilitu. Tato situace se však s blížícími volbami mění a lze očekávat velký boj o moc. Pro oblast působení nemá politická situace výrazný vliv, pouze v případě výrazných změn legislativy je možné očekávat jistá rizika. Obecně česká legislativa prošla pozvolnou proměnou v moderní legislativu EU. Pro podnik je též důležitá dotační politika na rozvoj podnikání a aplikaci nových technologií.

2.2.5 Technologické faktory

Vědecko-technický rozvoj se promítá do výrobního procesu zejména aplikací nových rychlejších strojů, výrobních postupů při opracování kovu, zvyšování kvality a jakosti výrobků zejména nasazováním měřicích stanic již v průběhu výroby, vysoké dostupnosti informací. Informační a databázové systémy umožňují přesnější a rychlejší vyhodnocování situací, výsledků činnosti a práce zaměstnanců a včasnější odhalení místa poruchy.

2.3 Analýza oborového okolí

Analýzu byla provedena pomocí Porterova modelu, který je graficky znázorněn na Obr. 2.



Obr. 2 Porterův model 5-ti sil

2.3.1 Vyjednávací síla odběratelů

Odběratelé jsou v případě TRW-DAS velké automobilové koncerny, které mají značnou vyjednávací sílu a pro které jsme jen jedni z mnoha dodavatelů a tak každé vyjednávání je vlastně boj o to jestli daného zákazníka ztratíme nebo se podřídíme jeho podmínkám.

Jedná se hlavně o firmy:

- Ford motor company
- PSA Peugeot-Citroen
- BMW
- Fiat
- Renault
- Audi

I přes to, že odběratelské firmy používají různé strategie přístupu k dodavatelům, můžeme identifikovat společné rysy:

- Je poměrně snadný přechod ke konkurenci

- Je dostatek tržních informací na vysoké úrovni (individuální a časté informace jednotlivých zákazníků)
- Někteří odběratelé mají zásadní význam pro ovlivňování dalších skupin odběratelů

Z těchto skutečností vyplývá silná pozice a vyjednávací schopnost odběratelů, kterou je třeba reflektovat a patří jednoznačně mezi obecné hrozby, jimž se nelze vyhnout.

2.3.2 Dodavatelé

Vzhledem k tomu, že TRW-DAS je součástí velkého nadnárodního celku je pozice dodavatelů odlišná. Dodavatelé větších zakázek jsou vybíráni v rámci nadnárodních tendrů a jsou většinou využíváni ve všech zemích, kde koncern působí. U lokálních záležitostí si společnost vybírá z nepřeberného množství substitutů a není odkázána na žádného konkrétního dodavatele.

2.3.3 Riziko substitutu

V oblasti motorových ventilů je riziko substituce téměř nulové, protože výrobky sami o sobě plní pouze jednu hlavní funkci a není zde prostor pro výrobek, který by mohl splňovat funkci jinou a k tomu ještě funkci našeho výrobku.

2.3.4 Hrozba vstupu nový konkurentů

V oblasti výroby motorových ventilů, se na evropském trhu nachází velký konkurent pro firmu TRW-DAS a to je firma EATON, která vyrábí shodný produkt. V oblasti výroby komponentů pro řízení, se nachází mnoho firem, které se pokouší vyrábět shodné produkty, nedosahují ale potřebné jakosti výrobku, proto se zaměřují na trh s náhradními díly, kde konkurují zejména cenou. Na základě výše uvedeného, lze konstatovat, že možnost vstupu nových konkurentů na trh je reálná, ale v blízké době značně nepravděpodobná, zejména pro oblast řízení. Vzhledem k vysokým nákladům souvisejícím s požadavky na existenci v této oblasti lze předpokládat vstup pouze vznikem nového silnějšího konkurenta akvizicí či fúzí. V těchto případech je hrozba velká pro nepřítomnost zásadních bariér vstupu.

2.3.5 Rivalita firem v oborovém prostředí

Jak již bylo zmíněno na poli motorových ventilů je největším konkurentem firmy TRW-DAS firma EATON. Obě firmy spolu bojují o každého zákazníka. Výsledkem těchto bojů bývá obvykle nižší cena produktu, z čehož profituje zejména zákazník.

2.4 SWOT analýza

Silné stránky

- Přímé dodávky k odběratelům – dodávky na všechna střediska odběratelů
- Kvalita nabízených služeb na vynikající úrovni
- Renomovaný a celoevropsky uznávaný majitele společnosti – TRW patří k největším světovým společnostem na poli výroby automobilových součástí
- Široká škála nabízených výrobků

Slabé stránky

- Absolutně chybějící vývoj nových výrobků
- Nedostatečné prostory pro skladování
- Jednostranně zaměřená výroba

Příležitosti

- V případě rozjetí výroby nitridovaných ventilů velká příležitost budoucího rozmachu firmy, doposud pouze 3 výrobci v Evropě
- Zvyšující se poptávka po malých a středních automobilech, do kterých společnost TRW-DAS dodává své výrobky
- Další rozšíření testovacího a validačního centra

Hrozby

- zhoršující se ekonomická situace ve společnosti – nižší prodeje aut
- zhoršení platební morálky, platby po splatnosti
- Stoupající ceny energií a mezd (daní)
- Neustálý tlak na snižování cen výrobků

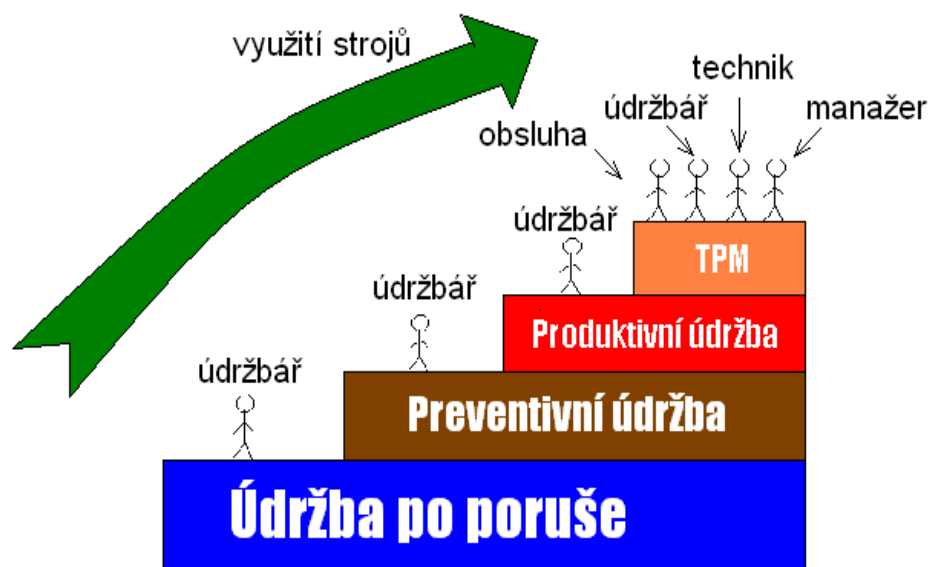
3. Totálně produktivní údržba

Když budeme chtít popsat proces údržby, musíme si nejprve říci, co od údržby požadujeme. Za jisté nejhlavnějším úkolem je bezporuchový provoz strojů, včasné, sofistikované odstraňování nečekaných poruch a řadu dalších věcí s provozem strojů souvisejících. Z dnešního pohledu už však nezáleží pouze na údržbě, aby stroj byl v optimálním stavu, protože údržbář je obvykle až tím posledním, který se dozvídá, že se strojem je něco v nepořádku. A tak dnes v první řadě nejvíce záleží na obsluze stroje, či strojním seřizovači, kteří by si jako první měli všimnout toho, že se strojem je něco v nepořádku a pokud jim to vlastní síly dovolí, poruchu vlastními silami odstranit nebo pakliže je porucha většího rázu, informovat pracovníka údržby, či svého nadřízeného o neodkladném odstranění poruchy. Bojí se tak zažitě mýty, že obsluha je zde od toho, aby stroj obsluhovala a údržba aby stroj udržovala v chodu. Údržba strojů a zařízení s výrobou souvisejících, je tedy z hlediska zisku a ztrát významnou oblastí pro zvyšování produktivity i snižování nákladů. Pro dosažení těchto dvou cílů, je zapotřebí aby manažeři přijali za své tzv. pravidlo produktivní údržby, které říká, že jak výroba, tak i údržba musí maximálně přispívat ke zvyšování produktivity práce. Koncepce, která se zabývá organizováním údržby se nazývá „totálně produktivní údržba (TPM)“.

3.1 Historie TPM

TPM je jednou z metod štíhlé výroby, jejíž kořeny můžeme spatřit už v padesátých letech v Japonsku. Jako základ byla použita filosofie preventivní údržby, přenesená z USA. První krůčky k TPM můžeme zpozorovat nejprve u velkých výrobních firem, zejména v automobilovém průmyslu (Toyota).

Postupem času jak šel vývoj, tak se povědomí o principech TPM rozšiřovalo do dalších oborů průmyslové výroby a objevovali další náměty na vylepšení této teorie, zvláště pro použití v praxi a bourali se mýty, že za údržbu strojů je zodpovědná pouze údržba a nikdo jiný a stále více se objevovali názory, že produktivní údržba je cílem celé firmy a každý zaměstnanec by tuto filosofii měl vzít za svou.



Obr. 3 Historický vývoj přístupu k údržbě

3.1.1 Vývoj TPM v Evropě

Vývoj TPM v Evropě byl oproti Japonsku opožděn a začíná se uplatňovat až poté když jsou patrné jasné výsledky u japonských firem. K opravdovému rozvoji dochází, ale až v devadesátých letech dvacátého století, kdy si vyspělé firmy z Evropy a USA uvědomují, že principy, které již několik let uplatňovali japonské firmy, přináší konkurenční výhodu na trhu. Zprvu však docházelo k tomu, že TPM byla manažery deklarována, ale nebyla podporována, nebo docházelo k tomu, že se použily jenom některé body TPM. V cestě k zavádění TPM také stály odbory, které chránily zaměstnance před přibývajícím prací. Situace v České Republice byla trochu odlišná od zbytku Evropy, neboť u nás v devadesátých letech docházelo k transformaci ze socialistického hospodářství na hospodářství tržní, a tak nejdříve zaváděli TPM u nás především firmy se zahraniční účastí, jako byly Škoda Auto, Barum Continental a jiné. Musíme však, ale podotknout, že některé prvky TPM byly součástí pracovní náplně obsluhy stroje již dříve, zejména čištění strojů. Odborná znalost údržby byla a je taky na vysoké úrovni i součinnost technického oddělení na zlepšování podmínek výroby byla a je též na vysoké úrovni.

3.2 Hlavní znaky TPM

Zjednodušená definice TPM zní „*Totálně produktivní údržba je soubor aktivit vedoucích k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který udržení těchto podmínek zajišťuje.*“¹

Koncept TPM, podle akademie produktivity a inovací(API), je tvořen z 8 základních pilířů(Obr. 4). Každý pilíř sleduje jeden speciální částečný cíl a skládá se z jasně definovaných kroků programu. Aby bylo možné dosáhnout základních cílů TPM, musí se prosadit realizace všech jednotlivých programů.



Obr. 4 Pilíře TPM podle API²

Podle institutu průmyslového inženýrství(IPI) se dělí TPM na 6 bloků (Obr. 5), které pokrývají celý systém údržby. Tzn., že zahrnuje všechny aktivity, které by měla údržba, správa strojů a zařízení vykonávat.

Je patrné, že oba modely se v základních bodech shodují, ale model dle API se díky tomu, že je rozdělen do osmi skupin zabývá i problémy spojené s administrativou a bezpečností práce. Tím však nelze říci, že druhý model tyto věci neobsahuje, ale obojí musí být zařazeno do ostatních skupin zejména do skupiny Tréninku pracovníků.

¹ Mašín I., Vytlačil M. *TPM management a praktické zavádění* 1. vydání, Liberec 2000, ISBN 80-902235-5-9

² Lean-program, dostupné na www.scap.cz

Pochopení všech bloků, ať už je to podle teorie API či IPI je nezbytně nutné pro pracovníky a koordinátory programu TPM, protože v případě nepochopení, může dojít k tomu, že pak je program zúžen jen na několik bloků a výsledky nejsou takové, jaké se předpokládaly.



Obr. 5 Základní bloky TPM podle IPI³

4. Ztráty při provozu strojů

V dnešní době, kdy záleží na každé maličkosti, když bojujeme o zakázku, nebo si chceme zákazníka udržet, tak ztráty z provozu strojů, tím pádem i nižší náklady na výrobek jsou tím pomyslným dekem na vahách, které převáží rozhodnutí zákazníka na naši stranu.

Je nutné si uvědomit, že problém se strojem, začíná již prvním povoleným šroubem, tyto problémy se často bagatelizují a řeší se až následná závažnější porucha, kdy už nám ze stroje vypadávají přinejlepším neshodné výrobky ne-li zmetky, nebo stroj úplně stojí.

³ Mašín I., Vytlačil M. *TPM management a praktické zavádění* 1. vydání, Liberec 2000, ISBN 80-902235-5-9

Musíme opět a důrazně podotknout, že obsluha stroje je obvykle tím prvním, výjimečně seřizovač, kdo onu první poruchu zpozoruje. Záleží tedy na vnímavosti obsluhy stroje a také na tom jak dlouho u daného stroje pracuje, protože co si budeme povídat, bude-li se na stroji den co den obsluha měnit tak není v jejím zájmu něco řešit, zvláště v dnešní době, kdy více záleží na tom, aby byla splněna norma, než aby stroj byl v bezvadném stavu. Druhým faktem při častém střídání obsluhy je, že stroj vlastně nemá svého pána. Záleží pak již na teamleaderovi nebo mistrovi dílny jestli si pořádek na pracovišti, stroji, udrží, což vzhledem k administrativnímu vytížení mistra i teamleadera není vždy pravidlem. Další problém s čistotou stroje je to, že se mechanické pohyblivé části rychleji opotřebovávají a tím se zvyšuje frekvence odstávek z důvodu oprav.

Sporadické ztráty

Sporadické ztráty se vyskytují náhle a jde zejména o poruchu chodu stroje. Tyto poruchy se většinou dobře identifikují a jdou snadno odstranit. Na odstranění se většinou podílí více pracovníků a lze říci, že údržbáři mají tyto poruchy radši než poruchy chronické. Za prvé tyto poruchy jsou výrazné a pracovníci údržby jsou na tyto poruchy zvyklí a proškolení v jejich odstraňování. Za druhé je nám mnohem bližší zjišťovat co poruchu způsobilo, než co by ji mohlo způsobit. U sporadických ztrát hovoříme tedy o tom, že řešíme události ex-post, zatímco u poruch chronických musíme přijít na to, co by mohlo poruchu způsobovat, a většinou to není jedna věc, proto odstranění chronické poruchy je velmi obtížné.

Chronické poruchy

Chronické poruchy většinou předznamenávají výskyt poruchy sporadické, ale jejich identifikace je velmi obtížná. Důvodů proč jsou chronické poruchy těžko zjistitelné, je více. Jedním z důvodů je fakt, že mají většinou několik přehlížených a skrytých příčin. Druhým důvodem může být, že tyto poruchy vyžadují mnohem více pozornosti, jak z pohledu obsluhy tak i pracovníků údržby. Třetím důvodem může být, že se stávají pouze několikrát za výrobní směnu a znovu obnovení chodu stroje nevyžaduje velké úsilí obsluhy. Časová náročnost opětovného zprovoznění je v porovnání s odstraněním závady nízká. Ne neobvyklým důvodem také bývá tlak na

produkci stroje. Klíčem k odstranění chronických poruch jsou inovace, zlepšování a prolomení starých zvyků.

Hlavními rozdíly mezi sporadickými a chronickými poruchami jsou:

- Chronické poruchy jsou obvykle skryté, velmi obtížně měřitelné, často přehlížitelné a ignorované.
- Příčiny chronických poruch jsou často nejednoznačné a vyskytují se nahodile během cyklu stroje.
- Opatření na odstranění chronických poruch bývá obvykle velmi obtížně k nalezení a do jisté míry závisí na zkušenostech a umu údržby a technologického oddělení.
- Náklady spojené s chronickými ztrátami často převyšují náklady na odstranění poruchy sporadické.

Chronickým poruchám, lze do jisté míry předejít preventivními prohlídkami, kdy by mělo dojít k základnímu prověření všech funkcí stroje, dotažení šroubů, vymezení vůlí atd.

4.1 Šest velkých ztrát z provozu strojů

Ztráty v oblasti používání strojů vznikají jednak na základě způsobu provozování stroje, na míře údržby stroje a na poruchách přílehlých zařízení jako jsou filtrační jednotky, chlazení, topení, vzduchotechnika apod. Největší ztráty však obvykle vznikají na základě lidských chyb.

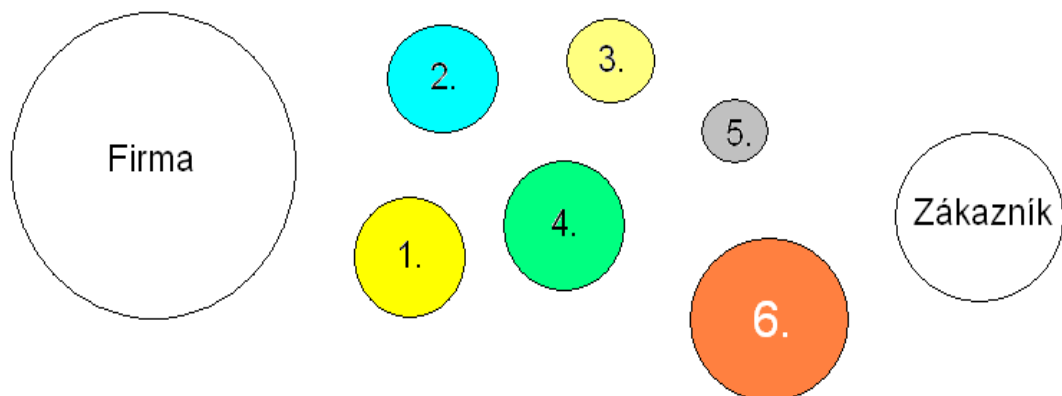
Cílem údržby je tak minimalizovat ztráty vzniklé technickými závadami na strojích, ať již preventivními prohlídkami, kdy se údržbáři snaží podchytit možná nebezpečí pozdějších poruch (povolené svorky u kabelů, uvolněné šrouby na řemenicích, hlučící ložiska, drhnoucí posuv apod.), nebo plánovanými pravidelnými údržbami (vyzdívky pecí, náhrada motoru řízeným motorem s regulátorem apod.).

Mezi šest velkých ztrát patří:

1. Ztráty způsobené poruchami a neplánovanými prostoji. Typickým příkladem je porucha na stroji, která neumožňuje další produkci. Tyto poruchy se objevují velmi nenadále, ale jejich identifikace a odstranění nezabírají

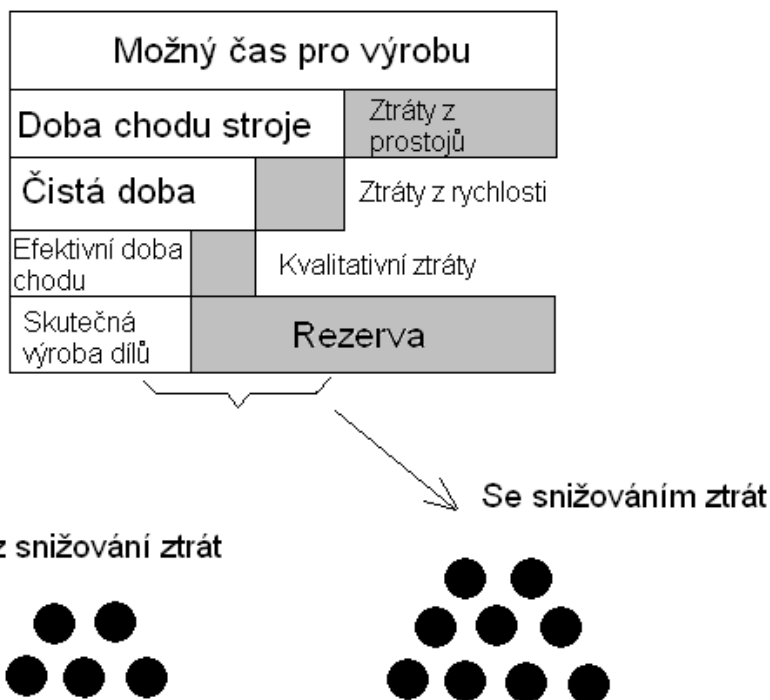
obvykle tolik času jako chronické poruchy, kdy delší dobu pozorujeme chování stroje a snažíme se nalézt možnou příčinu zastavování stroje. Nenadálé poruchy dále dělíme na poruchy, které částečně omezí produkci nebo produkci úplně zastaví.

2. Ztráty způsobené výměnou nástrojů a forem, včetně seřizování a parametrování. Jsou to ztráty jak z provozu stroje tj. opotřebením nástroje, tak i změnou výroby. Ne zřídka se stává, že změna výroby, hlavně často opakovaná, vede k častější poruchovosti stroje a k pracnějším dodržování kvality odvedené práce na stroji.
3. Ztráty způsobené malými, krátkými přestávkami ve výkonu strojů. Tyto přestávky často vyžadují zásah obsluhy do chodu stroje. Jsou často přehlíženy, ale v součtu pak mohou tvořit až 25% časových ztrát. Většinou se jedná o chronické poruchy, jako jsou vymačkané skluzy, nabíjecí kleště, různé závady na upínacích zařízeních, závady na elektro výzbroji stroje (zpraelámané dráty, obnažené vodiče, opotřebené snímací prvky apod.)
4. Ztráty z důvodů nižší rychlosti výrobního procesu stroje. Jsou většinou způsobeny chronickými poruchami, které nedovolují stoprocentní rychlost stroje. Bývá to například přehříváním hlavního motoru, nebo časovým sledem událostí v cyklu stroje. Druhým důvodem pro nižší rychlost může být změna struktury materiálu obráběného polotovaru, kdy nejsme schopni dodržet předepsanou kvalitu a čistotu opracování. Třetím důvodem může být nekvalitní nářadí a to, že se opotřebovává rychleji, než je plánováno apod.
5. Ztráty způsobené v kvalitě, kdy musíme vynakládat práci na opravu neshodných kusů. Tímto opětovným opracováním však nevyrábíme nové kusy, ale navíc tím snižujeme možnou volnou kapacitu na stroji. Nezanedbatelnou položkou je také, že opravy nám vyžádají nejméně jednoho člověka navíc, který tyto opravy bude vykonávat.
6. Ztráty způsobené ve fázi náběhu nové výroby nebo nových technologií s tím související zkoušky. I tady tedy platí, že čím lépe naplánovaný náběh výroby, tím menší prostoje s jeho náběhem v praxi.



Obr. 6 Šest velkých ztrát při provozu strojů: 1. Poruchy, 2. Ztráty přeseřizováním, 3. Ztráty přestávkami ve výkonu, 4. Ztráty rychlosti, 5. Neshodné výrobky, více práce, 6. Ztráty náběhem výroby

Výsledkem těchto jednotlivých ztrát je pak ztráta celková, kdy stroj neprodukoval kvalitní kusy. Taková společnost, která si uvědomí, kde možné prostoje vznikají je na nejlepší cestě je odbourat a získat tak konkurenční výhodu oproti ostatním firmám, protože sníží náklady na jeden vyrobený kus a může tak deklarovat nižší cenu za výrobek.



Obr. 7 Výroba na stroji bez snižování ztrát a se snižováním ztrát⁴

4.2 Sedm druhů plýtvání

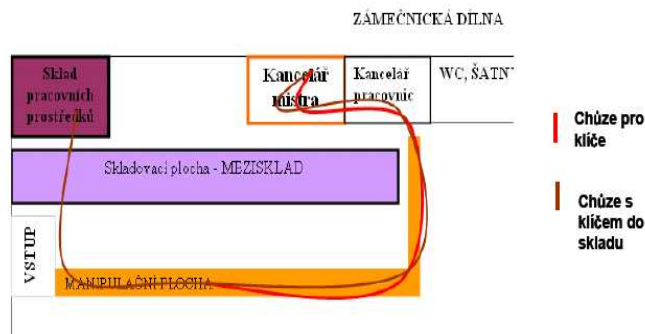
Ne jenom ztráty z provozu strojů nám mohou ovlivnit celkovou cenu výrobku, ale i špatnou organizací výroby, nevhodným rozmístěním strojů, plánováním výroby. Dalšími ztrátami mohou být ztráty při opravách strojů, kdy sklad náhradních dílů a opravárenská dílna jsou si velmi vzdálené, nebo cesta pracovníka údržby na uvedené pracoviště trvá příliš dlouho.

Je tedy velmi důležité zmapovat tyto ztráty, a pokud možno co nejvíce jich odstranit. Většina z těchto ztrát se velmi často opakuje a tak není divu, že například z celkového času opravy stroje, může být klidně polovina času vynaložena na cestu do skladu pro náhradní díl, nebo cestou na opravárenskou dílnu atd.

⁴ Mašín I., Vytlačil M. *TPM management a praktické zavádění* 1. vydání, Liberec 2000, ISBN 80-902235-5-9

Zde jsou uvedeny nejčastější případy plýtvání:

- 1) Vadné kusy (angl. „defects“): Vznik nekvalitních, zmetkových výrobků vytváří hned několik zbytečných nákladů. Oprava zmetků vyžaduje čas, práci zaměstnanců i finanční prostředky navíc. Některé defektní rozpracované výrobky mohou vážně poškodit výrobní zařízení. Navíc pokud se zmetky dostanou k zákazníkovi, následky mohou být i fatální.
- 2) Nadvýroba (angl. „overproduction“): Nejhorší ze všech sedmi druhů plýtvání. Při nadvýrobě dochází ke všem ostatním šesti druhům plýtvání. Je způsobena produkcí větší než požaduje zákazník. Bývá to často z důvodů náhlé vysoké zmetkovitosti, potřeby zásob pro případ poruchy apod. Zvětšujeme tím potřebu dalších skladovacích prostor, zvyšují se náklady na administrativu a dopravu.
- 3) Přeprava (angl. „transportation“): Díky častému rozdělení firmy do výrobních úseků vzniká potřeba vnitropodnikové přepravy. Náklady na ni jsou ale plýtváním.
- 4) Čekání (angl. „waiting“): Nejčastějšími zdroji plýtvání tohoto typu jsou např.: poruchy, výrobky čekající v dávce na zpracování, výrobky čekající na schválení od zákazníka (smlouva, objednávka, atd.) apod.
- 5) Nadbytečné zásoby (angl. „excessive inventory“): Tento typ plýtvání vzniká skladováním náhradních dílů, materiálů, nedokončených výrobků, hotových výrobků atd. Všechny tyto položky zbytečně zabírají místo a vyvolávají potřebu dalších nákladů. Ne všechny zásoby jsou ale plýtvání, pouze ty nadbytečné a neřízené – pokud jsou zásoby řízeny co do výše a druhu, nejsou plýtváním.
- 6) Zbytečný pohyb (angl. „excessive motion“): Nejčastějšími zbytečnými pohyby jsou: chůze operátora do skladu, zbytečné pohyby operátora na pracovišti, nutnost konzultace atd.



Obr. 8 Zbytečný pohyb

- 7) Nadbytečné zpracování (angl. „overprocessing“): jedná se o výrobní činnosti, které nejsou potřeba – např.: zabrušování svarů i když to nepožaduje výkres, stroj který dělal více operací najednou je v poruše a my používáme stroj, který tuto schopnost nemá, objednávku musí schválit podpisem několik manažerů, tepelné zpracování výrobku z důvodu technologického nezvládnutí předchozí operace, atd..

5. Měření a analýza ztrát

Proces měření ztrát je z hlediska jejich eliminace nenahraditelný. Jenom argumenty podložené závěry o prostojích při využití strojů mohou posloužit jako východisko pro zlepšení. Těžko můžeme přemlouvat pracovníky údržby, aby už konečně s tím strojem něco dělali, když nebudeme mít po ruce údaje o tom, jak často byl stroj mimo provoz a na jak dlouhou dobu, a na druhou stranu těžko mohou pracovníci údržby žádat management o generální opravu nebo výměnu stroje, když opět nebudou mít potřebné údaje o poruchovosti a nákladnosti na opravy stroje atd. Sebraná data obvykle slouží k analýzám z důvodů eliminace nežádoucích prostojů, ať už z důvodů poruch na strojích, či ztrát ve výrobním procesu. Výsledky z takovýchto měření pak slouží jako podklady pro potřeby vedení provozů o průběhu výroby. Kámen úrazu obvykle bývá, že když už si dáme práci a potřebná data seženeme, tak je při analýze, nevhodnou metodou, znehodnotíme nebo z nich nezískáme to, co bychom získat mohli, a proto velmi záleží na tom, jak se sebranými daty budeme nakládat a jakou metodu analýzy dat použijeme. Je tedy dobré si sestavit určitý postup jak na to.

Nejlepším způsobem bývá rozdělení si celé činnosti do několika kroků, které po sobě následují:

1. Určit ztráty, které budeme sledovat
2. Určit odkud budeme potřebná data brát. Je potřeba stanovit zdroj, abychom se vyhnuli duplicitě získaných údajů
3. Pravidelně měřit délku ztrát a zaznamenávat jejich četnost
4. Pravidelně zapisovat do grafů a tabulek zaznamenaná data
5. Pravidelně analyzovat zdroje poruch, které nám brání ve vyšším výkonu, kvalitě
6. Navrhovat zlepšení stavu procesu
7. Realizovat navržené opatření na zlepšení stavu výrobního procesu
8. Pravidelně vyhodnocovat účinnost námi realizovaného opatření

Je nasnadě, že při sběru a analýze získaných dat nesčetněkrát zjistíme, že na námi sledovaný proces může působit hned několik rušivých vlivů, proto je rozumnější nechtít řešit všechny rušivé vlivy najednou, ale nejprve analyzovat, který z vlivů má nejsilnější účinek na námi sledovaný proces a ten pak odstranit nejdříve. Když tento jev odstraníme, můžeme stejným postupem odstraňovat i zbylé. Opět vytipujeme jev s nejsilnějším účinkem a ten se pak snažíme odstranit, celý postup opakujeme do té doby než je celý námi sledovaný proces v bezvadném stavu. Musíme si uvědomit, že pokud neodstraníme hlavní zdroj poruchy (ztrát) nemá smysl odstraňovat poruchy vedlejší, neboť nemáme jistotu o tom, jestli hlavní porucha nemá za následek vznik i některé z poruch vedlejších. A proto je možné, že námi odstraňovaná porucha ve skutečnosti, žádnou poruchou není, ale je pouze vedlejším efektem poruchy hlavní.

K zevrubné analýze sesbíraných dat nám mohou posloužit metody, mezi které patří například 7 klasických nástrojů, 7 nových nástrojů, FMEA analýza, QFD, Poka-Yoke a další. Většina z těchto metod se již s většími či menšími úspěchy používá v řízení kvality, kde se zabývají podobnými problémy s dodržením kvality výrobku, proto není divu, že se tyto metody uplatňují i při řešení problémů s provozem strojů. Je však nutné podotknout, že v podmínkách údržby strojů je někdy velice složité nasazení

a úspěšná implementace těchto nástrojů, proto ne všechny metody se používají. Výsledky, které tyto metody přinášejí, stojí za to, abychom si o jednotlivých metodách řekli něco blíže. Některé metody se už z podstaty údržbářské činnosti používají dlouhá léta, aniž by někdo řešil, kdo je vymyslel. Mezi tyto metody patří např. kontrolní tabulky, do kterých pracovníci údržby zaznamenávají jednotlivé úkony, které provedly a s jakým efektem se pak setkali. Další z metod, která se používá, je metoda histogramu, kdy se do grafu zaznamenávají četnosti prostojů, co prostoj způsobilo a délka prostojů. Poslední z nejpoužívanějších metod je obdoba Paretovy analýzy, kdy se do grafu vynesou možné příčiny, které způsobují prostoje na stroji a podle podstaty příčin, se odstraňují nejdříve ty nejzávažnější. Nelze tvrdit, že u každé ze složitějších oprav se tyto záznamy tvoří, ale mnohé z úkonů dělají pracovníci údržby automaticky v hlavě, nebo v pracovním kolektivu, při řešení závažných problémů, či při předávání si práce z jedné směny na druhou.

5.1 Sedm jednoduchých nástrojů pro analýzu ztrát

V předešlém odstavci byly zmíněny některé z metod, které se používají při analýze získaných dat. Zde si je uvedeme znovu a k nim přidáme i některé další. Dle japonských zkušeností se pomocí těchto základních metod dá vyřešit až 75% problémů spojených s provozem strojů.

1. Kontrolní tabulky: Tento jednoduchý nástroj slouží k zaznamenávání potřebných dat o zkoumaném jevu. Proto je kladen mimořádný důraz na správnost a pravdivost zaznamenaných dat. Při vytváření tabulky dat, je nutno přihlídnout k tomu, aby tabulka byla jednoduchá, což je její předností. Jedním z dalších požadavků je, aby v tabulce byly pouze data související se zkoumaným jevem, aby byly zápisy vedeny co možná nejprehledněji, aby bylo možné relativně rychle získávat příčiny poruch strojů. Nezbytnou podmínkou pozdějšího využití dat je vytváření záznamů tak, aby bylo zřejmé, kdy byly data pořízeny a za jakých podmínek. Pouze a jen tehdy mají zaznamenaná data smysl.

2. Histogramy: Histogram neboli sloupcový graf nám umožňuje přehledně zobrazit velké množství naměřených hodnot, které jsou zapsány do tabulek. Toto zobrazení vypovídá o četnosti dané poruchy, a jaký vliv měla na produkci stroje
3. Vývojové diagramy: Tyto diagramy se používají ke znázornění průběhů a struktury velmi složitých procesů, jejichž slovní popis by byl velmi zdlouhavý a nepřehledný.
4. Paretova analýza: Paretovu analýzu definoval italský ekonom Vilfredo Pareto. V roce 1897 přišel na to, že 80% bohatství země je v rukou 20% lidí.

Paretova analýza se realizuje v několika krocích:

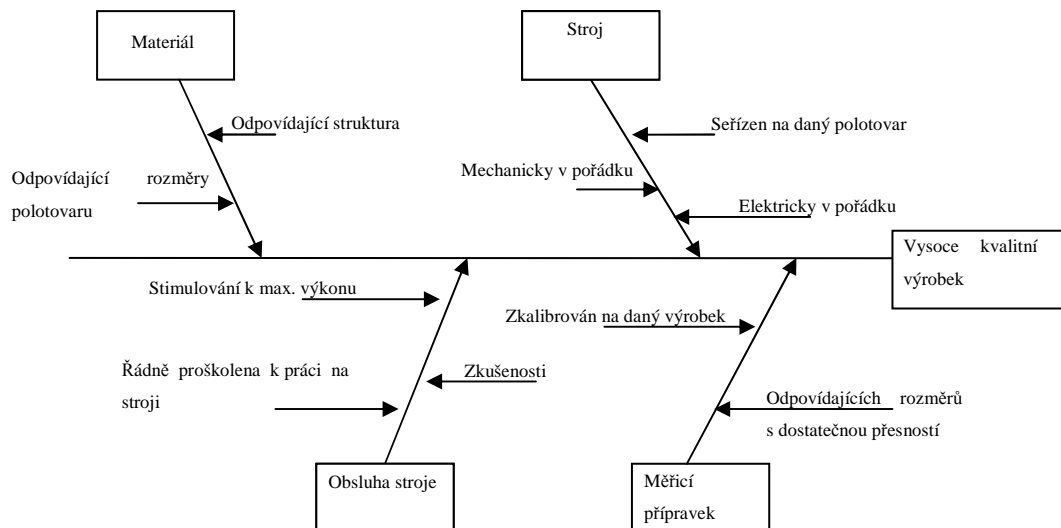
- Definování místa analýzy – výběr procesu, činností, kde chceme zvýšit zisk nebo efektivitu. Může se např. jednat o reklamace, neshody ve výrobě, administrativě, úspěšnost produktů apod.
- Sběr dat – pro analýzu je zapotřebí získat relevantní data o fungování a jejich hodnoty se zapíše do tabulky.
- Uspořádání dat – získaná data se seřadí podle největšího výskytu, četností, největší váhy, či jiného kritéria. Vždy se však seřadí od největší zvolené hodnoty po nejmenší.
- Lorenzova kumulativní křivka – tato křivka vznikne tak, že se kumulativně sečtou hodnoty u jednotlivých dat a vynesou se do grafu.
- Stanovení kritéria rozhodování – zde se můžeme rozhodnout využít striktně Paretova pravidla 80/20 a nebo si také můžeme vybrat, že chceme odstranit jen 60% neshod apod.
- Identifikování hlavních příčin – z levé strany grafu vzniklého z dat zapsaných do tabulky, z hodnoty 80% vyneseme čáru na kumulativní Lorenzovu křivku. Z ní pak spustíme svislou čáru, která nám oddělí ty případy, příčiny, kterými se máme zabývat. Ty, které mají největší vliv na následky.

- Stanovení nápravných opatření k odstranění nebo rozvoji příčin, které nám způsobují nejvíce ztrát, nebo naopak vedou k navýšení zisku.

5. Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram „Rybí Kost“): Filosofii této metody je, že každý problém má svou příčinu. A tato metoda se pomocí diagramu logických vazeb snaží dopátrat od následku k příčině, hovoříme o postupu ex-post (nejčastější postup), nebo od sledu možných událostí, které když se stanou tak budeme mít problém, tehdy hovoříme o metodě ex-ante, protože se snažíme předpovědět chování systému, než dojde k poruše. Diagram lze zpracovat podle následujícího postupu (nejčastější varianta ex-post):

- Definování následku, zpravidla porucha na stroji, nekvalitní výrobky apod.
- Hledání hlavní příčiny- stanovení co by mohlo danou poruchu, nekvalitu vyvolávat. Obvykle se zaměřujeme na známé faktory jako jsou- Stroj, Materiál, Lidé, Prostředí, Výrobní postupy a jiné
- Hledání dalších příčin, které pochází z příčin hlavních. Je potřeba si klást otázky Proč? A Jak? A poctivě každou možnou příčinu zaznamenávat do grafu jako další větve a skládat tak mozaiku, všech možných příčin, které mohou působit negativně na funkci stroje
- Ze všech příčin je potřeba určit příčiny nejvýznamnější (např. pomocí Paretovy analýzy)
- Podle závěru předchozího bodu provést adekvátní opatření k odstranění poruchy

Diagram graficky ukazuje všechny faktory, které mohou na pozorovaný systém působit. Přesnost metody spočívá jednak ve vyhledání všech vazeb, ale i na konečném zpracování, tzn. výběru hlavních příčin a návrhu na jejich odstranění.



Obr. 9 Digram příčin a následků

Přínosy této metody pro zlepšování stavu strojů lze shrnout do několika bodů:

- Umožňuje odhalit faktory, které nejsou jednotlivci zřejmé
- Usnadňuje realizaci nápravného opatření
- Z podstaty grafické metody poskytuje větší přehlednost a srozumitelnost

6. Korelační analýza: Používá se pro rychlé zjišťování existence určité závislosti mezi dvěma veličinami.
7. Regulační diagramy: Používají statistické metody ke konstrukci grafů, kdy sledujeme vývoj námi sledovaného jevu v časové posloupnosti. Tyto diagramy mají též tu schopnost, že nám mohou ukazovat, jakým směrem se nám sledovaný jev vyvíjí a jestli je systém stabilní.

5.2 Další nástroje používané k analýze ztrát

1. 3xO analýza

Tato analýza vychází z předpokladu, že každý člověk umí kreslit. Základem je, že nakreslený obrázek má větší vypovídací schopnost než ústní či písemný projev. Další výhodou této metody je, že spolupracovníci obvykle z obrázku rychleji pochopí, o co jde a jejich reakce je tak mnohem rychlejší. Nespornou výhodou této metody také je, že se do ní mohou

zapojit i samotní operátoři. Dále lze tuto metodu použít i pro inovativní návrhy na zlepšení funkce stroje.

2. FM analýza

Je analýza možnosti vzniku vad a jejich následků. Cílem této metody rozpoznat, odhalit možné následky, ohodnotit rizika vzniku poruch a bezpečně jim předejít. V případě, že už k nim došlo, navrhnout takové opatření, aby v budoucnosti už k těmto poruchám nedocházelo. Tato metoda překonává nedostatky diagramů rybí kost i analýz typu 4M(člověk, materiál, stroj, metoda), neboť tyto metody mají tendenci popsat možné příčiny bez plného porozumění problému, což může vést k přeceňování málo významných vazeb a ignorování těch důležitých.

Existuje celá řada druhů FM analýz, ale všechny spolu souvisejí a jeden z druhého vycházejí.

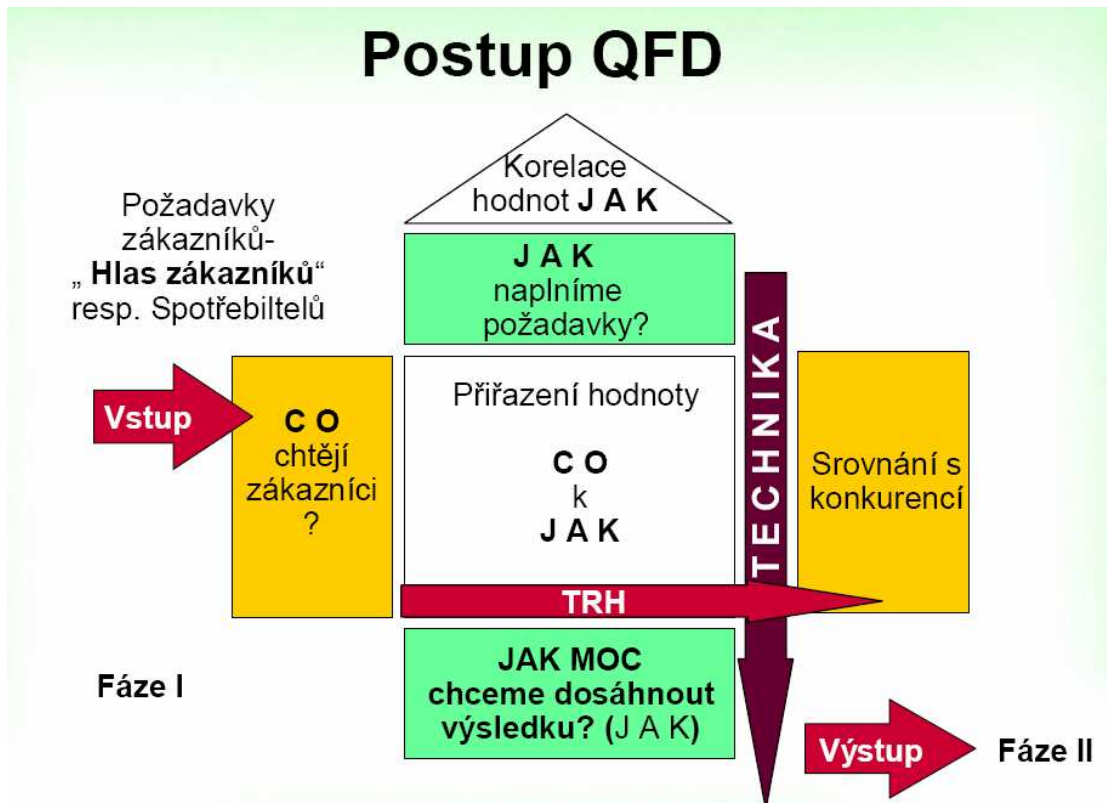
- FM konstrukční – zkoumá všechna myslitelná i možná selhání dílčího nebo celého systému, protože potenciální vady mohou být konstrukčního i výrobního charakteru.
- FM procesní – navazuje na FM konstrukční, analyzují se slabá místa u výrobních postupů, zařízení, montážních procesů apod. Hledá příčiny vad i možné potenciální vady, které by mohly nastat ve výrobním procesu například poruchou stroje.

Při užití této metody je vhodné dodržet 6 kroků – 1. Popsání problému, 2. Provedení analýzy problému, 3. Určení za jakých podmínek jev vzniká, 4. Návrh na zlepšení, 5. Výběr nejlepšího návrhu, 6. Implementace návrhu. Pro práci s FM analýzou se využívají různé formuláře, které usnadní práci a zajistí logický postup v rámci jednotlivých kroků analýzy.

3. QFD

Tato metoda původem z Japonska se poprvé začala používat u firmy Toyota a v osmdesátých letech se dostává do USA a Evropy. Podstatou této metody je zvyšování kvality výrobku pro zákazníka, přesné pochopení „CO?“ zákazník chce a „JAK?“ mi mu tento požadavek splníme. Dále tato

metoda sleduje funkci procesu výroby, a proto může být použita i pro odstraňování závad na strojích. Hlavním znakem této metody je tzv. dům kvality



Obr. 10 QFD - Dům jakosti

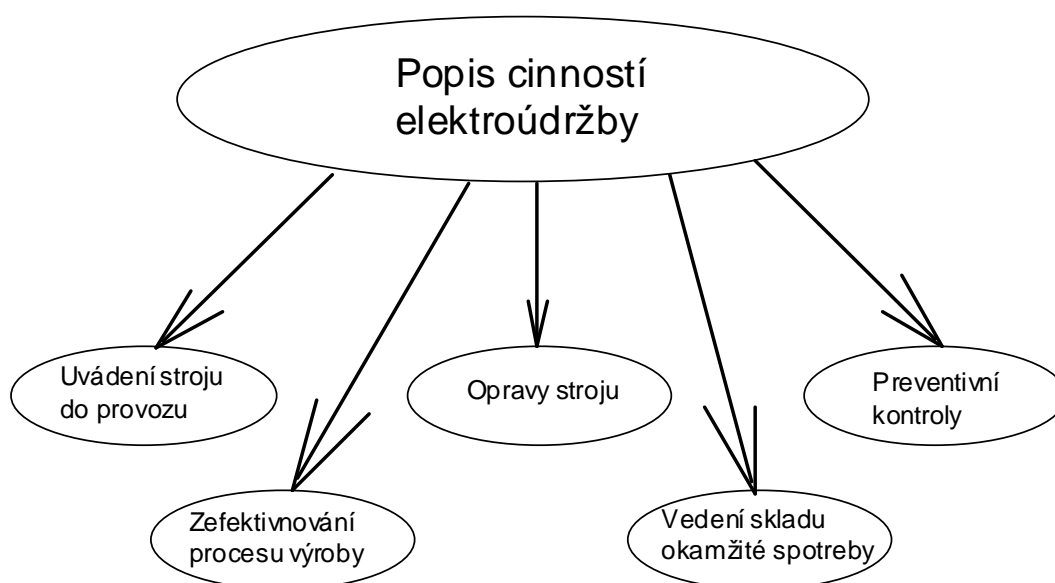
4. POKA-YOKE

Jedná se o metodu nulových ztrát. Metoda se snaží uplatňovat princip vždy správně a hned napoprvé správně. Metoda původem z Japonska se snaží minimalizovat chyby vznikající většinou z lidské nepozornosti.

6. Analýza procesů na elektroúdržbě

V analýze procesů se budeme zabývat, jak procesy probíhající na elektroúdržbě působí na výrobní proces. Analyzována budou data získaná z databází vedených úsekem výroby a úsekem údržby. Prostoje budou analyzovány podle středisek, na kterých se stroje vyskytují, na závodě ventily jich je šest.

6.1 Procesy na elektroúdržbě



Obr. 11 Popis činností elektroúdržby

Procesy na elektroúdržbě jsou rozděleny do 5 skupin podle obr. 11. Všechny tyto procesy jsou zabezpečovány elektroúdržbou.

Mezi základní činnosti elektroúdržby patří udržování strojního parku a podpůrných procesů výroby v chodu. Ve strojním inventáři společnosti jsou stroje od různých výrobců, různého stáří, s rozdílnými řídicími systémy i bez systému s reléovou logikou, a proto práce pracovníka na elektroúdržbě je velmi rozmanitá a hlavně nepředvídatelná.

Druhým hlavním procesem jsou preventivní kontroly strojů. Vykonávají se dle podnikové směrnice, která u některých strojů nařizuje vykonávání preventivní prohlídky i vícekrát za rok, jedná se zejména o lisy a pece. U ostatních je předepsána kontrola

jednou ročně. O provedených kontrolách se vedou podrobné záznamy, kde je uvedeno, kdo tuto prohlídku vykonal, co měl zkontrolovat a nakonec jsou zde uvedeny podpisy vedoucích pracovišť, pod které daný stroj spadá.

Třetím procesem vykonávaným pracovníky na elektroúdržbě je uvádění nově dovezených strojů do provozu. Jedná se zejména o stroje dovezené z jiných závodů, kde již nějakou dobu byly v provozu, ale rozhodnutím managementu došlo k přesunu na závod ventily do Dačic.

Čtvrtým procesem je být nápomocni úseku výroby při zlepšování procesů výroby, nebo iniciovat zlepšení z vlastních podnětů, v případě zjištění během své činnosti při opravách strojů.

Pátým procesem je vedení skladu okamžité spotřeby.

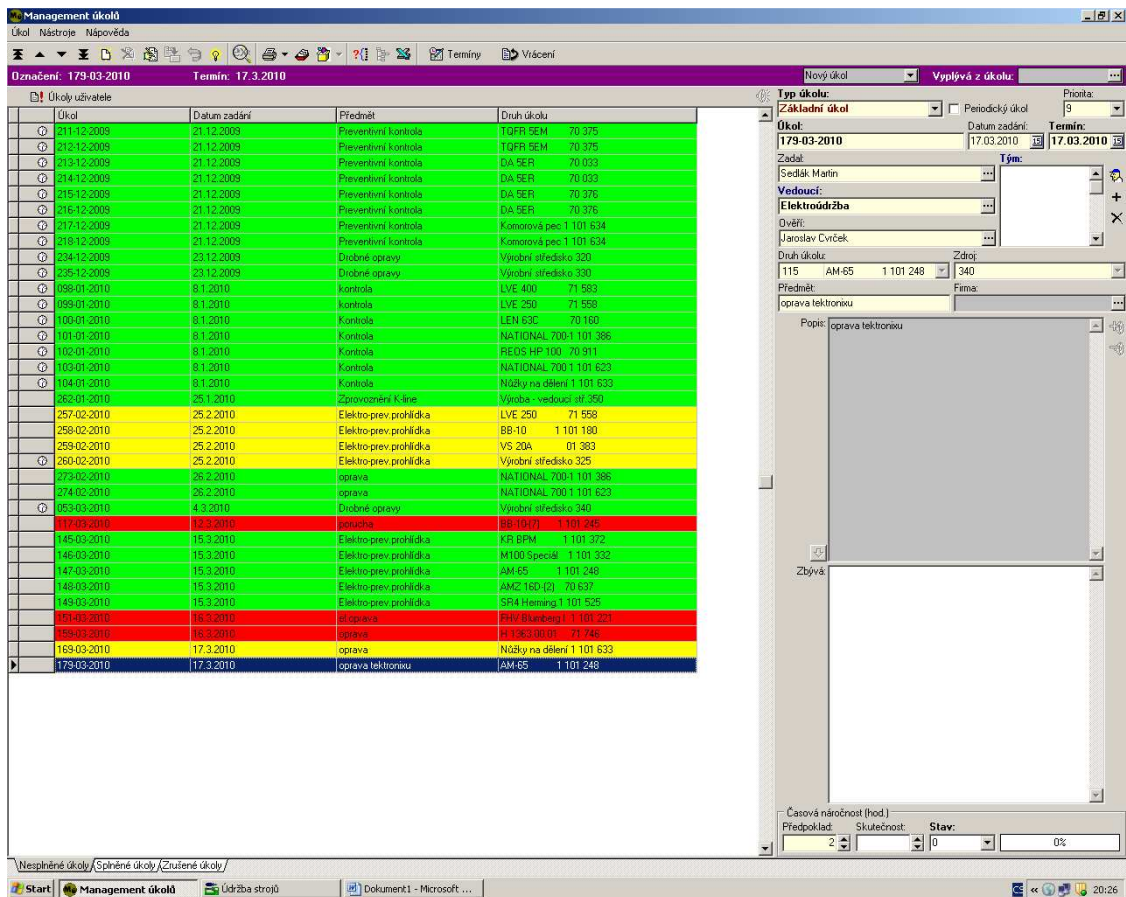
Všechny procesy využívají záznamy o provedených úkonech.

Vedení záznamů o provedených úkonech

K vedení záznamů o vykonané práci slouží pracovníkům údržby moduly systému Palstat "Management úkolů" a modul „Údržba strojů“, kde jsou vedeny úkoly zadávané výrobním úsekem (Obr. 12).

Úkoly zbarvené zelenou barvou jsou úkoly, u kterých je termín splnění delší než dva dny, jedná se zejména o preventivní prohlídky. Úkoly zbarvené žlutou barvou jsou takové, u kterých se termín splnění pohybuje jeden až dva dny. Úkoly zbarvené červenou barvou jsou úkoly, u kterých již termín, kdy měl být úkol splněn, není dodržen, jsou to zejména komplikované opravy, které zabírají více času, nebo se čeká na nějaký objednaný díl.

Bohužel tento modul není jediný, který musí údržbáři vyplnit. Z „Managementu úkolů“ po kliknutí přechází do modulu „Údržba strojů“, kde již vypíše, kdo opravu prováděl, o jaký druh opravy šlo, jestli byl použit nějaký náhradní díl a hlavně jak dlouho oprava trvala.



Obr. 12 Management úkolů

Je proto velmi nepříjemné, když teamleader výrobního úseku i údržbáři musí vyplňovat tabulky v obou modulech.

Dalším problémem, který je nutný zde zmínit, je, že výrobní úsek pro zaznamenávání prostojů ve výrobě, používá speciální software vyvinutý pro potřebu výroby, který pracuje naprosto odděleně od softwaru Palstat. Existují tedy dvě databáze, které nejsou navzájem propojeny.

Na Obr. 13 je vidět úvodní okno modulu údržba strojů a na Obr. 14 je detailní pohled je do okna kde se vyplňuje zásah pracovníků údržby.

Údržba strojů

Stroj Kontrolní návody Nástroje Přehledy Nápověda

Hodnotit < vyber pole

Evid. číslo stroje: 31.2 Název stroje: Stroj kalici - EMA Druh opravy: Elektro-poucha

| Doklad | Datum | Evid. číslo stroje | Doklad | Datum | Název stroje | Výr. číslo stroje | Středisko |
|--------|------------|--------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|---------------|
| 000021 | 17.03.2010 | 31.2 | 000001 | 20.08.2008 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000002 | 18.11.2008 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000003 | 14.01.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000004 | 19.01.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000005 | 20.01.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000006 | 27.01.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000007 | 27.01.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000008 | 29.01.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000009 | 05.02.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000010 | 10.02.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000011 | 25.02.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000012 | 02.03.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000013 | 09.03.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000014 | 16.04.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000015 | 24.04.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000016 | 03.06.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000017 | 24.06.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000018 | 20.08.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000019 | 17.12.2009 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000020 | 08.01.2010 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |
| | | 31.2 | 000021 | 17.03.2010 | Stroj kalici - EMA | ER-8-07-9545 | 320 - ventily |

Právní kontrolka

Od data: 17.03.2010 Kč hodiny: 0.00 Poznámka:

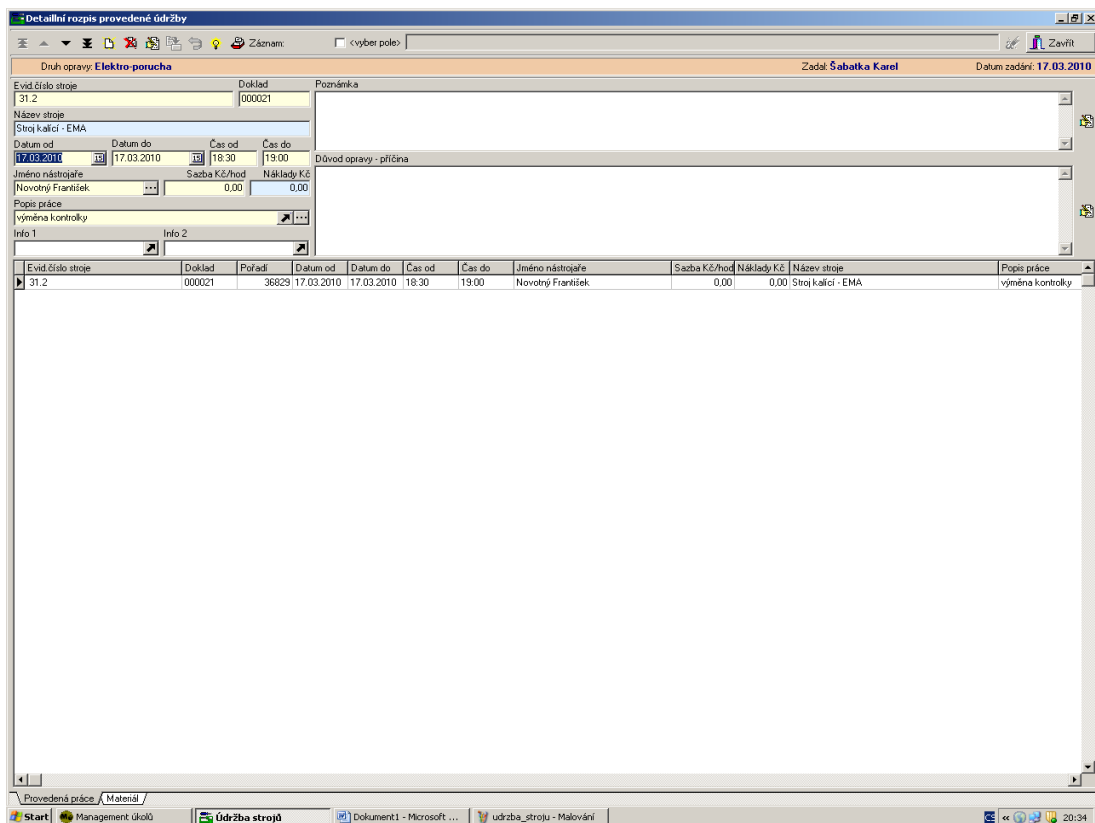
Do data: 17.03.2010 Kč materiál:

Hodiny: 0.50 Kč celkem: 0.00

Seznam strojů / Stroje / Kontrolní návody / Kontroly / Seznam kontrol / Úpravy / Seznam oprav / Zřizovnost

Start Management úkolů Údržba strojů Dokument1 - Microsoft... management - Malování 20:33

Obr. 13 Úvodní okno programu „Údržba strojů“



Obr. 14 Okno vyplnění úkolu v programu „Údržba strojů“

6.2 Analýza získaných dat

Při zkoumání získaných dat musíme nejprve podotknout, že existují dvě databáze, kam se zapisují stroje související s elektroúdržbou. První databází je databáze vedená výrobním úsekem a druhou databází je databáze Management Úkolů. Tyto dvě databáze nejsou spolu nijak svázány.

Data do databáze výroby zapisují teamleadři a je jejich povinností zapsat tam jakýkoliv stroj, který se během směny vyskytl a měl vliv na produkci stroje, tzn. že by měla obsahovat nejucelenější soubor dat, ale stává se, že během směny se podaří operátoru stroj zkrátit, nebo má během směny více druhů strojů a zapíše pouze jeden z nich.

U databáze Management úkolů, kam zapisují pracovní úkony údržbáři je to tak, že nejprve musí teamleader příslušného úseku zapsat úkol do managementu úkolů a pak mohou údržbáři zapsat, jak dlouho trvala oprava. Pokud tedy není úkol zapsán, není kam zapsat odvedenou práci.

Data byla získána od 1.1.2009 do 24.9.2009.

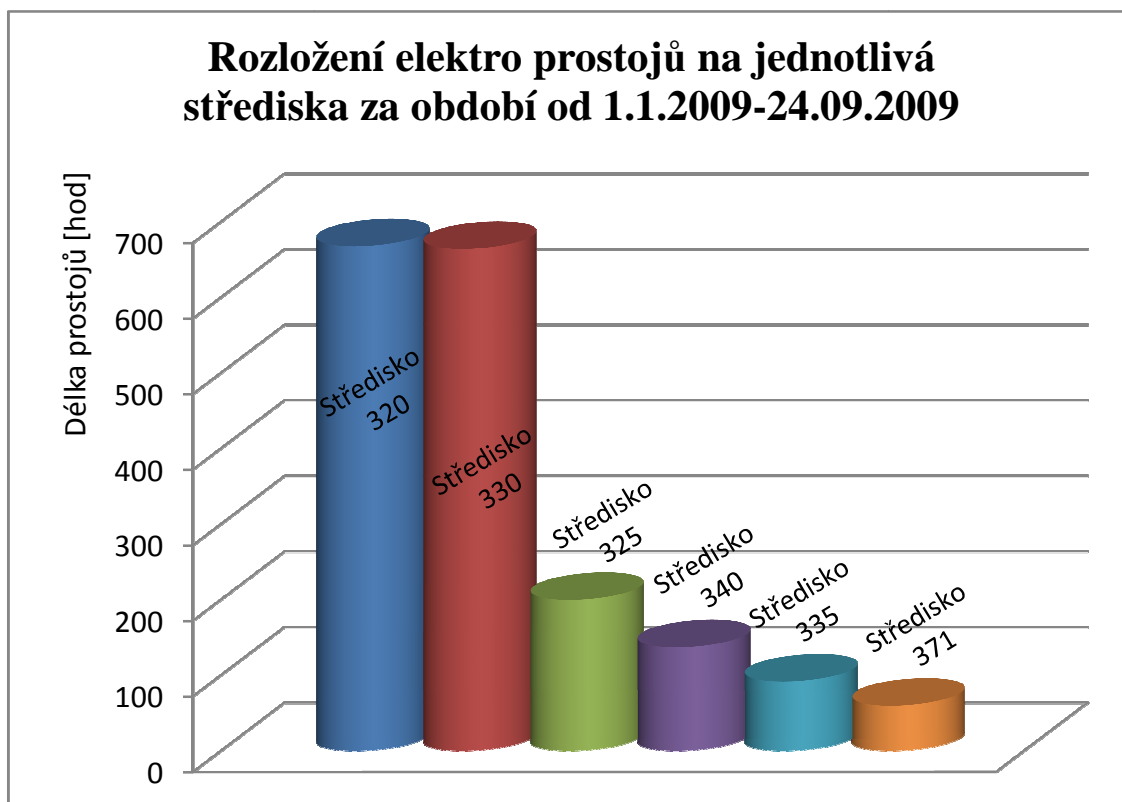
6.2.1 Analýza dat s databáze Managementu úkolů

Celková suma prostojů zjištěná z databáze managementu úkolů od 1.1.2009 do 24.09.2009 je 1819,5 hodin na které se podílí 6 výrobních středisek. Výsledky pro jednotlivá střediska jsou zpracovány v tabulce.

Tab. 1 Celkové prostoje za období od 01.01.2009 do 24.09.2009 rozložené na jednotlivá střediska (zaokrouhleno na celé hodiny)

| Název střediska | 320 | 325 | 330 | 335 | 340 | 371 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Celkové prostoje [hod] | 667 | 199 | 664 | 91 | 136 | 59 |

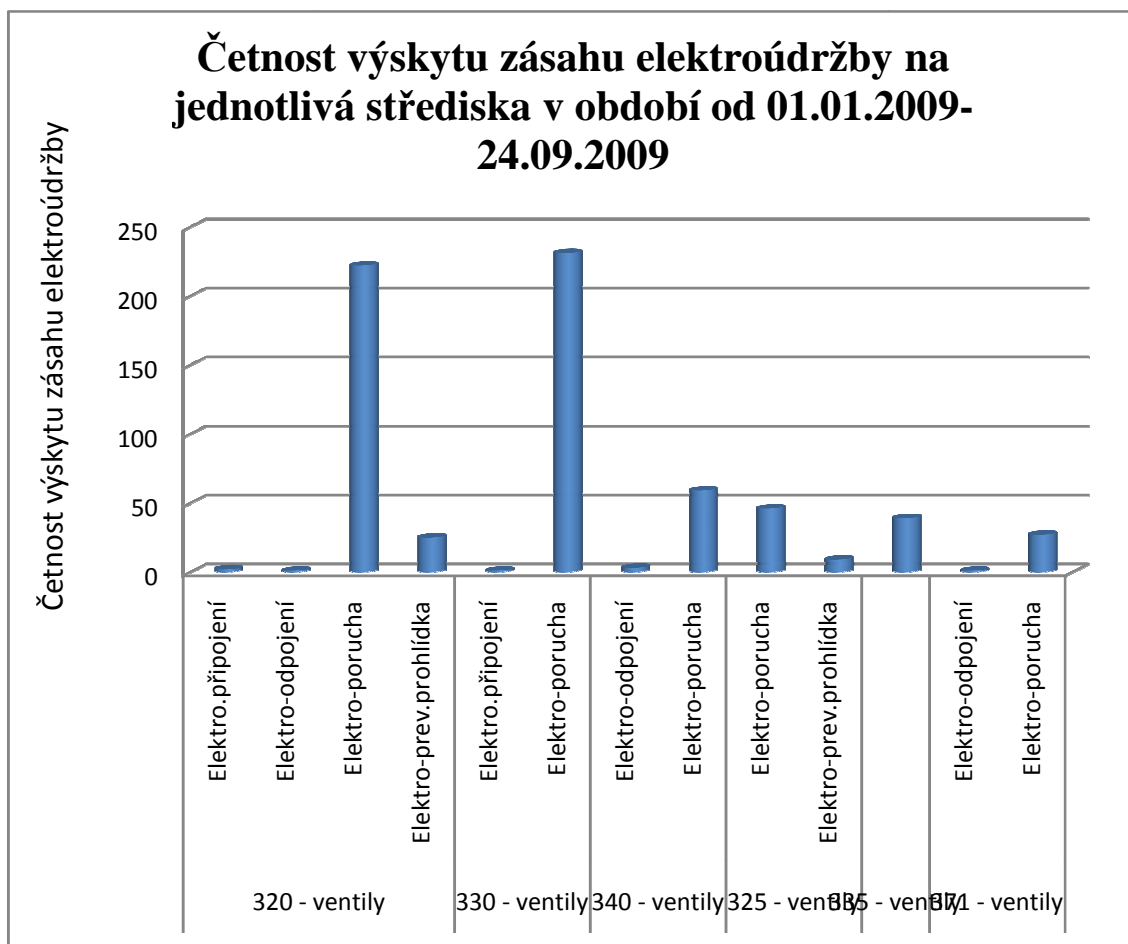
Celkovou situaci nejlépe ilustruje Obr. 15. Z grafu (Obr. 15) nebo tabulky (tab.1) je patrné, že nejvíce času strávili elektroúdržbáři na středisku 320 a 330, pak následují střediska 325, 340, 335 a nakonec 371. Střediska 320 a 330 jsou největšími středisky z pohledu počtu strojů, existuje zde proto předpoklad, že největší porce prostojů v elektroúdržbě připadá právě na tyto střediska. Zajímavé na první pohled je, že na třetím místě co do doby prostojů se umístilo středisko 325, kde jsou pouze tři stroje, jedná se o dva lisy a jedny stříhací nůžky. Bohužel technologie použitá na kování ventilů a technické řešení od výrobce stroje, jsou taková, že opotřebení elektrických prvků je vysoké a i přes měsíční preventivní kontroly se nedaří možným poruchám předcházet. Mezi hlavní činitele, které mají vliv na poruchovost strojů, patří grafitová vazelína, která se používá na mazání stěn zápustek, druhým významným činitelem je vysoká teplota přířezů (1100°C), protože když dojde k vypadnutí přířezu mimo vymezený prostor tak přepálí vše, co mu v cestě stojí, třetím významným činitelem jsou vibrace, které samotný lis při jeho funkci produkuje. Vlivem vibrací dochází k povolování šroubů, a jak víme, povolené šrouby jsou dalším možným zdrojem poruch.



Obr. 15 Rozložení prostožů elektro údržby na jednotlivá střediska

Na Obr. 16 je zobrazeno, kolikrát museli elektroúdržbáři zasahovat na střediscích. Je zde zobrazena také kategorie preventivních prohlídek.

Nejporuchovějším střediskem z pohledu četnosti je středisko 330, ale závažnost poruch není taková, tak že ve výsledku je práce vynaložená na odstranění poruch vyjádřená v hodinách menší než na stf. 320.



Obr. 16 Četnost výskytu zásahu elektroúdržby

Když se podíváme na průměrnou dobu, kterou pracovníci elektroúdržby strávili na opravě, tak zjistíme, že průměrná doba se pohybuje mezi dvěma až třemi hodinami, což když vezmeme v úvahu, že pracovníci nejčastěji pracují ve dvojici, tak dostaneme, že průměrná doba opravy se pohybuje mezi jednou až dvěma hodinami na opravu. Tuto hypotézu by měly potvrdit závěry získané analýzou dat z databáze vedenou výrobním úsekem, neboť tato druhá analýza se zabývá prostoji z pohledu odstávky stroje. Vyjímku v délce trvání zásahu tvoří opět středisko 325 kde se průměrná doba blíží hodnotě čtyř hodin. Souvisí to zejména s tím, že je nejprve potřeba všechno pečlivě očistit od grafitové vazelíny. Po nalezení závady a následně po opravě je vše nutné zaopatřit tak, aby byla co nejmenší šance na to aby se porucha opakovala, například panceřovanými hadicemi nebo polohou.

Tab.2 Průměrná doba strávená na opravě

| Název střediska | 320 | 325 | 330 | 335 | 340 | 371 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Průměrná doba strávená na opravě [hod] | 2,49 | 3,63 | 2,86 | 2,35 | 2,21 | 2,13 |

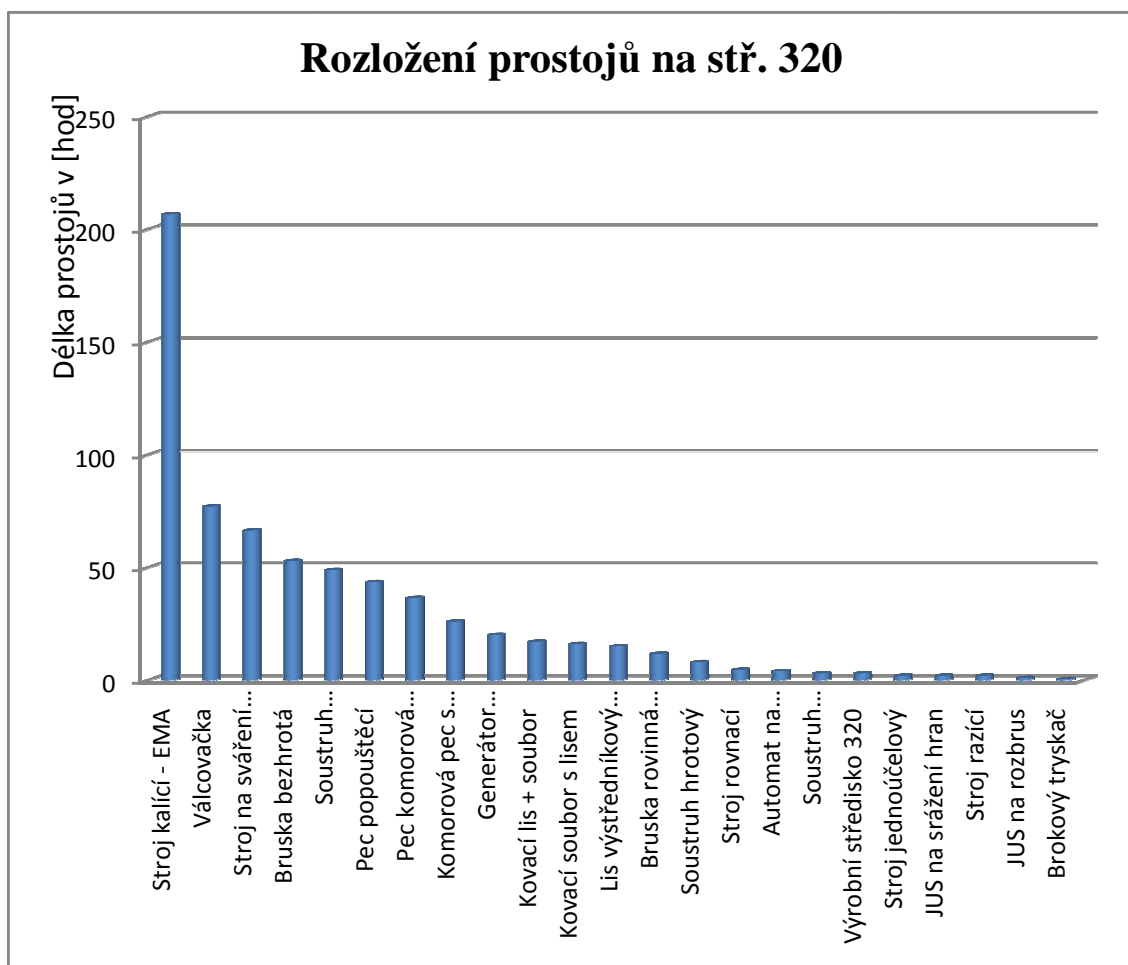
Pozitivním signálem je zejména to, že nejmenší prostoje z pohledu elektroúdržby připadají na střediska 335, 340 a 371, kde stř. 335 a 371 jsou střediska, kde jsou stroje uspořádány do linkového provedení, tzn. že v případě poruchy jakéhokoliv stroje se zastaví celá linka, proto je důležitá rychlá reakce pracovníků elektroúdržby. Středisko 340 je poslední středisko, které zajišťuje finální úpravu výrobku, jeho následnou kontrolu a zabalení do krabic, palet a přesun na expedici, je zde proto také nutné, aby se poruchy, které na strojích vzniknou, co nejrychleji odstranili.

Výše uvedené tabulky (Tab. 1, Tab. 2) a graf (Obr. 15) popisují, jaký čas strávili pracovníci elektroúdržby na opravách na jednotlivých střediscích a jak dlouho jim trvala průměrná oprava. Neposkytují nám, však žádnou informaci o tom kolik strojů se na jednotlivých střediscích nachází, jaká je struktura poruch, ať už z hlediska strojů tak i náročnosti na čas. Pro podrobnější informace se musíme podívat na výsledky pro jednotlivá střediska (Obr. 15).

6.2.1.1. Analýza prostoje na stř. 320

Použijeme-li Paretova pravidla pro získání bližší informace o největších původcích prostoje, zjistíme, že nejvíce problémovými stroji na stř.320 jsou kalící stroje EMA, dále pak válcovací stroje UPWS, stroje na svaření třením, brusky bezhroté, soustruh revolverový na řezání ventilů, pec popouštěcí a pec komorová. Tyto stroje se podílí na 80% závad na stř. 320. Toto hodnocení je však ještě dosti nepřesné, protože neznáme informaci o tom, kolik takových strojů se na daném středisku používá a jaký je jejich příspěvek co do počtu hodin prostoje. Podívejme se tedy blíže na nejporuchovější skupinu strojů na tomto středisku a to jsou stroje kalící EMA (Obr. 17). Příspěvek těchto strojů na celkových prostojích za stř. 320 je téměř jedna třetina, což je obrovské

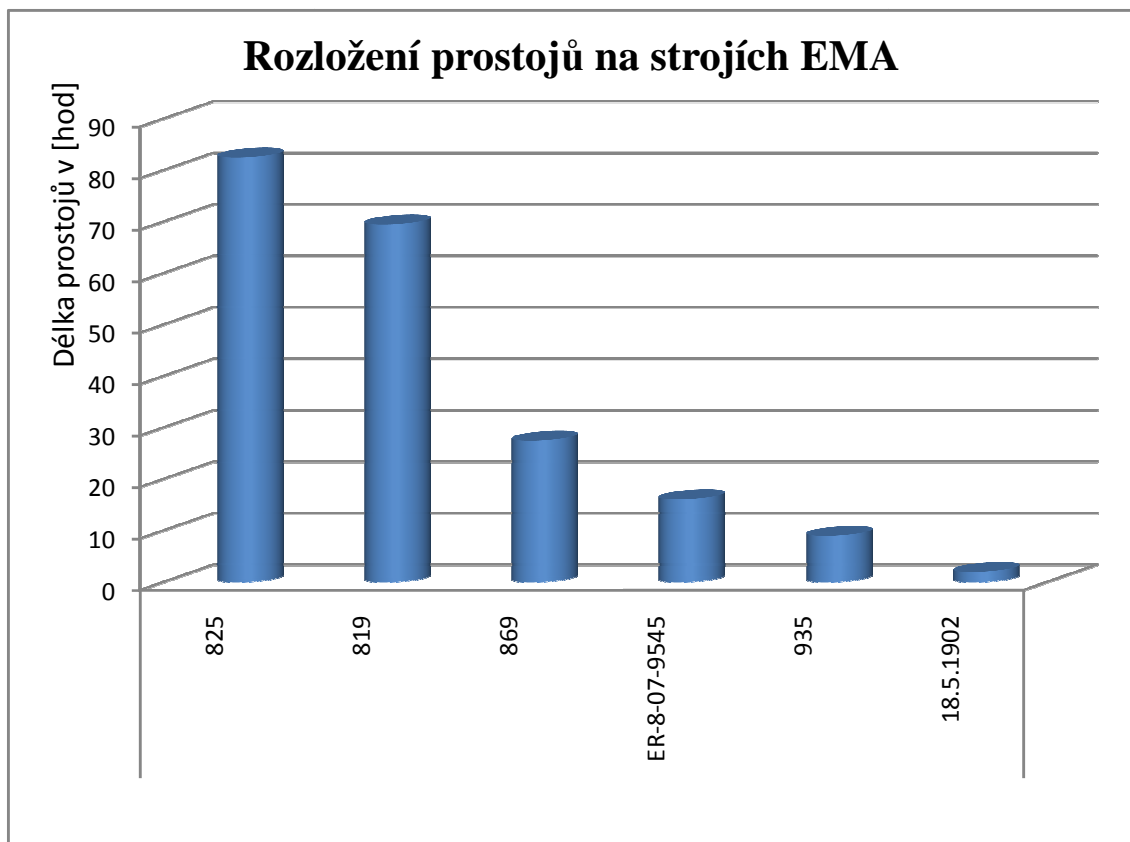
číslo. Na středisku 320 se vyskytuje celkem pět kalících strojů EMA, z toho tři stroje jsou s otočnými stanicemi (825, 819, ER-8-07-9545), kde na každé stanici je umístěn motor, který při samotném kalení otáčí kusem, aby se kus neohýbal a byl rovnoměrně prokalen. Tyto motory jsou, ale pro stroj největší přítěží, neboť je to na stroji nejporuchovější element. Bohužel z databáze nelze získat data o tom, jakou měrou se porouchané motory podílí na celkových prostojích na stroj. Ze zkušenosti se dá však říci, že je to bezesporu nejvýznamnější zdroj poruch na těchto třech kalících strojích. U ostatních dvou strojů nelze jednoznačně říci, jaké důvody způsobily poruchu a tím zastavení stroje.



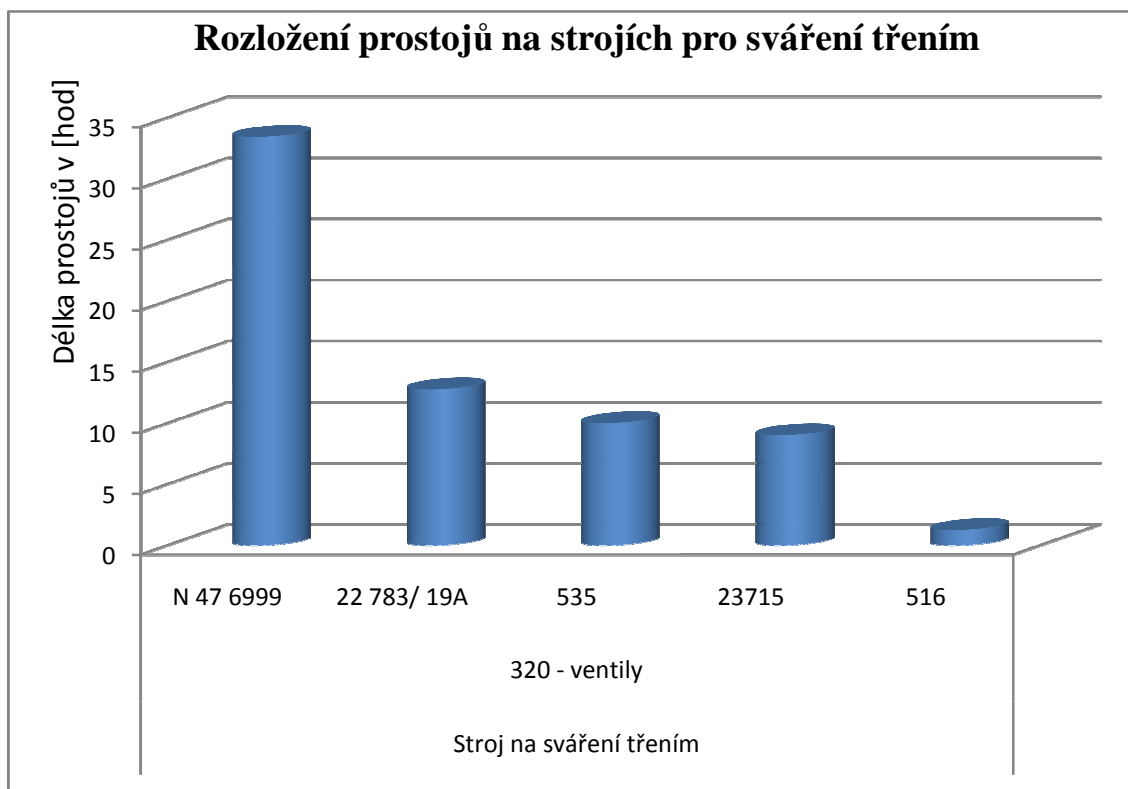
Obr. 17 Rozložení prostojů na stř.320 na jednotlivé stroje

Druhým nejporuchovějším strojem na stř. 320 je válcovací stroj UPWS, který pochází ještě z bývalé NDR a tudíž stárí se podepsalo na poruchovosti tohoto stroje. V průběhu září a října prošel tento stroj generální opravou elektrické části, kdy došlo k výměně zastaralého a poruchového řídicího systému novým.

Třetími nejporuchovějšími stroji jsou stroje na sváření třením, které zastupuje pětice strojů. Dva stroje jsou relativně nové z roku 2005 a 2006 a tři zbývající jsou staršího data. Nejporuchovějším strojem z těchto pětice je stroj N47 6999, který do závodu byl přivezen z Francie, kde již léta byl v provozu. Vzhledem k tomu, že veškerá dokumentace i hlášení stroje jsou ve francouzském jazyce je velmi obtížné diagnostikovat poruchu, dalším problémem je chybějící zaškolení pracovníků údržby se stroji, které jsou dovezeny z ciziny, což ale platí u většiny dovezených strojů a je velkou překážkou při opravách strojů, protože se údržbáři musí všechno potřebné naučit sami a již v plném provozu.

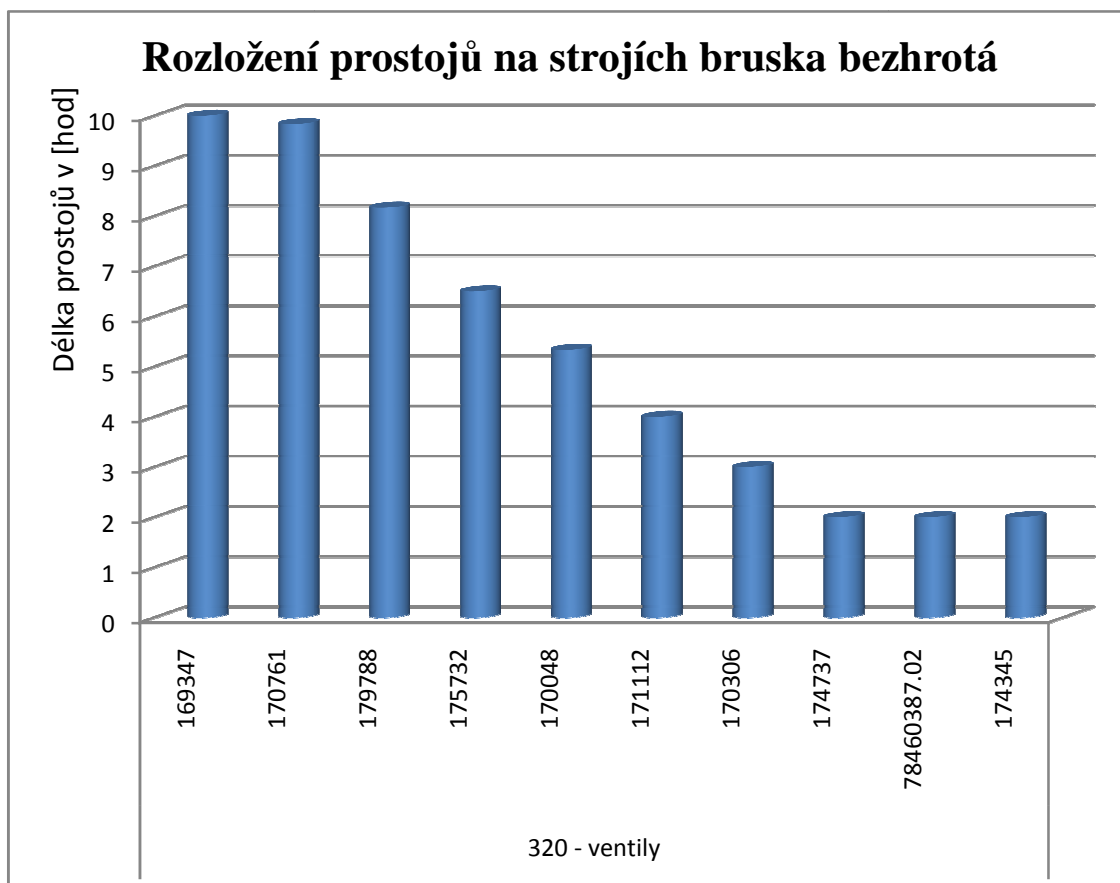


Obr. 18 Rozložení prostožů na strojích EMA



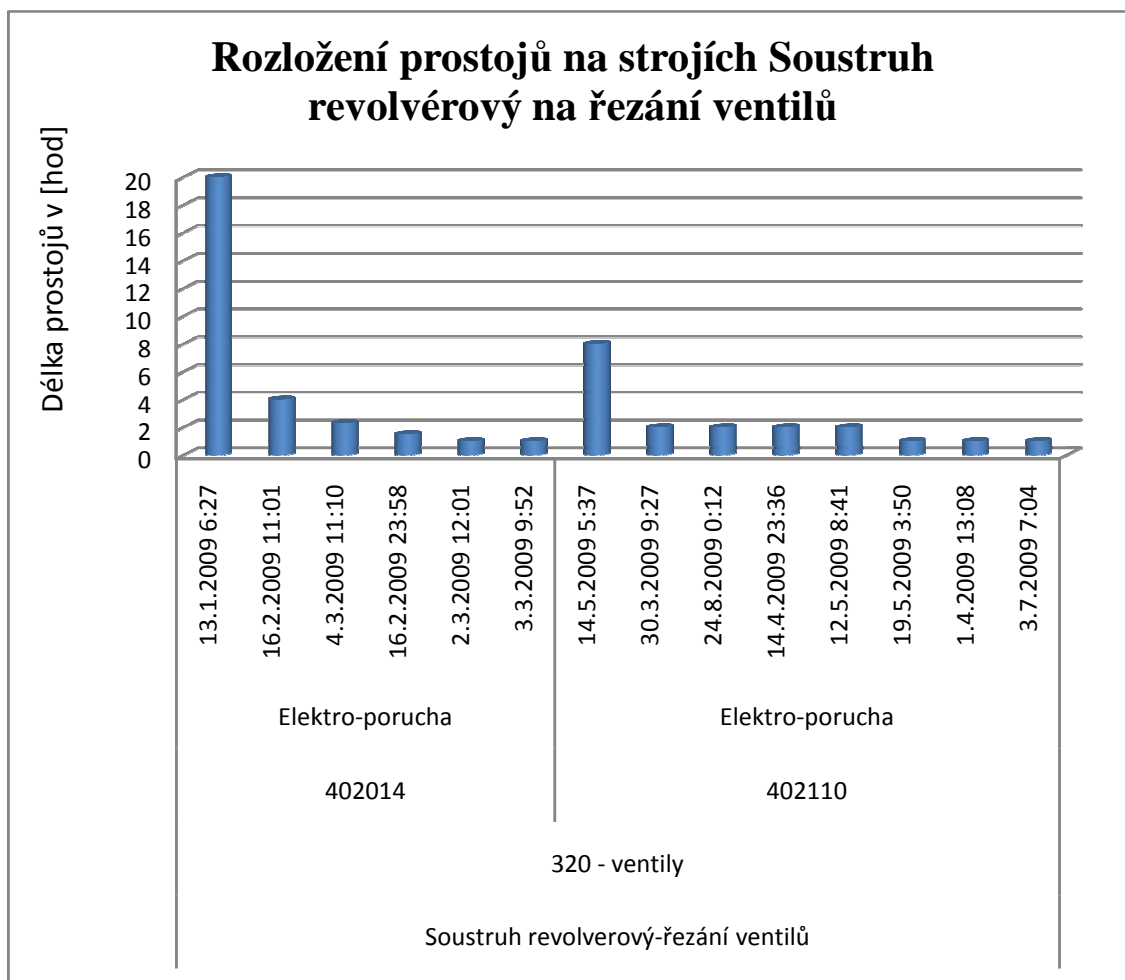
Obr. 19 Rozložení prostožů na strojích pro sváření třením

Výrobní postup při výrobě ventilů je povětšinu prováděn na brousících strojích a to zejména z důvodu hladšího povrchu ventilu, proto se na závodě vyskytuje velké množství brusek bezhrotých, jakož je tomu i na stř. 320. Z velkého množství pak plynou i celkově vyšší hodnoty prostožů, ale podrobnějším pohledem zjistíme, že například nejporuchovější bruska na stř. 320 s označením 169347, měla za tři čtvrtě roku pouze necelých deset hodin prostožů vedených na elektroúdržbu.



Obr. 20 Rozložení prostožů na bruskách bezhrotých

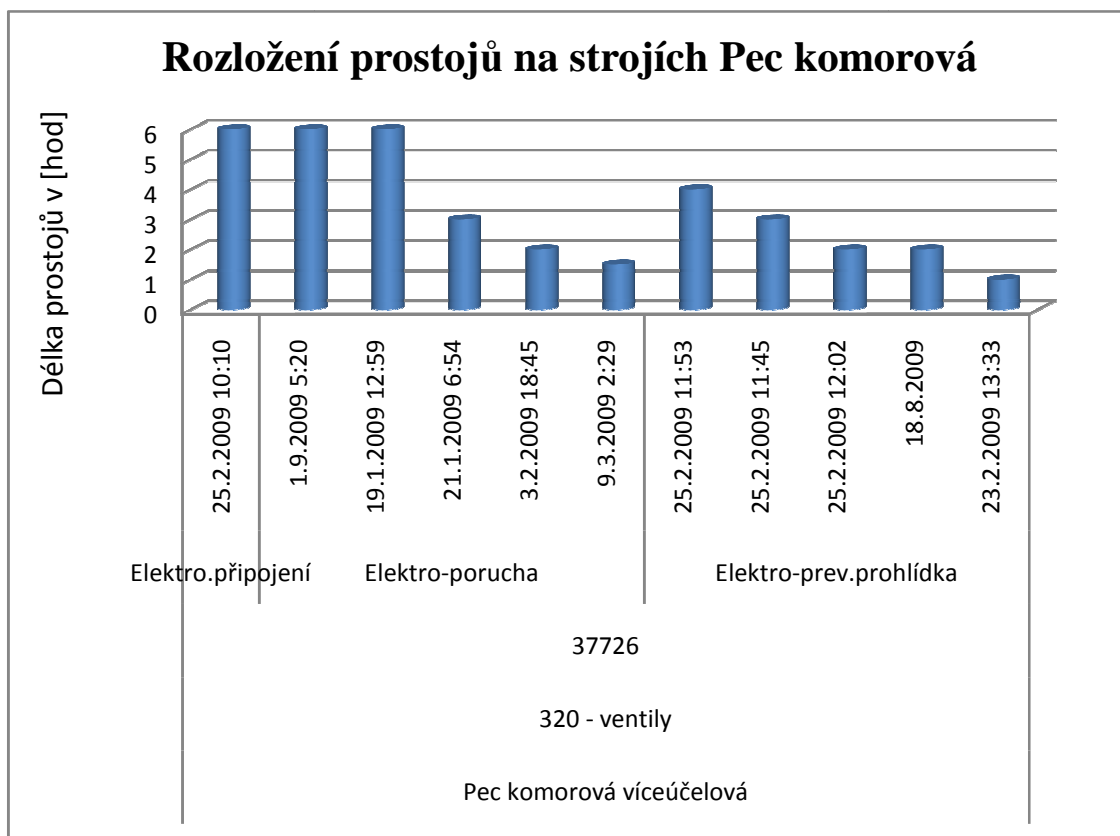
Po těchto bruskách jsou dalšími hodně poruchovými stroji soustruhy revolverové na řezání ventilů. Jak je vidět z grafu (Obr. 21), větší hodnotu elektro prostožů zaznamenal soustruh 402014, při podrobnějším zkoumání dat zjistíme, že tento stroj měl 13.01.2009 vážnou poruchu, na jejíž odstranění pracovníci elektro údržby spotřebovali 20 hodin práce. Pak již stroj vážnější poruchu neměl, u druhého soustruhu došlo k vážnější poruše 14.05.2009 na jejíž odstranění potřebovali pracovníci 8 hodin práce. Po této poruše se již další významná porucha nevyskytla. Bohužel databáze neposkytuje informace o tom jaká je příčina poruchy.



Obr. 21 Rozložení prostožů na strojích soustruh revolverový na řezání ventilů.

Posledními dvěma stroji, které mají podstatný vliv na výši prostožů za stř. 320 jsou Pec popouštěcí a Pec komorová. U těchto strojů stojí za pozornost zejména vliv povinných preventivních prohlídek na konečný stav hodnoty prostožů pro tyto stroje. U pecí popouštěcích činí prostoje spojené s preventivními prohlídkami více než polovinu všech prostožů u těchto strojů za sledované období. U pece komorové platí také, že preventivní prohlídky se podstatnou měrou podílí na celkových prostožích pro tento stroj. Za zmínku ještě stojí 6 hodin prostožů na připojení, jedná se obvykle o spolupráci se strojní údržbou na opravě mechanické části stroje, nebo o nějaké vylepšení či rozšíření funkce stroje.

Další stroje ze stř. 320 se již takovou měrou nepodílejí na prostožích, neboť 80% prostožů zabírá výše popsaná skupina strojů.

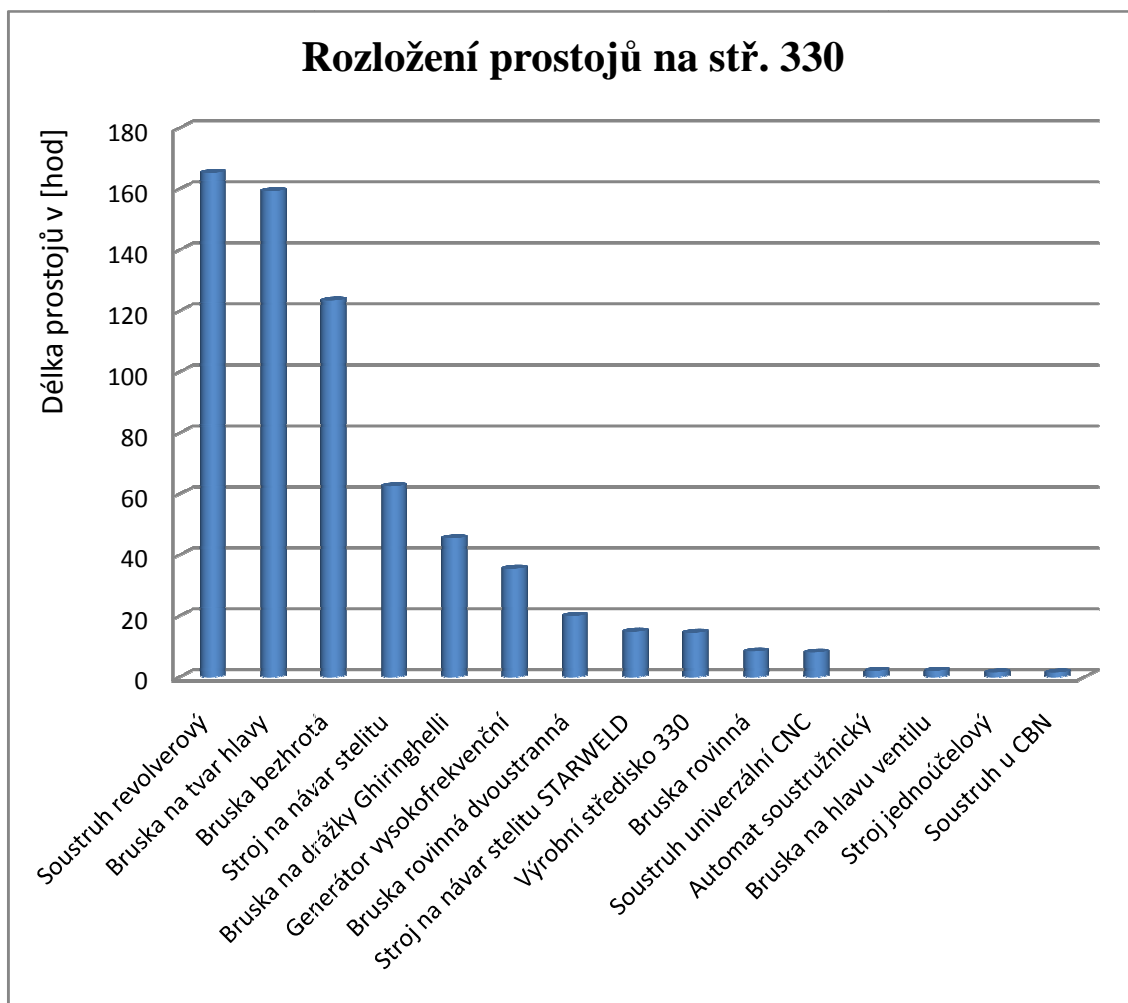


Obr. 23 Rozložení prostožů na stroji Pec komorová

6.2.1.2 Analýza prostožů na stř. 330

Středisko 330, je třetím výrobním střediskem na cestě, kterou materiál vydaný do výroby urazí při cestě k zákazníkovi. Na tomto středisku jsou opět nejvíce zastoupeny stroje na broušení, ale kvalita povrchu již musí být vyšší než u stř. 320. S tím souvisejí i větší požadavky na bezporuchový chod strojů. Vyskytují se zde, ale také soustruhy, či stroje na návar stellite.

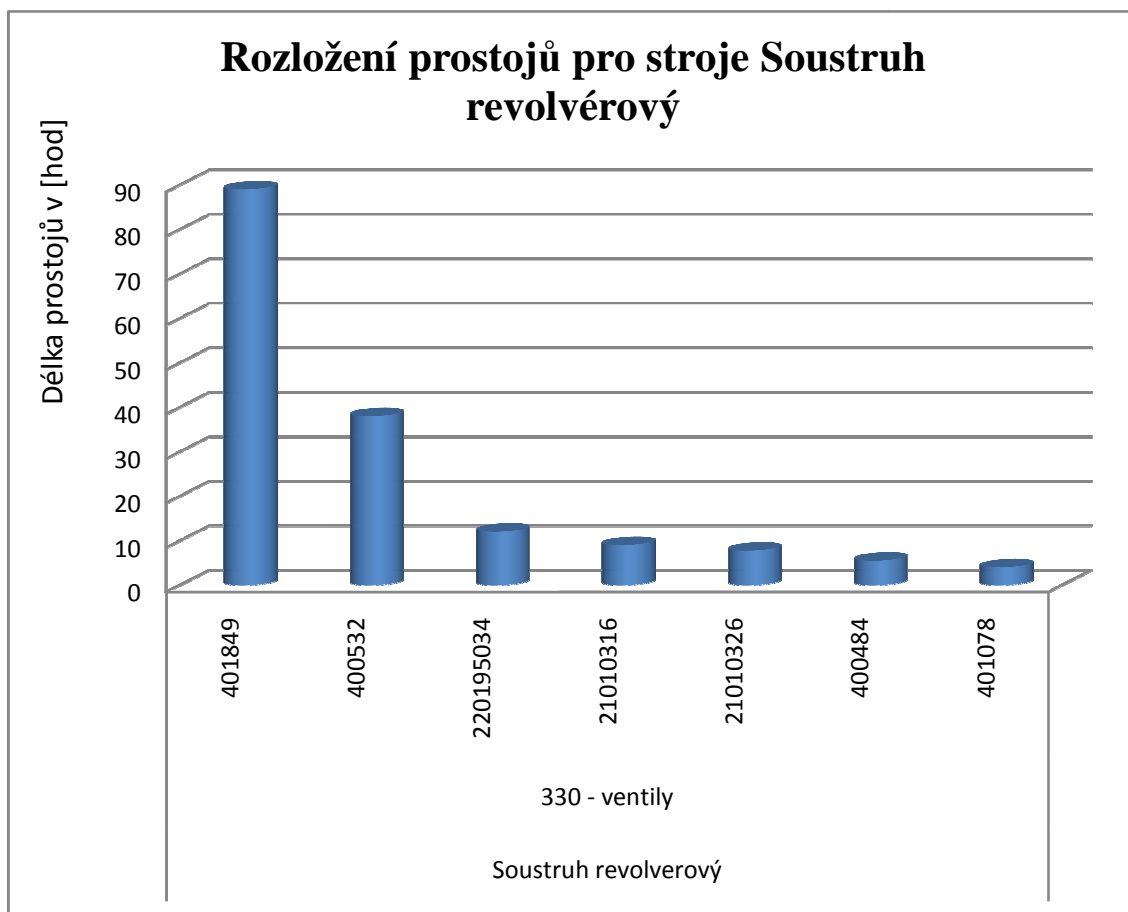
Na Obr. 24 je opět vidět rozložení prostožů na jednotlivé skupiny strojů podle označení.



Obr. 24 Rozložení prostožů na stř. 330 - celkový pohled

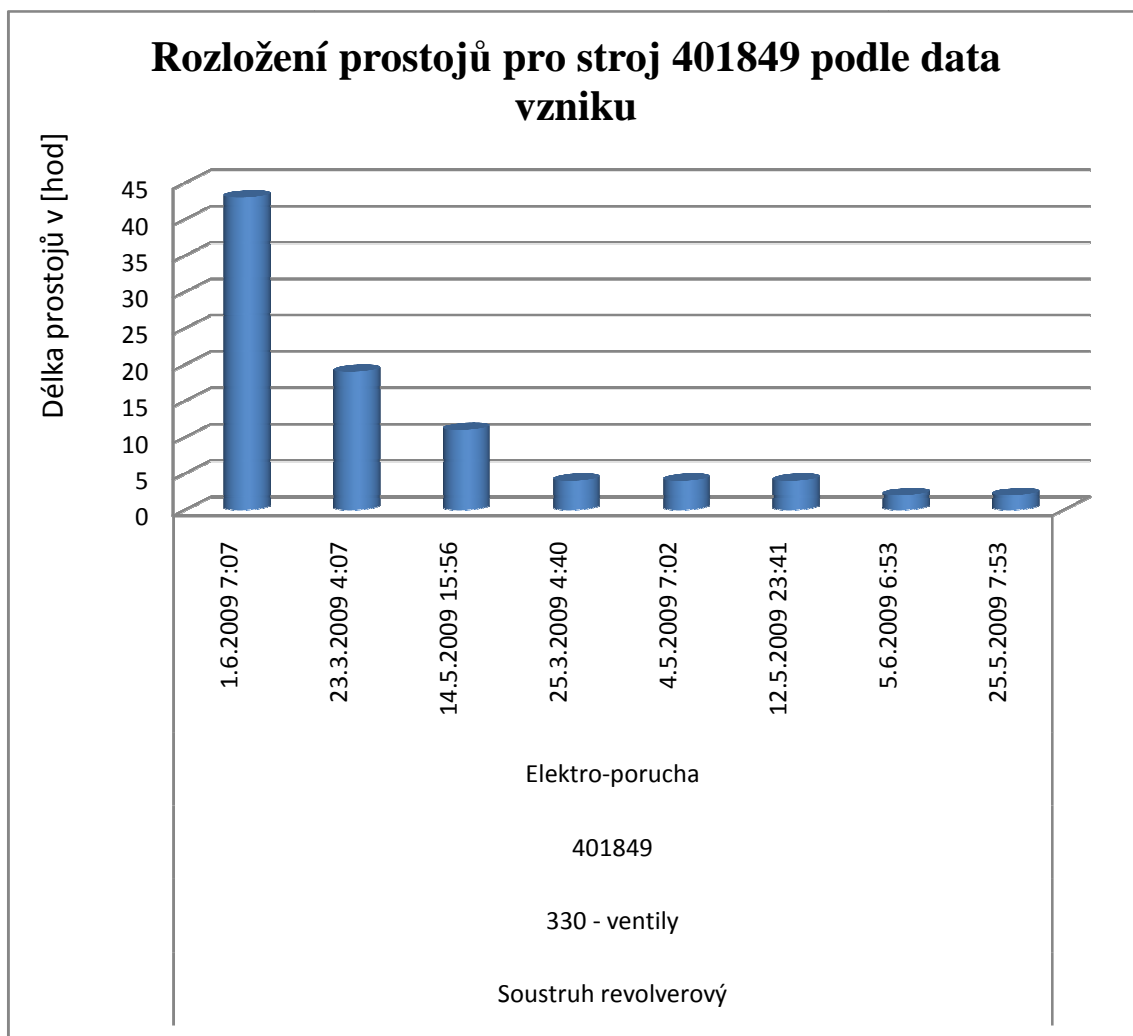
Když opět využijeme Paretova pravidla tak 80% prostožů tvoří tato pětice strojů. Jsou to Soustruh revolverový, Bruska na tvar hlavy, Bruska bezhrotá, Stroj na návar stellite a Bruska na drážky Ghiringhelli. Těmto strojům se věnujeme nyní blíže.

Největší vliv na hodnotu prostožů za stř. 330 mají soustruhy revolverové, jejichž podíl je téměř 25%. Nejvýznamnější přispěvovatel je stroj 401849, který za tři čtvrtletí zaznamenal 89 hodin, které ztrávili pracovníci elektroúdržby na odstranění poruch na tomto stroji.

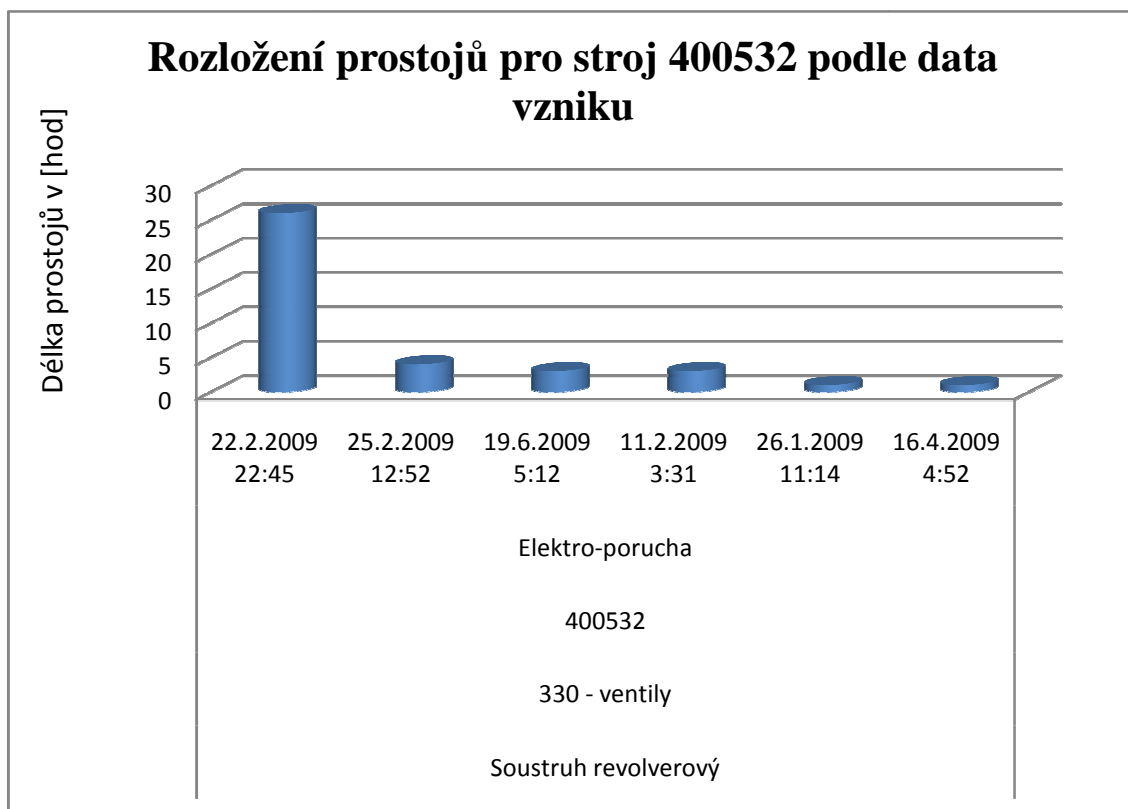


Obr. 25 Rozložení prostožů pro stroje soustruh revolverový

Na Obr. 26 je dobře vidět, že všechny poruchy se pohybují mezi březnem až červnem 2009. První známky o tom, že se strojem je něco v nepořádku můžeme pozorovat už od 23.03.2009, kdy se objevila první vážnější závada, bohužel jak je vidět poruchu se podařilo odstranit pouze částečně, neboť se četnost poruch postupem času zvyšovala, hlavně v květnu a vyvrcholila velkou odstávkou 1.06.2009., kdy odstranění poruchy zabralo 43 hodin. Dnes už zpětně samozřejmě nemůžeme říci, jak se porucha projevovala na chod stroje a jestli nebyly tlaky od výroby, aby byl stroj udržován v provozu i s menšími výpadky. Druhým strojem, který významnou měrou přispívá je soustruh 400532. I zde můžeme pozorovat shoršující se trend, který vyvrcholil velkou poruchou dne 22.02.2009, která zabrala údržbářům 26 hodin práce.

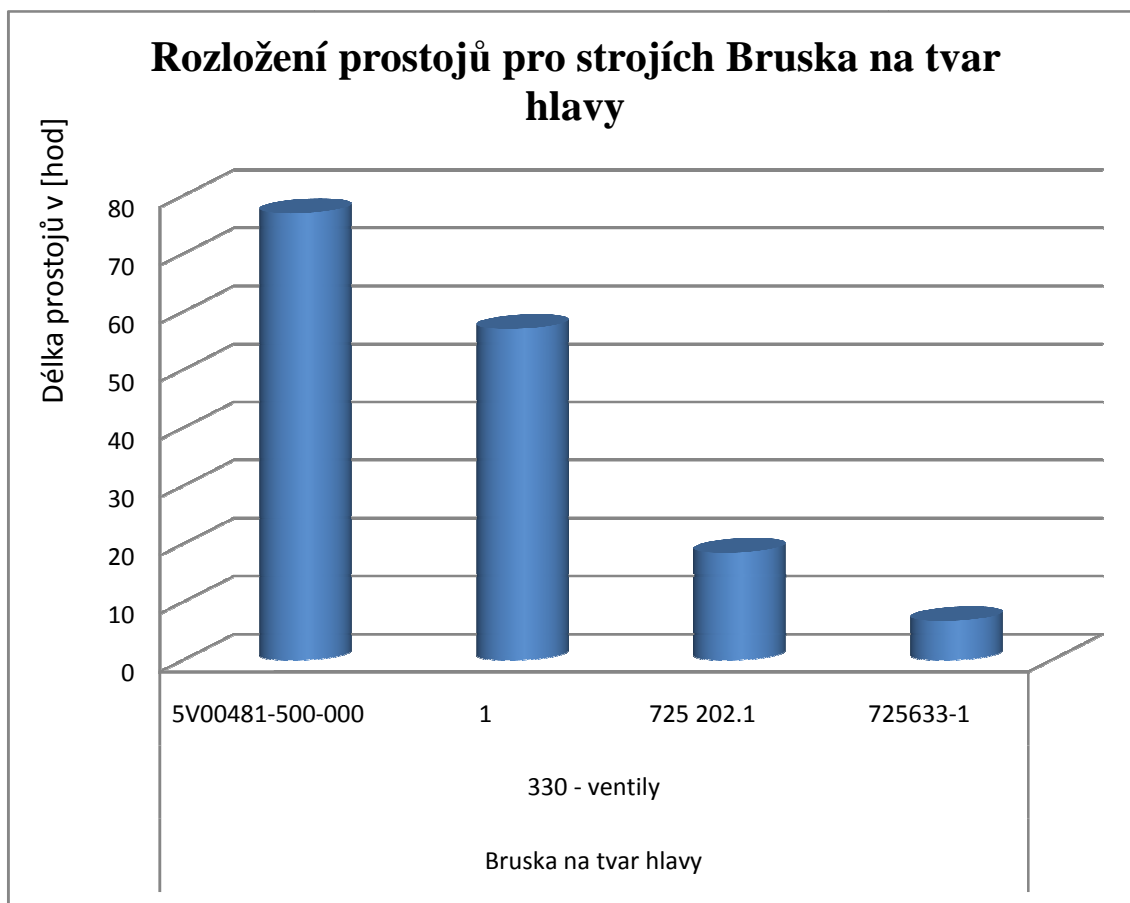


Obr. 26 Rozložení prostožů za stroj 401849 podle data vzniku



Obr. 27 Rozložení prostožů za stroj 400532 podle data vzniku

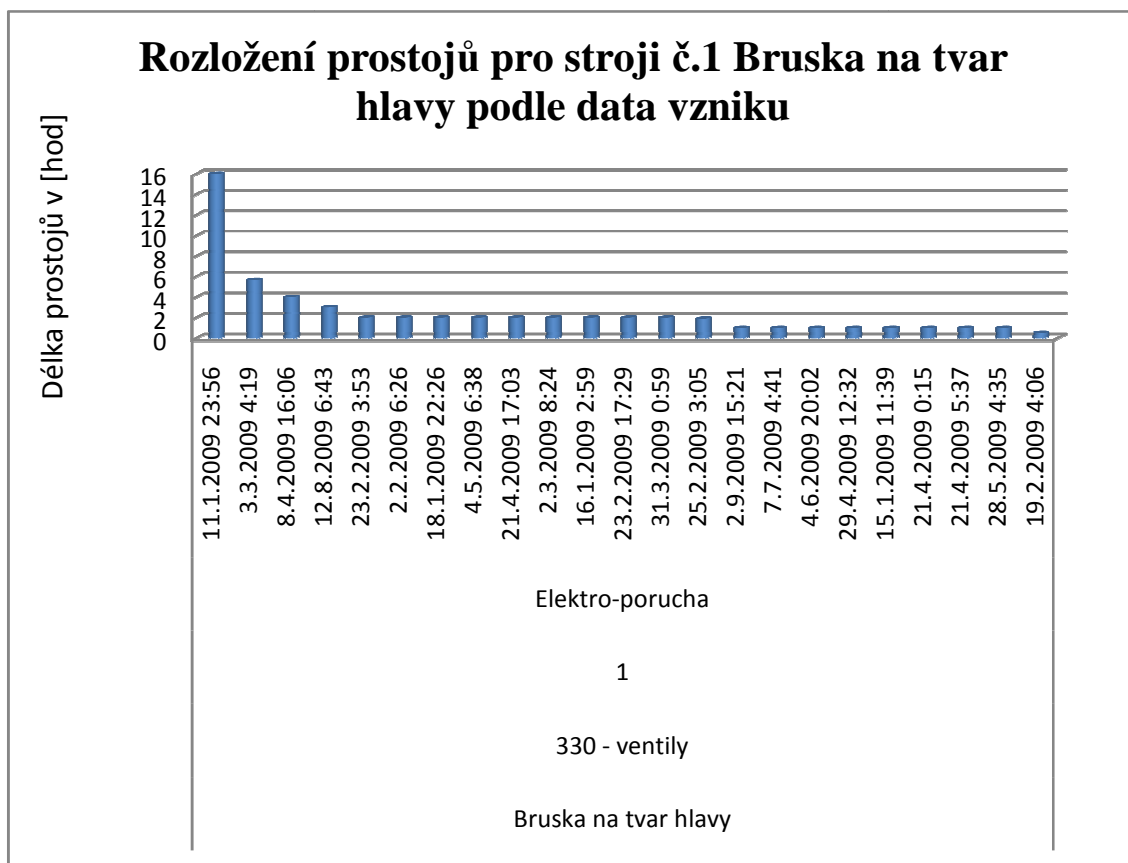
Druhými nejvíce poruchovými stroji na stř. 330 jsou brusky na tvar hlavy. Zastoupení strojů a rozložení je opět vidět na Obr. 28. Nejporuchovějším strojem je 5V00481-500-000, kde se poruchy objevovali hlavně mezi měsíci únorem až dubnem. Zajímavější je pohled na strukturu poruch u stroje s číslem 1, kdy dochází během celého období k poruchám, které mají krátké trvání. Výjimku tvoří porucha ze dne 11.01.2009, kdy docházelo k najetí výroby po vánoční přestávce.



Obr. 28 Rozložení prostožů pro stroje Bruska na tvar hlavy

Takto vysoká četnost opakování poruch, jako je tomu u stroje č.1 nasvědčuje tomu, že poruchy mohou být způsobeny např. špatným chladicím olejem, který rozežírání či naleptává elektrické prvky na stroji použité nebo žhavými šponami, které padají tam kam nemají nebo opotřebenými tlumicími prvky kdy vlivem otřesů dochází k poškození stroje.

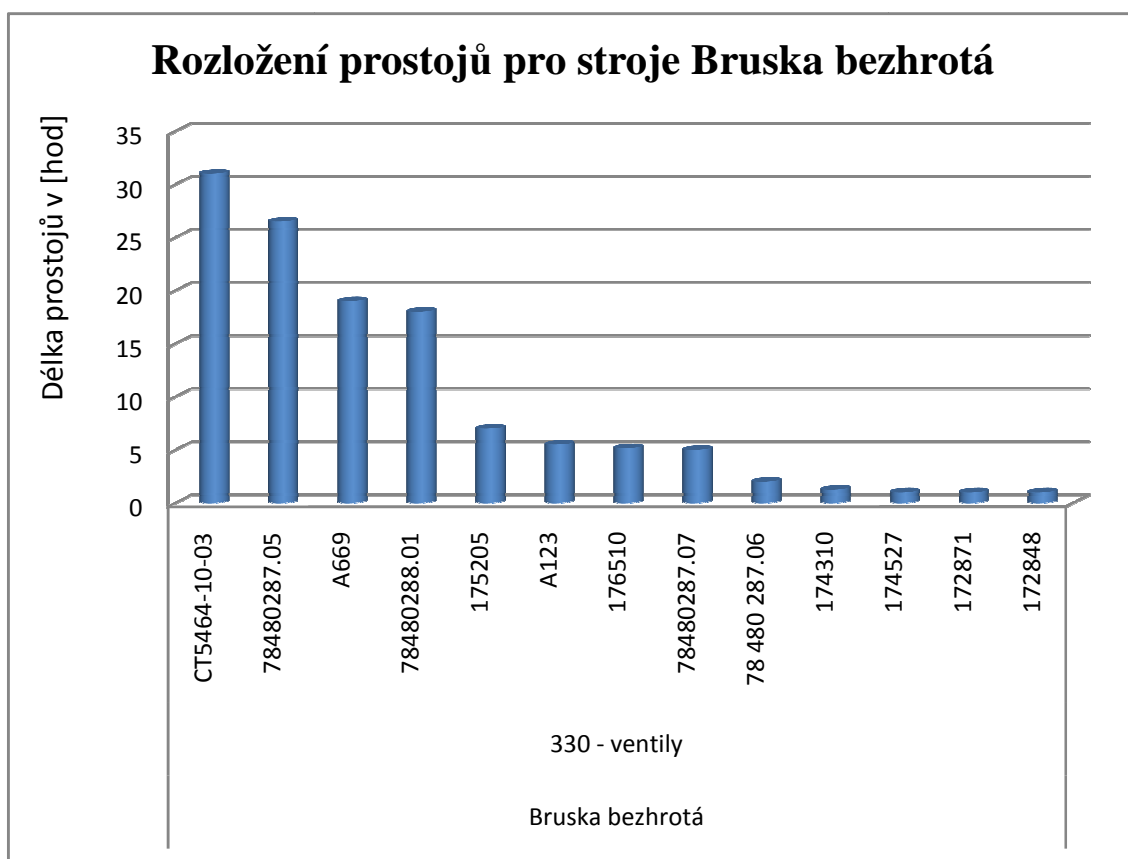
Třetími stroji v závažnosti poruch na středisku 330 jsou brusky bezhroté. Vysoká celková suma prostožů je způsobena víceméně počtem těchto strojů. Nejvíce hodin v poruše vykazuje stroj CT5464-10-03, ale poruchy se vyskytují v krátkém časovém intervalu a s přihlédnutím k tomu, že v tomto období roku 2009 bylo velmi bouřlivé počasí s častými výpadky proudu, které mohou být původcem těchto poruch. U tohoto stroje také platí, že v případě vypnutí se stroj velmi obtížně najíždí.



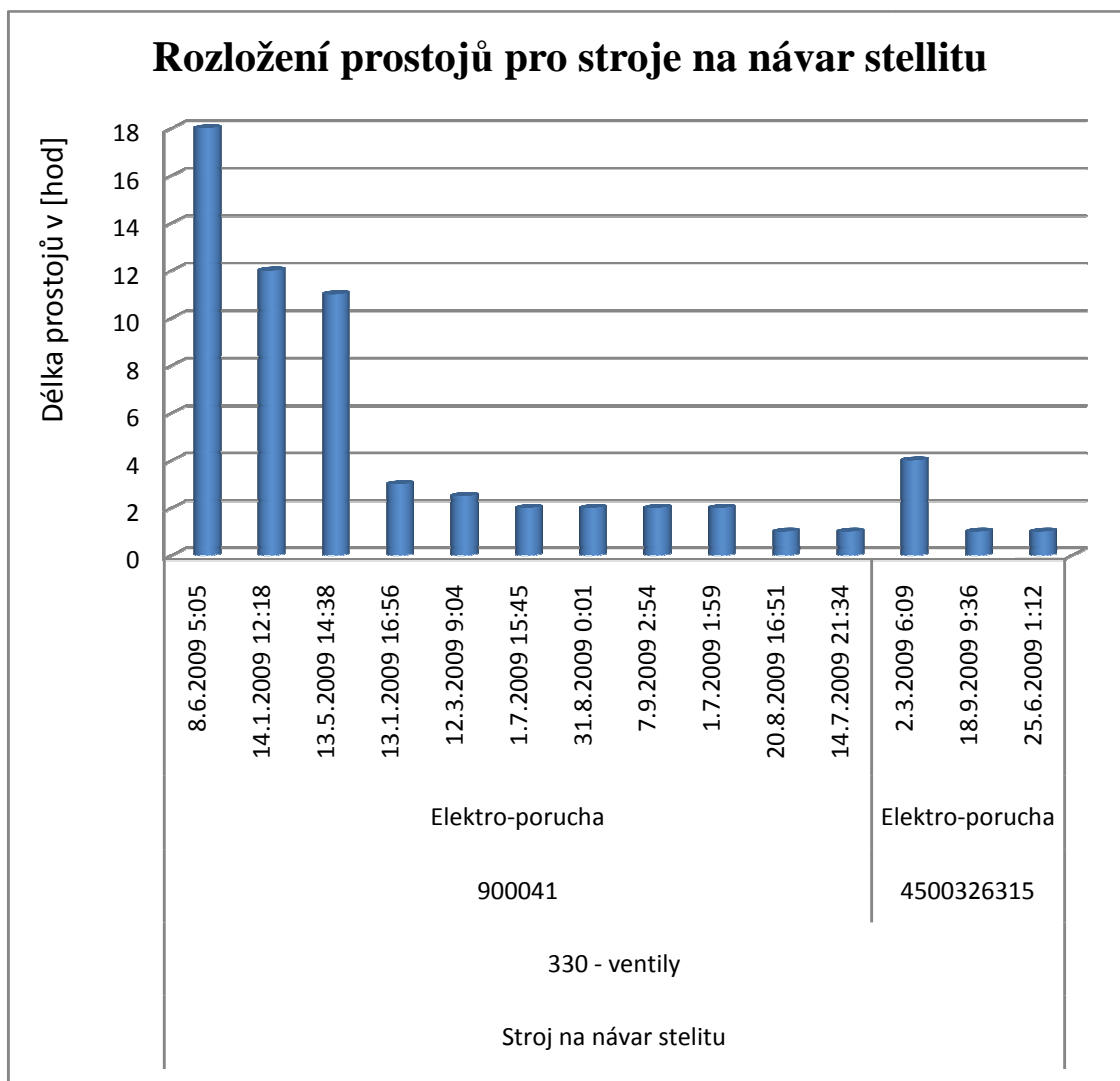
Obr. 29 Rozložení prostožů za stroj bruska na tvar hlavy podle data vzniku

Dalším zdrojem poruch v letním období bývá nadměrná teplota na hale a s tím související špatné chlazení motorů a hlavně měničů, jejichž pracovní teplota je kolem 30°C. U ostatních strojů už nelze vysledovat nějakou souvislost v prostožích, u těchto strojů se vyskytuje jedna závažnější porucha a pak následuje několik málo poruch dalších, ale jak již bylo zmíněno, z databáze nelze vyčíst, o jaké poruchy se jedná, a proto nelze ani říci jestli a kolikrát se opakují.

Dalším strojem v pořadí je Stroj na návar stellitu (Obr. 31). Jedna se o dva stroje, prvním je stroj s číslem 4 500 326 315, jehož stáří je 4 roky, druhým strojem je číslo 900 041, který byl dovezen do závodu jako poslední a který se vymyká všem ostatním strojům, které se na stejnou práci používají. Nepříznivým vlivem, který podstatně ovlivňuje poruchovost tohoto stroje je stellit, který se na ventil navaňuje. Stellit se sype na otáčející se ventil jako prášek. Tento prášek neulpívá pouze na kuse ale i všude jinde, zejména na saních, po kterých jezdí hořák a ty se po čase zadřou, nebo dojde k poruše motoru či šroubu. To samé platí i pro stroje Starweld.

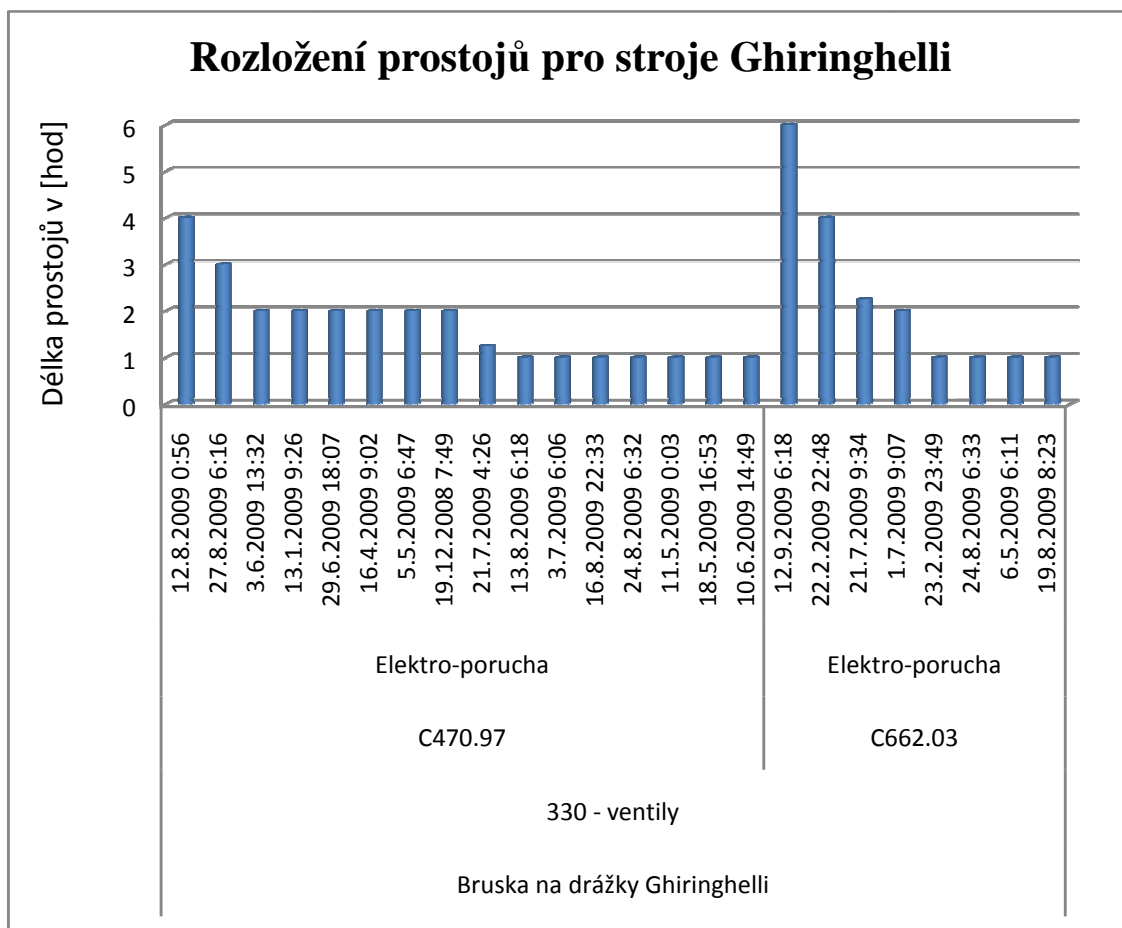


Obr. 30 Rozložení prostožů pro stroje bruska bezhrotá stř.330



Obr. 31 Rozložení prostožů na strojích na návar stellitu

Posledními stroji dle Paretova pravidla 80/20 jsou stroje Ghiringhelli (Obr. 32). Jedná se o velmi atypické stroje a v závodu se vyskytují pouze dva. Jejich atypičnost tkví v otočné ose C, jejíž otáčení je řízeno dvojicí motorů. Jeden z nich je hnací a druhý vymezuje vůle. Převod je řešen pomocí řemenů, které se po čase vytahají, a leckdy dojde k přeskočení o zub. Dalším zdrojem poruch u těchto strojů je vysoká teplota jak v pracovním prostoru, kde se k chlazení používá řezný olej, tak i v rozvaděči, který je osazen velkým množstvím prvků, které při chodu stroje produkují velké množství tepla. Je proto nutné dbát na to, aby chladicí jednotky instalované na rozvaděčích správně fungovaly, hlavně venkovní čistota chladičů je rozhodující.



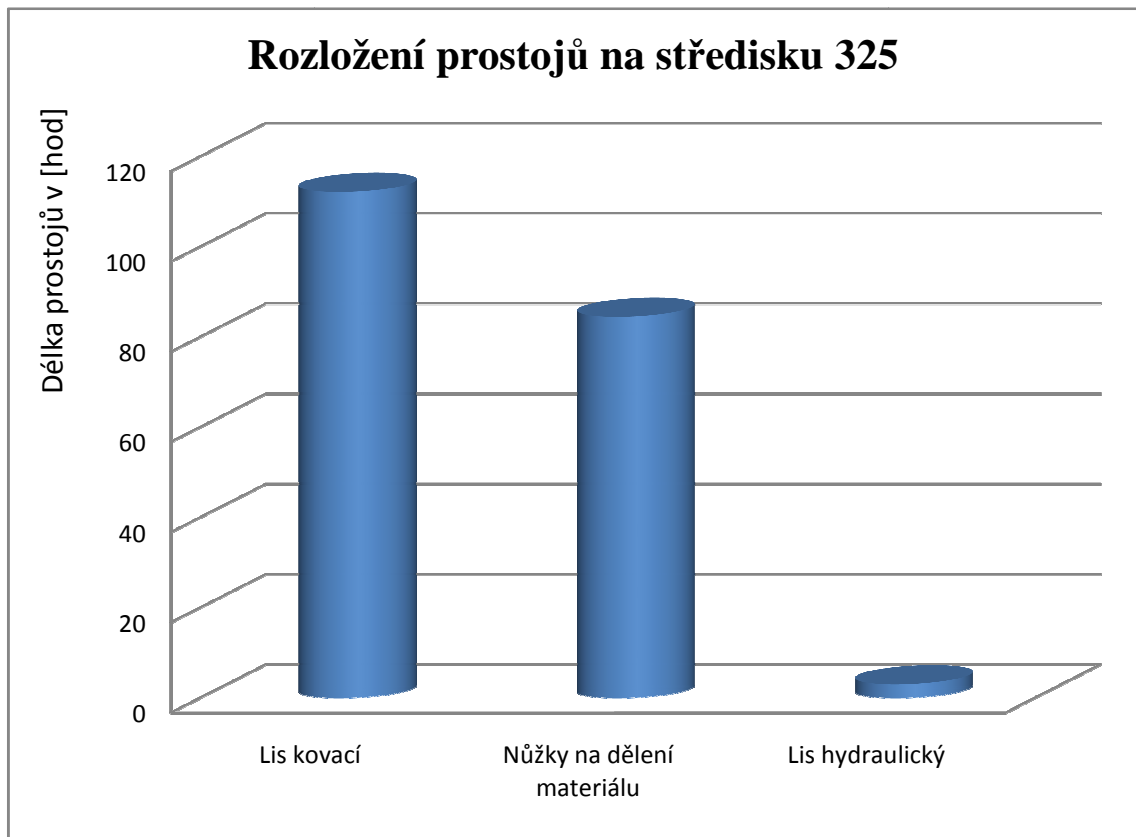
Obr. 32 Rozložení prostožů na strojích Ghiringhelli

6.2.1.3 Analýza prostožů na středisku 325

Jak již bylo zmíněno výše, na tomto středisku se zatím nacházejí pouze tři stroje, dva kovací lisy National a stříhací nůžky. Jako pomocný stroj k lisům je zde ještě hydraulický lis. Technologie použitá pro kování, přímo ovlivňuje poruchovost těchto strojů. Na kovacích lisech se používá grafitová vazelína k mazání zápustek, ale tato vazelína se díky zakládacímu zařízení dostává téměř všude. Dalším podstatným vlivem je, že se zde používají přířezy, jejichž teplota je v případě lisů 1100°C a v případě nůžek 300°C. V případě, že dojde k pádu přířezu mimo vymezený prostor, propálí vše, co mu stojí v cestě. Třetím zdrojem poruch je u stříhacích nůžek nevhodně zvolený typ vážení ustříhnutých přířezů na stříhacích nůžkách, jelikož se váží s přesností na 1g, ale přitom vibrace celý systém výrazně rozhazují. Čtvrtým zdrojem poruch u Nůžek na stříhání materiálu je vysoká produkce lisu. Nastříhaný materiál třídící mechanismus rozhazuje na dvě váhy a často zde dochází k tomu, že se materiál někde vzpříčí nebo zasekne a

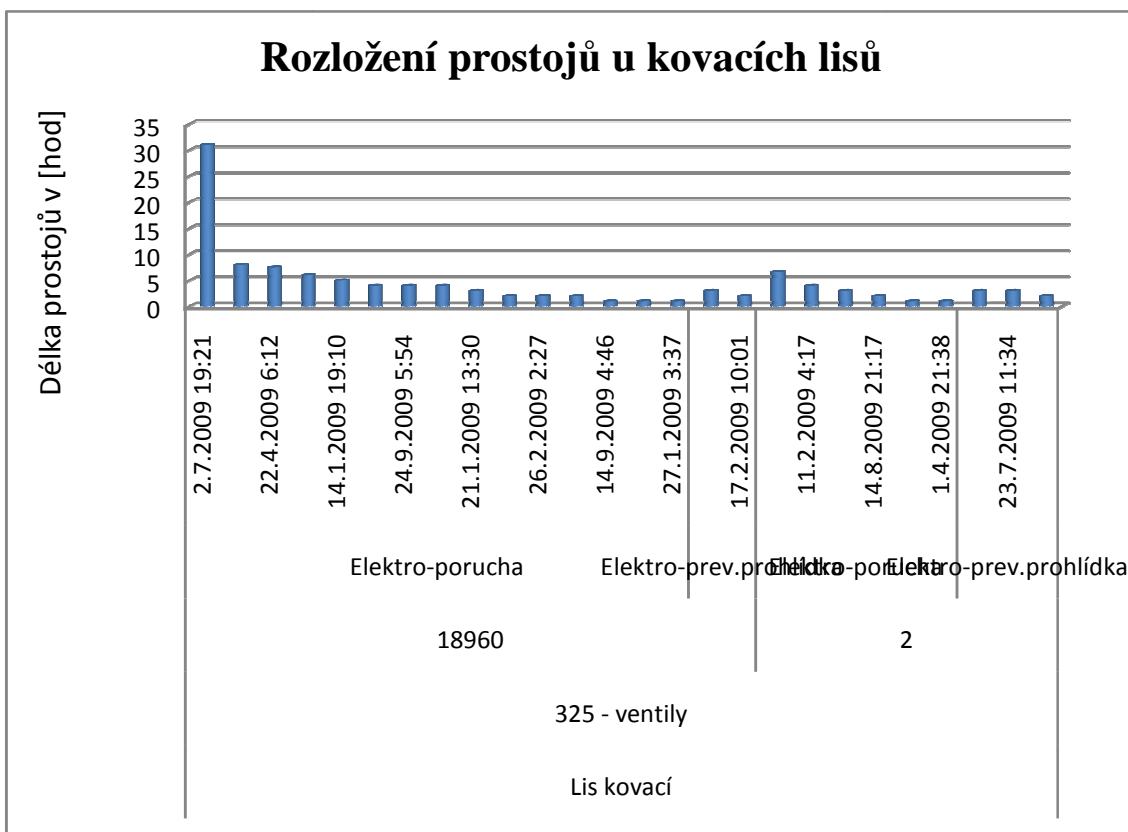
nezřídka se stává, že tím dojde k zničení váhy. Následná výměna váhy pak trvá mezi jednou až dvěma hodinami.

Na Obr. 33 je vidět rozložení prostožů na jednotlivé stroje, zatímco dva kovací lisy si vyžádaly 112 hodin práce elektroúdržby, Nůžky na dělení materiálu si sami vyžádaly 85 hodin práce elektroúdržby. Třetím v pořadí je hydraulický lis, který se používá jako pomocný stroj k lisům.

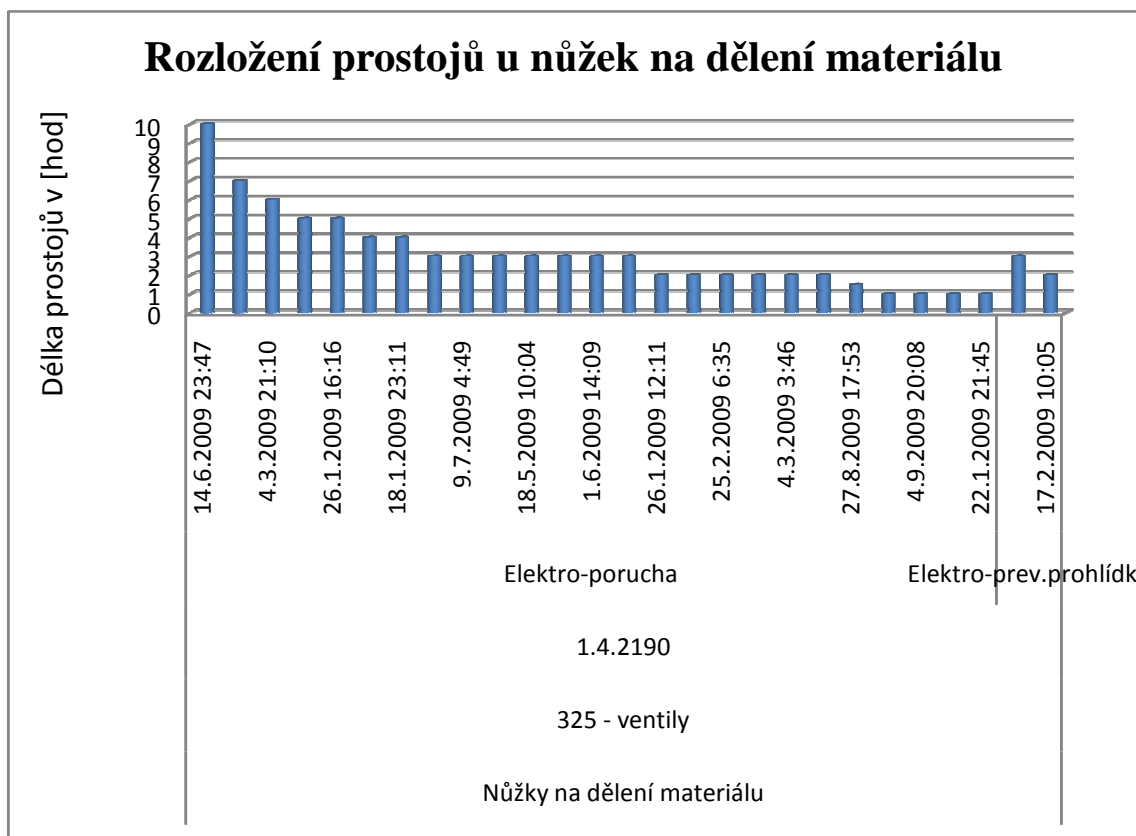


Obr. 33 Rozložení prostožů na stř. 325

Když si srovnáme strukturu prostožů u kovacích lisů a nůžek tak je vidět, že u lisů je dominantní jedna hlavní porucha (31hod práce) a potom již několik poruch malých, u stříhacích nůžek je četnost poruch daleko vyšší a hlavně na odstranění těchto poruch je potřeba daleko více času než je tomu u kovacích lisů. Na vině nůžek na dělení materiálu je jednoznačně třídící mechanismus a vážení nastříhaných špalíků. Poruchy se nedaří eliminovat ani díky měsíčním preventivním prohlídkám, některé lze vidět i na grafech (Obr. 34, Obr. 35). Nůžky jsou tak dlouhodobě nejčastěji porouchaným strojem společně s kalíci stroji EMA.



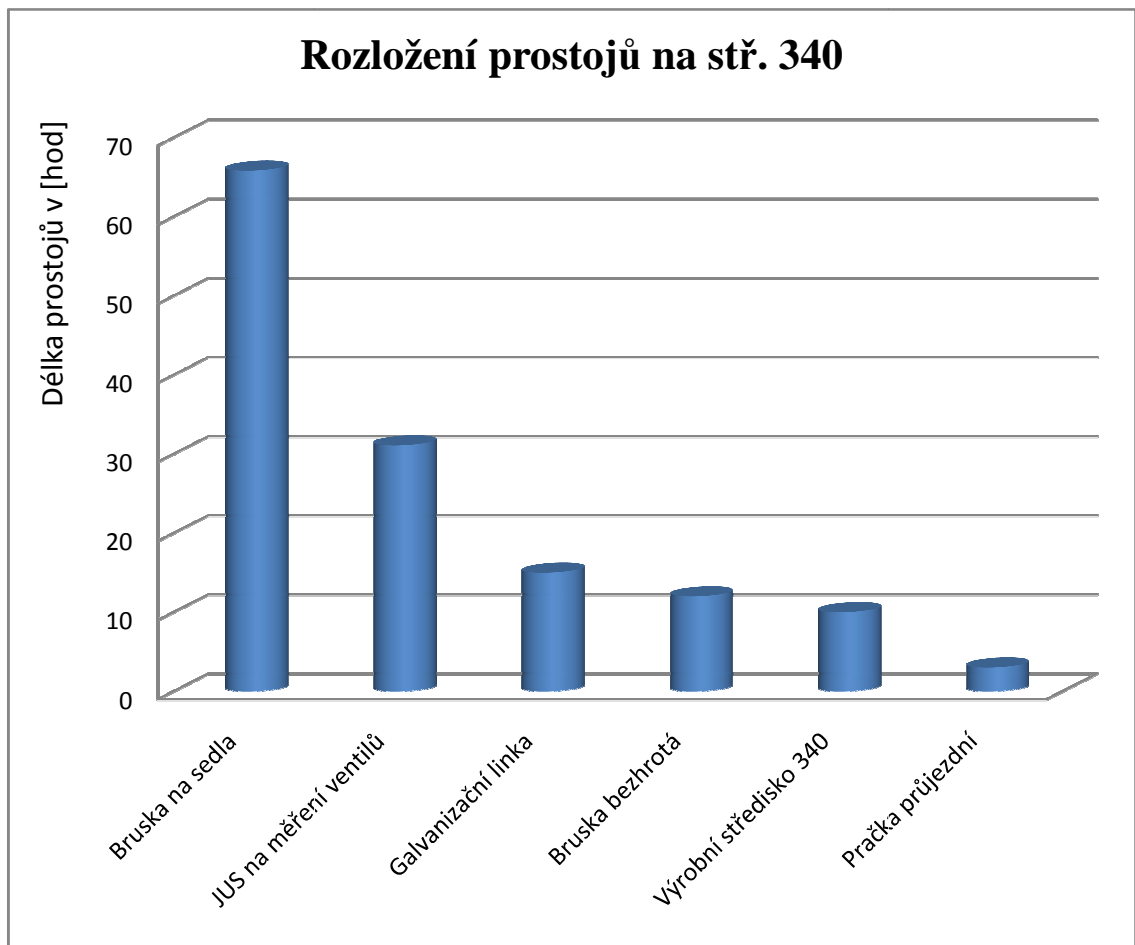
Obr. 34 Rozložení prostožů u kovacíh lisů



Obr. 35 Rozložení prostožů pro nůžky na dělení materiálu

6.2.1.4 Analýza prostožů na stř. 340

Na tomto středisku dochází k finální úpravě ventilu, jeho kontrole a předání na expedici. Nejvíce zaměstnávaly pracovníky elektroúdržby brusky na sedla, pracovníci na nich strávili celkem 66 hodin. Tento čas je rozložen mezi sedm strojů. Prostoje tohoto střediska už jsou však v porovnání s prostoji středisek 320 a 330 téměř pětina. Je, ale žádoucí se i těmito prostoji zabývat, neboť po tomto středisku už výrobky putují přímo k zákazníkovi a v dnešní době minimálních zásob může jednoduše dojít k tomu, že se dodávka k zákazníkovi opozdí.



Obr. 36 Rozložení prostožů na středisku 340

6.2.1.5 Analýza prostožů na střediscích 335 a 371

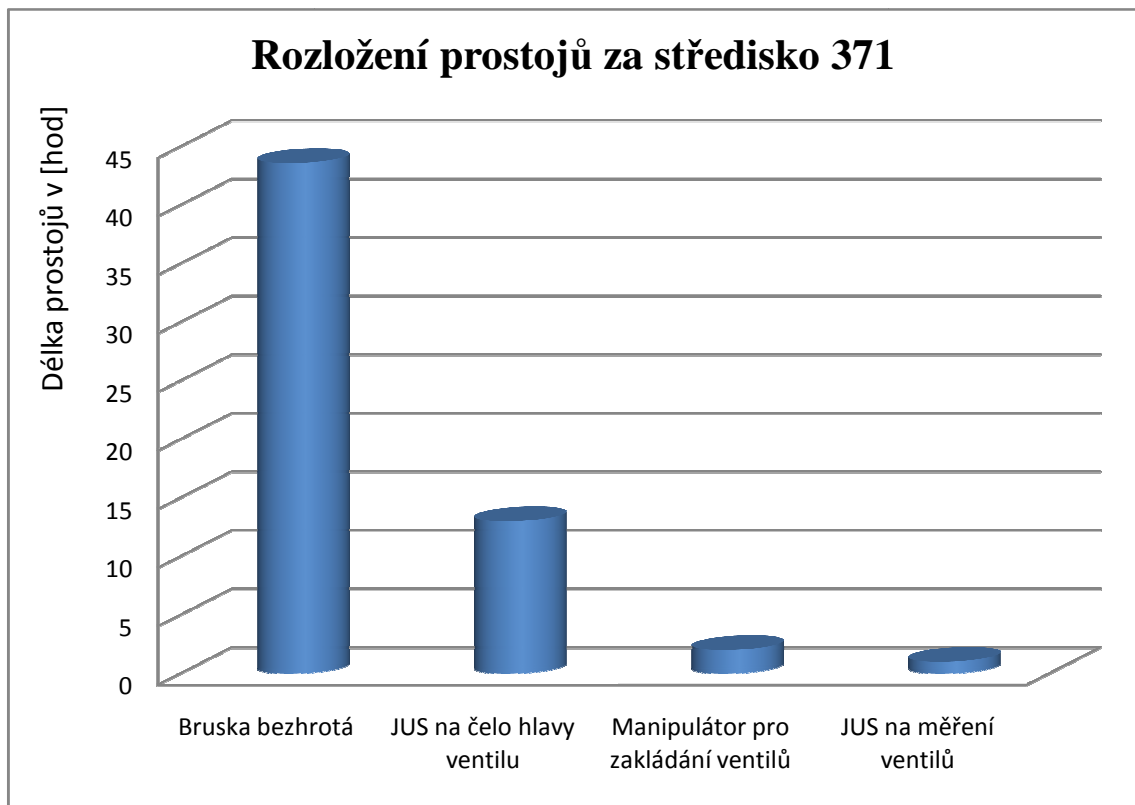
Obě tyto střediska mají hodně společného. Obě mají stroje uspořádané do linkového provedení, což znamená, že vypadne-li jeden stroj, zastaví celou linku. Toto platí jen částečně, protože v lince jsou stroje různé rychlosti strojního cyklu tzn. že v lince jsou umístěny zásobníky, které vyrovnávají strojní cykly strojů a jsou schopny částečně kompenzovat i drobné výpadky strojů před těmito zásobníky.

U střediska 335 je ještě jeden závažný problém a to je stáří většiny strojů, které přesahuje 10 u některých strojů i 20 let. U těchto strojů je pak v případě závažnější poruchy velký problém sehnat odpovídající náhradní díl. Některé ze strojů jsou dokonce řízeny pouze reléovou logikou, což velmi ztěžuje hledání závady.



Obr. 37 Rozložení prostožů za stž. 335

Nejproblematictějším strojem na stž. 371 je Jus na čelo hlavy ventilu, jehož poruchovost i staří jsou nadprůměrné a je potřeba uvažovat v blízké době o generální opravě, nebo náhradě. Toto platí jak pro stroje na stž. 335 tak i na stž. 371.



Obr. 38 Rozložení prostožů na stř. 371

6.2.2 Analýza prostožů z databáze vedenou výrobním úsekem

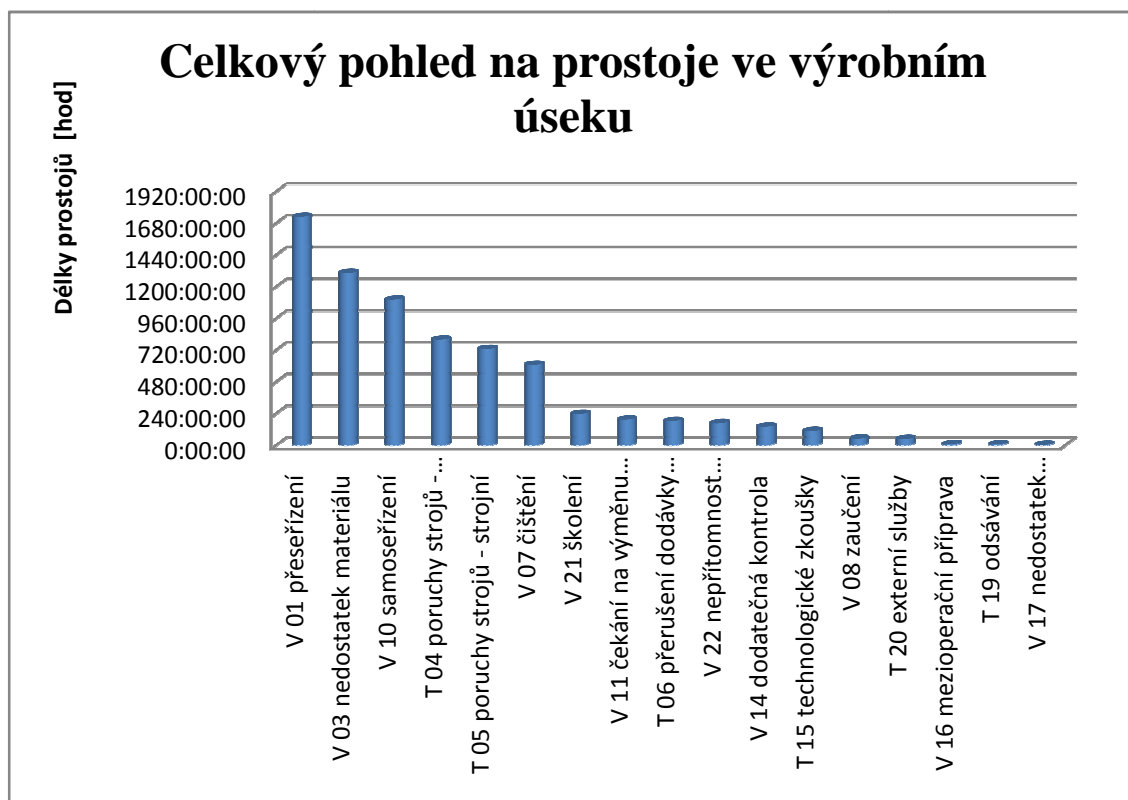
Databáze spravovaná výrobním úsekem obsahuje nejen prostoje způsobené poruchami stroje, ale i prostoje na přeseřzení, samoseřzení, čištění, čekání na změření ventilu a další.

Ještě než se budeme blíže zabývat daty z databáze, je dobré zmínit, že první nevýhodou této databáze je jev, že když jeden z prostožů na stroji trvá, nelze již na tento stroj napsat jiný prostož, například vyskytne-li se při přeseřzení porucha (zalomený šroub apod.), tak tuto poruchu již do systému není možno dopsat, protože neskončil prostož spojený s přeseřzením. To data velmi zkresluje. Dále prostoje trvající jen krátký okamžik do 15 min nebývají do databáze vůbec zapsány.

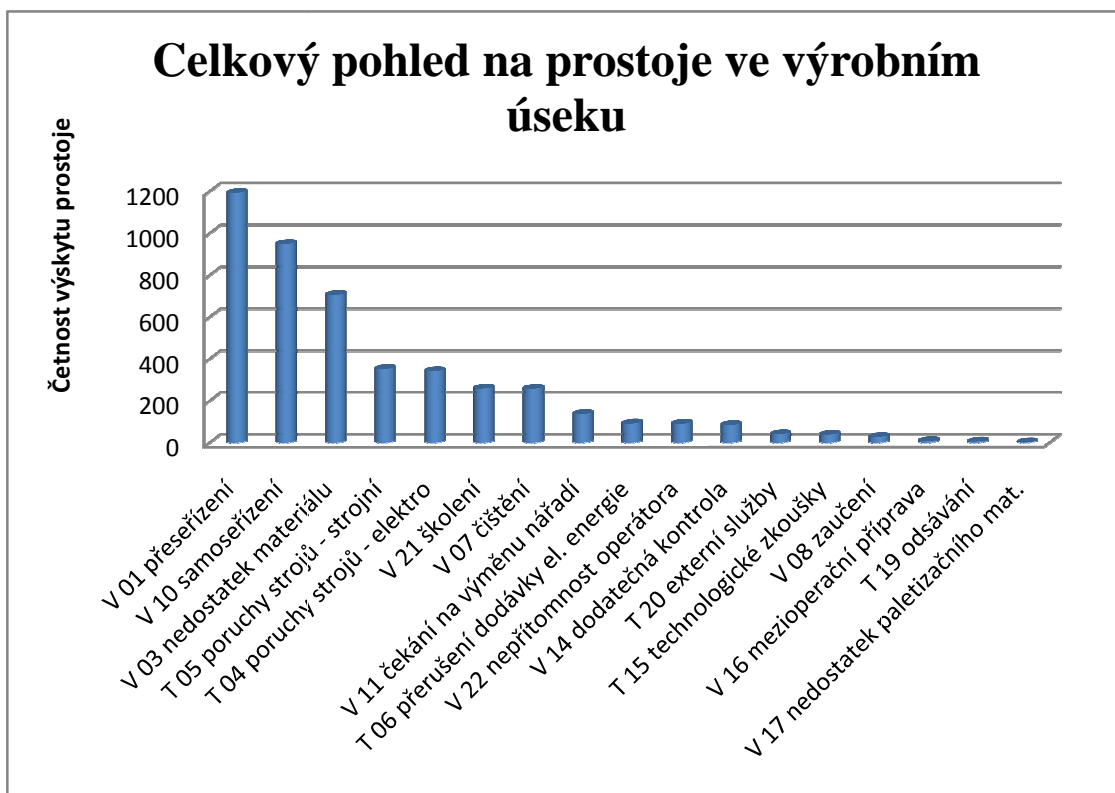
Další nevýhodou je to, že některé stroje jsou zařazeny do programu, ve kterém se hlídá plnění plánu výroby, a u těchto strojů se záznamy o prostožích vedou velmi pečlivě, zatímco u ostatních strojů, které do tohoto programu zařazeny nejsou je pečlivost s vedením záznamů horší.

Nyní už ale přistupme k analýze dat. Data pořízena pokrývají stejně jako data z managementu úkolů období od 01.01.2009 až po 24.09.2009. Je to z důvodů porovnání údajů mezi databázemi. Na

Obr. 39 je vidět jaké typy prostožů se ve výrobním úseku vyskytují. Nejčastěji i nejdéle trvajícím prostožem je prostož na přeseřizení stroje, následovaný prostoži na samoseřizení a nedostatkem materiálu.



Obr. 39 Celkový pohled na prostože ve výrobním úseku



Obr. 40 Četnost výskytu prostoje ve výrobním úseku

Na čtvrtém místě co do délky trvání a na pátém co do četnosti se nachází prostoje spojené s elektroúdržbou. Z grafů (

Obr. 39,

Obr. 40) lze vyčíslit, že pracovníci elektroúdržby strávili na opravách celkem 799 hodin a 24 minut a zasahovali 342 krát v tomto období. Když vezmeme v úvahu, že jeden pracovník za měsíc stráví v práci 160 hodin (podle měsíce), tak i při 70% vytížení pracovníka dostáváme 112 hod/měsíc tzn., že za devět měsíců je to 1008 hod/pracovníka. Při pohledu na hodnotu z databáze, jsou už teď zřejmé, nedostatky ve vedení záznamů teamleadry.

Když se podíváme, jak jsou data v databázi vedena, zjistíme, že jsou vedena diametrálně odlišně od dat v databázi Management úkolů. Každý stroj zde stojí jako samostatný, není zařazen do žádné skupiny strojů, jak je tomu v managementu úkolů. Nejsou zde také vedeny preventivní prohlídky.

Přístupme nyní k analýze podle jednotlivých středisek (grafy jsou uvedeny v příloze).

6.2.2.1 Středisko 320

Součet délek elektro prostožů za toto středisko je 199 hodin 45min, což oproti 667 hodinám z databáze managementu úkolů je i když vezmeme v potaz, že pracovníci pracují ve dvou, hodně málo.

Nejporuchovějším strojem na tomto středisku je LVE 250 s 38 hodinami prostožů, následovaný kalícím strojem EMA-BA2. V součtu jsou tak kalící stroje EMA i zde nejporuchovějšími stroji se součtem 61,5 hod.

Zajímavé je srovnání u stroje UPWS25-3. Zatímco z databáze výrobního úseku by se dalo říci, že tento stroj je téměř bezporuchový (pouze 3 hod.), to z databáze management úkolů vyplývá jasně, že tento stroj za bezporuchový považovat nelze (77 hod. práce). Pouze to vypovídá o problému s vedením zápisů.

6.2.2.2 Středisko 330

V této databázi jsou spojena stř. 330, 335 a 371 v jedno a to 330. Součet délek elektro prostožů za toto středisko je 405 hodin 04 min, což oproti 815 hodinám z databáze managementu úkolů (MÚ), není zase tak špatný výkon, zopakujeme-li, že pracovníci elektro údržby pracují obvykle ve dvou. Svědčí to o větší pečlivosti teamleadrů na tomto středisku při zapisování prostožů.

Nejporuchovějším strojem z tohoto střediska je stroj na návar stellitu STELLITE 9000, který se pohybuje na předních místech poruchovosti i v databázi MÚ. Všechny stroje, které se pohybují na předních místech v databázi výrobního úseku, pro toto středisko, se pohybují na předních místech i v databázi MÚ. Je si dobré všimnout např. JUS-soustružení čela (W-linka), který je i zde velmi poruchový.

6.2.2.3 Středisko 340

Celkový součet elektro prostožů za toto středisko je 86 hodin 05 min. Vynásobíme-li to dvěma tak dostáváme 173 hodin, což se shoduje s hodnotou z databáze MÚ. Lze tak říci, že pečlivost teamleadrů, v tomto středisku, se zápisy, je nejlepší.

Neporuchovějším strojem na tomto středisku je bruska na sedla Blumberg (L-linka), následována další bruskou na sedla FHV-CNC a Blumbergem 3. Dalšími

v pořadí jsou opět brusky na sedla, tak že lze říci, že obecně jsou brusky na sedla nejporuchovějšími stroji na tomto středisku, což potvrzují i data z databáze MÚ.

6.2.2.4 Středisko 325

Celkový součet elektro prostojů za toto středisko je 108 hodin 15 min. Neporuchovějším strojem na tomto středisku je Maxipress II., následován druhým Maxipressem I. Až na 3. místě je stroj D30- nůžky na stříhání špalíků. To že jsou nůžky až na třetím místě, je způsobeno tím, že jsou brány jako pomocný stroj k oběma lisům.

6.3 Zhodnocení analytické části

Analýza elektro prostojů, byla provedena ze dvou databází, které pro tuto činnost na závodě existují. Jednou databází je databáze softwaru Palstat modul Management Úkolů, . Tato databáze obsahuje kompletní informace o strojích, které se na hale používají, mezi tyto informace patří Inventární číslo stroje, rok výroby stroje, druhy provozních kapalin a hlavně informace o provedených opravách na strojích. Opravy jsou zadávány teamleadry a vypisovány pracovníky údržby. Bohužel z analýzy vyplývá, že zadávání údajů do databází je největším slabinou této databáze. Jen pro dokreslení, součet prostojů z databáze MÚ je 1819,5 hod., ale očekávaný údaj pro osm pracovníků elektroúdržby by byl za 9 měsíců přes 5000 hodin. Průměrná doba jedné opravy je 2,61 hod. Počet oprav za toto období 666.

Nevýhodou této databáze je to, že poskytuje pouze údaje o tom, jestli to byla porucha, preventivní prohlídka, připojení části, odpojení části, ale neposkytuje údaje o tom jaký byl na stroji skutečný problém. Kdyby tomu tak bylo, šlo by zjistit, kolikrát se daná porucha v daném období vyskytovala. Takto můžeme pouze zkoumat jaký stroj je jak poruchový. Podrobnosti je potřeba zjistit, až dodatečně.

Druhou databází, z které byly data čerpány, je databáze vedená výrobním úsekem. Tato databáze se zabývá veškerými prostoji, které mohou ve výrobním procesu nastat. Údaje o elektro prostojích jsou jen jednou položkou z této databáze. Z této databáze bylo zjištěno, že za období od 01.01.2009 do 24.09.2009 si stroje vyžádali opravy pracovníky elektroúdržby v celkové délce 799 hodin. Toto číslo je bráno z pohledu odstávek strojů. Průměrná doba odstávky stroje je 2,5 hodiny. Počet elektro poruch v tomto období byl 342.

Rozdílné hodnoty z obou databází, mohou být krom chybějících záznamů způsobeny různým pojmenováním strojů v obou databázích, ostatními činnostmi, které pracovníci vykonávají, aniž by omezili výrobu (opravy porouchaných dílů, opravy osvětlení), ale také metodikou výrobního úseku při posuzování strojů. Důkazem toho jsou nůžky na dělení materiálu, které jsou v jedné databázi jedním z neporuchovějších strojů a v druhé databázi s 9 hodinami prostojů jeden z nejméně poruchových strojů.

Když se podíváme, jaké byly nejporuchovější stroje podle obou databází, tak neporuchovějšími stroji jsou kalicí stroje EMA, které jsou neporuchovějšími stroji v obou databázích. Pak už se data liší, zatímco v MÚ je druhým nejporuchovějším strojem Soustruh revolverový 401849 s 89 hodinami, následovaný Nůžkami na dělení materiálu, u databáze výrobního úseku jsou druhými nejporuchovějšími stroji kovací lisy National, následovány kovacími lisami LVE 250 a LVE 400. Překvapením mohou být nízké hodnoty poruchovosti u D30 - nůžky na stříhání špalíků, ale z hlediska statistiky výroby je stroj D30 brán jako pomocný stroj pro kovací lisy National.

7. Návrhy na snížení elektro prostožů

V návrhové části byl kladen důraz na minimalizaci prostožů strojů zvláště těch s jejich nejvyšším počtem. Rozhodnutí bylo stanoveno na základě Paretovy analýzy 80/20.

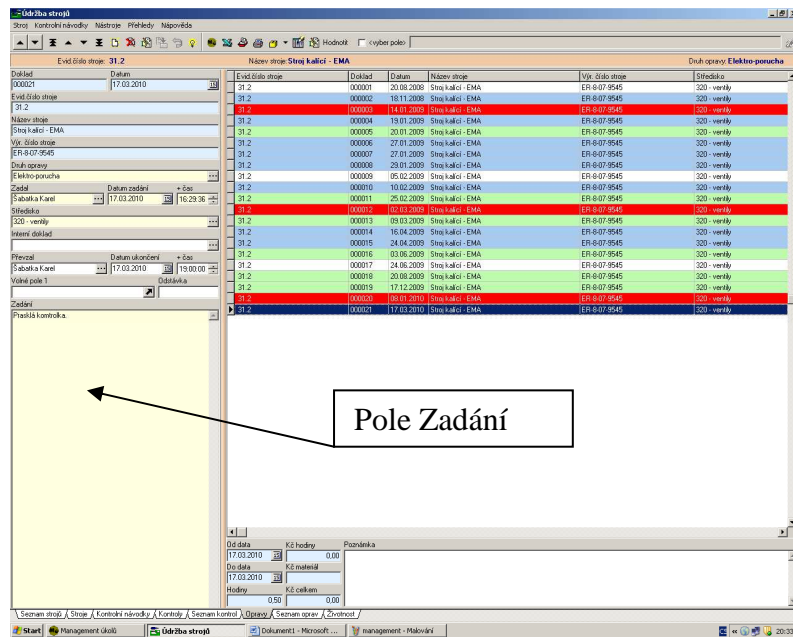
7.1 Minimalizace prostožů z pohledu procesů elektroúdržby

Sledovanými prostoži ve výrobním úseku (Obr. 39), spojenými s elektroúdržbou jsou prostože označené T04. Tyto prostože náleží z pohledu eliminace do procesů oprav strojů, preventivní kontroly a vedení skladu okamžité spotřeby.

Když budeme chtít zjištěné prostože efektivně minimalizovat, zjistíme, že námi vyjmenované procesy působí řada aspektů, které daný proces mohou výrazně ovlivnit. My tyto vlivy musíme řídit tak, abychom docílili co nejlepších výsledků tj. minimálních hodnot prostožů spojených s těmito procesy.

7.1.1 Databáze Management Úkolů - Údržba strojů

Jedním aspektů ovlivňujících délku prostožů je využitelnost dat pro potřeby analýzy i potřeby pracovníků údržby. Z výsledků analýzy dat není zřejmé, o jaký druh prostože se vlastně jedná. Jednou z cest vedoucí k nápravě je efektivně fungující databáze záznamů poruch a historie jejich odstranění. Obecně je totiž známo, že poruchy strojů se dosti často opakují, a pokud budou existovat ucelené záznamy o tom, co poruchu způsobilo a jaké bylo její řešení, velmi to napomůže při řešení problému. Doposud zatím ani z jedné databáze není možné takové data získat, praxe je tedy taková, že se vedou záznamy o poruchách v listinné podobě.



Obr. 41 Vymezení klíčového pole databáze Údržba strojů

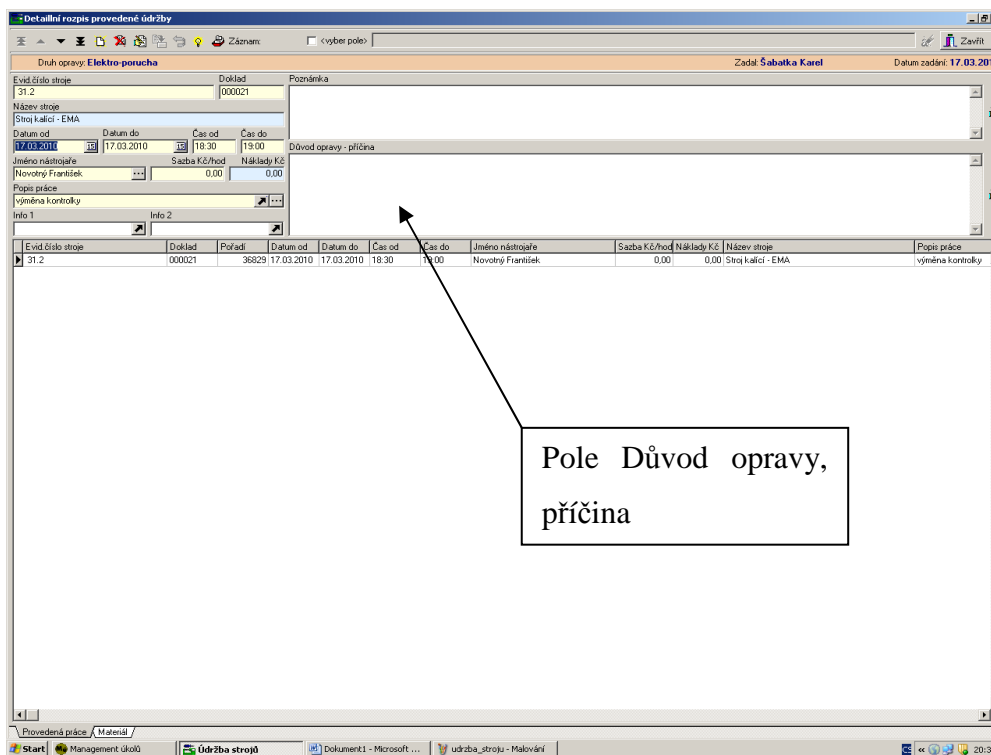
Aby bylo možné říci, co poruchu stroje způsobilo a kolikrát se tato porucha na stroji vyskytla, je potřeba, aby došlo k úpravě databáze. Když se podíváme, jaká obsahuje databáze data, tak klíčovými poli sloužícími nyní pro potřeby analýzy dat z databáze jsou Evidenční číslo stroje, Název stroje, Výrobní číslo stroje, Druh opravy, Datum zadání. Pole Zadání jsou sice povinni teamleadři vyplnit, ale pro potřeby analýzy, jako jedno z kritérií, se doposud nepoužívá (Obr. 41). V tomto poli Zadání se však vyskytuje velice důležitá informace o jevu, který způsobil prostoj. Pro podrobnější analýzu dat je nezbytné, aby se toto pole dostalo do výpisu záznamů jako jedno z kritérií a způsobené poruchy na strojích se daly dle tohoto kritéria filtrovat. Pak bude možné říci, jaká porucha se na stroji vyskytla, kdy se vyskytla a kolikrát se vyskytla v daném období.

Druhým způsobem využití, takto doplněné databáze, je získávání dat pro potřeby údržby, kdy v případě složitějších oprav by tato databáze mohla poskytovat cenné rady o tom, jestli se daná porucha již na stroji někdy v minulosti vyskytla a jaké bylo její řešení. Taková informace velmi zkrátí čas opravy.

Když se podrobněji podíváme na to, jakým způsobem zapisují nyní údržbáři úkony, které při své činnosti na strojích provedli, zjistíme, že se v podokně hodnotit databáze Údržba strojů (Obr. 14) vyskytuje pole Důvod opravy, příčina (Obr. 42). Vyplnění tohoto pole je doposud nepovinné, tak jej zatím údržbáři nevyplňují. Druhou

nevýhodou tohoto pole také je, že je spojeno s prací toho určitého pracovníka. Řešením, které by umožnilo získávat potřebná data z databáze, je zavedení povinnosti vyplnění pole „**důvod opravy**“ a svázání tohoto pole ne s člověkem, který danou práci vykonával, jedná-li se o složitý problém, obvykle na něm pracuje více údržbářů, ale s opravou jako takovou, protože ta je již jedinečně zadána. U dalších pracovníků by se pak jednalo pouze o doplnění jejich příspěvků při odstraňování problému.

Dalším z potřebných kroků je vytvoření nového modulu, nebo alespoň nového listu v modulu údržba strojů, aplikace Palstat. Je to proto, aby údržbáři v případě potřeby získání informací z historie poruch, jednoduše zadali číslo nebo název stroje, druh poruchy a okamžitě získali výpis hlášení o tom, kdy k poruše došlo a hlavně jaké bylo její odstranění, nezbytnou podmínkou ale je, že databáze bude takováto data obsahovat.



Obr. 42 Klíčové pole Důvod opravy, příčina v podokně hodnotit

7.1.2 Samostatná údržba

Druhým z aspektů, které mohou působit na délku vykonávaných procesů je chování operátorů na pracovišti a prostředí na pracovišti jako takové. Při důsledné aplikaci metod štíhlé výroby zejména 5S, Poka-Yoke a samostatné údržby, mohou operátoři svojí činností na pracovišti, mnohým poruchám předcházet, neboť operátor bývá obvykle prvním člověkem, který si vznikající poruchy na stroji může všimnout. Rozhodujícím faktorem je, aby byl každý operátor během své směny za jemu svěřené pracoviště odpovědný. V případě zjištění jakékoliv abnormality se pokusil tuto závadu vlastními silami odstranit, a pokud mu na to jeho síly nestačí, tak uvědomil svého nadřízeného, který sjedná opravu. S tím úzce souvisí stimulace operátorů k tomu, aby tyto principy vzali za své a podle nich se chovali, nezbytnou podmínkou ale je, aby vedoucí pracovníci šli příkladem. Dalším podstatným faktorem je, aby se operátoři na strojích příliš často nestřídali, neboť operátor pracující dlouhodobě na jednom stroji získá mnoho zkušeností souvisejících s provozem stroje a je tak i schopen řadu poruch odstranit vlastními silami. Druhým kladným jevem méně časté výměny operátorů na strojích, bývá to, že zkušený operátor může být velmi nápomocen při řešení poruch údržbáři. Nehledě na to, že stoupá i jeho důležitost pro firmu v očích samých.

7.1.3 Plánovaná údržba

Dalším z aspektů, které mohou výrazně snížit dobu trvání procesů a jejich četnost jsou plánované opravy. Cílem plánované údržby, vedoucím ke snížení prostojů při opravách strojů, je využití odstávek strojů pro plánování oprav, které za provozu dělat nelze, trvají příliš dlouhou dobu, finanční náročnost opravy je neúměrně vysoká, nebo abychom předešli opravám strojů v době, kdy bude využití a nároky na provoz stroje vyšší.

Jednoznačným řešením k redukci prostojů pomocí plánovaných oprav je navázání ještě užší spolupráce výrobního úseku s údržbou při plánování oprav. Jen tak můžeme docílit toho, že dojde k minimálnímu omezení ve výkonu strojů.

Nedílnou součástí plánované údržby jsou preventivní kontroly, kterými se snažíme na základě předešlé diagnostiky předcházet nejzávažnějším poruchám, které na strojích mohou nastat.

7.1.4 Preventivní údržba

Preventivní kontroly a preventivní údržba jsou další důležitým aspektem ovlivňujícím četnost a délku procesů spojených s činností elektroúdržby. Preventivní kontrola, údržba patří mezi základní stavební kameny při užití metod TPM. Podmínkou nasazení je znalost poruchy, nebo dílčího procesu, který chceme eliminovat. Velmi náročné je nasazení preventivních kontrol na náhodné poruchy, ale v případě strategických strojů má i zde nasazení preventivních kontrol své opodstatnění. Základem úspěšného nasazení preventivní kontrol a údržby je krom vytipování co se bude kontrolovat, opakovatelnost procesu preventivní údržby. Některé preventivní kontroly vyžadují odstavení stroje, ale toto odstavení je pro další následný provoz nezbytné, proto je nutné ve spolupráci s výrobním úsekem takové kontroly předem naplánovat, aby nedošlo k omezení potřeb zákazníka. Výsledkem používání preventivních kontrol je, minimalizace ztrát z provozu strojů, snížení potřeb velkých oprav, snížení nákladů na opravy. Příkladem může být preventivní údržba klimatizačních jednotek na strojích osazených řízenými motory (Index ABC stroj 401849), kdy při překročení teploty v elektrickém rozvaděči nad 50°C, dochází k poruchám řídicích karet a zastavení stroje. Náklady na opravu se pak pohybují v řádu desítek i stovek tisíc korun.

7.1.5 Skladové hospodářství

Hospodářství s náhradními díly je dalším faktorem ovlivňujícím délku trvání prostojů. I zde lze uplatnit prvky štíhlé výroby (5S) a docílit tak rychlé reakce na vznesený požadavek od údržby. Dnes je trendem mít co nejméně náhradních dílů na skladě, protože náhradní díly váží v sobě kapitál, který může být použit pro další rozvoj podniku. Řešením je vytipování kriticky nezbytných náhradních dílů, které by byly vedeny ve skladu a jejich vedení na skladě zajištěno vedením skladu. Bude-li docházet k tomu, že náhradní díly chybí, tak pouze u strojů, který mají minimální vliv na strategické plnění funkce výroby.

Elektroúdržba jako taková spravuje samostatně sklad náhradních dílů okamžité spotřeby. Tento sklad není doposud nikým řízen a není vytyčen systém, jakým by se zde

měly položky skladovat. Řešení vedoucí k efektivnímu skladovému hospodářství s náhradními díly je následující:

1. Stanovení pracovníka elektroúdržby, který bude sklad řídit a spravovat tak, aby nedocházelo k tomu, že bude nedostatek náhradních dílů, nebo že se budou skladové položky nacházet na jiných místech, než je předepsáno.
2. Nasazení prvků štíhlé výroby (5S) k rozlišení jaké všechny položky se ve skladu vyskytují a uceleně je v rámci možností roztřídit tak, aby nedocházelo k tomu, že se stejné náhradní díly budou vyskytovat na více místech.
3. Vytvoření modelu, podle kterého budou náhradní díly ve skladu evidovány. Důležité je rozhodnutí, zdali například na jedné polovině skladovací plochy nepoužít pro položky, které se používají na více strojích, systém vedení podle funkce skladované položky. Na druhé polovině skladu pak systém podle druhu stroje, pro který je náhradní díl skladován. Toto druhé členění zejména použít pro speciální náhradní díly



Obr. 43 Model rozmístění položek ve skladu

4. Určení kritických náhradních dílů, které je nutné vést na skladě. Určí se na základě dlouhodobého pozorování potřeb náhradních dílů a na základě výsledků analýzy poruchovosti strojů, kde máme možnost zjistit z historie řešení poruch, jaké jsou nejvíce používané náhradní díly a které je nezbytné vést na skladě pro udržení stroje v chodu. U ostatních náhradních dílů provést

selekcí a nepotřebné náhradní díly vyřadit ze skladu, a když to bude možné nabídnout k odprodeji. Zbylé nepotřebné náhradní díly zlikvidovat.

5. Opatření každého náhradního dílu skladovým listem.

Na tomto listě bude zaznamenáno:

- Název skladované položky, skladové číslo
- Nezbytné množství, které je nutné mít na skladě (pojistná zásoba)
- Aktuální množství na skladě
- Příbytky, úbytky na skladě
- Datum kdy byl náhradní díl naposledy objednán
- Objednací údaje

| | |
|------------------|------------------|
| Název položky | Skladové číslo |
| Objednací údaje | |
| Pohyby na skladě | Minimální zásoba |
| | Datum objednání |

Obr. 44 Návrh skladového listu náhradního dílu

6. Neustálá kontrola potřebnosti náhradních dílů, aby byly vedeny na skladě. Hledání způsobů na snížení potřeb vedení náhradních dílů např. dohodami s dodavateli na vytvoření konsignačních skladů na závodě ventily, nebo vedení pohotovostní zásoby přímo u dodavatele náhradních dílů s rychlou dobou reakce atd.

7.1.6 Monitorování procesů údržby

Dalším nezbytným korálkem v mozaice snížení prostojů v elektroúdržbě je monitoring strojů a práce údržbářů. Je velmi důležité uvědomit si, co budeme sledovat, jak to budeme sledovat, proč to budeme sledovat. Úzce na to navazuje problém jak a kam daná data zaznamenávat, aby se nám nestávalo, že se nám data opakují nebo v horším případě chybí. S monitorováním úzce souvisí i problém analýzy změřených dat.

Monitorováním procesů elektroúdržby jsme schopni odhalit plýtvání vyskytující se v rámci činností elektroúdržbou vykonávaných. Jedná se zejména o zbytečný pohyb údržbářů, nebo čekání, jež může být způsobeno chybějícím náhradním dílem. U monitorování procesů souvisejících s provozem strojů jsme schopni analyzovat, jaké druhy ztrát se nám na sledovaném stroji vyskytují a na základě takto získaných dat jsme schopni rozhodnout o nasazení například plánované údržby, preventivní údržby, jejichž cílem bude tento druh ztrát odstranit.

7.1.7 Inovace procesů výroby

Předposledním nástrojem vedoucím ke snížení prostojů jsou inovace ve výrobním procesu. V případě úspěšného nasazení inovace dosáhneme toho, že zcela eliminujeme zkoumaný jev, který zapříčinil prostoj na stroji a dalším plusem bývá to, že nám odpadá starost s náhradními díly. Obvyklou nevýhodou inovací bývá to, že náklady spojené s inovací nebývají vždy nízké, je proto zapotřebí rozhodnout, zdali daný stroj (proces) inovovat, či ne. Pokud by přínosy navržené inovace byly nižší než náklady s inovací spojené, nedoporučuje se inovaci přijmout. Nejporuchovějšími stroji na závodě ventily jsou kalící stroje EMA s otočnými motorovými stanicemi, právě motorky jsou největším problémem těchto strojů, neboť vlivem chladicí emulze dochází k poškození motoru nebo převodovky. Možným řešením by bylo nahrazení elektromotorů motory na vzduch, které jsou již použity na stroji Nůžky na stříhání materiálu, kde podávají tyč, a zatím s nimi nebyl problém. Vyřešil by se i druhý problém proč jsou motory enormně poruchové a to je problém s upínáním kusu, kterým motor otáčí. V případě, že kus není pevně sevřen, tak se zvyšuje zatížení a namáhání převodovky motoru i motoru jako

takového. U stroje Nůžky na stříhání materiálu je největším problémem třídící a vážící mechanismus nastříhaného materiálu, kde dochází ke vzpříčení horkého kusu, zablokování třídícího mechanismu a následně i váhy. Často tak dochází k nevratnému poškození váhy, která musí být následně vyměněna. Nejlepším řešením by bylo oddělit vážící mechanismus od vlastního stříhání kusů. Lis jako takový je víceméně bezporuchový a už i dnes umožňuje provoz bez vážení kusu. Bylo by tedy pouze zapotřebí mechanicky oddělit stolek s váhami od lisu a vyrobit elektrický rozvaděč, který by třídění a vážení kusů řídil.

7.1.8 Problém s dvěma databázemi

Jak již bylo zmíněno v analýze, na závodě ventily se používají dvě databáze kam se zapisují prostoje související s provozem strojů. Je otázkou jaké je nejvhodnější řešení použití, jestli nadále provozovat obě databáze odděleně nebo je společně v určitých bodech svázat například v prostojích údržby, aby nemohlo dojít k tomu, že data v databázích chybí a nebo jsou rozdílná. Dalším řešením, je možnost mít pouze jednu databázi, ve které by bylo vše, co se provozu strojů týká. Už nyní je ale jasně patrné, že kdyby se přistoupilo k řešení jedné databáze, tak tento zákrok nelze udělat ze dne na den a potrvá tedy ještě dlouhou dobu, kdy databáze budou obě fungovat jako doposud tzn. nezávisle na sobě.

7.1.9 Zdokonalování pracovníků elektroúdržby

Pátou z cest je pokračování v neustálém zdokonalování a hodnocení pracovníků údržby a zajištění maximální podpory managementem firmy v jejich profesním růstu, ať již formou speciálních školení, nebo zaškolováním na nových strojích dodavatelskou firmou. Pracovníci a zvláště odborně zdatní pracovníci by měli být prioritou každého podniku.

7.2 Ekonomické zhodnocení navrhovaných řešení

Máme-li zhodnotit ekonomické dopady navrhnutých řešení, tak musíme podotknout, že ne všechna navrhovaná řešení přinesou okamžité výsledky. Vyčíslení přínosů některých navrhnutých zlepšení je také velmi obtížné např. školení pracovníků, preventivní prohlídky.

V případě úpravy databáze s historií poruch, tak náklady na rozšíření funkce databáze mohou být v řádu tisíců korun, ale přínosy závisí na mnoha faktorech, jako jsou kvalita zapisovaných dat a míra využití pracovníky elektroúdržby. Vyčíslení jako takové je, ale téměř nemožné, protože je velmi obtížné zjistit míru využití systému, ať již managementem firmy k strategickým rozhodnutím o budoucím vývoji firmy, tak i elektroúdržbou samotnou, protože závisí na druhu poruch.

Nasazením samostatné údržby a důslednou kontrolu využívání těchto principů docílíme velkého snížení prostojů souvisejících s elektroúdržbou, už jenom tím, že operátoři dle zásad metod štíhlé výroby 5S budou udržovat stroj a jeho okolí v čistotě a pokud zjistí např. povolený šroub tak jej dotáhnou. Dalším přínosem samostatné údržby je předcházení poruchám, a tím snížení nákladů na jejich následné odstranění.

Náklady na preventivní kontroly jsou minimální, ale výnosy nasazení preventivní údržby mohou být velmi vysoké. Obvykle je ale zjistíme až tehdy, když dojde k odhalení jevu, který by mohl být v blízké budoucnosti zdrojem poruchy stroje. Například opotřebená ložiska motoru, které mohou vést až ke spálení motoru. Náklady na opravu spáleného motoru mohou být pak až v řádu statisíců a stroj nepoužitelný po několik dnů.

V případě organizace skladového hospodářství navrhované řešení zefektivní funkci skladu náhradních dílů okamžité spotřeby. Dojde ke snížení vázanosti kapitálu v zásobách náhradních dílů, neboť se stanoví, které náhradní díly je potřeba skladovat a v jakém množství. Zvýší se dostupnost náhradních dílů, z důvodu přehledné organizace. Sníží se doba oprav vlivem vzniku systému ve skladovém hospodářství.

Ekonomický přínos monitorování nemusí být také hned hmatatelný, neboť nějaký čas trvá, než dojde ke sběru a analýze získaných dat.

Vyčíslení přínosu zvyšování kvalifikace pracovníků je také velmi složité, protože náklady na školení zaměstnanců se mohou pohybovat v řádu desítek tisíců a přínos může být nulový, stejný nebo vyšší. Velmi záleží na druhu školení. V případě

zaškolení na nových strojích dodavatelskou firmou mohou být náklady na školení v ceně stroje a přínosy takového školení mohou být vysoké.

U inovací⁵ je situace jiná. Když uvážíme nákupní cenu vzduchem řízeného motoru 10000,-Kč, tak jsou náklady na inovaci u jednoho stroje EMA 30000,-Kč plus náklady na montáž 20000,-Kč. Celkové náklady na inovaci tedy jsou 50000,-Kč. Uvážíme-li průměrnou poruchovost 5 motorů/měsíc při ceně 5000,-Kč/ks, tak tato inovace přináší výnos 250 000,-Kč/rok plus odstranění 80% elektro prostojů na stroji. V případě Nůžek na stříhání materiálu musíme počítat s výnosy v delším časovém horizontu, protože náklady na oddělení lisu od vážícího mechanismu, jeho úpravu a výrobu elektrického rozvaděče budou v porovnání s cenou váhy několikanásobně vyšší, ale při plánovaném vyšším vytížení tohoto stroje, bude důležitý bezporuchový stav stroje.

⁵ Ceny uvedené u inovací mohou být rozdílné od cen na trhu.

Závěr

Cílem této práce bylo zanalyzovat jaké nejčastější druhy prostojů, z pohledu elektroúdržby, se vyskytují při provozu strojů a navrhnout řešení na jejich minimalizaci.

V teoretické části práce byly popsány základní pilíře Totálně produktivní údržby, mezi které patří zejména preventivní údržba a plánovaná údržba. Dále byly popsány, jaké dílčí druhy ztrát se vyskytují při provozu strojů. Na ztráty z provozu strojů volně navazují druhy plýtvání, které se mohou při provozování strojů vyskytnout. V další kapitole byly popsány metody štihlé výroby jako jsou Paretova analýza, Diagram příčin a následků, PDCA, 5S, Poka-Yoke, sloužící k analýze poruchových stavů a k jejich odstranění.

Při analýze prostojů elektroúdržby byly zkoumány data, v období od 01.01.2009 do 24.09.2009, ze dvou databází, které jsou pro tyto účely v podniku zřízeny. Jedna je z pohledu pracovníků údržby a druhá z pohledu odstávky stroje. Analýza byla provedena metodou Pareta 80/20, kdy byly zjištěny nejporuchovější stroje na jednotlivých střediscích a těm se pak věnovala větší pozornost. Z analýzy vyplynulo, že jména strojů jsou v obou databázích jiná a že mnoho záznamů v databázích chybí. Dále bylo zjištěno, že metodika, podle které se vedou zápisy v jednotlivých databázích je rozdílná a nezřídka bylo zjištěno, že v jedné databázi je stroj velmi poruchový a v druhé téměř není. Vypovídací hodnota zapsaných dat je velmi malá, neboť nebylo možné zjistit, o jakou poruchu se jedná a její četnost výskytu v monitorovaném období. Nejporuchovějšími stroji na závodě ventily jsou kalicí stroje EMA a Nůžky na střihání materiálu. Poruchy na těchto strojích nejsou náhodné a neustále se opakují.

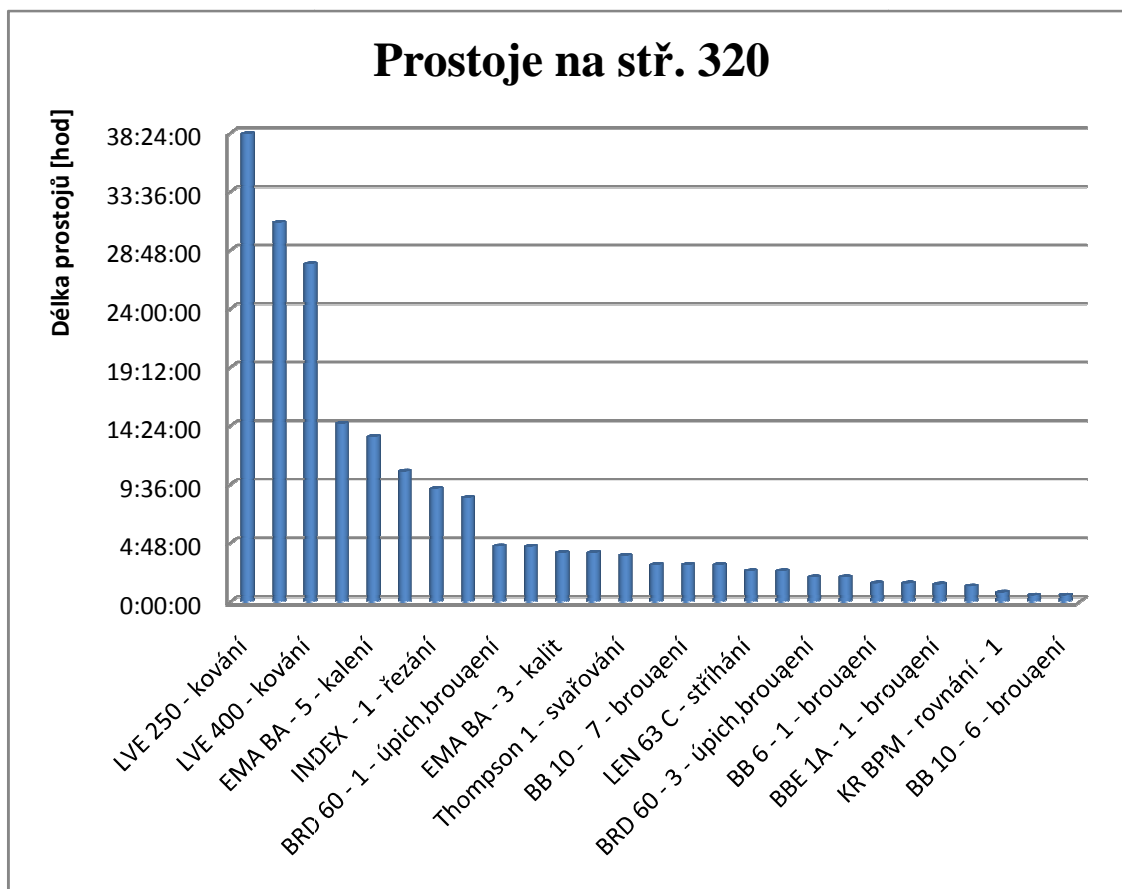
V sedmé kapitole byla navržena opatření, jež by měla prostoje týkající se elektroúdržby minimalizovat. V návrzích byly použity metody štihlé výroby, jako jsou preventivní kontroly, samostatná údržba, 5S, plánovaná údržba, prvky TPM a další. Podrobně se bylo věnováno problematice zkvalitnění sběru dat, ať již pro účely strategického plánování managementu, tak i pro operativní rozhodování údržbářů využitím historie poruch. Rozebrána byla také problematika vedení skladu okamžité spotřeby na elektroúdržbě, kde pomocí metod štihlé výroby byl navržen model architektury skladu včetně vytipování položek a vedení skladových listů. Dále byla věnována pozornost plánovaným a preventivním údržbám, kde byli zhodnoceny jejich

přínosy. V případě inovací byla navržena opatření ke dvěma nejporuchovějším strojům a to jsou EMA a Nůžky na stříhání materiálu. K oběma bylo spočítáno i ekonomické zhodnocení provedených inovací.

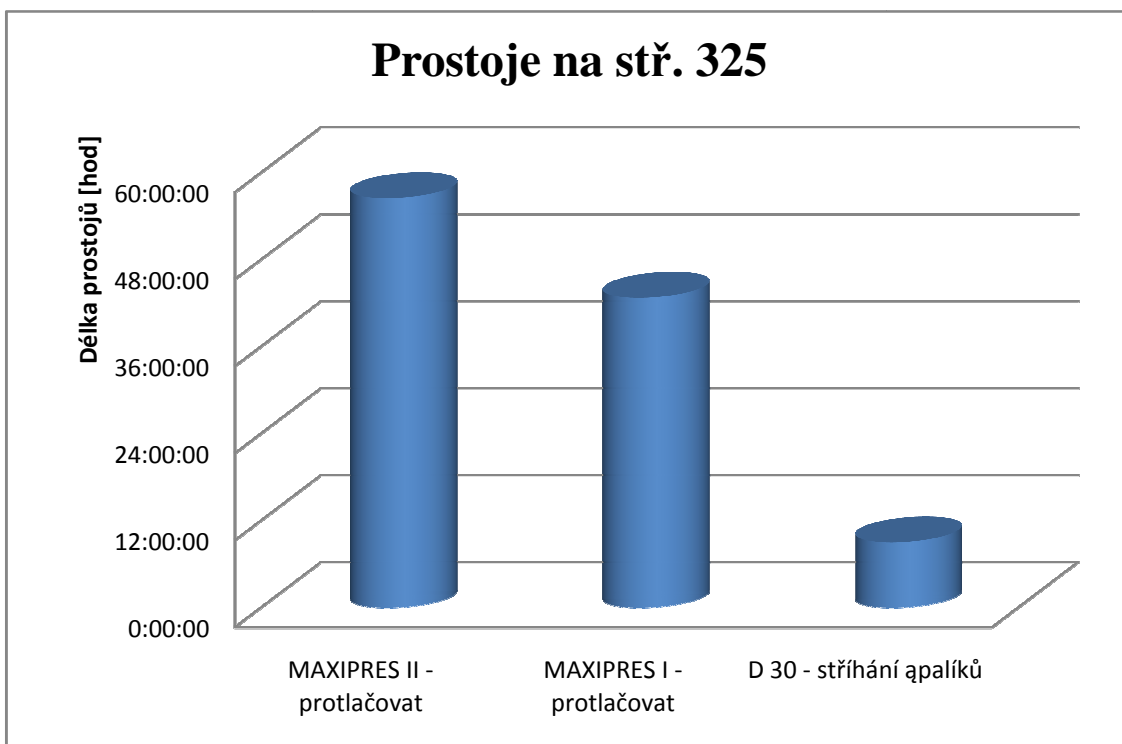
Literatura

- 1) Mašín I., Vytlačil M. *TPM management a praktické zavádění* 1.vydání, Liberec 2000, ISBN 80-902235-5-9
- 2) Porter M. *Konkureční výhoda* Praha:Victoria Publishing, 1995, 626 s., ISBN 80-85605-12-0
- 3) Lean program www.scap.cz
- 4) Shinbun N. K. *Poka-Yoke* 2.vydání, Portland USA 1988, ISBN 0-915299-31-3
- 5) 7 druhů plýtvání, www.trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/7-druhu-plytvani-muda

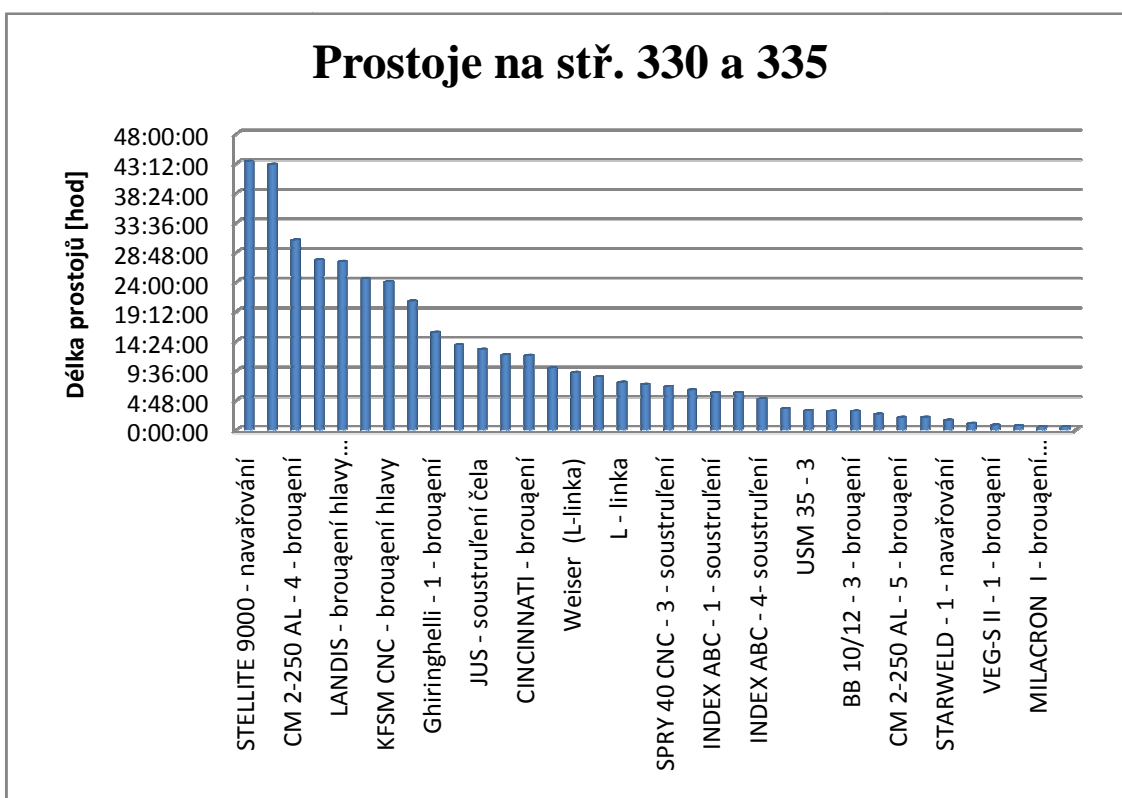
Přílohy.



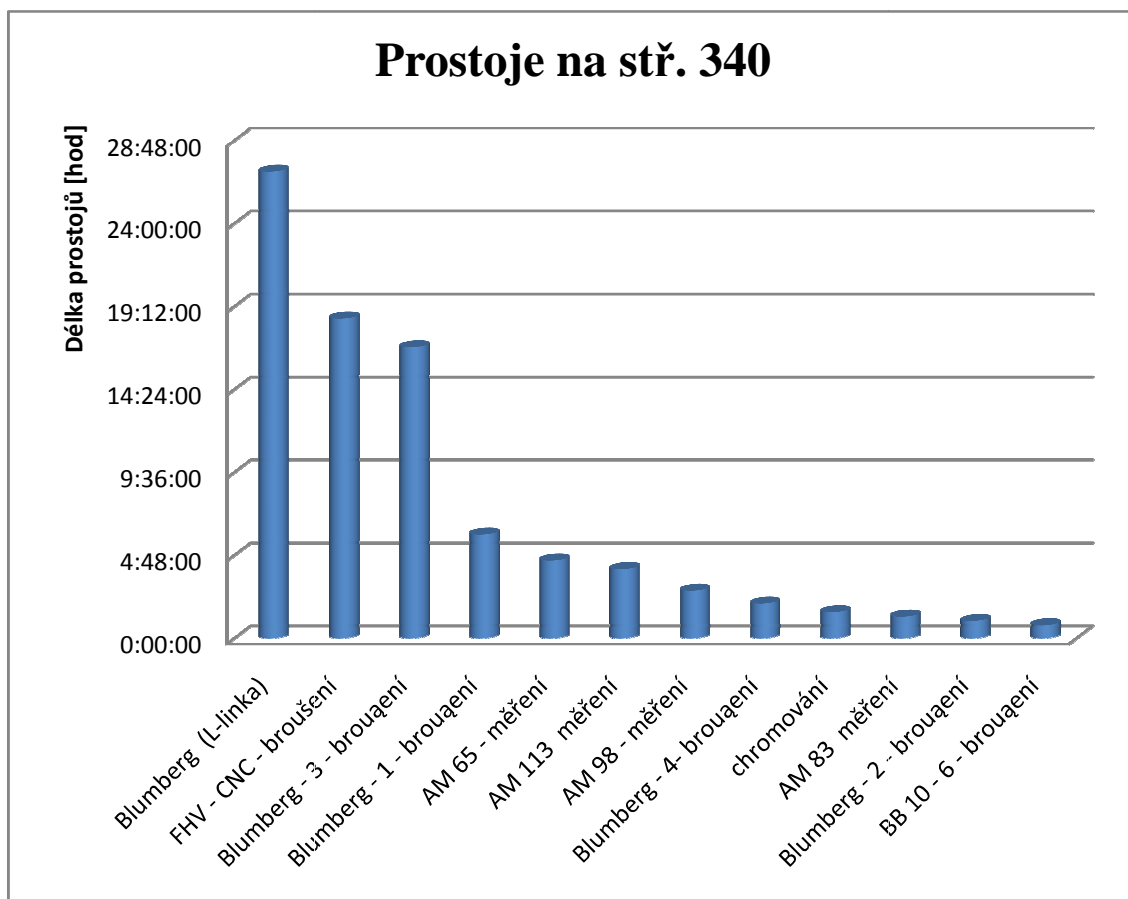
Obr. 45 Rozložení elektro prostoje na stř. 320 z databáze výrobního úseku



Obr. 46 Rozložení elektro prostojeů na stř. 325 z databáze výrobního úseku



Obr. 47 Rozložení elektro prostojeů na stř. 330 z databáze výrobního úseku



Obr. 48 Rozložení elektro prostoje na stř. 340 z databáze výrobního úseku