
Stratégia údržby a efektívny výrobný systém

Miroslav Rakyta, doc. Ing., PhD.

Katedra priemyselného inžinierstva, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.

E-mail: miroslav.rakyta@fstroj.uniza.sk, Tel.: + 421 41 513 2737, Fax.: + 421 41 525 2541

Peter Bubeník, doc. Ing., PhD.*

Katedra priemyselného inžinierstva, Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline,

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina.

E-mail: peter.bubenik@fstroj.uniza.sk, Tel.: + 421 41 513 2719, Fax.: + 421 41 525 2541

Maintenance strategy and efficient production system

Abstract: In industrial areas, key maintenance tasks have become an essential part of an organization's overall profitability. Maintenance techniques currently have the ability to significantly increase an organization's competitive advantage in the global marketplace. The first important step is to correctly set up a suitable maintenance strategy. The maintenance strategy of the production support process must, as part of the company's strategy, be based on and support its goals and strategy, perspectives and starting points. Choosing the right maintenance strategy is important for every business. He must determine which strategy will be advantageous for him from the point of view of costs, downtime and other important factors.

Keywords: maintenance strategy, maintenance processes, maintenance system, corrective maintenance, maintenance optimization.

ÚLOHY ÚDRŽBY

V posledných rokoch zažívame ohromný rozmach digitalizácie procesov, ktoré urýchľujú rozhodovacie procesy vo výrobných spoločnostiach. Podniky [1] musia identifikovať nástroje a technológie pre plánovanie a riadenie údržby v súlade s prístupmi *Industry 4.0*. Hlavný dôraz je kladený na aplikáciu programu predikcie údržby, implementáciu zariadenia technickej diagnostiky, implementáciu inteligentných senzorov, prepojenie zariadení pomocou internetu vecí a používanie mobilných aplikácií v údržbe.

Koncept *Industry 4.0* pomáha priemyselným podnikom dosiahnuť rýchlu adaptáciu novej výroby a umožniť včasne reagovať voči vyskytujúcim sa chybám spôsobených nábehom novej výroby a vznikajúcimi poruchami výrobného zariadenia pomocou inteligentného údržbového systému integrovaného do digitálneho dvojčata. Manažér údržby využíva pri svojom rozhodovaní štandardné ukazovatele ako *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*, *MTTR (Mean Time to Repair)*, *MTBF (Mean Time Between Failure)*, *R(t) (Probability of trouble free operation)*, *F(t) (Probability of Failure)*, *A (Availability)*, dostupnosť a spoľahlivosť strojov a zariadení, ktoré sú obrazom stavu prevádzky detailne výrobných a montážnych liniek.

Výkony údržby sa zameriavajú v zásade na štyri oblasti: udržiavanie kritických systémov, rýchlejšie odstránenie problému ako predtým, určovanie príčin častého zlyhania a napokon identifikácia 20 % porúch, ktoré zaberajú 80 % dostupných zdrojov.

Medzi najbežnejšie kroky riešenia problémov v údržbe patria: identifikácia porúch a miesto vzniku výpadku stroja, analýza porúch, definícia vzťahov príčin, definícia cieľov a plánovanie prostriedkov na odstránenie a predchádzanie porúch.

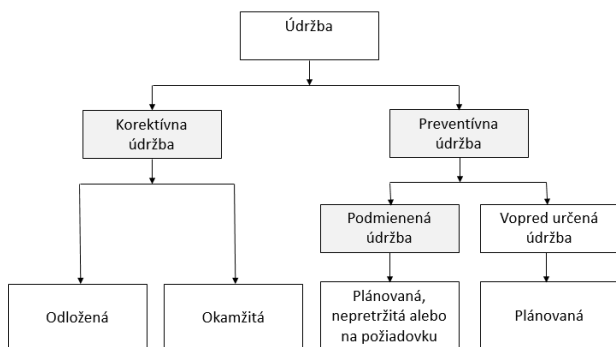
Uvedené kroky sú súčasťou postupu pre naplnenie vybranej stratégie riadenia údržby. Dynamický vývoj núti stratégiu pravidelne prehodnocovať v závislosti na plnení kľúčových ukazovateľov výrobného systému akými je efektivita a kvalita výroby [2].

1 ÚDRŽBA A JEJ VPLYV NA VÝROBNÝ SYSTÉM

Údržba je kombináciou všetkých praktických, riadiacich a administratívnych činností počas celého životného cyklu zariadenia na jeho udržiavanie alebo obnovenie do stavu, v ktorom môže vykonávať požadovanú funkciu (*EN*, 2001). Je tiež definovaný ako všetky potrebné a kľúčové činnosti, ktoré sú potrebné na udržanie systému počas jeho životného cyklu v prevádzkovom a funkčnom stave alebo na jeho obnovenie do stavu, v ktorom môže vykonávať

svoju zamýšľanú funkciu [12]. Dôležitosť funkcie údržby sa postupom času zvyšovala v dôsledku jej úlohy a vplyvu na ostatné pracovné prostredie v organizácii, t.j. zvyšovaním kvality produktov a dostupnosti strojov. Efektívna údržba prispieva k zvýšeniu hodnoty prostredníctvom výhodnejšieho využitia zdrojov, zlepšenia kvality produktu, ako aj zníženia prepracovania a zmätkov [13].

Údržba je kategorizovaná do dvoch hlavných oblastí, t.j. preventívna údržba, ktorá zahŕňa všetky plánované činnosti údržby, ako napr. monitorovanie stavu a pravidelná kontrola, zatiaľ čo opravná údržba má čo do činenia so všetkými neplánovanými činnosťami údržby na obnovenie zlyhania podľa normy *STN 13306* (obr. 1).



Obr. 1. Kategorizácia údržby

Základným záväzkom výroby je dodať tovar, efektívna stratégia údržby však ovplyvňuje výrobnú kapacitu strojov používaných na výrobu týchto produktov [14]. Preto možno údržbu považovať za organizačný účel, ktorý funguje v súlade s výrobou. Keď ostatní opakujú, že výroba vyrába produkty, iní tiež hovoria, že údržba produkuje kapacitu na výrobu. Týmto spôsobom možno konštatovať, že údržba narúša výrobu tým, že zvyšuje kapacitu výroby a zároveň kontroluje kvalitu výstupu a kvalitu. Nižšie je uvedený graf, ktorý ilustruje vplyv údržby na výrobu.

Ziskovosť a prežitie výrobnej spoločnosti sa nemusia udržať bez udržania kvality produktu. Vysoká kvalita môže slúžiť ako hlavná hrana konkurenčnej výhody spoločnosti a dlhodobej ziskovosti v modernej globálnej ekonomike. Totálne produktívna údržba *TPM (Total Productive Maintenance)* môže byť jediným primeraným modelom, ktorý identifikuje vzťah medzi údržbou a kvalitou. Normálne hovoria, že zariadenia/stroje, ktorým chýba údržba a ktoré sa pokazia, často strácajú rýchlosť, a preto spôsobujú chyby a poruchy. Tieto zariadenia zvyčajne vymknú spod kontroly výrobné procesy. Je zrejmé, že proces, ktorý je mimo kontroly, vedie k výrobe chybných produktov a tiež k zvýšeniu výrobných nákladov, čo minimalizuje zisk [15].

Ziskovosť je výsledkom oživenia cien a produktivity. V dôsledku toho je produktivita tá, ktorá určuje efektívnosť a efektívnosť výrobného procesu. Podľa

APQC (American Productivity & Quality Center) citovaného v [13], pri analýze ziskovosti údržby sa meria sa aj vplyv pracovnej oblasti, napríklad zaručením úlohy údržby v rámci životného cyklu stroja. Zlepšenie údržby má vo všeobecnosti za cieľ znížiť prevádzkové náklady a zvýšiť kvalitu produktov. Iste, v prípade, že existuje spojenie alebo skôr spojenie medzi údržbou a ziskovosťou.

2 ČINNOSTI ÚDRŽBY

Činnosť údržby je zabezpečovaná jej riadením v súlade so stanovenou politikou údržby a so zámerom dosiahnuť požadované ciele. Stratégia údržby podporného procesu výroby musí, ako súčasť stratégie podniku, vychádzať z jeho cieľov a stratégie, perspektív a východísk a musí ich podporovať.

Stratégia údržby je podľa *STN 13306* definovaná ako metódu manažmentu použitú na dosiahnutie cieľov údržby.

Na stratégii údržby závisia dosahované výsledky v stredne a dlhodobom horizonte. Jedná sa najmä o efektívnosť, produktivitu, ekonomickú efektívnosť a o plnenie základných požiadaviek na údržbu, najmä:

- udržiavanie majetku v prevádzkyschopnom a primeranom stave,
- predchádzanie vzniku porúch,
- operatívne odstraňovanie porúch,
- znižovanie environmentálnych vplyvov prevádzky zariadenia,
- zaistenie bezpečnosti prevádzky,
- vynakladanie optimálnych nákladov na údržbu.

Ciele by mali byť hierarchické, kvantifikované, reálne a vzájomne zladené. Ak si podnik zvolí určitú stratégiu, musí ju, ak má byť úspešná, realizovať dôsledne.

Stratégie môžu byť zamerané napríklad na:

- vyhľadávanie príležitosti, ktoré najviac využívajú silné stránky,
- prekonávanie slabých stránok s využitím príležitosti,
- využitie silných stránok na elimináciu rizík,
- zabránenie napadnutia slabých stránok a pod.

Všeobecne sa hovorí o niekoľkých základných typoch stratégií alebo politikách údržby. Ide o členenie údržby na základe typov, ktoré boli formulované už aj v minulosti [4], no pretrvávajú doteraz (tab. 1).

Požadovaná úroveň údržby dlhodobého majetku tzv. model excelentnosti vychádza:

- zo skúsenosti „svetovej úrovne najlepšej praxe v oblasti údržby, ale pre konkrétne organizácie musí byť prispôbená na ich vnútorné a externé podmienky,

- z metodického hľadiska je účinnejšie a praktickejšie určiť úroveň excelencie priamo podľa jednotlivých kritérií auditu a pre jednotlivé otázky auditu manažmentu,
- tento proces je mimoriadne náročný, často chýbajú objektívne informácie, je potrebné pristupovať k expertnému až intuitívnemu stanoveniu úrovne excelencie,
- veľkým pomocníkom môže byť *benchmarking*, ak sa podarí získať požadované údaje.

Tab. 1. Politiky údržbovej stratégie

Stratégia	Organizácia má vypracovanú perfektnú stratégiu manažmentu výrobných zariadení a iného HIM a ich údržby
Personálny manažment	Organizácia má široko kvalifikovaných a lojálnych údržbárov a operátorov zvládajúcich samostatne pridelené údržbárske procesy
Plánovanie a rozvrhovanie	Organizácia má projekty na zlepšovanie údržby, úplne ich realizuje a má perfektný systém plánovania a rozvrhovania údržby
Koncepcia (systémy údržby)	Všetky koncepcie (systémy) údržby v organizácii vychádzajú z dôkladných analýz spoľahlivosti a prevádzky výrobných zariadení a iného HIM
Meranie výkonnosti údržby	V organizácii je úplne uplatnené meranie efektívnosti výrobných zariadení, je podrobné sledovanie a vyhodnotenie nákladov na údržbu a benchmarking na základe starostlivosti vybraných indikátorov
Informačné technológie	V organizácii je uplatňovaný úplne integrovaný a funkčný systém počítačovej podpory riadenia údržby so všetkými požadovanými databázami
Zapojenie zamestnancov	V organizácii sú ustanovené úplne funkčné autonómne tímy pre zlepšovanie a zabezpečovanie údržby
Analýza bezporuchovosti, udržateľnosti a zabezpečenia údržby	V organizácii sú uplatňované programy analýzy bezporuchovosti, udržateľnosti a zabezpečenia údržby a ich výsledky sú úplne využívané pre tvorbu koncepcie (systémov) údržby HIM
Procesné analýzy	V organizácii je uplatňované pravidelné preskúvanie nákladov na jednotlivé údržbárske procesy, ich časové charakteristiky (Prácnosti, priebežné doby) a plnenie požadovaných znakov kvality

Výber správnej stratégie údržby je dôležitý pre každý podnik. Musí si určiť, ktorá stratégia bude preňho výhodná z pohľadu nákladov, prestojov a ostatných dôležitých faktorov. Záleží aj od druhu výroby, resp. priemyslu. Bežne sa využívajú viaceré stratégie súčasne, napr. korektívna a preventívna údržba, v závislosti od kategorizácie strojných zariadení [7].

Údržba má čo do činenia s vývojom úloh a činností na predĺženie schopnosti zariadenia fungovať po dlhú dobu počas jeho produktívnej životnosti [8]. Plány údržby sa skôr vykonávajú na pravidelnej (plánovanej) dennej báze, aby sa zabezpečilo, že zariadenie je k dispozícii na splnenie výrobných špecifikácií a požiadaviek. Základným významom údržby sú funkčné a prevádzkové kontroly, servis, výmena potrebných zariadení, zariadení, strojov, infraštruktúry budov a podporných inžinierskych sietí v priemyselných oblastiach. Je to práca na udržiavaní niečoho v pôvodnom stave. To vždy zahŕňa vypracovanie dokumentu, ktorý zabezpečí, že tieto úlohy sa budú vykonávať správnym a konzistentným spôsobom.

Existuje mnoho rôznych dôvodov, prečo by sa mala údržba vykonávať v závode alebo zariadení procesu. Význam údržby ale nemôže byť prehliadaný vo svetle

skutočnosti, že má významnú úlohu v štihlej montáži [9]. Je potrebné primerane obmedziť plytvanie a vykonávať efektívnu a trvalú montážnu činnosť alebo administratívnu úlohu. Pravidelná údržba je oveľa menej nákladná v porovnaní s nákladmi na vážne poruchy, keď sa nevyrába. Najdôležitejším účelom častej údržby je zabezpečiť, aby všetky zariadenia potrebné na výrobu vždy fungovali so 100% účinnosťou. Hoci dennodenné kontroly, mazanie, čistenie a vykonávanie malých zmien, malé problémy sa dajú rozpoznať a zvládnuť skôr, ako sa zmenia na kolosálny problém, ktorý môže skončiť uzavretím celej línie tvorby.

Vybraná stratégia údržby potrebuje plnú podporu od spodného manažmentu až po vrcholový manažment, od najvyššieho výkonného pracovníka až po personál dielne. Údržba sa vykonáva v súlade so zákonnými požiadavkami zákona o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci. Cieľom je poskytnúť podriadeným bezpečné pracovné prostredie. Aj keď tak zamestnávateľ, ako aj organizácia sú spoločensky zodpovední za poskytovanie bezpečného pracovného prostredia pre podriadených spoločnosti. Toto všetko je možné archivovať pomocou vhodného využitia techník údržby a implementácie programu údržby navrhnutého na odstránenie porúch, ktoré môžu mať dôsledky na bezpečnosť [10].

Ďalším dôležitým dôvodom na vykonávanie údržby je, že sa zariadenie a vybavenie, ktoré nie je riadne udržiavané, opotrebovávajú príliš skoro. Toto skoré zhoršenie má vplyv na náklady, ktoré sú spojené s výmenou zariadenia. Zavedenie programu starostlivej údržby môže viesť k zvýšeniu životnosti zariadenia, čím sa minimalizujú náklady na opravy. Efektívne činnosti údržby umožňujú opravu zariadenia pred jeho zlyhaním, čím sa vyhne nákladom na nekontrolovateľné poruchy a možnej strate výnosov.

3 STRATÉGIA ÚDRŽBY

Ciele a stratégie údržby majú určovať hlavné smery manažmentu údržby na dosiahnutie „excelentnosti“ v oblasti údržby hmotného majetku. Spracovaná stratégia vyžaduje na svoju realizáciu vypracovanie podporných programov. Formou tohto výstupu by mali byť témy projektor na zlepšovanie údržby s časovým horizontom riešenia spravidla do jedného roku (výnimočne aj dlhšie) s definovanou zodpovednosťou riešiteľov a realizátorov, zdrojmi a jednotlivými míľnikmi realizácie. Rovnakú pozornosť ako tvorbe podporných programov je nutné venovať aj ich realizáciu.

Realizované projekty na zlepšovanie údržby a ich výsledky sa musia merať a vyhodnocovať a pritom zbierať podklady (údaje a informácie pre existujúce, stratégie údržby. Má sa vykonávať každoročne (rolovacím, kĺzavým spôsobom), ale vždy aspoň s trojročným horizontom.

Očakávaným prínosom, za predpokladu správneho zapracovania stratégie organizácie do riadenia údržby, je výrazné zlepšenie jej výkonnosti, účinnosti a celkovej ekonomickej efektívnosti. Ak má byť realizácia stratégie úspešná, musí byť v organizácii známa a podporovaná aj riadením údržby. Ide o vytvorenie spolupatričnosti pracovníkov s firmou a pracoviskom. Motiváciou by mal byť pocit, že ich práca má zmysel.

V procese vypracovania stratégie sa vytvára dlhodobý program zlepšenia a zmien vrátane zmeny štýlu práce. Pre ich pružné dosiahnutie je z dlhodobého pohľadu najvhodnejšia plochá organizačná štruktúra a využívanie malých, samostatných a flexibilných skupín.

Častým javom býva zmena organizačnej štruktúry so zmenou manažmentu. A tak ak je údržba centralizovaná, je zmenená na decentralizovanú a naopak. Podobne býva trendom v podnikoch zamerať sa na „*core business*“ a ostatné činnosti odčleniť - v prípade údržby ju nešíť dodávateľsky - outsourcingom.

V súčasnosti nie je ucelený názor na jednotlivé organizačné štruktúry a ich modely pre podniky a v zásade ani nemá byť prečo. Každá forma organizácie údržby má svoje plusy a mínusy [3]. Podobne aj vlastná údržba neznamená automaticky lepšia či horšia ako dodávateľská. Je na manažmente podniku, aby zväzil konkrétne podmienky a využil čo najviac prednosti a potlačil nedostatky každého systému.

Stratégia údržby by mala obsahovať požiadavky na:

- podiel *outsourcovanej* údržby v organizácii ako celku,
- podiely pre jednotlivé údržbárske procesy a výrobné zariadenia,
- vyjadrené pomerom nákladov na *outsourcovanú* údržbu k celkovým nákladom na údržbu.

Vypracovanie stratégie podniku ale aj údržby je tímová prácou spoluprácou oddelení, ktorých sa procesy priamo alebo nepriamo dotýkajú. Pred uvoľnením musia byť dokumenty preskúmané a schválené vrcholovým vedením podniku, predovšetkým vzhľadom na realizovateľnosť a zabezpečenosť požadovaných zdrojov.

Stratégia údržby vychádza z obecnej podnikateľskej stratégie organizácie, ktorá popisuje organizáciu a poskytovaných služieb, kľúčový zákazníci a stupeň ich uspokojenia. Popisuje analýzu finančnej výkonnosti a prieskum konkurenčného a tržného prostredia plus silné, slabé stránky a kľúčové podnikateľské konkurenčné faktory. Stratégiu organizácie poskytuje podnikateľskú víziu organizácie ako celku, špecifiká poslania, hlavné ciele a podnikateľský plán k ich dosiahnutiu.

Charakteristika výrobných zariadení a iného dlhodo-

bého majetku vyplýva z podnikateľskej stratégie:

- štruktúra a počty výrobných zariadení,
- údaje o ich spoľahlivosti, životnosti, udržateľnosti, zabezpečenie údržby a pohotovosti, najmä požiadavky na objem preventívnej údržby a úd v normohodinách, údržby po poruche, v normohodinách, prípadne i finančne vyjadrených objemoch,
- požiadavky na strojnú, elektroúdržbu a inú údržbu,
- očakávanú štruktúru internej a externej údržby, servisné zabezpečenie,
- kritickosti zariadení do výrobných liniek a strojov,
- dopadoch prestojov na výrobu.

Okamžitý prehľad o slabých miestach manažerstva údržby poskytujú kvantitatívne výsledky získané auditom. Nevyhnutnou a najdôležitejšou časťou auditu sú kvalitatívne odpovede na jednotlivé otázky a ich dôkladné vyhodnotenie. Súbor otázok (indikátorov) je nutné považovať za otvorený systém, ktorý je možné na základe skúsenosti ďalej rozširovať a spresňovať. Výsledkom auditu údržby musí byť návrh na prijatie nápravných opatrení za účelom odstránenia príčin identifikovaných nezhôd a na prevenciu ich opakovaného výskytu.

Kritériá auditu predstavuje súbor politík, postupov alebo požiadaviek, ktoré sa používajú ako dôkazy, oproti ktorým sa porovnávajú objektívne dôkazy [5]. Ako dôkaz auditu možno považovať záznamy, správy, konštatovania skutočností alebo ďalšie informácie, ktoré sa týkajú kritérií auditu a sú verifikovateľné. Zistením z auditu môže byť:

- a) zhoda alebo nezhoda (s kritériami auditu),
- b) súlad alebo nesúlad (s požiadavkami predpisov alebo s regulačnými požiadavkami),
- c) príležitosť na zlepšovanie,
- d) zaznamenanie dobrej praxe.

Na základe kritérií auditu údržby je potrebné navrhnúť systém otázok (indikátorov) a ich hodnotenie, ktoré by umožnili prakticky vykonávať audit manažerstva údržby v organizáciách rôzneho typu a zamerania.

Za účelom zabezpečenia spôsobilých a spoľahlivých výrobných zariadení pri eliminácii materiálu a ľudského faktoru, na udržanie absolútnej kvality (100%-tný stav výrobkov), je potrebné implementovať kvalitu údržby [6] pre ktorú je potrebné určiť:

- podmienky pre zoradenie a nastavenie na prvýkrát,
- podmienky pre preventívnu údržbu na dosiahnutie stavu nulových porúch,

- určiť príčiny a dôsledky, ktoré vplývajú na veľkosť odchýlky od menovitej hodnoty,
- určiť kontrolu a meranie definovaných prevádzkových a technických podmienok zariadenia v časových intervaloch,
- určiť na základe veľkosti odchýlok plán údržby strojov a zariadení.

4 HODNOTENIE ALTERNATÍV VOĽBY ÚDRŽBY

Cieľom hodnotenia alternatív je vybrať systém zabezpečovania údržby. Analýza optimalizačného postupu prevádzky a zabezpečovania údržby je súčasťou obsiahnutou v systéme vývoja. Optimálne výhody sa získavajú, keď tieto analýzy zohľadnia všetky faktory systému (náklady, program, prevádzkové vlastnosti a zabezpečovanie údržby) pred skončením tvorby systému.

Pri hodnotení a analýze optimalizačného postupu sa majú vykonať nasledujúce kroky:

- identifikovať kritéria, ktoré súvisia s požiadavkami na zabezpečovanie údržby, s nákladmi a pohotovosťou,
- vybrať alebo vytvoriť modely alebo analytické vzťahy medzi návrhom zabezpečovania údržby a prevádzkovými alebo akýmkoľvek inými identifikovanými kritériami hodnotenia,
- vykonať optimalizačný postup alebo hodnotenie, ktoré využíva vytvorené vzťahy alebo modely, a vybrať najlepšiu alternatívu (alternatívy) založenú na vytvorených kritériách,
- vykonať analýzy citlivosti tých premenných, ktoré majú vysoký stupeň rizika alebo významný vplyv na zabezpečovanie údržby, náklady alebo pohotovosť nového systému,
- zdokumentovať výsledky optimalizačného postupu a hodnotenia vrátane akýchkoľvek zahrnutých rizík a domnienok.

ZÁVER

Prebiehajúci výskum v oblasti stratégie údržby a postupu zlepšovania procesov údržby za účelom zvýšenie efektivity a kvality výrobného systému vychádza z realizovaných auditov v slovenských podnikoch, kde boli realizované projekty tvorby stratégie údržby bolo potrebné pre dosiahnutie „Zero failures - 0 porúch“ v rámci PPM:

1. Klasifikovať poruchové stavy.
2. Analyzovať poruchové stavy.
3. Pripravovať údržbárske zásahy - príprava (plánovanie a rozvrhovanie) je základom kvality údržby.
4. Dodržiavať medze opotrebenia.
5. Detekovať opotrebenia.

6. Navrhovať nové intervaly výmeny a kontroly stavu zariadení (dynamický systém preventívnej údržby).
7. Zlepšovať funkčnosť strojov s využitím metód a nástrojov ako: 5x prečo, strom porúch (FTA), analýza príčin, dôsledkov a kritickosti porúch (FMECA) RCMA, PM analýza, atď.

Dosiahnutý dopad zmeny stratégie údržby na efektívnosť výroby bol hodnotený pomocou celkovej efektívnosti zariadenia CEZ (OEE - Overall Equipment Effectiveness), ktorá predstavuje funkciu strát spôsobenú poruchami (prerušeniami), stratami výkonu vplyvom redukovanej rýchlosti a zoraďovacími časmi a tiež nízkou kvalitou vyrábaných výrobkov.

Maximalizáciu efektívnosti činností zariadení a minimalizáciu nákladov v priebehu ich životného cyklu bolo možné zaistiť elimináciou "šiestich hlavných strát", ktoré podstatne ovplyvňujú efektívnosť zariadení:

1. Poruchy vyplývajúce z chýb na zariadení.
2. Zoraďovanie a ustavovanie (výmena prípravku, nástroja a pod.).
3. Straty rýchlosti.
4. Nečinnosť, beh naprázdno a malé prestávky (abnormálna činnosť senzorov, blokovanie v sklzoch a pod.).
5. Redukcia rýchlosti (nesúlad medzi navrhnutou a skutočnou rýchlosťou zariadení).
6. Chyby v procesoch a opravy (nepodarky a nedostatky v kvalite, ktoré potrebujú opravu).
7. Redukcia času medzi štartom stroja a stabilnou prevádzkou.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená: VEGA 1/0524/22 – Výskum proaktívneho prístupu udržateľnosti výrobných systémov v krízových podmienkach v kontexte zelenej ekonomiky. VEGA 1/0248/21 - Výskum inovatívnych riešení pre segmentáciu a udržateľnosť produktu z hľadiska montážnych operácií.

LITERATÚRA

- [1] RAKYTA, M. - FUSKO, M. (2016): *Manažment konfigurácie údržby pre "Priemysel 4.0"*. In: Údržba 2016 = Maintenance 2016: sborník mezinárodní odborné konference: 12. a 13. října, Konferenční centrum AV ČR - zámek Liblice. - Praha: Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-2668-2, pp. 25-33.
- [2] RAKYTA, M. (2015): *Zvyšovanie kvality produkcie prognózovaním spoľahlivosti a spôsobilosti strojov = Increasing quality of*

- production forecasting reliability and capability equipment. In: Bezpečnosť. Kvalita. Spôľahlivosť [elektronický zdroj]: 6. medzinárodná vedecká konferencia: máj, Košice. - Košice: Technická univerzita, ISBN 978-80-553-2044-1, CD-ROM, pp. 223-230.
- [3] RAKYTA, M. - FUSKO, M. - HALUŠKA, M - GRZNÁR, P. (2016): *Maintenance support system for reconfigurable manufacturing systems [Systém podpory údržby pre rekonfigurovateľné výrobné systémy]*. In: Annals of DAAM [elektronický zdroj]: proceedings of the 26th DAAAM international symposium on intelligent manufacturing and automation. - ISSN 1726-9679. - Vienna: DAAAM International Vienna, ISBN 978-3-902734-07-5, online, pp. 1102-1108.
- [4] CAMPBELL, J. D. - REYES-PICKNELL, J. V. - KIM, H. S. (2015). *Uptime: Strategies for excellence in maintenance management*. CRC Press.
- [5] LEGÁT, V. (2016). *Management a inženýrství údržby*. Kamil Mařík-Professional Publishing.
- [6] RAKYTA, M. - GRZNÁR, P. - FUSKO, M. (2017): *Efektívne procesy údržby a ich digitalizácia v kontexte 4.0*. In: Manufacturing systems today and tomorrow 2017 [elektronický zdroj]: 10th annual international scientific conference: Liberec 9.11.-10.11., conference proceedings. - Liberec: Technická univerzita, ISBN 978-80-7494-370-6, CD-ROM.
- [7] MUSHAVHANAMADI, K. - MCGLOIN, K. (2018): *Investigating the Risk Management Systems in the South African Banking Industry*. In: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Pretoria / Johannesburg, South Africa, October 29-November 1.
- [8] BUBENÍK, P. - RAKYTA, M. (2017): *Technológia dolovania dát a jej prínos v podnikovej praxi*. In: Manufacturing systems today and tomorrow [elektronický zdroj]: 8th annual international conference. - Liberec: Technická univerzita, ISBN 978-80-7494-150-4, CD-ROM, [6] s.
- [9] KRAR, S. F. - GILL, A. (2003): *Machine tool technology basics*. Industrial Press Inc.
- [10] MUSHAVHANAMADI, K. - SELOWA, T. B. (2018): *The impact of plant maintenance on quality productivity in Gauteng breweries*. In: Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, pp. 1743-1753.
- [11] DOWLER, P. (2012): *CAOM-2.0: the inevitable evolution of a data model*. In: Astronomical Data Analysis Software and Systems XXI, 461, 339.
- [12] BLANCHARD, B. S. - VERMA, D. C. - PETERSON, E. L. (1995): *Maintainability: a key to effective serviceability and maintenance management*. Vol. 13, John Wiley & Sons.
- [13] ALSYOUF, I. (2004): *Cost effective maintenance for competitive advantages*. Doctoral dissertation, Växjö university press.
- [14] AL-NAJJAR, B. (2007). *The lack of maintenance and not maintenance which costs: A model to describe and quantify the impact of vibration-based maintenance on company's business*. In: International Journal of Production Economics, 107, 1, 260-273.
- [15] DUFFUAA, S. O. - EL-GA'ALY, A. (2015): *Impact of inspection errors on the formulation of a multi-objective optimization process targeting model under inspection sampling plan*. In: Computers & Industrial Engineering, 80, 254-260.