

10 APLIKÁCIA METÓDY SMED PRI PRETYPOVANÍ STROJNÉHO ZARIADENIA

JURÍK, L. – RAŠKOVÁ, S. – BABČANOVÁ, D. – HRABLIK CHOVANOVÁ, H.

Úvod

Súčasný podnikateľský prostredie sa vyznačuje turbulentnými zmenami a konkurenčným tlakom. V každom odvetví priemyselnej výroby sa nachádza niekoľko konkurenčných podnikov a potenciálni zákazníci majú možnosť výberu z viacerých dodávateľov, ktorí sú schopní splniť ich individuálne požiadavky (cena, kvalita, množstvo, termín, atď.). Individualizácia výrobkov je charakteristickým znakom výrobných podnikov 21. storočia. Individualizácia výrobkov viedla ku komplexnému plánovaniu a kontrolným systémom, ktoré sťažujú hromadnú výrobu produktov (Bhamu a Singh Sangwan, 2014). Keďže primárnym cieľom každého podniku je dosahovanie zisku a konkurenčné tlaky a individuálne požiadavky zákazníkov nútia podniky znižovať náklady, jedinou možnosťou podnikov je venovať pozornosť tým aktivitám a procesom, ktoré sa dajú zefektívniť odstránením plytvania.

Uvedené fakty podnietili vznik a využívanie konceptu štíhla výroba, ktorého prepracované nástroje napomáhajú znížiť plytvanie a pri čo najmenších nákladoch uspokojiť potreby zákazníka.

Podmienkou úspešnosti priemyselných podnikov je orientácia na zákazníka, na jeho individuálne požiadavky. Pre podniky to znamená vyrábať stále viac a viac odlišných výrobkov, čo znamená mimoriadny nárast variability výroby pri dosahovaní vysokej kvality, spoľahlivosti, rýchlosti dodávok, a to pri nízkych nákladoch, ktoré sú dosahované pri klasickej hromadnej výrobe. Variabilita výroby si vyžaduje zvýšený počet pretypovaní, čo predstavuje plytvanie a zvyšuje priebežný čas výroby. Pretypovanie sa vo výraznej miere podieľa na prestojoch. Trendy ako individualizácia požiadaviek, a neustála snaha o včasné plnenie požiadaviek a zachovanie plynulosti výrobného procesu pri nízkych nákladoch smeruje k eliminácii prestojov. Problém súvisiaci s procesom pretypovania možno riešiť dvoma spôsobmi. Znížením počtu pretypovaní (čím znížime variabilitu výroby a dosiahneme neuspokojenie individuálnych požiadaviek zákazníka) alebo skrátením času na pretypovanie (so zachovaním variability výroby a schopnosťou uspokojovať širokú škálu individuálnych požiadaviek zákazníkov). Na skrátenie časového trvania procesu pretypovania a odstránenia plytvania v danom procese je využívaná metóda SMED. Názov metódy SMED je skratkou začiatkových písmen slov v anglickom jazyku „Single Minute Exchange of Dies“, čo v preklade znamená „výmena nástrojov do 1 min.“

Cieľom štúdie je aplikovať metódu SMED pri pretypovaní vstrekovacieho lisu vo vybranom priemyselnom podniku, čím sa dosiahne skrátenie procesu pretypovania. V prvej časti bude stručne charakterizovaná problematika štíhlej výroby, základné druhy plytvania vo výrobe a proces pretypovania z teoretického hľadiska. V druhej časti bude vysvetlená metóda SMED a kroky potrebné k jej realizácii. Tretia časť demonštruje praktickú aplikáciu v procese pretypovania vstrekovacieho lisu v priemyselnom podniku.

10.1 Pretypovanie strojného zariadenia

Pre súčasný trh je nevyhnutné uspokojovať meniace sa požiadavky zákazníkov. Aby bolo zabezpečené uspokojenie požiadaviek zákazníkov je nevyhnutná flexibilita podnikových procesov, ktorá spočíva vo výrobe malých výrobných dávok. Nastavený systém si vyžaduje

časté zmeny výrobných dávok, preto sú potrebné krátke časy pretypovania strojov, výrobných liniek (Kormanec a kol., 2008).

10.1.1 Štíhla výroba

Pojem „štíhla výroba“ (z angl. Lean production) prvýkrát uviedol Womack v roku 1990 v knihe *The Machine that Changed the World* (Sayer a Williams, 2011). Avšak pôvod štíhleho riadenia ako ucelenej koncepcie siaha do 50. rokov 20. storočia v Japonsku a je všeobecne pripisovaný podniku Toyota, ktorého výrobný systém je označovaný ako Toyota Production System (TPS). Štíhle riadenie predstavuje v manažérskom vývojovom trende posledný stupeň.

Stručne možno tento manažérsky systém opísať ako výrobu bez všetkého nepotrebného, teda razantné zníženie priestoru, času, chýb i nákladov vo výrobe, pričom ide o zoštíhľovanie riadenia výroby a tým aj o značnú decentralizáciu na nižšie stupne riadenia výroby. Ide o špecifikáciu toho čo vytvára a čo nevytvára hodnotu pre zákazníkov (Košturiak, 2006).

Pri štúdiu štíhleho riadenia sa často uvádzajú dva pojmy, ktorými sú „štíhla výroba“ a „štíhly podnik“. Košturiak a kol. (2006) vysvetľujú, že pokiaľ chcú organizácie zarábať peniaze rýchlejšie a efektívnejšie než ich konkurenti, nemali by pojem štíhlosť obmedziť len na procesy výroby. Skúsenosti z praxe však dokazujú, že väčšina podnikov sa v rámci štíhleho riadenia sústreďuje najmä na zavádzanie prvkov spomínanej štíhlej výroby. Obr. 10.1 zobrazuje, ako Košturiak a kol. (2006) vizuálne znázorňujú koncepciu štíhleho podniku.



Obr. 10.1. Štíhly podnik (Košturiak, 2006)

Košturiak a kol. (2006) tvrdia, že štíhlosť je dynamický proces zmeny, ktorý je riadený systematickým súborom zásad a osvedčených postupov zameraných na kontinuálne zlepšovanie. Liker (2008) uvádza, že štíhla výroba je filozofia, ktorá pri implementácii skraca čas od zákazníkovej objednávky po dodávku tým, že odstraňuje zdroje plytvania vo výrobnom toku. S týmto názorom sa stotožňuje aj Alukal (2003), ktorý ešte dopĺňa, že štíhlosť pomáha podnikom redukovať náklady, časy cyklov a zbytočné, hodnotu nepridávajúce aktivity, čo vedie ku konkurencieschopnejšiemu a agilnejšiemu podniku.

Jirásek (1998) uvádza: „Lean manufacturing je paradigma resp. spôsob myslenia o výrobe. Je to filozofia, ktorá skracuje priebežný čas elimináciou plytvania, aby sa dodávali na čas výrobky vysokej kvality pri nízkych nákladoch.“

Štíhle riadenie možno opísať ako manažérsky systém výroby bez všetkého nepotrebného, teda razantné zníženie priestoru, času, chýb i nákladov vo výrobe, pričom ide o zoštieňovanie riadenia výroby, a tým aj o značnú decentralizáciu na nižšie stupne riadenia výroby. Ide o špecifikáciu toho čo vytvára a čo nevytvára hodnotu pre zákazníkov (Košturiak, 2006).

Kritickým bodom, na ktorý sa štíhla výroba, alebo štíhly podnik zameriava je hodnota. Hodnota môže byť tvorená dvoma spôsobmi, a to:

1. Minimalizáciou alebo elimináciou plytvania môže podnik znížiť náklady na výrobu.
2. Zavedením ďalších služieb, ktoré pridávajú hodnotu k produktu a ktoré ocení samotný zákazník.

10.1.2 Plytvanie vo výrobe

V súčasnej dobe exponenciálne rastúcej konkurencie, či tlaku na zvyšovanie produktivity a znižovanie nákladov zo strany zákazníkov je dôležité, aby podniky venovali svoju pozornosť akýmkoľvek príležitostiam na identifikáciu a implementáciu zlepšení. Väčšina operátorov, ako aj nižších riadiacich pracovníkov si mnohokrát neuvedomuje ako často, kedy a kde dochádza k plytvaniu pri vykonávaní ich bežných pracovných činností. V podniku prebieha mnoho procesov, ktoré vo všeobecnosti môžeme rozdeliť na pridávajúce alebo nepridávajúce hodnotu produktu. Plytvanie podľa nášho názoru predstavuje všetko, čo spôsobuje zvýšenie finančných nákladov výrobku bez zvýšenia hodnoty pre zákazníka. Zákazník má právo rozhodnúť, čo pre neho je alebo nie je plytvanie, či je ochotný za daný proces zaplatiť, či kúpa daného produktu alebo služby uspokojuje jeho požiadavky (Stevenson, 2008).

V predikovaní a odstraňovaní akéhokoľvek plytvania by mali podniky začať už v prvotných fázach vývoja produktu. Cieľom štíhlych podnikov je plytvanie čo najviac eliminovať už v konečných fázach vývoja produktu. Včasné odhalenie jednotlivých druhov plytvania je časovo aj finančne menej náročné. (Nenadál, 2008).

Plytvaním sa označujú všetky činnosti, všetok materiál alebo prvky, ktoré nepridávajú hodnotu finálnemu výrobku alebo službe (Boledovič, 2017). Zároveň tieto činnosti, alebo prvky môžu cenu produktu alebo služby aj zvyšovať, čo zákazník nie je ochotný akceptovať (Čerkala a Potoczky, 2012). V Japonsku je slovom muda označené plytvanie, teda všetko to, čo využíva zdroje podniku, no nevytvára hodnotu. Taiichi Ohno kategorizoval sedem druhov plytvania, ktoré sú uvedené v Tab. 10.1 (Sutherland a Bennett, 2007; McGee-Abe, 2015).

Tabuľka 10.1. Sedem základných druhov plytvania (Sutherland a Bennett, 2007; McGee-Abe, 2015)

<i>Druhy strát vo výrobe</i>	<i>Opis</i>
1. Nadprodukcia	Výroba viac výrobkov, ako je potrebné na okamžité použitie.
2. Oneskorenie/čakanie	Prestoje, čakanie na materiál, stroj, informácie a zdĺhavé rozhodovanie.
3. Preprava	Nadbytočná preprava a manipulácia výrobkov, polovýrobkov a materiálu.
4. Pohyb	Zbytočný pohyb ľudí (chôdza, dosah) nadmerné fyzické zaťaženie.
5. Zásoby	Nadbytočné zásoby materiálu, hotových výrobkov a rozpracovanej výroby.
6. Nadmerné spracovanie	Nadbytočná práca, spotreba materiálu a výrobných prostriedkov
7. Chyby	Akákoľvek výroba, ktorá má za následok prepracovanie alebo tvorbu šrotu.

K siedmym základným druhom plytvania je doplnené 8. plytvanie, a to ľudia – nevyužitý potenciál pracovníkov a ich tvorivosti (Červinka, 2013).

10.1.3 Pretypovanie strojného zariadenia

Pri rozbere jednotlivých druhov prestojov stroja, ktoré majú vysoký dopad na jeho dostupnosť/výrobyschopnosť, je čas potrebný na prestavenie jedným z najviac kritických časov. Čas týkajúci sa prestavenia stroja na inú zákazku je čas, keď stroj alebo linka nevyrába. Taktiež môže byť zdrojom problémov pri riadení výroby po malých dávkach. Keď proces prestavenia stroja, čiže pretypovanie, trvá dlhý čas, manažment riadenia výroby môže využiť dva spôsoby, ako s danou problematikou pracovať. Prvým je spájanie príbuzných výrobných dávok do veľkých množstiev tak, aby sa minimalizoval počet pretypovaní strojov. Druhý spôsob, ktorý je vo všeobecnosti lepší ako spájanie dávok, je hľadanie príčin, prečo pretypovanie stroja (linky) trvá tak dlho (Bauer a kol., 2012).

Pojem pretypovania je objasňovaný z troch pohľadov. Prvý, užší pohľad na pretypovanie hovorí o čase, keď sa nachádza stroj medzi dvoma výrobnými dávkami. Druhý, širšie chápaný pohľad je vysvetlený ako čas od posledného kusu prvej výrobnej dávky až po výrobu prvého dobrého kusu ďalšej výrobnej dávky. Tretie vysvetlenie pojmu sa zameriava na rýchlosť a vysvetľuje pretypovanie ako čas od štandardnej rýchlosti prvej výrobnej dávky až po dosiahnutie štandardnej rýchlosti nasledujúcej výrobnej dávky (Bicheno a Holweg, 2016).

Proces pretypovania je vyjadrený časom, ktorý je po dokončení výroby posledného kusa potrebný na demontáž starého náradia/nástrojov, montáž nového náradia/nástrojov, jeho nastavenie a taktiež nastavenie staníc podľa požiadaviek novej zákazky. Čas pretypovania sa počíta do okamihu vyrobenia prvého dobrého kusa novej zákazky (IPA Slovakia, 2017). Grafické znázornenie procesu pretypovania je na Obr. 10.2.



Obr. 10.2. Proces pretypovania (Kormanec a kol., 2008)

Na skracovanie časov pretypovania je nutné identifikovať a analyzovať plytvanie, ktoré predlžuje zmenu výrobných dávok. Medzi základné druhy plytvania v procese pretypovania patrí (APOS, 2015):

- hľadanie,
- chôdza,
- čakanie,
- chýbajúce štandardy,
- nedostatočné plánovanie,
- ciachovanie,
- chýbajúce nástroje.

Proces pretypovania predstavuje prekážku/bariéru plynulého výrobného procesu a spôsobuje plytvanie, na ktorého odstránenie sa používa metóda SMED (Joshi a Naik, 2012).

10.2 Charakteristika metódy SMED

Názov metódy SMED je skratkou slov „Single Minute Exchange of Dies“. Doslovný preklad znamená „výmena nástrojov do 1 min“, resp. „výmena nástrojov do 10 min“. Metóda SMED je metóda skracovania časov pretypovania výrobných zariadení.

Slúži na skrátenie času pretypovania výrobných liniek a strojov, minimalizáciu prestojov, či štandardizáciu a zjednodušenie výmenných operácií pri zmene sortimentu výrobku (Sousa a kol., 2018). Cieľom je zmena z jedného produktu na druhý, v čo najkratšom čase a najefektívnejším spôsobom. Mnoho podnikov si myslí, že metódy na skrátenie času pretypovania vyžadujú investície. V skutočnosti práve nezavedenie systému rýchleho pretypovania spôsobuje podniku zvýšené náklady tvorené prestojmi medzi výrobnými dávkami. Dosiahnutá úspora času umožní podniku vyrobiť produkty rýchlejšie, čím sa zníži aj dodací čas (Birmingham a Jelinek, 2007). Aplikovaním spomínanej metódy SMED sa zlepšuje aj úroveň bezpečnosti a ergonómie v podniku (APOS, 2015).

Metóda SMED pomáha skrátiť čas potrebný od ukončenia výroby posledného kusa predchádzajúceho výrobku, odstránenia náradia a prípravkov, nastavenie nových a skúšobné behy po výrobu prvého dobrého kusa nasledujúceho typu výrobku. Metóda SMED sa používa na tých pracoviskách, ktoré sú pre podnik z hľadiska zachovania plynulosti výroby

úzkymi miestami, pri ktorých prestavenie strojov sa realizuje často a časy na prestavenie predstavujú významné straty pre celý výrobný proces. Celý postup metódy vychádza z dôkladnej analýzy procesu pretypovania, ktorá sa realizuje zvyčajne pozorovaním priamo na pracovisku.

Metóda je založená na 4 základných krokoch (IPA Slovakia, 2017; Boledovič, 2018), a to:

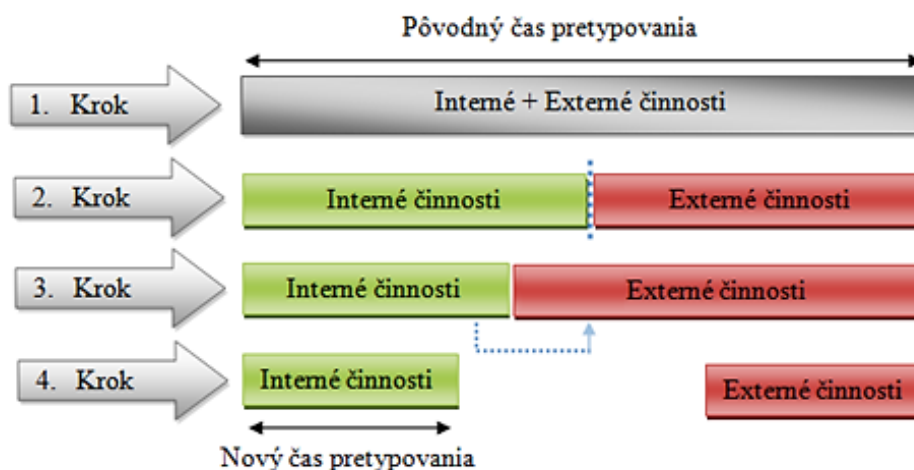
1. Oddeliť interné a externé činnosti pretypovania.
2. Redukcia interného času pretypovania.
3. Redukcia externého času pretypovania.
4. Redukcia celkového času pretypovania.

Na diferencovanie interných a externých činností sa vychádza z analýzy súčasného stavu, ktorá sa zvyčajne realizuje videoanalýzou (APOS, 2015). V prvom kroku odpovedáme na otázku, či je daná činnosť vykonávaná interne alebo externe (Kormanec a kol., 2008). Interné činnosti možno realizovať až po zastavení chodu zariadenia (APOS, 2015). Čas interných činností je považovaný za prestoj. K interným činnostiam zaradujeme činnosti ako výmena skľučovadla či demontáž prípravku z obrábacieho stroja (Kormanec a kol., 2008). Naopak externé činnosti možno realizovať aj počas produkcie výrobného zariadenia, pred aj po samotnom pretypovaní výrobného zariadenia (APOS, 2015). Činnosti sú vykonávané mimo stroja a patria sem operácie ako príprava náradia alebo prinesenie formy zo skladu.

Ak je činnosť interná, musíme si zodpovedať na otázku, aké opatrenia sú potrebné na transformáciu medzi externé činnosti. Pokiaľ nie je možný presun činnosti, je potrebné hľadať opatrenia, ktorými docielime skrátenie doby trvania (Kormanec a kol., 2008). Zlepšením organizácie práce dokážu podniky skrátiť čas pretypovania. Medzi typické chyby nesprávnej organizácie práce zaradujeme prípravu náradia, pracovných pomôcok, údržbu nástrojov, ale aj transportné operácie realizované až po zastavení chodu stroja (APOS, 2015).

Tretí krok sa zameriava na opatrenia, ktoré dokážu znížiť čas externých činností (Kormanec a kol., 2008). Redukcia externého času pretypovania spočíva zväčša v zlepšení organizácie pracoviska (IPA Slovakia, 2017). Zlepšenie skladovania či transport náradia, foriem prispieva k zefektívneniu celého procesu pretypovania a dokáže zminimalizovať hľadanie alebo zbytočný pohyb zamestnancov.

Posledný krok metódy zahŕňa neustále znižovanie interného aj externého času pretypovania. V poslednom kroku sa snažia podniky eliminovať proces pretypovania zariadení najmä štandardizáciou dielov. Obr. 10.3 znázorňuje graficky postup aplikácie metódy SMED.



Obr. 10.3. Postup krokov vykonávaných počas SMED analýzy (Rašková, 2020)

Prostriedkov na dosiahnutie lepšieho stavu je mnoho, vo všeobecnosti ich môžeme klasifikovať do dvoch základných skupín (Burieta, 2013):

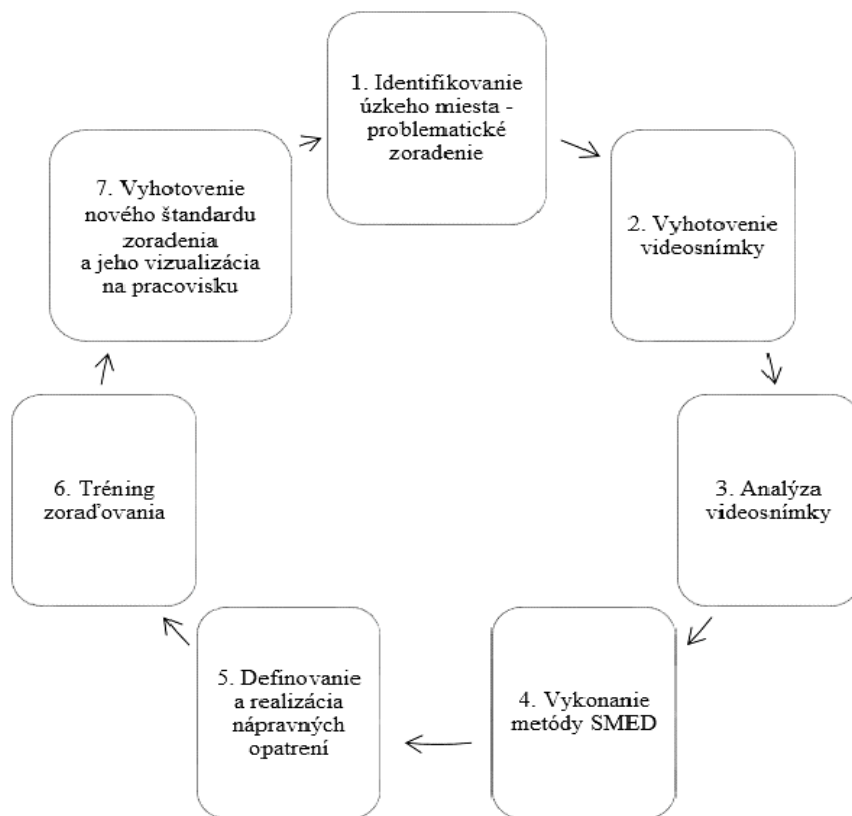
1. **Organizačné zmeny**, ktoré bez vysokých nákladov dokážu znížiť celkový čas pretypovania o 20 až 30 %. Ide predovšetkým o zmeny v organizácii pretypovania (napr. príprava náradia, prípravkov, údržba strojov v externom čase, vizualizácia procesu pretypovania).
2. **Technologické zmeny**, zasahujúce do konštrukcie strojov, ktoré si častokrát vyžadujú vstupné investície (napr. princíp najmenšieho spoločného násobku, vykonávanie paralelných operácií súčasne, magnetické upínanie foriem, či upnutie jednou otáčkou).

Na elimináciu plytvania a dosiahnutie rýchleho pretypovania existujú všeobecné odporúčania, medzi ktoré patria (IPA Slovakia, 2017; APOS, 2015).

- štandardizácia činností pretypovania,
- štandardizácia strojov,
- vizualizácia procesu pretypovania,
- paralelné vykonávanie operácií,
- použitie rýchlo úpiniek,
- použitie automatických nástrojov,
- automatizovať proces pretypovania,
- vytvorenie pretypovacích tímov.

10.3 Aplikácia metódy SMED pri pretypovaní vstrekovacieho lisu

Realizáciu metódy SMED na redukcii času pretypovania možno vykonať podľa postupu uvedeného na Obr. 10.4.



Obr. 10.4. Postup realizácie metódy SMED

V ďalšej časti štúdie budú opísané kroky 1. až 5., pričom 5. krok prebiehal a bol realizovaný súčasne so 4. krokom a ich súčasťou bude aj vyhotovenie nového štandardu.

1. Identifikácia úzkeho miesta spočíva v určení výrobného zariadenia, na ktorom bude metóda SMED aplikovaná. Na určenie úzkeho miesta sa využíva mapovanie toku hodnôt alebo výpočet celkovej efektívnosti výrobného zariadenia. Najčastejšie sa vyberá pracovisko, ktoré predurčuje celkovú kapacitu systému výroby.

Analýza procesu pretypovania bola vykonaná v podniku, ktorý vyrába plastové komponenty do automobilov. V tejto časti sa autori budú detailne venovať pretypovaniu na vstrekovacom lise, ktorý má komplikovanú výmenu formy. Z dôvodu komplikovanej výmeny formy musí byť proces pretypovania vykonávaný dvoma pracovníkmi/settermi. Na vybranom vstrekovacom lise sa vyrábajú tri druhy plastových dielov. Každý typ sa vyrába na základe týždennej potreby, definovanej vo výrobnom pláne podniku. Proces pretypovania je pri súčasných výrobných množstvách realizovaný v každom týždni trikrát.

Pretypovanie vstrekovacieho lisu sa vykonáva z dôvodu zmeny výrobných dávok z jedného výrobku na druhý, pričom časové ohraničenie tohto procesu je vymedzené od

ukončenia výroby posledného dobrého kusu predchádzajúceho výrobku spĺňajúceho všetky požiadavky kvality zákazníka, až po nábehové cykly výroby prvých troch dobrých kusov nasledujúceho výrobku.

Setteri síce prešli tréningovým programom na zabezpečenie procesu, no chýba im presné definovanie postupnosti krokov vykonania všetkých nevyhnutných operácií. Kvôli chýbajúcemu štandardu vykonávajú jednotlivé kroky výmeny formy podľa vlastného uváženia, teda dochádza ku skrytému plytvaniu, ktoré si mnohokrát ani sami neuvedomujú.

2. **Realizácia videosnímk** je nutná na zozbieranie informácií potrebných na vykonanie analýzy súčasného stavu procesu pretypovania výrobného zariadenia (Ondra, 2017).

Súčasťou analýzy súčasného stavu bolo vyhotovenie videozáznamu pomocou jednej stacionárnej kamery zachytávajúcu celý proces zhora a dve pohyblivé kamery, ktoré sledovali postupnosť práce setterov jednotlivo.

Na základe opakovaného pozorovania bolo zistené, že v procese výmeny foriem dochádza k viacerým plytvaniam.

3. **Analýza videosnímk**. Po skončení zaznamenávania boli spracované získané údaje s využitím softvéru Avix SMED, ktorý umožňuje efektívne optimalizovať procesy, zabezpečiť vybalansovanie práce setterov a zvýšiť tak produktivitu ich práce. V ďalšom kroku bol vložený videozáznam zachytávajúci prácu prvého settera do softvéru. Video bolo zostrihané tak, aby každá činnosť bola zaznamenaná samostatne.

Činnosti, ktoré vykonávajú jednotliví setteri sú znázornené v Tab. 10.2, a Tab. 10.3. Jednotlivé činnosti sú kategorizované do 4 skupín (Rašková, 2020):

- A – Činnosti bezpodmienečne nutné na začatie výroby (označené zelenou farbou).
- B – Pomocné činnosti, ktoré vhodnými opatreniami možno zefektívniť (nevyhnutné činnosti, ale nepridávajúce hodnotu) (označené žltou farbou).
- C – Čakanie vo výmennom procese (čakanie v dôsledku nesprávneho vybalansovania pracovníkov, zbytočné pohyby, manipulácia) (označené oranžovou farbou).
- D – Plytvanie (predovšetkým chyby) (označené červenou farbou).

Kategória A predstavuje činnosti pridávajúce hodnotu. Kategórie B, C, D predstavujú činnosti nepridávajúce hodnotu.

Tabuľka 10.2. Klasifikácia činností settera č. 1 pri pretypovaní lisu (Rašková, 2020)

Č. o.	Opis pracovnej operácie	Trvanie (s)	Začiatkový čas (s)	Koncový čas (s)	Kategória
1.	Odstavenie výroby	5,00	0	5	A
2.	Umiestnenie robota do polohy výmeny nástroja	71,76	5	76,76	A
3.	Čistenie a konzervácia formy č.1	237,40	76,76	314,16	A
4.	Uzatvorenie formy + inštalácia bezpečnostných Zámkov	63,52	314,16	377,68	A
5.	Odpájanie káblov na ohrevy	38,96	377,68	416,64	A
6.	Odpájanie hadíc na vodu	21,68	416,64	438,32	A
7.	Zavesenie formy	98,76	438,32	537,08	B
8.	Čakanie na settera č.2	139,52	537,08	676,6	C
9.	Odistenie formy – demagnetizácia	72,68	676,6	749,28	A
10.	Čakanie na settera č.2	199,76	749,28	949,04	C
11.	Odvesenie formy č. 1	14,08	949,04	963,12	B
12.	Odvesenie reťazí pre formu č. 1	76,92	963,12	1 040,04	B
13.	Zavesenie formy č.2	140,44	1 040,04	1 180,48	B
14.	Čakanie na settera č.2	364,48	1 180,48	1 544,96	C
15.	Nastavenie výšky formy	121,72	1 544,96	1 666,68	A
16.	Upnutie formy č. 2	7,04	1 666,68	1 673,72	B
17.	Odvesenie formy č.2	65,37	1 673,72	1 739,09	B
18.	Zapájanie káblov na ohrevy	590,63	1 739,09	2 329,72	A
19.	Zapájanie káblov pre bezpečnosť formy	133,84	2 329,72	2 463,56	A
20.	Načítanie programu pre ohrev formy + kontrola zapojenia	170,04	2 463,56	2 633,6	A
21.	Zapojenie hydrauliky na pohyblivej strane formy	65,52	2 633,6	2 699,12	A
22.	Zapojenie hadíc na vodu	307,92	2 699,12	3 007,04	A
23.	Čakanie na nahriatie formy + chyba settera	2 366,08	3 007,04	5 373,12	D
24.	Nábeh, nábehové cykly do prvého dobrého dielu	494,74	5 373,12	5 867,86	A

Ako najzávažnejší problém plytvania v procese pretypovania vstrekovacieho lisu bolo identifikované čakanie, spôsobené nesprávnym vybalansovaním práce setterov. Príčinou sú spomínané väzby medzi činnosťami, napr. setter č. 2 musí počkať kým setter č. 1 dokončí proces odistenia formy, tzv. demagnetizáciu, až potom môže prejsť k vyňatiu formy č. 1 z lisu.

Tabuľka 10.3. Klasifikácia činností settera č. 2 pri pretypovaní lisu (Rašková, 2020)

Č. o.	Opis pracovnej operácie	Trvanie (s)	Začiatkový čas (s)	Koncový čas (s)	Kategória
1.	Čakanie na settera č.1	84,36	0,00	84,36	C
2.	Výmena nástroja robota (odoberacej ruky)	139,15	84,36	223,51	A
3.	Odkladanie odoberacej ruky	57,12	223,51	280,63	B
4.	Presun po ovládač + príprava žeriavu k lisu	129,18	280,63	409,81	D
5.	Asistencia pri odpájaní ohrevov formy č.1 setterovi č. 1	46,05	409,81	455,86	B
6.	Odpájanie hydrauliky formy č. 1 na pevnej strane	96,72	455,86	552,58	A
7.	Odpájanie hadíc na vodu formy č. 1	49,13	552,58	601,71	A
8.	Odpájanie hydrauliky formy č. 1 na pohyblivej strane	63,57	601,71	665,28	A
9.	Čakanie na settera č.1	112,18	665,28	777,46	C
10.	Vyňatie formy č.1 z lisu	88,92	777,46	866,38	B
11.	Uloženie formy č.1	81,12	866,38	947,50	A
12.	Odvesenie reťazí pre formu č.1	92,31	947,50	1 039,81	B
13.	Presunutie žeriavu nad formu č.2	96,06	1 039,81	1 135,87	B
14.	Čakanie na settera č.1	45,11	1 135,87	1 180,98	C
15.	Presun formy č.2 do lisu	364,52	1 180,98	1 545,50	B
16.	Čakanie na settera č.1	194,72	1 545,50	1 740,22	C
17.	Zapájanie káblov na ohrevy	242,11	1 740,22	1 982,33	A
18.	Odomykanie zámkov na forme č. 2 na strane operátora	250,16	1 982,33	2 232,49	B
19.	Zapájanie káblov pre bezpečnosť formy + kaskády	169,87	2 232,49	2 402,36	A
20.	Odomykanie formy č. 2 na strane opačnej	205,15	2 402,36	2 607,51	B
21.	Zapojenie hadíc na hydrauliku (olej)	201,44	2 607,51	2 808,95	A
22.	Zapájanie hadíc na vodu	201,75	2 808,95	3 010,70	A
23.	Výmena výrobnéj suroviny	885,12	3 010,70	3 895,82	A

Plytvanie bolo pozorované aj v činnostiach, ktoré možno zrealizovať pred samotnou výmenou formy, ako napr. presun settera č. 2 po ovládač na pracovisko údržby a premiestnenie žeriavu nad spomínaný lis. Setter č. 2 pri tejto činnosti vykonal 88 krokov, prešiel 66 m a presun žeriavu nad lis trval 56 s.

Rovnako je dôležité spomenúť, že výrobný podnik má vymedzený dostatočný priestor na uloženie foriem v bezprostrednej blízkosti lisov.

V analyzovanom prípade sa forma nachádzala 2 metre ďalej od určenej polohy. Vzdialenosť 2 metre sa v prvom momente nemusí zdať ako veľmi problematická, no je potrebné si uvedomiť, že sa žeriav pri presune formy pohybuje veľmi pomaly a zbytočne dochádza k časovým stratám. V dôsledku nesprávneho uloženia foriem došlo k strate 39 s.

Tlakové hadice, ktoré slúžia na transport priemyselnej vody a stlačeného vzduchu do vstrekovacieho lisu sú ťažké, dlhé a neusporiadané, setteri ich musia počas odpájania a zapájania opakovane prekladať. Setteri pri ich výmene nemajú k dispozícii žiadny stojan, preto si ich často položia na plece, čo výrazne sťažuje podmienky ich prepájania. Na Obr. 10.5 je znázornené odpájanie hadíc na vodu.



Obr. 10.5. Odpájanie káblov na vodu formy č.1 (Rašková, 2020)

Aj napriek komplexnému zaškoleniu spôsobuje dvanásť párov káblov na ohrev formy setterom veľké problémy. Káble nie sú vizuálne ani číselne označené a opakovane dochádza k nesprávnemu zapojeniu na prvýkrát. Tento prípad nastal aj počas vykonávania analýzy. Setter č.1 na túto chybu prišiel až v okamihu, keď bolo potrebné prejsť k nahrievaniu formy. Na Obr. 10.6 je znázornený súčasný stav pri zapájaní káblov na ohrev formy.



Obr. 10.6. Zapájanie káblov na ohrev formy v súčasných podmienkach (Rašková, 2020)

Setteri musia pracovať pri zapájaní a odpájaní káblov v nevhodných ergonomických podmienkach, vo výške piatich metrov. Táto situácia je znázornená na Obr. 10.7. Hrozí, že pracovník pri strate pozornosti môže z lisu spadnúť a spôsobiť si pracovný úraz.



Obr. 10.7. Neergonomické podmienky pri zapájaní káblov na ohrevy (Rašková, 2020)

Pri odomykaní zámkov sme identifikovali plytvanie v dôsledku zdĺhavého skrútkovania. Na priťahovanie a uvoľňovanie zámkov využívajú setteri očkové kľúče, pričom mnohokrát dochádza k viacnásobnému doťahovaniu skrutiek. Výrazným plytvaním je čakanie potrebné na nahriatie formy. Forma sa v súčasných podmienkach zahreje za 10 min, nakoľko výrobný podnik nedisponuje možnosťou externého predohrevu formy. Pri výmene výrobnej suroviny pracovníci využívajú iba 20 litrové nádoby. Setter musel nasypať zo zásobníka granulát do nádoby, prejsť 37 krokov (27,75 m), vyjsť na lis, vsypať granulát a vrátiť sa späť ku zásobníku. Celkovo musel tento proces, kvôli malej nádobe, realizovať trikrát, pričom zbytočne prešiel 131 krokov (98,25 m), a tým došlo k časovej strate 8 min 20 s. Na Obr. 10.8 je znázornená nádoba na výmenu suroviny, ktorá sa používa v súčasných podmienkach.



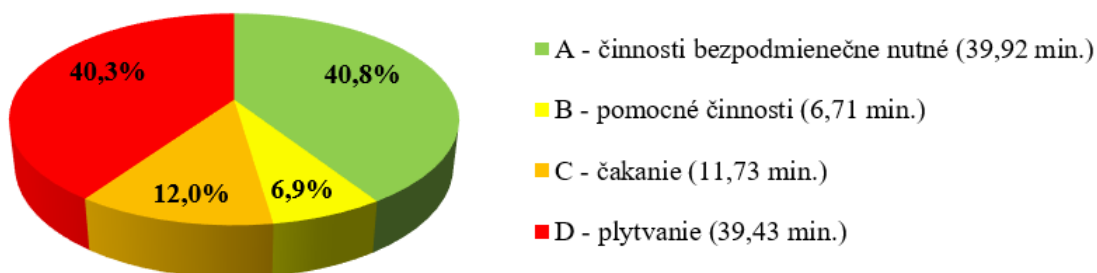
Obr. 10.8. Nádoba na výmenu výrobnej suroviny (Rašková, 2020)

Osobitou skupinou plytvania je zbytočná chôdza setterov pri pretypovaní vstrekovacieho lisu. Setter č. 1 musel počas výmenného procesu celkovo prejsť 382 krokov. Pričom priemerná dĺžka kroku settera č.1 je 0,75 m, čiže prešiel celkovú vzdialenosť 286,5 m. Setter č. 1 prešiel celkovo 424 krokov, priemerná dĺžka kroku druhého settera je 0,8 m. Celková vzdialenosť, ktorú prešiel setter č. 2 pri pretypovaní lisu bola 339,2 m.

Plytvanie (kategórie C a D) identifikované počas procesu pretypovania vstrekovacieho lisu zoradené podľa dôležitosti (Rašková, 2020):

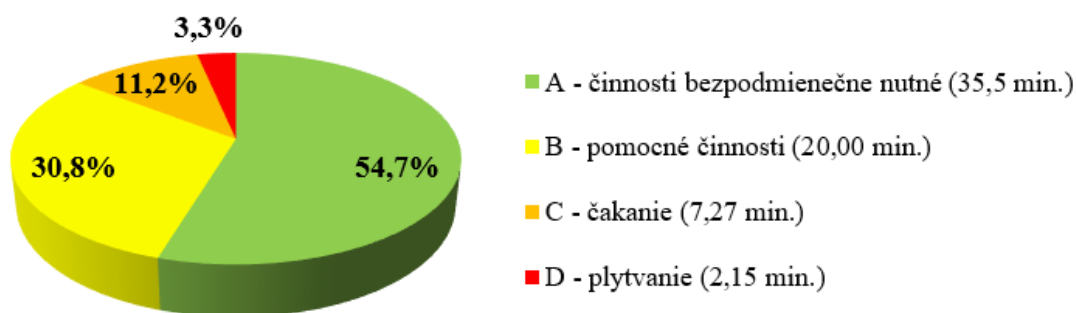
- Čakanie spôsobené nesprávnym vybalansovaním práce setterov.
- Činnosti, ktoré môžu byť vykonané pred/po samotnej výmene formy (žeriav umiestený nad vstrekovacím lisom, ukladanie foriem v bezprostrednej blízkosti stroja, príprava granulátu).
- Ťažké, dlhé a neusporiadané hadice na transport priemyselnej vody a stlačeného vzduchu.
- 12 párov káblov na ohrev formy nie je označených, preto často dochádza k nesprávnemu zapojeniu na prvýkrát.
- Odomykanie zámkov očkovými kľúčmi, ktoré si vyžaduje viacnásobné doťahovanie skrutiek.
- Čakanie na nahriatie formy, chýbajúci externý predohrev formy.
- Malé nádoby na výmenu výrobnéj suroviny.
- Osobitou kategóriou je zbytočná chôdza setterov. Setter č. 1 musel počas pretypovania prejsť 286,5 m a setter č. 2 prejsť 339,2 m.

Práca settera č. 1 počas pretypovania má časové trvanie 97,79 min. Setter č. 1 sa zúčastnil celého procesu pretypovania lisu. Až 40,3 % (39,43 min) z realizovaného času predstavovalo plytvanie v kategórii D, ktoré bolo spôsobené predovšetkým chybou settera a dlhým nahrievaním formy. Činnosti v kategórii A označujeme ako činnosti bezpodmienečne nutné pre výmenu formy spolu tvoria 39,92 min. Pomocné činnosti, nachádzajúce sa v kategórii B, ktoré dokážeme s využitím vhodných postupov zefektívniť boli 6,71 min. Čakanie na spolupracujúceho settera č. 2 trvalo 11,73 min (Obr. 10.9).



Obr. 10.9. Kategórie činnosti settera č. 1

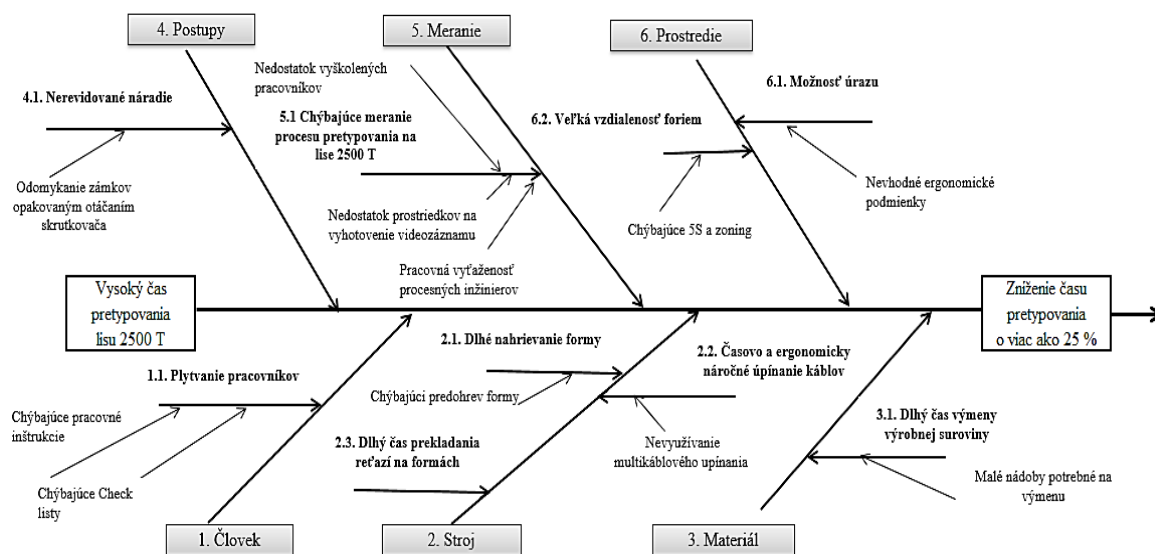
Celková práca settera č. 2 trvá 64,92 min. Bezpodmienečne nutné činnosti spolu tvoria až 54,7 % (35,50 min). Vysoký podiel tvoria činnosti nevyhnutné pre výkon práce, teda 20,00 min. Čakanie settera č.2 zodpovedá 7,27 min a plytvanie v dôsledku zaradených externých činností do procesu pretypovania bolo 2,15 min (Obr. 10.10).



Obr. 10.10. Kategórie činností settera č.2

Najpodstatnejšie príčiny dlhého pretypovania formy na lise sú spracované pomocou Ishikawa diagramu (Obr. 10.11). Na hlavných vetvách sú zakreslené hlavné príčiny, ktoré vychádzajú zo šiestich dimenzií používaných vo výrobe, a to:

- človek,
- postupy,
- metódy,
- materiál,
- stroj,
- prostredie.



Obr. 10.11. Ishikawa diagram procesu pretypovania lisu (Rašková, 2020)

4. Aplikácia metódy SMED. Na optimalizáciu procesu sa využíva vopred opísaný postup metódy SMED zložený zo 4 krokov, ktorý sa snaží o efektívnejšie vykonávanie činností (Ondra, 2017). Hlavným cieľom implementácie metódy SMED je skrátenie času pretypovania vstrekovacieho lisu minimálne o 25 %. Znížením tohto času dokážeme skrátiť priebežný čas výroby, zabezpečiť úsporu zdrojov výrobného

podniku, zefektívniť prácu setterov, či minimalizovať chyby spôsobené ľudským faktorom. Metóda je založená na 4 základných krokoch (IPA Slovakia, 2017):

a) V prvom kroku sa rozdelia činnosti na interné a externé podľa toho, či ich možno realizovať počas chodu výrobného zariadenia, alebo je potrebné stroj odstaviť.

Externé činnosti sú tie, ktoré je možné vykonávať pred alebo po skončení procesu pretypovania. Naopak interné činnosti sú tie, ktoré nie je možné vykonávať počas riadneho chodu daného výrobného zariadenia. Všetky interné činnosti sú všeobecne považované za prestoj, pretože ich možno realizovať iba počas odstávky vstrekovacieho lisu. Z hľadiska analýzy súčasného stavu pretypovania musia byť takmer všetky činnosti vykonávané interne. Do kategórie externých činností sú z Tab. 10.4, ktorá popisuje postup práce settera č.1 pri výmene formy vstrekovacieho lisu zaradené nasledovné činnosti:

- Činnosť [12]: Odvesenie reťazí pre formu č. 1. (1,28 min).
- Činnosť [13]: Zavesenie reťazí pre formu č. 2. (2,34 min).

V prípade settera č.2 boli do kategórie externých činností vychádzajúce z Tab. 10.5 zaradené tieto činnosti:

- Činnosť [3]: Odkladanie odoberacej ruky. (0,95 min).
- Činnosť [4]: Presun po ovládač + príprava žeriavu k lisu. (2,15 min).

Zaradením a preskupením činností z interných na externé klesol interný čas pretypovania pri setterovi 1 z pôvodných 97,79 min na 94,17 min. Pri setterovi 2 prišlo k skráteniu času interných činností zo 64,92 min na 61,82 min.

Cieľom preradenia vybraných interných činností na externé je zabezpečiť, aby setteri mali pred samotným procesom výmeny formy všetky potrebné nástroje a materiály k dispozícii v správnom množstve, čase a kvalite. Rovnako je potrebné pripraviť formy a všetky dôležité prípravky tak, aby boli čo najbližšie k miestu použitia. Aby setteri nezabudli aké činnosti majú vykonať pred samotnou výmenou formy bolo navrhnuté, aby uvedené činnosti boli štandardizované pomocou „Check listu“. Druhou kategóriou budú činnosti, ktoré setteri musia vykonať po ukončení procesu pretypovania. Návrh „Check listu“ na pretypovanie vstrekovacieho lisu je uvedený na Obr. 10.12.

CHECK LIST PROCESU PRETYPOVANIA			
Stroj: Vstrekovací lis		LIST: 1/1	
Činnosti pred zahájením výmeny formy: 10 minút pred výmenou formy skontrolujte všetky uvedené body. Výmenu formy začnite až keď budú všetky body splnené.			
Bod	Opis činnosti	Vyhovuje/Nevyhovuje	
1.	Mám nachystanú novú formu v bezprostrednej blízkosti lisu?		
2.	Skontroloval som, či nachystaná forma je v poriadku?		
3.	Mám pripravený ovládač na manipuláciu žeriavu?		
4.	Nachádza sa žeriav nad lisom?		
5.	Mám pripravené náradie na odomykanie bezpečnostných zámkov?		
6.	Mám pripravené náradie na odpájanie/zapájanie káblov?		
7.	Mám nachystané reťaze na výmenu foriem?		
8.	Mám pripravenú výrobnú surovinu v určenej nádobe?		
9.	Je vedúci oddelenia údržby oboznámený o výmene?		
Činnosti po zahájení novej výroby: Po skončení procesu pretypovania skontrolujte, či ste realizovali všetky uvedené body.			
Bod	Opis činnosti	Vyhovuje/Nevyhovuje	
1.	Odložil som predchádzajúcu formu na určené miesto?		
2.	Uložil som náradie naspäť do kancelárie údržby?		
3.	Odložil som reťaze potrebné na výmenu na miesto?		
4.	Vysypal som starý nepoužitý materiál do odpadu?		
5.	Vrátil som žeriav do východiskovej polohy?		
6.	Odložil som odoberaciu ruku na určené miesto?		
7.	Presvedčil som sa, že lis pracuje ako má?		
Ak ste činnosť vykonali prosím zapíšte v poslednom stĺpci „OK“, ak činnosť nebola vykonaná zapíšte „NOK“			
Vypracoval:	Revidoval:	Realizoval:	Schválil:
Dňa:	Dňa:	Dňa:	Dňa:

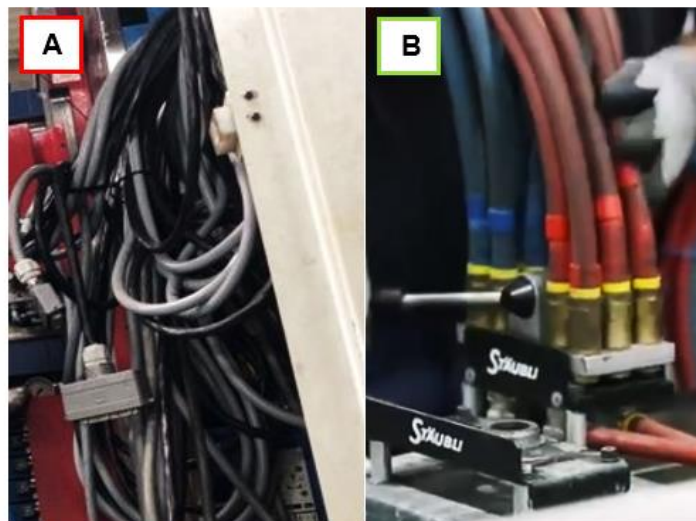
Obr. 10.12. Návrh „Check listu“ procesu pretypovania na vstrekovacom lise
(Rašková, 2020)

b) Druhý krok je zameraný na elimináciu času interných činností (vykonávajúcich sa počas zastavenia chodu výrobného zariadenia), ktorá sa dosiahne navrhovanými opatreniami.

V tomto kroku sa zameriame na nesprávne vybalansovanie práce setterov, ktoré sa prejavuje čakaním jedného settera na druhého. Samotnému vybalansovaniu práce setterov predchádzajú racionalizačné opatrenia, ktoré dokážu zefektívniť interné činnosti, ktoré je nevyhnutné počas procesu pretypovania vykonať.

Prvým návrhom na zníženie času interných činností je zavedenie modulového systému zapájania viacerých káblov naraz. Káble sa medzi sebou motajú, ich konektory nie sú vizuálne označené, ich zoradenie je chaotické (Obr. 10.13A).

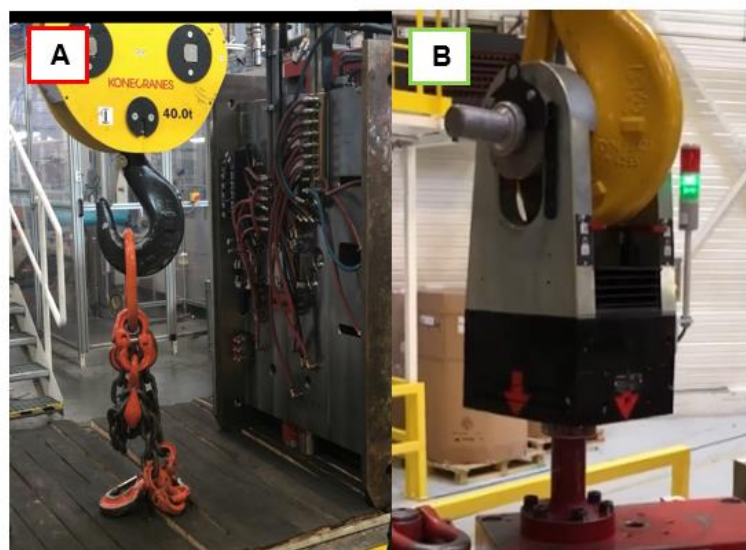
Rovnako 12 párov káblov spôsobuje, že často dochádza k chybám pri ich zapájaní, čo spôsobuje časovú stratu a zbytočný prestoj. Navrhovaný modulový systém je vybavený ochranou proti prehriatiu, skratu a predovšetkým chybnému zapojeniu. Modulový systém umožňuje centralizované pripojenie všetkých káblov na ohrevy naraz jedným pohybom (Obr. 0.13B). Navrhovaným systémom sa zníži čas odpájania káblov na ohrevy z 0,65 min (38,96 s) na 0,27 min (16 s) a čas zapájania káblov na ohrevy z 9,84 min (590,63 s) na 0,5 min (30 s).



Obr. 10.13 .Porovnanie systému zapájania káblov na ohrevy (Rašková, 2020)

Druhým návrhom je skrátenie hadíc na vodu, ktoré sú zbytočne dlhé a ťažké, ako aj aplikáciu stojanu, ktorý ich separuje a zorganizuje.

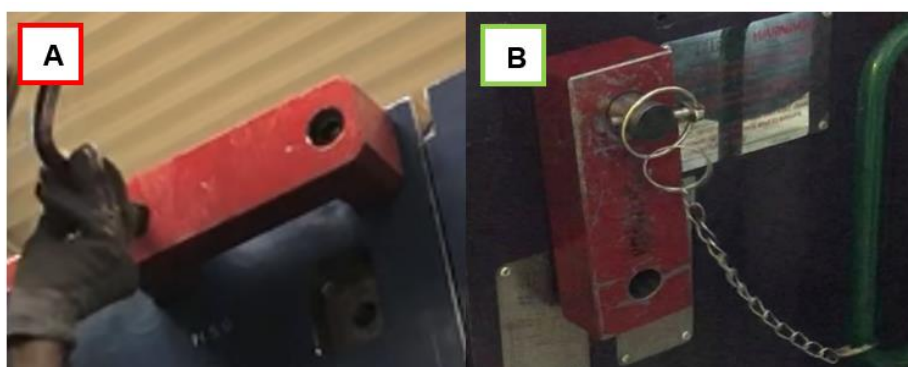
V súvislosti s neustále rastúcim záujmom o implementáciu prvkov Industry 4.0 v priemyselnom odvetví sa navrhlo zefektívniť proces výmeny formy s využitím obojstranného elektropermanentného magnetu. Magnetické dosky zabezpečujú rýchlu a jednoduchú výmenu foriem, pričom magnetizačný čas upnutia dosky sa pohybuje od 0,02 až 0,04 min (1 až 2 sekundy). Navrhovaným systémom sa nahradí mechanické upínanie formy setterom automatickým upnutím dvoch elektropermanentných magnetov. Navrhovaným zlepšením sa úplne eliminujú činnosti ako zavesenie a odvesenie formy, upnutie formy, zavesenie a odvesenie reťazí, ktoré spolu tvorili 6,71 min práce settera č. 1 a 1,42 min práce settera č. 2. Zároveň sa zlepšia aj ergonomické podmienky, nakoľko možno celý proces ovládať zo zeme ovládačom (Obr. 10.14A a 10.14B).



Obr. 10.14. Upínanie foriem vstrekovacieho lisu (Rašková, 2020)

V celej oblasti vstrekovacích lisov bolo navrhnuté zaviesť chýbajúci „5S – zoning“. Navrhovaným zlepšením sa forma priblíži k lisu o 1,5 m a z časového hľadiska sa dosiahne úspora 0,52 min.

Ďalším návrhom bolo zefektívnenie odomykania zámkov na forme aplikáciou kolíkov a závlačky. V pôvodnom stave sa využíval spôsob dvoch skrutiiek, ktoré setter odomykal ôsmimi rotačnými pohybmi skrutkovača (Obr. 10.15A). Pri použití systému kolíkov a závlačky sa pri odomykaní zámkov závlačka jednoducho z kolíku vytiahne, zámok sa otočí o 90° a závlačka sa do kolíku opäť zatlačí (Obr. 10.15B). Celý proces odomknutia zámku trvá 0,16 min, čím z pôvodných 3,42 min sa dosiahne časová úspora 3,26 min.



Obr. 10.15. Odomykanie zámkov na forme lisu (Rašková, 2020)

Posledným racionalizačným opatrením v tomto kroku bolo nahradenie 20 litrovej nádoby nádobou s vyšším objemom, pričom setteri môžu nasypať granulát do nádoby pred samotným procesom pretypovania a nádobu umiestniť na vozík, ktorý bude umiestnený v blízkosti stroja. Eliminuje sa tak nadbytočná chôdza spôsobená opakovaným dopĺňaním materiálu, zlepšia sa ergonomické podmienky.

Predloženým návrhom sa dokáže skrátiť proces výmeny suroviny z pôvodných 14,75 min, na nový čas 6 min.

c) Tretím krokom metódy SMED je zníženie času externých činností, ktoré sa vykonávajú pred a po skončení procesu pretypovania nasledovnými opatreniami.

Prvým návrhom je aplikácia dvoch držiakov na reťaze, potrebné na výmenu formy, ktoré budú umiestnené na železnej konštrukcii stroja. Setteri nebudú musieť reťaze hľadať v kancelárii a budú okamžite dostupné pre výmenu formy. Činnosť odkladania odoberacej ruky robota setter vykonal správne, no na zefektívnenie procesu pretypovania bola zaradená medzi externé činnosti.

Posledným návrhom na redukciiu času externých činností je vizualizácia a označenie ovládača na žeriav v kancelárii údržby. Všetci pracovníci z oddelenia údržby majú na manipuláciu so žeriavom k dispozícii jeden ovládač, ktorý v kancelárii nemá svoje pridelené miesto, preto ho ukladajú kdekoľvek. Často preto dochádza k časovým stratám spôsobeným jeho hľadaním po kancelárii údržby. Riešením bude pre ovládač prideliť riadne miesto a označiť ho metódou 5S.

d) Štvrtým krokom je redukcia celkového času pretypovania.

Na zabezpečenie maximálnej efektívnosti procesu pretypovania sa reorganizovali činnosti medzi settermi, znížila sa chôdza setterov na minimum a odstránilo sa čakanie jedného settera na druhého.

V Tab. 10.4 a 10.5 sú znázornené činnosti a ich časové trvania, ktoré by setteri po zavedení technických a reorganizačných opatrení mali vykonať. Na Obr. 10.16 je graficky zobrazená nadväznosť činností setterov pomocou Ganttového diagramu.

Celý proces pretypovania bude po zavedení zlepšení trvať 47 min. V porovnaní s predchádzajúcim stavom, v časovom trvaní 97,79 min sa proces pretypovania lisu skrátil o 50,79 min (51,9 %).

		NOVARES										SMED Vybalansovanie operácii										Stroj:										2500 T																		
	Práca / Task	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
SETER 1	1	10											Odstavenie výroby																																					
	2	70											Umiestnenie robota do polohy výmeny nástroja																																					
	3	140											Výmena nástroja robota																																					
	4	240											Čistenie a konzervácia formy																																					
	5	60											Uzatvorenie formy + inštalácia bezpečnostných zámkov																																					
	6	50											Odopádanie halič na vodu formy č.1																																					
	7	60											Odopádanie halič na vodu formy č.1 na pohyblivej strane																																					
	8	200											Odkladací odberací ruky																																					
	9	110											Nastavenie výšky formy																																					
	10	360											Príprava výrobných surovín na výmenu																																					
	11	150											Zaspaňovanie halič na hydrauliku (olej) formy č.2																																					
	12	190											Zaspaňovanie halič na hydrauliku (olej) formy č.2																																					
	13	20											Odomykanie zámkov na pohyblivej strane formy č.2																																					
		27,7 min																																																
	SETER 2	1	30											Odopádanie káblov na ohrev formy č.1																																				
2		100											Odopádanie hydrauliky formy č.1 na pravú stranu																																					
3		10											Upnutie formy č.1 s vyvážaním elektrotermálneho magnetu																																					
4		90											Vyčistenie formy č.1 z lisu																																					
5		70											Uloženie formy č.1																																					
6		20											Odopádanie formy č.1 - demagnetizácia																																					
7		100											Presunutie seřavu nad formu c.2																																					
8		20											Ukončenie formy č.2 s vyvážaním elektrotermálneho magnetu																																					
9		360											Presunutie formy č.2 do lisu																																					
10		30											Zaspaňovanie káblov na ohrev formy																																					
11		170											Zaspaňovanie káblov pre bezpečnosť formy + kaskádový																																					
12		170											Nastavenie programu pre ohrev formy + kontrola zapojenia																																					
13		70											Zapojenie hydrauliky na pohyblivej strane formy																																					
14		600											Výmena výrobných surovín + čakania na obráb																																					
15		480																																																
	38,5 min																																																	
SMED čas		38,5 min																																																

Obr. 10.16. Vybalansovanie operácie práce setterov pri pretypovaní lisu

Setter č. 1 skončí proces pretypovania po 27,67 min (tab. 10.4). Jeho práca sa počas procesu pretypovania vstrekovacieho lisu skráti o 70,12 min (v prepočte o 71,7 %). Cieľom opatrení bolo, aby jeden zo setterov zabezpečil prepojenie káblov a hadíc na pohyblivej strane lisu a druhý setter na pevnej strane. Setter č.1 by po zavedení opatrení musel prejsť 256 m.

Tabuľka 10.4. Postup činnosti settera č.1 pri pretypovaní lisu (Rašková, 2020)

SMED	PRACOVNÁ INŠTRUKCIA – setter č. 1			Kategória
P. č.	Opis činnosti	Čas operácie (s)	Kumulatívne vyjadrenie času (min:s)	
1.	Odstavenie výroby	10	00:10	A
2.	Umiestnenie robota do polohy výmeny nástroja	70	01:20	A
3.	Výmena nástroja robota	140	03:40	A
4.	Čistenie a konzervácia formy	240	07:40	A
5.	Uzatvorenie formy + inštalácia bezpečnostných zámkov	60	08:40	A
6.	Odpájanie hadíc na vodu (forma č. 1)	50	09:30	A
7.	Odpájanie hydrauliky na pohyblivej strane	60	10:30	A
8.	Odkladanie odoberacej ruky	200	13:50	B
9.	Nastavenie výšky formy	110	15:40	A
10.	Príprava výrobnéj suroviny	360	21:40	A
11.	Zapájanie hadíc na vodu (forma č. 2)	150	24:10	A
12.	Zapájanie hadíc na hydrauliku (forma č.2)	190	27:20	A
13.	Odomykanie zámkov na pohyblivej strane	20	27:40	B

Setter č. 2 bude potrebný v procese pretypovania až po 8,33 min, pričom na procese bude zúčastnený až po nábehové cykly prvého dobrého dielu (tab. 10.5). V súvislosti s uvedenou reorganizáciou práce setter č. 2 zabezpečí všetky externé činnosti, ktoré je potrebné vykonať po ukončení procesu pretypovania. Práca settera č. 2 sa v procese pretypovania (interné činnosti) skráti o 26,25 min (40,7 %) na 38,67 min. Po zavedení zlepšení by setter č. 2 musel prejsť 276 m.

Tabuľka 10.5. Postup činnosti settera č.2 pri pretypovaní lisu 2500 T (Rašková, 2020)

SMED	PRACOVNÁ INŠTRUKCIA – setter č. 2			Kategória
P. č.	Opis činnosti	Čas operácie (s)	Kumulatívne vyjadrenie času (min:s)	
1.	Odpájanie káblov na ohrev (forma č. 1)	30	00:30	A
2.	Odpájanie hydrauliky na pevnej strane (forma č. 2)	100	02:10	A
3.	Upnutie formy č. 1 s využitím elektroperamentného magnetu	10	02:20	B
4.	Vyňatie formy č. 1 z lisu	90	03:50	B
5.	Uloženie formy č. 1	70	05:00	A
6.	Odistenie formy č. 1 – demagnetizácia	20	05:20	A
7.	Presunutie žeriavu nad formu č. 2	100	07:00	B
8.	Upnutie formy č. 2 s využitím elektroperamentného magnetu	20	07:20	B
9.	Presunutie formy č. 2 do lisu	360	13:20	B
10.	Zapájanie káblov na ohrev formy	30	13:50	A
11.	Zapájanie káblov na bezpečnosť formy	170	16:40	A
12.	Načítanie programu pre ohrev formy + kontrola zapojenia	170	19:30	A
13.	Zapojenie hydrauliky na pohyblivej strane formy	70	20:40	A
14.	Výmena výrobnéj suroviny + čakanie na nahriatie formy	600 (z toho čakanie 400)	30:40	D
15.	Nábehové cykly do prvého dobrého dielu	480	38:40	B

10.3.1 Zhodnotenie návrhov procesu pretypovania vstrekovacieho lisu

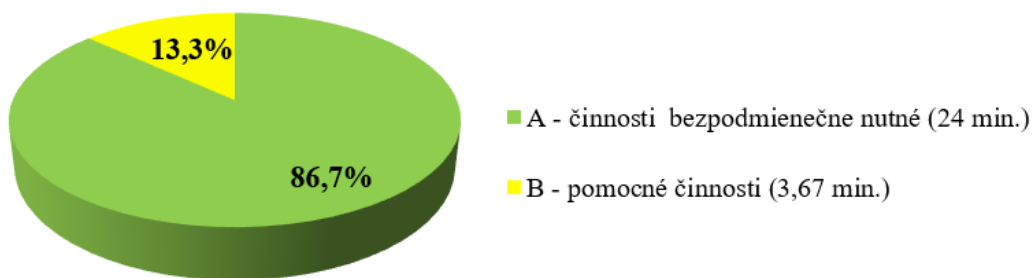
Pôvodne proces pretypovania vstrekovacieho lisu trval 97,79 min, zavedením návrhov sa proces skráti na 47 min, čím sa dosiahlo skrátenie procesu pretypovania o 51,9 %. Cieľ, t. j. skrátenie procesu pretypovania minimálne o 25 % bol splnený. V Tab. 10.6 sú zosumarizované opatrenia technického a organizačného charakteru z hľadiska ich prínosu pre proces pretypovania vstrekovacieho lisu, ako aj nevyhnutnej potreby vynaloženia finančných prostriedkov.

Tabuľka 10.6. Sumarizácia návrhov na zefektívnenie procesu pretypovania vstrekovacieho (Rašková, 2020)

<i>Navrhované opatrenie</i>	<i>Sumarizácia zlepšenia súčasného stavu navrhovaným opatrením</i>
Zavedenie „Check listu“ procesu pretypovania	• odstránenie externých činností z procesu pretypovania
Presun externých činností na interné	• skrátenie procesu pretypovania
Reorganizácia práce setterov	• odstránenie čakania jedného settera na druhého • odstránenie zbytočnej chôdze • skrátenie času celého procesu pretypovania • zlepšenie ergonomických podmienok práce
Modulový systém zapájania káblov	• zapojenie káblov na ohrevy naraz • časová úspora pri zapájaní a odpájaní káblov.
Skrátenie hadíc na vodu + aplikácia stojanu na hadice	• zlepšenie ergonomických podmienok práce • časová úspora pri manipulácii s hadicami
Implementácia elektropernamentného magnetu	• jednoduchá výmena formy • zlepšenie ergonomických podmienok práce • výrazná časová úspora pri manipulácii s formami a reťazami na formu
Aplikácia „5S – zoning“ pre výmenu foriem	• časová úspora
Aplikácia kolíka a závlačky na odomykanie zámkov	• časová úspora
Aplikácia väčšej nádoby na výmenu výrobnéj suroviny + vozíka	• časová úspora • odstránenie zbytočnej chôdze
Vizualizácia ovládača v kancelárii údržby	• eliminácia plytvania pri hľadaní ovládača v kancelárii údržby
Zavedenie pracovnej inštrukcie pre proces výmeny formy vstrekovacieho lisu 2500 T	• zavedenie efektívnej postupnosti krokov. • odstránenie čakania • zníženie chýb a zmätkovosti práce

Po zavedení vyššie uvedených riešení je percentuálne zastúpenie jednotlivých kategórií činností oboch zamestnancov uvedené na Obr. 10.17 a Obr. 10.18.

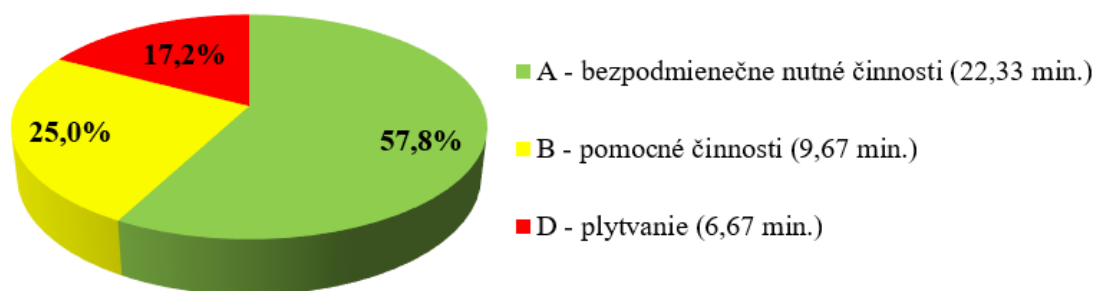
Z Obr. 10.17 vyplýva, že po zavedení navrhovaných riešení predstavujú Činnosti bezpodmienečne nutné (pridávajúce hodnotu) 86,7 % a pomocné činnosti (nevyhnutné činnosti) 13,3 %. Z činnosti settera č. 1 sa úplne eliminovali činnosti, ktoré boli kategorizované ako plytvanie (skupina D) a čakanie (skupina C).



Obr. 10.17. Kategórie činnosti settera č. 1 po realizácii opatrení

Obr. 10.18 zachytáva percentuálne vyjadrenie činností vykonávaných setterom č. 2 po implementácii navrhovaných riešení. Z grafu vyplýva, že bezpodmienečne nutné činnosti (činnosti pridávajúce hodnotu) predstavujú 57,8 % z celkového času pretypovania a činnosti nepridávajúce hodnotu 42,2 %. Zo štruktúry sa úplne eliminovala skupina čakanie, napr. čakanie v dôsledku nesprávneho vybalansovania. Časové trvanie pomocných činností (skupina B) sa znížilo z pôvodných 20 min na 9,67 min.

Čakanie na nahriatie formy nebolo možné úplne odstrániť (skupina D – plytvanie), no správnym vybalansovaním práce setterov sa ho podarilo skrátiť na 6,67 min.



Obr. 10.18. Kategórie činnosti settera č. 2 po realizácii opatrení

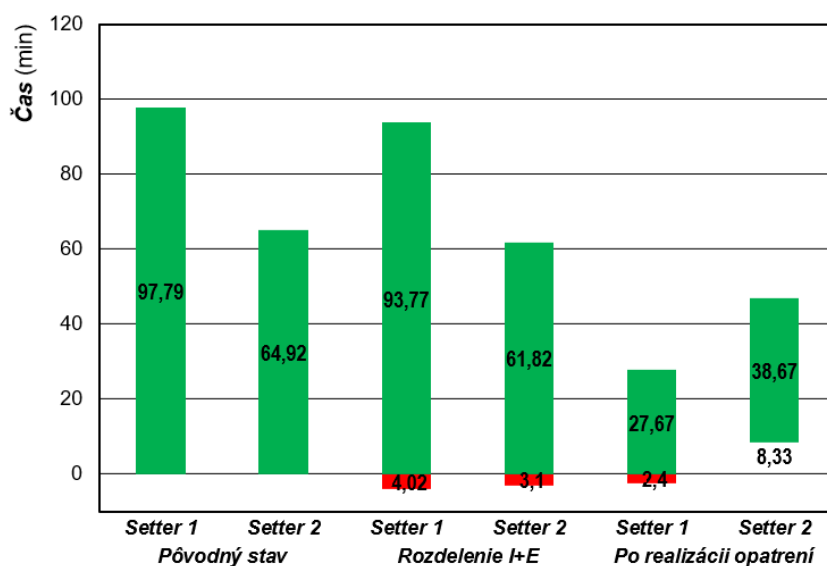
Záver

Vo výrobnom procese sa často vyskytujú činnosti, ktoré výrobku nepridávajú žiadnu hodnotu. Zákazník nie je ochotný za tieto činnosti platiť a preto ich je potrebné eliminovať. Na riešenie tohto problému sa do podnikov zavádzajú prvky štíhlej výroby. Zoštíhľovanie výrobného procesu podniku prinesie zníženie nákladov, väčšie využitie výrobných kapacít, zdrojov a zlepšenie ekonomických výsledkov.

Snaha o uspokojovanie špecifických požiadaviek zákazníkov spôsobuje variabilitu výroby, čo má dopad na prerušovanie plynulého výrobného procesu zmenou nastavenia/prestavenia strojného zariadenia. Z dôvodu prerušenia výroby je pretypovanie samo o sebe plytvaním. Uvedené plytvanie nie je možné úplne vylúčiť z výrobného procesu, preto sa autori štúdie zamerali na skrátenie jeho časového trvania aplikáciou metódy SMED.

Komplexné zhodnotenie navrhovaných riešení zameraných na zlepšenie procesu pretypovania je založené na porovnaní prechádzajúceho času pretypovania a času pretypovania po zavedení všetkých nápravných opatrení.

Čas procesu pretypovania sa skrátil z pôvodných 97,79 min na 47 min. V pôvodnom procese pretypovania sa všetky činnosti vykonávali počas odstavenia zariadenia, z čoho vyplýva, že čas pretypovania bol považovaný za prestoj.



Obr. 10.19 Časové trvanie procesu pretypovania

Po aplikácii prvého kroku metódy SMED – rozdelení konkrétnych činností na interné a externé, čas prestoja kvôli pretypovaniu predstavoval 93,77 min (časové trvanie interných činností pretypovania). Čas pretypovania po realizácii nápravných opatrení, zahŕňajúci iba interné činnosti, ktoré predstavujú prestoj, je 47 min. Z uvedeného vyplýva, že čas prestojov sa skrátil celkovo o 50,79 min, čo predstavuje 51,9 %. Grafické porovnanie časového trvania procesu pretypovania pôvodného stavu, stavu po rozdelení činností pretypovania na interné a externé a stavu po realizácii nápravných opatrení je zobrazené na Obr. 10.19, pričom zelená farba zobrazuje časové trvanie interných činností pretypovania (prestoj zariadenia) a červená farba predstavuje externé činnosti, ktoré sú vykonávané počas chodu stroja. Hodnota 8,33 min predstavuje čas, o ktorý začne neskôr pracovať setter 2 v porovnaní so setterom 1.

Pôvodne proces pretypovania vstrekovacieho lisu trval 97,79 min, zavedením návrhov sa proces skráti na 47 min, čím sa splní cieľ skrátenia procesu pretypovania minimálne o 25 %. Ušetrený čas, vzniknutý implementáciou návrhov sa prepočíta na počet kusov dielov vyrábaných na lise, ktoré podnik môže skrátením procesu pretypovania vyrobiť. Taktový čas pre výrobu vybraného dielu je stanovený na 50 s. Celkovo sa dosiahla časová úspora procesu pretypovania 50,79 min, za tento čas dokáže podnik vyrobiť 60 ks dielov vyrábaných na lise. Výmena formy vstrekovacieho lisu sa vo výrobnom podniku realizuje trikrát za týždeň. Za týždeň podnik dokáže vyrobiť o 180 ks dielov viac v porovnaní s pôvodným stavom. Kalendárny rok bol členený na 53 týždňov, pričom výrobný podnik uplatňuje každoročne celozávodnú odstavku v časovom rozhraní troch týždňov. Aplikáciou navrhovaných opatrení dokáže podnik ročne vyrobiť viac o 9 000 ks dielov.

Zoznam bibliografických odkazov

- ALUKAL, G. 2003.** Create a lean, mean machine. *Quality Progress*. Vol. 36 No. 4, s. 29-35. [online]. [cit. 2019-12-13]. Dostupné na internete: <https://docuri.com/download/lean-ans-six-sigma_59c1e22ef581710b286a5420_pdf>.
- APOS Consulting s.r.o. 2015.** SMED. [online]. [cit. 2020-5-20]. Dostupné na internete: <<http://apos.sk/metody/stihla-vyroba-lean/rychle-pretypovanie-smed/>>.
- BAUER, M. a kol., 2012.** *Kaizen. Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
- BHAMU, J., SINGH SANGWAN, K. 2014.** Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 34 No. 7, s. 876-940, 2014. [online]. [cit. 2020-09-13]. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>>.
- BICHENO, J. a HOLWEG, M. 2016.** *The Lean Toolbox: A handbook for lean transformation*. Buckingham: Picsie Books, 342 s. ISBN 978-0-9568307-5-3.
- BIRMINGHAM, F. a JELINEK, J. 2007.** *Committing to Quick Changeover*. In *Quick Changeover Simplified: The Manager's Guide to Improving Profits with SMED*. New York : Productivity Press, s. 7-14. ISBN 978-1-56327-349-0.
- BOLEDOVIČ, Ľ. 2018.** *SMED (Single Minute Exchange of Dies)*. IPA Slovakia. [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné na internete: <<https://www.ipaslovakia.sk/clanok/smed-single-minute-exchange-of-dies>>.
- BOLEDOVIČ, Ľ. 2017.** *Plytvanie*. IPA Slovakia. [online]. [cit. 2019-12-10]. Dostupné na internete: <<https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/plytvanie>>.
- BURIETA, J. 2013.** *Praktická ukážka školiacich materiálov metódy Single Minute Exchange of Die*. [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné na internete: <<http://www.slideshare.net/AlzbetaSlapkova/smed-skracovanie-casov-pretypovania-vyrobných-zariadení>>.
- ČERKALA, P. a POTOCZKY, S. 2012.** Druhy plytvania v rôznych prostrediach a možnosti ich eliminácie. *Transfer inovácií*. 23/2012, s. 179-180. ISSN 1337-7094. Dostupné na internete: <<https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/23-2012/pdf/179-180.pdf>>.
- ČERVINKA, M. 2013.** *Štíhla výroba*. [online]. [cit. 2019-11-24] Dostupné na internete: <<https://www.stihlavyroba.sk/2013/02/plytvanie.html>>.
- IPA Slovakia. 2017.** IPA SLOVNÍK. SMED. [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné na internete: <<https://www.ipaslovakia.sk/clanok/smed>>.
- JIRÁSEK, J. 1998.** *Štíhla výroba*. Praha, Grada Publishing. 232 s. ISBN 80-7169-394-4.
- JOSHI, R. R. a NAIK, G. R. 2012.** Application of SMED Methodology - A Case Study in Small Scale Industry. *International Journal of Scientific and Research Publications*. Volume 2, Issue 8, 2012. ISSN 2250-3153.
- KORMANEC, P. a kol. 2008.** SMED. Žilina, IPA Slovakia. 42 s. ISBN 978-80-89667-07-9.
- KOŠTURIÁK, J. a kol. 2006.** *Štíhlý a inovatívni podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

- KOŠTURIAK, J. 2006.** *Štíhly podnik – móda alebo nevyhnutnosť?* IPA Slovakia. [online]. [cit. 2020-13-06]. Dostupné na internete: <<https://www.ipaslovakia.sk/clanok/stihly-podnik-moda-alebo-nevyhnutnost>>.
- LIKER, J. K. 2008.** *Tak to delá Toyota*. Praha, Management Press, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- McGEE-ABE, J. 2015.** *The 8 Deadly Lean Wastes – DOWNTIME*. Pex online, [online]. [cit. 2020-13-06]. Dostupné na internete: <<https://www.processexcellencenetwork.com/business-transformation/articles/the-8-deadly-lean-wastes-downtime>>.
- NENADÁL, J. a kol. 2008.** *Moderní manažment jakosti*. Praha, Management Press, 377 s. ISBN 978-80-726-1186-7.
- ONDRA, P. 2017.** *SMED: Projektový přístup k zavádění* [online]. [cit. 2020-13-07]. Dostupné na internete: <<http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/smed-4-projektovy-pristup-k-zavadeni/>>.
- RAŠKOVÁ, S. 2020.** Návrh uplatnenia vybraných nástrojov štíhlej výroby v podniku Novares Slovakia Automotive s.r.o. Diplomová práca. 2020.
- SAYER, N. a WILLIAMS, B. 2012.** *Lean For Dummies*. Hoboken, John Wiley & Sons, 408 s. ISBN 978-1-118-11756-9.
- SOUSA, E., SILVA, F. J. G., FERREIRA, L. P., PEREIRA, M. T., GOUVEIA, R. a SILVA, R. P. 2018.** Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*. Volume 17, 2018, Pages 611-622. Dostupné na internete: <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>>.
- STEVENSON, W. 2008.** *Operations management*. New York, McGraw – Hill/Irwin. 906 s. ISBN 978-0-07-337784-1.
- SUTHERLAND, J. a BENNETT, B. 2007.** *The Seven Deadly Wastes of Logistics: Applying Toyota Production System Principles*, Lehigh University Center for Value Chain Research, [online]. [cit. 2020-13-07]. Dostupné na internete: <<http://www.distributiongroup.com/articles/SevenWastesofLogistics.pdf>>.

