



VPLYV KVALITY VÝKONU PLÁNOVANEJ PREVENTÍVNEJ ÚDRŽBY NA KVALITU PROCESU VÝROBY

Rastislav SCHERK, Peter DARVAŠI

Anotácia

Cieľom štúdie bolo dokázanie vzťahu medzi kvalitou výroby a stavom strojného zariadenia. Po dokázaní tohto vplyvu nasledoval návrh procesu tvorby novej plánovanej preventívnej údržby so zameraním na kvalitu výroby. Následne bolo navrhnuté zavedenie do praxe v reálnom podniku a nakoniec boli vyhodnotené prínosy návrhu.

Kľúčové slová: Plánovaná preventívna údržba, FMEA, korelačná analýza, regresná analýza, Power BI, kvalita

ÚVOD

Významnou témou výrobných spoločností v súčasnosti je zvyšovanie produktivity s maximálnym využitím existujúcich výrobných kapacít. S tým je spojený vývoj inovatívnych riešení, metód, postupov atď. Ide o dlhotrvajúci trend, ktorý sa neustále posúva ďalej a tým mení pohľad na riadenie viacerých odvetví výroby. Prestoje a poruchy vznikajúce vo výrobe sú jedným z kľúčových faktorov, ktoré negatívne ovplyvňujú produktivitu podniku. Jeden z ďalších významných faktorov, predovšetkým v súčasnosti, je aj kvalita produkcie. Kvalita produkcie neovplyvňuje len produktivitu podniku ale aj jeho dobré meno a postavenie voči konkurenciám a hlavne u zákazníkov. Je to spôsobené kvalitou finálnych produktov, ktoré ovplyvňuje práve kvalita podnikových procesov. Vzhľadom na tieto fakty sa stáva údržba strojných zariadení základom úspešného podniku súčasnosti. Porucha je definovaná ako odchýlka od požadovaného stavu strojného zariadenia, a pokiaľ sú požiadavky interného zákazníka kladené v rovine bezpečnej a efektívnej výroby kvalitného produktu, tak zlepšovaním sa myslí odstránenie vzniku príčin týchto odchýlok. Je tak nevyhnutné, aby údržba dokázala pružne reagovať na meniace sa požiadavky súvisiace so zvyšovaním kvality produktu, a to implementáciou vhodných preventívnych opatrení na zníženie rizika vzniku nekonformného produktu spôsobeného poruchou strojového zariadenia. Takto údržba prispieva k celkovému zlepšeniu výrobných procesov, kvality produktov a tým aj k zvýšeniu aj samotnej konkurencieschopnosti podniku.

Hlavným cieľom práce je exaktné dokázanie vzťahu medzi kvalitou produkcie a údržbou strojných zariadení a jej následné zvyšovanie prostredníctvom plánovanej preventívnej údržby v spoločnosti Continental Matador Rubber, s.r.o v Púchove.

1 PREPOJENIE KVALITY PRODUKCIE A ÚDRŽBY STROJNÝCH ZARIADENÍ

Existencia vplyvu údržby strojných zariadení, resp. vplyvu stavu strojného zariadenia na kvalitu produkcie doteraz nie je jasne definovaná a popísaná v literatúre pre gumársky priemysel. Tejto problematike sa väčšinou venujú iba odborné zahraničné články, ktoré však taktiež jasne nedefinujú model, ako implementovať tento problém do procesov riadenia údržby. Dokonca sa nedá povedať, ani žeby existovali exaktné analýzy, ktoré by tieto tvrdenia potvrdzovali. Neexistuje tak ani model

merania, resp. analyzovania tohto vzájomného vzťahu a tým pádom ďalej ani model údržby, resp. kvality, ktorý by ich vzájomne prepojil a ukázal správne smerovanie.

Pod pojmom vzťahu údržby a kvality sa dá rozumieť viacero vecí alebo pohľadov. Vplyv strojného zariadenia na kvalitu nenastáva iba v momente, keď sa stroj dostane do poruchového stavu a zastaví výrobu. Vtedy stroj jasne ovplyvňuje kvalitu či už v danom momente alebo následne po oprave, kým sa nevyrobí prvý zhodný výrobok. Je však nutné sa na to dívať z pohľadu toho, či niečo neindikovalo problémy zo strany STZ už pred samotným vznikom poruchy. V súčasnej dobe je možné tieto signály zachytiť pomocou diagnostiky STZ (prediktívna údržba), no tieto signály môžu prichádzať aj z pohľadu vyrábanej kvality na danom strojnom zariadení. To znamená, že stroj začne produkovať nezhodné výrobky, alebo merané a sledované parametre môžu naberať trend, ktorý indikuje že v blízkej dobe dôjde k nezhode, už niekoľko hodín pred poruchou a nemusí to byť kontinuálne. Pôjde teda o zvyšujúcu sa nekvalitu v sériách v rôznych časových intervaloch. Pritom dôvody vyradenia týchto nezhodných výrobkov môžu mať veľmi podobný charakter, čo okamžite indikuje určitý problém so strojným zariadením, ktorý je treba okamžite riešiť. A to, či už z pohľadu kvality (produkcia nezhodných výrobkov) ale aj údržby (možný prestoj).

To je však možné v prípadoch, kedy sa nezhodné výrobky identifikujú hneď. No nie každý proces to dovoľuje, a je tak nastavený. V niektorých prípadoch, keď produkt linky je polotovár, ktorý vstupuje do ďalšieho procesu s medzi uskladnením (kvôli technológií) o niekoľko desiatok hodín neskôr, môže vznikať problém detekcie. Stroj tak môže produkovať nekvalitu, ktorá nemusí byť včasne odhalená niekoľko hodín až kým tento problém neeskaluje do poruchy. Vznikne tak veľké množstvo nezhodných výrobkov/ polotovarov, a taktiež aj porucha, čiže možný dlhý prestoj vo výrobe. V prípade, že ide o polotovár, ktorý následne vstupuje do ďalších procesov môže tento problém negatívne ovplyvniť aj efektívnosť následného procesu z dôsledku nedostatku materiálov.

Zásah na základe signálov výroby nekvality je teda v tomto prípade obmedzený. Je tak nutné zamerať sa aj na priebežné anomálie polotovarov v priebehu procesu výroby. Ide o priebežné kontroly definovaných znakov kvality, napr. na úrovni konštrukčných celkoch liniek, ktoré keď už budú indikovať začínajúce opakujúce sa anomálie jedným smerom (typom chyby), bude potrebné tento problém riešiť čo najskôr, za účelom zabránenia produkcie výroby nezhodných výrobkov, prípadne vzniku poruchy. V týchto prípadoch je nevyhnutné vypracovať akčný plán, na danom konštrukčnom celku popisujúci kontrolné činnosti a aktivity s príslušnou zodpovednosťou. Pôjde teda o prevenciu na základe stavu, avšak nezachytenú na anomálií stroja, jeho časti, ale o anomáliu zachytenú na kvalite produktu v priebehu jeho výroby.

1.1 Vymedzenie súčasného problému reálnom podniku

V podniku Continental sa momentálne nekladie dostatočný význam vplyvu údržby na kvalitu, resp. úzkym prepojením týchto dvoch hlavných súčastí každej výrobnéj spoločnosti. Taktiež pri vykonávaní a tvorbe PPÚ sa nekladie dôraz na to, aby linka po PPÚ vyrábala kvalitne ale len na to aby fungovala. Toto poukazuje na to, že aj keď linka síce vyrába (nie je v poruche), nemusí to znamenať to, že vyrába kvalitne. Inak povedané, linka môže svojim stavom zapríčiniť vysokú produkciu nekvality, avšak tento stav linky nemusí zapríčiniť uvedenie linky do poruchy, čiže ostáva v bežnej produkcii. A práve na túto oblasť vzniku nekvality je diplomová práca zameraná.

1.2 FMEA procesu

Kľúčovým bodom, resp. nástrojom pomocou, ktorého bude snaha ovplyvňovať kvalitu výroby pomocou plánovanej preventívnej údržby, je metóda FMEA (Failure Mode and Effects Analysis). V súčasnosti sa metóda FMEA pravidelne využíva na rôznych úrovniach a oddeleniach v podniku. Vždy je prispôsobená potrebám daných oddelení, no v skutočnosti ide o minimálne odlišnosti. Vo väčšine prípadov sa využíva práve FMEA procesná a jej rôzne modifikácie. V tejto práci bude využívaná FMEA údržbárska, ktorá sa začala využívať v podniku nedávno a jej proces aplikácie je stále iba na začiatku. Na skúmanom procese zatiaľ nie je vykonaná FMEA údržby, ale iba FMEA procesu. V nej sa ako možná príčina zlyhania síce označí strojné zariadenie alebo jeho časť, avšak tento problém sa rieši z pohľadu procesu a nie údržby. Aj preto sa ako jeden zo základných vstupných údajov pre vykonanie FMEA údržby vybrala práve FMEA procesu. FMEA procesná a všetky jej jednotlivé body boli podrobené analýze určujúcej či možnou príčinou zlyhania bolo označené strojné zariadenie alebo jeho časť.

Analýzou súčasnej FMEA procesnej, a jej určením ako jednej zo základných vstupných údajov pre vykonanie FMEA údržbárskej, sa určili všetky možné príčiny zlyhania chyby v troch rôznych podprocesoch. Dôležitým faktorom je taktiež hodnota RPN (Risk Priority Number). Priemerná hodnota RPN pri všetkých možných príčinách zlyhania je 152. Naproti tomu, priemerná hodnota RPN možných príčin zlyhaní v dôsledku STZ je 182. Je teda zrejmé, že body týkajúce sa STZ majú vyššiu mieru rizika ako priemer všetkých ostatných. Vykonaním FMEA údržbárskej a prijatím nápravných opatrení by malo po prehodnotení dôjsť k zníženiu hodnoty RPN. FMEA procesu označuje tieto body ako body, kde môže vzniknúť nekvalita alebo sa môže tvoriť odpad. Preto je dôležité zamerať sa na tieto body aj z pohľadu údržby a prijať nápravné opatrenia tak, aby sa riziko vzniku nezhodnej výroby minimalizovalo v čo najväčšej miere.

2 DOKÁZANIE VPLYVU STAVU STROJNÉHO ZARIADENIA NA NEZHODNÚ VÝROBU

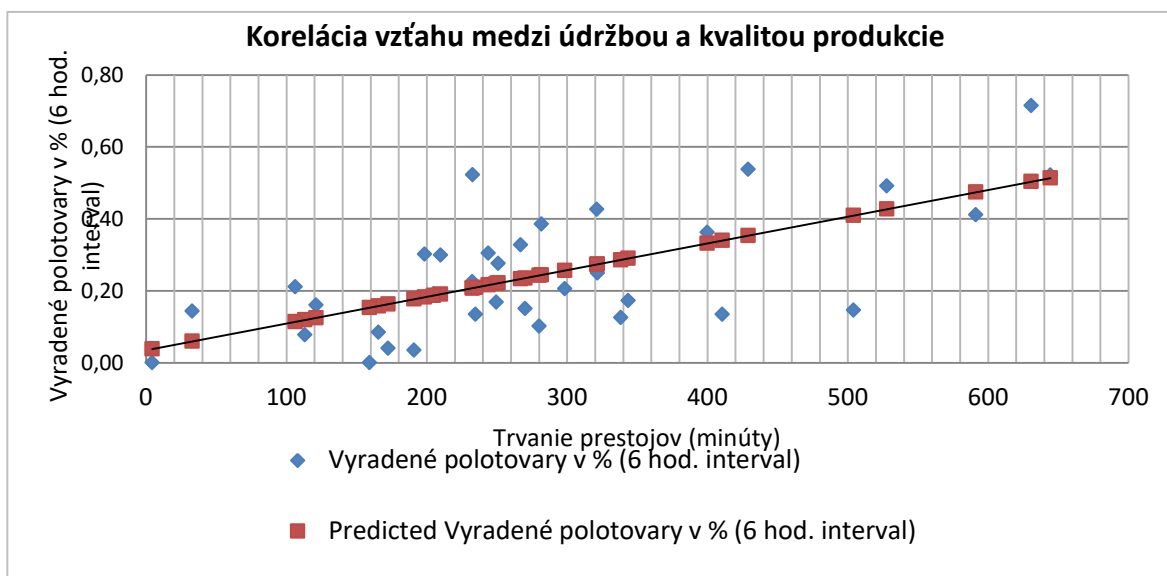
Pre dokázanie vplyvu údržby STZ na nezhodnú výrobu bolo nutné spracovať veľký objem dát, porovnať ich, určiť, ktoré budú tie najvhodnejšie a samozrejme prispôbiť ich potrebám analýzy. Dáta potrebné na analýzu, boli uložené v rôznych databázových zdrojoch. Tie bolo nutné najprv vzájomne spojiť, upraviť a následne vytvárať analýzy. Pre tieto účely sa použil program Power BI.

Na začiatok sa vybrali dáta nesúce všetky informácie o nezhodných polotovaroch vyrobených na vybranom procese a dáta o prestojoch, poruchách, ale aj vykonávaných prehliadkach preventívnej údržby. Taktiež však bolo potrebné určiť, ktoré dáta by najvhodnejším spôsobom a vzájomnou kombináciou deklarovali vzťah medzi údržbou a kvalitou výroby. Pre dokázanie vplyvu za absencie určovania, ktoré vyradené kazety s polotovarmi boli vyradené na základe stavu STZ, bolo toto dokazovanie o to zložitejšie a nejasnejšie. Z tohto dôvodu bolo nutné určiť spôsob, ktorý by sa nedal spochybníť a jasne by tento vzťah dokazoval. Pre tento účel sa ako základný ukazovateľ vzťahu medzi údržbou a kvalitou výroby vybrala korelačná a regresná analýza.

Pre účel tejto analýzy sa vybral problém, resp. jav, určujúci koľko percent z celkového počtu vyradených metrov polotovarov bolo vyrobených v určenom časovom intervale pred vzniknutou poruchou na STZ. Inak povedané, išlo o snahu určenia koľko percent vyradených materiálov ovplyvňuje či už priamo, alebo nepriamo STZ, resp. jeho údržba. Taktiež sa smerovalo k určeniu toho,

či sa dá na základe začínajúcej, resp. stúpajúcej nekvality predikovať porucha strojného zariadenia a indikovať tak stav, ktorý nezapríčiňuje samotný poruchový mód linky, ale už niekoľko hodín predtým spôsobuje tento stav zvýšenú nezhodnú výrobu. Na začiatok sa tak určil interval dvanásť hodín pred poruchou, kde sa sledovali vyradené metre polotovarov v kazetách a porovnávali sa voči všetkým vyradeným kazetám za určené časové obdobie.

Z údajov, ktoré boli dostupné sa pre potreby vytvorenia regresnej a korelačnej analýzy vybrali už spomenuté údaje o percente vyradených metrov polotovarov v určenom intervale, ako závislej premennej „Y“. Druhým údajom bol súčet trvania prestojov (porúch) v minútach ako nezávislej premennej „X“. Tieto údaje boli definované z časového hľadiska po dňoch. Po vytvorení tejto korelácie, bolo zrejmé, že závislosť medzi údajmi existuje, no bolo potrebné určiť, v ktorom časovom intervale pred poruchou táto závislosť bola najvyššia. Už definovaný počiatočný dvanásť hodinový interval pred poruchou vykazoval koreláciu okolo 0,45 až 0,5. Postupným znižovaním intervalu o jednu hodinu sa korelácia postupne zvyšovala až po interval šiestich hodín, kde dosiahla svoj vrchol. Už pri menších intervaloch začala korelácia opäť klesať, a tak sa za najvhodnejší, resp. za kritický interval pre vznik nezhodnej produkcie pred poruchou, určil v závislosti od korelácie šesť hodinový interval. V tomto intervale korelácia dosahovala hodnotu približne 0,67. Dá sa teda hovoriť o silnej vzájomnej korelácií týchto dvoch množín údajov. Túto korelačnú a regresnú analýzu určujúcu závislosť medzi nezhodnou výrobou a údržbou strojných zariadení je možné vidieť na grafe (Obr. 1), ktorý v podstate graficky vyjadruje opísanú analýzu.



Obr. 1 Korelačná a regresná analýza medzi nezhodnou výrobou a údržbou STZ

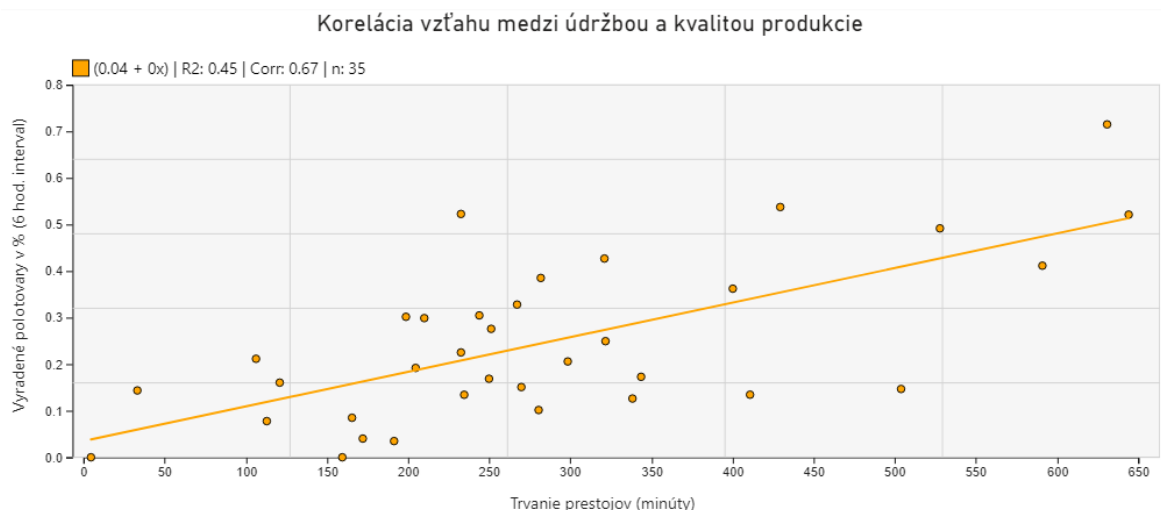
Rovnica tejto regresnej funkcie má tvar $y = 0,0351 + 0,000742x$. Ide o čísla, ktoré je následne potrebné premeniť do percent, aby mali lepšiu výpovednú hodnotu. Rovnica inak vyjadruje, že za predpokladu nulových porúch (linka by nenadobudla poruchový stav) by bolo vyradených 3,51% vyradených polotovarov, ktoré by boli ovplyvnené stavom strojného zariadenia. Hodnota 0,000742 vyjadruje o koľko by sa zvýšilo percento vyradených materiálov, pri zvýšení trvania prestojov o jednu základnú jednotku, čiže o jednu minútu. Pri zvýšení prestojov o každú jednu minútu by sa zvýšilo počet vyradených polotovarov o 0,0742%. Interval 95% spoľahlivosti tvrdí, že s pravdepodobnosťou 95% sa zvýši percento vyradených polotovarov o 0,0453% až 0,0103%. To sa dá však tvrdiť aj opačne, a teda o znížení.

V Tab. 1 sú vybraté hlavné štatistiky korelačnej a regresnej analýzy, ktoré definujú jej hlavné vlastnosti. Ukazovateľ „Multiple R“ definuje silu korelácie, ktorá už bola spomínaná a je na hodnote cca 0,67. Ide teda o silnú koreláciu týchto dvoj údajov, resp. porovnávaných veličín. Ďalšími ukazovateľmi sú „R Square“, ktorý charakterizuje hodnotu koeficientu determinácie a po premenení do percent vyjadruje akú variabilitu pokrýva zvolená regresia a ostatné ide o náhodné deje. V tomto prípade ide o cca 45%. Nadväzuje „Adjusted R Square“, ide o upravený predchádzajúci ukazovateľ zohľadňujúci počet meraní a počet odhadovaných parametrov. Nasleduje „Standard Error“ charakterizujúci chybu strednej hodnoty a táto hodnota by mala byť vždy čo najmenšia. Na záver ide o počet meraní (Observations), resp. z počtu údajov, z ktorých vychádza táto analýza. V tomto prípade ide o 35 meraní. Viacej údajov nebolo možné v súčasnosti zohľadniť do výpočtu, vzhľadom na databázy, z ktorej boli údaje získané, resp. na ktorú je regresná analýza napojená. Táto databáza momentálne disponuje s obmedzenou históriou údajov. Avšak pre regresnú a korelačnú analýzu sa udáva ako minimum 30 vstupujúcich údajov.

Tab. 1 Vybraté štatistiky regresnej a korelačnej analýzy

Štatistiky analýzy	
Multiple R	0,672106608
R Square	0,451727292
Adjusted R Square	0,435112968
Standard Error	0,129162989
Observations	35

Regresná analýza však bola vytvorená aj v spomenutom programe Power BI a napojená priamo do databáz, aby mohla byť pravidelne, na pozadí aktualizovaná a prinášala neustály aktualizovaný prehľad o vývoji tejto vzájomnej interakcii medzi údržbou a kvalitou výroby. Graf regresnej analýzy z programu Power BI je možné vidieť na Obr. 2.

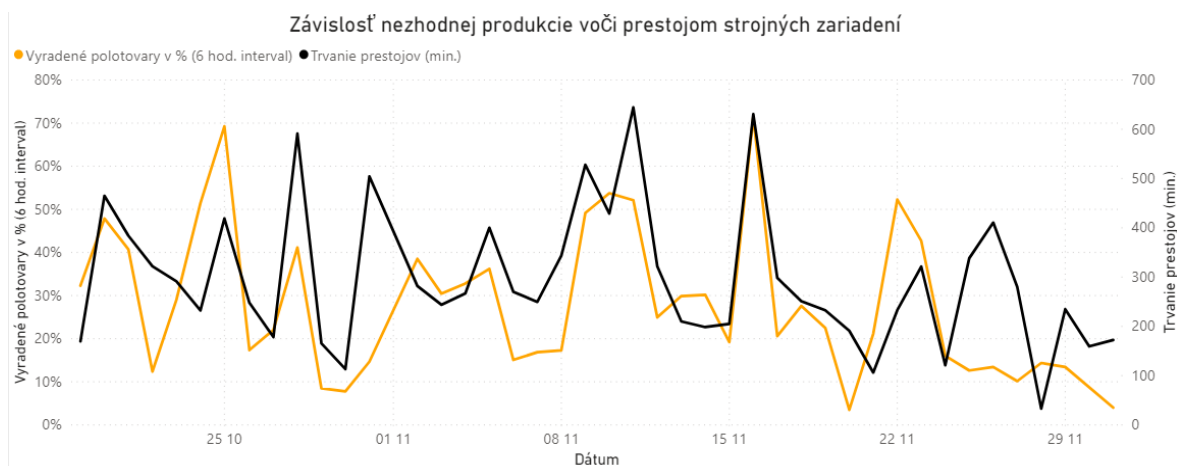


Obr. 2 Regresná a korelačná analýza v prostredí Power BI

Súčasťou tejto analýzy bolo určenie/dokázanie vzájomného vzťahu medzi kvalitou produkcie a údržbou strojných zariadení pomocou regresnej a korelačnej analýzy. Táto analýza dokázala, že vzťah je na základe korelácie silný a tieto údaje majú vzájomný súvis. Dokázanie vzťahu bolo teda

jasne deklarované. Druhou časťou analýzy bolo určenie dĺžky kritického intervalu pred poruchou, kedy začína linka produkovať vo väčšej miere nezhodné polotovary, čo v podstate indikuje, že sa niečo začína diať, čo v konečnom dôsledku môže vyústiť v poruchu. Tento interval bol na základe analýzy určený na šesť hodín pred poruchou vzhľadom na najvyššiu mieru vzájomnej korelácie údajov v tomto intervale. Týmito faktami sa dá povedať, že výroba nezhodných polotovarov sa stupňuje v danom intervale. Toto tvrdenie dokazuje aj graf na Obr. 3, kde sú vizualizované priebehy dvoch kriviek. Krivka čiernej farby predstavuje súčet trvania porúch v minútach (os vpravo) na strojných zariadeniach v priebehu času (dní). Oranžová krivka predstavuje percento vyradených polotovarov (os vľavo), opäť v intervale šesť hodín pred poruchou. Ako je vidieť, tak krivky sú si veľmi podobné, čo aj dokazuje tvrdenie silnej korelácie. Sú si podobné predovšetkým priebehom, nie hodnotami. V niektoré dni sa dokonca vyskytuje lokálny extrém vyradených polotovarov a deň alebo dva nato, sa vyskytuje lokálny extrém súčtu trvania porúch. Tento jav vzniká v niektorých prípadoch aj opačne. Z toho sa dá tvrdiť, že na základe vyradených polotovarov, resp. tvorby nezhodnej produkcie sa dá predikovať vznik poruchy alebo neoptimálny stav stroja. Tu však nastáva problém, pretože ide o polotovary vyradzované aj niekoľko dní späť, keď sa zachytia až v nasledujúcom procese. Až dodatočne tak poukazujú na problém, ktorý vznikol niekoľko dní skôr.

Jav, kedy predchádza lokálny extrém trvania porúch o jeden alebo niekoľko dní lokálnemu extrému percent vyradených polotovarov, môže ovplyvňovať stav liniek, kde po oprave linky, prípadne po vykonaní plánovanej preventívnej údržby, bola linka odovzdaná do výroby označená ako spôsobilá, no v skutočnosti tomu tak nebolo. Za toto je zodpovedná vyslovene údržba strojných zariadení, ktorá napr. nedôsledne vykonáva opravy, plánované preventívne prehliadky, resp. odovzdáva strojné zariadenie bez následnej kontroly stavu chodu linky a predovšetkým kvality jej produkcie.



Obr. 3 Graf závislosti medzi poruchovým stavom STZ a nezhodnou produkciou

Dôležité je však aj výsledné, resp. priemerné percento, koľko je vyradených nezhodných polotovarov v intervale 6 hodín pred poruchou za sledované časové obdobie. V tomto prípade, kedy bolo sledovaných 35 dní, toto percento v pôvodnom stave pred zavedením nápravných opatrení tvorilo približne 30 percent zo všetkých vyradených polotovarov. Ide teda o takmer tretinu, čo predstavuje významné množstvo, ktorým je nutné sa ďalej zaoberať a rôznymi nástrojmi/prístupmi skúsiť toto číslo eliminovať v čo najväčšom rozsahu. Výsledkom týchto analýz, je dokázanie vzájomného vzťahu údržby a kvality, a taktiež vytvorenie reportov na neustále sledovanie a porovnávanie jednotlivých období vzájomne medzi sebou. Priestor na zlepšenie stability a kvality procesu vytlačovania je zrejmy

a na základe vykonaných analýz je tento proces možné zlepšovať v oblasti kvality aj prostredníctvom údržby strojných zariadení. Ide teda nie len o odstraňovanie porúch, ale aj o predchádzanie produkcií nezhodných výrobkov.

3 NÁVRH METODIKY TVORBY PLÁNOVANEJ PREVENTÍVNEJ ÚDRŽBY V KONTEXTE KVALITY

Po dokázaní vzťahu, resp. vplyvu stavu strojných zariadení na kvalitu výroby v predchádzajúcich častiach nasleduje ďalšia významná oblasť. Touto oblasťou je plánovaná preventívna údržba. Práve pomocou nej a úplne novým prístupom ku tvorbe plánov preventívnej údržby s veľkým ohľadom na kvalitu výroby, bude snaha o minimalizovanie nezhodnej produkcie v dôsledku stavu strojných zariadení. Podnetom pre riešenie novej metodiky a celkového prístupu ku preventívnej údržbe v podniku sú meniace sa požiadavky na údržbu strojných zariadení. Jednou z týchto nových požiadaviek je práve zvýšenie kvality produkcie. Vznik novej metodiky PPÚ nie je požadovaný len z pohľadu minimalizácie prestojov, ale predovšetkým z pohľadu zvýšenia kvality produkcie prostredníctvom údržby strojných zariadení.

Vzhľadom na tieto skutočnosti bude návrh tejto metodiky navrhnutý ako komplexný systém pre riešenie plánov PPÚ z pohľadu vplyvu na kvalitu produkcie, vplyvu na bezpečnosť a samozrejme aj z pohľadu vplyvu na produktivitu. Fungovanie systému tvorby plánov PPÚ bude založené na metóde PDCA cyklu. Bude sa tak skladať z viacerých častí založených na ich neustálom a kontinuálnom zlepšovaní, z čoho by sa mala postupom času stať pre pracovníkov údržby rutina. Rutina v slova zmysle osvojenia si chápania, že procesy je nutné neustále zlepšovať na základe ich aktuálneho stavu.

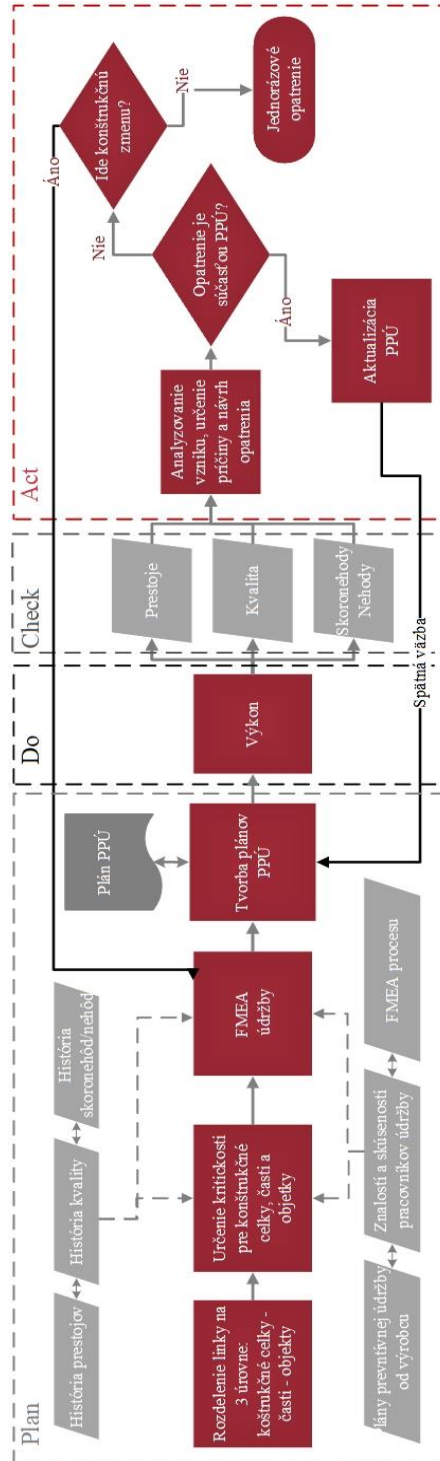
Na Obr. 4 je možné vidieť návrh fungovania tvorby plánov preventívnej údržby spolu s vyznačením PDCA cyklu a vstupných údajov. Tento diagram sa týka predovšetkým liniek, ktoré už sú v podniku nainštalované. Diagram je možné rozdeliť do dvoch základných fáz. Prvú fázu charakterizuje plánovanie a celková tvorba plánov preventívnej údržby (na Obr. 4 oblasť „Plan“). Druhú fázu obsahuje zavedenie plánov do výroby, ich kontrolu a následnú spätnú väzbu.

Celý proces, ako vyjadruje diagram (Obr. 4), tak začne rozdelením linky na tri úrovne až na jednotlivé objekty linky. Nasledovať bude určenie kritickosti jednotlivých konštrukčných celkov, častí a objektov. Na základe toho sa určí, ktorým konštrukčným celkom sa začne tvorba PPÚ a zároveň, ktoré kritické objekty budú vstupovať do FMEA-i údržby. Po tomto kroku sa realizuje FMEA údržby s veľkým ohľadom na kvalitu výroby, ale aj na bezpečnosť. Výsledkom budú nie len návrhové opatrenia, ale aj opatrenia z pohľadu údržby. Ide tak o určenie, ktoré objekty budú predmetom preventívnej údržby, a čo na nich bude potrebné vykonať. Vstupnými údajmi pre vykonanie ostatných dvoch bodov budú historické údaje o kvalite, prestojoch a skoronehodách/nehodách. Ďalšími významnými vstupmi budú plány PPÚ od výrobcu (pokiaľ sú k dispozícii), FMEA – procesu (reprezentujúca kvalitu produkcie) a v neposlednom rade aj znalosti a skúsenosti pracovníkov. Posledným bodom bude tvorba samotných plánov údržby, ich kompletné znenie atď., čoho výsledkom bude samotný plán PPÚ.

Ďalším krokom „Do“ bude realizácia a zavedenie tvorby plánov preventívnej údržby do výroby. Súčasťou bude preškolenie pracovníkov údržby na fungovanie nových systémov a postupov. Po zavedení novej PPÚ sa bude vykonávať jej kontrola „Check“ prostredníctvom ukazovateľov z rôznych oblastí, ktoré budú zároveň vstupnými údajmi a podkladmi pre riešenie nápravných opatrení na

základe aktuálneho stavu. Spätnou väzbou sa cyklus uzatvorí a malo by tak nastať neustále kontinuálne zlepšovanie nastavených plánov.

Tento definovaný rámcový návrh postupu tvorby PPÚ v kontexte na kvalitu produkcie by mal zabezpečiť nový pohľad a prístup ku preventívnej údržbe v podniku. Dôležité bude správne a podrobné vysvetlenie, čo sa čaká od pracovníkov údržby, aby mohol byť tento návrh a postup efektívny.



Obr. 4 Diagram tvorby plánov PPÚ

Postupnosť krokov pri definovaní nového plánu je vidieť na Obr. 4. Tieto kroky sú presne a podrobne rozpísané v diplomovej práci uvedenej v zdrojoch na konci článku. Jednotlivé kroky pozostávajú z:

1. Vstupné údaje pre tvorbu plánov PPÚ
2. Rozdelenie linky na konštrukčné celky, časti a objekty
3. Určenie kritickosti pre konštrukčné celky, časti a objekty
4. FMEA údržby ako súčasť tvorby plánu v kontexte kvality
5. Tvorba plánov PPÚ v kontexte kvality
6. Zavedenie novej PPÚ a jej výkon
7. Kontrola a nápravné opatrenia na základe stavu
8. Zavedenie nového plánu PPÚ

Základným a významným krokom je využitie FMEA – i údržby ako kostry celej metodiky. Totiž samotná metodika je postavená na analýze rizík z viacerých pohľadov a jedným z ich je práve aj kvalita produkcie a hlavným zdrojom pre vykonanie FMEA – i údržby je výstup z FMEA – i procesu. Pôjde tak o komplexné riešenie a analyzovanie problémov, ktoré momentálne v podniku na danej úrovni nefunguje a už vôbec neexistuje prepojenie na plánovanú preventívnu údržbu a FMEA–u procesu. Zároveň sa bude veľmi osobitne pristupovať k bodom s bezpečnosťou a k bodom ovplyvňujúcich kvalitu produkcie. Budú sa navrhovať riešenia, ktoré síce nemusia priamo znižovať vplyv na kvalitu produkcie, ale budú mať vplyv na zníženie výskytu danej príčiny, zlepšenie odhaliteľnosti atď. Pôjde tak o ďalší nástroj, ktorý sa doteraz nepoužíval pri tvorbe plánov preventívnej údržby.

4 ZHODNOTENIE PRÍNOSOV NÁVRHU

Výsledky a zároveň aj prínosy diplomovej práce je možné rozdeliť do viacerých častí. Prvým prínosom pre podnik je exaktné preukázanie vzťahu medzi stavom strojných zariadení (z pohľadu údržby) a kvalitou výroby. Tento vzťah sa preukázal z viacerých pohľadov s využitím rôznych kombinácií dát a v neposlednom prostredníctvom vyjadrenia tohto vzťahu korelačnou analýzou. Po dokázaní existencie tohto vzťahu nasledovala druhá časť práce, ktorá obsahovala návrh metodiky tvorby plánov preventívnej údržby na základe analýzy rizík predovšetkým z pohľadu kvality. Výstupom práce tak je aj návrh novej metodiky tvorby PPÚ v kontexte na kvalitu, ktorý sa odporúča podniku zaviesť ako smernicu pre tvorbu plánov preventívnej údržby v rámci celého podniku. Navrhnutá metodika sa overila prostredníctvom jej zavedenia do výroby, resp. sa overila prostredníctvom tvorby plánu PPÚ podľa tejto metodiky a zavedením tohto plánu. Pre tieto potreby bol vybraný pilotný najkritickejší konštrukčný celok na strojnom zariadení kategórie A.

Zhodnotenie návrhu je možné vykonať prostredníctvom vybraných reálnych ukazovateľov. Jeden z nich je napríklad počet vyradených materiálov v šesť hodinovom intervale pred vznikom poruchy. Ako je vidieť v Tab. 2, tak zlepšenie tohto ukazovateľa je o približne 24% oproti pôvodnému stavu. To znamená, že v šesťhodinovom intervale pred poruchou bolo vyradených o 23,76% menej polotovarov ako pred zavedením novej PPÚ. Vplýva na to aj fakt, že jej zavedením sa zmenšila aj početnosť porúch o 17,7%. Nová preventívna údržba tak priaznivo ovplyvnila obidva tieto faktory čoho výuštením je spomínané zlepšenie tohto ukazovateľa.

Tab. 2 Porovnanie vyradených materiálov po zavedení novej PPÚ

Vyradený materiál pred poruchou		
Pôvodný stav (%)	Súčasný stav (%)	Zlepšenie (%)
29,84%	22,75%	23,76%

Nadväzujúci ukazovateľ je počet vyradených metrov polotovarov v dôsledku strojného zariadenia. Po zavedení návrhov sa znížil výskyt vyradených polotovarov v dôsledku STZ o 23,01% (Tab. 3). Kde následne počet všetkých vyradených polotovarov bez ohľadu na dôvod o cca 16%. Ide o značné zlepšenie s viditeľným zlepšujúcim sa trendom. Hovoriť nie len o vyradených polotovarochoch v dôsledku STZ má význam preto, lebo stále je možné ovplyvnenie strojným zariadením aj ostatné prípady. V neposlednom rade pre vyjadrenie podielu na celkovom zlepšení.

Tab. 3 Porovnanie počtu vyradených polotovarov

Počet vyradených metrov materiálu			
Druh vyradenia	Pôvodný stav (m)	Súčasný stav (%)	Zlepšenie (%)
V dôsledku STZ	804	619	23,01%
Všetky dôvody	5821	4887	16,05%

Zavedenie novej PPÚ malo samozrejme v dlhšom časovom období dopad aj na zníženie pre stojovosti na danom konštrukčnom celku STZ. Ako už bolo spomenuté tak početnosť pre stojov sa znížila približne o 15%. Čo sa týka dĺžky pre stojov tak tam sa redukcia blíži až k rozmedziu medzi 30% až 40%. Z čísel tak vyplýva, že sa podarilo zredukovať najmä dlhšie pre stojy vznikajúce na danom konštrukčnom celku.

5 ZÁVER A POĎAKOVANIE

Táto práca bola úspešne obhájená ako diplomová práca na Strojníckej fakulte Žilinskej univerzity v Žiline v študijnom programe Priemyselné inžinierstvo v roku 2021 a bola ocenená Cenou SSU za diplomovú prácu v roku 2022 na konferencii Národné fórum údržby 2022 organizovanej Slovenskou spoločnosťou údržby. Tento článok tvorí iba stručnú a základnú kostru obsahu diplomovej práce, kde sú publikované všetky podrobnosti a vysvetlené všetky dôležité kroky a body.

Poďakovanie vedúcemu mojej diplomovej práce doc. Ing. Miroslav Rakytovi, PhD., oddeleniu Údržby v spoločnosti Continental Matador Rubber, s. r. o. za možnosť vypracovania mojej diplomovej práce a pracovníkom oddelenia za odborné rady a spoluprácu.

Použitá literatúra

SCHERK, R. 2021. Vplyv kvality výkonu plánovanej preventívnej údržby na kvalitu procesu výroby. Diplomová práca. Žilina: Strojnícka fakulta ŽU v Žiline.

Autori:

Ing. Rastislav Scherk
Inžinier údržby/Dátový analytik
Continental Matador Rubber s.r.o., Terézie Vansovej 1054, 020 01 Púchov, Slovakia

Ing. Peter Darvaši
vedúci odboru Údržba PLT