



## SNÍŽENÍ ČASU PŘESTAVBY NA LINCE (SVAŘOVACÍ LINKA TYPU ZZH) EPSILON POUŽITÍM METODY SMED

### REDUCE CONVERSION TIME ON EPSILON LINE (WELDING LINE TYPE ZZH) USING SMED METHOD

Peter POÓR

#### Abstract

*The aim of SMED method is to produce the smallest dose without reducing productivity. We can also say that it is based on teamwork and improving, which helps us reduce changeover time and machine adjustment. The present article deals with the application of this method to reduce the time rebuilding the welding line.*

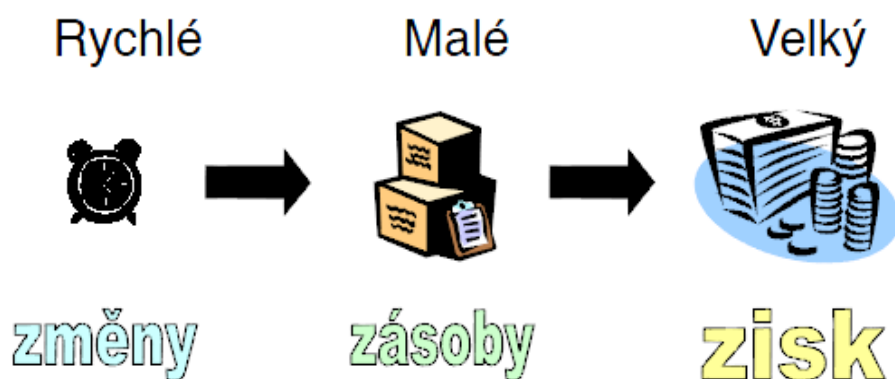
#### Key words

*SMED, Conversion, Line Optimization.*

#### Metoda SMED - Definice metody

##### Single Minute Exchange Of Die – Výměna nástroje během jedné minuty

Koncept této metody vznikl mezi léty 1950-1960, kdy s nápadem přišel Shingeo Shingo. Tuto metodu můžeme definovat jako jednu z mnoha metod štihlé výroby, která nám pomáhá snižovat plýtvání ve výrobním procesu. Cílem tedy je vyrobit co nejmenší dávku bez snížení produktivity. Také můžeme říci, že tato metoda je založená na týmové práci a zlepšování, které nám pomáhá snížit dobu výměny a seřízení stroje.

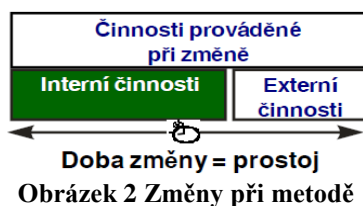


Obrázek 1 Cíl metody

Zásady rychlé změny jsou: šrouby jsou nepřátelé, připravit si pomůcky a nástroje předem a nikdy neříkat „je to nemožné“

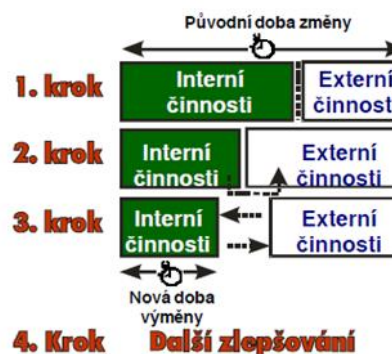
Systém této metody rozdělujeme do dvou základních kategorií:

- Interní operace: takové, které mohou být prováděny pouze v případě zastavení stroje (vlastní seřizování stroje).
- Externí operace: možnost provedení i při chodu stroje (příprava nástroje u stroje).



Tuto metodu můžeme vyjádřit ve čtyřech základních krocích. Jsou to:

- 1) Analyzovat interní a externí činnosti.
- 2) Oddělit interní a externí činnosti.
- 3) Přesun interních činností na externí.
- 4) Zlepšovat interní a externí činnosti.

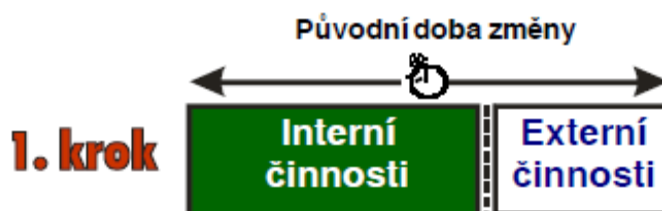


### Rozbor metody v jednotlivých krocích

Nejprve provedeme „přípravnou fázi“ v které si nejprve prohlédneme celý postup výměny, abychom věděli, čím se budeme zabývat, popřípadě si mohli udělat poznámky, čeho všeho jsme si při výměně všimli a co by se dalo provést rychleji.

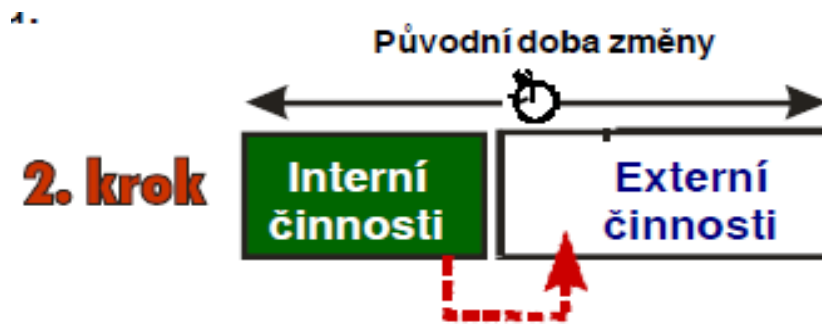
#### 1) Analýza interní a externí činnosti

V tomto kroku rozlišujeme a rozdělujeme interní, externí činnosti a seřizování. Určujeme a zajišťujeme jednotlivé kroky, které se budou provádět za chodu stroje, aby se prováděli při chodu stroje (příprava různých nástrojů,..)



#### 2) Oddělení interní a externí činnosti

Zde se snažíme o to, aby činnosti, které jdou převést z interních na externí a naopak byly převedeny. Proto se zajímáme o činnosti, které jdou udělat během chodu stroje a které ne. Může se zde také stát, že se budou muset zavést nové postupy výměny a další věci související s převodem činností na jinou. Také to znamená proškolení a vysvětlení zaměstnancům nové postupy a proč se to bude provádět zrovna takto.



Obrázek 5 Oddělení činností

### 3) Přesunutí interních činností na externí

Soustředíme se na jednotlivé kroky či operace výměny, na jejich zlepšování a detailní analýzu. Jedná-li se o interní činnost, snažíme se soustředit na rychlejší způsob upnutí nástroje, snížit nadbytečné činnosti, zkrátit zkušební dobu. U externích činností se snažíme zaměřit na přípravu a transport nástrojů a také na proces přípravy.



Obrázek 6 Přesun činností

### 4) Zlepšování interních a externích činností

V posledním kroku už trénujeme a zlepšujeme, Snažíme se, aby všechny předešlé kroky, které jsme provedli byly úspěšné a tím se nám pak podaří dosáhnout minimálního času výměny daného dílu nebo části, které se výměna týká.

#### Metoda krok po kroku

- Vybrání metody pro daný typ změn (jaké jsou cíle).
- Seminář s informacemi o problematice s rychlými změnami.
- Úvodní workshop k danému problému.
- Trénink výměny podle metodiky, která byla přijata na workshopu.
- Realizace technických opatření.
- Zlepšování postupu dané výměny.
- Zhodnocení dosažených výsledků, vyhodnocení celého projektu.



## **Případová studie SMED**

Jako ukázkou příkladu této metody, byl použit projekt ve WITTE Automotive. Budou ukázány všechny čtyři kroky SMED, jízdni řady atd.

### **Zadání projektu**

Projekt byl zadán následujícím kroky:

- 1) Provést analýzu stávající změn typu - prezentované fyzicky (SMED Krok 1).
- 2) Navrhnout rozdělení na Interní a externí činnosti (SMED Krok 2) (Co lze ekonomicky - efektivně přesunout z interních do externích - přesunout).
- 3) Zpracovat Návodku po SMED kroku 2 (rozdělení interních a externích činností).
- 4) Definovat nutné kroky k tomu, aby se mohlo po změnu typu přejet bez seřízení parametrů na další typ, nebo určit technická, nebo kvalitativní omezení, proč tak nelze.
- 5) Navrhnout jednotlivé kroky pro snížení dílčích aktivit v interních i externích činnostech (SMED Krok 3).
- 6) Odsouhlasit si navrhované kroky - nápravná opatření Řešitelský tým.
- 7) Realizovat n.o..
- 8) Zpracovat Návodku po SMED kroku 3 (rozdělení interních a externích činností).
- 9) Navrhnout a zavést monitorování skutečných a plánovaných časů při výměnách a zvolit a zavést ukazatel. Kdy se povedlo v normě, kdy ne, statistiku. Zaškolit personál, trénink.
- 10) Navrhnout nový model plánování výroby s novými časy výměn, vypočítat optimální ekonomickou dávku, simulovat změnu v zásobách hotových výrobků a polotovarů z této linky.

### **Realizace projektu**

Nejdřív byly zanamenané potenciální změny, které by při výměně mohli nastat. Na obrázku níže je vidět tzv. jízdni řád s operacemi, které příslušný pracovník provedl při jedné změně typu. Už jsou zde rozdělené i činnosti a napsané potenciály. Následně probíhali změny typu, kde jsme postupně s obslužným pracovníkem stroje prováděli změnu typu, podle upraveného jízdniho řádu a čas se měřil, abychom věděli, jestli při trénování dochází ke změně k lepšímu nebo nám to někde tzv. drhne.



Čas od	Čas do	Trvání	Popis činnosti	Int./Ext	Potenciály
0:00	4:01	4:01	Výměna vozíku		
			<i>chůze ke skříně</i>	ext.	židli dát na stranu
			<i>posunutí židle</i>	ext.	odkládací místo na klíče
			<i>přednávání klíčů na volné místo</i>	ext.	vyšší stůl pro vozíky
			<i>nelze vyndat vozíky</i>	int.	
			<i>nandat nové vozíky</i>	int.	
4:01	16:36	12:35	Vozíky+změna typu		
			<i>chůze ke skříně</i>	ext.	
			<i>nastavení prázdného programu</i>	int.	
			<i>nandávání vozíků</i>	int.	
			<i>1 kolo prázdných vozíků</i>	int.	
			<i>navolení programu</i>	int.	
			<i>hýbání čidlem na vozíky</i>	int.	seřdit čidlo
			<i>špatná geometrie vozíků dělá bordel</i>	int.	změřit geometrii 1 typu vozíku a více typů
16:36	39:29:00	25:53:00	Výměna elektrod		
			<i>dojít pro elektrody a matrice</i>	ext.	nachystat elektrody s maticemi předem
			<i>kompletuje elektrody a matrice</i>	ext.	mít je předem zkomplementované
			<i>čištění elektrod</i>	ext.	očištění před/ + mít v záložce 1 náhradní elektrodu
			<i>í nejdřív dorazu a fci zdvih + složité nastavení</i>	int.	
			<i>musí pro klíč</i>	ext.	mít nachystaný klíč na daném místě
			<i>špatný přístup a viditelnost do stroje</i>	int.	přístup ze strany stroje
			<i>zdlouhavé upínání matric do stroje</i>	int.	lepší způsob upnutí (kolíčky) ,rychlejší upnutí
39:29:00	52:49:00	13:20	Nastavení parametrů		
			<i>hledání podkladů, které jsou daleko</i>	ext./int.	podklady blíže tam, kde jsou potřeba
			<i>musí pro klíč (od skříně)</i>	int.	klíč je u předáka
			<i>hledá stoličku, aby si mohl sednout</i>	ext.	nachystat si stoličku před zahájením směny
			<i>mění hodnoty parametru 1</i>	int.	
			<i>mění hodnoty parametru 2, (otačí zařízení o 180</i>	int.	
			<i>vlastní nastavení</i>	int.	zlepšit ovladatelnost tlačítka (pán si stěžoval)
			<i>zápis o provedení měření podpisem</i>	ext.	místo podpisu odfajfkovat a poslední podpis/ os.číslo
			<i>založení zápisu</i>	int.	založení zápisu do desek /po práci/během práce stroje
52:49:00	1:25:49	30:00:00	Seřízení výroby		
			<i>příprava pracoviště( židle a stůl šoupe)</i>	ext.	
			<i>vrací podložku do skříně aby nepřekážela</i>	ext.	podložku vrátit až po ukončení práce
			<i>nastavení vyp /zap stanice</i>	int.	
			<i>nastavení polohy CNC směr x,y</i>	int.	špatně vyhodnocená tabulka podle které se řídí lidé

Obrázek 7 Jízdní řád

Po trénování změn typů jsme se dostali celkem na slušný čas výměny a jízdní řád se vcelku ve všech změn typů schodoval.

Výměna z Opel na Audi ZZH				
krok	činnost	čas od	čas do	trvání
1.	nachystání klíčů a imbusů na volné místo	0:00	0:05	0:05
2.	chůze ke skříně, kde vezmu matrice s elektrodami	0:05	0:26	0:21
3.	čištění elektrod	0:26	1:05	0:39
4.	klíč od skříně k parametrům	1:05	1:10	0:05
5.	nachystání tabulky s hodnotami o svarech	1:10	1:39	0:29
6.	vyndání starých vozíků, odnést do skříně, přinést nové	1:39	3:09	1:30
7.	nandání nových vozíků	3:09	3:52	0:43
8.	nastavení parametrů (1, 2, v.nastavení)	3:52	8:49	4:53
9.	zápis parametrů	8:49	9:36	0:27
10.	upínání matric do stroje + vyndání starých	9:36	11:38	2:02
11.	nastavení dorazu	12:01	14:48	2:47
12.	seřízení(nastavení polohy CNC, nastavování a vyzkoušení pozic)+ vybalení motorů	14:48	21:30	6:42
13.	úklid matric a elektrod	11:38	12:01	0:23
		2:02	21:30	
		19:28	10minut seřizování	
			31:30:00	

Obrázek 8 Jízdní řád pro Opel



Přehoz z MB na Opel				
krok	činnost	čas od	čas do	trvání
1.	nachystání klíčů a imbusů na volné místo	0:00	1:16	1:16
2.	chůze ke skříně, kde vezmu matrice s elektrodami	1:16	1:35	0:19
3.	čištění elektrod	1:35	2:05	0:30
4.	klíč od skříně k parametrům	2:05	3:15	1:10
5.	nachystání tabulky s hodnotami o svarech	3:15	3:29	0:14
6.	vyndání starých vozíků, odnést do skříně,	3:29	4:39	1:10
7.	nastavení parametrů (1, 2, vl.nastavení)	4:39	8:21	3:42
8.	zápis parametrů	8:21	9:10	3:42
9.	upínání matric do stroje + vyndání starých	9:10	10:06	0:56
10.	nastavení dorazu	10:06	11:25	1:19
11.	seřízení (nastavení polohy CNC, nastavování a vyzkoušení pozic) + vybalení motoru	11:25	14:10	2:45
12.	úklid matric a elektrod	14:10	14:28	0:18

	3:47	externí činnost
	10:41	interní činnost



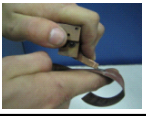



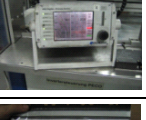
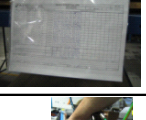

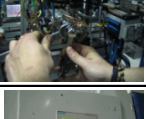


Obrázek 9 Jízdní řád pro MB

NA							
	01030515020	01030484911	01060506900	01060134801	01020995944	01050569935	01060501912
	01030515020	15:09+3:04	10:41+3:47	14:00+2:30	29:28+2:02	14:00+2:30	15:09+3:04
	01030484911	2:00	10:41+3:47	14:00+2:30	29:28+2:02	14:00+2:30	15:09+3:04
	01060506900	14:00+2:30	15:09+3:04	7:00	29:28+2:02	10:41+3:47	15:09+3:04
Z	01060134801	14:00+2:30	15:09+3:04	2:00	29:28+2:02	14:00+2:30	15:09+3:04
	01020995944	14:00+2:30	15:09+3:04	10:41+3:47	14:00+2:30	14:00+2:30	15:09+3:04
	01050569935	14:00+2:30	15:09+3:04	10:41+3:47	14:00+2:30	29:28+2:02	15:09+3:04
	01060501912	14:00+2:30	15:09+3:04	10:41+3:47	14:00+2:30	14:00+2:30	
			POZASTAVENO!!				

Obrázek 10 Čas přehozu pro všechny typy

Zde vidíme, že se nám čas výměny dostal vesměs u všech typů ke stejným časům. Po ustálení jízdního řádu přišla řada na vytvoření návodky jízdního řádu. Návodka byla vytvořena podle jednotlivých činností v jízdním řádu, s ukázkou fotek, na kterých je vidět co ta daná činnost nebo operace provádí. Vytvořená návodka se poté konzultovala s pracovníky obslužného stroje, jestli chápou jednotlivé úkoly správně. Na návodce je uveden i čas pro informaci, jak dlouho by nad tím měl daný člověk strávit.



<b>SMED</b>		Návod na změnu typu na lince Epsilon - svařovací linka		<b>WITTE</b> AUTOMOTIVE	
č.	operace	popis operace		čas	
1.	nachystání klíčů a imbusů na volné místo			1:16	
2.	chůze ke skříně, pro matrice s elektrodami			0:19	
3.	čištění elektrod	Provést podle kontrolní návody		0:30	
4.	klíč od skříně k parametrům			1:10	
5.	nachystat tabulku s hodnotami o svarech			0:14	
6.	vozíky	1. vyndat staré vozíky 2. odnést do skříně		1:10	
7.	nastavení parametrů	1. nastavení parametru 1 2. nastavení parametru 2 3. vlastní nastavení		3:42	
8.	zápis parametrů			0:49	
9.	upínání matric do stroje + vyndání starých	1. sundání starých matric 2. nandání nových matric		0:56	
10.	nastavení dorazu	1. povolení matice 2. vzít vhodnou měрку s požadovanou šířkou pro doraz 3. nastavení dorazu podle měřky 4. utáhnutí matice		1:19	
11.	seřazení	1. nastavení polohy CNC 2. hloubka elektrod posunutí stanice podle typu dílu 4. nastavení a vyzkoušení pozic		2:45	
12.	úklid matric a elektrod			0:18	
<b>Pozn:</b>				celkový čas : <b>0:14:28</b>	
EXT1: -3,47min				interní čas: <b>10:41</b>	
INT: vlastní výměna					
EXT2: po ukončení samotné výměny					
EXT2: po ukončení samotné výměny					

Obrázek 11 Návodka na postup výměny



Pomocí SAPu jsme zjistili stav zásob jednotlivých typů od ledna až po červenec. Potom jsme vypočetli optimální dávku (pomocí Excelu) opět na jednotlivé typy a porovnali zásoby ze SAPu se zásobami, které vyšli podle optimální dávky. Z toho vyšlo, že by se zásoby měli skoro 2x snížit, než jaké byly doposud.

GTS							
Náklady na SMED		v hod	jednotk.cena a v CZK		náklady		
strojhodiny		0	414,34		0		
lidské zdroje		0,3	304,78		91,434		
materiál (spot.mat, mazadla, čisticla)			41		0		
uvolňování, vzorky		0	249		0		
TOV		0	0		0		
technologická nebo jiná nekvalita			0		0		
jeřáb, energie		0	0		0		
manipulace s formou + ještěrka		0	0		0		
variabilita strojů		0	0		0		
vztah posloupnosti druhů forem při výměně na čas jednotlivé výměny		0	0		0		
výměna materiálů, obalů		0,18	100%		219,12		39,4416
celkem náklady na výměnu					130,8756 CZK		smed
					zaokrouhloeno na 131		
					$x2=(2*St*SMED)/(COST*P)$		
St	78240		x2	3036871,111			
SMED	131						
COSTt	0,25						
P	27		x	1742,662076	optimální dávka		
St průměr	8400	optimální dávka průměr					
			x2	326044,4444			
			x	571,0030161			

Obrázek 12 Výpočet optimální dávky





	Typy	Vypočtené	Skutečné	
01020995944	AUDI ZZH	833	2400	Skutečné dávky převyšují dávky optimální, které byly vypočteny podle dанных informací. <i>(jsou cca 2násobné)</i>
01030484911	BMW2	1819	3260	
01030515020	BMW1	2771	3800	
01060134801	OPEL2	379	610	
01060506900	OPEL1	523	1450	
01060501912	GTS	1848	3500	
01050569935	MERCEDES	5334	8400	
<b>ZÁSoby</b>				
		vypočtené	skutečné	%
1	AUDI ZZH	417	1200	65
2	BMW2	910	1630	44
3	BMW1	1386	1900	27
4	OPEL2	190	305	37
5	OPEL1	262	725	64
6	GTS	924	1750	47
7	MERCEDES	2667	4200	36
		%	%	
1	AUDI ZZH	35	100	
2	BMW2	56	100	
3	BMW1	73	100	
4	OPEL2	63	100	
5	OPEL1	36	100	
6	GTS	53	100	
7	MERCEDES	64	100	

Typ	Vypočtené dávky	Skutečné dávky
1	417	1200
2	910	1630
3	1386	1900
4	190	305
5	262	725
6	924	1750
7	2667	4200

Obrázek 13 Porovnání zásob

Tato fáze projektu je zatím konečná. Dále se snažíme se snižovat zásoby na optimální dávky a kontrolovat pracovníky, jestli jim změna typu trvá dobu, která byla určena. Cílem toho projektu je:

- Snižování času při změně typu.
- Motivace pracovníků.



- Dodržení naplánovaných dávek a požadovaných časů na změnu typu.
- Snížená zásob.
- Standardizace postupu výměny.

Výhody a přínosy SMED:

- Nižší zásoby.
- Zlepšení kvality
- Vyšší pružnost.

*Na závěr bych chtěl vyjádřit poděkování za podporu projektům SGS-2012-063 s názvem "Integrovaný návrh výrobního systému jako metaprojektu s multidisciplinárním přístupem s využitím prvků virtuální reality" a projektu NEXLIZ - CZ.1.07/2.3.00/30.0038, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*

#### **Klíčové slová**

SMED, prestavba, linka, optimalizácia.

#### **Použitá literatúra**

- [1] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7,
- [2] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. Praha 7: Alfa Publishing s.r.o., 237 s. ISBN 80-86851-38-9. [3] SHINGŌ, Shigeo et al., 1985. A revolution in manufacturing: the SMED system, Portland, Oregon: Productivity Press, xxii, 361 s. ISBN 0915299038,
- [4] Materiály firmy WITTE Automotive.

#### **Kontaktná adresa**

Ing. Peter POÓR Ph.D.  
Západočeská Univerzita v Plzni, Fakulta strojná,  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu,  
Univerzitní 22, Plzeň, Tel.: +420 37763 8488.