

# Úplne produktívna údržba v procesoch montáže

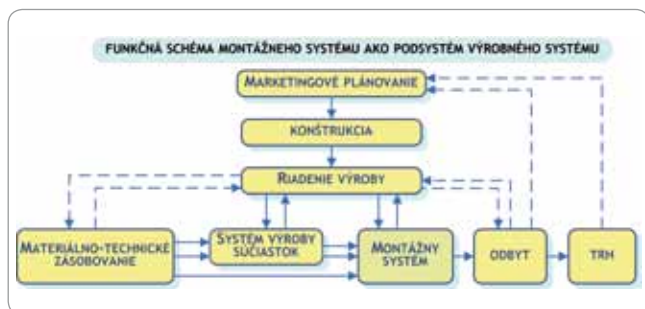
Príspevok opisuje inovatívne prístupy moderného systému úplne produktívnej údržby (TPM – Total Productive Maintenance) v montážnom procese, ktorý zahŕňa činnosti orientované na maximalizáciu efektívnosti strojov a zariadení. Pomocou zostavených siedmich krokov autonómnej údržby v montáži pri dodržaní ich postupností a zásad zníženia nákladovosti v údržbe sa umožní komplexné riešenie autonómnej údržby pri montáži.

Cieľom organizácie montážneho procesu je dosiahnuť vysoký stupeň nepretržitosti, výrobnosti a ďalších naprojektovaných kritérií. Pri projektovaní montáže výrobku je preto významnou etapou riešenie jej organizácie. Pri voľbe druhu organizácie je dôležitá analýza jej vplyvov a jej zabezpečenie v reálnom čase zásahmi údržby, ktoré treba plánovať, analyzovať, predvídať, tiež optimalizovať náklady na údržbu a zároveň poskytovať štatistické vyhodnocovanie, aby sa zabezpečila spätná väzba. Preto okrem siedmich krokov autonómnej údržby na strojoch a zariadeniach existuje aj sedem krokov autonómnej údržby v montážnom procese. Systém údržby by mal spĺňať nasledujúce kritériá, ako je schopnosť automatizovať plánovanie údržby, generovať pracovné príkazy a umožniť jednoduché vykonávanie analýzy podmienok pri vyhodnocovaní štatistických prehľadov.

## Montážny systém ako súčasť výrobného systému

Montážny proces pozostáva z montážnych operácií spájania súčiastok do celkov (montážnych uzlov, skupín) a finálnych výrobkov. Realizuje sa v konkrétnej technicky a ekonomicky účelnej postupnosti. Montáž (v organizačnom zmysle) zahŕňa aj prípravné, pomocné a obslužné činnosti. Tie montážny proces podporujú a racionalizujú. Ukážka montážneho systému ako súčasti výrobného systému je na obr. 1. Montážne procesy prebiehajú v konkrétnych technických, technologických, organizačných a ekonomických podmienkach. Sú určované:

- druhom, objemom a variantnosťou montovaných výrobkov,
- používanou montážnou technológiou,
- úrovňou používanej montážnej techniky a používaných montážnych systémov,
- systémom plánovania, organizácie, riadenia a pracovným prostredím.



Obr. 1 Montážny systém ako súčasť výrobného systému

## Montážny proces a jeho špecifiká

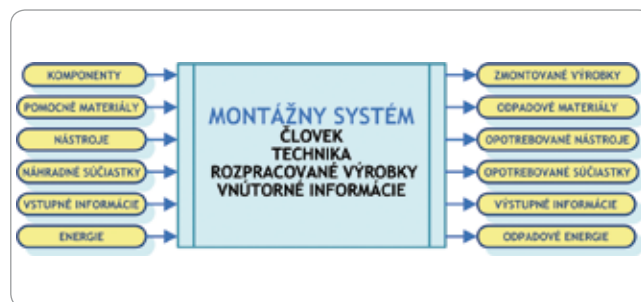
V nadväznosti na technologické procesy strojárkej výroby treba zdôrazniť niektoré špecifické znaky montážnych procesov:

- a) Základným znakom montážnych procesov vo vzťahu k montovaným výrobkom je, že sa realizuje ich kompletná zmena. Nové vlastnosti sú syntézou vlastností montovaných súčiastok.
- b) Charakteristickým znakom montážnych procesov je, že sa v nich realizuje spájanie minimálne dvoch, zväčša však viacerých súčiastok, montážnych uzlov, resp. celkov.
- c) Montážne procesy sú organizované a synchronizované vo väzbe na súčiastky, ktorých výroba sa realizuje v rôznom čase na rôznych výrobných miestach.
- d) Efektívna realizáciu montážnych procesov podmieňuje aj konštrukcia výrobku prispôbená montáži.

- e) Montážne procesy sa realizujú podľa určených pravidiel, ktoré vyplývajú z danej štruktúry výrobkov.
- f) Montáž predstavuje profesijnú oblasť, v ktorej majú niektoré ručné úkony svoje významné miesto a ťažko sa nahrádzajú strojovou prácou.
- g) V montážnych procesoch sa integrujú všetky stránky zabezpečovania kvality. Ovplyvňujú ju predchádzajúce technologické operácie a procesy a vlastné montážne úkony.
- h) Pri montáži sa koncentrujú aj výsledky z prípravy a plánovania výroby a z technických, technologických a organizačných opatrení vo výrobe súčiastok.
- i) Pri organizovaní montážnych procesov sa objavuje rozporné pôsobenie princípu diferenciacie a koncentracie operácií. Automatizácia montážnych operácií vyžaduje uplatňovanie princípu koncentracie. Zvyšovanie produktivity založené na racionalizácii ručných úkonov vyžaduje aplikáciu princípu diferenciacie. Vysoká úroveň spôsobuje problémy v zabezpečovaní kvality.

Montáž je súbor rôznych činností, pomocou ktorých sa z jednotlivých súčiastok vytvára funkčný celok (stroj, zariadenie a pod.). Zvyčajne ide o poslednú fázu výroby, po ktorej nasledujú funkčné skúšky a zábeh. Spoľahlivosť zariadení (linky) rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje nielen kvalitu a spoľahlivosť výrobkov, ale aj priebežný čas výroby, produktivitu práce i efektívnosť celého výrobného systému.

Montáž výrobku je obvyčajne priestorovo aj časovo sériovo paralelná a graficky znázorniteľná v tvare stromového alebo koreňového systému. Montáž realizovaná v montážnom technologickom systéme možno charakterizovať vstupnými parametrami, vnútornými parametrami systému a výstupnými parametrami systému. Ukážka montážneho systému je na obr. 2.

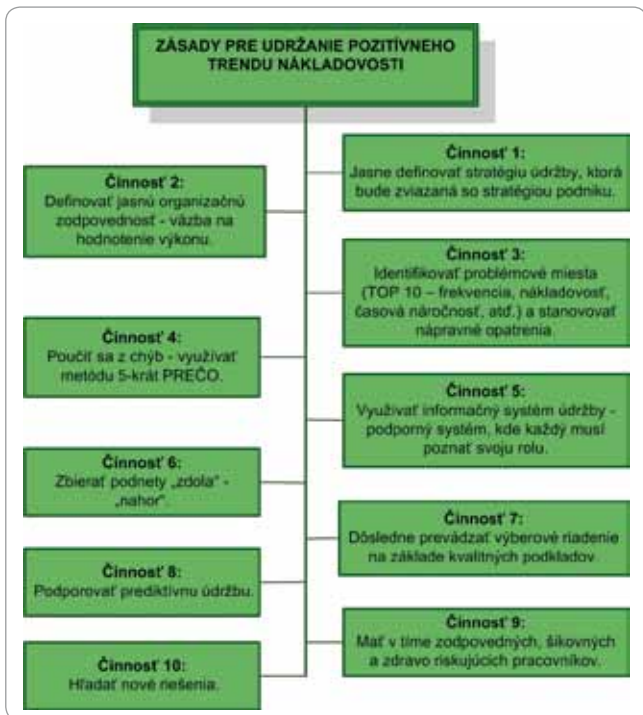


Obr. 2 Montážny systém

## Zásady pozitívnej nákladovosti v údržbe

V trhovej ekonomike sa v súčasnosti kladú vysoké požiadavky na kvalitu produktov, preto je potrebné zabezpečiť bezchybný stav strojov a zariadení. To sú dostatočné dôvody na to, aby bola údržba vnútropodnikovým servisným útvarom, ktorý má k dispozícii vhodné nástroje na operatívne a dlhodobé plánovanie, sledovanie a aktualizáciu nákladov, termínov a kapacít. Túto skutočnosť si organizácie vo svete uvedomujú čoraz viac.

Potenciál pozitívnych zmien spojených so zmenou uhla pohľadu pracovníkov je v nových prístupoch k údržbe. Jedným z nich je úplne produktívna údržba, ktorá predstavuje vzájomné prepojenie údržby a výroby. Je dôležité zostaviť zásady, ktoré umožnia udržať pozitívny trend nákladovosti v údržbe. Príklady možných zásad zobrazuje obr. 3. Zároveň slúži ako podporný prvok na dosiahnutie



Obr. 3 Zásady udržania pozitívneho trendu nákladovosti

správnosti krokov zavedenia autonómnej údržby do montážneho procesu.

Mnoho firiem rieši problémy zefektívňovania montážnych procesov len automatizáciou, ale existuje veľká časť montážnych činností, v ktorých dominuje ručná montáž. Tieto montážne úlohy vyžadujú opakovanú činnosť vrátane dôslednej vizuálnej kontroly. Hlavným trendom v oblasti ručných montážnych pracovísk je ergonomické hľadisko, ktoré sa sústreďuje na interakciu medzi pracovníkom a jeho pracovným prostredím, aby sa zvýšila bezpečnosť a efektívnosť

práce. Ide o možnosť individuálneho prispôbenia výšky pracovnej plochy podľa výšky pracovníka, o možnosť nastavenia pracovnej plochy z dôvodu polohovania montovaného objektu a podobne.

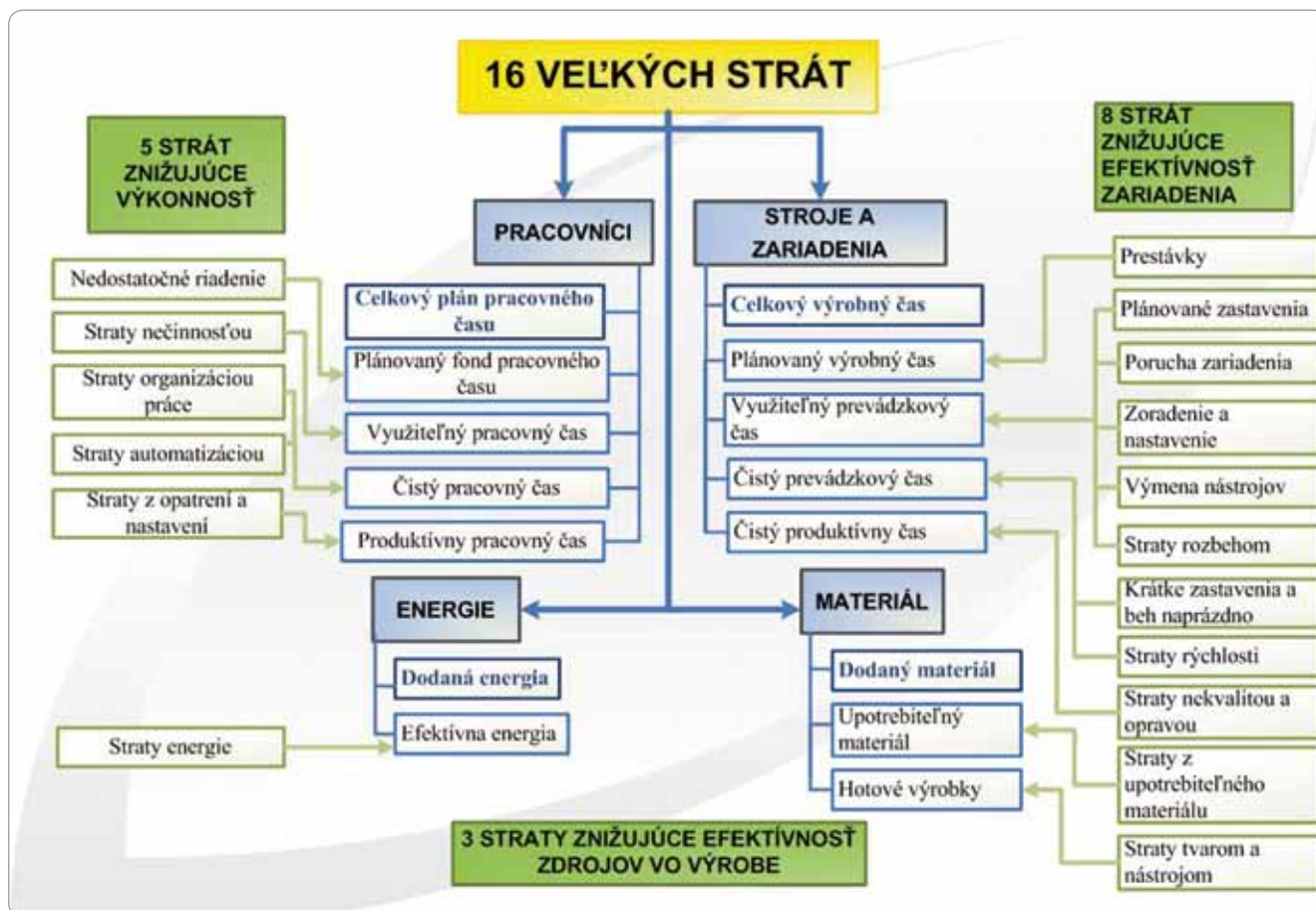
Ďalším dôležitým trendom je tímová práca, rotácia pracovníkov a striedanie pracovných miest. Vzhľadom na vysoké požiadavky na kvalitu a bezpečnosť prevádzky a používania jednotlivých montovaných dielcov pokračuje trend prevzatia individuálnej zodpovednosti pracovníka za kvalitu práce. To znamená, že na pracovisku sa evidujú parametre a údaje, ktoré môžu následne viesť k zisteniu prípadných chýb, respektíve ich príčin, ako aj stanovenie príslušnej zodpovednosti za ne. Preto sa návrh implementácie krokov autonómnej údržby v montáži zaoberá aj týmito hľadiskami.

Úplne produktívna údržba vznikla pod tlakom zavádzania systému Just in Time (JiT) – nemožnosť prerušenia výrobného reťazca. Prvotným cieľom JiT je boj so všetkými druhmi strát (obr. 4). To predstavuje novú konkurenčnú výhodu organizácií – redukcii nákladov.

Maximalizáciu efektívnosti činnosti zariadení a minimalizáciu nákladov v priebehu ich životného cyklu možno zaistiť elimináciou strát, ktoré výrazne ovplyvňujú celkovú efektívnosť zariadení. Nové prístupy organizácie a riadenia v systéme údržby nie sú možné bez:

- uznania údržby v podniku ako potrebného útvaru pri zvyšovaní tímovej práce TPM,
- hodnotenia celkovej efektívnosti zariadenia (CEZ),
- aplikácie filozofie Kaizen,
- implementácie JiT pri nákupe náhradných dielov,
- zavedenia TPM,
- zmeny systému motivácie a odmeňovania pracovníkov výroby a údržby.

Jedným z najčastejších dôvodov vzniku plytvania vo výrobe je porucha strojov a zariadení, ktorá následne spôsobuje prestoj a je výsledkom neefektívneho manažmentu údržby. Náklady na opravu sú tak spojené aj s časovým omeškaním dodávky, nekvalitou a nespokojnosťou zákazníka. Náklady na údržbu sú hlavnou časťou celkových prevádzkových nákladov všetkých priemyselných



Obr. 4 Šesťnásť veľkých strát vo výrobe a montáži

podnikov. Prínosy z nového systému autonómnej údržby v montáži budú mať pozitívny dosah na logistické reťazce v oblastiach zvýšenia kvality, produktivity, znižovania nákladov a spokojnosti zákazníkov.

## Implementácia siedmich krokov autonómnej údržby v montážnom procese

Aby bola implementácia siedmich krokov autonómnej údržby v montáži efektívna, treba vykonať pridelené činnosti. Implementáciou siedmich krokov autonómnej údržby (AÚ) do montážneho procesu sa dosiahne redukcia plytvaní a optimalizácia vyváženia linky. Na základe týchto krokov si daný podnik stanoví zásady, ktoré sa budú dodržiavať, aby sa udržal pozitívny trend nákladovosti v údržbe a montážnych procesoch. Vo veľkosériových a hromadných výrobách sa využíva takmer výhradne predmetná organizácia montážneho procesu. Preto sa na montáž výrobkov využívajú jednopredmetné a viacpredmetné linky.

Prúdová forma organizácie montážneho procesu je výhodná najmä z hľadiska vysokého stupňa synchronizácie a výrobných a ekonomických kritérií. Nové poznatky z hľadiska ľudského faktora a organizácie údržbových prác umožňujú zavádzať organizáciu práce na autonómnych montážnych pracoviskách a skupinovú montáž.

### 1. krok – Začiatkové čistenie, odstránenie nepotrebných predmetov a usporiadanie:

- organizovanie a odstránenie všetkých zbytočných vecí z pracovného priestoru,
- čistenie, odstránenie prachu a nečistôt,
- usporiadanie, umiestnenie všetkých dielov, súčiastok, pracovných stolov, vybavenia a nástrojov na svoje miesto,
- odhalenie drobných chýb a problémov,
- usporiadanie skladovacích priestorov,
- jednoznačná identifikácia predmetov a nástrojov.

Hodnotenie realizovaného kroku:

- čas čistenia zariadení (linky),
- počet malých úrazov.

### 2. krok – Prijatie protipatrení pre problémové miesta:

- opatrenia súvisiace s manipuláciou s ťažkými predmetmi (zdvíhanie alebo spúšťanie, presun),
- odstránenie práce, pri ktorej sa pracovník hrbí alebo zohýba,
- odstránenie zbytočných pohybov pracovníka,
- opatrenia zamerané proti zdrojom prachu a nečistôt,
- opatrenia na uľahčenie metódy „first in, first out“ (prvý do skladu, prvý zo skladu) na diely v regáloch,
- opatrenia na uľahčenie využívania zariadení a nástrojov,
- implementácia krokov na mechanizáciu súbežných operácií,
- realizácia opatrení týkajúcich sa nesprávneho použitia (Poka Yoke),
- vyhodnocovanie zlepšení a potvrdenie o ich účinkoch, motivácia pracovníkov.

Hodnotenie realizovaného kroku:

- intenzita porúch zariadení (linky),
- počet porúch zariadenia zariadení (linky).

### 3. krok – Nastavenie predbežných štandardov:

- vypracovanie štandardizácie montážnych prác,
- vypracovanie dočasných štandardov čistenia a mazania,
- vypracovanie dočasných štandardov obslužných a kontrolných prác – vizuálnej kontroly,
- príprava a presadzovanie kontroly používania štandardov,
- hodnotenie efektívnosti linky a pracovníkov.

Hodnotenie realizovaného kroku:

- MTTR – stredná doba opravy zariadení (linky),
- počet menších zastavení zariadení (linky).

### 4. krok – Implementácia komplexnej kontroly:

- optimalizácia nástrojov, prípravkov, meracích prístrojov, zabezpečenie proti ich nesprávne použitiu, uľahčenie montáže zariadenia a vykonávanie opatrení,
- odstránenie opotrebovaných nástrojov,
- odstránenie nepresných prípravkov a meradiel,

- implementácia systému Andon.

Hodnotenie realizovaného kroku:

- skrátenie času zoradenia a nastavenia, zvýšenie kvality produktov,
- výkonnosť zariadení (linky)

### 5. krok – Vyváženie taktu montážnej linky:

- optimalizácia rozvrhu montážnych prác,
- zlučovanie paralelných operácií,
- prehodnotenie noriem montážnych prác metódou MOST, MTM,
- implementácia nízkonákladovej automatizácie,
- optimalizácia montážnych postupov,
- redukcia rozpracovanej výroby.

Hodnotenie realizovaného kroku:

- redukcia času autonómnej údržby,
- dostupnosť zariadení (linky),
- pohotovosť zariadení (linky).

### 6. krok – Štandardizácia montážnych prác:

- štandardizácia všetkých prác počas montážneho procesu (vrátane obslužných i pomocných procesov),
- prevencia proti nedostatočnej kvalite,
- eliminácia rozptylu trvania operácií oproti medzným hodnotám,
- implementácia rytmickej práce.

Hodnotenie realizovaného kroku:

- ukazovateľ nepodarkovosti (PPM),
- skrátenie priebežného času výroby.

### 7. krok – Autonómna štandardizácia procesov montáže:

- vytváranie procesov, ktoré sa pohotovo prispôbia zmenám vo výrobe – technologické projektovanie montáže vzhľadom na odchýlky,
- rozšírenie známostí a modernizácia, ktorá umožní rýchly začiatok procesu montáže.

Hodnotenie realizovaného kroku:

- OEE – celková efektívnosť zariadení,
- MTBF – stredná doba medzi poruchami,
- ukazovateľ kvality procesu – Cm, Cmk, Cpk, Cp.

## Záver

Hlavnou príčinou neefektívneho manažmentu údržby je nedostatok reálnych údajov, ktoré určujú aktuálne potreby opráv alebo údržby strojov a zariadení. V súčasnom období sa kladie vysoký dôraz na znižovanie nákladov, aby boli podniky schopné prosperovať a udržať si pozíciu na trhu. Dochádza k postupnému zvyšovaniu rýchlosti výrobných a montážnych liniek a treba zabezpečiť ich nepretržitý chod; preto sme navrhli sedem krokov autonómnej údržby v montážnom procese, pretože inovačné riešenia v oblasti údržbových činností predstavujú jeden z rozhodujúcich faktorov úspešného moderného podniku. Pomocou nich môžeme zefektívniť výrobu a zvýšiť konkurencieschopnosť podniku.

*Vypracovanie tohto príspevku bolo podporené Agentúrou pre štrukturálne fondy EÚ v rámci výskumného projektu ASFEU ITMS 26220220100.*

Ing. Vladimíra Biňasová

doc. Ing. Miroslav Rakyta, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline

Strojnícka fakulta

Katedra priemyselného inžinierstva

vladimira.binasova@fstroj.uniza.sk

miroslav.rakyta@fstroj.uniza.sk