

Identifikácia problémov s odpadom s použitím nástrojov kvality

Barbara CIECINSKA^a, Aleksandra MAJKA^a, Lýdia SOBOTOVÁ^{b*}

^a Rzeszow University of Technology, Powstanców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, Polsko, e-mail: barbara.ciecinska@prz.edu.pl, a.majkaa99@gmail.com

^b Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra riadenia podniku a inžinierstva prostredia, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovensko

* korespondenční autor: e-mail: lydia.sobotova@tuke.sk

Súhrn

Environmentálny manažment sa zaoberá znižovaním negatívneho vplyvu výroby na životné prostredie. Identifikácia negatívnych faktorov môže byť niekedy náročná z dôvodu nízkej informovanosti zamestnancov závodu, nedostatočnej motivácie, neadekvátnej organizácie práce alebo neefektívneho riadenia. Článok uvádza príklad aplikácie nástrojov známych z manažérstva kvality na podporu environmentálneho manažérstva vo vybranom strojárskom podniku. Zamestnanecký prieskum metódou environmentálnej analýzy možných chýb a ich dôsledkov (Environmental Failure Mode and Effect Analysis, E-FMEA) a metódy „5 Prečo“ (5Whys) boli navrhnuté na identifikáciu rôznych problémov súvisiacich s environmentálnou záťažou výroby, a najmä s odpadom. Poukázalo sa na efektívnosť tímovej práce, spoločné napĺňanie cieľa minimalizácie odpadu vrátane nebezpečného. O metóde 5S sa diskutovalo ako o spôsobe organizácie pracovných staníc a uľahčenia neustáleho zlepšovania v súvislosti s odpadom.

Kľúčové slová: nástroje kvality, E-FMEA, 5 Whys, metóda 5S, odpadové hospodárstvo

Úvod

Mnoho spoločností dnes hľadá spôsoby, ako znížiť dopad svojich technológií na životné prostredie. Významným problémom je post- produkčný odpad. Pri použití danej technológie musí spoločnosť znášať dôsledky použitých zariadení, látok a nástrojov. Existuje množstvo stratégií znižovania odpadu, ako je znižovanie pri zdroji alebo opätovné použitie a zhodnocovanie. Redukcia pri zdroji znamená zmeny v produkte realizované nahradením škodlivých látok alebo technológií látkami alebo technológiami šetrnými k životnému prostrediu. Nie vždy je to však možné okamžite, alebo dokonca až po určitom čase z rôznych dôvodov. V takom prípade zostáva technológia zaťažujúca životné prostredie a závod hľadá ďalšie možnosti na zníženie zdravotných a environmentálnych záťaží¹. Takouto príležitosťou je okrem dodržiavania parametrov procesu, predchádzania stratám či presnej prípravy výroby aj správna separácia tokov odpadov a správne nakladanie s nimi. V kontexte environmentálneho manažmentu existuje množstvo riešení a môžu to byť: systémový manažment podľa normy ISO 14001 alebo neformálny manažment, využívajúci postuláty čistej výroby². Táto stratégia kladie dôraz na znižovanie znečistenia „pri zdroji“, teda vtedy, keď vzniká vo výrobnom procese. Pre spoločnosť to znamená úsporu materiálov, energie, pre ľudské zdravie a životné prostredie elimináciu alebo zníženie toxických surovín v mieste ich vzniku (napr. v rámci pracovných staníc) a celkové zníženie toxicity technologických procesov³. Proces minimalizácie odpadu zahŕňa vypracovanie environmentálnej stratégie a vytvorenie organizačnej a technickej štruktúry umožňujúcej kontinuálne a systematické pôsobenie. Táto štruktúra by mala zahŕňať prehľad technológií, látok, foriem a metód aplikácie, ako aj tokov odpadu. Až potom je možné identifikovať možnosti eliminácie alebo zníženia množstva a obťažovania odpadom⁴.

Vzhľadom na to, že mnohé spoločnosti majú zavedené systémy manažérstva kvality založené na ISO 9001, ako aj techniky Lean Manufacturing (LM) zamerané na udržanie určitej kvality produktov s primeraným tokom materiálov a výrobných činností⁵, v článku je uvedená prípadová štúdia aplikácie

vybraných nástrojov známych z manažérstva kvality a LM na dosahovanie environmentálnych cieľov v súvislosti s minimalizáciou odpadu. V spoločnosti využívajúcej rôzne technológie bola FMEA aplikovaná v environmentálnom kontexte na identifikáciu problémov s odpadmi a ich klasifikáciu podľa dôležitosti ich vplyvu na životné prostredie. Doplnkom k procesu identifikácie problémov bol vypracovaný zamestnanecký dotazník na získanie predstavy o stave environmentálneho povedomia zamestnancov vo vybranej oblasti a na zistenie existencie ďalších organizačných problémov. Na identifikáciu základných príčin problémov bolo navrhnuté použiť metódu 5 Whys. Na základe výsledkov pozorovaní a analýz boli navrhnuté nápravné riešenia vrátane metódy 5S na dosiahnutie environmentálne priaznivých pracovných podmienok v budúcnosti.

Experimentálna časť

Identifikácia problémov s odpadom

V skúmanom podniku sa vo výrobnom procese využíva množstvo konvenčných pracovísk vybavených rôznymi technologickými zariadeniami. Na obrábanie sa používajú frézky, vŕtačky, sústruhy a brúsky, pri montážnych operáciách lepiace stanice a pri dokončovacích operáciách lakovacie stanice. Všetky technologické zariadenia vyžadujú pre správnu činnosť určité oleje, mazivá, chladiace kvapaliny. Zistilo sa, že spoločnosť používa vo významných množstvách:

- prevodové oleje pre sústruhy, frézky, vŕtačky,
- hydraulické oleje do brúsok,
- chladiace kvapaliny pre sústruhy, frézky a brúsky,
- farby, laky, emulzie, rozpúšťadlá, riedidlá, odmasťovače, antikorózne kvapaliny, kvapaliny na čistenie a údržbu strojov po obrábaní, lepidlá, tvrdidlá.

Rôznorodosť strojového parku a aj iných vykonávaných technologických činností generuje potrebu obrovského množstva chemických látok. Preskúmanie týchto látok ukázalo, že sú často škodlivé pre zdravie a životné prostredie. Mnohé z nich sú aj horľavé. Technologické vlastnosti týchto látok znemožňujú ich vyradenie z výrobného procesu, preto sú mimoriadne dôležité vhodné postupy a zaobchádzanie s týmito látkami. Okrem samotnej látky s nebezpečnými vlastnosťami predstavuje environmentálny problém z hľadiska environmentálnej záťaže nebezpečného odpadu aj zanechaný obal.

Ako prvý krok sa vykonal environmentálny prieskum a overilo sa nakladanie s látkami a ich odpadom. Zistilo sa, že v niektorých prípadoch bola manipulácia neprimeraná. Skladovanie bolo nájdené spôsobom, ktorý umožňoval rozliatie kvapalín, ich zapálenie, navyše boli identifikované neoznačené nádoby (fľaše, téglíky) a iné nádoby ako od výrobcu, vyplývajúce z praxe prelievania tekutín zamestnancami. Zistilo sa, že niektoré pracovné stanice vytvárajú obzvlášť veľké množstvo odpadu. Príkladom je montážna stanica, kde sa používajú rôzne lepidlá, tužidlá, niekedy v integrovaných a objemovo malých baleniach. Najmä na týchto pracoviskách vzniká značné množstvo odpadu po prípravných činnostiach, ako sú brúsny papier, použité brúsne kotúče, miešadlá, kefy, špachtle, hroty extrudérov, rukoväte a komponenty upínadiel. Ide o predmety vyrobené z rôznych materiálov, ktoré ak by boli čisté, tak by boli vhodné na triedený zber odpadu. Využitím pri lepení a znečistením sa však stávajú nebezpečným odpadom. Podobná situácia bola zistená na lakovacích stanicách. Na druhej strane pri obrábaní je spotreba mazív a olejov spôsobená intenzitou práce. Zistilo sa, že nastávajú obdobia zvýšenej spotreby, po ktorých dochádza aj k hromadeniu plastových a sklenených obalov, v ktorých boli zabalené. Okrem kontaminovaných kvapalín, nádob s kvapalinami a prístrojového vybavenia v dôsledku ich používania boli ako nebezpečné identifikované aj látky, papier, znečistený týmito látkami operátormi, príležitostne aj drevené alebo kovové časti znečistené pri preprave počas vykládky. Identifikácia a vyhodnotenie environmentálnych aspektov spoločnosti viedli k záveru, že okrem mnohých iných aspektov (ako je spotreba energie) sú významnými aspektmi: - nedostatok bezpečných pracovných postupov s nebezpečnými látkami - nesprávne skladovanie nebezpečných látok - nadmerná tvorba nebezpečného odpadu (vrátane obalov) - nedostatok správnych postupov nakladania s odpadom.

Environmentálna FMEA

Environmentálna FMEA bola použitá s cieľom minimalizovať alebo eliminovať riziko vystavenia ľudí a životného prostredia toxickým a nebezpečným látkam a záťaže nebezpečným odpadom nachádzajúcim sa na mnohých miestach⁶. Boli prijaté všeobecné kritériá analýzy navrhnuté autormi⁷ a uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Všeobecné kritériá E-FMEA⁷

O Výskyt (Occurrence)	S Dôležitosť, význam (Significance)	D Zisťovanie (Detection)
Normy a environmentálne rozsahy	Normy a environmentálne rozsahy	Používanie systémov a kontrolných opatrení s ohľadom na stroje a zariadenia
Stabilita a porucha strojov a zariadení	Stabilita a porucha strojov a zariadení	Používanie systémov a dozorných opatrení s ohľadom na normy a rozsah environmentálnych procesov

Pravdepodobnosť výskytu nebezpečenstva je popísaná ukazovateľom „O“ v tabuľke 2. Popis sa týka možného rizika vplyvu procesu na životné prostredie vrátane prekročenia noriem, rozsahov ochrany životného prostredia, stanovených sankcií za poruchy procesov a strojov a používané technologické zariadenia, ktoré ovplyvňujú životné prostredie.

Tabuľka 2: Popis hodnôt ukazovateľa „O“⁷

O	O (Occurrence) Výskyt		Popis
1	Nepravdepodobný	Nevyskytuje sa	Vylučuje porušenie stanovených noriem a environmentálnych rozsahov v procese. Stabilná, bezporuchová prevádzka strojov a technologických zariadení.
2	Takmer neveriteľný	Dodanie nevyhovujúceho produktu je takmer nemožné. Veľmi vysoká kvalita procesu a schopnosť stroja.	Takmer je nemožné porušiť stanovené normy a environmentálne rozsahy pre implementovaný proces. Veľmi vysoká istota, že nedôjde k poruche strojov a technologických zariadení.
3	Málokedy	Občas sa vyskytnú nedostatky, ale málokedy. Vysoká kvalita procesu a výkon stroja.	Dochádza ku krátkodobým porušeniam zavedených environmentálnych noriem a rozsahov implementovaných procesov. Vysoká istota absencie poruchy strojových a technologických zariadení.
4 5 6	Priemerný	Vzhľad produktu je veľmi podobný. Proces má dobré kvalitatívne vlastnosti, ale je nestabilný.	Implementácia procesov so zavedenými normami a environmentálnymi rozsahmi, ale dochádza k dočasným porušeniam. Je pravdepodobné, že dôjde k poruche strojov a technologických zariadení.
7 8	Často	Vyskytujú sa časté prestoje. Proces má nízku kvalitu a je nestabilný.	Proces je charakterizovaný častým porušovaním environmentálnych noriem a rozsahov. Časté poruchy strojov a technologických zariadení ovplyvňujúce životné prostredie.
9 10	Veľmi bežný	Zlyhanie je takmer nevyhnutné. Proces má veľmi nízku účinnosť a kvalita je nízka.	Proces sa často vykonáva na úrovni, ktorá nespĺňa stanovené environmentálne normy a rozsahy. Veľmi často sa vyskytujúce poruchy strojov a technologických zariadení ovplyvňujú životné prostredie.

Tabuľka 3: Popis hodnôt ukazovateľa „S“⁷

S	S Dôležitosť/ Význam defektu	Popis	
1	Veľmi malá	Chyba produktu neovplyvní používanie. Procesná chyba žiadnym spôsobom neovplyvní kvalitu produktu/služby.	Poruchy strojov a zariadení v procese neovplyvňujú životné prostredie. Nedochádza k porušovaniu environmentálnych noriem.
2 3	Malá	Porucha je nepatrná a vedie len k miernemu zhoršeniu kvality produktu. Porucha procesu mierne ovplyvňuje kvalitu produktu /služby.	Takmer je nemožné porušiť stanovené normy a environmentálne rozsahy pre implementovaný proces. Veľmi vysoká istota, že nedôjde k poruche strojov a technologických zariadení.
4 5 6	Priemerná	Chyba produktu naznačuje jasnú nespokojnosť. Procesná chyba výrazne ovplyvňuje kvalitu produktu.	Zvyšujúci sa počet porúch strojov a zariadení má jasný vplyv na životné prostredie a vyžaduje prijatie metód na zlepšenie stabilizácie. Proces prestojov je krátky, čo mierne ovplyvňuje plynulosť výroby. Porušenie environmentálnych noriem je zriedkavé a vplyv na životné prostredie je lokálny (v oblasti strojov, zariadení).
7 8	Veľká	Výrobok nie je možné používať podľa určenia. Chyba v procese spôsobuje, že produkt je nekompatibilný.	Vyskytujúce sa poruchy strojov a zariadení majú významný vplyv na životné prostredie a vyžadujú si viac než len štandardné metódy stabilizácie procesov. Prerušovaný proces vážne ovplyvňuje kontinuitu výroby. Prekračovanie environmentálnych noriem ovplyvňuje prostredie okolo výrobných hál.
9 10	Veľmi veľká	Chyba produktu ohrozuje bezpečnosť užívateľa alebo porušuje zákon. Porucha procesu môže viesť k potrebe opravy produktu.	Poruchy strojov a zariadení majú veľký vplyv na životné prostredie a ľudí a vyžadujú si špecializované metódy stabilizácie procesov vrátane zásahu špecialistov. Proces prerušenia má strategický vplyv na kontinuitu výroby. Prekračovanie environmentálnych noriem ovplyvňuje prostredie väčšie ako len výrobná hala/pracovisko.

Zistiteľnosť porúch sa môže líšiť a môže zahŕňať zariadenia a polohy, ktoré ovplyvňujú životné prostredie. Spôsob výberu hodnoty D indexu je uvedený v tabuľke 4.

Tabuľka 4: Popis použitia ukazovateľa „D“⁷

D	D	Ťažkosti s detekciou	Popis
1 2	Veľmi malé	Aplikované kontrolné opatrenia a poskytnutý dohľad poskytujú takmer istotu, že sa zistí chyba produktu alebo narušenie procesu, ktoré môže spôsobiť chybu.	Použitý systém a opatrenia dohľadu poskytujú takmer úplnú istotu na: - predpovedanie porúch strojov a zariadení a ich ochrana pred vznikom nebezpečenstva; - stabilita procesu zostáva v rámci akceptovaných environmentálnych noriem a rozsahov.
3 4	Malé	Používané kontrolné a dozorné opatrenia a monitorovanie poskytujú dobrú príležitosť na odhalenie chýb produktu alebo narušenia procesu.	Aplikovaný systém a opatrenia dohľadu poskytujú príležitosť: - predvídať poruchu strojov a zariadení a chrániť ich pred nebezpečenstvom; - detekcia nestability procesu v rámci akceptovaných environmentálnych noriem a rozsahov.
5 6	Priemerné	Zavedené kontrolné opatrenia ponúkajú možnosť odhaliť poruchu alebo prerušenie procesu, ale majú obmedzenú schopnosť ho kontrolovať.	Používaný systém a opatrenia dohľadu poskytujú schopnosť predvídať poruchy strojov a zariadení a chrániť ich pred environmentálnymi rizikami.
7 8	Vysoké	Je veľmi pravdepodobné, že kontrolné a dozorné opatrenia neodhalia chybu alebo prerušenie procesu.	Používaný systém a opatrenia dohľadu nedokážu predpovedať poruchu strojov a zariadení a ich ochranu pred vznikom ohrozenia životného prostredia.
9 10	Veľmi veľká	Dá sa s vysokou istotou predpokladať, že prijaté kontrolné opatrenia neodhalia chyby produktu alebo narušenie procesu.	Používaný systém a opatrenia dohľadu umožňujú len veľmi málo predpovedať poruchu strojov a zariadení a ich ochranu pred vznikom environmentálnych rizík.
10	Nemožné	Nie sú známe žiadne kontrolné a dozorné opatrenia na zisťovanie chyby produktu alebo prerušenia procesu.	Neexistujú žiadne dostupné systémové a dozorné opatrenia a dohľad, ktorý by predvídal poruchy strojov a zariadení a chránil ich pred environmentálnymi rizikami.

Environmentálny prieskum, 5 Whys, 5S

V spoločnosti bol vypracovaný prieskum na získanie informácií priamo od zamestnancov o zaužívaných postupoch z dôvodu, že problematika látok, odpadov a najmä odpadov z nebezpečných látok sa opakuje na viacerých pozíciách. Dotazník s 10 otázkami bol distribuovaný zamestnancom každého oddelenia. Formulár prieskumu je uvedený v tabuľke 5.

Tabuľka 5: Environmentálny prieskum zamestnancov

Environmentálny prieskum (Environmental survey)			
No.	Otázky	Áno	Nie
1.	Používate pri svojej práci nebezpečné látky?		
2.	Oboznámili ste sa s kartami bezpečnostných údajov nebezpečných látok, ktoré používate?		
3.	Máte určené miesto na skladovanie týchto látok na pracovnej stanici?		
4.	Považujete súčasné miesto skladovania látok za bezpečné?		
5.	Viete, ako naložiť s odpadom, ktorý zostane na pracovnej stanici?		
6.	Viete, čo sú to nebezpečné odpady?		
7.	Je na vašom pracovisku organizované miesto na odpad?		
8.	Existuje dostatok školení o obťažovaní firemným odpadom?		
9.	Udržiavali by ste poriadok na svojom pracovisku v súvislosti s látkami a odpadom, ak by bolo správne organizované?		
10.	Viete vymenovať látky, s ktorými prichádzate pri práci do kontaktu?	

Poznámka: Na zodpovedanie otázok 1 – 9 musíte označiť jednu odpoveď ÁNO alebo NIE umiestnením X a pre otázku 10 napísať vlastnú odpoveď.

Na určenie základných príčin nedostatkov v súvislosti s nakladaním s nebezpečnými látkami a odpadmi sa použila technika 5 Whys^{8, 9, 10}. V skúmanej spoločnosti prebehol brainstorming tímu zamestnancov z rôznych oddelení a v reakcii na situáciu položili 5 otázok. Na usporiadanie pracovných staníc bola použitá technika 5S10. Tento krok bol dôsledkom výsledkov získaných po predchádzajúcich krokoch. V skúmanom kontexte išlo o zjednodušenú verziu, zaoberajúcu sa len chemickými látkami a odpadmi. Bola vykonaná kontrola a boli vybrané látky potrebné pre procesný krok pracoviska, a to tým, že boli systematizované ich rozdelením na nebezpečné látky a bezpečné (ostatné) látky, ako aj uvedením druhu a nakladania s odpadom po takomto kroku¹¹. Pracovné stanice boli následne vyčistené. Následne bola vykonaná štandardizácia pracovísk a naplánované školenie zamestnancov tak, aby pracoviská zostali upratané, boli určené priestory na skladovanie odpadu a do budúcnosti bol zachovaný bezpečný stav pre zdravie a životné prostredie.

Výsledky a diskusia

Výsledkom E-FMEA bolo získané numerické hodnotenie rizika environmentálneho vplyvu procesu, v skúmanom prípade vplyvu nebezpečných látok a odpadov na životné prostredie. Kritická hodnota RPN (Risk Priority Number) bola stanovená ako súčin troch predpokladaných hodnôt ukazovateľov (O·S·D) podľa popisov uvedených v tab. 2 – 4. Číslo 125 (ako násobok priemerných hodnôt každého ukazovateľa) bolo brané ako kritická hodnota, od ktorej sa majú začať nápravné opatrenia. Výsledky analýzy sú uvedené v tabuľke 6.

Analýza zistila, že pri vŕtaní a brúsení vzniká relatívne malé množstvo odpadu. Vŕtanie, pri ktorom sa vyrábajú napríklad otvory, závitky a podrezania, zahŕňa odoberanie malého objemu materiálu. Tieto operácie nie sú intenzívne a v technologických procesoch sa nevyskytujú vo významnom počte, preto je spotreba nástrojov malá. V dôsledku toho množstvo odpadu tiež nie je významné (skóre RPN = 100). Brúsenie sa na druhej strane vykonáva na vybraných šaržiach výrobkov, aby sa dosiahla zlepšená kvalita povrchu a rozmerová presnosť. Odpad, je najmä prach, ktorý je odvádzaný výfukmi s filtrami a neznečisťuje vzduch, ako aj opotrebované alebo poškodené brúsne kotúče. Stávajú sa odpadom, ale takéto situácie sú sporadické (hodnotenie RPN = 60). Vŕtanie a brúsenie nepredstavuje významný ekologický problém.

Tabuľka 6: E-FMEA pre podnikové procesy v kontexte odpadu

Proces	Defekt/Chyba	Príčina	Efekt	O	S	D	RPN Číslo priority rizika
Sústruženie	- kovový odpad (zvyšky polotovarov, poškodené nástroje, triesky), - odpad z obalov, - tekutý odpad (použité chladiace kvapaliny)	Potreba hrubovania a dokončovania na dosiahnutie požadovaných tvarov a rozmerov dielov	Záťaž priemyselného a nebezpečného odpadu	7	5	4	<u>140</u>
Frézovanie	-kovový odpad (polotovary, triesky), - odpad z obalov, - tekutý odpad (použité chladiace kvapaliny)	Získanie tvaru a rozmerov zo špecifikácií a intenzity procesu rezania	Záťaž priemyselného a nebezpečného odpadu	7	5	4	<u>140</u>
Vŕtanie	- kovový odpad (triesky), - odpad z obalov	Výroba konštrukčných prvkov (diery, závity)	Záťaž priemyselného a nebezpečného odpadu	4	5	4	<u>100</u>
Brúsenie	- keramický odpad, - kovový prach	Obrábanie a opotrebovanie brúsnych kotúčov	Záťaž priemyselného odpadu	3	4	5	<u>60</u>
Lepenie	- zvyšky chemikálií, - obaly po chemikáliách, - kontaminované vybavenie - znečistené čistiace utierky, papier	Špecifiká procesu lepenia v kontexte rôznych konštrukčných materiálov	Záťaž priemyselného a nebezpečného odpadu	9	8	9	<u>648</u>
Lakovanie	- zvyšky farieb a lakov, - obaly z farieb, rozpúšťadiel, - znečistené kefy, valčeky atď. - znečistené čistiace utierky, papier	Technológia lakovania	Záťaž priemyselného a nebezpečného odpadu	9	7	7	<u>441</u>

Sústružnícke operácie sú počiatočnými operáciami v podnikových procesoch. Delia sa na hrubovacie a tvarovacie stupne obrábania. Hrubovanie zvyčajne súvisí s odoberaním značného množstva materiálu, najmä ak polotovar nie je tvarovo veľmi blízky hotovému produktu. Žiaľ, závod, využívajúc nižšiu cenu, vo väčšine prípadov objednáva typické typorozmery polotovarov, čím vzniká obrovské množstvo kovového odpadu vo forme triesok. Tvarovacím štádiom obrábania je odstránenie o niečo menšieho prídavku, no stále je zdrojom značného množstva odpadu. Pri sústružení sa nástroje intenzívne opotrebúvajú a poškodzujú sa aj ostatné súčasti nástrojov (napr. stredy, uchopovacie čeluste skľučovadiel, upínacie platne), čím vzniká kovový odpad. Sú, podobne ako triesky, recyklovateľným odpadom.

Sústruženie sa vykonáva s použitím rezných mazív, zvolených podľa druhu a intenzity spotreby podľa druhu materiálu a parametrov obrábania. Sústružnícky proces je teda zdrojom odpadu v podobe použitých chladív. Tieto by mali byť zlikvidované vhodným spôsobom. Ďalšou záťažou z hľadiska odpadu sú aj plastové obaly týchto tekutín. V analýze je potrebné zlepšiť sústružnícke operácie, získané

hodnotenie RPN = 140. Podobné hodnotenie dostali aj frézovacie operácie, sú podobné charakterom obrábania a vytvárajú podobné druhy odpadu. Ich značné množstvo (najmä kovové triesky) je spôsobené tvarom dielu a vyhýbaním sa skladaným výrobkom. V takýchto prípadoch si celistvý výrobok alebo obrobok vyžaduje opracovanie, aby sa odstránili prídavky na obrábanie materiálu. Frézovacie operácie boli hodnotené podobne ako sústruženie (skóre RPN = 140).

Najväčším environmentálnym problémom podľa E-FMEA sú operácie lepenia a lakovania. Lepenie si vyžaduje špeciálne postupy na prípravu povrchov lepených dielov. Tieto postupy sú rôznorodé a ich výber závisí od druhu materiálu a predpokladanej pevnosti spoja. Používajú sa mnohé chemické prípravky, ako sú odmasťovače, rozpúšťadlá, benzín, petrolej, roztoky kyselín, solí, zásad, aktivátory a iné. Vytvorenie spoja zahŕňa použitie zmesi živice a tvrdidla, v závode sa používa veľa lepidiel a tvrdidiel. Po takýchto operáciách zostávajú zvyšky lepidiel, špinavé náradie (špičky mixérov, špachtle, nádoby, kefy, žmýkačky), textilie a papier.

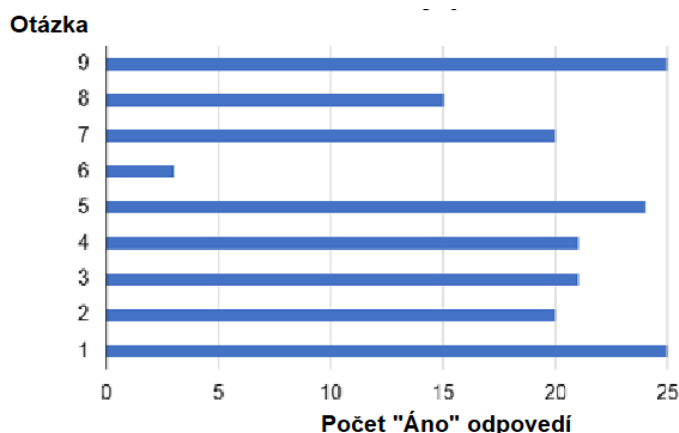
Všetky vyššie uvedené zložky vytvárajú odpad vo forme obalov, jednotlivých plastových, sklenených alebo kovových nádob a hromadných, kartónových, kovových obalov. Samostatným problémom sú kontaminované kvapaliny (napr. po galvanizačných kúpeľoch). Všetky uvedené materiály upravujúce lepenie sú však priemyselným a nebezpečným odpadom. Operácie lepenia boli kriticky hodnotené aj z dôvodu organizácie pracovísk, ktoré nie sú pre pracovníkov bezpečné z dôvodu hromadenia rôznych látok. Kvalifikovali sa na okamžité zlepšenie (skóre RPN = 648). Podobne vzhľadom na použité látky a množstvo problematického odpadu boli hodnotené aj lakovacie operácie (skóre RPN = 441). Použité farby a laky, ktoré nie sú vždy ekologické, sú zdrojom odpadu v podobe zvyškov tekutín, znečistených obalov a zariadení (ako sú štetce, valčeky a maliarske pištole). Podobne ako pri lepení sú potrebné zmeny v postupe a implementácia vylepšení, aby boli lakovne bezpečné pre životné prostredie a zdravie.

V dôsledku E-FMEA boli sformulované hlavné environmentálne úlohy zamerané na minimalizáciu alebo elimináciu nebezpečného odpadu. Tieto úlohy, respektíve pre skupiny technologických operácií sú uvedené v tabuľke 7.

Tabuľka 7: Environmentálny prieskum zamestnancov

Ciel': minimalizovať alebo eliminovať odpad	
Pracovné stanice a technologické operácie	Úlohy
Obrábanie Abrazívne obrábanie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Skontrolujte a zhodnoťte možnosť použitia polotovarov, ktoré sa tvarom viac podobajú hotovým výrobkom (ako sú odliatky, výkovky) 2. Skontrolujte a zhodnoťte možnosť použitia polotovarov kombinovaných výrobkov 3. Pri výbere riešenia z bodu 2 zväžte spôsob spájania taký, ktorý nezvyšuje množstvo odpadu 4. Triedenie odpadu, organizácia skladovania, zneškodňovanie príslušnými spoločnosťami 5. Zvažovať a používať ekologické prípravky, upravovať technologické pokyny
Montáž (lepenie) Lakovanie	<ol style="list-style-type: none"> 1. Školenie o druhoch používaných prípravkov a ich škodlivosti 2. Čistenie pracovísk a organizácia lepenia/lakovania alebo náteru farieb s ohľadom na podmienky bezpečnosti zdravia a životného prostredia 3. Usporiadanie priestoru, výber odpadu a správne skladovanie 4. Realizácia alternatívnych spôsobov lakovania a prípravy povrchu pred lepením 5. Zohľadnenie nevyhnutnosti lepenia a možnosti zmeny technológie lepenia na ekologickú

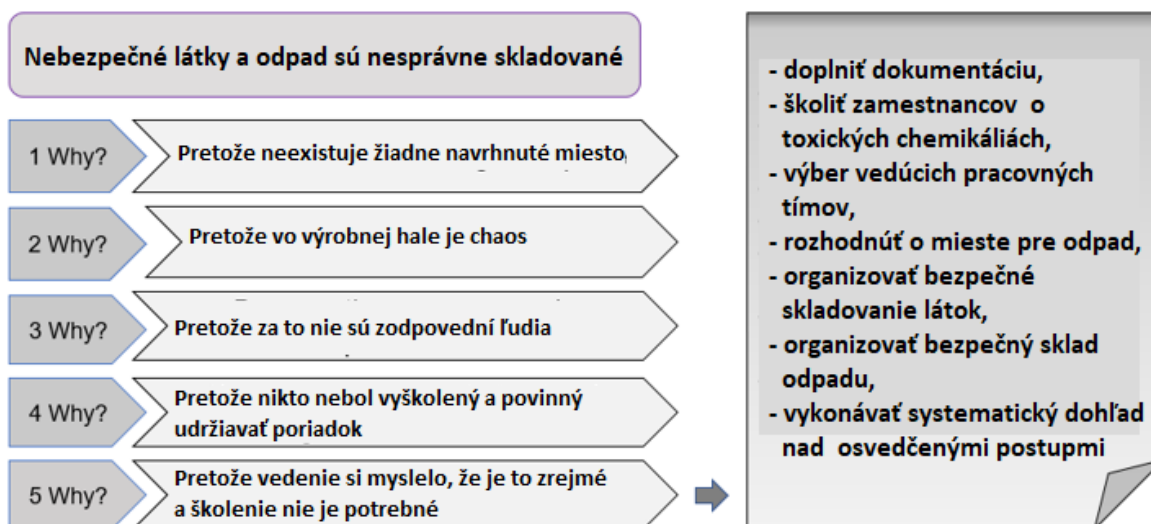
Takto formulované výsledky analýzy je možné použiť na vytvorenie pracovného harmonogramu a po stanovení číselného cieľa, ktorý sa má dosiahnuť, sa stanú environmentálnym programom spoločnosti. Environmentálny prieskum sa uskutočnil medzi 25 zamestnancami a výsledky sú uvedené na obrázku 1.



Obrázok 1: Súhrn výsledkov environmentálneho prieskumu

Prieskum ukazuje, že pracovníci používajú širokú škálu chemikálií (otázka 1, 25/25). Najviac zaťažované pracoviská sú spojovacie a lakovacie pracoviská, kde boli spomenuté prípravky rôzneho použitia: na odstraňovanie korózie, na odmasťovanie, umývanie, aktivovanie, vytváranie oxidovej vrstvy, rozpúšťadlá, farby, laky a mnohé iné (Q10). Väčšina pracovníkov si však neprečítala karty bezpečnostných údajov (Q2, 20/25). Zamestnanci tiež priznali, že nie všetky pracovné stanice majú zorganizovaný priestor pre takéto látky (Q3, 21/25) a podľa názoru väčšiny nie je súčasné miesto, kde sú uskladnené, bezpečné (Q4, 21/25). Analýzou získaných odpovedí je možné vidieť súvislosť medzi neznalosťou vlastností látok a pravidiel zaobchádzania s nimi (z karty bezpečnostných údajov chemického prípravku) a charakteristikami odpadov vznikajúcich po týchto látkach. Ak zamestnanec nevie, že látka má vlastnosť nebezpečnú pre životné prostredie, nemôže ani uviesť, že nebezpečné sú aj predmety, ktoré sú ňou kontaminované. Povedomie o tom, že predmetný odpad je nebezpečný, preukázali len 3 respondenti (Q6, 3/25). V súvislosti s nakladaním s odpadmi sú známe všeobecné pokyny (Q5, 24/25), ale už na vlastnom pracovisku je to problém. Mnoho zamestnancov odpovedalo, že neexistuje žiadne organizované miesto na odpad (Q7, 20/25). Naproti tomu rozsah školení je podľa názoru niektorých zamestnancov dostatočný (Q8, 15/25), hoci sa to nepremiata do každodennej praxe (podľa Q2). Všetci respondenti vyjadrili ochotu dodržiavať osvedčené postupy v súvislosti s odpadom, ak sú pracovné stanice organizované správnym spôsobom (Q9, 25/25).

Technika 5 Whys sa použila na identifikáciu základnej príčiny zlých praktík nedostatočnej segregácie a nesprávneho skladovania látok aj odpadu. Problém bol formulovaný „nebezpečné látky a odpad sú nesprávne skladované“ a diskusiou, zodpovedaním otázok sa zistilo, že pre látky aj odpad je príčina rovnaká (obrázok 2).



Obrázok 2: Výsledky 5 Why / Prečo

Použitím techniky 5 Whys sa pozornosť upriamila na úlohu manažmentu v systéme riadenia spoločnosti. Zamestnanci jednotlivvo vo väčšej či menšej miere preukazujú environmentálne znalosti, ale nie sú osobami oprávnenými iniciovať zmeny. Úlohou manažmentu je udávať smer zlepšovaniu výrobných procesov a najmä komunikovať, delegovať úlohy a dohliadať na ich vykonávanie. V skúmanej situácii chýbalo vedenie a dôležité otázky sa riešili okrajovo. Po analýze sa táto situácia môže priaznivo zmeniť.

Po vykonaní E-FMEA a 5 Whys bolo prirodzeným dôsledkom upratanie pracovných staníc a priestorov na výrobnom podlaží, kde sa teraz nachádza sklad látok a sklad odpadu. Na hladké vykonanie procesu zlepšovania bola použitá technika 5S. V rámci prvého S (Sort, Separate) bol na pracoviskách brúsenia a obrábania identifikovaný odpad vo forme plastových nádob na prevádzkové kvapaliny a chladiace kvapaliny. V niektorých prípadoch nešlo o organické tekutiny. Špecifický charakter obrábania mal za následok aj použité alebo poškodené kovové alebo keramické nástroje, kovové časti skľučovadiel a zvyšky polotovarov, ako aj oddeliteľné triesky. Väčšina odpadu z týchto pracovných staníc je recyklovateľná.

Montážne (lepenie) a lakovne boli určite ekologickejšie. Vybrala sa veľká skupina látok s rôznym účelom, konzistenciou a vplyvom na životné prostredie. Špecifický charakter výroby lepiacich spojov a náterov farieb mal za následok vznik rôzneho odpadu: jednorazové, znečistené kovové alebo plastové štetce, špachtle, aplikátory, kovové, sklenené alebo plastové nádoby na tekutiny, znečistené látky, papier, fólie z jednorazových resp. kolektívne balenie. Mnohé z uvedených predmetov boli kontaminované nebezpečnými prípravkami a predstavovali nebezpečný odpad. Preskúmanie všetkých lokalít poskytlo cenné informácie o rozsahu problému a potrebných ďalších krokoch v odpadovom hospodárstve.

V druhom kroku (Set in order) bola navrhnutá platňa potrebná na skladovanie, navrhnuté alebo zakúpené police a skrinky s následným označením. Stanovila sa pracovná požiadavka na látky zodpovedajúce vykonávanej práci. Overili sa existujúce postupy pri nákupe materiálu a zbere odpadu. Bola stanovená zodpovednosť zamestnancov za činnosti vykonávané s použitím chemických látok.

Následne boli v treťom kroku (Scrub, Shine) zo staníc odstránené prvky, ktoré boli predtým označené ako nepotrebné, a usporiadané potrebné prípravy a vybavenie. V súčasnosti nie je v areáloch neporiadok, odpad sa nepovaľuje na rôznych miestach, ale sú vhodne označené kontajnery, ktoré sa vyprázdňujú v intervaloch stanovených tak, aby kontajner nepretiekol a odpad sa nevysypal. Stojany sú vybavené zariadením na udržanie čistoty.

Štvrtá a piata etapa, teda štandardné práce a udržiavanie rozvinutého stavu, sú kontinuálne etapy, ktoré sú potrebné teraz aj v budúcnosti. Boli skontrolované už existujúce karty bezpečnostných údajov a bola určená osoba zodpovedná za ich aktualizáciu v prípade zmien alebo nákupov. Skontrolovali sa príručky pracovných staníc, posúdili sa riziká látok a stanovili sa zodpovednosti. Od dôslednosti riadenia a postoja zamestnancov k stanoveným pravidlám závisí efektívnosť riadenia skúmanej oblasti podniku.

Záver

Aplikácia nástrojov známych v oblasti manažérstva kvality sa ukázala ako použiteľná a efektívna v kontexte environmentálnych problémov. Originalita práce spočíva vo využití metód E-FMEA a 5 Whys, ich efektívnosti a v snahe odhaľovať a znižovať množstvo odpadov vo výrobnom procese v strojárskych výrobách, zlepšiť prevádzku výroby skladovaním a dopravou materiálov a odpadov a zároveň umožnila identifikovať problémy a ich príčiny vo výrobnej aj organizačnej oblasti.

Použitím techniky 5 Whys bola venovaná pozornosť úlohe manažmentu v systéme riadenia spoločnosti. Manažment zohráva dôležitú úlohu pri rozhodovaní a vytváraní pracovnej kultúry rešpektujúcej životné prostredie a zdravie zamestnancov. Implementácia 5S a ďalšie zlepšovanie výroby umožní v budúcnosti minimalizovať odpad, najmä nebezpečný odpad v závode, posúdiť riziká, určiť zodpovednosť a aktualizovať zmeny v budúcnosti a tým ušetriť výrobné náklady.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol na základe riešenia vedecko-výskumného projektu UNIVNET č. 0201/0082/19, projektu KEGA 013TUKE-4/2022 a projektu VEGA 1-485-2022.

Literatúra

1. Zasady doboru materiałóv inżynierskich z kartami charakterystyk. (Principles for the selection of Engineering materials with data sheets) ed. Dobrzański L. Silesian University of Technology Publishing, Gliwice, 2001, s. 39
2. ISO 14001:2015 Environmental management systems - Requirements and application guidelines.
3. GIANNETTI, B. F. - AGOSTINHO F. - CABELLO ERAS, J. J. - YANG ZHIFENG - ALMEIDA C.M.V.B.: Cleaner production for achieving the sustainable development goals. Journal of Cleaner Production, s. 271, 2020.
4. OLIVEIRA, J. A. – OLIVEIRA, O. J. – OMETTO, A. R. – FERRAUDO, A. S. – SALGADO, M. H.: Environmental Management System ISO 14001 factors for promoting the adoption of Cleaner Production practices. Journal of Cleaner Production, Volume 133, s.1384 – 1394, 2016.
5. JIMÉNEZ, M. – ROMER, L. – FERNÁNDEZ, J. – ESPINOSA, M. del Mar- DOMINGUEA, M.: Extension of the Lean 5S Methodology to 6S with A Additional Layer to Ensure Occupational Safety and Health Levels. Sustainability, 11, s. 3827, 2019.
6. ROSZAK, M. – SPILKA, M. – KANIA, A.: Environmental Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) – A new approach to methodology, Metalurgija 54, 2, 2015.
7. Wu, Z. – LIU, W. – NIE, W.: Literature review and prospect of the development and application of FMEA in manufacturing industry. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 112, 2021.
8. CARD, A. J.: The problem with `5 whys`. BMJ Quality&Safety, 26, 2017.
9. MIZUNO, S.: Management for Quality Improvement: the 7 new QC tools, 2020.
10. SINGH, J. – RASTOGI, V. – SHARMA, R.: Implementation of 5S practices: A review. Uncertain Supply Chain Management 2, 2014.
11. BADIDA, M. - SOBOTOVÁ, L. - MORAVEC, M. - DZURO, T.: Environmental Engineering. RAM-Verlag, Lüdenscheid, Germany, s.346, ISSN 978-3-96595-027-6.

Identifying waste problems using quality tools

Barbara CIECINSKA^a, Aleksandra MAJKA^a, Lýdia SOBOTOVÁ^{b*}

^a Rzeszow University of Technology, Powstanców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów, Polsko
e-mail: barbara.ciecinska@prz.edu.pl, a.majkaa99@gmail.com

^b Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra riadenia podniku a inžinierstva prostredia, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovensko

* corresponding author: e-mail: lydia.sobotova@tuke.sk

Summary

Environmental management deals with reducing the negative impact of production on the environment. Identification of negative factors can sometimes be difficult due to low awareness of plant employees, lack of motivation, inadequate work organization or ineffective management. The article presents an example of the application of tools known from quality management to support environmental management in a selected machinery enterprise. An employee survey, E-FMEA and 5Whys were proposed for identifying various problems related to production nuisance, and waste nuisance in particular. The effectiveness of teamwork, the joint pursuit of the goal of minimizing waste, including hazardous waste, was pointed out. The 5S method was discussed as a way to organize workstations and facilitate continuous improvement in the context of waste.

Keywords: quality tools, E-FMEA, 5Whys, 5S method, waste management