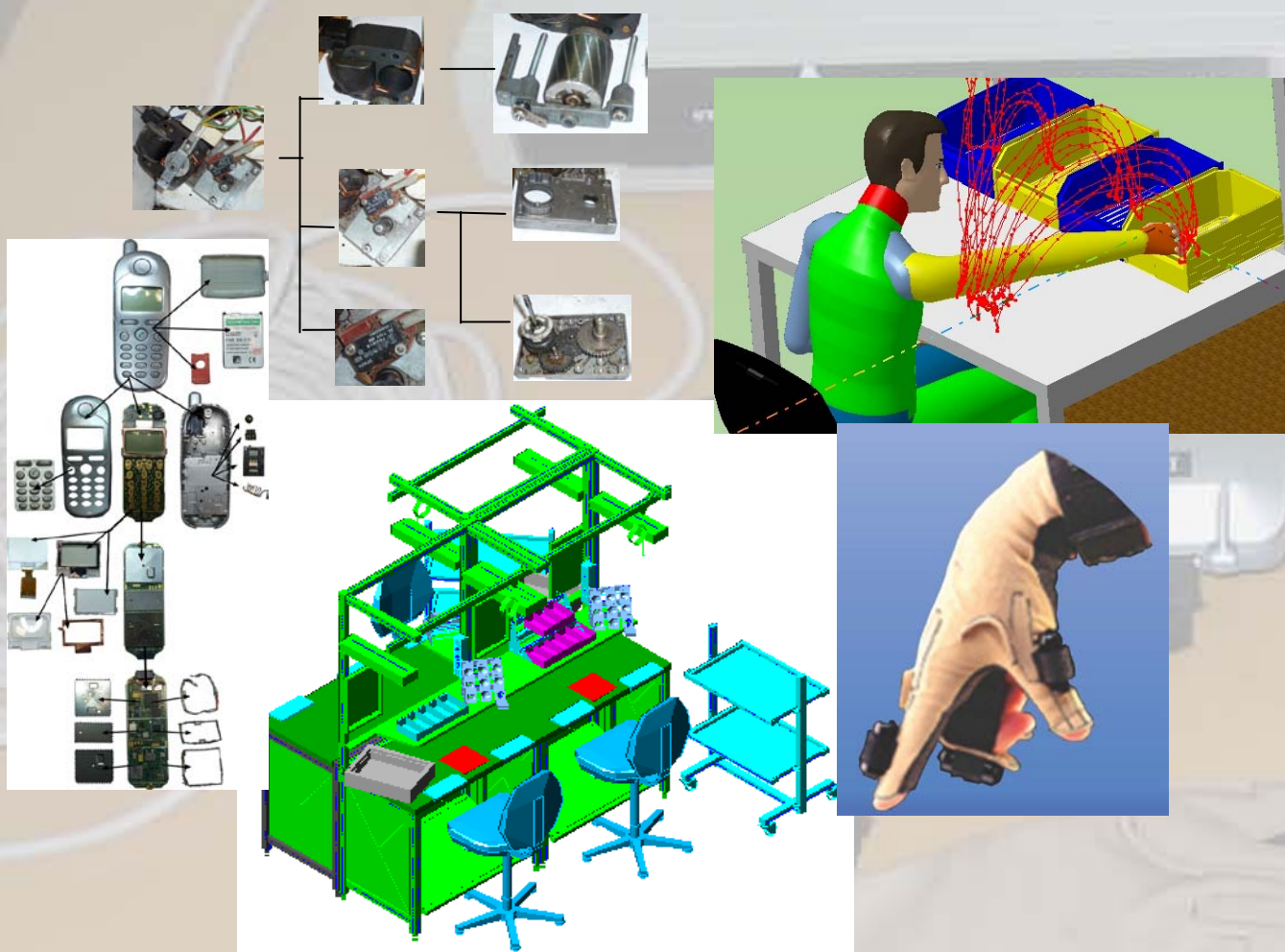


Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Katedra manažmentu a ekonomiky

Zborník

Inovatívne projektovanie demontážnych procesov a systémov



KEGA 3/5208/07

Technická univerzita v Košiciach, SjF KMaE

2009

Názov publikácie: **Inovatívne projektovanie demontážnych procesov a systémov**
Autori: **prof. Ing. Jozef KOVÁČ, CSc. a kol.**
Editori: prof. Ing. Jozef KOVÁČ, CSc., Ing. Monika FEDORČÁKOVÁ
Návrh dizajnu: Ing. Peter PÓOR
Typ publikácie: zborník
Počet strán: 222
Vydanie: I.
Rok vydania: 2009
Vydavateľ: Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta
Adresa: Letná 9, 042 00 Košice
ISBN: 978-80-553-0275-1

Za obsah a správnosť uverejnených informácií, ako i odbornú úroveň zodpovedajú autori príspevkov.

prof. Ing. Jozef Kováč, PhD.
Ing. Katarína Senderská, PhD.
Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.
Ing. Monika Fedorčáková
Ing. Daniela Bánociová
Ing. Vladimír Rudy, PhD.
Ing. Alexander Borovský, CSc.

prof. Ing. Dušan Šebo, PhD.
Ing. Juraj Šebo, PhD.
Ing. Juraj Kováč, PhD.
Ing. Jaroslava Kádarová, PhD.
Ing. Edita Szombathyová
Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Publikácia, jej časti boli vypracované s podporou a v rámci riešenia grantovej úlohy KEGA 3/5208/07 Virtuálne laboratórium pre projektovanie demontážnych systémov pre študijný program Priemyselné inžinierstvo.



PREDSLOV

Prienik technických a technologických inovácií do oblasti demontáže výrobkov je možno považovať za významnú oblasť ich aplikácií. Analýzy realizované v demontáži sú obvykle časovo náročné a nákladné predovšetkým kvôli variantnosti možných demontážnych a recyklačných postupov.

V zborníku sú uvádzané informácie a poznatky o aktuálnych trendoch v oblasti vývoja demontážnych procesov a systémov. Zhromažďovaná informačná a znalostná báza súvisí so skúmaním a realizáciou demontážnych aktivít a ich testovania na pracoviskách laboratória katedry.

Významným trendom je využívanie virtuálnej reality pri projektovaní demontážnych procesov a systémov. Využívať virtuálnu demontáž je mimoriadne výhodné, pretože vo virtuálnej realite sa dajú modelovať a simulovať rôznorodé procesy a to v pomerne krátkom čase.

Zborník obsahuje poznatky z riešenia virtuálneho výučbového modulu vypracovaného v rámci projektu KEGA “Virtuálne laboratórium pre projektovanie demontážnych systémov” pre oblasť prípravy inovácií výrobkov, demontážnych procesov, demontážnych pracovísk a systémov a ich prevádzkovania. Informácie sú určené pre prípravu špecialistov s novým obsahom a formovaním vzdelávania nielen na úrovni inžinierskeho štúdia, ale aj v celoživotných programoch a rekvalifikáciách pre prax.



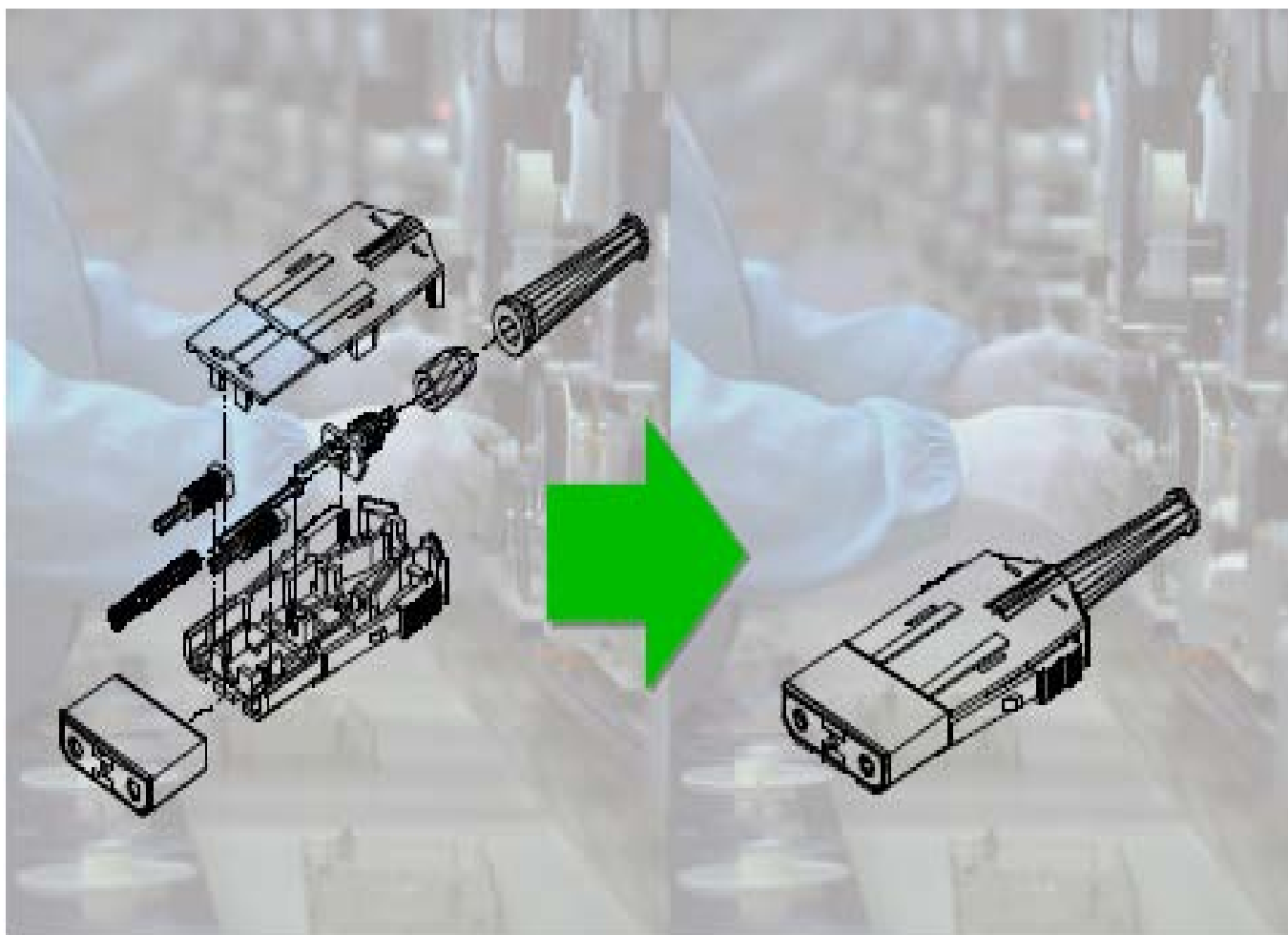
OBSAH

PREDSLOV

MONTÁŽI A DEMONTÁŽI PRISPÔSOBOVANÁ KONŠTRUKCIA VÝROBKOV.....	3
DEMONTÁŽNE TECHNOLOGIE A PROCESY.....	41
TECHNICKÉ PROSTRIEDKY PRE DEMONTÁŽNE SYSTÉMY.....	75
DEMONTÁŽNE SYSTÉMY A ICH PROJEKTOVANIE.....	89
PROJEKTOVANIE LOGISTICKÝCH PROCESOV V DEMONTÁŽI.....	121
APLIKÁCIA CA SYSTÉMOV A VIRTUÁLNEJ REALITY V PROJEKTOVANÍ DEMONTÁŽNYCH SYSTÉMOV.....	151
EFEKTÍVNOSŤ DEMONTÁŽNYCH PROCESOV.....	169
PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE A EXPERIMENTÁLNA DEMONTÁŽ VÝROBKOV	193



MONTÁŽI A DEMONTÁŽI PRISPÔSOBOVANÁ KONŠTRUKCIA VÝROBKOV





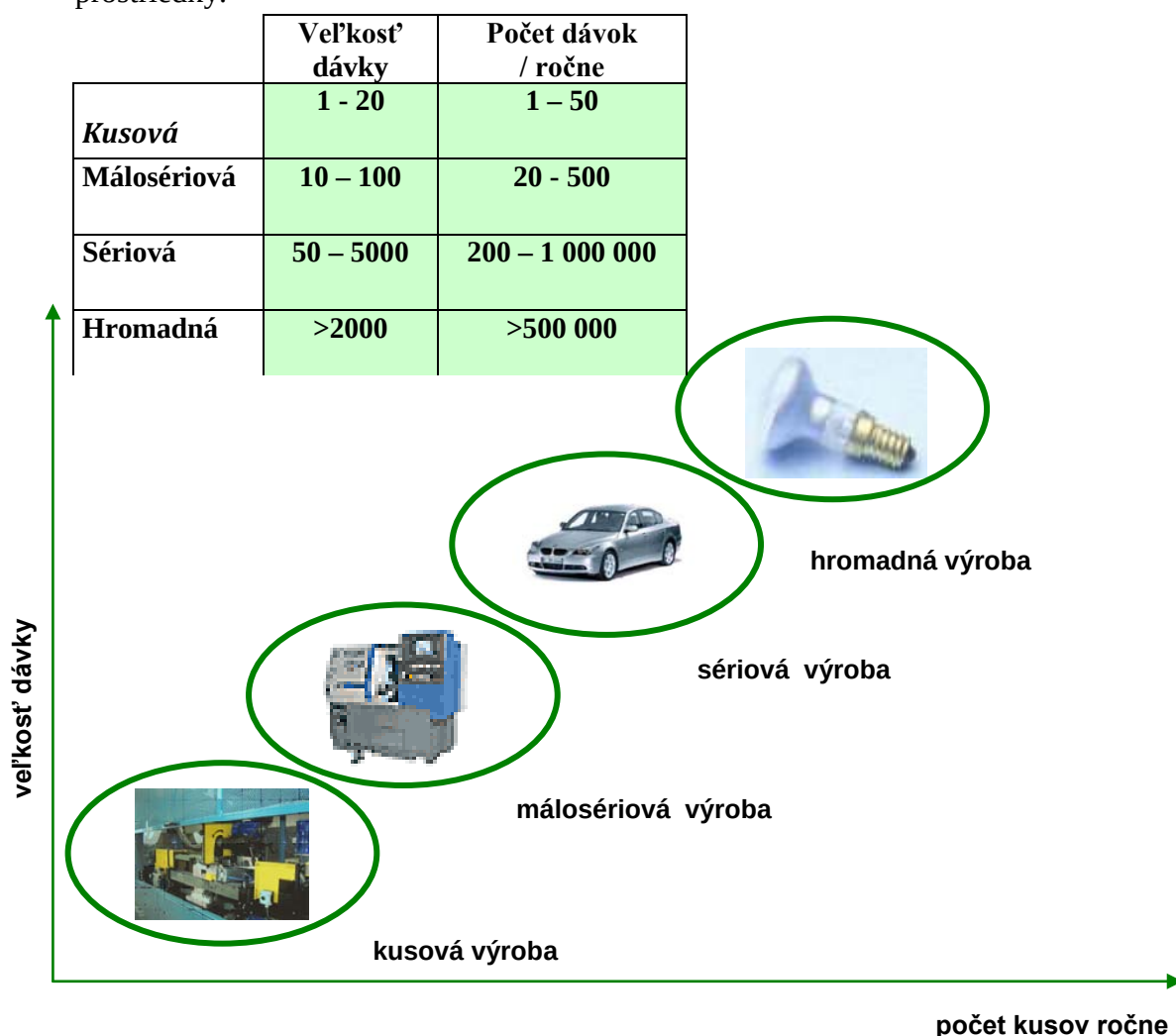
POSUDZOVANIE VÝROBKOV Z HĽADISKA MONTÁŽNEJ A DEMONTÁŽNEJ SPÔSOBILOSTI

Ing. Katarína Senderská, PhD.

Ing. Juraj Kováč, PhD.

Výrobok svojimi vlastnosťami a charakteristikami podstatným spôsobom ovplyvňuje všetky etapy nielen výroby, ale aj svojej demontáže a likvidácie. Medzi základné vlastnosti a charakteristiky, ktoré je nutné analyzovať patria:

- **Počet kusov a veľkosť dávky.** Typ montáže/demontáže (obr.1) ovplyvňuje okrem iného voľbu typu montážneho/demontážneho systému a použité montážne/demontážne prostriedky.



Obr.1 Typy montáže/demontáže v závislosti od počtu kusov a veľkosti dávky

- **Komplexnosť výrobku.** Z hľadiska riešenia montáže/demontáže je komplexnosť výrobku najčastejšie vyjadrená počtom súčiastok vo výrobku a rozhodujúco ovplyvňuje celé riešenie. Rozčlenenie výrobkov do skupín podľa ich zložitosti v jednotlivých oblastiach priemyslu je uvedené na obr.2. Rozčlenenie výrobkov do skupín podľa ich zložitosti v jednotlivých oblastiach je v tab.1.



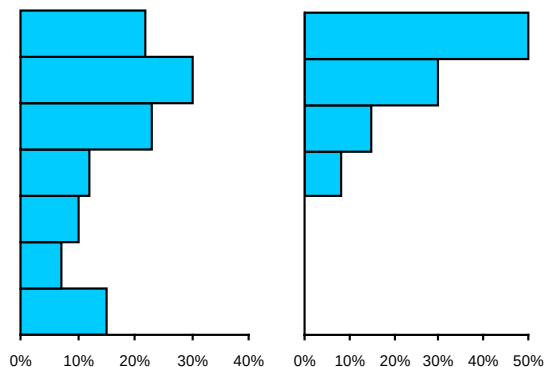
Strojársky priemysel

Skupina výrobkov 1 8%	Skupina výrobkov 2 48%	Skupina výrobkov 3 44%
Jednoduché výrobky < 31 súčiastok	Stredne zložené výrobky 31 – 500 súčiastok	Zložené výrobky >500 súčiastok

Ročná produkcia

1000 - 9999
10 000 – 49 000
50 000 – 99 000
100 000 – 499 000
500 000 – 1 000 000
> 100 000 000

iba 8%
výrobkov



Vzorka: 81 spoločností % podiel skupín výrobkov podľa ročnej produkcie

Obr.2 Percentuálne rozloženie produkcie v strojárskom priemysle podľa skupín podľa [4]

Tab.1 Rozčlenenie výrobkov do skupín podľa ich zložitosti v jednotlivých oblastiach priemyslu podľa [4]

Výrobok → Oblasť priemyslu ↓	Skupina výrobkov 1 jednoduché výrobky < 31 súčiastok	Skupina výrobkov 2 výrobky strednej komplexnosti 31 – 500 súčiastok	Skupina výrobkov 3 komplexné výrobky >500 súčiastok
Strojársky priemysel	ložiská	prevodovky	poľnohospodárske stroje
Automobilový priemysel	časti automobilov	pohony	vozidlá
Elektrické zariadenia	dosky plošných spojov, žiarovky, elektrické motory, elektrické spínače a riadiace prvky	malé domáce zariadenia	rádioprijímače, TV a audio zariadenia
Presné prístroje	mechanické meracie a riadiace prístroje	fotografické prístroje	hodiny, projektory
Kancelárske prístroje	perá, ceruzky	kalkulátory	kancelárske stroje, počítače



- Ďalšou vlastnosťou je **veľkosť výrobku**. Rozmery ovplyvňujú voľbu technických zariadení. Je zrejmé, že montážny/demontážny systém napr. pre automobily a pre napr. mobilné telefóny budú vykazovať značné rozdiely. Osobitným problémom v tejto súvislosti je mikro montáž, ktorej hlavnou oblasťou aplikácie sú výrobky elektronického charakteru. Ide o výrobky s veľkosťou menej ako 1 mm.
- Z hľadiska montáže sú ďalšími sledovanými vlastnosťami **počet variantov výrobku** eventuálne existencia tzv. **skupiny výrobkov** (v anglickej literatúre často nazývaná product family), čo v podstate znamená, že montážny/demontážny systém je určený na montáž/demontáž určitých podobných výrobkov, pričom sa musí pružne prispôbovať zmenám týchto výrobkov.
- S týmto súvisí ešte tzv. **stabilita výrobného programu**. Výrobok resp. výrobky sa môžu po istom čase zmeniť alebo inovovať. Bolo vhodné vedieť odhadnúť pravdepodobnosť tejto zmeny a už vo fáze návrhu montážneho/demontážneho systému zakomponovať také opatrenia týkajúce sa flexibility, ktoré budú schopné na tieto zmeny reagovať. Výrobok sa môže zmeniť rýchlejšie a nie vždy je možné postaviť nový montážny/demontážny systém.
- Ďalšou dôležitou vlastnosťou je častá **zmena počtu montovaných kusov**, veľkosti dávok, prípadne štruktúry výrobkov z danej skupiny výrobkov.

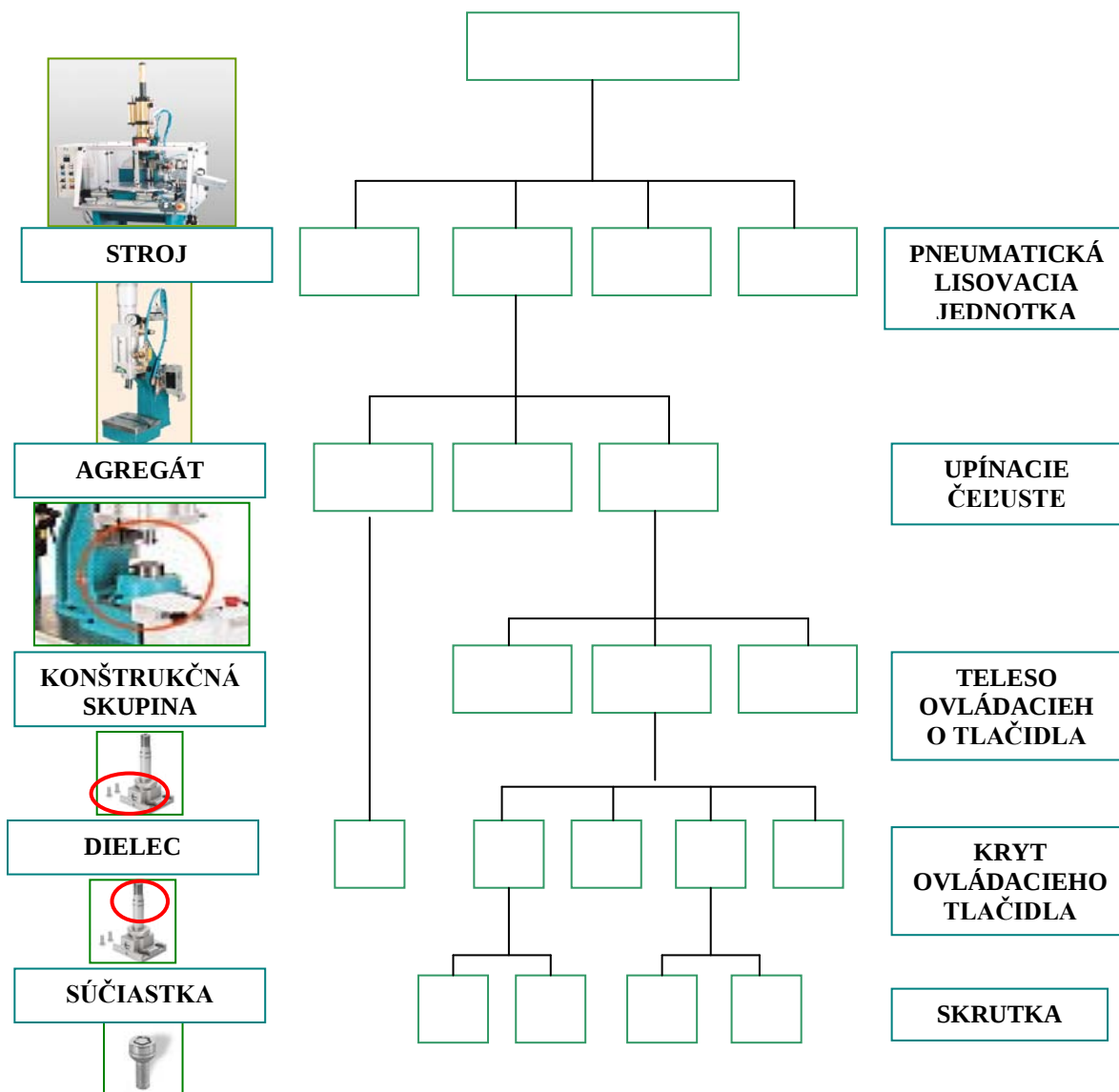
Štruktúra montovaného/demontovaného výrobku

Výrobok je potrebné analyzovať z hľadiska jeho štruktúry. Obvykle je každý zložitejší výrobok z konštrukčného hľadiska už rozčlenený na jednotlivé dielce, uzly a podskupiny. Toto rozčlenenie má svoj význam a obvykle je v súlade aj so štruktúrou z hľadiska montáže/demontáže. Nie vždy to ale musí byť v súlade a preto je analýza z hľadiska montáže/demontáže dôležitá.

Základným pojmom, ktorý sa v tejto súvislosti používa, je pojem tzv. **montážnej podskupiny** (v anglickej odbornej literatúre sa používa pojem assemblies). V zásade sa môže montážna podskupina definovať ako spojenie minimálne dvoch súčiastok výrobku, po spojení ktorých je možné vzniklý uzol/dielec transportovať, skladovať, kontrolovať a manipulovať s ním bez tohto, aby došlo k zmene kvality alebo poškodeniu jeho funkčnosti.

Montážna podskupina obvykle tvorí konštrukčne alebo funkčne samostatný celok, sama sa môže skladať z ďalších podskupín, medzi ktorými môžu byť hierarchické vzájomné vzťahy. Montážne podskupiny sa obvykle montujú mimo finálnu montáž výrobku. Je možné montovať ich aj na úplne inom mieste a v inom čase. Pre zobrazenie štruktúry výrobku sa obvykle používajú rozličné typy orientovaných grafov.

Príklad dekompozície štruktúry výrobku z hľadiska montáže/demontáže je uvedený na obr.3.



Obr.3 Štruktúra výrobku z hľadiska montáže/demontáže

Význam konštrukcie výrobku

Montážne/demontážne spôsobilá konštrukcia výrobku sleduje dva ciele: elimináciu montážneho/demontážneho procesu alebo jeho zjednodušenie. Vhodnou konštrukciou výrobku predídeme finančným a časovým stratám. Význam konštrukcie výrobku ilustrujú nasledujúce aspekty [4]:

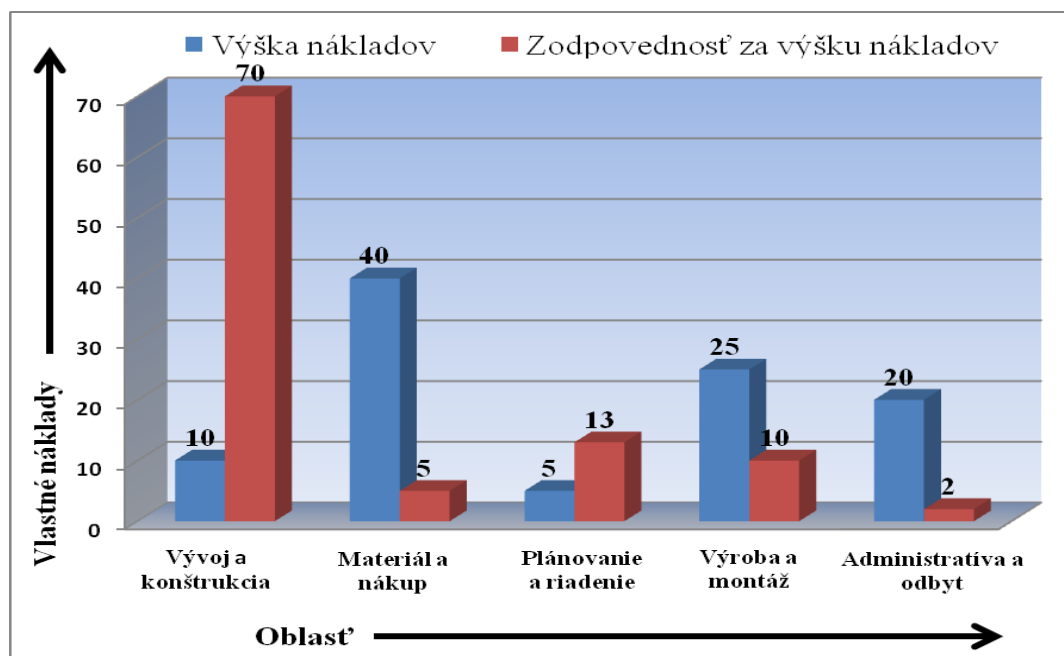
- kde vznikajú náklady a ako nákladné sú jednotlivé etapy vývoja výrobku.
- aké sú náklady na odstraňovanie chýb výrobku v jednotlivých etapách.
- koľko stoja problémy s kvalitou a aká je úspešnosť výrobných ideí.

Náklady a zodpovednosť za výšku nákladov v jednotlivých etapách životného cyklu výrobku sú uvedené na obr.4.

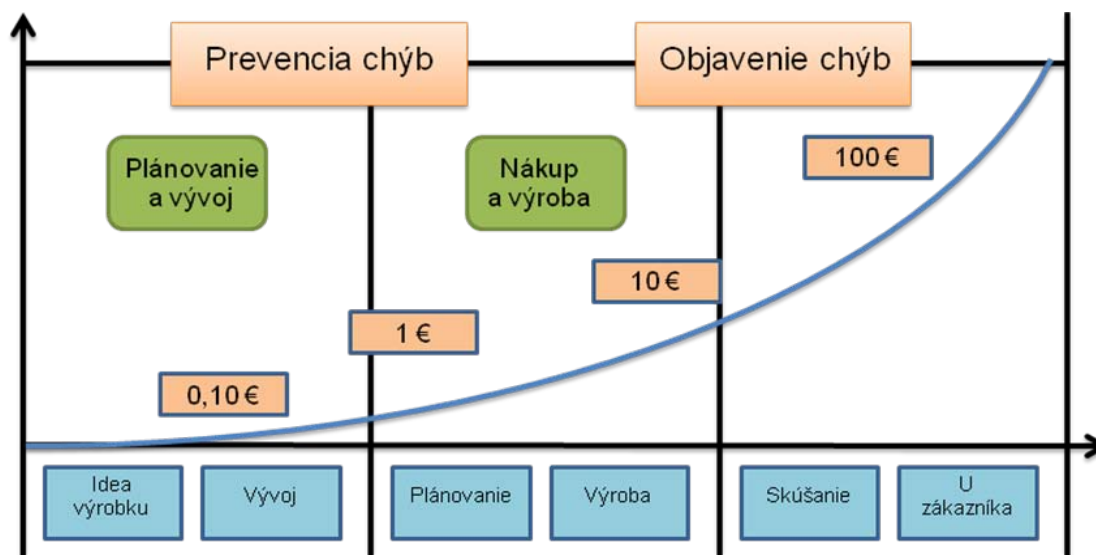
Z obr.5 je vidieť, ako ovplyvňuje skoré zistenie chýb cenu na ich odstránenie. U zákazníka je cena za chybu v produkte najvyššia, vo výrobe sa týmto chybám dá predísť skúškami, ktoré by mali chyby v produkte odhaliť.



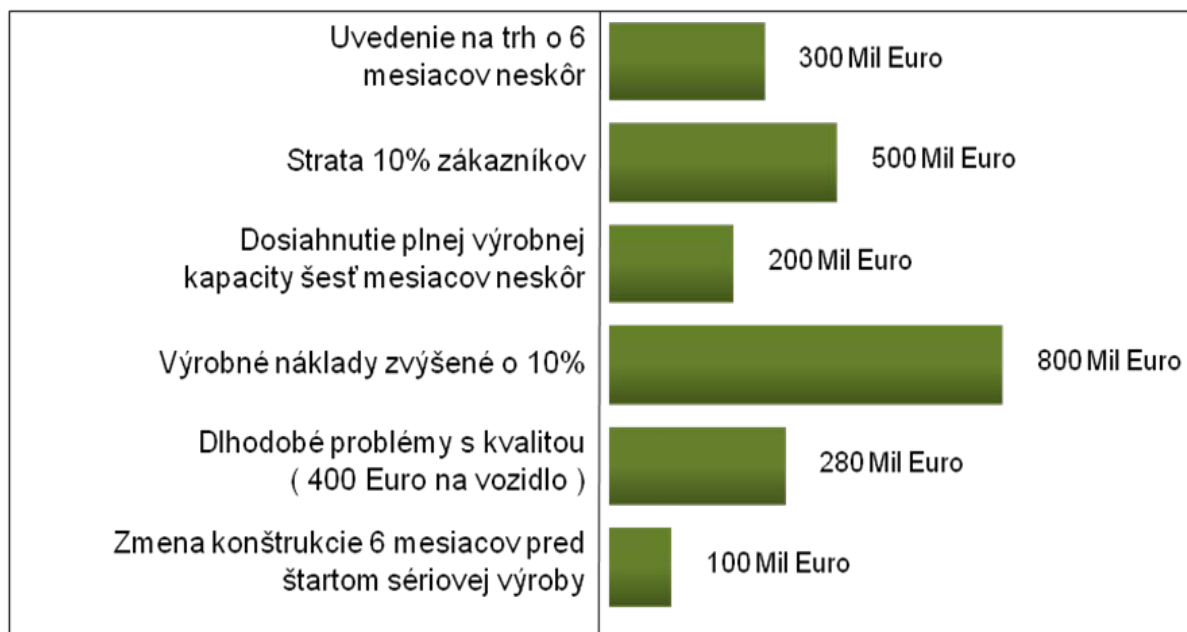
Zistenie konštrukčnej chyby vo výrobku, ktorý má pridanú hodnotu vysokú, napr. osobný automobil hornej strednej triedy na obr.6, tak náklady k odstráneniu tejto chyby sú podstatne vyššie. Po odstránení chýb v konštrukcii vzniknú nové náklady a straty v podobe neskorého uvedenia automobilu na trh, strata zákazníkov, vyššie výrobné náklady a pod.



Obr.4 Náklady v jednotlivých etapách životného cyklu výrobku



Obr.5 Náklady na odstraňovanie chýb výrobku v závislosti od etapy, v ktorej sa zistia [11]



Obr.6 Náklady súvislosti s problémami s kvalitou
príklad: osobný automobil hornej strednej triedy

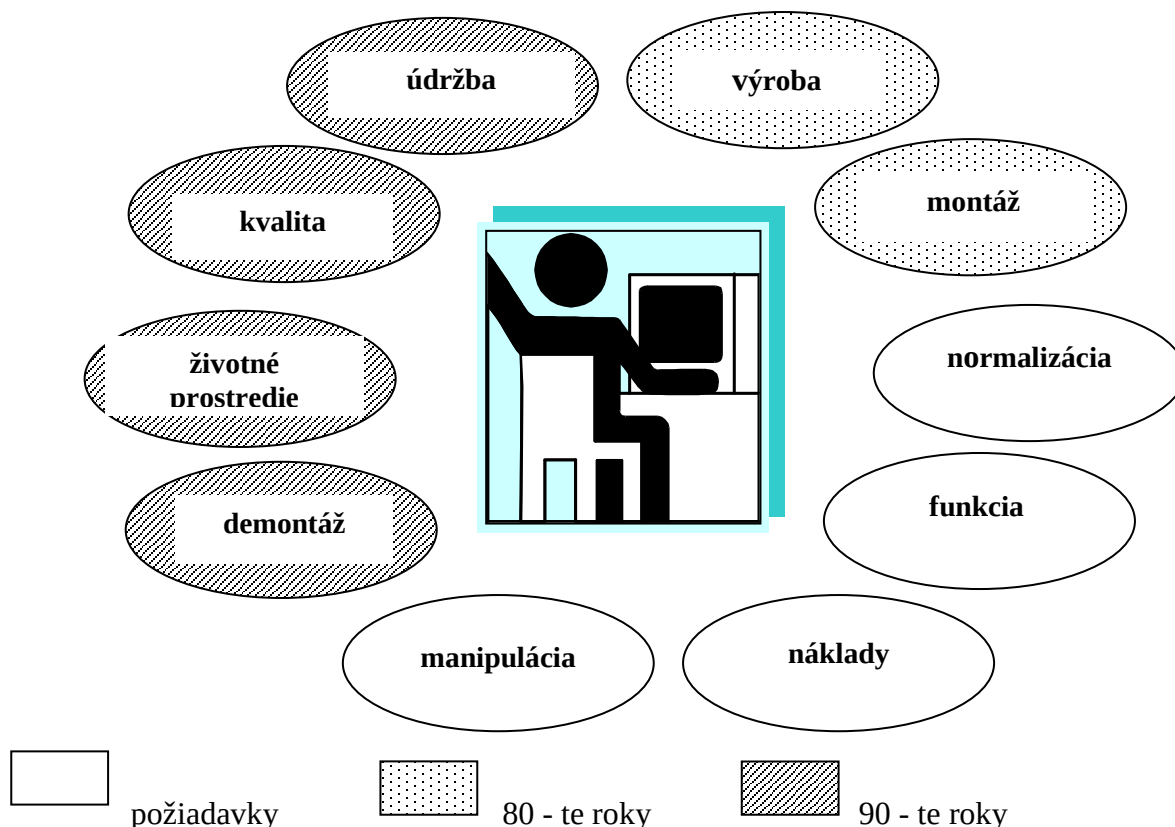
Technologickosť konštrukcie výrobku

Pre zaistenie požadovanej funkcie výrobku je možné ho skonštruovať rôznym spôsobom, často použitím úplne odlišných koncepcií a konštrukčných princípov. Pri porovnaní dvoch výrobkov, ktoré zaisťujú rovnakú funkciu v rovnakom rozsahu a porovnateľnej kvalite (majú teda porovnateľnú úžitkovú hodnotu) je možné pozorovať veľké rozdiely. Používajú sa nielen rozličné konštrukčné princípy, ale aj rozličné materiály, tvary a rozmery súčiastok a skupín. Výrobky často majú rozdielnu vzájomnú polohu súčiastok a skupín, iné tolerančné vzťahy a pod. Podľa kvality konštrukčného riešenia je potom možné výrobok vyrobiť a zmontovať relatívne jednoducho bez vážnych technických problémov a s pomerne nízkymi nákladmi, alebo v hraničnom prípade je tak výroba ako aj montáž komplikovaná alebo neúnosná z hľadiska nákladov. Veľa záleží aj od sériovosti výroby. Konštrukčné riešenie výrobku vyrábaného veľkosériovo by sa malo odlišovať od konštrukčného riešenia toho istého výrobku pre kusovú či robotizovanú montáž/demontáž.

Význam úrovne konštrukčného riešenia výrobku a jeho vplyv na výrobu a montáž/demontáž potvrdzujú aj nasledujúce údaje. Podľa [5] nezávisle od druhu výrobkov sa v procese konštruovania stanovuje viac ako 70% výrobných nákladov vrátane nákladov na montáž. 70 - 80% možných úspor závisí od zmeny konštrukčného riešenia, 10 - 20% závisí od zmeny technológie, výrobných zariadení, prípravkov a nástrojov a 5 - 10% možných úspor súvisí s organizačnými zmenami. Podľa [8] zvýšením celkovej úrovne technologickosti konštrukcie je možné znížiť čas na zhotovenie výrobku o 15 - 25% a spotrebu materiálu o 5 - 10%. Ide pritom o neinvestičné zabezpečenie zníženia nákladov.

Faktory, ktoré je nutné zohľadniť v konštrukcii výrobku, sú uvedené na obr.7.

V 80-tych rokoch sa veľká pozornosť venovala tzv. "výrobne a montážne spôsobilej konštrukcii výrobku". Súviselo to s nástupom pružnej automatizácie a robotizácie montážnych/demontážnych procesov, pri ktorej sa ukázalo, že automatizovať montáž/demontáž mnohých výrobkov konštruovaných pre ručnú resp. mechanizovanú montáž je obtiažne resp. príliš nákladné.



Obr.7 Faktory ktoré je nutné zohľadniť v konštrukcii výrobku

Norma STN 01 0304 *Technologickosť konštrukcie strojárskych výrobkov - základné názvy a definície* uvádza: "Technologickosť konštrukcie výrobku je súhrn vlastností konštrukcie výrobku, ktoré zabezpečujú možnosť optimálnych nákladov pri výrobe, použití a opravách výrobku pri zadaných ukazovateľoch akosti a výrobných a užívateľských podmienkach".

V súvislosti s tým sa v zahraničnej literatúre objavujú pojmy design for assembly [2,6], a motagegerechte Produktgestaltung [4]. V súvislosti s aplikáciou robotov sa zavádza pojem design for robotized assembly [6]. Pre tieto pojmy sa používa pojem technologickosť konštrukcie z hľadiska montáže/demontáže, technologickosť konštrukcie z hľadiska robotizovanej montáže/demontáže alebo tiež montážne/demontážne spôsobilá konštrukcia.

V súčasnosti sa veľká pozornosť venuje hlavne dvom ďalším oblastiam: demontáži a recyklácii a to v súvislosti so súčasným trendom orientovaným na oblasť ochrany životného prostredia.

Technologickosť konštrukcie výrobku z hľadiska požiadaviek montážneho/demontážneho procesu

Na základe analýzy charakteru celého procesu výroby, montáže a užívania výrobku boli postupne rôznymi autormi rozpracované základné princípy a odporúčania [1,8], ktorých dodržiavanie v procese konštruovania zabezpečí požadovanú úroveň technologickosti konštrukcie. Odporúčania pre montážne/demontážne spôsobilú konštrukciu výrobku je možné rozčleniť do štyroch úrovní:

- odporúčania týkajúce sa jednotlivých súčiastok,
- odporúčania týkajúce sa spojov,



- odporúčania týkajúce sa montážnych podskupín,
- odporúčania týkajúce sa celkového konštrukčného riešenia výrobku.

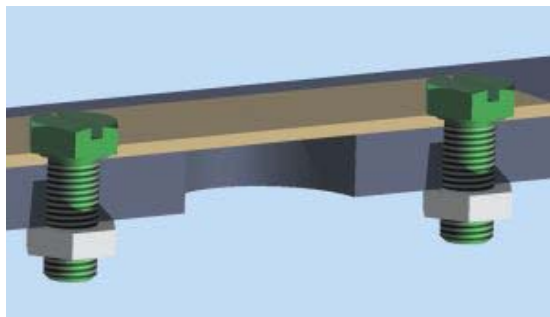
Tieto princípy a odporúčania sa uplatňujú v týchto základných smeroch:

- Pri konštruovaní nového výrobku by mali byť tieto zákonitosti konštruktérovi známe a mali by sa premietnuť do konštrukčného riešenia.
- Pri posudzovaní úrovne technologickosti konštrukcie už existujúceho výrobku napr. pre účely automatizácie a/alebo robotizácie procesu jeho výroby a/alebo montáže/demontáže s prípadným návrhom zmien.
- Pri posudzovaní viacerých existujúcich variantov konštrukčného riešenia výrobku.

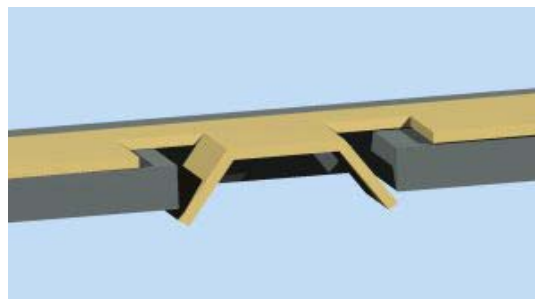
Odporúčania týkajúce sa spojov

- Minimalizovať počet spojov a počet druhov spojov.
- Zabezpečiť dostatočný priestor pri spájaní/rozpájaní.
- Uprednostniť priamočiare spojovacie/rozpájacie pohyby.
- Zabezpečiť možnosť sledovať proces vytvárania/rušenia spoja.
- Redukovať utesňovacie operácie, miesta, ktoré je treba utesniť konštruovať čo najmenšie a izolovať ich od funkčných miest, ktoré nie je potrebné utesniť.
- Dodržiavať odporúčania platné pre typ spoja (nitované, lisovane skrutkové atď..)
- Voľba jednoduchých typov spojov.

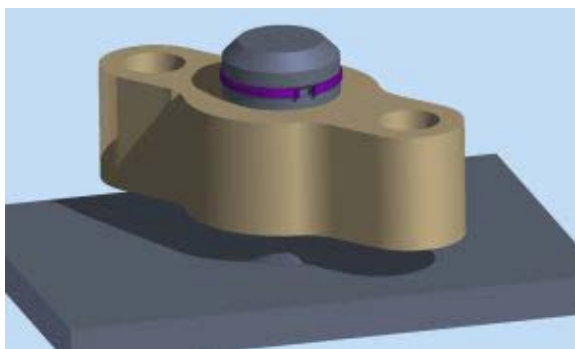
Druh a prevedenie spojov určuje nielen celkovú hospodárnosť výroby, ale aj bezpečnosť a spoľahlivosť strojov, zariadení, dopravných prostriedkov a pod. Na obr.8 až obr.13 sú uvedené príklady spojov a ich jednoduchšia náhrada.



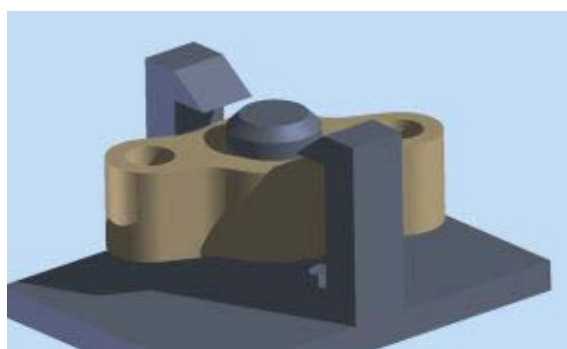
Obr.8 Príklad spojov, zložitejší variant



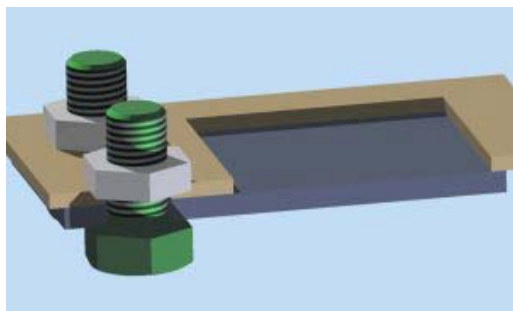
Obr.9 Príklad spojov, jednoduchší variant



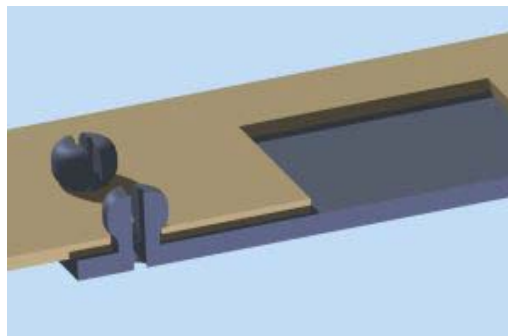
Obr.10 Príklad spojov, zložitejší variant



Obr.11 Príklad spojov, jednoduchší variant



Obr.12 Príklad spojov, zložitejší variant



Obr.13 Príklad spojov, jednoduchší variant

Pri montáži/demontáži sa môže vyskytnúť prípad, kedy bude potrebné spojiť/rozpojiť podobné súčiastky vyznačené modrou a slabo-hnedou farbou na obr.14 a obr.15. Prípad spojenia na obr.14 je horší variant, spájane súčiastky sa môžu posunúť a spojovacie matice nezapadnú do otvorov zo závitom. V prípade na obr.15 je súčiastka vycentrovaná samotnými otvormi už od počiatku.



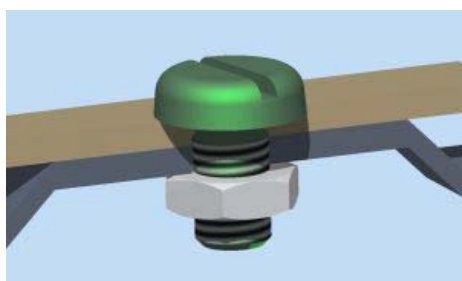
Obr.14 Príklad spoja, menej vhodný variant



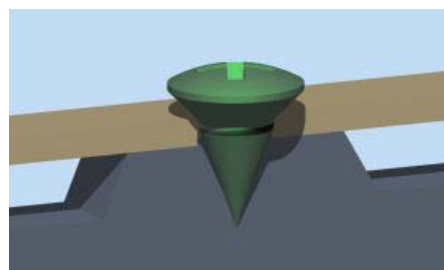
Obr.15 Príklad spojov, vhodnejší variant

- **Uprednostňovať smer montáže/demontáže zhora nadol.**

U spojov, ktoré nie sú veľmi namáhané, postačuje aj jednoduchšie spojenie dvoch súčiastok, ušetrí sa čas potrebný k spojeniu a spájanie sa vykonáva z jednej strany a jedným smerom (obr.14, obr.15).



Obr.16 Variant spoja



Obr.17 Variant spoja



- **Navrhovať pomôcky polohovania pri zakladaní/vyberaní súčiastok.**

Ide o zrazenia, nábehy, pomocné plochy a pod. Pri lisovaní na hriadeli, v otvore náboja majú byť zrazené hrany pod uhlom 45° riešenie č.1-obr.17, alebo ešte výhodnejšie pod uhlom 20° až 30° , aby sa uľahčilo lisovanie riešenie č.2 –obr.18.

Množstvo nepodarkov sa dá znížiť, ak je čelo závitú realizované vo sférickom tvare a je umiestnené na spájanej súčiastke, do ktorej sa realizuje skrutkový spoj sa vytvorí zrazenie, riešenie č.3. Takýmto opatrením sa môže znížiť čas montáže a zvýšiť výrobnosť zariadenia.



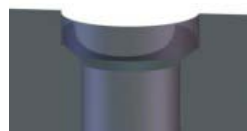
Obr.18 Riešenie polohovania č.1



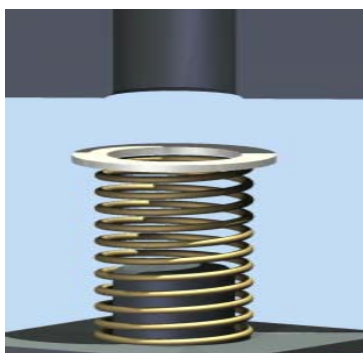
Obr.19 Riešenie polohovania č.2



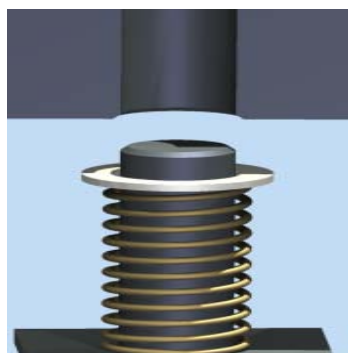
Obr.20 Riešenie polohovania č.3



Obr.21 Riešenie polohovania č.4



Obr.22 Horšie riešenie polohovania [10]



Obr.23 Lepšie riešenie polohovania [10]



Odporúčania týkajúce sa montážnych podskupín

- **Zohľadnenie použitia prípravkov a montážnych nástrojov.**

Konštrukčné riešenie by malo zohľadňovať spôsob montáže jednotlivých spojov tak, aby nevznikali problémy z hľadiska prístupu používaných prípravkov a nástrojov. Ide hlavne o rozličné druhy skrutkových spojov [10].

- **Vylúčenie možnosti chybného spojenia.**

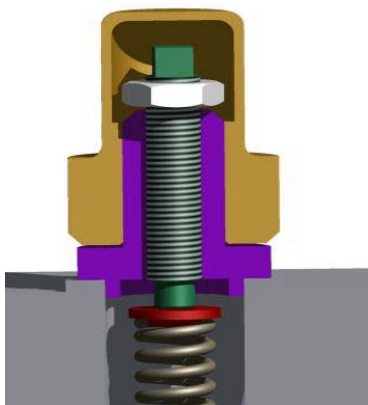
Spájané súčiastky sa majú konštruovať tak, aby nebola možnosť namontovať ich chybné. Konštruktér sa nesmie spoliehať na montážne predpisy, na pozornosť a dôvtip pracovníkov [10].

- **Princíp minimálneho počtu súčiastok, vylúčiť súčiastky plniace rovnakú funkciu.**

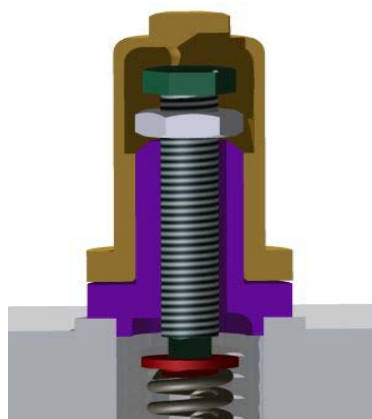
Konštruktér navrhuje čo najjednoduchšiu konštrukciu. Rozmery a hmotnosť je možné niekedy zmenšiť zlúčením niekoľkých funkcií doteraz zabezpečovaných viacerými súčiastkami do jednej súčiastky [10].

- **Stredenie súčiastok v smere osi.**

Uloženie montovaných súčiastok sa jednoznačne určuje montážnymi základňami. Tieto neumožňujú pri montáži uložiť súčiastky ľubovoľne. Nemala by sa používať ani regulácia pomocou podložiek, pretože táto zvyšuje prácnosť a môžu spôsobiť poruchy v prevádzke alebo chyby pri opravách, ak ich robia nekvalifikovaní pracovníci. Príkladom je konštrukčné riešenie uvedené na obr. 24 a obr.25 [10].



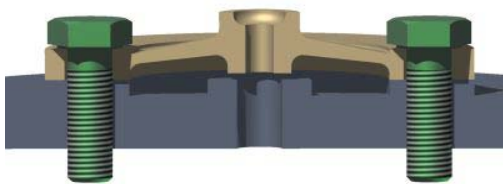
Obr.24 Stredenie súčiastok



Obr.25 Stredenie súčiastok

Niektoré ďalšie zásady stredenia súčiastok:

- Strediť podľa možnosti na čo najmenšom priemere čím sa zníži vôľa na minimum a ukážu sa bezvýznamné odchýlky.
- V nijakom prípade sa nemá strediť súčasne na dvoch povrchoch, ale iba na jednom a na druhom má ostať vôľa.
- Nestrediť na závitoch, pretože nie sú dost' presné.
- Všeobecne platí, že valcové povrchy treba strediť po celom obvode, miestne vybranie malých rozmerov presnosť stredenia neovplyvňuje.
- V osobitých prípadoch je možné súčiastky strediť na neúplnom obvode, pričom uhol strediaceho obvodu nemá byť menší ako 270° a strediacia súčiastka má byť dostatočne tuhá v radiálnom smere.
- V praxi sa vyskytuje stredenie podľa ozubení, drážky, prípadne oddelených výstupkov.



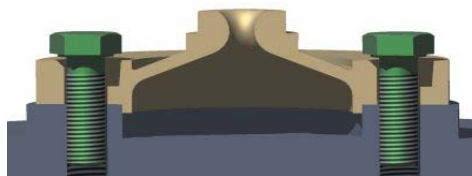
Obr.26 Príklad stredenia súčiastky



Obr.27 Príklad stredenia súčiastky

Stredenie na rovinných povrchoch

Pod snímateľné spojovacie súčiastky sa zvyčajne volia rovné plochy. Je potrebné vyhnúť sa upevneniu na valcovej ploche, pretože takéto spoje sa ťažko vyhotovujú. Plocha, na ktorú prilieha snímateľná spojovacia súčiastka sa musí opracovať v prípravku, ktorým sa zabezpečuje rovinnosť plôch uloženia súčiastky a telesa. Dotiahnuť skrutky rozmiestnené pod určitým uhlom rovnomerne je ťažké. V osobitých prípadoch je možné použiť aj upevnenie súčiastok pod určitým uhlom. Rovinné povrchy, kde sa stýkajú veľmi presné súčiastky, majú byť podľa možnosti malé [10].



Obr.28 Príklad stredenia súčiastky

Literatúra

1. Andreasen, M., Kähler, S., Lund, T.: Design for assembly. IFS(Publications) Ltd. and, New York, 1983, ISBN-10: 0387189297.
2. Boothroyd Dewhurst, Inc. DFMA Cost reduction tools. Products. [Online] [Dátum: 16. Máj 2009.] <<http://www.dfma.com/software/index.html>>
3. Boothroyd Dewhurst, Inc. DFMA Cost reduction tools. Design for assembly. [Online] [Dátum: 17. Máj 2009.] <http://www.dfma.com/images/dfa91.gif>.
4. Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
5. Dostál, V.: Využití hodnotového inženýrství při spracování součástí z hlediska technologičnosti. In.: Progresívne metody technologičnosti konstrukcie. DT ČSVTS Plzeň, 1987, s.32-42
6. Holbrook, A., Sacket, P.: Design for assembly through knowledge application. In: Assembly automation, 1990, s.87-92.
7. Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena Košice, 2000
8. Sejkora, F.: Pravidla zabezpečování technologičnosti konstrukce. In.: Progresívne metody technologičnosti konstrukcie. DT ČSVTS Plzeň, 1987, s.42-47
9. Schraft, R.,D., Bäßler, R.: Die montagegerechte Produktgestaltung muß durch systematische Vorgehensweisen umgesetzt werden. In: VDI-Z, roč.129, 1984, č.22, s. 843-849.
10. Skrabinski, M., Skarbinski, J.:Technologičnost konstrukcie strojov. Alfa Bratislava, 1982
11. Fehleranalyse in komplexen Systemen. Technische Universität Berlin, Computergestützte Informationssysteme CIS-Technische Informationssysteme,[Online] [Dátum: 21.Január 2010.]
12. <http://cis.cs.tu-berlin.de/Lehre/SS-08/Sonstiges/technInfo/20080612_FMEA_FTA_Diagnose_gruppe6.pdf>



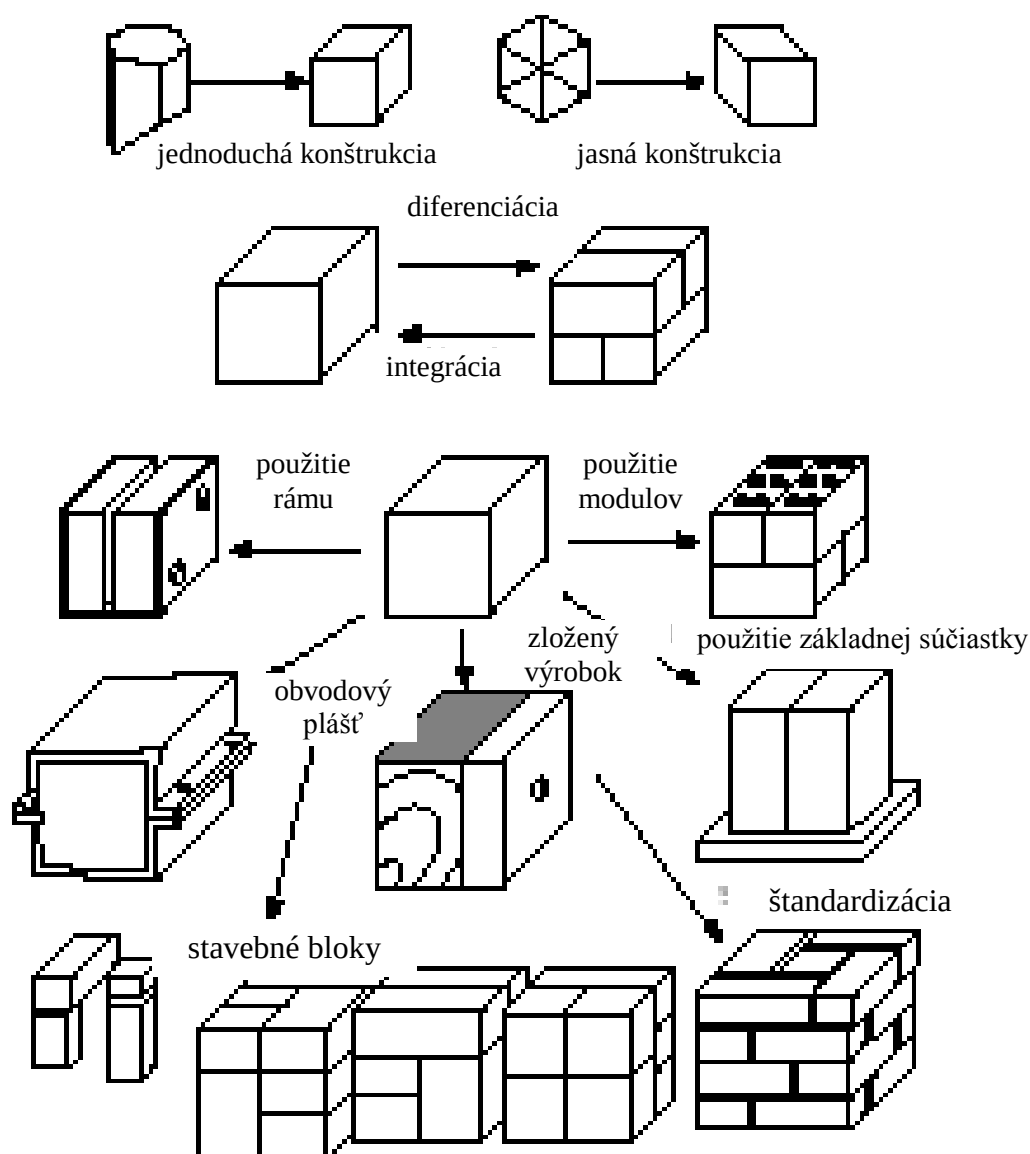
ODPORÚČANIA PRE KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIE VÝROBKOV Z HĽADISKA MONTÁŽE A DEMONTÁŽE

Ing. Katarína Senderská, PhD.

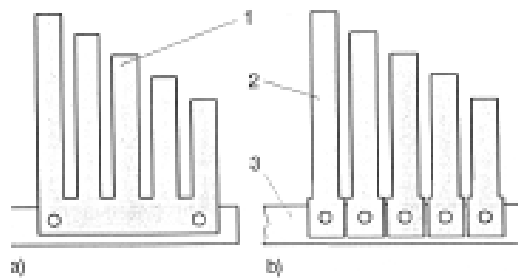
Ing. Juraj Kováč, PhD.

1. Systemizácia štruktúry výrobku (obr.1, obr.2):

Jednoduchá a jasná konštrukcia s dobrou prístupnosťou, diferenciácia a integrácia, používanie rámu, modulov, obvodového plášťa, základnej súčiastky, štandardizácie, stavebných blokov.



Obr.1 Princípy systematizácie štruktúry výrobku podľa [1]



Obr.2 Príklad integrovanej(a) a diferencovanej (b) konštrukcie výrobku podľa [1]

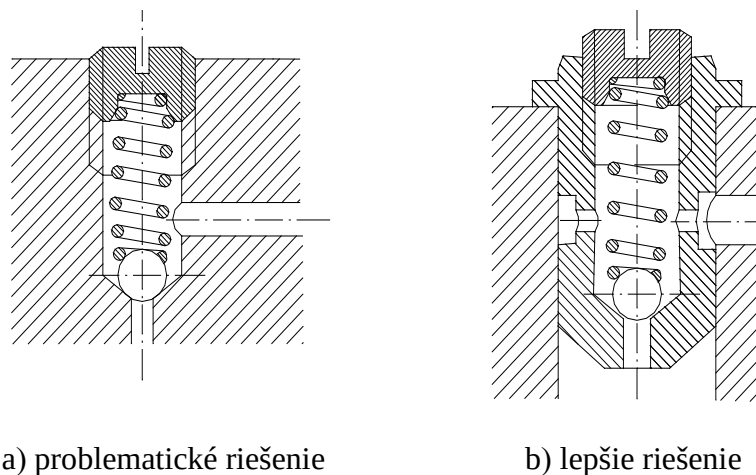
Oddelenie variantne závislých a variantne nezávislých konštrukčných skupín

Princíp unifikácie konštrukčného riešenia používanie už existujúcich konštrukčných skupín

Pri konštrukciách sa navrhujú také súčiastky, ktoré sa pri zostavovaní do celkov vyskytujú najčastejšie a pritom zodpovedajú priemernej vypočítanej hodnote. Tým sa získa najmenší možný sortiment súčiastok. Unifikácii (zjednocovaniu) podliehajú v prvom rade licované spoje, závit, perá, drážkové spoje, upínacie súčiastky, normalizované súčiastky a pod. Znižovaním sortimentu materiálov, unifikáciou stupňa drsnosti, spôsobmi dokončovacích operácií, povrchovej úpravy a pod. sa zohospodárňuje proces výroby. Použiť konštrukčné skupiny, ktoré sú komerčne dostupné.

Princíp rozčlenenia výrobku na skupiny a podskupiny

Konštrukcie podskupín a skupín sa navrhujú ako nezávislé montážne celky, ktoré sa zostavujú, regulujú, zbežávajú a skúšajú samostatne a na finálny výrobok (stroj) sa namontujú až v konečnom vyskúšanom stave (obr.3). Postupné vyhotovovanie montážnych celkov umožňuje súčasné a nezávislé zostavovanie jednotlivých častí, zjednodušuje montáž, uľahčuje použitie hotových a v prevádzke vyskúšaných komponentov a konštrukcií aj v nových výrobkoch. Montážne celky okrem iného zjednodušujú demontáž a umožňujú komplexnú výmenu opotrebovaných súčiastok a dielcov. Aj keď montážne celky môžu niekedy spôsobovať, že konštrukcia je zložitejšia, aj tak sú v prevádzke výhodné.



Obr.3 Príklad konštrukčného riešenia s využitím princípu členenia na montážne skupiny a podskupiny podľa [8]



Použitie základnej súčiastky ako nosného a integrujúceho prvku

Táto by mala byť stabilná, polohovateľná, dobre prístupná zo všetkých smerov a rozmerový reťazec vzťahovať na základnú súčiastku.

Vytváranie variantov výrobku čo najneskôr

Vhodná konštrukčná efektívnosť výrobku ako podiel počtu funkčných súčiastok k celkovému počtu súčiastok.

2. Odporúčania týkajúce sa montážnych podskupín

Konštrukčnú skupinu navrhnuť ako stabilnú z hľadiska polohy, otvorenú z hľadiska prístupnosti s možnosťou jej polohovania.

Zohľadnenie použitia prípravkov a montážnych nástrojov

Konštrukčné riešenie by malo zohľadňovať spôsob montáže jednotlivých spojov tak, aby nevznikali problémy z hľadiska prístupu používaných prípravkov a nástrojov. Ide hlavne o rozličné druhy skrutkových spojov.

Vylúčenie možnosti chybného spojenia

Spájané súčiastky sa majú konštruovať tak, aby nebola možnosť namontovať ich chybne. Konštruktér sa nesmie spoliehať na montážne predpisy, značky, na pozornosť a dôvtip pracovníkov.

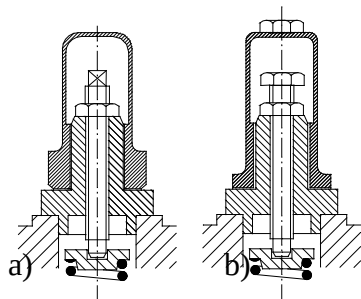
Uprednostňovať smer montáže zhora nadol

Princíp minimálneho počtu súčiastok, vylúčiť súčiastky plniace rovnakú funkciu.

Konštruktér navrhuje čo najjednoduchšiu konštrukciu. Rozmery a hmotnosť je možné niekedy zmenšiť zlúčením niekoľkých funkcií doteraz zabezpečovaných viacerými súčiastkami do jednej súčiastky.

Stredenie súčiastok v smere osi

Uloženie montovaných súčiastok sa jednoznačne určuje montážnymi základňami. Tieto neumožňujú pri montáži uložiť súčiastky ľubovoľne. Nemala by sa používať ani regulácia pomocou podložiek, pretože táto zvyšuje prácnosť a môžu spôsobiť poruchy v prevádzke alebo chyby pri opravách, ak ich robia nekvalifikovaní pracovníci. Príkladom je konštrukčné riešenie na obr. 4.



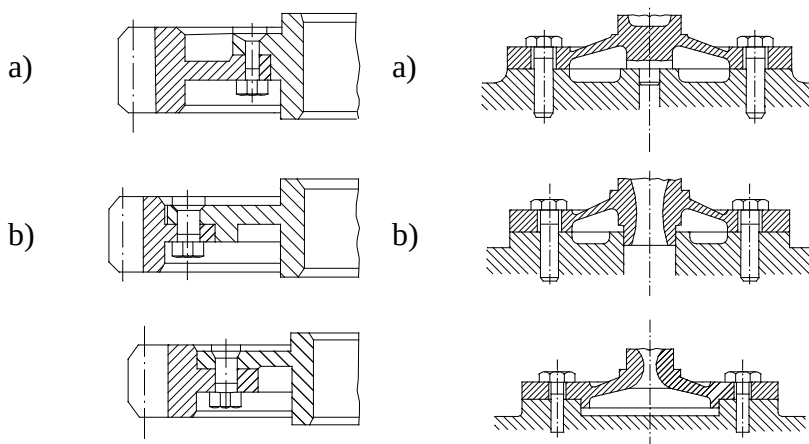
a) problematické riešenie b) lepšie riešenie

Obr.4 Príklad stredenia súčiastok podľa [8]



Niektoré zásady stredenia súčiastok:

- Strediť podľa možnosti na čo najmenšom priemere, čím sa zníži vôľa na minimum a ukážu sa bezvýznamné odchýlky
- V nijakom prípade sa nemá strediť súčasne na dvoch povrchoch, ale iba na jednom a na druhom má ostať vôľa
- Nestrediť na závitoch pretože nie sú dosť presné
- Všeobecne platí, že valcové povrchy treba strediť po celom obvode, miestne vybranie malých rozmerov presnosť stredenia neovplyvňuje
- V osobitých prípadoch je možné súčiastky strediť na neúplnom obvode, pričom uhol strediaceho obvodu nemá byť menší ako 270° a strediacia súčiastka má byť dostatočne tuhá v radiálnom smere
- V praxi sa vyskytuje stredenie podľa ozubení, drážky, prípadne oddelených výstupkov

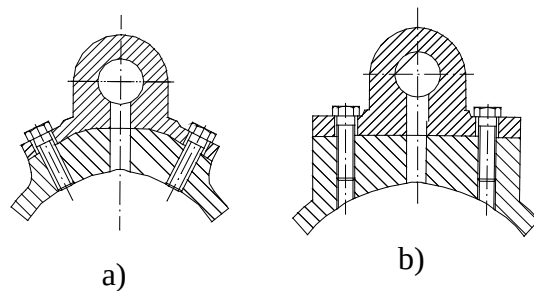


Poznámka: c) najvýhodnejší variant

Obr.5 Príklad stredenia súčiastok podľa [6,8]

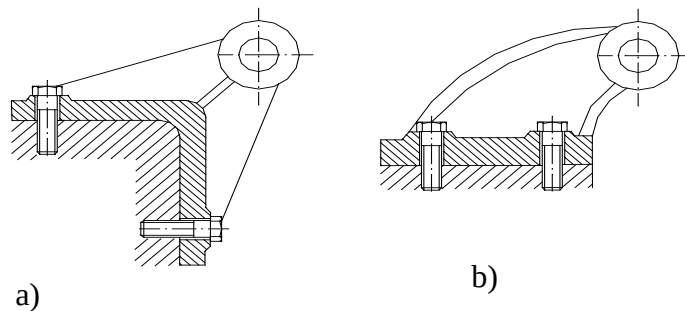
• **Stredenie na rovinných povrchoch**

Pod snímateľné spojovacie súčiastky sa zvyčajne volia rovné plochy. Je potrebné vyhnúť sa upevneniu na valcovej ploche, pretože takéto spoje sa ťažko vyhotovujú. Plocha, na ktorú prilieha snímateľná spojovacia súčiastka sa musí opracovať v prípravku, ktorým sa zabezpečuje rovinnosť plôch uloženia súčiastky a telesa. Dotiahnutie skrutky rozmiestnenej pod určitým uhlom rovnomerne je ťažké. V osobitných prípadoch je možné použiť aj upevnenie súčiastok pod určitým uhlom. Rovinné povrchy, kde sa stýkajú veľmi presné súčiastky, majú byť podľa možnosti malé.



- a) problematické riešenie
b) lepšie riešenie

Obr.6 Príklad stredenia súčiastok podľa [6,8]

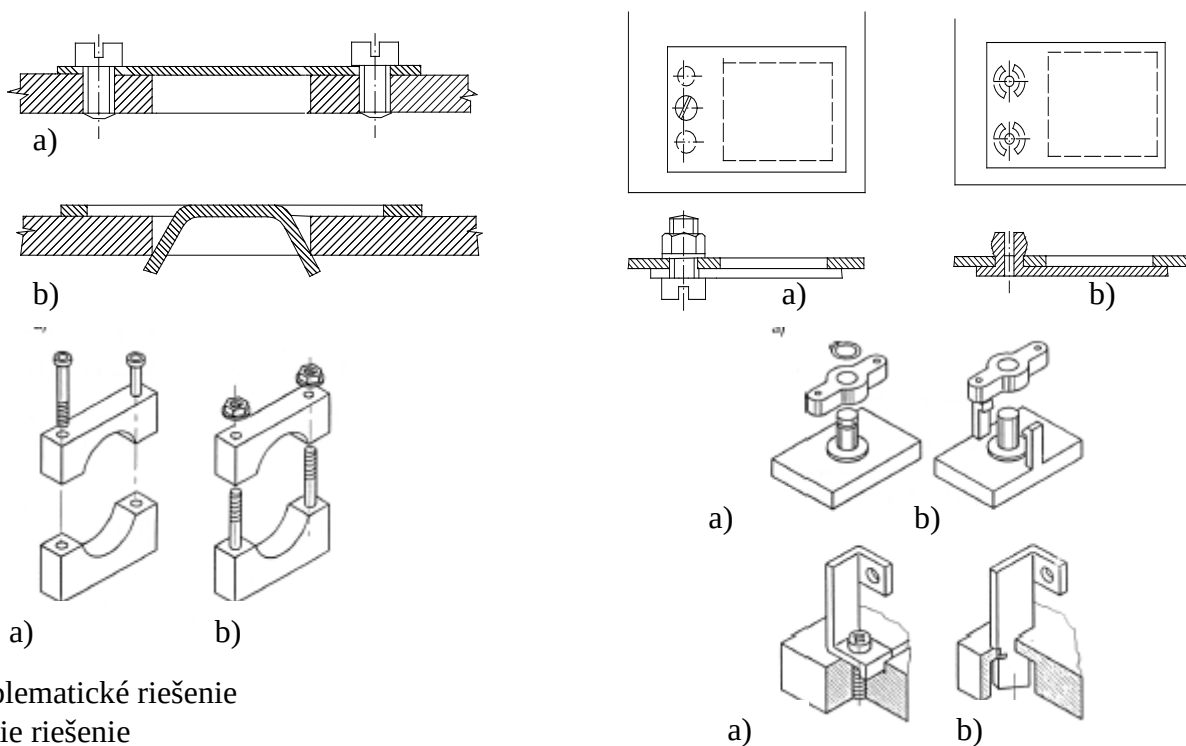


a) problematické riešenie b) lepšie riešenie

Obr.7 Príklad stredenia súčiastok podľa [8]

3. Odporúčania týkajúce sa spojov

Voľba jednoduchých typov spojov

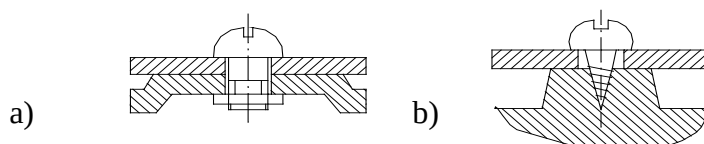


a) problematické riešenie

b) lepšie riešenie

Obr.8 Varianty typov spojov

Uprednostňovať smer montáže zhora nadol



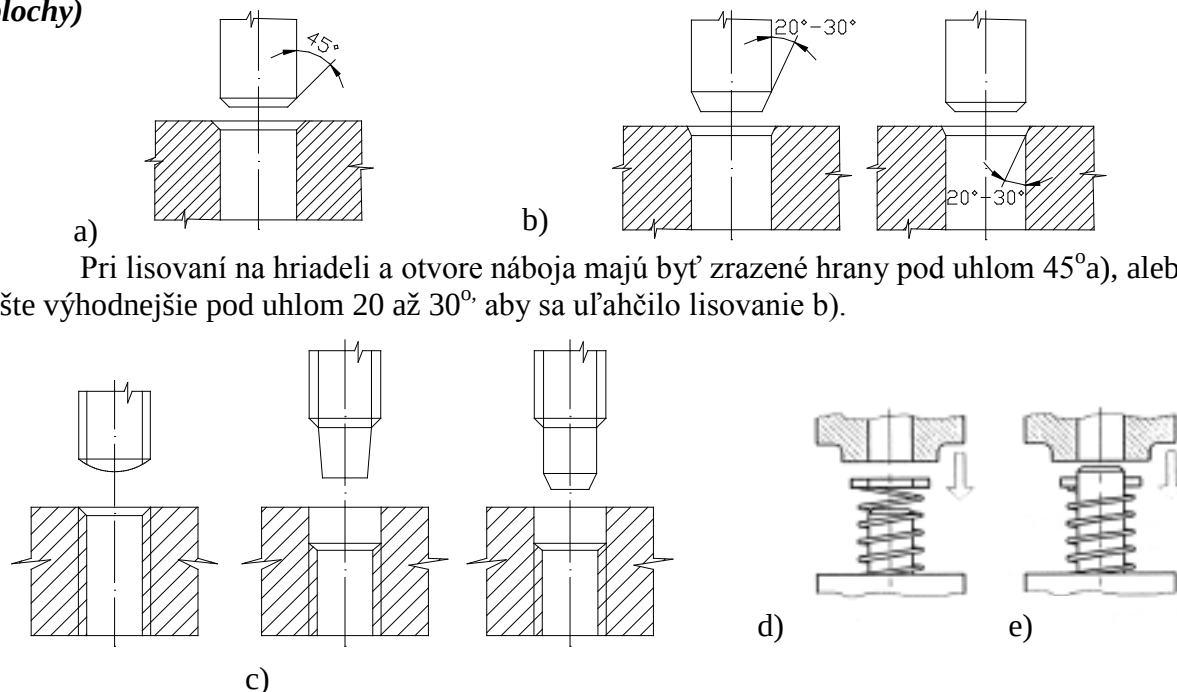
a) problematické riešenie

b) lepšie riešenie

Obr.9 Príklad riešenia



Navrhovať pomôcky polohovania pri zakladaní súčiastok (zrazenia, nábehy, pomocné plochy)



Obr.10 Príklady riešenia

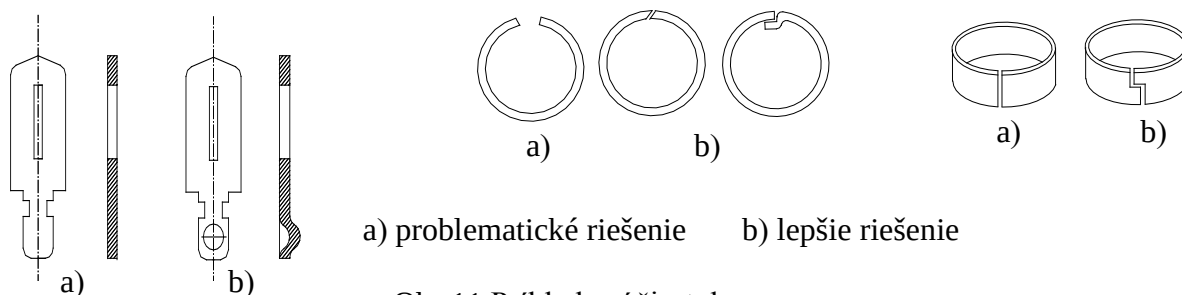
Množstvo nepodarkov sa dá znížiť, ak je čelo závitú realizované vo sférickom tvare a na spájanej súčiastke, do ktorej sa realizuje skrutkový spoj, sa vytvorí zrazenie c). Takýmto opatrením sa môže znížiť čas montáže v priemere o 30 % a zvýšiť výrobnosť zariadenia o 40 – 50 %. V príklade d) je uvedené problematické riešenie, v príklade e) lepšie riešenie spoja.

Minimalizovať počet spojov a počet druhov spojov

- Zabezpečiť dostatočný priestor pri spájaní
- Uprednostniť priamočiare spojovacie pohyby
- Zabezpečiť možnosť sledovať proces vytvárania spoja
- Redukovať utesňovacie operácie, miesta, ktoré je treba utesniť konštruovať čo najmenšie a izolovať ich od funkčných miest, ktoré nie je potrebné utesniť
- Dodržiavať odporúčania platné pre typ spoja (nitované, lisovane skrutkové atď..)

4. Odporúčania týkajúce sa jednotlivých súčiastok

- Montované súčiastky nemajú mať odstavajúce časti, aby sa pri montáži nezachycovali o iné súčiastky
- Súčiastky sa nesmú zlepovať a spolu zmotávať

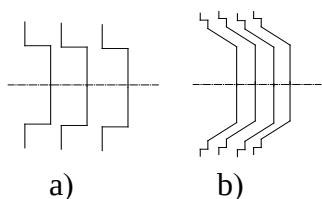


a) problematické riešenie b) lepšie riešenie

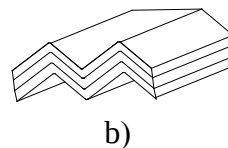
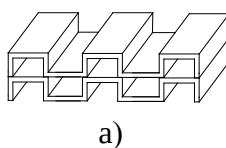
Obr.11 Príklady súčiastok



- *Pri skladovaní by mali zaberat' čo najmenej miesta*

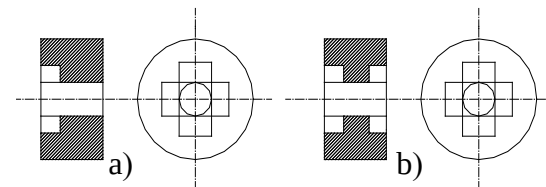
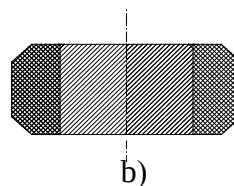
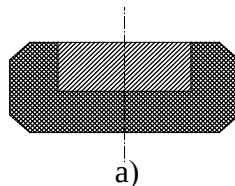
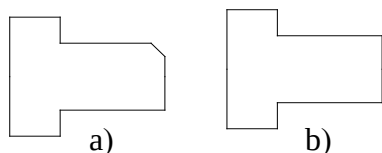
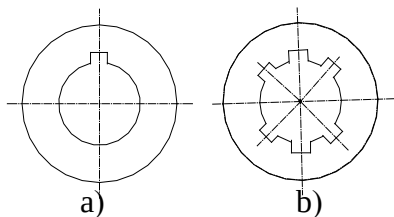


a) problematické riešenie b) lepšie riešenie

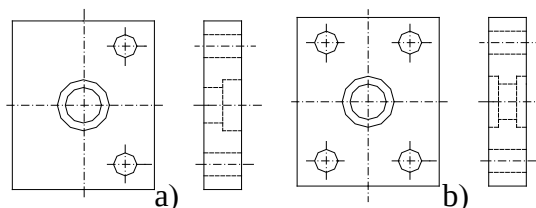
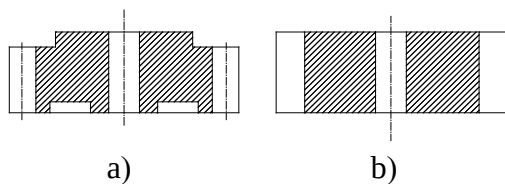


Obr.12 Príklady súčiastok

- *Uprednostňovať symetrické tvary súčiastok*



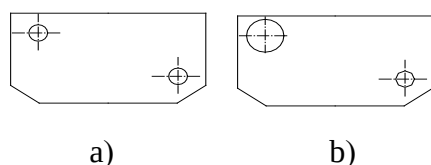
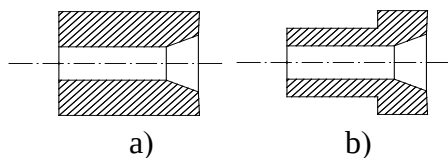
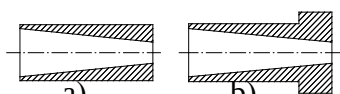
Obr.13 Príklady súčiastok



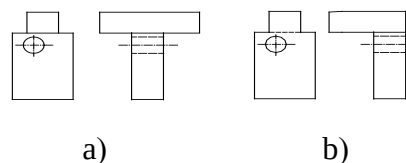
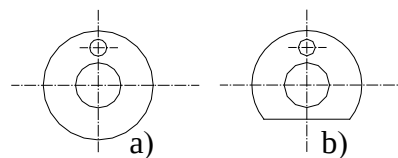
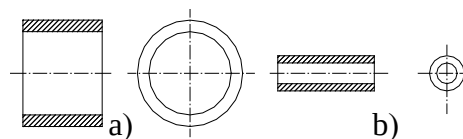
a) problematické riešenie b) lepšie riešenie

Obr.14 Príklady súčiastok

- V prípade, že sú súčiastky asymetrické, mala by táto asymetria (tvarová /alebo rozmerová) byť taká výrazná, aby sa v automatickom zariadení dala jednoducho a spoľahlivo identifikovať.



a) problematické riešenie b) lepšie riešenie



Obr.15 Príklady súčiastok

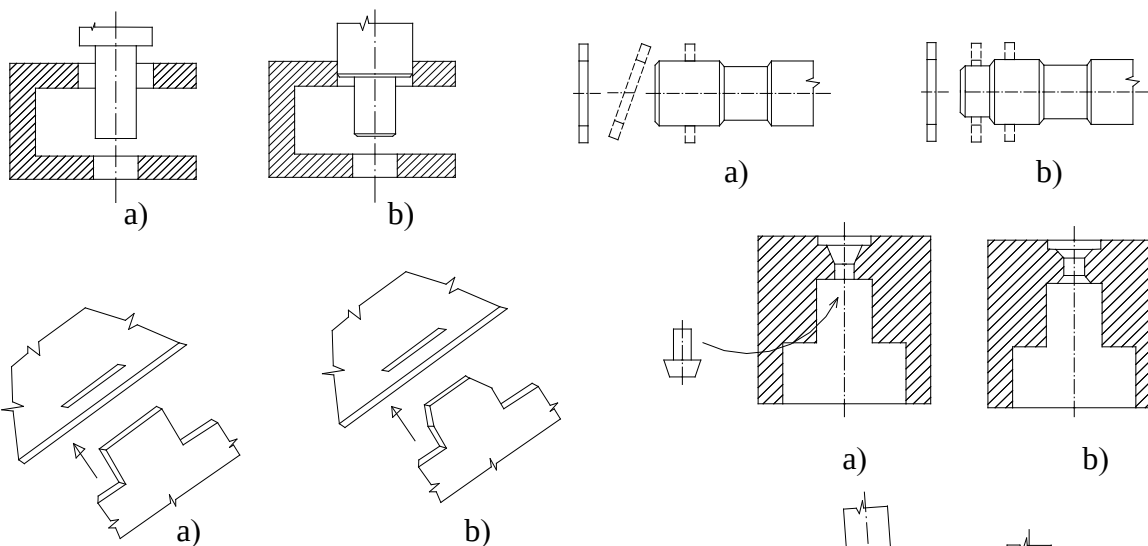


- Vhodná voľba materiálu súčiastky.
- Navrhovať výrazne dosadacie plochy pre dobrú stabilitu polohy súčiastky.
- Minimalizovať hmotnosť súčiastok.
- Využiť existujúcu funkciu súčiastky.
- Používať čo najdlhšie vodiace plochy.



a) problematické riešenie b) lepšie riešenie

Obr.16 Príklady súčiastok

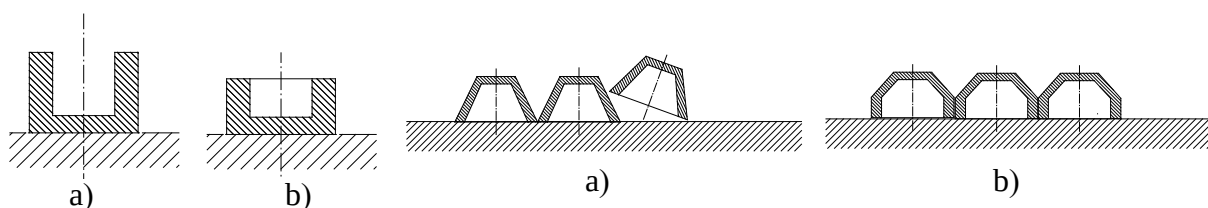


a) problematické riešenie

b) lepšie riešenie

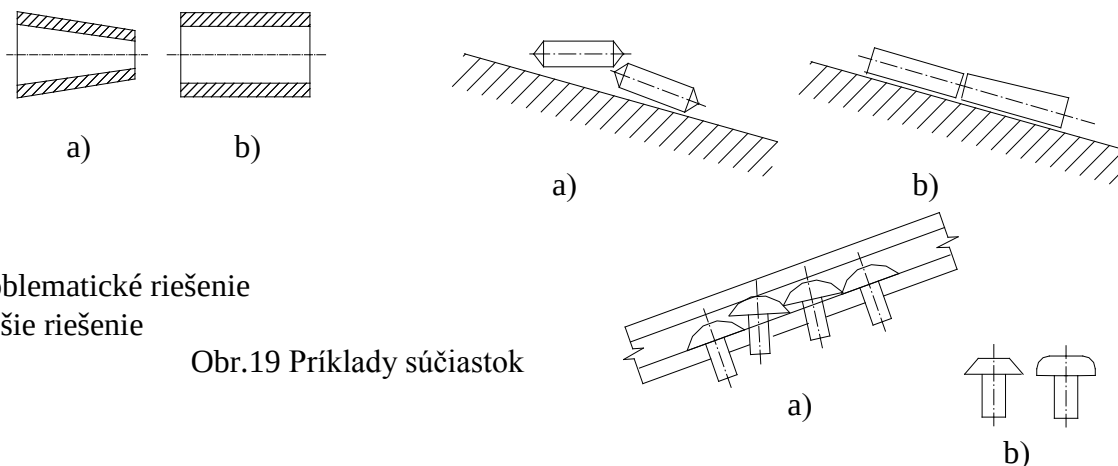
Obr.17 Príklady súčiastok

- Používať doplnujúce tvary alebo plochy, ktoré slúžia na orientáciu, ustavenie, uchopenie alebo prísun súčiastky, tvar a rozmery súčiastok by mali byť také, aby sa jednoducho orientovali a uchopovali v automatickom zariadení.
- Chovanie sa v prírodnej sústave.



a) problematické riešenie b) lepšie riešenie

Obr.18 Príklady súčiastok

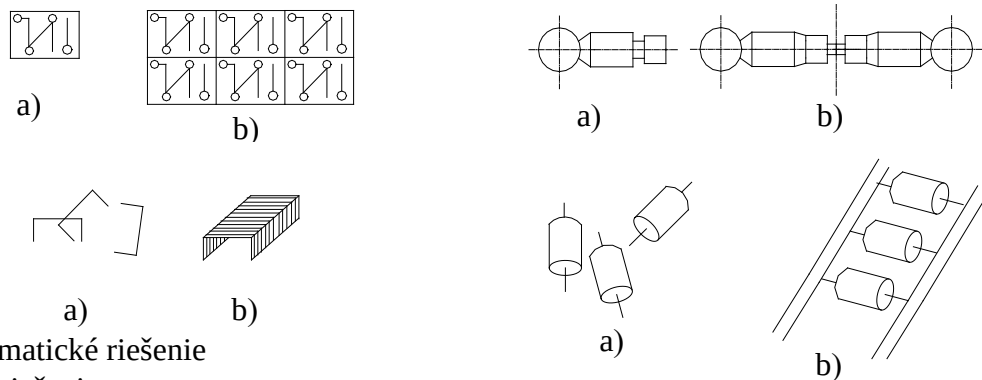


a) problematické riešenie

b) lepšie riešenie

Obr.19 Príklady súčiastok

- *Používať integráciu niekoľkých súčiastok do jednej, vytvárať bloky súčiastok*



a) problematické riešenie

b) lepšie riešenie

Obr.20 Príklady súčiastok

Literatúra

1. Andreasen, M., Kähler, S. a Lund, T.: Design for assembly. New York : IFS(Publications) Ltd. and, 1983. ISBN-10 0387189297.
2. Boothroyd Dewhurst, Inc. DFMA Cost reduction tools. Products. [Online] [Dátum: 16. Máj 2009.] <<http://www.dfma.com/software/index.html>>
3. Boothroyd Dewhurst, Inc. DFMA Cost reduction tools. Design for assembly. [Online] [Dátum: 17. Máj 2009.] <http://www.dfma.com/images/dfa91.gif>.
4. Bugošová, H.: Montážne a demontážne spôsobilá konštrukcia výrobku a možnosti jej hodnotenia. Dip. práca, SjF TU Košice, 2003
5. Csiseri, J.: Databáza priemyselných robotov pre podporu projektovania montáže, Dip. práca, SjF TU Košice, 2007
6. Kováč,J., Svoboda,M., Liška,O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena Košice,2000
7. Senderská, K.: Prístupy a nástroje pre podporu hodnotenia konštrukcie výrobku z hľadiska montáže. Košice, 2006, s. 214-216.
8. Skrabinski,M., Skarbinski, J.: Technologickosť konštrukcie strojov. Alfa Bratislava, 1982
9. <http://www.design-iv.com/gettingstarted.htm>, 11.4.2008
10. <http://www.dfma.com>, 13.1.2008
11. <http://www.hull.ac.uk/MAPP/sandpit/content/research/DFA/dfa.htm>, 10.3.2008
12. http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=187, 3.5

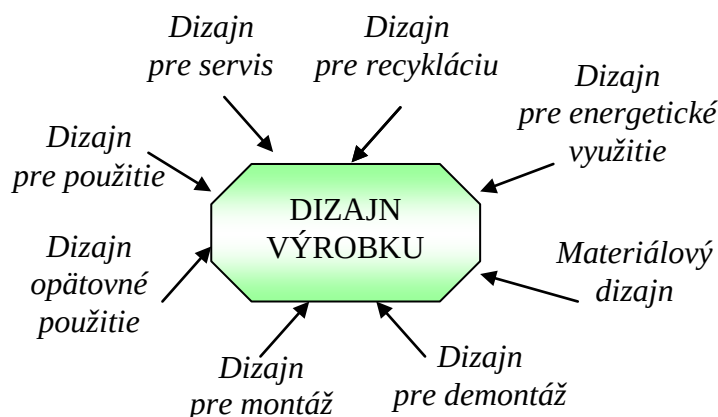


KONCEPT RIEŠENIA VÝROBKOV Z HĽADISKA DEMONTÁŽE

Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Dizajn výrobku je potrebné analyzovať a riešiť v širších súvislostiach. Nejedná sa len o návrh výrobku z hľadiska jeho vonkajšej úpravy, ale zahŕňa celú koncepciu jeho tvorby s nasledovnými požiadavkami (obr.1):

1. koncept riešenia výrobku vrátane zohľadnenia environmentálnych požiadaviek,
2. výber materiálov,
3. geometrické vlastnosti,
4. rozmery a umiestnenie výstavbových prvkov výrobku,
5. technologickosť konštrukcie z hľadiska montáže/demontáže.



Obr.1 Požiadavky na dizajn výrobku

1. Koncept riešenia výrobku vrátane zohľadnenia environmentálnych požiadaviek

Vyplýva z otázky: *Ako zohľadniť a premietnuť požiadavky a potreby zákazníka do výrobku, ktorý je energeticky nenáročný, nenáročný je na zdroje a má minimálny odpad?*

Dôležité je už v tejto fáze myslieť na dožitie výrobku, t.j. uvažovať o spôsobe zhodnotenia jeho jednotlivých častí po skončení jeho životného cyklu, či už cestou recyklácie pre nadobudnutie druhotných surovín alebo cestou využitia nepoškodených komponentov a súčiastok opätovne v novom výrobku alebo v rámci opravárenských činností.

Konštrukcia výrobku v súvislosti s energetickým dizajnom by mala na jednej strane zabezpečiť nízku spotrebu energie a na strane druhej dlhú životnosť výrobku, resp. ľahkú opraviteľnosť.

2. Výber materiálov

Už pri návrhu výrobku je nevyhnutné myslieť na jeho zhodnotenie na konci životného cyklu t.j. uvažovať s nasledovným:

- **znižovať počet a variabilitu použitých materiálov** vo výrobku, napr. používaním rovnakých plastových polymérov,



- **používať materiály v závislosti od úrovne materiálových zásob** (tab.1) pre dosiahnutie udržateľného využívania prírodných zdrojov a zabezpečenie zdravého životného prostredia,
- **dôkladne vybrať materiály** so snahou vylúčiť materiály, ktoré nie sú šetrné k životnému prostrediu, a na výrobu dielov, ktoré sa ľahko recyklujú,
- **označovať materiály** jednotlivých dielov, vďaka ktorému sa zjednoduší ich triedenie pre následnú recykláciu a využitie recyklovaných materiálov vo všetkých možných prípadoch a dodržiavanie kvalitatívnych kritérií,
- **označovať časti výrobku**, ktoré sa musia čistiť, špeciálne udržiavať pre predĺženie životnosti, a pod.

Tab.1 Úroveň materiálových zásob

ÚROVEŇ MATERIÁLOVÝCH ZÁSOB	MATERIÁL
Nekonečná zásoba	Ar, Br, Ca, Cl, Kr, Mg, N, Na, O, Rn, Si, Xe
Hojná zásoba	Al, C, Fe, H, K, S, Ti
Dostatočná zásoba	I, Li, P, Rb, Sr
Potenciálne limitovaná zásoba	Co, Cr, Mo, Ni, Pb, Pt, Zr
Potenciálne vysoko limitovaná zásoba	Ag, Au, Cu, He, Hg, Sn, Zn

3. Geometria výrobku

V súčasnosti je demontáž výrobkov zabezpečovaná často manuálnou prácou. Manuálna práca je dôležitá predovšetkým v prvých fázach demontážneho procesu, a to pri odoberaní nebezpečných a škodlivých látok nachádzajúcich sa v elektroodpade. V blízkej budúcnosti však v dôsledku celosvetovo enormne narastajúcemu množstvu elektroodpadu bude automatizovaná (resp. poloautomatizovaná) demontáž nevyhnutnosťou.

Predpoklady pre automatizáciu sú vytvárané aj za podpory Európskej komisie v jej úsilí o šandardizáciu (*Smernica o odpade z elektrických a elektronických zariadení - OEEZ*) už pri konštrukčnom návrhu výrobku (*vhodné je napr. ak sú diely zostavené rovnakým smerom, použitie rozoberateľných spojov, min. nebezpečných látok, min. materiálovej druhovosti, a pod.*). Stupeň automatizácie závisí od druhu a množstva spracovávaných výrobkov, ako aj od cieľa demontáže (recyklačné linky - automatizované, servisné dielne – manuálna práca).

Problematickým v súvislosti s automatizáciou demontáže sú vysoké investičné náklady, ktoré znižujú ekonomické efekty. Tu je však potrebné uvažovať vo väčších rozmeroch t.j. o budúcich dopadoch (predovšetkým environmentálnych) a omnoho vyšších nákladoch, ktoré by vznikli v prípade neriešenia problematiky a boli spojené s odstraňovaním jej dôsledkov (napr. náklady na likvidáciu skládky, znečistenie prostredia). Investičné náklady súvisiace so zhodnocovaním odpadov je z časti možné kryť (po splnení podmienok daných smernicou) z dotácií poskytovaných z Recyklačného fondu (neštátny účelový fond zriadený zákonom č. 223/2001 Z.z., ktorý zhromažďuje prostriedky dovozcov a výrobcov komodít povinných platiť príspevky v zmysle tohto zákona).

4. Rozmery a umiestnenie stavebných častí výrobku

Rozmery jednotlivých stavebných komponentov tvoriacich výrobok ovplyvňujú kvalitu a rýchlosť demontážneho procesu. Snahou je doceliť *minimálnu prácnosť a minimálne využívanie nástrojov pri demontáži*.

To je možné dosiahnuť napr. výberom rovnakého typu a veľkosti skrutiek pre celý výrobok, umiestňovanie častí, ktoré sa pravdepodobne opotrebujú zároveň blízko seba, čím môžu byť ľahko nahradené súčasne, alebo implementáciou spojov zjednodušujúcich



demontáž jednotlivých komponentov pre účely servisu a recyklácie (skrutkové, kĺbové, zaklápacie spoje na miesto lepených, spájkovaných a zváraných).

5. Technologickosť výrobku z hľadiska montáže/demontáže

Optimálny postup demontáže je taký, ktorý zabezpečí rozklad výrobku (resp. získanie požadovaných komponentov) pri čo najnižších nákladoch, čo najrýchlejšie, pri čo najmenej práci, s čo najmenším počtom úkonov a využitím, čo najmenšieho počtu náradia a pomôcok. Základné kritériá pre výber optimálneho postupu demontáže sú [2,4]:

- výrobnosť – množstvo výrobkov demontovaných za jednotku času, prácnosť,
- spracovávané množstvo,
- počet operácií,
- usporiadanie pracovísk – v závislosti od druhu a množstva výrobkov,
- stupeň automatizácie - v závislosti od druhu a množstva výrobkov,
- vybavenie pracovísk modernými technológiami,
- vybavenie pracovísk náradím, pomôckami, prípravkami,
- ergonomickosť,
- energetická náročnosť,
- ekonomické kritériá – *efektívnosť recyklácie* (energetické a materiálové využitie), *efektívnosť opravy* (cena nového verus cena náhradných dielov a cena práce súvisiacej s opravou a servisom).

Pri hľadaní optimálneho postupu demontáže výrobkov je potrebné naplniť vyššie definované parametre.

Úlohou je vytvárať produkty, ktoré sú technologicky optimálne, šetrné k životnému prostrediu, ekonomicky efektívne a spoločensky prijateľné. Do riešenia je možné zakomponovať požiadavky aj z hľadiska dosiahnutia environmentálnych parametrov, výrobok konštrukčne prispôbiť pre demontáž v rámci servisu a opráv a pre demontáž v rámci recyklácie.

Literatúra

- [1] Kováč, M., Sabadka, D.: Primárna úloha inovačného potenciálu v zvyšovaní produktivity firmy. In: Acta Mechanica Slovaca. roč. 8, č. 2-b (2004), s. 231-236, ISSN 1335-2393
- [2] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena Košice, 2000
- [3] Mihok, J. Malega, P.: Cost effectiveness analysis. In: Socialno-ekonomické upravenie: teória i praktika. vol. 10, no. 2 (2006), p. 32-35, ISSN 1813-7946.
- [4] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
- [5] Svoboda, M., Kováč, J., Štefanek, M.: Technológia demontáže. ES VŠT Košice, 1988
- [6] Boothroyd, G., Alting, L.: Design for assembly and disassembly. CIRP Annals, 42(2), 1992, p. 625-636
- [7] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2008



PRISPÔSOBOVANIE KONŠTRUKCIE VÝROBKOV RECYKLAČNÝM POŽIADAVKÁM

doc. Ing. Michal Strama, CSc.
prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

Recyklácia je preferovaný pojem. V súčasnosti sa zaraďuje do reťazca pojmov týkajúcich sa životného prostredia, spoločnosti produkujúcej odpadky, až po povinnosť spätného odoberania materiálov a častí výrobkov do späť výroby. Podľa [10] recyklácia je využitie emisie alebo odpadu tak, aby slúžili ako vstupný materiál pre výrobu.

Pod pojmom recyklácia sa chápe v podstate opätovné využitie alebo zhodnotenie výrobkov alebo častí výrobkov. Rozdiel tkvie v zachovaní alebo zrušení štruktúry a funkcií výrobkov.

Požiadavky na recykláciu sú nasledovné [10]:

- technologický postup má zabezpečiť, aby sa čo najviac recyklovaných materiálov uviedlo do obehu, aby bol proces rentabilný,
- materiály, ktoré sú recyklované majú byť čo najčistejšie,
- materiály majú mať taku formu, ktorá umožní jej najširšie použitie bez úprav,
- recyklácia má byť riešená tak, aby bolo možné do nej vracat' všetky pomocné látky a materiály,
- náklady na recykláciu musia byť porovnateľné s nákladmi na zabezpečenie prvej suroviny,
- recyklácia nesmie negatívne ovplyvniť životné prostredie svojimi emisiami.

Základné formy recyklácie sú [1]:

- opätovné využitie: obnovené využívanie pre ten istý druh použitia napr. pri osobných automobiloch - výmena motora,
- spätné využitie: obnovené využívanie pre iný druh použitia napr. staré pneumatiky pre nárazové bariéry,
- opätovné zhodnotenie: opätovné nasadenie v rovnakom výrobnom procese napr. pri regenerácii umelých hmôt,
- ďalšie zhodnotenie: opätovné nasadenie ešte v prebiehajúcom procese napr. výroba olejov z odpadov umelých hmôt.

Z uvedeného rozdelenia [4] sa dajú charakterizovať recyklačné procesy slúžiace pre:

- spracovanie,
- prípravu.

Uvedené procesy spracovania sú základnými stavebnými prvkami recyklačného obhového systému. Známe sú tri druhy:

- recyklácia odpadu pri výrobe: opätovné navrátenie výrobného odpadu po alebo bez priebehu zodpovedajúceho procesu spracovania do nového výrobného procesu, napr. odpadky pri lisovaní upraviť a nanovo lisovať,

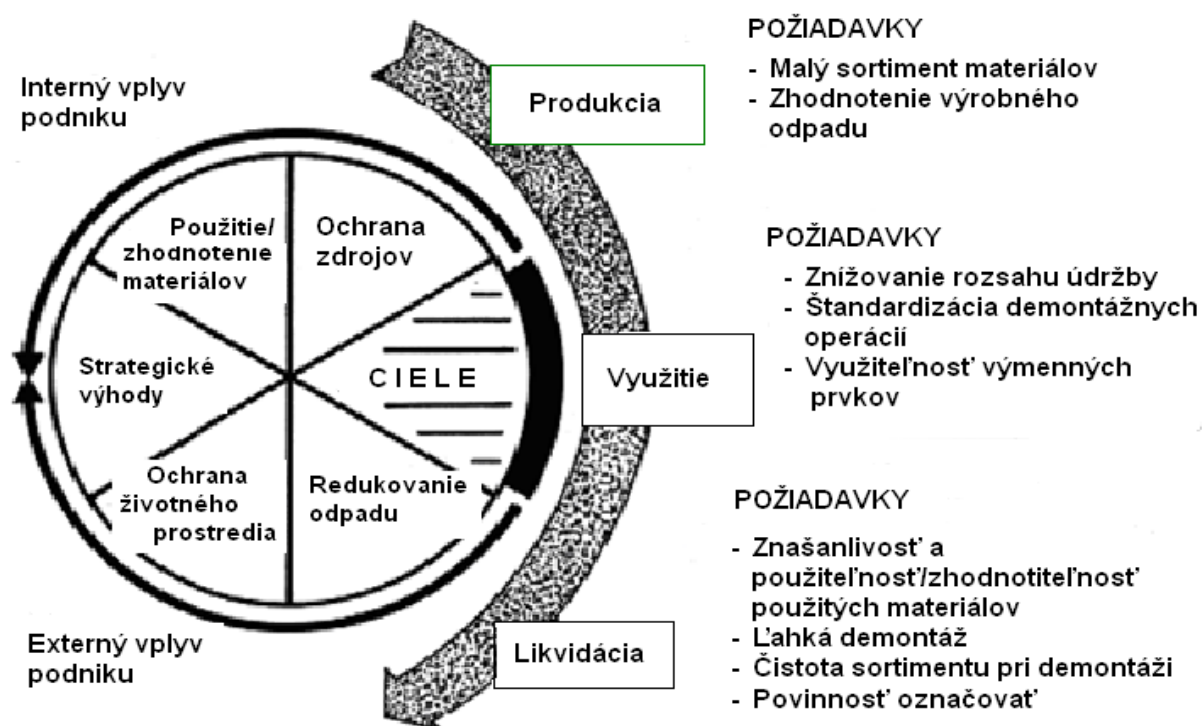


- recyklácia spotrebovaných výrobkov: návrat spotrebovaných výrobkov po alebo bez priebehu zodpovedajúceho procesu spracovania do nového užívateľského štádia (týmto porovnateľné s udržiavaním v prevádzke) napr. využitie spaľovacieho motora osobného automobilu ako agregátu pre nútenú výrobu elektrickej energie,
- recyklácia starých materiálov: návrat opotrebených výrobkov alebo starých materiálov po alebo bez priebehu zodpovedajúceho procesu spracovania do nového výrobného procesu napr. granulovanie umelých hmôt a následná výroba nových umelohmotných skriň.

Pri analýzach recyklovateľnosti sú dôležité nasledovné otázky:

- Je recyklačne spôsobilá konštrukcia výrobkov niečo nové?
- Ako sa zaradzuje do rady ostatných konštrukčných opatrení?
- Existuje zhoda alebo rozpory k iným požiadavkám?

Požiadavky a ciele, ktoré sú v bezprostrednom vzťahu s recykláciou sú na obr.1.



Obr.1 Ciele a požiadavky na recyklačne spôsobilú konštrukciu výrobku

K interným podnikateľským cieľom patrí popri inom ochrana využívaných zdrojov ako sú prevádzkové prostriedky, personál, materiál a kapitál. Stratégie konkurenčnej výhody sú spojnicou medzi internými a externými podnikateľskými cieľmi. Tu sa zahrňuje:

- hospodárnosť výroby,
- zlepšovanie imidžu na trhu,
- znižovanie rizika ručením pri zodpovedajúcich zákonných stanoveniach.

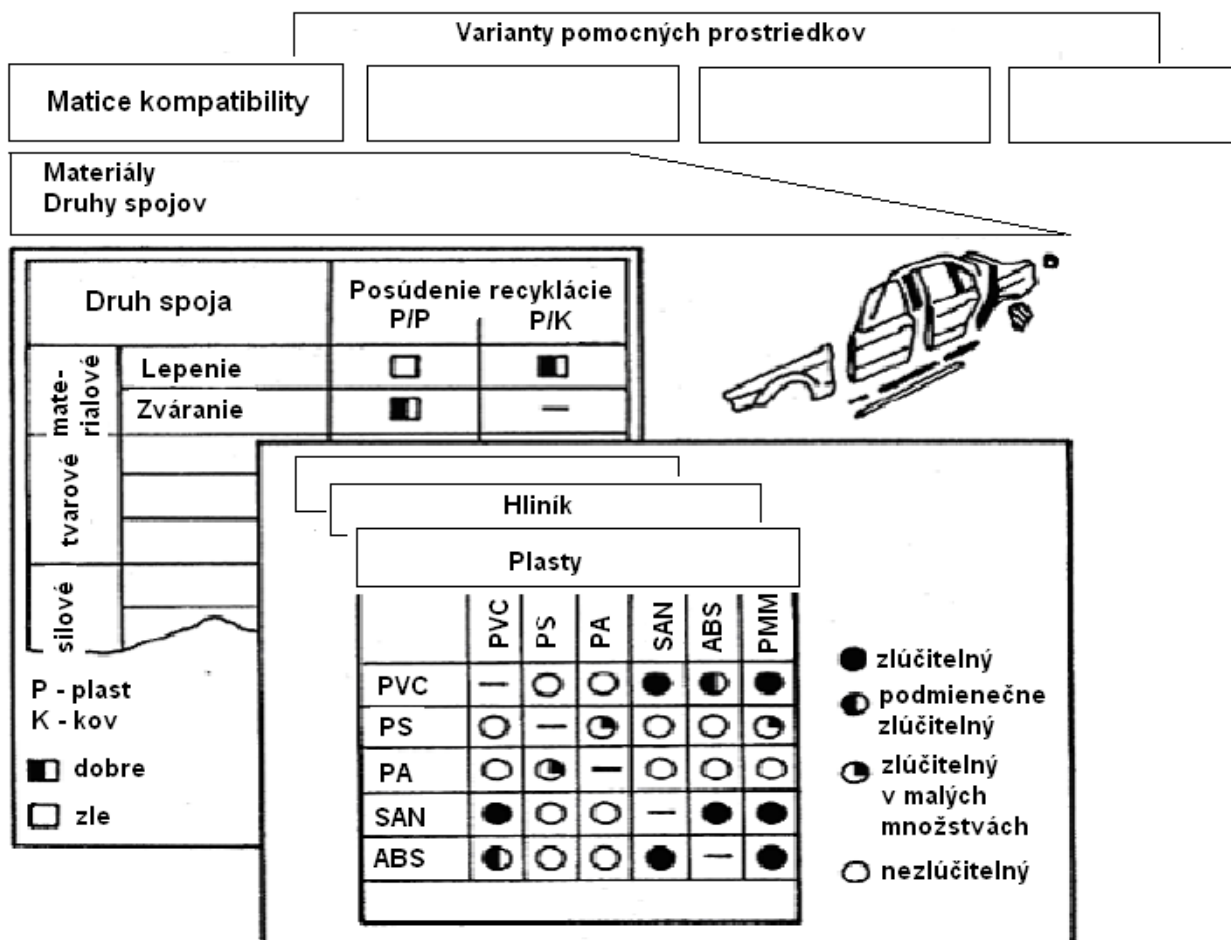
Na obr.1 sú tiež formulované dôležité požiadavky na recyklačne spôsobilú konštrukciu, ktorá sa z hľadiska významu orientuje na fázy životného cyklu výrobkov (výroba - užitie - likvidácia odpadu). Veľký význam tu práve zohráva fáza likvidácie odpadu. V prípade, že nie je možné zabezpečiť maximalizáciu zlučiteľnosti, využiteľnosti a zhodnotiteľnosti použitých materiálov, je potrebné venovať maximálnu pozornosť hľadisku



demontáže. Predovšetkým to znamená sortimentnú čistotu pri demontáži, pretože sa takýmto spôsobom uľahčí následný likvidačný proces.

Inštrumentárium pre posúdenie vhodnosti recyklácie sa vzťahuje predovšetkým na požiadavky materiálovej zlučiteľnosti a následne na aspekt demontáže. Základným pravidlom by malo byť vytvorenie optimálne zhodnotiteľného výrobku z jedného materiálu. Ak to nie je možné, potom je potrebné realizovať také materiálové kombinácie, ktoré je možné hospodárne a s vysokou kvalitou opätovného využitia zhodnotiť. Dôležitým pomocným prostriedkom sú matice zlučiteľnosti (obr.2) spracovované v súčasnosti pre rôzne materiály ako napr. plast a hliník [4].

Rozlišujú sa hľadisko jedno materiálových alebo mnoho materiálových matíc, pričom niektoré sa orientujú na druh spojenia. Ak nie je možné zmeniť kombinácie materiálov, je potrebné zabezpečiť minimalizáciu znečisťovania alebo prístupu škodlivých látok. V prípade, že nie je udaná zlučiteľnosť materiálov treba sa zamerať na aspekt demontáže. Na posúdenie metód a pomocných prostriedkov pre demontážnu spôsobilosť s možnosťou systematického odvodzovania alebo vývoja je potrebné vychádzať najprv z analógie montážne spôsobilej konštrukcie výrobku (obr.3).



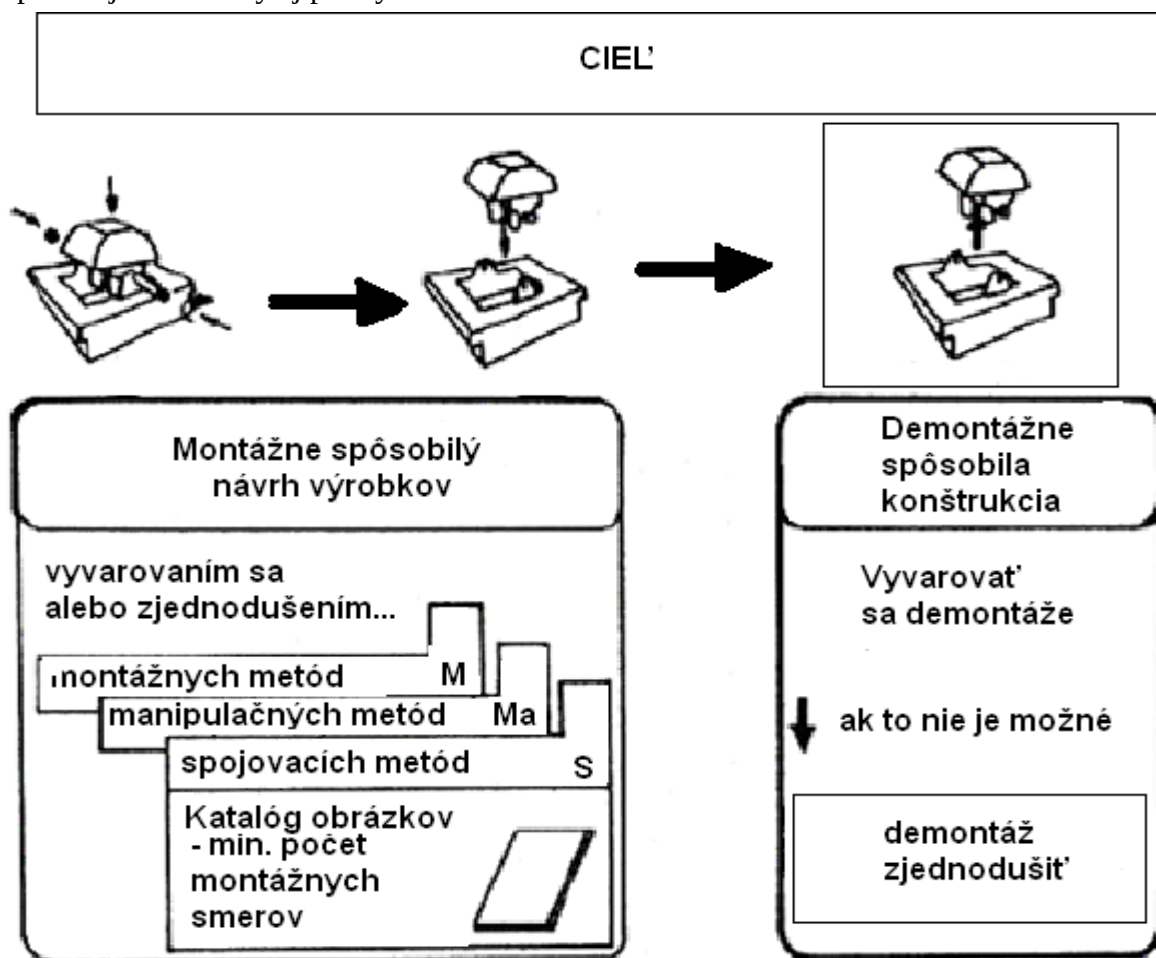
Obr.2 Nástroje pre posúdenie vhodnosti recyklácie materiálových kombinácií

Montážne spôsobilá konštrukcia výrobku sleduje dva ciele: elimináciu alebo zjednodušenie montážneho procesu. Je potrebné posúdiť, či skúsenosti získané pri montážne spôsobilej konštrukcii výrobku možno využiť v demontáži. V snahe zjednodušiť likvidáciu, by mala byť demontáž v dôsledku eliminovaná. Z uvedeného opäť vyplýva aplikácia zlučiteľnosti materiálov.



Ale tým, že zlučiteľnosť často nie je daná, treba navrhovať čo najjednoduchšie demontážne postupy. Dôležité je do akej miery je možné využiť posudzovanie montážnej spôsobilosti úspešnou metódou Design for assembly (DFA) [2] na posudzovanie demontážnej spôsobilosti. Jej využitie podnietilo vznik Design for disassembly (DFD). Výhodiskom samozrejme - vo vzťahu k analógii DFA - nemôže byť len výber vhodnej demontážnej metódy.

Oveľa viac je potrebné vychádzať z konkrétnej štruktúry výrobku, pre ktorú je následne možné analyzovať úlohu demontáže. Kľúčový význam má pritom preskúmanie rôznych časových podielov, napr. zvlášť pre manipuláciu alebo demontáž. V rámci DFA boli spracované rozsiahle tabuľky umožňujúce rýchle posúdenie. Vyvíjať je potrebné zodpovedajúce tabuľky aj pre využitie DFD.



Obr.3 Východiska pre recyklačne spôsobilú konštrukciu výrobkov

Cieľom musí byť ododenie potrebných demontážnych hodnôt, ktoré (opäť k analógii DFA) umožnia posúdenie demontážnej spôsobilosti. Na základe týchto hodnôt je možné za určitých podmienok konštrukciu zlepšiť. Východiskové body vyplynú pri tých súčiastkach, ktoré vykazujú zvlášť vysoké časové požiadavky.

Zvláštny význam majú predovšetkým montážne prvky, ktoré znemožňujú demontáž, z čoho vyplýva úplne nová konštrukcia a z toho vyplývajúca požiadavka na novú štruktúru výrobku. Na túto prepracovanú štruktúru výrobku je potrebné následne aplikovať algoritmy DFD metodiky za účelom preskúšania, či bola demontážna spôsobilosť skutočne dosiahnutá.



Zlepšenie konštrukcie možno dosiahnuť aj inými postupmi, ktoré sa tak isto opierajú o posudzovanie montážnej spôsobilosti. Známe sú popri iných metódy : Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) a Assembly Evaluation Method (AEM), ktoré v zmysle demontáže vedú napr. k Recycle Mode and Effects Analysis (RMEA) [4].

Nezávisle od zvolenej metódy je možné určiť zodpovedajúce opatrenia, ktoré vedú k zlepšenej konštrukcii výrobku v zmysle recyklácie:

- redukovanie druhu a počtu rozličných montážnych postupov,
- vyvarovanie sa integrálnym konštrukčným prevereniam,
- využitie montážnych spojov s rozoberateľnými spojovacími prvkami,
- minimalizácia materiállovej rozmanitosti,
- vyvarovanie sa škodlivým materiálom.

Literatúra

- [1] Barg, A.: Recyklinggerechte Produkt und Produktionsplanung. VDI-Z Nr.11, 1991, s.66-74
- [2] Kersten, G.: FMEA- Die Fehler Moglichkeiten und Einfluss Analyze. In.: VDI-Seminar FMEA – Methode zur Fehlermeidung in Konstruktion: Fertigung und Qualitätsprüfung. Dusseldorf, 1997
- [3] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000
- [4] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
- [5] Strama, M.: Príspevok k projektovaniu automatizovaných montážnych systémov a ich komponentov. Hab. Práca, Sjf TU Košice, 1996
- [6] Rudy, V.: Metódy a techniky pre modernizáciu výrobnéj základne zákazníckych výrob. Diz. práca. Sjf TU v Košiciach, 2001
- [7] Senderská, K.: Inovačné metódy a techniky pre projektovanie zákaznícky orientovaných montážnych systémov. Dizertačná práca. Sjf TU v Košiciach, 2003
- [8] Svoboda, M.: Vybrané problémy zvyšovania konkurencieschopnosti montážnych systémov. Hab. práca, Sjf TU v Košiciach, 2004
- [9] Lotter, B., Wiendahl, H., P.: Montage in der industriellen Produktion. Ein Hadbuch für die Praxis. Springer Verlag Berlin, 2006, ISBN-103-540-21413-5
- [10] Landau, K.: Montageprozesse gestalten. Fallbeispiele aus Ergonomie und Organisation. Ergonomia Verlag, Stuttgart, 2004, ISBN 3-935089-73-2
- [11] Badida, M., Lumnitzer, E.: Recyklácia v automobilovom priemysle. Edícia EQUAL, Sjf TU v Košiciach, 2006, ISBN 80-8073-763-0
- [12] Svoboda, M., Kováč, J., Štefanek, M.: Technológia demontáže. ES VŠT Košice, 1988
- [13] Boothroyd, G., Alting, L.: Design for assembly and disassembly. CIRP Annals, 42(2), 1992, p. 625-636
- [14] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, Sjf TU v Košiciach, 2008



INFORMAČNÝ MODEL PRE KONŠTRUKCIU, DEMONTÁŽ A RECYKLÁCIU VÝROBKOV

Ing. Daniela Bánociová

Informačné modely využívané v procesoch konštrukčnej prípravy výrobkov zohľadňujúce procesy ich demontáže a recyklácie majú obsahovať parametre a charakteristiky jednak z konštrukčnej prípravy výroby, jednak aj z fázy dožitia výrobkov.

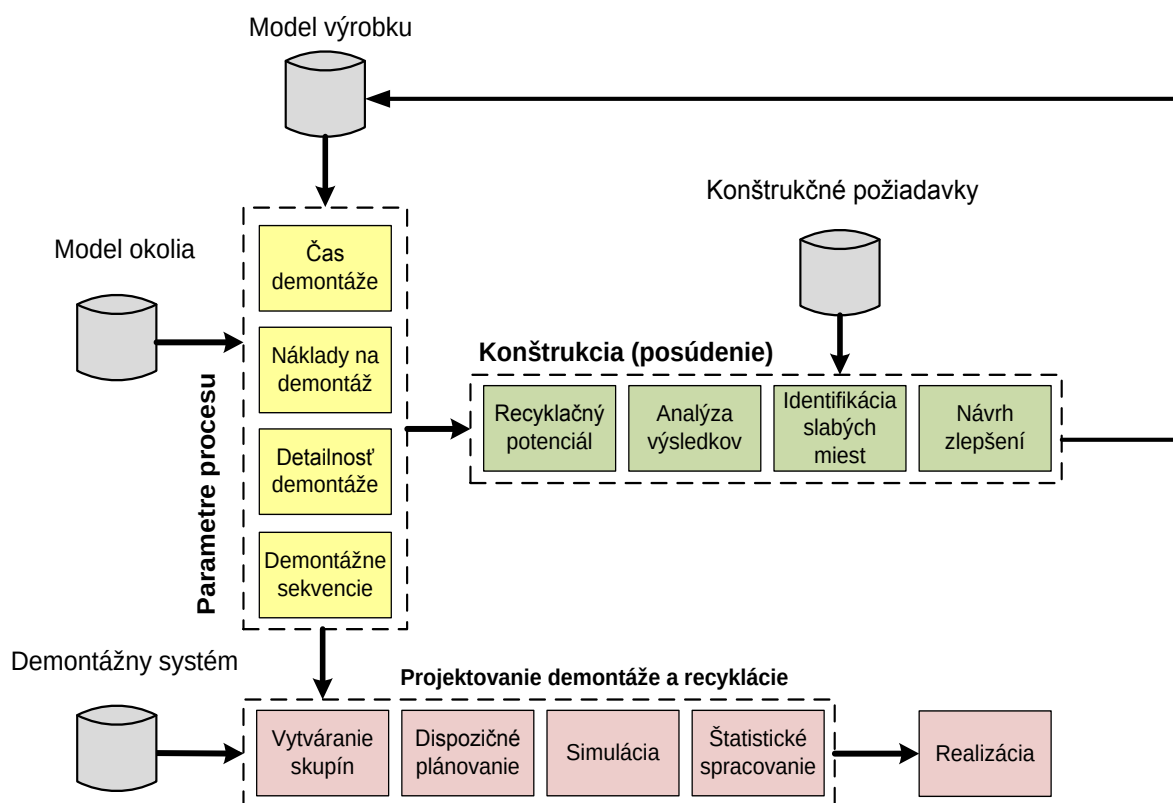
Významný vplyv na demontáž výrobkov má fáza konštruovania. Jej výstupy špecifikujú demontážnu a recyklačnú spôsobilosť výrobkov. Pre fázu dožitia je dôležité stanovenie optimálnej recyklačnej stratégie vzhľadom na životnosť (čas spätného vrátenia materiálov do výroby) výrobkov. V rámci analýz je potrebné posudzovať aj náklady na demontáž. Analýza času demontáže, nákladov na demontáž, úrovne automatizácie a demontážnych sekvencií (postupnosť) sa realizuje jednak vo fáze vývoja výrobkov, ako aj vo fáze projektovania demontáže a recyklácie.

V etape vývoja výrobkov, ako aj projektovania procesov ich demontáže a recyklácie, pre zobrazenie modelov výrobku a špecifikáciu ich parametrov sa využívajú vhodné informačné modely a informačné databázy. Na základe toho sa môžu stanoviť parametre demontážneho procesu (obr.1):

- *Čas demontáže:* Je čas potrebný na rozpojenie väzieb výrobku. Zahŕňa čas určený na uvoľňovanie väzieb spojovacích prvkov, konštrukčných celkov, obsluhu náradia a pod.
- *Náklady na demontáž:* Vyplývajú nákladov na pracovnú hodinu a z nákladov spojených s odstraňovaním nepoužiteľných alebo použiteľných častí výrobkov.
- *Stupeň demontáže resp. miera rozkladu výrobkov.* Časti určené na recykláciu realizovanú rovnakým spôsobom sú zahrnuté do jedného segmentu. Na určenie detailnosti demontáže má vplyv separovanie od nebezpečných a škodlivých látok, zohľadňovanie obmedzení, nedeštruktívne delenie použiteľných častí, ako aj rozhodovanie medzi demontážnymi a materiálovými nákladmi.
- *Demontážne sekvencie (postupnosť):* Opisujú poradie realizácie demontážnych operácií. Demontážne sekvencie sa zaznamenávajú v matici, v ktorej sú zadané podmienky pre stav pred a po demontáži. Algoritmom z matice sa vytvára graf detailnosti rozobratia výrobku.

Vo fáze konštruovania výrobkov je vhodné popisovať charakteristiky procesu spoločne s multikriteriálnym hodnotením recyklačného potenciálu a recyklačnou orientáciou výrobkov. Na základe týchto výsledkov sa identifikujú a modifikujú slabé miesta konštrukčného riešenia výrobkov. Tieto charakteristiky ovplyvňujú nielen recyklačnú spôsobilosť, ale aj postup projektovania demontáže. Vytvárať je potrebné skupiny výrobkov s podobným recyklačným postupom a aplikovať analýzu a simuláciu demontážnych procesov a systémov.

Príprava relevantných informácií pre projektovanie demontážnych systémov je znázornená na obr.2. Zobrazený model je využiteľný v príslušných fázach životného cyklu výrobku. Informačný model sa člení na šesť parciálnych modulov. Každý parciálny modul obsahuje niekoľko základných údajov.



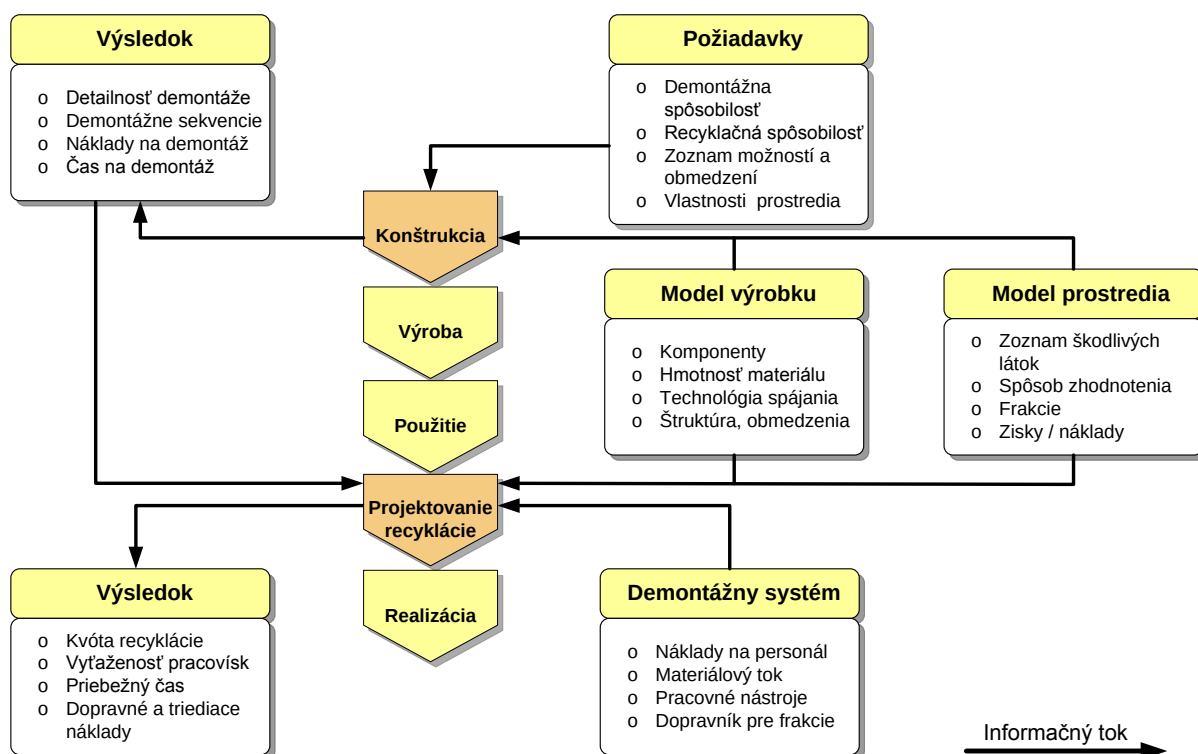
Obr.1 Proces projektovania konštrukcie a recyklácie výrobku

Model výrobku zahŕňa na jednej strane základné informácie (hmotnosť, údaje o materiáli, geometria a odchýlky), na druhej strane zahŕňa špecifické údaje o väzbách s inými časťami, použitej montážnej technike, vhodných demontážnych nástrojoch, ako aj príslušných obmedzeniach. Model obsahuje aj informácie o frakciách a spôsobe ich zhodnotenia, ich kompozícií a dosiahnuteľných ziskoch, ako aj ich nákladoch na odvádzanie, a aj informácie o nebezpečných a škodlivých látkach.

Okrem toho špecifické informačné moduly obsahujú relevantné informácie podstatné iba pre príslušnú fázu realizácie demontáže. Pri tvorbe databázy a jej realizácii je potrebné zohľadňovať predpisy s cieľom vyvarovať sa problémom a zlepšenie slabých stránok vzhľadom na demontážnu a recyklačnú spôsobilosť. Dôležité sú aj bezpečnostné požiadavky a zoznamy obmedzení ohľadne nebezpečných a škodlivých látok, ako aj požiadaviek na životné prostredie. Databáza musí obsahovať podstatné informácie dôležité pre projektovanie demontážnych procesov a systémov. Okrem ekonomických údajov k nim patria aj informácie o riešení materiálového toku alebo využívaní demontážnych nástrojov.

Pre fázu hodnotenia a projektovania recyklácie je dôležitý aj spôsob zaznamenávania a využívania výsledkov, vzhľadom na charakteristiky demontážneho procesu. Pri aplikácii adekvátnej hodnotiacej metodiky je potrebné brať ohľad na:

- obmedzenosť vytváraných informačných modelov,
- interpretovateľnosť informácií,
- flexibilitu, ako aj
- aktuálnosť, resp. presnosť informácií.



Obr.2 Informačná databáza pre projektovanie demontážnych procesov a systémov [1]

Pri projektovaní demontáže v protiklade k vývoju demontážnych a recyklačne spôsobilých výrobkov musia byť zohľadnené podmienky ich realizácie v demontážnom systéme. Pri vývoji výrobkov s cieľom optimalizovať ich vlastnosti je nevyhnutné mať k dispozícii informácie na zdokonalenie výrobku a elimináciu chýb.

Vo fázach vývoja výrobkov a projektovania demontážnych procesov sa objavujú rozdiely v interpretácii dát. Vo fáze vývoja výrobkov je možné na základe informácií o materiálovom zložení komponentov výrobku stanoviť optimálnu postupnosť demontáže. Informácie napr. o plastových komponentoch môžu zahrňovať dôležité údaje, potrebné pre hodnotenie výrobkov a analýzu ich slabých miest. Chýbajúce údaje o plastových komponentoch však pri realizácii demontáže môžu zapríčiniť, že príslušný materiál nemôže byť identifikovaný. Informačné nedostatky o materiálovom zložení ovplyvnia stanovenie miery demontáže a tým vylúčia možné zhodnotenie materiálov.

Demontážne nástroje v podstatnej miere ovplyvňujú čas demontáže. Pri vývoji výrobku je daná možnosť výberu optimálneho nástroja z databázy priradených nástrojov. Napr. namiesto ručného skrutkovacieho nástroja sa môže použiť nástroj s elektrickým alebo pneumatickým pohonom. V projektovaní demontáže oproti tomu sa obmedzuje výber nástrojov na tie, ktoré sú v prevádzke k dispozícii, čo nie je optimálne riešenie.

Ďalším zásadným rozdielom pri demontážnom a recyklačne spôsobilom vývoji výrobkov je aktuálnosť, resp. presnosť údajov. Týka sa to najmä informácií o frakciách. Nielen materiálové zloženie jednej frakcie, ale predovšetkým dosiahnuteľný zisk je možné už vo vývoji výrobku predikovať podľa aktuálnych informácií o stave na trhu druhotných surovín alebo aj podľa prognóz ich ďalšieho vývoja, resp. strednej hodnoty.

Nepresnosť, resp. neostrosť je potrebné zohľadňovať a interpretovať vo výsledkoch hodnotenia. Pri projektovaní je potrebné pracovať s informáciami priamo získanými z trhu druhotných surovín.



Vplyv konštrukcie výrobku na demontážnu a recyklačnú spôsobilosť

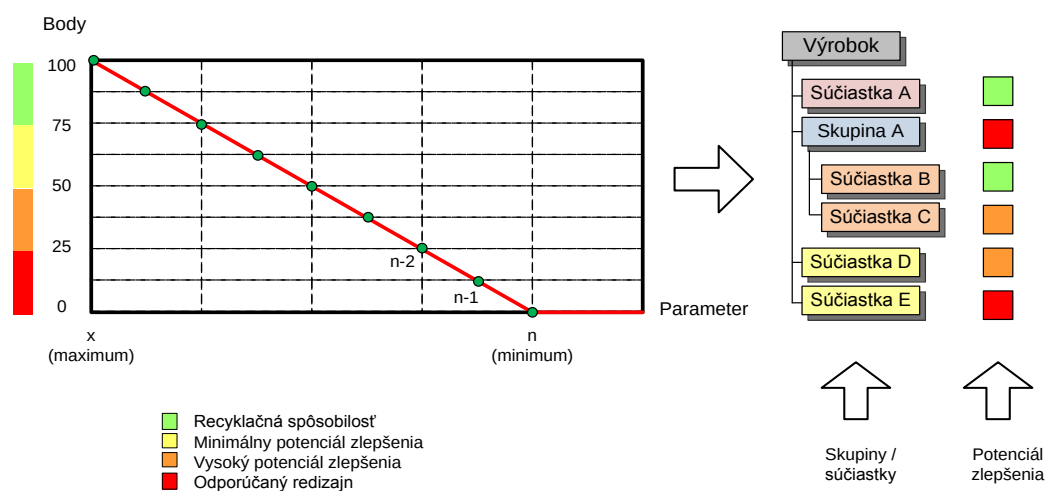
Riešenie fázy dožitia už pri vývoji výrobku na jednej strane má pozitívny efekt na imidž podnikov, na druhej strane si to už vyžaduje čoraz prísnejšia legislatíva chrániaca životné prostredie. Pre podnik to môže byť ekologická a ekonomická výhoda.

Pre vývoj výrobkov, okrem zohľadňovania bezpečnostných požiadaviek ako aj obmedzení týkajúcich sa nebezpečných a škodlivých látok, je dôležitý aj počítačom podporovaný spôsob hodnotenia. Úlohou softvéru je zanalyzovať a zhodnotiť návrhy projektanta so zreteľom na demontážnu a recyklačnú spôsobilosť výrobkov. Rozpoznať je potrebné potenciál možných zlepšení, ako aj realizovať prípadné opatrenia v zlepšovaní výrobku.

Pre hodnotenie procesu je dôležitý čas demontáže, náklady na demontáž, detailnosť demontáže, demontážne sekvencie. Týmto parametrami možno priamo posudzovať mieru demontážnej a recyklačnej spôsobilosti výrobkov.

Oproti tomu hodnotenie výrobkov je založené na ich demontážnej a recyklačnej relevantných vlastnostiach. V prvom kroku sú identifikované predovšetkým problémové ukazovatele, ktoré vzhľadom na určité aspekty predpovedajú demontážnu alebo recyklačnú spôsobilosť. V druhom kroku sa realizuje samotné hodnotenie. Za týmto účelom sú pre kvalitatívnu funkciu výrobku stanovené kritériá. Tie predstavujú samotné výsledky hodnotenia.

Demontážna spôsobilosť sa prejavuje napr. formulovaním požiadavky, aby sa počet rozličných materiálov redukoval na minimum. Tým sa na jednej strane podstatne zjednoduší proces demontáže, na druhej strane sa znížia náklady na recykláciu. Ako parameter môže teda vystupovať priamo počet využiteľných materiálov. Pre kvalitatívnu funkciu sú stanovené kritériá. Hodnotenie priebehu funkcie - dolnej a hornej hranice (minimum, maximum) je samotným vyhodnocovacím postupom (obr.3). Pre hodnotenie demontážnej a recyklačnej spôsobilosti je možné takýmto spôsobom stanoviť aj ďalšie kritéria (napr. charakteristika plastov, ich rozložiteľnosť, spôsob demontáže, prácnosť alebo spektrum potrebného náradia). Pre každé kritérium sa stanoví špecifická hodnota (body) zobrazovaná ako výsledok hodnotenia.



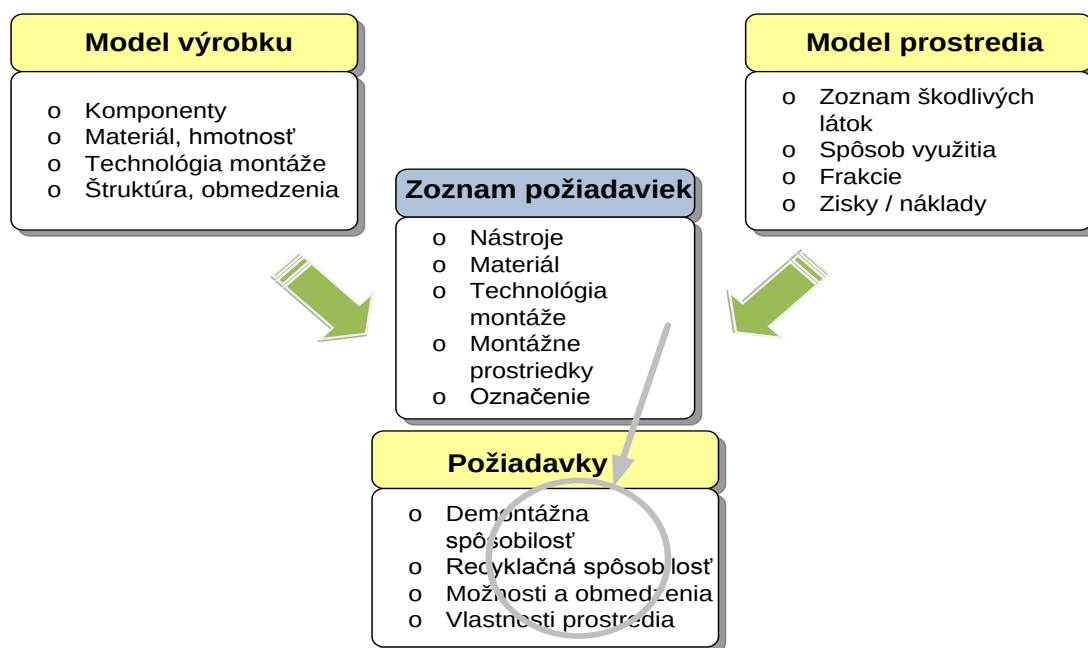
Obr.3 Vyšetrovanie potenciálu zlepšenia [1]



Z identifikovaného potenciálu možných zlepšení sa realizujú návrhy zlepšení. Z vlastností výrobkov v zahrnutých v jednom zhluku sa zisťujú komplikácie a potenciál zlepšení na základe kvalitatívneho hodnotenia. Hodnotenie sa vzťahuje predovšetkým na vlastnosti výrobkov. Pre identifikáciu potenciálov zlepšenia je stupnica rozdelená do štyroch stupňov. Pre každú časť modelu výrobku je na základe bodov pre použité materiály definovaný potenciál zlepšenia rozlíšený farebne.

Po identifikácii slabých miest sú navrhované zlepšenia. Metodický postup je uvedený na obr.4. Po identifikácii nedostatkov a overení konštrukčných možností sa definuje zoznam požiadaviek. Po vytvorení zoznamu požiadaviek sa spustí vyhľadávací program, ktorý preverí možnosť konštrukčných zlepšení. Zobrazia sa nájdené konštrukčné riešenia, ktoré sú usporiadané podľa stupňa zhody. Model výrobku je upravený a môže sa začať nové prehodnotenie.

Pre podporu uvádzaných činností je vhodný softvér ATROiD (Assessment Tool for Recycling Oriented Design). Softvér je rozdelený do troch modulov: hodnotenie, analýza a zlepšovanie. V rámci hodnotenia umožňuje stanoviť charakteristiky procesu a multikriteriálne určovať recyklačný potenciál. Z analýzy vyplýva potenciál zlepšení, na základe ktorých sa inovuje a zdokonaľuje výrobok.



Obr.4 Metodický postup hodnotenia potenciálu zlepšenia [2]

Literatúra

- [1] Hesselbach, J., Herrmann, C., v. Westernhagen, K.: Datenbanken als Informationsträger von der Produktentstehung bis zur Demontageplanung. Technische Universität Braunschweig, 2002
- [2] Hesselbach, J., Herrmann, C., v. Westernhagen, K.: Elektro(nik)schrott: Umweltgerechte Produktgestaltung und Planung der Demontage. In: VDI/Springer Umwelt, 29, Nr. 3, 1999
- [3] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000
- [4] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500



POŽIADAVKY NA LIKVIDÁCIU ELEKTROODPADU

Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Ekologická likvidácia elektrických a elektronických odpadov (použité mobilné telefóny, počítače, domáce spotrebiče a ďalšie zariadenia obsahujúce elektrotechnické súčiastky) v súčasnosti predstavuje vážny problém. Odpady s obsahom drahých kovov sú vykupované (v najväčšej miere z demontážnych stredísk). Pre účely obchodu a pre účely spracovania sú tieto odpady rozdelené do niekoľkých skupín. Dôležitým faktorom pre delenie je obsah plastov (organický), homogenita a obsah drahých kovov v demontovanom materiáli. Od týchto parametrov sa odvíjajú metódy vzorkovania surovín a ich následného spracovania.

Platná norma WEEE dáva návod k systematickému deleniu elektroodpadu a nastavuje mantinely (minimálne ukazovatele), ktoré musia byť pri jeho spracovaní dosiahnuté. Medzi najdôležitejšie znaky európskej direktívy patrí to, že všetky náklady na zber a nakladanie s použitými elektrickými a elektronickými zariadeniami nesie ich výrobca. Tieto náklady môže hrať individuálne alebo sa pripojiť ku kolektívnemu systému financovania. Rovnako musí pri zavádzaní nového výrobku na trh poskytnúť finančnú záruku spätného odberu a spracovania použitého výrobku. Možno tak urobiť účasťou v niektorom systéme financovania, poistenia na recykláciu alebo vkladom na blokovaný bankový účet a zaistiť, aby čo najväčšia časť zariadení bola recyklovaná. Spôsob zhodnotenia produktu na konci jeho životného cyklu závisí od úrovne plnenia požiadaviek pre materiálové a produktové zhodnotenie.

Požiadavky na materiálovú recykláciu

Materiál:

- nízke náklady na oddelenie materiálov,
- použitie dobre rozpojiteľných materiálov,
- opätovne využiteľné materiály (žiadne PVC, duroplasty, elastomery,...),
- čistota plastov,
- homogénne materiály v produkte,
- výber zlučiteľných materiálových kombinácií.

Proces spracovania vstupov:

- minimalizácia nákladov a počtu krokov potrebných v rámci procesu delenia materiálov,
- naplánovanie miesta požadovaného zlomu - hĺbky demontážneho procesu,
- nízke náklady na predprípravu procesu spracovania,
- jednoduchý, štandardizovaný spôsob procesu delenia,
- maximálny stupeň návratnosti z materiálových frakcií,
- očistenie od nežiaducich látok (olej, prach, ...),
- zohľadnenie výrobných vlastností recyklovaných materiálov.

Požiadavky na produktovú recykláciu

Stavebná štruktúra:

- nízka zložitosť produktu, modulov a stavebných dielov,
- modulové a štandardizované zloženie,



- minimálne množstvo namontovaných dielov,
- dobrá prístupnosť k miestam spojenia a namáhaným dielom.

Proces spracovania vstupov:

- demontáž bez porušenia cez jednoduché, ľahko rozoberateľné spojovacie súčiastky,
- možné ľahké čistenia a bez poškodenia,
- dobrá možnosť triedenia,
- dobrá testovateľnosť,
- dobrá identifikovateľnosť,
- možnosť opravy,
- možnosť rozoznateľnosti a vymeniteľnosti opotrebovaných dielov,
- možnosť technologických aktualizácií (upgrading),
- možnosť opätovnej zmontovateľnosti,
- nízke náklady na predprípravu procesu spracovania,
- možnosti automatizácie procesu spracovania,
- správanie sa materiálov z dlhodobého pohľadu napr. antikorózna ochrana.

Množstvo elektroodpadu v danej krajine sa odvíja predovšetkým od jej technickej vyspelosti a ekonomických možností obyvateľstva. Dôležitým faktorom, ktorý je potrebné zohľadniť, sú produktové charakteristiky ako napr. interval potreby obmeny určitého druhu elektrotechniky (z hľadiska nefunkčnosti alebo technologického zostarnutia), atď. (tab.1). S týmito informáciami je možné pracovať napr. pri posudzovaní významu spracovania opotrebovaných elektrických a elektronických zariadení.

Tab.1 Produktové charakteristiky z hľadiska posúdenia vhodnosti pre demontáž

charakteristika	objasnenie
funkčná komplexnosť	určenie vzťahov medzi modulmi a funkciami, ktoré moduly plnia
počet materiálov	počet rôznych materiálov
počet modulov	počet montážnych celkov, ktoré sú fyzicky demontovateľné a uchovávajú si funkčnosť
počet súčiastok	približný počet súčiastok v produkte
čistota produktu	používaním produktu dochádza k jeho znečisteniu, pre opätovné použitie resp. vrátenie do výrobného procesu je potrebné ho vyčistiť
riziká	nebezpečné a nežiaduce materiály, ktoré produkt kontaminujú, musia byť odstránené pred jeho recykláciou
veľkosť	približné rozmery produktu
inovačný cyklus	časový úsek medzi jednotlivými generáciami produktu, napr. pre automobil 2-4 roky, tlačiareň 1 rok
spoľahlivosť	čas do prvej poruchy produktu
substitúcia	časový úsek, ktorý uplynie pred rozhodnutím priemerného používateľa o modernizácii (nákupe) produktu produktom s vyššou funkčnosťou, napr. pre automobil 5 rokov.
dôvod zastarania	keď už produkt nie je schopný plniť stanovenú funkciu produktu, dosahuje konečnú fázu svojho životného cyklu, je nemoderný, opotrebovaný, zastaraný
opotrebenie	keď už produkt nie je schopný plniť pôvodnú funkciu, pre ktorú bol obstaraný, napr. automobil 10-15 rokov, počítač 7-10 rokov.



V tab.2 je uvedená klasifikácia materiálu, ktorá je dôležitá z hľadiska vstupu elektroodpadu do demontážneho procesu.

Tab.2 Klasifikácia materiálu z hľadiska demontáže

základné skupiny	pevný, kvapalný (oleje, mazadlá, pohonné hmoty), plynny				
fyzikálne znaky	rozmer	hmotnosť	tvár	škodlivosť	stav
	<i>dĺžka</i>	<i>jednotková</i>	<i>plochý</i>	<i>jedovatý</i>	<i>lepkavý</i>
	<i>výška</i>	<i>objemová</i>	<i>nepravidelný</i>	<i>korozívny</i>	<i>mokrý</i>
	<i>šírka</i>		<i>rotačný,...</i>	<i>výbušný,...</i>	<i>nestály,...</i>
stupeň rozpracovanosti	surovina, polovýrobok, polotovar, výrobok				
kvalita	dobrá, zlá				
recyklovateľnosť	možná (druhotné suroviny), nemožná – skládkovanie, likvidácia				
efektívnosť	drahé kovy, železné kovy, neželezné kovy, plasty, sklo,...				

Výstupy z recyklačného procesu bývajú v závislosti na použitej technológii rôznej kvality. Vždy sa však jedná o zmes železných kovov, ďalej o zmes plastov, koncentrátov medi (jemná frakcia navyše obsahuje drahé kovy), hliníka. Každý elektro produkt tvorí priemerne 47% recyklovateľných kovových materiálov a 22% plastov. Závisí na trhových možnostiach, do akého finálneho výstupu je potrebné technologický postup smerovať. Či je dostatočujúca zmes hliníka s meďou a je pre ňu odbyt, alebo či je z dôvodu trhu nutné túto zmes ďalej separovať na kvalitatívne čistejšie koncentráty medi a koncentrát hliníka.

Literatúra

- [1] Lumnitzer, E.; Badida, M.; Majerník, M.; Rusko, M.: Ekologizácia výrobkov a výrob. Košice, ISBN 80-8073-225-6
- [2] S. K. Dass, S. Naik: Process planning for product disassembly. International journal of production research 40:66, 1335-1355, Taylor & Francis, 2002
- [3] Mihok, J., Malega, P.: Cost effectiveness analysis. In: Sociálno-ekonomické správanie: teória i praktika. vol. 10, no. 2 (2006), p. 32-35, ISSN 1813-7946
- [4] Kuperová, M.: Logistika a logistické koncepcie ako kľúčový prvok formulovania konkurenčnej stratégie firmy. In: Obchod, jakost a finance v podnikách - determinanty konkurenceschopnosti. In: Sborník. Mezinárodní vědecká konference, Praha 16.-17.5.2007. - Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. - ISBN 978-80-213-1661-4, s.162-165
- [5] Knorr, A., Žigová, S.: Competitive Advantage Through Innovative Pricing Strategies – The Case of the Airline Industry. Berichte aus dem Weltwirtschaftlichen Kolloquium der Universität Bremen, Nr. 93, Bremen, 2004, ISSN 0948-3829
- [6] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn, 1997, s.500
- [7] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, Sjf TU v Košiciach, 2008
- [8] [http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/889F276B0DD50CD8C12570DD0044A057/\\$FILE/Zdroj.html](http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/889F276B0DD50CD8C12570DD0044A057/$FILE/Zdroj.html).



DEMONTÁŽNE TECHNOLOGIE A PROCESY





VÝROBNÝ PROCES PODNIKU

Ing. Jaroslava Kádárová, PhD.

Moderný podnik je komplexná organizácia a analýza efektívnosti podniku alebo jeho jednotlivých častí, vyžaduje uvažovať o súvislostiach komplexne v čase a priestore. Systémový pohľad na podnik umožňuje ľahší prechod k využitiu modelov pre analýzu a optimalizáciu výrobných procesov.

Podnik je možné vnímať ako súhrn procesov potrebných pre realizáciu finálnych produktov. Riadením procesov je možné ovplyvňovať:

- úroveň nákladov,
- výšku zisku,
- mieru pridanej hodnoty,
- a ďalšie atribúty hodnotvorných procesov podniku.

Na procesy je potrebné pozerieť z pohľadu zákazníka, pretože ten tieto procesy vyvoláva, a tým riadi celkovú činnosť podniku. Jednotlivé procesy na seba nadväzujú, lebo výstupy jedného procesu sú súčasne vstupmi nasledujúceho procesu.

Procesom je každá aktivita alebo činnosť, ktorá akceptuje vstupy, pridáva týmto vstupom hodnotu pre zákazníka a vytvára pre zákazníka výstupy, pričom zákazníkom môže byť ďalší interný alebo externý proces, organizáciu alebo odberateľ. Proces je elementárna jednotka podnikovej činnosti vzhľadom k zákazníkovi. Výrobky a služby určené pre zákazníkov vyvolávajú spotrebu podnikových procesov, ktoré sa skladajú z postupnosti elementárnych činností. Každá činnosť v sebe spája viac procesov.

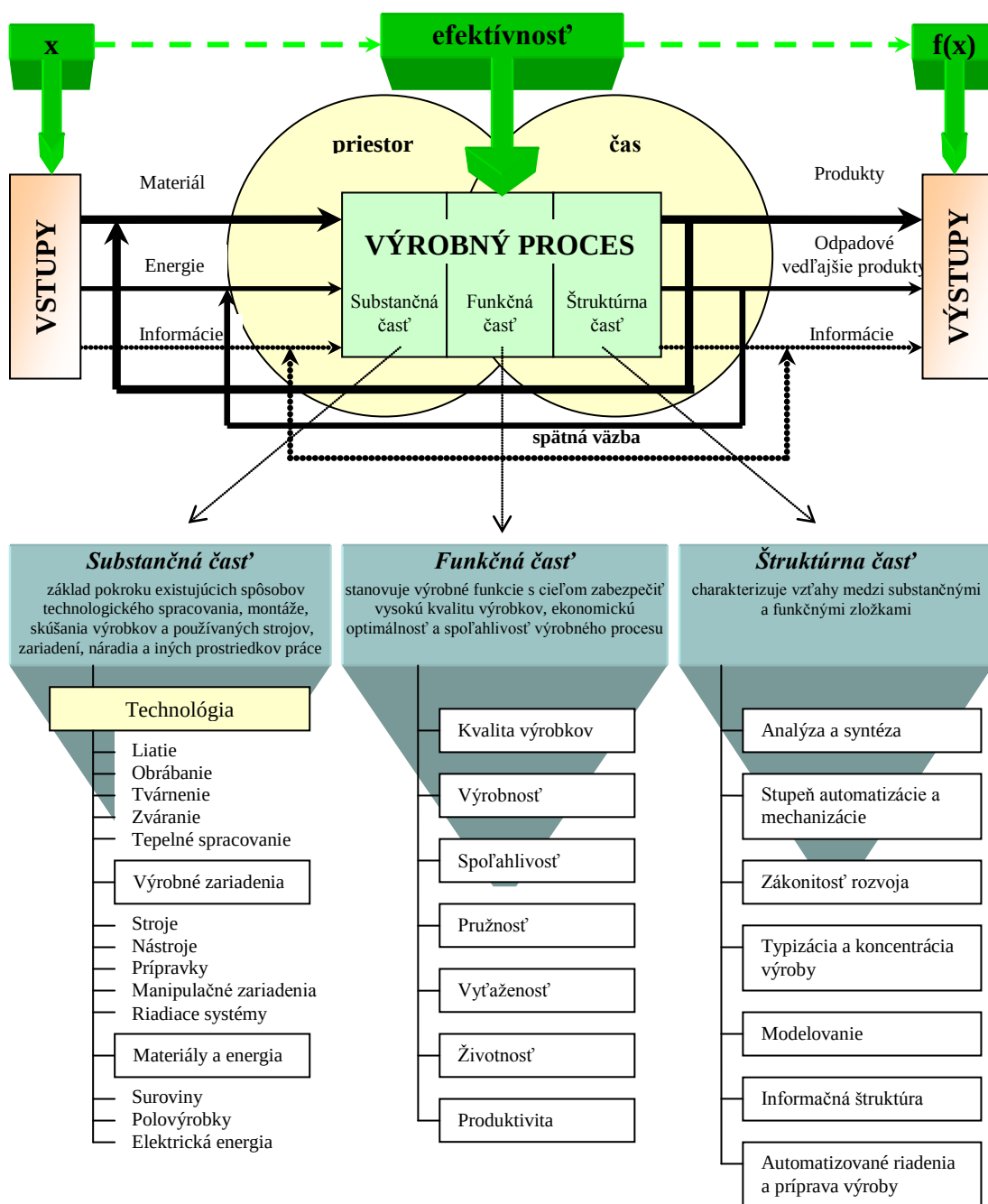
Výrobný proces

Výrobný proces môže byť modelovo znázornený ako prepojený systém zdrojov, výrobkov, procesov, operácií, činností, plánov a udalostí (obrázok 1). Výrobné procesy sú zamerané na transformáciu potrebných vstupov na požadované výstupy. **Výrobný proces** je možné charakterizovať nasledovne:

- Je to tvorivý proces, ktorého funkciou je tvorba úžitkových hodnôt a predstavuje hlavnú činnosť podniku.
- Pozostáva z celého radu pracovných, automatických prírodných procesov a je ohraničený časovým a priestorovým intervalom.
- Je to súbor činností ľudí, strojov, fyzikálnych procesov, ktorých výsledkom sú určité druhy výrobkov.

Základným poslaním výrobného procesu je tvorba produktov pre úspešnú podnikateľskú činnosť, pričom každý výrobný proces je charakterizovaný nasledovnými znakmi:

- má stanovený **cieľ**,
- má vymedzený **priestor**, v ktorom sa sám realizuje,
- má konkrétnu **technológiu**,
- má nároky na **vstupy**.



Obr.1 Výrobný proces a jeho rozklad

Výrobu možno charakterizovať z troch stránok:

- **Vecná stránka – transformačný proces** – vo výrobe sa mení vecná podstata výrobných vstupov na konkrétnu vecnú podstatu výrobkov.
- **Organizačná stránka – kombinačný proces** – vo výrobe ide vždy o kombináciu výrobných faktorov tak, aby sa dal zhotoviť vopred určený výrobok.
- **Hodnotová stránka – reprodukčný proces** – sleduje sa prostredníctvom neustáleho kolobehu procesov financovania a investovania.

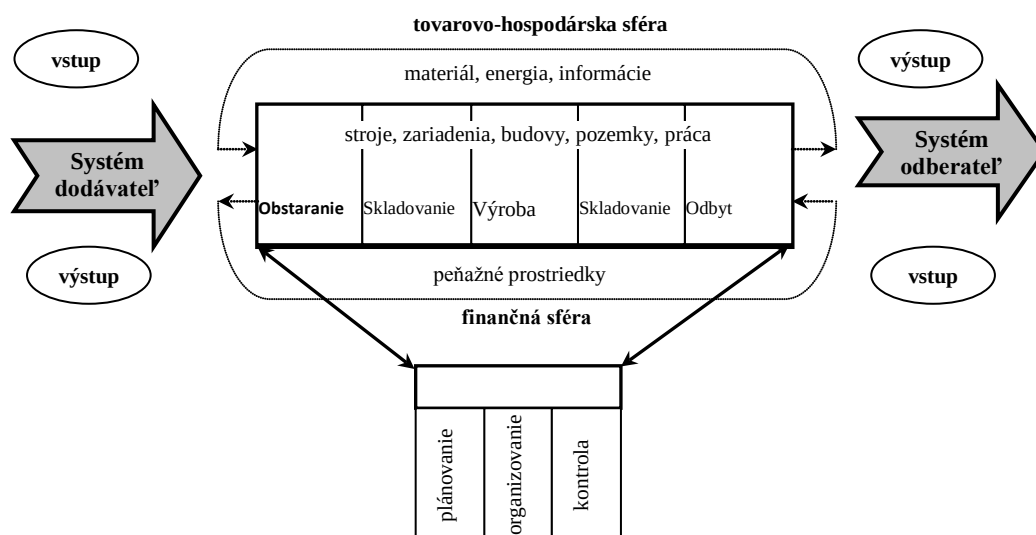


Transformačný proces podniku je komplex všetkých podnikových činností zameraných na premenu príslušných vstupov, ktoré vchádzajú do výrobného procesu na výstupy, s cieľom dosiahnutia maximálneho výstupu, pri minimálnej spotrebe vstupov. Vo svojej podstate predstavuje proces premeny hodnoty, ktorá v podobe rôznych vstupov a pôsobením jednotlivých podnikových činností prechádza celým podnikom a viaže podnik na jeho okolie.

Pri zabezpečovaní transformačného procesu vstupov na výstupy uskutočňuje podnik rôznorodé činnosti a aktivity, ktoré sú zamerané na realizáciu a plnenie cieľov. Činnosti podniku sú zamerané na:

- zabezpečenie transformačného procesu výrobnými faktormi,
- tvorbu výkonov,
- realizáciu vyrobených výrobkov a služieb.

Podnikový transformačný proces pozostáva z troch základných fáz: **obstarávanie, výroba, odbyt**. Medzi základnými fázami podnikového transformačného procesu sa nachádzajú fázy **skladovania** (obrázok 2).



Obr.2 Transformačný proces z hľadiska činností

Jednotlivý podnik v systémovo orientovanom pozorovaní nemôže byť analyzovaný samostatne. Výstup výrobného procesu v jednom podniku je veľmi často vstupom do výrobného procesu iného podniku. Vstupno-výstupný systém nemožno analyzovať bez oboch susedných systémov, vstupný systém dodávateľ – výstupný systém odberateľ.

Podnikový transformačný proces pozostáva z dvoch vzájomne prepojených sfér:

- **tovarovo-hospodárskej**, naturálnej, ktorá je tvorená z prvkov v materiálnej podobe a pracovných síl,
- **finančnej**, ktorá predstavuje obeh finančných zdrojov v podniku. Tá je spojená s obehom peňazí, pri ktorom podnik vstupuje do peňažných vzťahov s rôznymi subjektmi. Podnik zabezpečuje vstupy – obstaráva zásoby materiálu, tovaru, nakupuje stroje, zariadenia, budovy, vypláca mzdy zamestnancom a podobne. Súčasne realizuje vlastné výstupy – výrobky a služby, a tým dochádza neustále ku kolobehu tovaru a peňažných prostriedkov. V podniku vznikajú peňažné príjmy a výdavky, rozdielom ktorých, k určitému okamihu, vzniká finančná potreba.



Úspešnosť podnikového transformačného procesu je ovplyvnená riešením troch základných otázok:

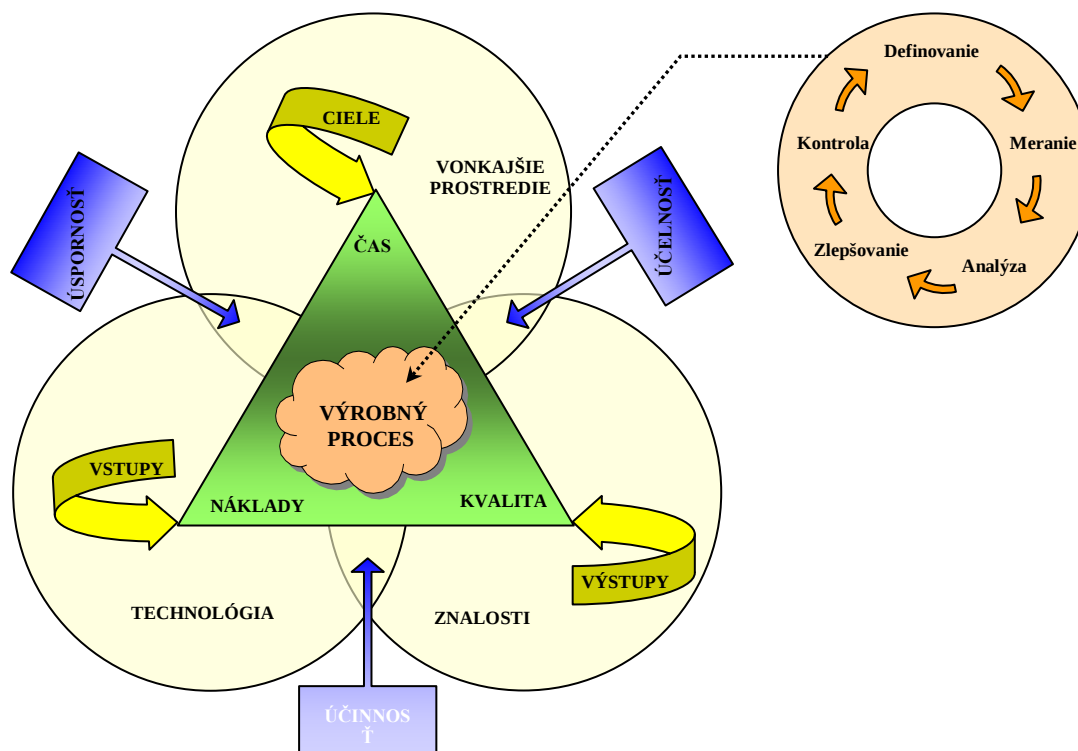
- **Čo a aké produkty** bude podnik vyrábať? Jej riešenie patrí k základným strategickým rozhodnutiam v každom podniku. Efektívne hospodáriaci podnik by mal vyrábať len také výrobky, ktoré zákazníci budú požadovať.
- **Čím a akými prostriedkami** bude podnik vyrábať, akou technikou a akú technológiu použije? To je určované vedecko-technickou úrovňou rozvoja a predovšetkým ponukou a dopytom po výrobných faktoroch na trhu. Trh faktorov určuje výšku miezd, ceny výrobných faktorov, možnosti ich získania a podobne.
- **Ako sa dané produkty vyrobia?** To je dané súťažou medzi jednotlivými výrobcami a súvisí to bezprostredne s predchádzajúcimi otázkami. Najlepší spôsob ako ostať v cenovej súťaži a maximalizovať zisk, je udržať najnižšie náklady uplatnením najefektívnejších výrobných postupov.

Vstupy a výstupy výrobného procesu

Základnými aspektmi transformačného procesu podniku sú:

- vstupy,
- výstupy,
- proces transformácie – výrobný proces.

Všetky vstupy a výstupy z transformačného procesu tvoria jeho prvky. *Na fungovanie podniku majú vplyv všetky vstupy a výstupy, aj keď niektoré môžu byť považované za dôležitejšie a iné za menej dôležité. V podnikovom transformačnom procese sú výstupy funkciou vstupov* (obr.1).



Obr.3 Faktory ovplyvňujúce efektívnosť výrobného procesu



Úlohou podniku je úsporne, účinne a účelne transformovať vstupy na výstupy. Všetky zložky efektívnosti podniku, ktoré je možné zapísať ako **3Ú** (úspornosť, účinnosť, účelnosť) alebo **3E** (economy, efficiency, effectiveness), by mali byť v rovnováhe. **Úspornosť** sa vzťahuje k vstupom a znamená minimalizáciu nákladov pri dosiahnutí stanovených cieľov ako je kvalita, kvantita, načasovanie dodávok, vzťahy s dodávateľmi. **Účinnosť** popisuje vzťahy medzi vstupmi a výstupmi a znamená produkciu požadovaného množstva výstupov pri minimálnom množstve vstupov. **Účelnosť** sa vzťahuje na výstupy so zameraním na uspokojovanie potrieb zákazníkov. Uvedené vzťahy znázorňuje obr.3.

Vstupom pri výrobnom procese sú *výrobné faktory*, ktoré boli do podniku vložené, alebo v podniku spotrebované. Spotrebované výrobné faktory sa vyjadrujú nákladmi podniku. Vložené výrobné faktory sa vyjadrujú ako hodnota vloženého kapitálu. Ani jeden z podnikových výrobných faktorov nestojí pri vstupe do výrobného procesu oddelene, ale všetky sú navzájom previazané, priradujú, resp. podradujú sa, čím tvoria určité kombinácie. Konečným výsledkom tvorby a fungovania týchto kombinácií je naplnenie stanoveného cieľa podniku v určitom období. Podnikové vstupy z hľadiska ich charakteru je možné rozdeliť na:

- materiálové,
- ľudské,
- informačné,
- finančné.

Tab.1 Oblasti analýzy efektívnosti výrobných faktorov

Výrobný činiteľ	Živá práca	Dlhodobý majetok	Zásoby
Oblasť analýzy			
Vybavenosť podniku výrobnými činiteľmi	Priemerný stav pracovníkov Štruktúra pohybu pracovníkov	Priemerný stav dlhodobého majetku Štruktúra dlhodobého majetku	Priemerný stav zásob Štruktúra zásob
Spotreba	Mzdové náklady	Odpisy	Materiálové náklady
Využitie	Analýza časových fondov a dĺžky pracovnej smeny Analýza produktivity práce	Analýza časových fondov, smennosť Analýza účinnosti a využitia kapacity	Analýza viazanosti, obratovosti a materiálovej účinnosti
Reprodukcia	Odmeňovanie a zainteresovanosť pracovníkov	Náklady na opravy, údržbu a obnovu dlhodobého hmotného majetku	Náklady na zásobovanie a skladovanie

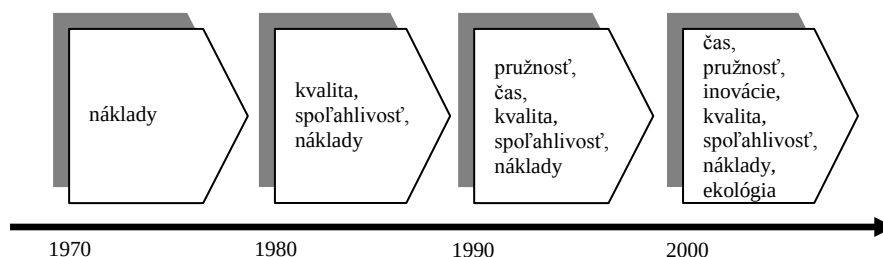
Výstupom sú výkony vytvorené za určité obdobie. Merajú sa vo forme ekonomicko-finančných prínosov, ktoré sú vyjadrené v naturálnom výstupe, ako objem výroby, alebo vo finančnom výstupe, ako výnosy alebo výsledok hospodárenia a sociálnych prínosov, ktoré vyplývajú zo zlepšenia životného prostredia alebo pracovných podmienok, ktoré nie je možné kvantifikovať.

Na fungovanie podniku majú vplyv všetky vstupy a výstupy, aj keď niektoré môžu byť považované za dôležitejšie a iné za menej dôležité.

Samotný výrobný proces podniku je proces, ktorý je potrebné neustále definovať, merať, analyzovať, zlepšovať a kontrolovať. Za základné faktory efektívnosti transformácie vstupov a výstupov je možné považovať **čas, náklady a kvalitu**.



Na týchto ukazovateľoch sú založené konkurenčné výhody podnikov. Konceptie konkurenčných výhod sa zameriavajú na výhody z rozsahu produkcie, nákladové výhody, výhody zamerané na kvalitu až po výhodu z rýchlosti dodávok. Vývoj hlavných faktorov úspechu výrobného podniku v čase je možné znázorniť nasledovne.



Obr.4 Hlavné faktory úspechu výrobných podnikov

Hospodársku činnosť je možné považovať za efektívnu, ak sa uskutočňuje na vysokej technickej a technologickej úrovni, pričom výrobné činitele sa vynakladajú čo najúspornejšie a realizácia výstupu zabezpečuje prijateľný zisk.

Literatúra

- [1] Borovský, A., Vidová, J.: Kritéria hodnotenia výkonnosti podniku. In: 9. medzinárodná vedecká konferencia, Trendy v systémoch riadenia podnikov, Herľany 2006, ISBN 80-8073-660-X, s. 5,
- [2] Liberko, I., Vidová, J.: Ukazovatele hodnotenie ekonomickej efektívnosti podniku. In: INTERCATHEDRA No. 20., Poznaň, Poľsko 2004, s. 96-100. ISSN 1640-3622,
- [3] Mihok, J., Vidová, J., Janeková, J.: Modely hodnotenia výkonnosti a efektívnosti podniku. In: INTERCATHEDRA No. 21., Poznaň, Poľsko 2005, s. 84-88. ISSN 1640-3622.
- [4] Mihok, J., Vidová, J., Janeková, J.: Podnikové hospodárstvo – Ekonomika podniku. SjF TU v Košiciach, Košice 2007, ISBN 978-80-8073-766-5,
- [5] Mihok, J., Vidová, J.: Riadenie podniku v kríze. SjF TU v Košiciach, Košice 2006. ISBN 80-8073-533-6, 246 s.,
- [6] Mikoláš, Z.: Jak zvýšit konkurenceschopnost podniku – konkurenční potenciál a dynamika podnikání. Grada Publishing, Praha 2005. ISBN 80-247-1277-6.
- [7] Strážovská, H. a kol.: Ekonomika obchodného podniku. Sprint vfra, Bratislava 2005, s. 400. ISBN 80-89085-39-3,
- [8] Vidová, J., Mihok, J.: Vybrané metódy hodnotenia efektívnosti výrobného procesu. In: 8. medzinárodná vedecká konferencia, Trendy v systémoch riadenia podnikov, Herľany 2005, ISBN 80-8073-358-9, s. 5,
- [9] Vidová, J.: Analýza efektívnosti z pohľadu hodnoteného objektu. In: 16. Medzinárodná vedecká konferencia „Moderné prístupy k manažmentu podniku“ Katedra manažmentu Fakulty chemickej a potravinárskej technológie, STU v Bratislave, Bratislava 2006, ISBN 80-227-2509-9, s. 521-529,
- [10] Vidová, J.: Aspekty dosahovania efektívnosti a konkurenčnej schopnosti priemyselných podnikov. In: Manažment priemyselných podnikov, 3/2005, Zvolen 2005, s. 24-27. ISSN 1336-5592.



CHARAKTERISTIKY DEMONTÁŽNYCH PROCESOV

Ing. Edita Szombathyová

Rastúce množstvo výrobkov, zariadení a komplexov, ktoré sú už za hranicou životnosti a z ekonomického hľadiska nie je výhodné ich opravovať a udržiavať, vyvoláva potrebu venovať pozornosť ich demontáži a následnému spracovaniu ako odpadu.

Demontážny proces pozostáva z demontážnych operácií, ktorými sa rozoberajú finálne výrobky na celky (montážne uzly, skupiny) a tie na súčiastky a materiály. Realizovaný je v konkrétnej technicky a ekonomicky účelnej postupnosti. Demontáž v organizačnom zmysle začleňuje aj prípravné, pomocné a obslužné činnosti. Demontážne procesy prebiehajú v konkrétnych technických, technologických, organizačných a ekonomických podmienkach. Sú určované :

- druhom, objemom a variantnosťou demontovaných výrobkov,
- používanou demontážnou technológiou,
- úrovňou používanej demontážnej techniky a používaných demontážnych systémov,
- systémom plánovania, organizácie, riadenia a pracovným prostredím. [1]

Špecifické znaky demontážnych procesov sú :

1. V demontážnych procesov sa realizuje kompletná likvidácia finálneho výrobku.
2. Efektívnu realizáciu demontážnych procesov podmieňuje aj demontáži prispôsobená konštrukcia výrobku.
3. Demontážne procesy sa realizujú podľa určených pravidiel, ktoré vyplývajú z danej štruktúry výrobkov.
4. Demontáž predstavuje profesijnú oblasť, v ktorej niektoré ručné úkony majú svoje významné miesto a ťažko sa nahradzujú strojovou prácou.
5. Demontážny proces je ovplyvnený predchádzajúcimi vlastnými montážnymi úkonmi..
6. Pri organizovaní demontážnych procesov sa objavuje rozporné pôsobenie princípů diferenciácie a koncentrácie operácií. Automatizácia demontážnych operácií si vyžaduje uplatňovanie princípů koncentrácie. Zvyšovanie produktivity založené na racionalizácii ručných úkonov si vyžaduje aplikáciu princípů diferenciácie.

Demontážna operácia, ako základná štruktúrna jednotka je ukončenou časťou demontážneho procesu. Realizovaná je pri demontáži uzla, resp. výrobku jedným alebo viacerými pracovníkmi, na jednom pracovnom mieste bez prestavenia demontážnych prostriedkov. V rozhodujúcej miere ovplyvňuje výrobnosť, kvalitu a ekonomické výsledky demontážneho procesu. Je základnou jednotkou pre projektovanie demontážnych procesov. Demontážne operácie sa realizujú na pracovnom mieste - demontážnom pracovisku. Je to vymedzená časť výrobného priestoru, vybavená potrebnými demontážnymi prostriedkami. Umožňuje realizáciu jednotlivých druhov demontážnych operácií. Demontážne operácie sú aplikované :

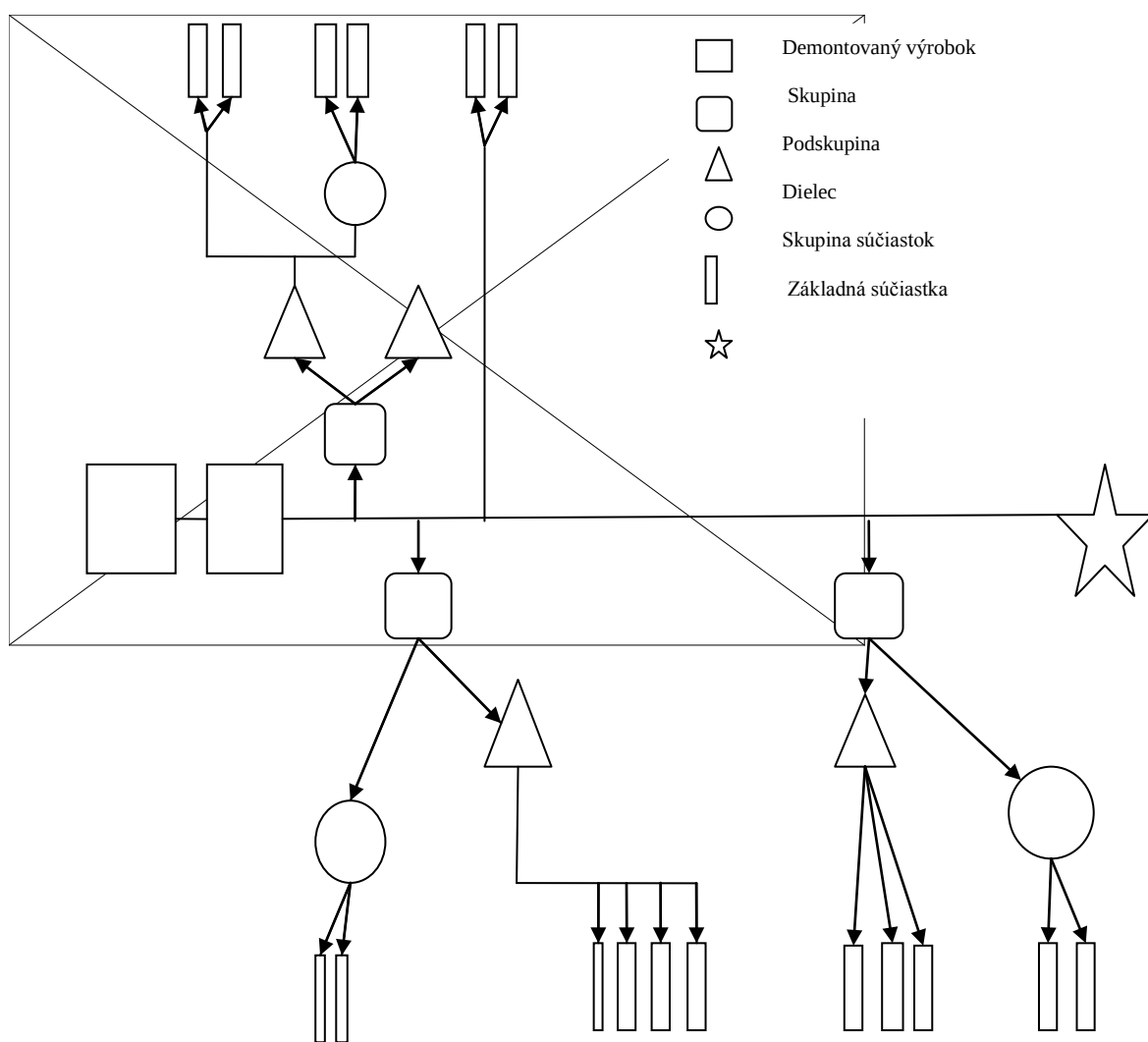
- na finálnych výrobkoch,
- na uzloch, podskupinách a skupinách,
- na individuálnych súčiastkach [1].



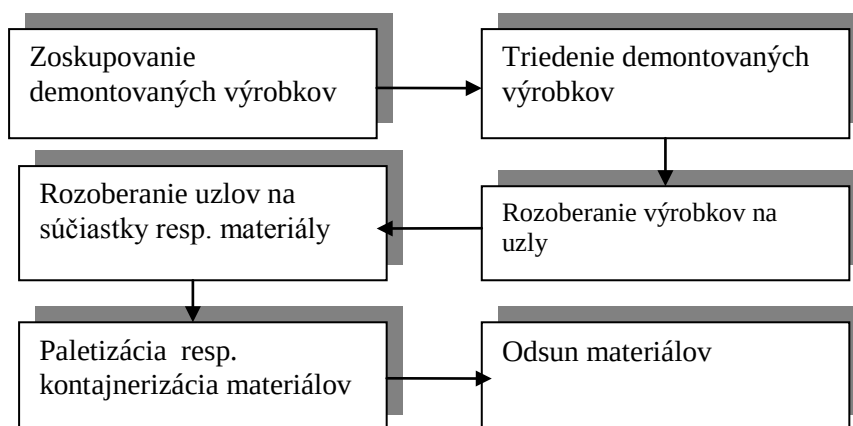
Činnosť spojená s realizáciou demontážnych operácií, úsekov a úkonov sa určuje pri rozpracovaní demontážneho procesu a zapisuje sa do technickej dokumentácie, t.j. do demontážneho postupu. Úkony jednotlivých úsekov sú v mnohých prípadoch špecifikované. V neautomatizovanej demontáži sa realizujú podľa individuálnych postupov pracovníkov. Princíp demontáže výrobku podľa [1] je ilustrovaný na (obr.1).

Demontážne operácie môžu mať štruktúru, ktorej skladba je uvedená na (obr.2). Ide najčastejšie o logický sled funkcií: odoberanie výrobkov so skladov resp. z operačných zásobníkov, ich orientovanie, oddeľovanie, triedenie, upínanie, vlastné rozpájanie, odoberanie odmontovaných uzlov a celkov, kontrola, paletizácia do dopravných paliet a pod [1].

Logická skladba jednotlivých funkcií môže byť variantná a závisí od konkrétnych aplikačných podmienok demontáže výrobku.



Obr.1 Schéma demontáže výrobku



Obr.2 Štrukturálna skladba demontážnej operácie

Podstatný vplyv na realizáciu demontážnych procesov má automatizácia. Podľa stupňa automatizácie je možné rozlišovať :

- manuálnu demontáž,
- čiastočne automatizovanú (mechanizovanú) demontáž,
- automatizovanú demontáž,
- automatickú demontáž.

Manuálna demontáž je tradičný, v niektorých prípadoch z technického a ekonomického hľadiska nevyhnutný, spôsob likvidácie výrobkov. Využíva sa pritom prevažne energia rúk pracovníkov. Za ručnú demontáž sa považujú aj také činnosti, pri ktorých sa využíva mechanizované náradie (v menej ako tretine demontážnych činností).

Charakteristické pre manuálnu demontáž je:

- používanie jednoduchých prípravkov,
- používanie univerzálnych demontážnych nástrojov,
- odkladanie demontovaných súčiastok pri ich minimálnom premiestnení,
- ekonomická manipulácia a doprava výrobkov a demontovaných uzlov, súčiastok a materiálov,
- ergonomicky optimálne pracovné miesto pracovníka (opierky rúk, nôh a pod). [1]

Pri tvorbe demontážneho procesu je možné spravidla postupovať nasledovným spôsobom:

- analyzovať vstupné informácie:
 - zostavný výkres daného výrobku,
 - súčiastky, z ktorých bol výrobok zmontovaný.
- určiť poradie demontážnych operácií.
- z výrobkov odstraňovať najprv všetky časti, pozostávajúce z nebezpečných látok,
- posúdiť vhodnosť súčiastok na recykláciu, renováciu alebo zničenie.
- Navrhnuť spôsob ukladania jednotlivých demontovaných komponentov do vopred pripravených zásobníkov pre ich odvoz na ďalšie spracovanie.



Demontážne pracoviská je potrebné vybavovať potrebným náradím a pracovnými pomôckami. Napr.:

- pneumatickým náradím – vŕtačky, skrutkovače, kompresory,
- elektrickým náradím – rozbrusovačky,
- ručným náradím – kľúče, skrutkovače, kliešte,
- dielenskými strojmi – zveráky, lisy,
- pracovnými pomôckami – pracovné stoly, regály, prepravky. [2]

Aby demontáž nebola finančne nákladná, pozornosť sa zameriava aj na oblasť jej prípravy. Pre znižovanie nákladov na demontáž je potrebné dodržiavať nasledovné pravidlá:

- stanovenie zmysluplného rozsahu demontáže po stránke hospodárskej aj ekologickej. Demontované časti je vhodnejšie triediť podľa materiálu a nie podľa druhu časti,
- zabezpečenie dostupnosti demontážnych nástrojov pre spoje a uľahčenie nájdenia spájaných miest,
- vloženie prevažne rovnakých druhov spojov na jeden výrobok (pri demontáži je potrebných menej nástrojov a náradia),
- umožnenie jednoduchšej mechanizácie alebo automatizácie demontáže,
- vyvarovať sa poškodeniu častí, ktoré sa ešte dajú opraviť a použiť,
- podpora triedeného zberu a evidencie materiálov,
- minimalizácia počtu spojovaných miest, ich zjednotenie a sprístupnenie,
- rozčlenenie výrobku na demontážne skupiny podľa využiteľnosti jednotlivých častí,
- uprednostnenie ľahko demontovateľných spojovacích alebo zabezpečovacích prvkov.

V súčasnej dobe začína prevládať trend takej konštrukcie a výroby výrobkov, ktorá by zohľadňovala a uľahčovala ich demontáž a následné zhodnocovanie, najmä opätovné využitie materiálu resp. celých súčiastok.

Literatúra

- [1] Kováč, J., Svoboda, M., Liška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000. ISBN 80-7099-504-1
- [2] Lehotay, R.: Inovačná štúdia demontážneho systému dožitých výrobkov. Dip.práca. Košice: TU, SjF, 2008
- [3] Nof, S., Y., Wilhelm, W., E., Warnecke, H., J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
- [4] Senderská, K.: Inovačné metódy a techniky a ich uplatnenie v procese projektovania montážnych systémov. Transfer inovácií č. 5/2002, TU v Košiciach, SjF
- [5] Svoboda, M., Kováč, J., Štefánek, M.: Technológia montáže. ES VŠT Košice, 1988
- [6] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2008



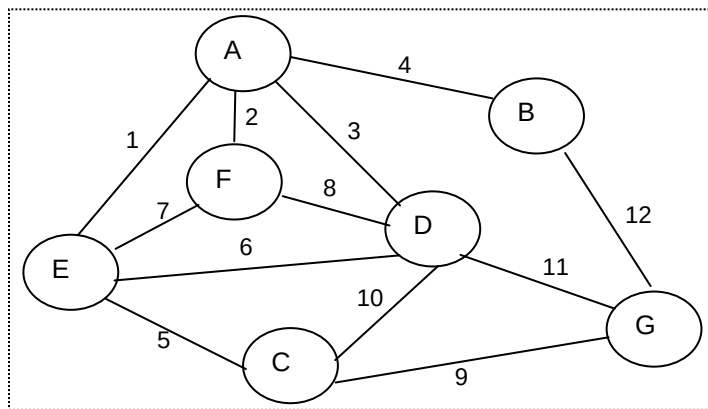
DEMONTÁŽNY POSTUP A JEHO MODELOVANIE

Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Typickou pre demontážny postup daného produktu je variantnosť ciest ako dospieť k cieľu. Snahou je vybrať optimálny variant z hľadiska bezpečnosti, jednoduchosti, rýchlosti a efektívnosti. Odlišnosti vo variantoch sú teda posudzované z viacerých hľadísk. Zverejnených bolo množstvo článkov na tému demontážneho plánovania, rozvrhovania demontážnych procesov a operácii. Napriek tomu sa veľmi málo pozornosti venuje výskumu v oblasti selektívnej demontáže, ktorá si vyžaduje demontáž vybraných komponentov s vysokým potenciálom opätovného požitia. Cieľom selektívnej demontáže je stanoviť demontážne postupy pre vybrané komponenty s minimálnym odstránením ďalších komponentov. Tieto analýzy sú obvykle časovo náročné a nákladné kvôli vysokému počtu možných demontážnych postupov.

Pri dekompozícii produktu je možné vychádzať z metódy navrhutej *Lambertom (1997)*, ktorá spočíva v determinovaní optimálnej demontážnej postupnosti pre rozličné produkty použitím **spojovacej analýzy**, resp. analýzy spojení.

Na to, aby bolo možné namodelovať demontážny postup produktu, je v prvom rade potrebné poznať, z akých základných komponentov sa skladá, a aké sú medzi nimi prepojenia. To umožňuje determinovať základné väzby v štruktúre produktu a vytvoriť tzv. **montážny spojovací graf produktu** (obr.1). Vzťah medzi jednotlivými komponentmi v produkte je vytvorený na základe mechanického vzťahu medzi nimi a elektrickými prepojeniami v produkte.



Obr.1 Všeobecný montážny spojovací graf produktu

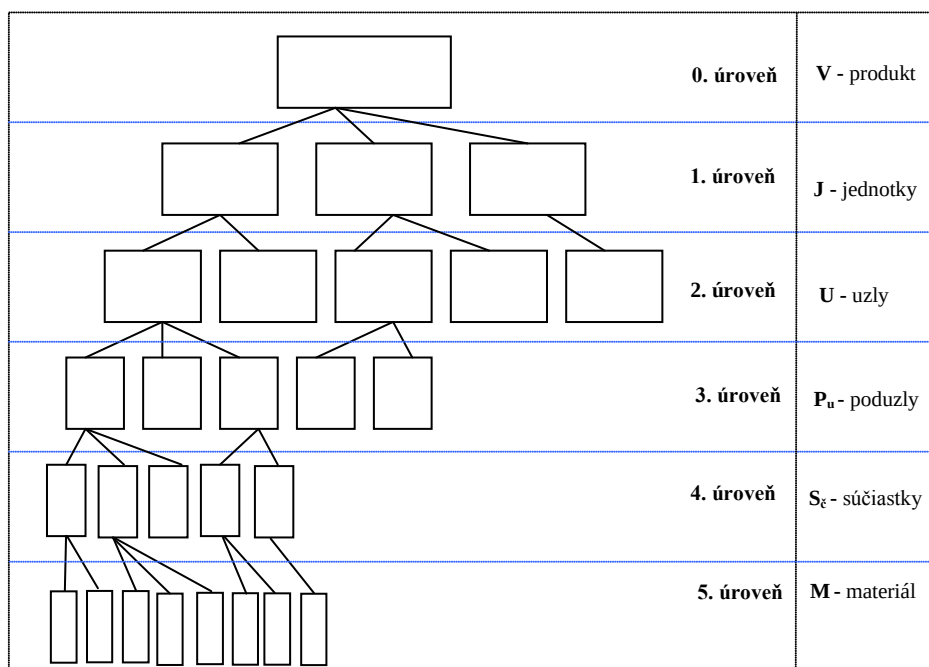
Všeobecný montážny spojovací graf produktu znázorňuje sieť uzlov a vetiev, kde uzly reprezentujú hlavné časti produktu a vetvy vzťahy medzi nimi. Vetvy sú očíslované, pričom ich počet naznačuje počet spojení v danom produkte (nie postup demontáže jednotlivých častí, resp. prioritné vzťahy). Funkciu, ktorú v súvislosti s demontážou tieto spojenia v montážnom spojovacom grafe zastupujú je oddeliť spojenie medzi konkrétnymi časťami. Prehľad o jednotlivých komponentoch a vzájomných vzťahoch medzi nimi možno tabelizovať. Tabuľka môže pozostávať z označenia časti, zo zobrazenia danej časti, určenia materiálu časti, jej hmotnosti, informácie o tom, s ktorou ďalšou časťou je daná časť prepojená (mechanicky alebo elektricky), atď. Je to nevyhnutné z hľadiska vytvorenia predbežného prehľadu o možnostiach konečného použitia danej časti dožitého produktu. Návrh tabuľky pre identifikáciu základných častí produktu je uvedený v tab.1.



Tab.1 Identifikácia základných častí produktu

kód	časť	materiál	váha [g/ks]	montáž - demontáž vzťahy	typ spojenia	končené použitie	počet [ks]	%podiel na celkovej hmotnosti	možnosť opravy

Na dekompozíciu produktu je vhodný **demontážny stromový graf**, ktorý je vytvorený na základe predošlých informácií o danom produkte, jeho komponentoch a štrukturálnych vzťahoch. Je dôležitý z toho hľadiska, že umožňuje lepšie pochopiť hierarchickú štruktúru produktu a napomáha pri modelovaní jednotlivých demontážnych krokov potrebných k dosiahnutiu špecifických a vybraných komponentov produktu. Príklad modelu všeobecného hierarchického demontážneho stromu je zobrazený na obr.2.



Obr.2 Všeobecný príklad demontážneho stromového grafu

Všeobecná interpretácia je zapísaná množinovým zápisom pre každú úroveň rozkladu v tvare:

$$V(v_{11}, \dots, v_{1n}), J(j_{11}, \dots, j_{1n}), U(u_{11}, \dots, u_{1n}), P_u(p_{11}, \dots, p_{1n}), S_g(s_{11}, \dots, s_{1n}).$$

Úrovní rozkladu je šesť, pričom nultú úroveň predstavuje produkt ako celok a šiestu úroveň materiálové zloženie jednotlivých súčiastok produktu, čo je dôležité z hľadiska materiálového zhodnocovania produktu.

Demontážny stromový graf teda umožňuje efektívne popísať rozklad produktu, pričom jeho praktickou aplikáciou je **demontážny kusovník**. Pokiaľ je konečný stav rozkladu neznámy, problém rozmanitosti rozloženia produktu na jednotlivé časti komplikuje tento presný popis.



Demontážny kusovník poskytuje zobrazenie fyzickej štruktúry produktu v zmysle demontáže. Z analýzy [1] vyplýva, že realizácia efektívnej demontáže je postavená práve na demontážnom kusovníku, ktorý by mal obsahovať informácie o **častiach (súčiastkach), spojovacích prvkoch a štruktúre spojení**. Demontáž produktu je uskutočňovaná dovtedy, pokiaľ nie sú získané požadované komponenty, alebo už nie je možný ďalší rozklad, čo môže byť spôsobené nedosiahnuteľnosťou komponentov alebo limitovanými zdrojmi. Návrh tabuľky pre demontáž produktu je uvedený v tab.2.

Tab.2 Príklad tabuľky demontáže produktu

operácia	vzťah medzi demontovanými časťami	demontážny postup	nástroj	obtiažnosť	čas demontáže [sec., min.]

Model demontáže produktu pozostáva na jednej strane z potrebných informácií o súčiastkovej špecifikácii ako charakteristiky dielov, hmotnosť, informácie o materiáli, geometrii a rozmeroch a na strane druhej z dát o spojovacej špecifikácii ako spojovací partneri, použitá spojovacia technika a vhodné nástroje pre demontáž. Okrem toho sú dané aj vzťahy z hľadiska priority vo forme obmedzení v modeli produktu. Dôležité sú informácie o frakciách a ich cesta zhodnotenia, ich zloženie (montáž) a dosiahnuteľné tržby, ako aj náklady na likvidáciu odpadu. Dodatočne sú vytvorené informácie o nebezpečných a škodlivých látkach. Pre demontované produkty musia byť naplánované demontážne procesy a priebehy, ako aj vytvorenie koncepcie demontážneho systému.

Literatúra

- [1] Das.K., Naik, S.: Process planning for product disassembly. In: International Journal of Production Research, vol. 40, no. 6, ISSN: 0020-7543, Taylor and Francis. Ltd., 2002, dostupné na: <http://www.ecodesign.gr/docs/DFD/tayl2.pdf>,
- [2] Adderon-Kiril Penev: Disassembly and recycling of electronic consumer products an overview. In: Technovation, Vol. 15, no. 6, Elsevier Science Ltd., 1995, 363-374, dostupné na: <http://alexandria.tue.nl/repository/freearticles/612587.pdf>,
- [3] Badida, M., Bosák,M., Moravec,M.: Recyklácia odpadov z elektrozariadení. SjF TU v Košiciach, 2006, ISBN 80-8073-583-2,
- [4] Gupta, S., M., Lambert, A.,J.,D.: Environment Conscious Manufacturing. CRC Press, Florida, USA, 2007, ISBN 0-8493-3552-3,
- [5] Lambert, A.,J.,D., Gupta, S., M.: Disassembly Modeling for Assembly. Maintenance, Reuse, and Recycling, CRC Press, 2005, Florida, USA, ISBN 1-57444-334-8.
- [6] Nof, S., Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
- [7] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2008



PROCES DEMONTÁŽE ELEKTROSPOTREBIČOV

Ing. Peter Trebuňa, PhD.

Úžitkové vlastnosti výrobkov sa v priebehu ich životnosti menia. Je to dôsledok rôznych vonkajších a vnútorných vplyvov (opotrebenie, poškodenie, preťaženie, únava), ktoré na nich pôsobia a predurčujú, tak dĺžku ich prevádzkyschopnosti. Ak už výrobok nedokáže plniť funkciu, na ktorú bol pôvodne určený je potrebné sa rozhodnúť o jeho ďalšom využití. Možnosti spracovania a následného zhodnotenia elektroodpadu sú na obr.1. Elektrospotrebiče sú neoddeliteľnou súčasťou každodenného života. Ich vývoj sa neustále zrýchľuje a cenovo sú stále viac dostupnejšie. Toto so sebou prináša závažný problém.

Problematika týkajúca sa plánovania demontážnych postupov zahŕňa vytvorenie uskutočniteľného plánu a jeho implementáciu do demontážnej prevádzky. Z prieskumu štandardných demontážnych prevádzok výskumníkmi Sanchoy K. Dasom a Sandeep Naikom z Institute of Technology, Newark, USA vyplynulo, že efektívny model plánovania demontážneho procesu má nasledovné charakteristiky:

- schopnosť pracovať s obmedzenými informáciami o výkresovej dokumentácii výrobku,
- mal by byť zrealizovaný a splnený s minimálnym časom a úsilím,
- mal by zahŕňať standardizované označenie pre popis spojení a potrebných nástrojov.



Obr.8 Možnosti spracovania a zhodnotenia elektroodpadu

Demontážny postup je vyjadrením procesných krokov deštrukcie spojení medzi jednotlivými časťami výrobku smerujúcich k získaniu požadovaného výstupu. Demontážny postup by mal podľa [3] prebiehať v troch fázach. **V prvej fáze** sa demontér pokúša zlepšiť prístupnosť k rôznym častiam výrobku. Výsledkom tejto fázy však nie je uvoľnenie časti, alebo súčiastky. **V druhej fáze** sú uvoľnené hodnotné súčiastky a demontážne celky (tzv. produktové zhodnotenie).



V tretej fáze sa realizuje triedenie pre uľahčenie procesu materiálovej recyklácie. To zabezpečuje vysoký stupeň vstupnej čistoty pre následný proces drvenia vstupného materiálu, výsledkom je lepšia kvalita recyklovaného materiálu (získanie hodnotného obsahu).

Z analýzy podľa [3] vyplýva, že realizácia efektívnej demontáže je postavená na demontážnom kusovníku, ktorý musí obsahovať informácie o **častiach, upevňovacích prvkoch a štruktúre spojení**.

Časti (súčiastky)

Výrobok sa skladá z niekoľkých ľahko rozpoznateľných častí, ktorých kompletný zoznam je priamo odvodený z kusovníka. Efektívna demontáž si vyžaduje, aby projektant demontážnych procesov poznal materiálové zloženie každej časti kvôli hodnote pri jej potenciálnom opätovnom použití. Musí byť oboznámený so všetkými nebezpečnými vplyvmi a špeciálnymi požiadavkami na ich nakladanie. Demontážny kusovník je obvykle súhrnnou verziou montážneho kusovníka, pričom detailné informácie o jednotlivých častiach nie sú obvykle požadované. Kľúčovou otázkou pre vytvorenie zoznamu častí je rozhodnutie, do akého stupňa bude demontáž rozvinutá. Ako pomôcku pri tvorbe demontážneho kusovníka navrhujú Sanchoy K. Das a Sandeep Naik nasledovné pravidlá pre stanovenie, či by skupiny spojených častí mohli byť v demontážnom kusovníku uvedené ako jedna časť:

1. ak je homogenita materiálov vysoká (napr. motor automobilu),
2. ak riziko alebo iné podmienky by mohli naznačovať, že integrované montážne celky by mali byť odobraté ako celok (batérie, nádrž na benzín),
3. ak spojenia častí sú veľmi silné ako napr. pri zvarových spojeniach, naznačujúce veľké demontážne úsilie a s veľkou pravdepodobnosťou neziskové (podvozok z auta),
4. ak je známa vysoká efektívnosť spracovania materiálovo kombinovaných častí drvením/recykláciou (kombinácia plast a oceľ),
5. ak je známe, že skupina spojených častí má malú materiálovú hodnotu, resp. nízku možnosť opätovného použitia, a preto sú určené na skládkovanie alebo spálenie.

Spojovacie prvky

Demontážny proces je konštrukčne zacielený na spojovacie prvky. Efektívna demontáž si vyžaduje, aby mal demontér znalosť o tom, ako sú jednotlivé časti výrobku prepojené. Obvykle však nie je nevyhnutné, aby demontér poznal materiálovú štruktúru spojení, okrem nasledujúcich prípadov:

- ak je materiál známy tým, že bráni efektívnej recyklácii,
- ak je pomerná väčšina spojení dôležitá.

V demontážnom kusovníku musia byť uvedené rozličné skupiny spojení, identifikovaný typ spojenia a množstvo (číslo) spojení v každej skupine. Skupina spojení je zoskupenie jednoduchých spojení napr. štyroch skrutiek, ktoré spájajú dve, resp. viacero spojovacích častí (dve časti sú posudzované ako spojené, ak medzi nimi existuje fyzický kontakt).

Štruktúra spojení

Demontáž je proces fyzického oddelenia výrobku do jeho častí alebo montážnych podskupín, teda súčiastková štruktúra spojení je kľúčovým parametrom pri príprave demontážneho postupu a musí byť adekvátne popísaná v demontážnom kusovníku. Ideálna montáž je taká, v ktorej je len jeden spojovací prvok a je uvoľnený jedným jednoduchým úkonom. To umožňuje jednoduchú demontážnu prácu a postup len s jedným krokom.



Pre akékoľvek združené časti (súčiastky) Das a kol. určili tri možné spojovacie vzťahy:

Typ 0: prípad, ak dve súčiastky spojené nie sú.

Typ 1: časti sú zmontované s oddeľovacími spojovacími prvkami.

Typ 2: časti sú zmontované so spojovacími prvkami integrovanými (zabudovanými) do jednej z častí.

Typ 3: časti sú spojené, ale neobsahujú žiadne priame spojenia.

Štruktúra spojení determinuje možnosti prístupu rôznych častí a spojovacích prvkov. Nie je možné odstrániť zakryté časti pokiaľ nie je odstránený kryt. Pretože demontážny postup sa môže realizovať rôznymi spôsobmi, prístupové možnosti nemožno jednoducho namodelovať ako opak montážneho postupu. Lepšou cestou k modelovaniu prístupových možností je identifikovať pre každú časť skupinu obmedzujúcich častí, ktoré predstavujú hranice demontážneho procesu.

Všeobecnou otázkou pre výrobcu, demontážne a recyklačné prevádzky je, prečo sa trápiť s demontážnou vyradených výrobkov. Argumentom pre demontáž môže byť aj malá časť znovu použiteľného obsahu. Výrobok by bol v tomto prípade ako celok vstupom do procesu drvenia. Samozrejme, ak je prínos z procesu drvenia a následnej materiálovej recyklácie taká, že by mohlo byť možné opätovne efektívne použiť väčšinu materiálového obsahu. V tomto prípade bude preferovaný proces drvenia. Platí to predovšetkým pre produkty s vysokým stupňom materiálovej homogenity (napr. plastové obaly, hračky, plastový záhradný nábytok, atď.) alebo produkty s vysokou koncentráciou vzácnych materiálov (plošné spoje). Existuje však niekoľko ďalších rovnako dôležitých dôvodov prečo realizovať demontáž výrobkov na súčiastky, a to:

- využitie súčiastok s vysokou hodnotou opätovného použitia,
- spracovávanie a bezpečné disponovanie s časťami s nebezpečným obsahom (batérie, palivové nádrže, ortuť),
- spracovávanie častí s vysokou tepelnou hodnotou pre ďalšie spaľovanie (pneumatiky, guma),
- rozkladanie častí a komponentov kvôli predchádzaniu neoprávneného opätovného predaja.

Recyklácia elektroodpadu vytvára možnosti pre získanie širokého sortimentu surovín vhodných pre ďalšie použitie. Výstupy bývajú v závislosti na použitej technológii rôznej kvality. Vždy sa však jedná o zmes železných kovov, plastov, koncentrátov medi (jemná frakcia navyše obsahuje drahé kovy), hliníka, atď. Závisí na trhových možnostiach, do akého finálneho výstupu je potrebné technologický postup smerovať. Dôležitý je taktiež vplyv na životné prostredie, keďže pri neodbornom, resp. nevhodnom spôsobe recyklácie môžu do okolitého prostredia uniknúť látky, ktoré ohrozujú zdravie a život organizmov vôbec.

Literatúra

- [1] Badida, M., Majerník, M., Šebo, D., Hodolič, J.: Strojárska výroba a životné prostredie. Viena, Košice, 2001, ISBN 80-7099-695-1,
- [2] Smrček, J.: Prevádzka a údržba automatizovaných zariadení. Sjf TU Košice, Elfa spol. s r.o., Košice, 1996. ISBN 80-88786-25-8,
- [3] <http://www.elektrosrot.cz/index.php?art=8>,
- [4] <http://www.ecodesign.gr/docs/DFD/tayl2.pdf>http://www.ietc.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/EWasteManual_Vol2.pdf,
- [5] <http://www.environment.gov.au/settlements/waste/electricals/index.html>.



EFEKTÍVNOSŤ DEMONTÁŽE ELEKTROPRODUKTOV

Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Všeobecne efektívnosť vyjadruje pomer medzi dosiahnutými výsledkami a vynaloženými prostriedkami. Tento pomer by mal byť čo najväčší, aby sa dosiahli maximálne výsledky s vynaložením minimálnych prostriedkov. Ak uvažujeme o efektívnosti v súvislosti s demontážou, je v prvom rade dôležité rozhodnúť sa o ciele a v druhom o spôsobe zhodnotenia jednotlivých častí produktu. To v konečnom dôsledku ovplyvňuje výsledný efekt. Konečné zhodnotenie môže mať podobu *recyklácie* pre nadobudnutie druhotných surovín alebo *získavania a následného využitia* nepoškodených komponentov a súčiastok v rámci opravárenských činností.

Cieľ demontáže, teda, či sa jedná sa o *materiálovú* (komplexnú deštrukciu) alebo *produktovú* recykláciu (získavanie komponentov), charakter (relatívne heterogénne alebo homogénne spektrum inputov) a množstvo spracovávaného elektroodpadu vytvárajú predpoklady pre rozhodnutie sa o:

- *spôsob organizácie* (stupeň automatizácie),
- *usporiadaní pracovísk*, resp. pracoviska,
- *personálnom zabezpečení* (odbornosť pracovníkov, ich počet),
- *vybavenosti pracovísk* (nariadenie, pomôcky, prípravky, prívod energie, dopravníky, zásobníky, atď.), apod.

Automatizovaná demontáž (resp. poloautomatizovaná) bude v blízkej budúcnosti v dôsledku celosvetovo enormne narastajúcemu množstvu elektroodpadu nevyhnutnosťou. Problematickým v súvislosti s automatizáciou demontáže sú predovšetkým vysoké investičné náklady, ktoré znižujú ekonomické efekty. Tu je však potrebné uvažovať vo väčších rozmeroch, t.j. o budúcich dopadoch (predovšetkým environmentálnych) a omnoho vyšších nákladoch, ktoré by vznikli v prípade neriešenia problematiky a boli spojené s odstraňovaním jej dôsledkov (napr. náklady na likvidáciu skládky, znečistenie prostredia).

Stupeň automatizácie závisí od druhu a množstva spracovávaných produktov, ako aj od cieľa demontáže (recyklačné linky - automatizované, servisné dielne – manuálna práca).

Kvalitu a štruktúru výstupov z demontážneho procesu ovplyvňuje predovšetkým použitá demontážna technológia. Výsledkom v prípade *recyklačnej demontáže* je spravidla zmes železných kovov, plastov, koncentrátov medi (jemná frakcia navyše obsahuje drahé kovy), hliníka, a pod (tab.1). Tento spôsob je efektívny v prípade produktov s vysokým stupňom materiálovej homogenity. V opačnom prípade je preferovaná práve demontáž produktov na súčiastky kvôli vysokej hodnote ich opätovného použitia v rámci opravárenskej činnosti.

Predpoklady pre automatizáciu sú vytvárané aj za podpory Európskej komisie v jej úsilí o šandardizáciu (2002/96/ES: Smernica o odpade z elektrických a elektronických zariadení - OEEZ) už pri konštrukčnom návrhu výrobku. Demontáž je menej pracná napríklad, ak sú diely zostavené rovnakým smerom, pri použití rozoberateľných spojov, minimálnej materiálovej druhovosti, a pod.).



Investičné náklady súvisiace so zhodnocovaním dožitých produktov je z časti možné kryť (po splnení podmienok daných smernicou) z dotácií poskytovaných z Recyklačného fondu (neštátny účelový fond zriadený zákonom č. 223/2001 Z.z., ktorý zhromažďuje prostriedky dovozcov a výrobcov komodít povinných platiť príspevky v zmysle tohto zákona).

Vstupy z hľadiska demontáže predstavujú náklady. Výšku nákladov na demontáž ovplyvňuje spôsob jej realizácie t.j. ručná alebo automatizovaná demontáž, resp. kombinácia. Náklady sú priamo úmerné časovej náročnosti procesu demontáže úzko prepojené na mzdové náklady, taktiež na náklady na náhradné diely, náklady spojené s technickým vybavením, so spotrebou energie, atď. Taktiež sa tu zahŕňajú náklady spojené s transportom a zhromažďovaním produktov, náklady na likvidáciu škodlivých a toxických látok (napr. batérie), a pod. ich priebehy, ako aj vytvorenie koncepcie demontážneho systému.

Tab.1 Vstup/výstup a operácie spracovania elektroodpadu

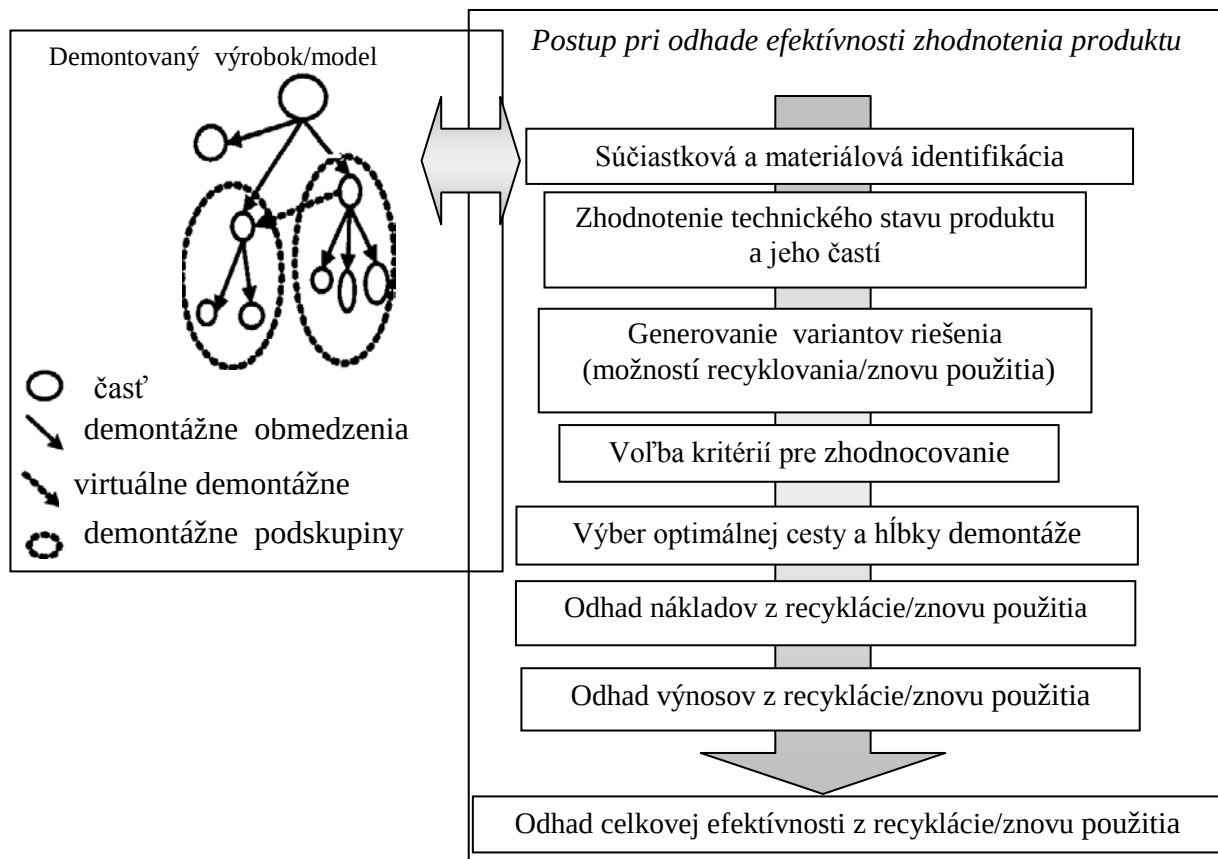
vstup/WEE odpady	operácie/likvidácia/recyklačná technológia	výstup
triedené plasty	recyklácia	plastový produkt
mix plastov	získanie energie/spaľovanie	obnova energie
mix plastov s FR	spaľovanie	obnova energie
CRT	rozbitie/recyklácia	sklenená drvina
tavenina z olova	sekundárna tavenie olova	olovo
zvyšky železných kovov	sekundárna oceľ/recyklácia železa	železo
zvyšky neželezných kovov	sekundárna meď a rafinácia hliníka	meď/hliník
drahé kovy	Au/Ag separácia (rafinácia)	zlato/striebro/platina a paládium
batérie	získanie olova a pretavovanie a separácia	olovo
freóny	obnovenie/znovu použitie a spaľovanie	freóny/obnova energie
oleje	obnovenie/znovu použitie a spaľovanie	obnova olejov/energie
kondenzátory	spaľovanie	obnova energie
ortuť	separácia a destilácia	ortuť

Vo fáze ukončenia životného cyklu produktu je odhad demontážnych a recyklačných nákladov produktu, ako aj plánovanie požadovaných opatrení ústrednou činnosťou. Tu musí byť pre každý produkt pri dodržaní aktuálnych rámcových podmienok stanovený recyklačný stupeň. Pre demontované produkty musia byť naplánované demontážne procesy:

- miera spätného získavania a odstraňovania materiálov a látok z elektroodpadov,
- miera a celkové ekonomické zhodnotenie využiteľných látok,
- náklady na spracovanie elektroodpadov,
- náklady na zneškodňovanie odpadov,
- technický stav a environmentálna bezpečnosť zariadení.



Recyklačné podniky sledujú najčastejšie ukazovatele uvedené na obr. 1 [5]:



Obr.1 Ukazovatele efektívnosti demontáže výrobku

Predovšetkým zahraničná literatúra je zdrojom informácií a znalostí v oblasti demontážneho inžinierstva. V zahraničí sa tejto problematike venuje nielen náležitá pozornosť, ale aj finančné prostriedky, ktoré sú nevyhnutné predovšetkým pre kvalitný výskum a vývoj. V podmienkach Slovenskej republiky sú tieto snahy na počiatku (riešenie problematiky zhodnocovania bielej techniky), keďže práve otázka financovania je najväčším problémom.

Literatúra

- [1] Badida, M., Majerník, M., Šebo, D., Hodolič, J.: Strojárska výroba a životné prostredie. Sjf TU, Viena Košice, 2001, Košice, ISBN: 80-7099-695-1,
- [2] Gupta, S., M., Lambert, A., J., D.: Environment Conscious Manufacturing. CRC Press, Florida, USA, 2007, ISBN: 0-8493-3552-3,
- [3] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena Košice, 2000
- [4] Nof, S., Y., Wilhelm, W., E., Warnecke, H., J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
- [5] www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/11-2008/pdf/187-190.pdf ISSN 1337-7094,
- [6] <http://www.co-design.co.uk/design.htm>,
- [7] http://www.envidom.plus421.com/sk/informacie/pre_recyklatora.php.



TECHNOLÓGIE APLIKOVANÉ PRI DEMONTÁŽI ELEKTROTECHNICKÝCH ZARIADENÍ

Ing. Juraj Šebo, PhD.

Demontážny proces pozostáva z demontážnych operácií, ktorými sa rozoberajú finálne výrobky na celky (montážne uzly, skupiny) a tie na súčiastky a materiály. Realizovaný je v konkrétnej technicky a ekonomicky účelnej postupnosti. Demontáž (v organizačnom zmysle) začleňuje aj prípravné, pomocné a obslužné činnosti. Tieto demontážny proces podporujú a racionalizujú. Demontážne procesy prebiehajú v konkrétnych technických, technologických, organizačných a ekonomických podmienkach.

Sú určované [4]:

- druhom, objemom a variantnosťou demontovaných výrobkov,
- používanou demontážnou technológiou,
- úrovňou používanej demontážnej techniky a používaných demontážnych systémov,
- systémom plánovania, organizácie, riadenia a pracovným prostredím.

Vplyv na rýchlosť, efektivitu a mieru demontáže zariadenia má vplyv aj stupeň automatizácie demontáže.

Demontáž, podobne ako každý iný proces, môžeme rozdeliť na nasledujúce druhy:

- ručná (manuálna) demontáž,
- mechanizovaná demontáž,
- automatizovaná demontáž,
- automatická (inteligentná) demontáž.

Pri manuálnych činnostiach je využívaná energia človeka na vykonávanie práce, človek vykonáva ovládanie jednoduchých manuálnych zariadení. Riadenie je teda závislé na rozhodovaní človeka. Korekcie, usmerňovanie činnosti je tiež závislé na vôli človeka. Pri manuálnej demontáži človek teda využíva jednoduché zariadenia a pomôcky na vykonanie svojej práce.

Mechanizované činnosti sú charakteristické tým, že riadenie a korekcie činností sú závislé na vôli pracovníka, ale mechanickú energiu potrebnú k vykonaniu práce poskytujú stroje.

Činnosti, ktoré sú automatizované sa vyznačujú tým, že pohon a riadenie procesov je nezávislé na vôli pracovníka. Pohon zariadení vykonávajú stroje (napríklad elektromotory), riadenie zariadenia sa vykonáva prostredníctvom mechanických prevodov a ich cyklových činností. Pracovník vykonáva len korekcie na zariadeniach a jednoduché riadiace úlohy.

Automatické, resp. inteligentné činnosti sú charakteristické minimálnymi alebo žiadnymi zásahmi pracovníka do činnosti zariadenia. Pohon zariadenia vykonávajú pohonné jednotky (motory), riadenie je vykonávané na základe mechanických prevodov a riadenia na základe jednoduchých programov, predpisov, či algoritmov. Kontrolná činnosť je vykonávaná prostredníctvom výpočtovej techniky, ktorá zabezpečuje samoreguláciu celého zariadenia. Na základe predpísaných algoritmov sa toto zariadenie dokáže rozhodovať v prípade nastania predpísaných situácií.



Demontážne technológie elektrozariadení

Opätovné použitie

Opätovným použitím výrobku sa zamedzuje zbytočným nákupom nových zariadení. V súčasnosti však cena elektronických zariadení je tak nízka, že vyradené zariadenia, i keď funkčné, už nie sú opätovne používané. Bola snaha odvážať tieto zariadenia do rozvojových krajín, ale toto konanie skôr spôsobuje hromadenie odpadu v krajinách, ktoré sa s týmto druhom odpadu nedokážu vysporiadať.

Drvenie a rozpúšťanie

Vyradené elektrospotrebiče sa najprv rozdrví v mlynoch na to určených a zo vzniknutej drviny sa najprv odstráni kovy. V zmiešanej drvine potom zostávajú zbytky vlákien, dreva, plastov a ľahčených plastov. Za pomoci ekologicky nezávadného rozpúšťadla sa zo šrotu získavajú polyméry, ktoré sa dajú opätovne spracovať. Nerozpustné nečistoty a škodlivé látky sa z časti ekologicky likvidujú, zbytok sa môže ešte uplatňovať v chemickom priemysle. [1]

Metóda suchej separácie

Na začiatku je nutné manuálne triedene odpadu. Ručne je potrebné vytriediť a demontovať časti nebezpečného odpadu, ako sú napr. monitory, televízory. Dopravníkovým pásom sa vytriedený elektroodpad dopraví dopravníkovým pásom do reťazového mlyna. Tu je elektroodpad rozomletý na kusy, ktorých veľkosť závisí od doby mletia a veľkosti výstupného otvoru.

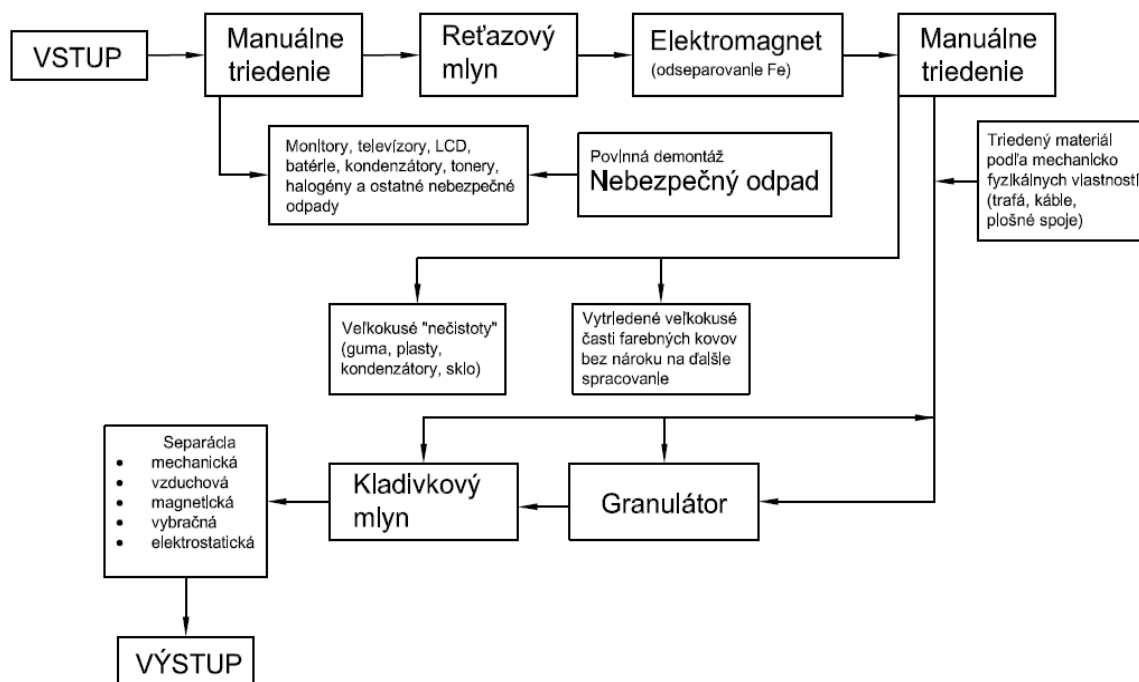
Elektromagnetom sa vyseparuje železná frakcia.

V stanici manuálneho triedenia sa triedia kovové a nekovové komponenty, ktorých ďalšie spracovanie a separácia z hľadiska ich čistoty a mechanických vlastností nie je efektívna.

Materiál ďalej postupuje dopravníkovým pásom do kladivkového mlyna, kde sa za pomoci oceľových líšt a kladív materiál rozdrví a sformuje sa do granúl.

Magnetickou separáciou sa vyseparujú železné časti a materiál zbavený železných kovov je pomocou vibračných sít triedený.

Vzduchovo-vibračný a magnetický separátor. Každá z troch kovových frakcií vstupuje do separátora samostatne. Magneticky sa oddelí zostatkové železo a prebehne vzduchovo - vibračná separácia farebných kovov od zmesných plastov. Pri procese mletia vzniká odpad, ktorý je odsávaný takzvaným cyklónom. Tento odpad sa tiež triedi na 3 veľkostné frakcie pomocou vibračného triediča. Najmenšia prachová frakcia, ako štvrtá frakcia, obsahuje kovové piliny, ktoré je možné odseparovať elektrostatickým separátorom. [2]



Obr.9 Schéma technologického zariadenia na spracovanie elektrických a elektronických odpadov

Metóda magnetohydrostatickej separácie (MHS) nemagnetických materiálov vo ferokvapalinách

Princíp tejto separácie popisujú autori takto:

„Ferokvapalina je zložená z troch základných zložiek: nosná kvapalina, tuhé magnetické materiály a stabilizujúca látka. Separácia je založená na rozdielne hustôt medzi nemagnetickými telesami a efektívnou hustotou kvapaliny generovanou aplikovaným nehomogénnym magnetickým poľom.“ [3]

Vstupom na spracovanie je elektroodpad, ktorý je spracovaný podobne ako v predchádzajúcej technológii. Jednotlivé časti sa ručne rozoberú, jednoznačne určiteľné farebné kovy sa vyseparujú. Zbytkový elektronický odpad s kusmi ďalších kovov sa kryogénne schladí a následne sa drtí. Po sérii vzduchového a magnetického rozdrúžovania a separácií jednotlivých frakcií, dochádza k triedeniu pomocou MHS. Operácie, ktoré predchádzajú tejto, sú výrazne energeticky náročné.

Princíp ďalej autori popisujú takto:

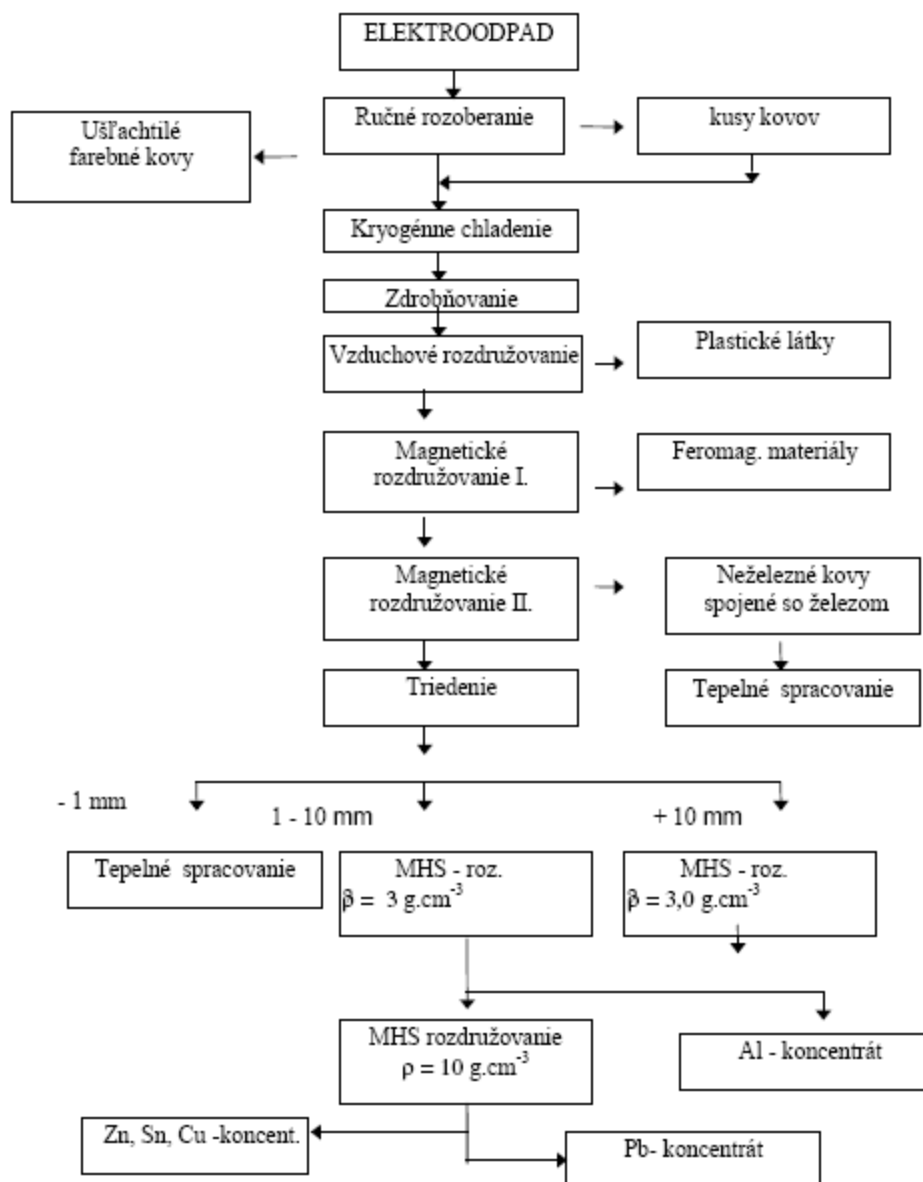
„V dôsledku pôsobenia gradientného magnetického poľa sa mení "efektívna" hustota ferokvapaliny definovaná vzťahom (1) v širokom intervale.

$$\rho_{ef} = \rho_k + \frac{1}{g} \cdot I_s \cdot \frac{\partial H}{\partial z}, \quad \rho_c > \rho_{ef}, \downarrow, \quad \rho_c < \rho_{ef}, \quad \uparrow (1)$$

V prípade ak hustota častice ρ_c je väčšia ako ρ_{ef} , častica sa ponára v opačnom prípade pláva. Teda je to gravitačný spôsob rozdrúžovania slabomagnetických telies. Výhodou tejto metódy je možnosť regulácie hustoty ferokvapaliny zmenou magnetického poľa a pokrytie celej škály hustôt minerálov a kovov. Nevýhodou v porovnaní s klasickou gravitačnou separáciou je limitované geometrických parametrov rozdrúžovacieho kanálu.“ [3]



Schematické znázornenie postupu je znázornené na obr.2.



Obr.2 Návrh technologickej schémy rozdrúžovania elektronického odpadu [3]

Literatúra

- [1] Matys V.: Plasty získavané z elektrošrotu. In.: Časopis T+T technika a trh číslo 1-2/2007, CCB spol. s r.o., Brno, ISSN 1802-6176,
- [2] Elektro recycling, s.r.o. In.: prezentačná brožúra]. Dostupné na internete: Dostupné na internete: <http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=504>,
- [3] Jakabský Š., Lovás M.: Úprava elektronického šrotu. In.: Časopis Acta Metallurgica Slovaca číslo 12/2006, Hutnícka fakulta Technickej univerzity v Košiciach, Košice 2006, ISSN 1335 – 1532,
- [4] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa, Košice, 2000.



RACIONALIZÁCIA DEMONTÁŽNYCH PROCESOV PRI RECYKLÁCII AUTOMOBILOV

Ing. Alexander Borovský, PhD.

Počet automobilov na cestách narastá. Životné prostredie nezaťažujú len emisie, ale aj dožité automobily. Keďže automobil resp. jeho súčasti patria medzi nebezpečné odpady, ich likvidácii sa venuje čoraz väčšia pozornosť. Každý uvíta nové auto a približne 160 miliónov automobilov na európskych cestách svedčí o tom viac ako jasne. Málokto sa však zamýšľa nad tým, čo sa stane s autom, keď „vydýchne naposledy“. Každoročne sa v Európskej únii zlikviduje osem až deväť miliónov vozidiel.

Európska Smernica o likvidácii vozidiel (Environmental Directive 2000/53/EC) bola prijatá Európskym Parlamentom a Európskou Radou 18. septembra 2000. Mala za cieľ zlepšiť situáciu v oblasti recyklácie a obnovenia vozidiel na konci ich životného cyklu a zvýšiť ohľaduplnosť k životnému prostrediu všetkých hráčov vo výrobnom reťazci. Od tejto doby prijali takmer všetky členské štáty EU zákony, ktoré implementujú túto Smernicu. Neustále vzrastajúce environmentálne uvedomenie v spoločnosti, environmentálne podmieňovanie rozhodnutí pri obchodovaní na trhoch a v neposlednom rade široko reštriktívna politika ochrany životného prostredia prispeli k tomu, že environmentálne aspekty sa stali manažérskou úlohou určujúcou budúcnosť. Dotýka sa to v prvom rade priemyselných podnikov, ktoré sú vo všeobecnosti považované za zdroj mnohých súčasných akútnych problémov v ŽP. Z pohľadu človeka začala priemyselná revolúcia pred asi 200 rokmi transformačnými procesmi hodnotných surovín a energetických zdrojov, ktoré majú vychádzajúc z termodynamických zákonitostí ireverzibilný charakter. Automobilový priemysel z tohto pohľadu pri svojom rozvoji vytvára problémy v dvoch smeroch. V prvom rade využívanie automobilov v rastúcej doprave predstavuje zdroj vážnych a narastajúcich problémov v ŽP. V druhom rade priemyselná výroba automobilov a ich komponentov vyčerpáva viaceré obmedzené zdroje a v tej súvislosti vyvstáva aj otázka opätovného využitia opotrebovaných automobilov. Týka sa to nielen množstva vyradených automobilov ročne vo svete cca 30 miliónov (USA - 11,2, Japonsko - 5, Nemecko - 2,8, Česko - 0,15, Slovensko - 0,08), ale tiež kvalitatívnych požiadaviek na čo najefektívnejšiu z hľadiska

ŽP znesiteľnú konečnú likvidáciu, hlavne z hľadiska toxicity.

Z ďalších perspektívnych riešení ide o hľadanie environmentálne únosného, technicky realizovateľného a ekonomicky nenáročného spôsobu likvidácie autovrakov. Pre automobilový priemysel v tejto súvislosti vzniká nová úloha - integrovaného recyclingu - manažmentu. Mnoho autorov sa v svojich publikáciách venuje recyklácii osobných automobilov. V nemalej miere je vozový park Slovenskej republiky zastúpený aj nákladnými automobilmi rôznych tonáží a vyhotovení.

Spôsoby likvidácie autovrakov

Automobil a všetko čo s ním súvisí bol niekedy vnímaný ako niečo, čo je v rozpore s prírodou a životným prostredím vôbec. Dnes, na začiatku tretieho tisícročia, už špičkové automobilky dokázali, že je možné vyvíjať, vyrábať a prevádzkovať vozidlá podľa najnovších ekologických poznatkov a teda aj s maximálnym ohľadom na prírodu. Druhou stranou mince je ale množstvo vyrábaných automobilov. Každú hodinu sa vyrobí na svete asi 5000 automobilov, ale iba 3000 sa ich zlikviduje [1].



Približne v polovici osemdesiatych rokov bol zavedený postup, ktorý pri likvidácii preferoval získavanie kovov z autovrakov. Jeho vlastnosťou bolo hlavne nahradenie drahej manuálnej práce drvením na drviacej linke (tzv. šréder) a nerešpektovanie obsahu nebezpečných látok. Práve potreba účinnejšieho zachytenia nebezpečných odpadov a snaha o zvýšenie stupňa zhodnotenia autovrakov viedli v poslednej dobe k modifikácii tohto postupu. Dnes je základom postupná demontáž autovraku tak, aby boli separovaním získané jednotlivé zložky, ktoré možno samostatne lepšie zhodnotiť. Až po demontáži je karoséria drvená. Uvádza sa, že automobil obsahuje v priemere asi 80 rôznych materiálov a 10 000 súčiastok. Stupeň zhodnotenia autovrakov sa v súčasnej dobe pohybuje medzi 80-85% hmotnosti autovraku [1]. Doteraz sa riešila otázka recyklácie len z hľadiska jednotlivých dielcov ex post, teraz sa k nej pristupuje systematicky už pri konštrukcii automobilu. Každý návrh auta má už dnes zohľadnenú ekonomiku recyklácie. Prevláda snaha, aby výrobca dostal licenciu na výrobu automobilov od štátu len vtedy, ak bude jeho výrobok úplne recyklovateľný. Výrobcovia sú tak nútení spolupracovať s recyklačnými inštitúciami.

Každý automobil má svoju určitú životnosť. Po uplynutí tejto doby je potrebné automobil ďalej spracovávať, pretože obsahuje množstvo znovupoužiteľných materiálov. V súčasnosti sú vo svete uplatňované štyri nasledujúce prístupy k recyklácii automobilov:

- úplná demontáž,
- selektívna demontáž,
- drvenie vrakov,
- repasácia.

Na obrázku č.1 sú špecifikované prístupy v súčasnosti najviac využívané pri spracovaní starých vozidiel.

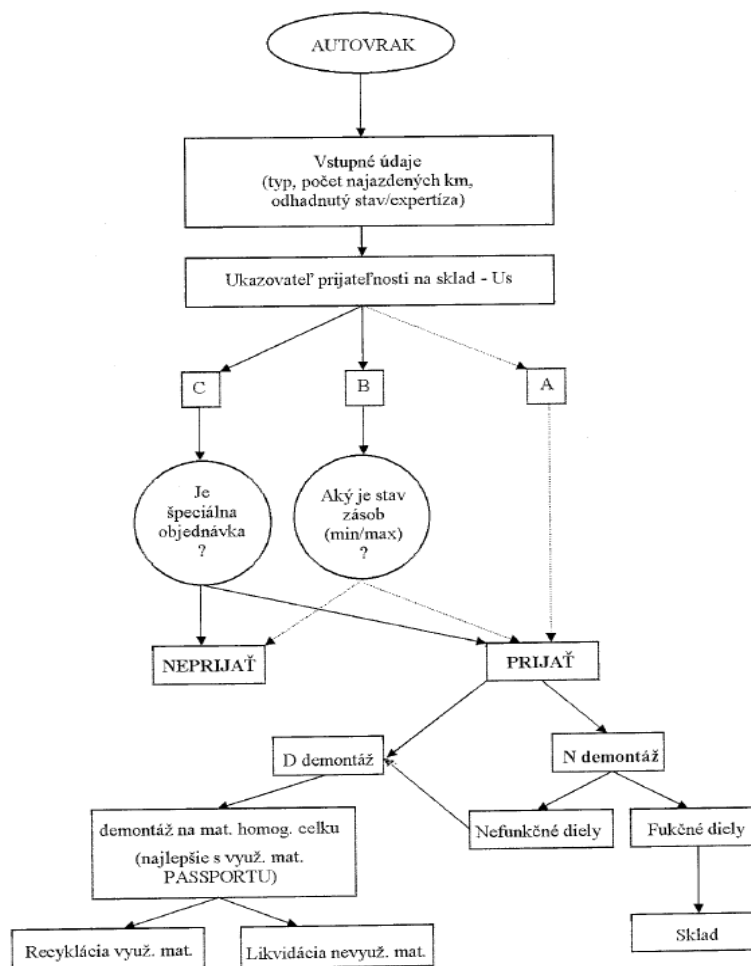


Obr.1 Prístupy spracovania starých vozidiel [1]

Proces demontáže predchádza následnú recykláciu, resp. likvidáciu jednotlivých komponentov strojárskoho výrobku po jeho doslúžení. Táto dôležitá environmentálna zásada by mala byť zohľadnená v **návrhovej fáze** každého strojárskoho výrobku. Plyní to z dôsledkov environmentálneho odpadu väčšiny strojárskych a elektrotechnických výrobkov najmä spotrebného charakteru. V súčasnosti sa tieto hromadia na skládkach a predstavujú závažný problém tak pre užívateľov, ako aj pre výrobcu. Vzhľadom na nutnosť dosiahnutia kompatibility právnych noriem SR s odpovedajúcimi normami EÚ v uvedenej oblasti, konštruktéri strojárskych aj iných výrobkov sú nútení s uvedenou problematikou sa zaoberať na exaktnej úrovni, pokiaľ tieto výrobky majú byť konkurencieschopné na vyspelých trhoch [5]. Po ekonomickej stránke je potrebné tiež kalkulovať so stále rastúcimi cenami energie aj materiálov, s čím súvisí aj nutnosť recyklácie resp. likvidácie demontovaných komponentov.



Demontážny proces je značne náročný a nákladný vzhľadom na zložitosť a materiálovú pestrosť strojárskych výrobkov, ako aj rôznorodosť technológií spojovania rôznych komponentov vo funkčné celky. Vzhľadom na environmentálnu relevantnosť demontážneho procesu, v poslednom období rad domácich aj zahraničných autorov vyvíja snahu zovšeobecniť, formálne opísať a následne optimalizovať tento proces pre určité podmienky vid' obr. 2.



Obr.2 Algoritmus demontážnych postupov autovraku [2]

Racionalizácia demontážnych procesov

O recyklácii automobilov je spracované množstvo odbornej literatúry. Autori sa v nej v prevažnej miere venujú recyklácii osobných automobilov, ktoré tvoria majoritný podiel automobilov jazdiacich po našich cestných komunikáciách. Vozový park Slovenskej republiky je zastúpený tiež nákladnými automobilmi rôznych tonáží a prevedení. V nemalej miere je táto skupina vozidiel zastúpená vozidlami, ktoré sú na konci svojho životného cyklu.

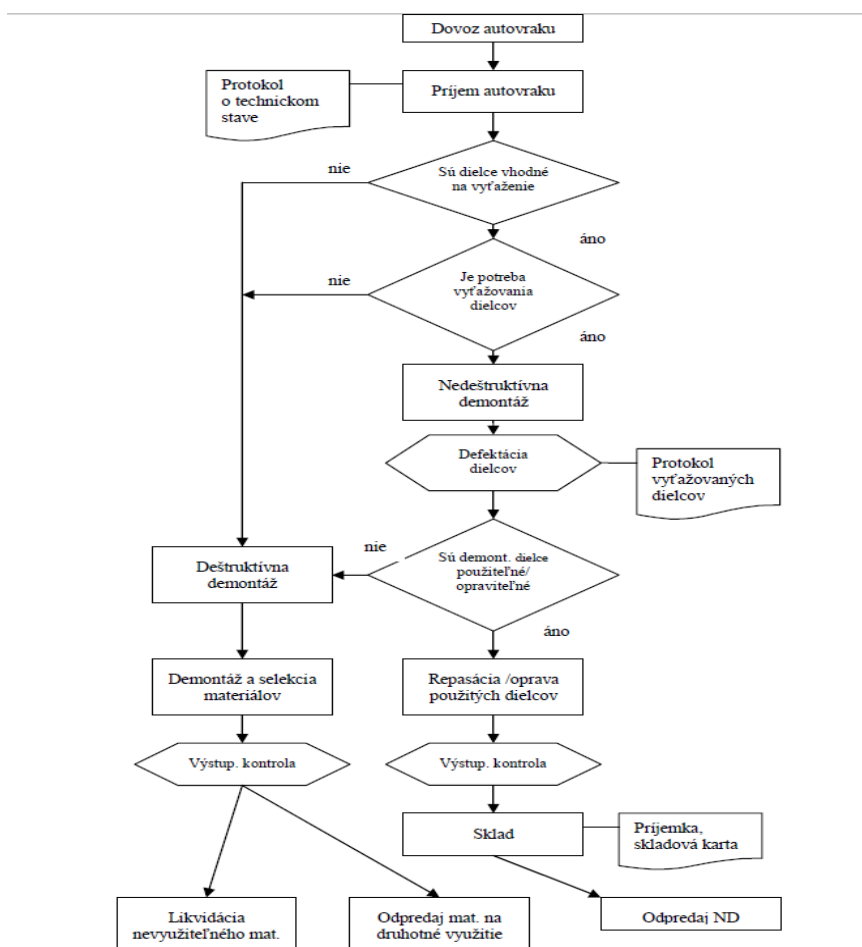
Predstaviteľom tejto skupiny automobilov je ťažký terénny automobil TATRA 815 S3 (trojstranný sklápač). Uvedené vozidlo je v súčasnosti široko zastúpené v skupine nákladných automobilov, ktorých priemerný vek presahuje 18 rokov, sú nadmerne opotrebované, technicky aj morálne zastaralé a čaká ich recyklácia. Pre nákladné automobily sa ako optimálna javí kombinácia prístupu selektívnej a úplnej demontáže pre vybudované recyklačné okruhy materiálov (kovy, sklo, plasty, guma).



Nákladný automobil teda musí byť úplne demontovaný, nepoškodené dielce a súčiastky (po prípadnej repasácii) znovu použité, separované materiály uplatnené na trhu ako suroviny. Nevyužitelný materiál sa bude ďalej likvidovať špecializovanými firmami oprávnenými na nakladanie a likvidáciu odpadov. Vzhľadom k tomu, že nákladné automobily v prevažnej miere pracujú v ťažkých prevádzkových podmienkach, ich znečistenie prevádzkovými ropnými náplňami (oleje, mazacie tuky a pod.) je podstatne väčšie než u osobných automobilov. Je nutné venovať zvýšenú pozornosť očisteniu a odmasteniu demontovaných skupín, podskupín a dielcov. Toto je veľmi dôležité z hľadiska zamorenia povrchových vôd a pôdy pri skladovaní demontovaných dielcov na nekrytých skládkach a pri ich ďalšom spracovaní.

Zriadenie recyklačného strediska pre spracovanie autovrakov nákladných automobilov v realizačnej fáze pozostáva z výstavby prípadne zabezpečenie potrebných priestorov, strojov a zariadení, manipulačných prostriedkov, demontážnych prípravkov, skúšobných zariadení, zaškolenie pracovníkov atď. Optimálne z hľadiska efektívnosti demontážneho procesu, ako aj z ekonomického hľadiska je potrebné uvedené stredisko riešiť ako súčasť existujúceho strediska pre recykláciu osobných automobilov prípadne ako súčasť opravárenského závodu, ktorý sa venuje respektíve venoval opravám nákladných automobilov.

Demontáž autovraku od jeho prijmu v recyklačnom stredisku až po odpredaj druhotných surovín, likvidáciu odpadov a odpredaj použiteľných náhradných dielcov je prehľadne spracovaná v postupovom diagrame (obr. 3).



Obr.3 Postupový diagram demontáže vozidla a vyťažovania dielcov [2]



Obr.4 TATRA 815 S3 (trojstranný sklápáč)

Využitie druhotných surovín z autovraku vozidla TATRA 815 S3

Pohotovostná hmotnosť vozidla T 815 S3 je **11 300 kg**. Z demontovaného autovraku je možné získať nasledovné množstvá druhotných surovín:

- *oceľový odpad a liatina* - nadstavba, hydraulický valec sklápania korby, prvky hydrauliky, kabína, drobné plechové dielce, rám, nárazníky, motor a dielce motora, prevodovky, riadenie, pruženie, nápravy, medzikus, nosné rúry, cca 10 020 kg,
- *hliníkový odpad a odpad z farebných kovov* – dielce motora (spodné veko, predné veko, teleso servočerpadla, telesá čističov oleja, veko olejového čerpadla, teleso olejového chladiča, veka hláv valcov, hlavy valcov, piesty, teleso ventilátora a teleso náhonu ventilátora, teleso vstrekovacieho, čerpadla, skriňa spojky, teleso posilňovača spojky), držiak stĺpika riadenia, telesá prvkov pneumatickej sústavy, nádoba agregátu sklápania kabíny, teleso kulisy radenia, podstavce sedadiel a iné – cca 185 kg,
- *prevádzkové kvapaliny* - pohonné hmoty, motorový, prevodový, hydraulický olej, brzdová kvapalina, mazacie tuky – cca 140 litrov = cca 110 kg,
- odpadové palivové a olejové filtre, gumové tesnenia znečistené ropnými látkami - cca 25 kg,
- pneumatiky (11 ks) a ostatné gumové dielce – cca 610 kg,
- sklá kabíny vodiča – cca 40 kg,
- plasty, čalúnenie kabíny vodiča – cca 35 kg,
- autobatérie (2 ks) – cca 120 kg,
- elektroodpad a elektrické káble – cca 125 kg,
- azbestový odpad – brzdové a spojkové obloženia - v prípade ak je vozidlo vybavené azbestovými obložzeniami – cca 30 kg.

Z uvedenej racionalizácie demontážnych procesov pri recyklácii automobilov je zrejmé nasledovné:

- Pre recykláciu nákladných automobilov sa ako optimálna javí kombinácia prístupu selektívnej a úplnej demontáže.



- Vzhľadom k rozmerom, hmotnosti a množstvu likvidovaných nákladných automobilov, nie je možné pre ich recykláciu využiť linky pre spracovanie osobných automobilov.
- Optimálne z hľadiska efektívnosti demontážneho procesu, ako aj z ekonomického hľadiska je navrhované stredisko riešiť ako súčasť existujúceho strediska pre recykláciu osobných automobilov prípadne ako súčasť opravárenského závodu, ktorý sa venuje respektíve venoval
- opravám nákladných automobilov.
- Vzhľadom k tomu, že nákladné automobily v prevažnej miere pracujú v ťažkých prevádzkových podmienkach, ich znečistenie prevádzkovými ropnými náplňami (oleje, mazacie tuky a pod.) je podstatne väčšie než u osobných automobilov. Je teda nutné venovať zvýšenú pozornosť očisteniu a odmasteniu demontovaných skupín, podskupín a dielcov. Toto je veľmi dôležité z hľadiska zamorenia povrchových vôd a pôdy pri skladovaní demontovaných dielcov na nekrytých skládkach a pri ich ďalšom spracovaní,
- Z analýzy využitia druhotných surovín vyplýva, že u nákladných vozidiel vzhľadom k ich potrebnej masívnej kovovej konštrukcii je možné vhodne zvoleným prístupom selektívnej a úplnej demontáže a racionálne spracovaným technologickým postupom demontáže druhotne využiť až 99 % surovín z ich celkovej hmotnosti.
- Predaj náhradných dielcov, ktoré sú ešte použiteľné, predstavuje najväčší zisk v celom systéme recyklácie starých nákladných vozidiel.

Literatúra

- [1] Badida, M., Lumnitzer, E. Recyklácia v automobilovom priemysle. Košice: Equal. 2006, 140 s. ISBN 80-8073-763-0,
- [2] Majerník, M., Krasula, R., Šebo, D.: Modelovanie demontážnych postupov strojárskych výrobkov pre potreby recyklácie. Acta Mechanica Slovaca 4, 1/2000,
- [3] Takumi, S: Theoretical approach to assembly and disassembly of engineering products. Jornal of the USME, 17, No. 5/2000,
- [4] Časové normy oprav, Údržba a opravy dvoustopých silničných motorových vozidel. Díl 64, Tatra 815, Hradec Králové, Ekonomická a informační agentura, 1995
- [5] Tížová, M., Turisová, R., Hajduová, Z.: Environmentálna a ekonomická analýza nákladov a úžitkov. In: Trendy v systémoch riadenia podnikov: 7. medzinárodná vedecká konferencia, Herľany, 9.-10. november 2004 : Zb. príspevkov. Košice : TU, 2004. 5 s., ISBN 80-8073-202-7.



ANALÝZA PRESTOJOV PRI DEMONTÁŽNYCH ČINNOSTIACH

Ing. Monika Fedorčáková

„Prestoje“ sa vyskytujú takmer vo všetkých činnostiach, vrátane demontážnych. Je veľmi ťažké, resp. skoro nemožné, aby tá ktorá činnosť prebiehala bez časových strát. Rozlišujeme rôzne druhy prestojov, v závislosti od druhu činnosti o ktorú ide, taktiež rôzne definície prestojov. Snahou je tieto neefektívne časy dostať na čo možno najnižšiu možnú úroveň. V špičkových podnikoch je vyvíjaná snaha na redukcii prestojov, avšak nie u všetkých dochádza aj k pozitívnym výsledkom.

Časové prestoje napríklad vo výrobe spôsobujú spomalenie či zastavenie výroby (prestaje, odstávky a pod.). Podniky sú pod stále väčším tlakom na zníženie nákladov. Sú nútené optimalizovať svoje procesy a zvyšovať produktivitu výrobných procesov, ľudí a materiálu. To sa odráža vo vysokých nárokoch na manažment z hľadiska riadenia a plánovania výroby. Pre správne rozhodovanie je nutné disponovať informáciami o kritických miestach nielen vo výrobe, poznať skutočné možné kapacity, rôzne prestoje a straty, ktoré vznikajú za konkrétnych podmienok a kombináciou rôznych variantov existujúce prestoje minimalizovať. Prestoj podľa Leitnera je „stav, pri ktorom výrobok v dobe používania nie je v prevádzke“. Prestoj podľa Hince je „stav, v ktorom je systém mimo prevádzky“.

Prestoje je možné členiť z rôznych hľadísk, prestoje pri činnostiach, napríklad vo výrobe, prestoje zariadení, prestoje z hľadiska životného cyklu výrobku, či iné prestoje. V literatúre je možné nájsť rôzne členenia prestojov - podľa druhu činnosti, jej princípu, či podľa prístupov jednotlivých autorov, pričom každé z členení je možné ďalej vetviť. Vo všeobecnosti je možné **prestaje vo výrobe** rozdeliť do štyroch základných oblastí:

1. výkonové straty - predĺženie výrobného cyklu, nesprávne nastavenie strojov, úmyselné spomalenie.
2. operačné straty - nedostatok materiálu a ľudí, výpadky zariadenia, nastavovanie strojov, zmena produkcie, zlá obsluha, úzke miesta, chyby,
3. plánované straty - testy, skúšky, preventívna údržba, víkendy, dovolenka, upratovanie, vývoj,
4. nekvalita výroby - nepresnosť výroby, chyba materiálu, opravy.

Prestoje zariadení sa rozdeľujú do 4 základných skupín:

1. mechanické poruchy (porucha filtra, porucha uzatvárania ochranných dverí),
2. elektrické poruchy (porucha elektromotoru čerpadla, porucha ohrevu),
3. organizačné nedostatky (chýbajúci materiál, neprestavený stroj),
4. plánované prestoje (čistenie stroja, prestavovanie stroja).

Ďalší prístup k členeniu prestojov:

1. prestoje - vyplývajúce z porúch a opráv strojov. Snahou je minimalizovať prestoje rýchlym a kvalitným servisným zabezpečením.
2. čas na zoradenie a nastavenie parametrov, zmeny a výmeny najmä pri zmene jedného typu výrobku na iný.



3. straty spôsobené prestávkami vo výkone zariadení, napríklad krátkodobé poruchy, chybné snímače, ako aj omeškanie materiálu, privezenie alebo nakladanie častí.
4. straty rýchlosti priebehov výrobných procesov (nesúladi medzi navrhnutou a skutočnou rýchlosťou zariadení), keď zariadenie nepracuje v optimálnom režime z dôvodu poruchy alebo pri nahromadených problémoch.
5. kvalitatívne dôsledky procesných chýb, problémy spôsobilosti procesu, problémy kvality materiálu, a pod.
6. zníženie výkonu v etape nábehu výrobných procesov, napríklad technologické skúšky a podobne.

Zaznamenávanie a hodnotenie zistení o prestojoch

Prestoje sú aj v súčasnosti väčšinou zaznamenávané **ručne operátormi** vo výrobe. Táto činnosť ich zdržuje od ich hlavných pracovných úloh a je sama o sebe zdrojom strát a zníženia efektívnosti. Operátori často nezaznamenávajú všetky prestoje kvôli využitiu pracovného času z hľadiska výrobných výkonov alebo preto, lebo nechcú priznať problémy vzniknuté na pracoviskách.

ČASOVÁ SNÍMKA PRÁCE STROJA									
Závod: SPINEA, Ltd.		Dátum:		Výrobok č.		Veľkosť dávky:		ks	Od
Pracovisko:		Pracovník:		Výrobok č.		Veľkosť dávky:		ks	Od
Stroj:		Čas: od do		Výrobok č.		Veľkosť dávky:		ks	Od
								ks	Do
Poradové číslo	Druh činnosti	Čas práce stroja							
		SPOLU							
		min. *							
1	Práca stroja	Od							
		Do							
2	Zorad'ovanie	Od							
		Do							
3	Manipulácia s materiálom	Od							
		Do							
4	Meranie	Od							
		Do							
5	Prestoje (organizačné)	Od							
		Do							
6	Prestávky (osobné)	Od							
		Do							
7	Porucha	Od							
		Do							
Poznámky:		Poradové číslo obrázku		Postupný čas v hod.		Poradové číslo obrázku		Postupný čas v hod.	
		2.		6,00		13.		11,20	
		3.		6,10		14.		12,30	
		4.		6,29		15.		12,38	
		6.		6,50		16.		12,52	
		7.		8,10		18.		13,58	
		11.		10,20		19.		13,58	
		12.		10,48		20.		14,15	
Podpis									

Obr.1 Zaznamenávanie časov vykonávaných činností za pomoci momentovej metódy

Ručné záznamy o vzniknutých prestojoch zaťažujú operátorov vo výrobe a preto väčšina firiem zaviedla rôzne zjednodušenia. Tie spočívajú v zanedbaní krátkych prestojov, zavedení stanovených priemerných časov pre konkrétny prestoj atď. Skutočné prestoje je možné zistiť len presným meraním a to aj krátkych prestojov, ktoré trvajú sekundy až niekoľko minút. V praxi sa používa aj stanovenie tzv. priemerných časov pre konkrétny prestoj, to znamená, že operátor zaznamená existenciu dĺžky trvania prestoja, tiež ktoré druhy prestojov sa najčastejšie vyskytujú. Jedným zo spôsobov zaznamenávania informácií o prestojoch je **momentová metóda**.

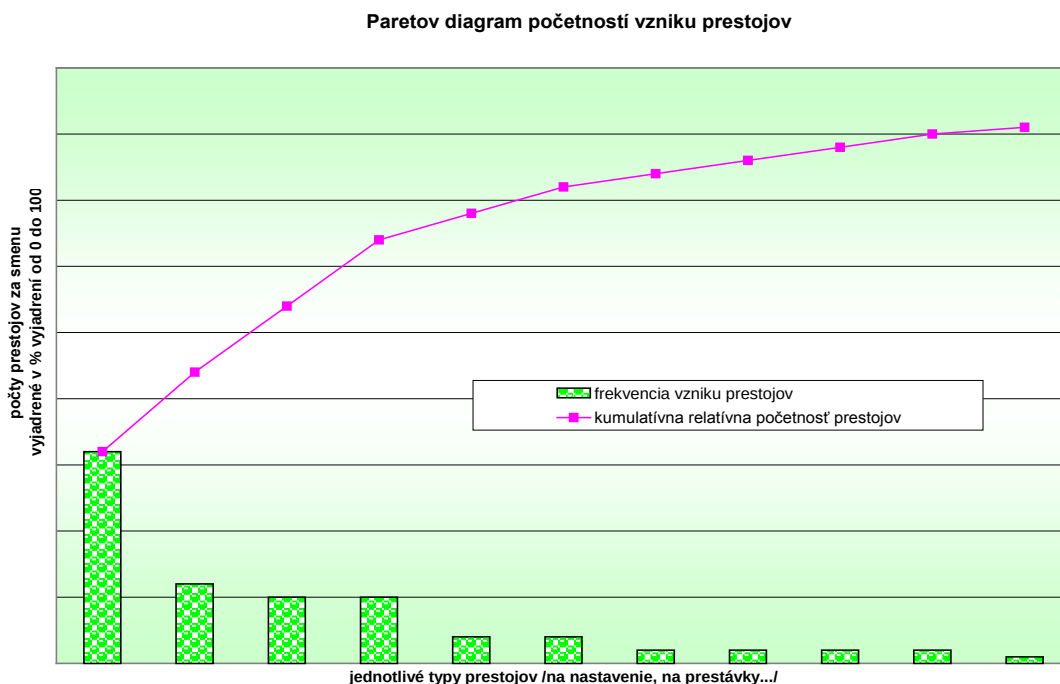


Najvhodnejším, ale najnákladnejším spôsobom je automatický zber a vyhodnocovanie dát o prestojoch zariadení. Takto je možné zaznamenať všetky prestoje. K výhodám automatického zberu dát o prestojoch patrí: nulová potreba operátora, automatický zber dát, okamžité hodnotenie, v prípade že sa nerobia len analýzy, je možné aj aktuálne reagovať na vzniklé prestoje a nízke riziko chýb. K nevýhodám tohto riešenia patrí hlavne finančná stránka, tiež časová a technická náročnosť zavedenia automatizácie, pričom tú je možné neskôr operatívne využívať.

Ideálne je skombinovať výhody ručného zberu dát o prestojoch s dostupnými možnosťami automatizácie. Zistenia je nutné hodnotiť, identifikovať pravú príčinu strát a následne pristúpiť k optimalizácii.

Vo väčšine podnikov sa uskutočňuje minimálne sledovanie väčších prestojov výrobných zariadení. Zaznamenávanie prestojov je však závislé nielen na pocktivosti pracovníkov, ale i na pravidelnosti a presnosti záznamov. Týmto spôsobom sa prevažne získajú informácie na príklad o odstavkách z dôvodu pravidelnej údržby, opravy zariadenia alebo ďalších prestojoch, ktoré trvajú viac ako niekoľko minút.

Prestoje sú vyhodnocované za pomoci počítačovej techniky tabuľkovo a graficky, napríklad pomocou **Paretových diagramov**, za jednotlivé stroje i celkovo za pracovisko podľa typov prestojov, času ich a frekvencie výskytu. Tiež sa spracovávajú podľa pracovných zmien, vybraných časových intervalov, či podľa obsluhy stroja.



Obr.2 Spracovanie zistení pomocou Paretovej analýzy

Prestoje sú zdrojom vyšších nákladov na prevádzku a vedú k stratám v podobe zníženej produkcie a tým aj tržieb podniku. Je samozrejmé, že niektoré prestoje vo výrobe a údržbe nie je možné úplne odstrániť, ale väčšinu z nich je možno výrazne ovplyvniť. Prestoje, poruchy a vyprodukovaná nekvalita na zariadeniach pripravuje organizácie o tržby a môže mať aj vážnejšie následky.



Vzhľadom k stále drahším výrobným zariadeniam sa moderné výrobné podniky stále viac zameriavajú na zaistenie ich maximálnej využiteľnosti a snažia sa aplikovať riešenia pre dané detailné sledovanie a analýzu prestojov, aby lepšie pochopili skryté rezervy, ktoré sa v podniku nachádzajú. Často sa stáva, že pre splnenie objemu výroby je rozhodnutím manažmentu nutné pridať ďalšiu výrobnú linku alebo stroj, pričom stačí cielenou analýzou, popísať príčiny vzniku prestojov a tieto príčiny minimalizovať. Snahou každého podniku, ktorý chce obstáť v konkurenčnom boji, by mala byť redukcia prestojov na ich minimálnu možnú mieru a vedenie podniku sa musí snažiť odstrániť príčiny prestojov a nie len pasívne odstraňovať už vzniknuté prestoje. Práve tu vzniká priestor pre vedenie, aby svojim aktívnym prístupom „tlačili“ na redukciu prestojov.

Literatúra

- [1] Chovanec, R.: Metódy zlepšovania podnikových procesov, In: Trendy v systémoch riadenia podnikov 8, Herľany 2005, Zb. CD, ISBN 80-8073-202-7
- [2] Vráb, F., Trnovec, M.: Sledovanie a zlepšovanie efektívnosti výrobných zariadení, Slovenské centrum produktivity, Žilina, <http://www.slcp.sk/index.php?category=6>
- [3] Kassay, Š., Souček, Z.: Efektívna stratégia podniku. Bratislava 1998. Vydavateľstvo STRATEG, s. r. o. ISBN 80-967919-0-7
- [4] Veverka, M.: Celková efektivita stroja, pracujú vaše stroje naozaj efektívne, BOST SK, a.s., <http://vyroba.bost.sk/technologie>
- [5] Mihok, J., Šebo, D.: Životný cyklus výrobku a jeho environmentálne aspekty. In: Manažment priemyselných podnikov. roč. 2, č. 1 (2005), s. 34-38, ISSN 1336-5592
- [6] Vlastnosti, ukazovatele a parametre spoľahlivosti, /dostupné aj on-line/ http://www.nuc.elf.stuba.sk/lit/BSEZ2007/2_zaklady_spolahlivosti.pdf.



TECHNICKÉ PROSTRIEDKY PRE DEMONTÁŽNE SYSTÉMY





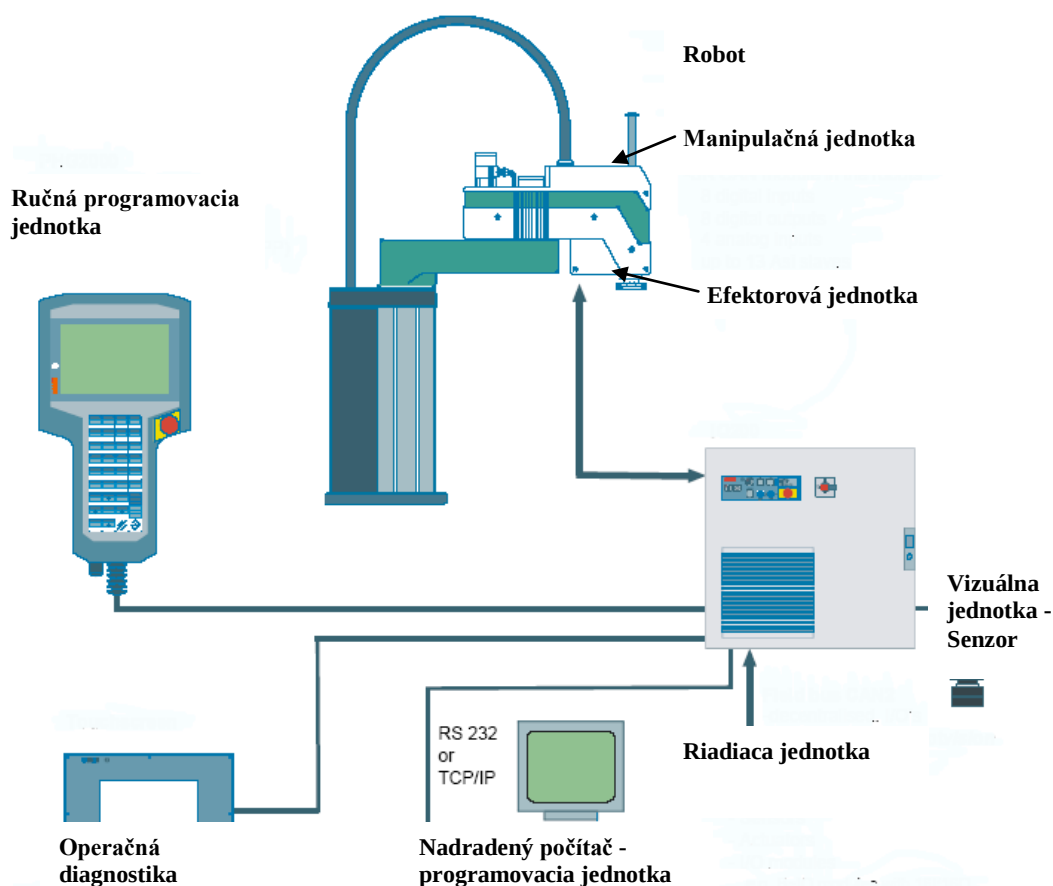
MONTÁŽNE A DEMONTÁŽNE ROBOTY

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.
Ing. Katarína Senderská, PhD.

Pojmom "priemyselný robot" označujeme komplexný technický systém, skladajúci sa z viacerých funkčných subsystémov, ktoré sa nachádzajú vo vzájomnej interakcii a charakterizujú celý systém z hľadiska pružnosti a možnosti nasadenia. Tieto subsystémy vykonávajú čiastkové operácie procesu manipulácie a zároveň ich synchronizujú s operáciami ostatných subsystémov priemyselného robota, výsledkom čoho je celková operácia. Najdôležitejšími subsystémami priemyselných robotov sú kinematika, efekторы, pohony, riadenie, senzory, programovací systém a počítač na realizáciu riadiaceho programu.

Základné funkčné podsystémy priemyselného robota

Konfiguráciu montážnych robotov tvoria viaceré funkčné podsystémy, ktoré sú vo vzájomnej interakcii a ktoré charakterizujú celý systém z hľadiska pružnosti a aplikačných možností.



Obr.1 Funkčné podsystémy priemyselného robota



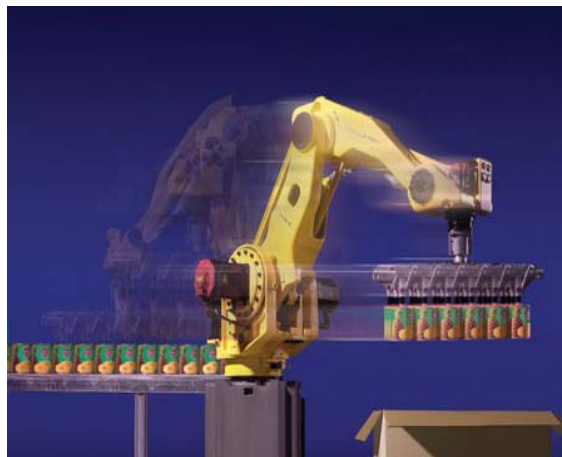
Klasifikácia robotov

Priemyselné roboty je možné klasifikovať z rôznych hľadísk. Z hľadiska **realizovaných funkcií** sa roboty rozdeľujú na:

- **manipulačné**, realizujúce zmenu polohy objektov montáže, ich orientáciu, polohovanie a upnutie. Typické nasadenie je pri obsluhu montážnych strojov a jednotiek, paletizácii a depaletizácii objektov montáže a pod..



Obr.1 Paletizácia



Obr.2 Balenie



Obr.3 Manipulácia



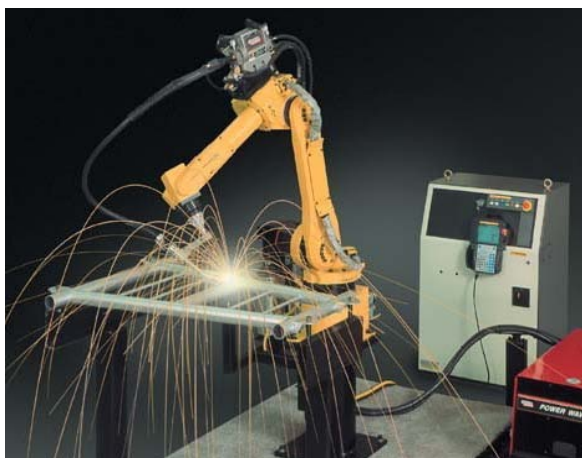
Obr.4 Manipulácia



Obr.5 Manipulácia pri odlievaní



- **technologické**, určené na priamu realizáciu montážnych operácií skrutkovania, vŕtania, vyvŕtávania, rezania závitov, brúsenia, spájkovania, zvárania, lepenia a pod.



Obr. 6 Zváranie



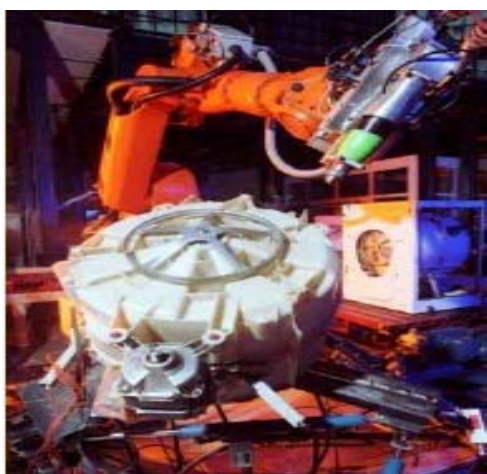
Obr.7 Zváranie



Obr.8 Robot na bodové zváranie KUKA



Obr.9 Lepenie



Obr.10 Použitie v demontáži



Obr.11 Použitie v automobilovom priemysle



- **univerzálne**, určené na plnenie manipulačných, technologických a iných funkcií v montážnom procese,



Obr.12 Manipulácia pri zváraní



Obr.13 Manipulácia pri liati pod tlakom

- **špeciálne**, určené pre realizáciu úzko špecializovaných funkcií montážneho procesu.

Podľa nosnosti sa delia priemyselné roboty a manipulátory na:

- mikroroboty s nosnosťou do 0,1 kg,
- malé s nosnosťou od 0,1 do 10 kg,
- stredné s nosnosťou od 10 do 100 kg
- veľké s nosnosťou od 100 do 1000 kg,
- ťažké s nosnosťou 1000 a viac kg.

Klasifikácia priemyselných robotov a manipulátorov podľa presnosti polohovania:

- veľmi presné s odchýlkou $\pm 0,01$ mm
- so zvýšenou presnosťou $\pm 0,1$ mm
- s normálnou presnosťou $\pm 1,0$ mm
- s nízkou presnosťou viac ako $\pm 1,0$ mm

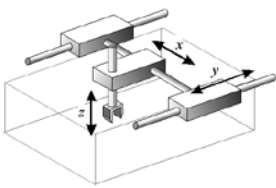
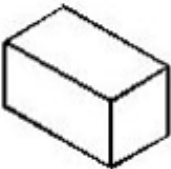
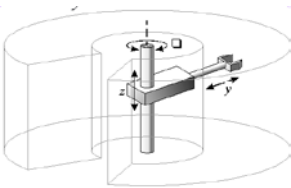
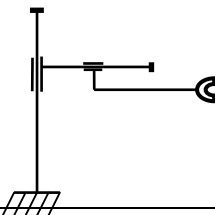
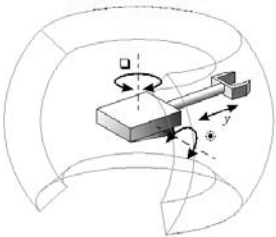
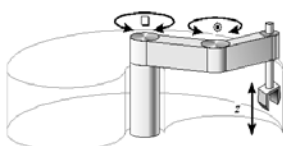
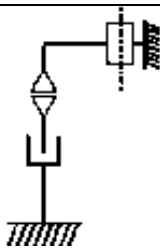
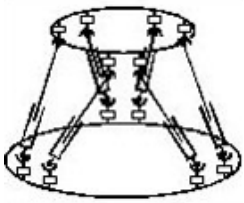
Klasifikácia priemyselných robotov a manipulátorov podľa vyhotovenia:

- normálne
- prachuvzdorné
- tepluvzdorné
- koróziuvzdorné
- odolné proti výbuchu [2]

Klasifikácia robotov podľa kinematickej štruktúry je uvedená v (tab.1).



Tab.1 Typy robotov podľa kinematickej schémy

Typ robota	Kinematická schéma	Pracovný priestor	Príklad
<u>Karteziánsky</u>			
			
<u>Cylindrický</u>			
			
<u>Sférický</u>			
			
<u>Scara</u>			
			
<u>Kĺbový</u>			
			
Paralelný			Fanuc F200iB
			



Základné parametre priemyselných robotov:

- *Nominálna nosnosť* - maximálne zaťaženie, ktoré môže pôsobiť na mechanický efektor za normálnych operačných podmienok bez zhoršenia udávaných výkonných charakteristík. Nominálna nosnosť predstavuje súčet hmotnosti koncového efektora, príslušenstva a predmetu manipulácie.
- *Limitná nosnosť* - maximálne zaťaženie, ktoré môže pôsobiť na mechanický efektor bez poškodenia alebo spôsobenia porúch mechanizmu robota, pri obmedzených operačných podmienkach v porovnaní s podmienkami pri nominálnej nosnosti.
- *Maximálne axiálne zaťaženie* - maximálne súvisle pôsobiace axiálne zaťaženie mechanického interface bez trvalého poškodenia mechanickej časti robota.
- *Maximálny krútiaci moment* - maximálny súvisle pôsobiaci krútiaci moment na mechanickom interface bez trvalého poškodenia mechanickej časti robota.
- *Rýchlosť* - vzdialenosť, ktorú vykoná určitý bod za jednotku času.
- *Individuálna rýchlosť* - rýchlosť, ktorou sa pohybuje do stanovenej pozície individuálna os.
- *Dráhová rýchlosť* - rýchlosť, pozdĺž špecifickej dráhy obdržaná pri súvislom 10m dráhovom riadení, ktorú generujú zložky rýchlosti pozdĺž niekoľkých osí.
- *Zrýchlenie* - veľkosť zmeny rýchlosti určitého bodu za jednotku času.
- *Individuálne zrýchlenie* - zrýchlenie pri generovaní pohybu individuálnej osi.
- *Dráhové zrýchlenie* - zrýchlenie dosiahnuté pri súvislom dráhovom riadení, ktoré generuje zrýchlenie v niekoľkých osiach takým spôsobom, že mechanický interface, alebo príslušný stredový bod nástroja dosiahne požadovanú rýchlosť na požadovanej dráhe.
- *Presnosť pozície (polohovanie)* - rozdiel medzi naprogramovanou pozíciou (polohou) a priemerom skutočných pozícií (polôh) pri pohybe do naprogramovanej pozície z toho istého smeru.
- *Opakovateľnosť pozície* - stupeň zhody medzi pozíciami a orientáciami obdržaných pozícií po n-opakovaniach pohybu do tej istej naprogramovanej pozície v tom istom smere.
- *Viacsmerná presnosť pozície* - absolútna presnosť - rozdiel medzi rôznymi priemernými (strednými) obdržanými pozíciami dosiahnutými pri n-násobnom opakovaní tej istej naprogramovanej pozície z troch kolmých smerov.
- *Dráhová presnosť* - schopnosť robota sledovať svojím mechanickým interface naprogramovanú dráhu n-krát v tom istom smere.
- *Dráhová opakovateľnosť* - miera zhody medzi dosiahnutými dráhami pri n-opakovaniach tej istej naprogramovanej dráhy.
- *Presnosť dráhovej rýchlosti* - rozdiel medzi naprogramovanou rýchlosťou a priemernou hodnotou pri n-opakovaniach obdržaných rýchlostí merané na mechanickom interface.
- *Kolíkanie dráhovej rýchlosti* - max. odchýlka rýchlosti počas jedného opakovania s naprogramovanou rýchlosťou.
- *Statická poddajnosť* - max. miera posunutia na jednotku zaťaženia pôsobiaceho na mechanický interface.
- *Rozlišovacia schopnosť* - najmenšia vzdialenosť alebo uhol, ktorý môže vykonať každá os robota. Cyklus - vykonávanie užívateľského programu.
- *Čas cyklu* - čas potrebný na vykonanie cyklu.



- Štandardný cyklus - sled pohybov robota pri vykonávaní bežnej úlohy vykonávanej za špecifických podmienok a považovanej za referenčnú úlohu.

Klasifikácia robotov z hľadiska riadenia

Riadenie robota je súbor technických činností, ktorými sa zabezpečuje vykonávanie manipulačných, resp. technologických operácií robota. Riadenie robota sa realizuje v riadiacom systéme robota. Riadenie sa delí podľa druhu riadiacich informácií na:

- **analogové riadenie robota** - spôsob riadenia robota charakterizovaný spracúvaním analogových informácií. Časová postupnosť analogových informácií je v riadiacom systéme robota transformovaná na časovú postupnosť úkonov robota. Fyzikálnou veličinou, ktorá je nositeľom analogovej informácie je najčastejšie jednosmerné napätie.
- **číslicové riadenie robota** je spôsob riadenia robota, charakterizovaný spracúvaním číslicových (diskrétnych) informácií v riadiacom systéme robota. Časová postupnosť číslicových informácií je v riadiacom systéme robota transformovaná na časovú postupnosť úkonov robota. Jedna číslicová informácia (riadiaca inštrukcia) sa skladá spravidla z dvoch informačných častí. Prvá časť obsahuje kód činnosti robota a v druhej časti je táto činnosť kvantitatívne vyjadrená.
- **analogovo-číslicové riadenie** robota je spôsob riadenia robota charakterizovaný spracúvaním analogových a aj číslicových informácií. Vstupné informácie sú spravidla číslicové a v priebehu ďalšieho spracovania v riadiacom systéme robota sa transformujú na analogové informácie. Vstupné číslicové informácie možno jednoducho zaznamenať do pamäťovej jednotky riadiaceho systému a analogové informácie sa výhodne spracúvajú v servopohonoch robota. Tento spôsob riadenia priemyselných robotov spája výhodné vlastnosti analogového i číslicového riadenia.
- **bodové riadenie** robota je spôsob riadenia robota, pri ktorom sú manipulačné úkony výrazne charakterizované dosiahnutím určitých bodov v priestore. Pri bodovom riadení je potom každý manipulačný úkon daný činnosťou robota, pri ktorom sa robot presunie z jedného bodu v priestore do druhého bodu. Dôsledkom bodového riadenia robota je jeho pohyb v priestore po lomenej, (po úsekoch hladkej) trajektórii.
- **dráhové riadenie** robota je spôsob riadenia robota charakterizovaný plynulým pohybom v priestore. Jednotlivé manipulačné úkony sú ťažko rozlíšiteľné. Na rozdiel od bodového riadenia robota sa využíva simultánny (súčasný) pohyb vo viacerých pohybových osiach robota.

Riadenie a senzorické vybavenie robotov

- riadenie a kontrola montážnych a manipulačných operácií, úsekov a úkonov,
- synchronizácia prispôsobenia manipulátora a procesu manipulácie.

Na priemyselné roboty sa kladú stále vyššie požiadavky, pričom hlavnou požiadavkou je prispôbiť sa okoliu. Táto schopnosť sa nazýva adaptabilita priemyselných robotov. Aby sa robot mohol prispôbiť prostrediu, je potrebné ich vybaviť vhodnými senzormi a riadiacim softvérom. Sensory poskytujú množstvo potrebných informácií o prostredí v ktorom sa nachádza. Signály zo snímačov potom spracováva nadradený systém a na ich základe prispôbuje riadenie pohybov robota.



Základné delenie snímačov spočíva v spôsobe vnímania okolia, a to na:

- dotykové (ku snímaniu potrebujú dotyk s meranou súčasťou: mikropsínače, potenciometre, tenzometre atď.)
- bezdotykové (ku snímaniu dotyk nepotrebujú: indukčné, kapacitné, magnetické, ultrazvukové, optické atď.)

Najviac informácií nám dávajú vizuálne senzory. Do tejto skupiny patria laserové scanery, infradiaľkomery, svetlovodné snímače a obrazové snímače. Laserové scanery a infradiaľkomery pracujú na princípe odrážaného signálu. Výhodou svetlovodných snímačov je možnosť umiestniť generátor svetla, detektoru svetla a vyhodnocovacej jednotky mimo samotný priestor merania. V takomto prípade sa meračiaci lúč privádza do miesta merania pomocou optického vlákna, ktoré zaistí dopravu svetelného lúča s minimálnymi stratami.

Významným trendom v robotike je aplikácia systému so schopnosťou technického videnia. Roboty vybavené týmito systémami sú schopné rozpoznať tvar súčasti a určiť jej orientáciu, čo umožňuje využitie pri manipulácii s neorientovanými (nepaletizovanými) súčasťami, alebo pri vykonávaní optickej kontroly súčasti.

Literatúra

- [1] ABB - www.abb.com
- [2] ABB Elektro, s. r. o. : ABB Spektrum [online elektronický časopis]. Ročník 7, č. 2, jún 2005, s. 13. [cit 2007-3-10]. Dostupné na internete: <<http://www.abb.sk/>>
- [3] ABB Elektro, s. r. o.: Manipulácia s využitím robotov ABB [online elektronický časopis]. AT&P journal 9/2004, s. 54 – 55. [cit 2007-3-10]. Dostupné na internete: <<http://www.atpjournalsk.sk/>>
- [4] ATEC Automatizačná technika: Robotika v priemysle [online elektronický časopis]. AT&P journal 3/2003, s. 33. [cit 2007-3-10] Dostupné na internete: <<http://www.atpjournalsk.sk/>>
- [5] European Robotics Research Network - www.euron.org
- [6] Festo - <http://www.festo.com/>
- [7] Hajduk, M., Baláž, V., Daneshjo, N.: Simulácia a off-line programovanie priemyselných robotických systémov [online elektronický časopis]. AT&P journal 2/2005, s. 84 – 85. [cit 2007-3-10] Dostupné na internete: <http://www.atpjournalsk.sk/>
- [8] Hatala, M. : Robotika. Prešov, 2005. 69 s. ISBN 80-8073-383-X
- [9] Japan external Trade organization - www.jetro.go.jp
- [10] Kolíbal, Z., Knoflíček, R. : Morfológická analýza stavby průmyslových robotů. Vienaľa Košice, 2000, ISBN 80-88922-27-5
- [11] Košťál, P., Velíšek, K.: Projekt multifunkčného manipulačno – výrobné – montážného zariadenia realizovného na KTZS, Konferencie „Setkání ústavu a kateder oboru výrobní stroje a robotika“, Ostrava: 14. - 15. září 2004
- [12] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000, 208s., ISBN 80-7099-504-1
- [13] Kuka roboter - www.kuka.com
- [14] Morkes, D.: Access 2002 – užívateľská príručka, Computer Press, Brno 2003, ISBN 80-7226-541-5
- [15] Palko, A., Smrček, J.: Robotika. Košice, 2004, ISBN: 80-8073-218-3
- [16] Varga, G.: Databáza montážnych robotov a ich aplikácia v projektovaní pružnej automatizovanej montáže, Dip. práca, SĽF TU v Košiciach, 2004
- [17] Velíšek, K., Pecháček, F., Košťál, P., Štefánek, M.: Montážne stroje a zariadenia. Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, 2005



PROSTRIEDKY PRE MEDZIOPERAČNÚ DOPRAVU V DEMONTÁŽNYCH SYSTÉMOCH

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

Medzioperačná doprava a skladovanie demontovaných komponentov a materiálov je jedným z limitujúcich faktorov rozvoja a inovácií demontážnych procesov a systémov. Aplikácia prostriedkov pre realizáciu medzioperačnej dopravy a skladovania vyplýva z požiadaviek na pohotové a pružné spojenie jednotlivých demontážnych pracovísk, systémov a ich funkcií ako celku materiálovým tokom.

Základnou funkciou technických prostriedkov pre medzioperačnú dopravu a manipuláciu je zabezpečovanie materiálového toku medzi jednotlivými demontážnymi pracoviskami a systémami. Zabezpečiť je potrebné hmotný tok všetkých druhov objektov, nástrojov, prípravkov a materiálov, ktoré sú nevyhnutné pre realizáciu demontážneho procesu. Základom pre rozlíšenie jednotlivých druhov a typov technických prostriedkov môžu byť viaceré kritéria. Ako významné je možné uviesť usporiadanie demontážnych systémov, druh dopravovaných objektov a materiálov, stupeň automatizácie a pružnosti, sériovosť výroby, komplexnosť riešenia a pod.

Riešenie medzioperačnej dopravy v demontážnych systémoch sa realizuje na základe viacerých optimalizačných kritérií [3]:

- najkratšia cesta pohybu demontovaných výrobkov a materiálov,
- eliminácia protismerných pohybov v materiálových tokoch,
- minimálny počet prerušení dopravného toku,
- minimálny počet dopravných a manipulačných úkonov v materiálových tokoch,
- maximálne vyťaženie dopravných prostriedkov a pod .

Medzioperačná doprava je riešená ako neoddeliteľná súčasť demontážneho procesu. Potrebné je zabezpečovať systémový súlad medzi využívanými druhmi a typmi demontážnych, manipulačných a dopravných prostriedkov a ich technickými parametrami. Dôležitý je najmä súlad medzi takými charakteristikami, ako je stupeň automatizácie, pružnosti a spoľahlivosti.

Riešenie materiálového toku závisí od objemu výroby, počtu realizovaných operácií, rozmerov a hmotnosti objektov, spôsobov usporiadania demontážnych pracovísk, druhu využívaných dopravných prostriedkov a pod. Dimenzovanie kapacity dopravných prostriedkov sa riadi všeobecnými výpočtovými metódami a optimalizačnými kritériami. Vychádza sa pritom z požiadaviek pracovísk pri znižovaní podielu manuálnej práce.

Z koncepčného hľadiska je v demontážnych systémoch možné vymedziť nasledovné spôsoby prepojenia pracovísk a dopravných prostriedkov:

1. Vnútné prepojenie, pri ktorom hlavný dopravný smer prechádza priamo priestorom pracoviska, resp. systému. Hlavný smer zabezpečuje dopravu demontovaných výrobkov v prípravku (aj v nosiči). Vedľajší smer zabezpečuje odvádzanie stavebných, spojovacích súčiastok a materiálov do zásobníkov a podsystémov. Tento princíp je výhodný a uplatňovaný hlavne v linkách.
2. Vonkajšie prepojenie, pri ktorom hlavný dopravný smer prechádza vedľa priestorov demontážnych pracovísk a systémov. Hlavným dopravným smerom je zabezpečovaná doprava demontovaných výrobkov. Tento princíp je uplatňovaný v centrách, v robotizovanej demontáži a pod.



Z hľadiska riešenia materiálových tokov na výrobnjej ploche sa rozoznávajú linkové, uzavreté, sieťové a stromové štruktúry (tab.1). Z hľadiska usporiadania sa rozlišujú podlahové a mimopodlahové systémy, ktoré pracujú buď v prerušovanom alebo plynulom režime.

Tab.1 Siete materiálového toku

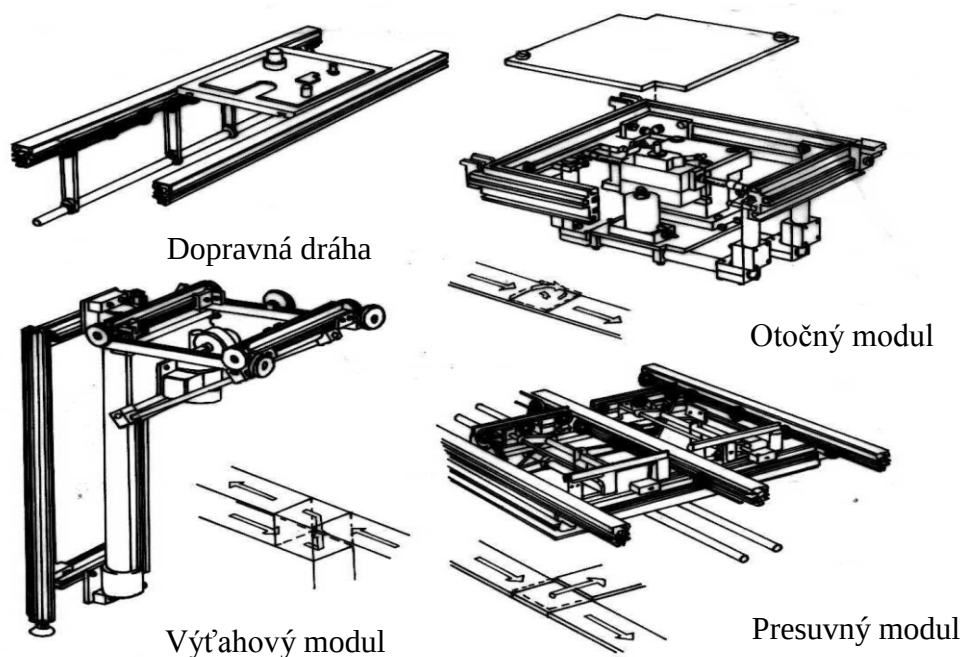
Dopravná dráha	Typ	Príklad riešenia
Lineárna	Jednoduchá	
	Paralelná	
	Vetvená	
Uzavretá	jednoduchá	
	S paralelným prepojením	
	Vetvená	
Sieťová	—	
Stromová	—	

Rozšíreným medzioperačným dopravným prostriedkom v demontáži sú dopravníky. Uplatňujú sa predovšetkým v takých koncepciách, kde sa objekty a materiál dopravujú plynulé alebo v rytme, pričom nedochádza k podstatnejším zmenám v zaťažení, v dopravnej ceste a rýchlosti pohybu. Rozlišujú sa valčkové, článkové, pásové, magnetické, vibračné, kobercové a závesne dopravníky a dopravné sklzy. Z nich sa vytvárajú komplexné a zložité dopravné systémy (obr.1, obr.2).

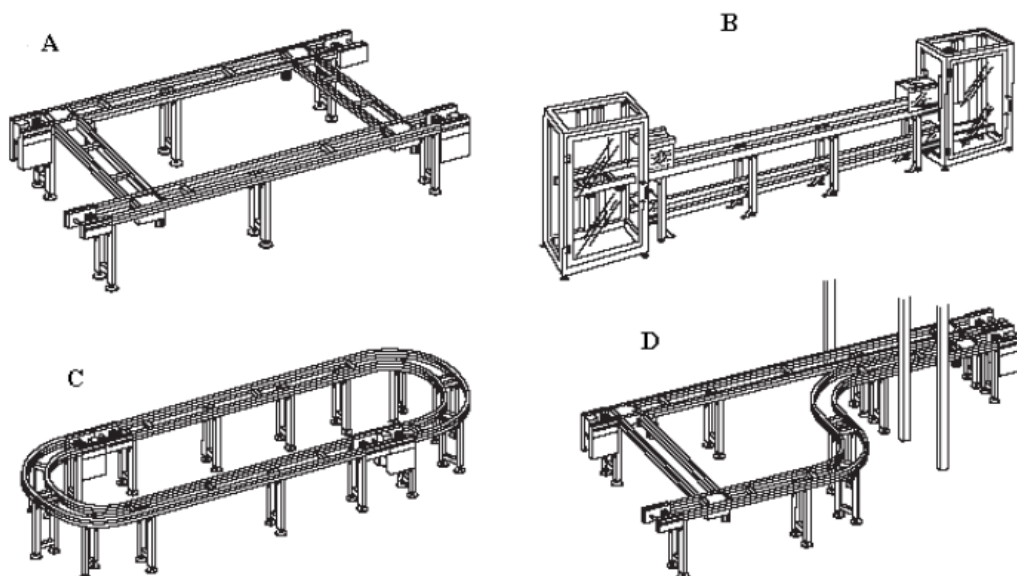
Valčkové dopravníky sú určené na individuálne použitie a vytváranie dopravných tratí. Dopravným prvkom sú valčeky, poprípade kladky otočne uložené v ráme.



Konfigurácia dopravnej trate sa vytvára z priamych a oblúkových sekcií. Pohyb objektov môže byť v dôsledku pôsobenia gravitačnej sily, tlačenia alebo núteného pohybu valčekov. V prípade viacerých dopravných vetiev je potrebné využívať odbočky a vychýľovacie sekcie s automatickým ovládaním. Ak sa dopravné cesty pretínajú, používajú sa zdvihové jednotky. Valčeky poháňaných dopravníkov môžu mať individuálny pohon, resp. môžu využívať spoločnú kĺbovú reťaz. Adresné riadenie umožňuje dopravu objektov do požadovanej polohy po zvolenej dráhe pohybu.



Obr.1 Konštrukčné jednotky pružného kladkového dopravného systému [4]

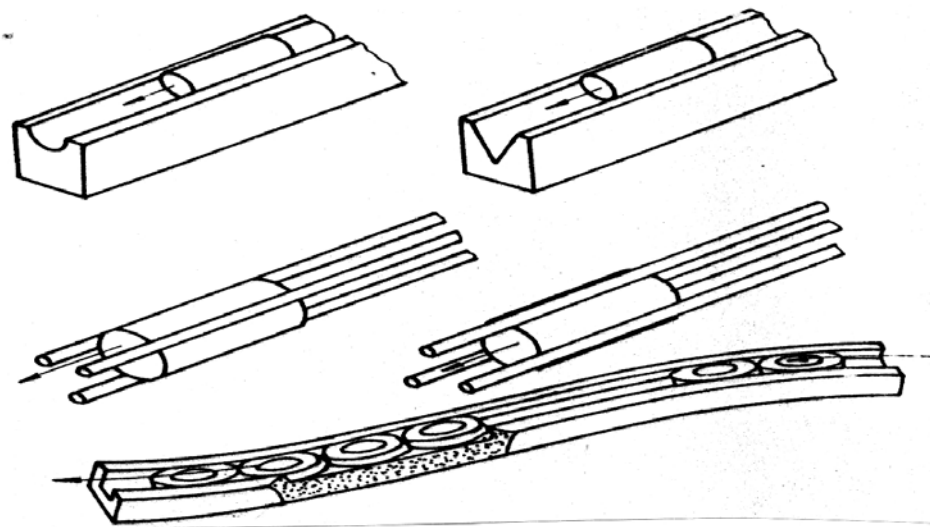


A: Obdĺžniková štruktúra, B: Štruktúra materiálového toku nad/pod úrovňou pracovnej stanice, C: Karuselová štruktúra, D: Serpentinová štruktúra

Obr.2 Štruktúry modulových dopravníkových systémov

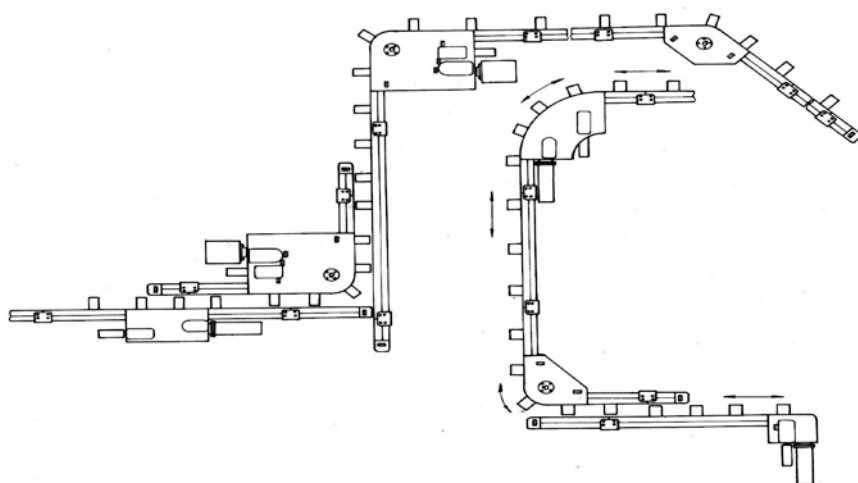


Dopravné sklzy nemajú pohon, využívajú účinky gravitácie. Majú rôzne prierezy (tvar U, L, a pod.). Dráhy môžu byť priame, oblúkové, sklonené a čiastočne aj vodorovné. Uhol sklonu pre dopravu závisí najmä od tvaru, materiálu sklzu, od toho či sa dopravuje jeden objekt resp. prúd objektov. Sklzy sa vybavujú blokovacími, oddeľovacími a ďalšími jednotkami. Kombinujú sa s valčekovými, kladičkovými, pásovými a reťazovými dopravníkmi. Využívajú sa aj ako zásobníky objektov.



Obr.3 Sklzy ako súčasť dopravných systémov

Závesné dopravníky (obr.4) sa využívajú na dopravu objektov v uzavretom okruhu alebo linke. Využívajú obiehajúcu reťaz, resp. lano ku ktorému sú natrvalo, ale aj podľa potreby pripájané jazdce so závesmi na dopravovaný objekt. Doprava objektov je nad úrovňou výrobnjej plochy. Dráha môže mať oblúky v rovine aj v priestore. Automatické nakladanie a vykladanie sa rieši systémom predvoľby. Podľa usporiadania dráhy sa podvesné dopravníky rozdeľujú na vodorovné a priestorové, pričom tieto môžu byť jednodráhové a dvojdráhové. Jednodráhové dopravníky majú jednu reťazovú dráhu so závesmi a dopravovaným jazdcom. Dvojdráhové dopravníky využívajú jednu reťazovú dráhu po ktorej jazdia závesné vozíky. Pomocou výhybiek je možný presun vozíkov medzi dráhami.



Obr.4 Príklady úsekov závesných dopravných systémov



Literatúra

1. Havrila, M.: Automatizovaná montáž. FVT Prešov, 1997
2. Lunarski, J., Szajkowicz, W.: Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn .Wydawvictwa Naukowo –Techniczne, Warszawa, 1993
3. Kováč, J., Svoboda, M., Líška O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000
4. Prospektové materiály a katalógy firiem : Bosch, Flex- Links Systems, MK Maschinenbau Kitz, RK Rose + Krieger, Palettisystems, Sigma,
5. Svoboda, M., Kováč, J., Štefánek, M.: Technológia montáže. ES VŠT Košice, 1988
6. Velišek, K., Pecháček, F., Košťál, P., Štefánek, M.: Montážne stroje a zariadenia. Slovenská Technická Univerzita v Bratislave, 2005
7. Lešková, A.: Optimalizácia dopravníkových systémov v montáži. In.: Transfer inovácií 12. Sjf TU v Košiciach, 2008
8. Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500



DEMONTÁŽNE SYSTÉMY A ICH PROJEKTOVANIE





SYSTÉMY PRE DEMONTÁŽ AUTOMOBILOV

Ing. Vladimír Rudy, PhD.

Ing. Juraj Kováč, PhD.

Automobily s ukončenou životnosťou sú v posledných rokoch problémom, predovšetkým v súvislosti s novými podmienkami ich ekologického spracovania. Produkcia automobilov neustále rastie, pričom rastie aj počet automobilov s ukončenou dobou životnosti.

V roku 2006 sa vyrobilo približne 54 miliónov automobilov. Približne 35 miliónov osobných automobilov sa vyradilo z evidencie jednotlivých štátov sveta a likvidovali sa rôznym spôsobom. V súčasnosti je vo svete asi 720 miliónov osobných automobilov, ktoré prinášajú ľuďom nielen úžitok a potešenie, ale aj problémy.

Vyradené vozidlá vytvárajú jedno z najväčších environmentálnych rizík. Samotná Európa začína trpieť nedostatkom miesta a verejnosť prestáva akceptovať takéto zaobchádzanie s odpadom. Okrem toho, že sú miesta skládok stále vzácnejšie a drahšie, vyvolávajú obavy aj o ich škodlivý dopad na životné prostredie a v konečnom dôsledku aj na samotného človeka (obr.1).

Súčasný prístup k recyklácii starých automobilov

Nové trendy vývoja automobilov sa orientujú na využívanie nových, odľahčených alebo kompozitných materiálov, na špeciálne povrchové úpravy karosérií, na používanie ľahkých kovových konštrukcií, ako aj na zvyšovanie podielu plastov pre montáž moderných typov automobilov. Takýto trend vývoja automobilov je však pre recykláciu surovín nepriaznivý, lebo zvyšuje náklady na separáciu konštrukčných komponentov.

Rozhodujúcim kritériom pri výbere materiálov automobilov sú:

- cena materiálov a ich spracovanie,
- hmotnosť vozidla a spotreba paliva,
- bezpečnosť riešenia z hľadiska životnosti vozidla i ochrany posádky pri náraze,
- úžitkové vlastnosti materiálov (ak existuje alternatíva).

V súčasnosti bežne používané automobily majú väčšiu časť karosérie vyrobenú z pozinkovaného oceľového plechu. Okrem toho, môžu na úkor ocele obsahovať zvýšený podiel neoznačených súčiastok z plastov, kompozitov na báze plastov, a tiež neoddeliteľné kombinácie materiálov a elektronické systémy. Pri zneškodňovaní, poprípade zhodnocovaní autovrakov nehrá teda úlohu iba kvalita získaného šrotu, ale taktiež vytváranie uzavretých materiálových a finančných tokov pre plasty, sklo, použité oleje a iné prevádzkové kvapaliny a ďalšie materiály a komponenty. Staré automobily predstavujú veľmi rôznorodý zdroj ďalšieho využiteľného materiálu, ktorý je možné pri vhodnom vytriedení a po ďalšom spracovaní použiť ako vstupnú surovinu pre ďalšiu výrobu (tab.1).

V súčasnosti sú vo svete pri likvidácii automobilov uplatňované štyri prístupy :

- úplná demontáž,
- selektívna demontáž,
- drvenie vrakov,
- repasácia.



Technicky a ekonomicky sú najväčšie požiadavky kladené na manipulačné prostriedky pre manipuláciu s autovrakom najmä pri demontáži pohonov, náprav, nádrží a pod.. Nevyhnutné je mať na zreteli, že manipulácia sa realizuje s objektmi pevnostne nestálymi, poškodenými hrdzou, tvarovo rôznorodými (po totálnych haváriách) a pod. Manipulačné operácie s autovrakmi sú realizované najčastejšie ako:

- 1) doprava autovrakov na spracovanie – účelové automobily s vybavením pre manipuláciu a nakladanie s automobilov,
- 2) skladovanie, paletizácia a prevoz autovrakov v mieste spracovania – motorové vysokozdvížné vozíky s predĺženým ramenom a nosnosťou 3t,
- 3) manipulácia s autovrakmi pri demontáži pohonov, náprav, pálení karosérie a pod. – elektrické žeriavy 2t (obr.2),
- 4) manipulácia pri komplexnej demontáži – krokovací dopravníkový systém,
- 5) prevoz paliet pri obsluhu pracovísk separácie materiálov - elektrické akumulátorové vozíky s nosnosťou 800 kg,
- 6) manipulácia s veľkokapacitnými kontajnermi – účelové automobily.



Tab.1 Finančné zhodnotenie autovraku

Druh materiálu	Zastúpenie (kg)	Zhodnotenie (Sk)
Kovy - separované	364,8	2444,20
Kovy - neseperované	182,4	492,50
Hliník	54,72	4514,50
Meď	18,24	3542,20
Mosadz	0,6	70,20
Sklo	27,36	145
Textil	36,48	73
Plasty	91,2	483,40
Olovo	27,36	1696,30
Olej	54,72	71,20
Pneumatiky	41,04	164,20

Obr.2 Manipulácia s autovrakom

Demontážne pracoviská autovrakov

Spracovateľské prevádzky, zaručujúce ekologickú likvidáciu starých automobilov, musia byť navrhované ako komplexné, vzájomné prepojené pracoviská. Ich štruktúru tvorí:

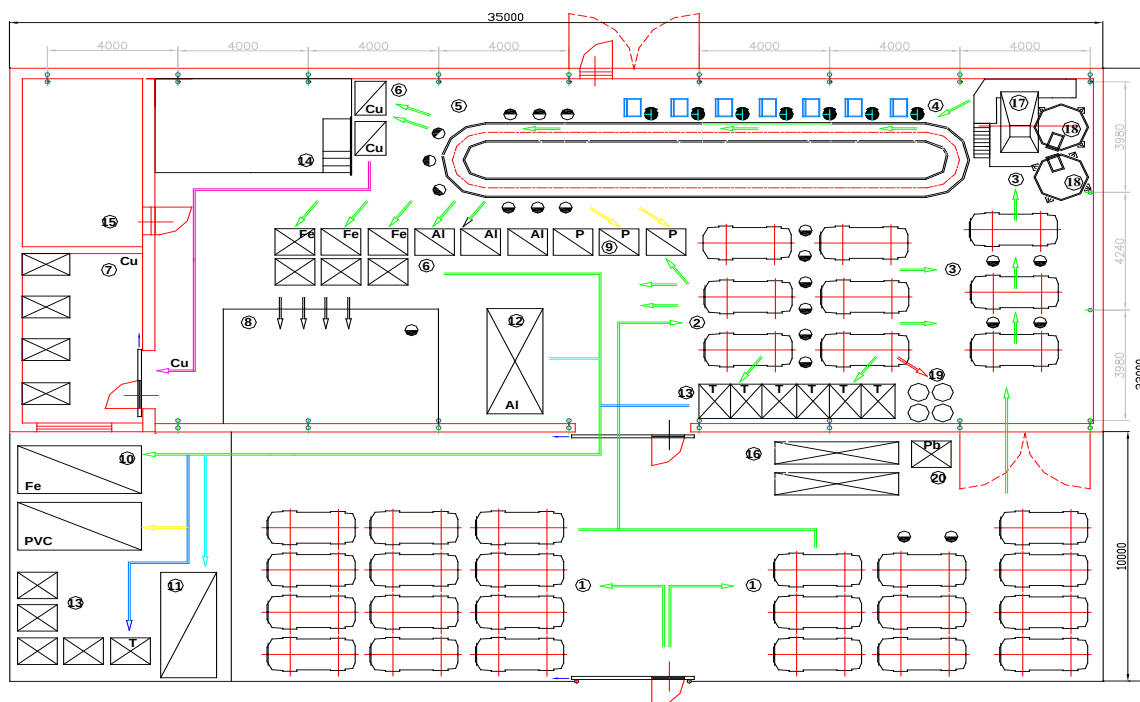
- skládka autovrakov,
- odstraňovanie technických látok a plynov,
- demontáž interiérových prvkov a použiteľných, vybraných komponentov,
- demontáž pohonov a náprav,
- pálenie karosérie,
- separačná demontáž skladovania separovaných materiálov.

Špecifickú pozornosť pri výstavbe a výbere technických prostriedkov je nutné venovať pracoviskám odstraňovania technických látok a plynov (nakladanie s autobatériami, brzdovými kvapalinami, olejmi a ich filtrami, chladiacimi zmesami, plynovými zásobníkmi a pod.).



Cenové relácie vybraných komponentov demontovaných z autovrakov Škoda (Š100,120,130), určených k druhotnému použitiu sú uvedené v tab.2.

Dispozičné riešenie prevádzky recyklačného zhodnocovania automobilov vyradených z prevádzky je na obr.3. Realizácia takýchto špecializovaných prevádzok na Slovensku je v začiatkoch (s cca 4-5 ročnými skúsenosťami). Vytvárajú ich prevažne živnostníci resp. malí podnikatelia. Situované sú predovšetkým v okrajových častiach okresných miest, prevažne v starých, prenajatých halách. Technicky a technologicky sú veľmi slabo vybavené s dominantným podielom ručnej práce. Prevláda nízka efektívnosť a vysoká prácnosť všetkých demontážnych činností. Mnohé z nich majú, pri nakladaní s autovrakmi, skladovaní demontovaných komponentov a technických kvapalín, veľké rezervy v dodržiavaní ekologických noriem. Prevláda komerčný charakter vlastnej prevádzky.



Legenda :

1 – skládka autovrakov

2 – pracovisko demontáže prvkov interiéru a kvapalín

3 – pracovisko demontáže pohonových jednotiek a delenia karosérie pálením

4 – pracoviská komplexnej demontáže komponentov autovrakov – dopravník

5 – pracovisko triedenia demontovaných materiálov

6 – palety pre separované farebné kovy – Cu

7 – sklad farebných kovov

8 – predaj použiteľných komponentov

9 - palety pre separované materiály – plasty (P), neželezné kovy (Al), kovy (Fe)

10 – veľkokapacitný zásobník pre skládku kovov (Fe), plastov (PVC)

11 - veľkokapacitný zásobník pre skládku pneumatík

12 - veľkokapacitný zásobník pre skládku neželezných kovov (Al)

13 - palety pre separované textilie

13 - palety pre separované textilie

14 – priestory pre pracovníkov

15 – administratívna miestnosť

16 – veľkoobjemové zásobníky acetylénu a kyslíka pre pracovisko pálenia

17 – hrubé čistenie objektov demontáže

18 – filtračné zariadenie vzduchu

19 – skladovanie olejov a kvapalín

20 - autobatérie

Obr.3 Príklad dispozičného riešenia prevádzky zhodnocovania autovrakov



Tab.2 Výber cien komponentov Škoda demontovaných z autovrakov

Komponent	Cena (Sk)	Komponent	Cena (Sk)
volant Š120	150 – 250,-	výfuk Š120	100,-
alternátor Š120	300,-	poloos dlha Š120	150,-
nárazník komplet+výstuha	150,-	štartér Š120	300,-
poloos krátka Š120	150,-	čerpadlo paliva Š120	150,-
Motorček ventilátora Š120	250,-	karburátor Š120	300,-
svetlomet Š120	250,-	hlava bloku valcov Š120	500,-
motor Š120	1500,-	Spínacia skrinka Š120	100,-
prevodovka Š130	2000,-	čerpadlo ostrekovača Š120	100,-
predné sklo Š120	400,-	spätne zrkadlo Š120	80,-
parabola tvarovaná Š120 M	200,-	vodné čerpadlo Š120	100,-
parabola tvarovaná Š120 M	200,-	bubon brzdy Š120	100,-
chladič Š120	500,-	strešné okno	500,-

Zmenou zákona 223/2001 Z. z o odpadoch, ktorý vstúpil do platnosti od 1. januára 2006, sa dospelo k viditeľnému výsledku a síce, že počet spracovaných starých vozidiel sa v roku 2006 oproti roku 2005 zvýšil o viac ako 50%.

Predpokladá sa, že táto stúpajúca tendencia bude aj v budúcnosti narastať, nakoľko predpisy na prevádzkovanie automobilov a emisné normy sa budú aj naďalej sprísňovať. Závažné je aj konštatovanie, že počet dopravných nehôd s totálnou likvidáciou automobilov má v posledných rokoch, podľa zverejnených štatistík, stúpajúcu tendenciu.

Ochrana životného prostredia, ktorá sa v dnešnom svete ešte len začínať zaraďovať medzi prirodzené aktivity, má svoje opodstatnenie a svoju budúcnosť a to nielen z hľadiska zachovania čistého životného prostredia, ale aj z hľadiska ekonomického zvýhodnenia pre firmy, ktoré sa rozhodnú práve tejto problematike venovať.

Literatúra

- [1] Hricová I.: Recyklácia autovrakov. DP. SjF TU v Košiciach, 2007
- [2] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000
- [3] <http://www.polep.cz>.



SYSTÉMY PRE ZHODNOCOVANIE PNEUMATÍK

Ing. Vladimír Rudy, PhD.

Ing. Juraj Kováč, PhD.

Pneumatiky predstavujú významný zdroj druhotných surovín. Ekologické problémy s gumovým odpadom z ojazdených pneumatík majú všetky krajiny s rozvinutou automobilovou dopravou. Preto sa dnes odborná verejnosť čoraz intenzívnejšie zaoberá návrhom efektívneho zhodnotenia, prípadne zneškodnenia tohto materiálu.

Táto skutočnosť predpokladá nástup a dynamické využitie nových vedecko-technických poznatkov, zavedenie progresívnych technológií ich spracovania a druhotného aplikovanie v rôznych oblastiach a odvetviach spoločenskej výroby.

Honba za maximálnym efektom v najrôznejších oblastiach ľudskej činnosti so sebou prináša aj nové, nie vždy osvedčené pracovné postupy spolu s využívaním nových, prírode cudzích látok. S takýmto rýchlym rastom výroby a spotreby rastie nielen nadmerné čerpanie prírodných zdrojov, ale aj množstvo vyvrhovaného odpadu do prostredia.

A to nielen preto, že sa týkajú celého sveta, ale hlavne preto, lebo rýchlosť ich produkcie je väčšia ako ich spracovanie a s ich likvidáciou je spojených najviac problémov.

Ekologický prístup pri výstavbe pracovišťa

Pre budovanie „výrobných“ systémov, spracovateľských systémov budúcnosti, produkujúcich recyklované suroviny a polotovary, pre ich následne ďalšie aplikovanie dnes hovorí mnoho faktov.

Vedľa morálnych motívov (zodpovednosť voči spoločnosti a životnému prostrediu) existuje celá škála pragmatických dôvodov, prečo túto koncepciu spracovateľských systémov v budúcnosti aplikovať.

Dnes je viac ako isté, že firma s tzv. aktívnym prístupom k ochrane životného prostredia je v konkurenčnej výhode. Dnes, v čase krízy to platí obzvlášť, pretože :

➤	Zákazníci rastúcou mierou oceňujú environmentálnu kvalitu výrobkov.
➤	Miera zodpovednosti firmy o ekológiu je priamo úmerná záujmu o zamestnanie v nej .
➤	Obchodní partneri, ktorí majú environmentálne aspekty zahrnuté do svojho systému riadenia, spolupracujú prevažne len s partnermi, ktorí spĺňajú stanovené environmentálne kritériá.
➤	Environmentálny profil firmy determinuje prístup na zahraničné trhy resp. ich úspešnosť na nich (napr. v USA a západnej Európe sú požiadavky na environmentálnu kvalitu a výrobné postupy prísnejšie a to ako zo strany legislatívy, tak zo strany zákazníka).
➤	Vďaka dobrému vzťahu k životnému prostrediu môže firma dosiahnuť i niektoré výhody od investorov a finančných inštitúcií, napr. banky poskytujú úvery za výhodnejších podmienok tým firmám, ktoré sa stabilne preukazujú pozitívnym environmentálnym profilom.

Vo výrobných technológiách a procesných reťazcoch je stále výraznejšia aj myšlienka ochrany životného prostredia orientáciou na výrobné procesy šetriace suroviny a energetickú efektívnosť.



Zhodnocovanie automobilových pneumatík

Na výrobu pneumatík sa používa 60 až 70 % z celkovej spotreby kaučuku, zvyšok väčšinou na výrobky z technickej gumeny. Využitím druhotných surovín, t.j. gumového odpadu sa ušetrí asi 2 tony ropy na výrobu 1 tony gumových výrobkov.

Pneumatiky vo faktoch

- Svet vyprodukuje každý rok 1,2 bil ks pneumatík.
- Len zlomok tejto produkcie je recyklovaný, resp. inak zhodnocovaný.
- USA produkuje cez 24 mil. ks / rok a asi 500 mil. ks sa nachádza na skládkach (niektorí experti tento počet odhadujú až na 3 bil ks).
- Austrália vyrobí okolo 18 mil. ks / rok a cca 20 mil. ks ich skladuje na skládkach.
- Japonsko vyrobí 100 mil. ks / rok a približne také isté množstvo skladuje.
- V 2002 roku bol počet pneumatík v Európe odhadnutý na 250 mil. ks a 3 bil. ks bolo sklado.
- 3.250 mil. ton /rok odpadu vytvárajú pneumatiky osobných a nákladných automobilov.
- 60 tis. až 70 tis. ton /rok odpadu je produkovaných pneumatikami pre poľnohospodárstvo a ostatnú „off-road“ techniku (nie je na skládkach).
- V 2005-2006 roku bolo v Európe rôznou formou zhodnotených 2.669 mil. ton pneumatík, asi 1 mil. ton bolo recyklovaných ako materiál.

Oblasti aplikovania starých pneumatík, resp. recyklácia materiálov z nich získaných je veľmi široká. Od ich uplatnenia ako celých (bez úpravy) pri spevňovaní pôdy, protipovodňových zábran, v meliorácii a pod. (obr.1), až po najhodnotnejšiu formu ich zhodnotenia formou pyrolýznych procesov, kedy výsledkom ich spracovania je oceľový odpad (tzv. ihličky), uhlíkový prášok a topný olej – čisté suroviny, vhodné pre následne aplikácie.

Spevňovanie pobrežia

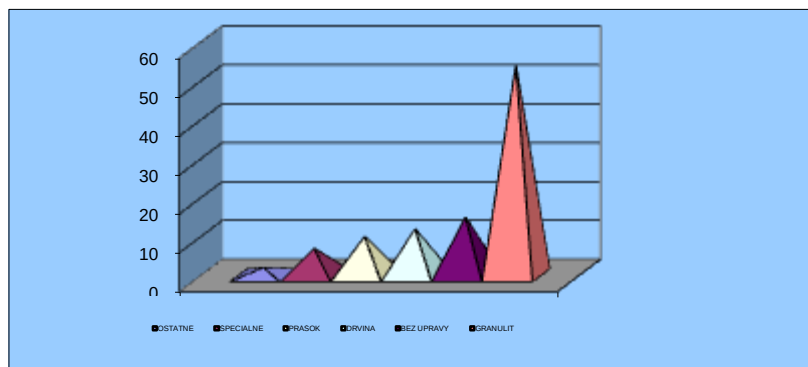


Obr.1 Príklady oblastí aplikácie pneumatík



Materiálové formy prvotného spracovania pneumatík, s ich %-ným zastúpením v pneumatike, sú špecifikované v grafe (obr.2).

Najnižšia technologická náročnosť je pri výrobe drviny, ktorá je po ďalšej úprave (magnetická separácia) vstupnou surovinou pyrolýzneho spracovania.



Obr.2 Polotovarové formy primárnej úpravy pneumatík.

Budovanie pracovísk zhodnocovania pneumatík

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že výstavba spracovateľských systémov, do ktorých vstup tvoria objekty druhotného spracovania, sa v porovnaní s „bežnými“ systémami odlišuje špecifikami, ktorých charakter a rozsah je závislý na povahe spracovávaných druhotných surovinových objektov, t.j. „čistote recyklovaných materiálových vstupov následných výrob“.



RTG 800 /1250



SRS 1300/1300 S

Obr.3 Príklady drviacich mlynov pneumatík

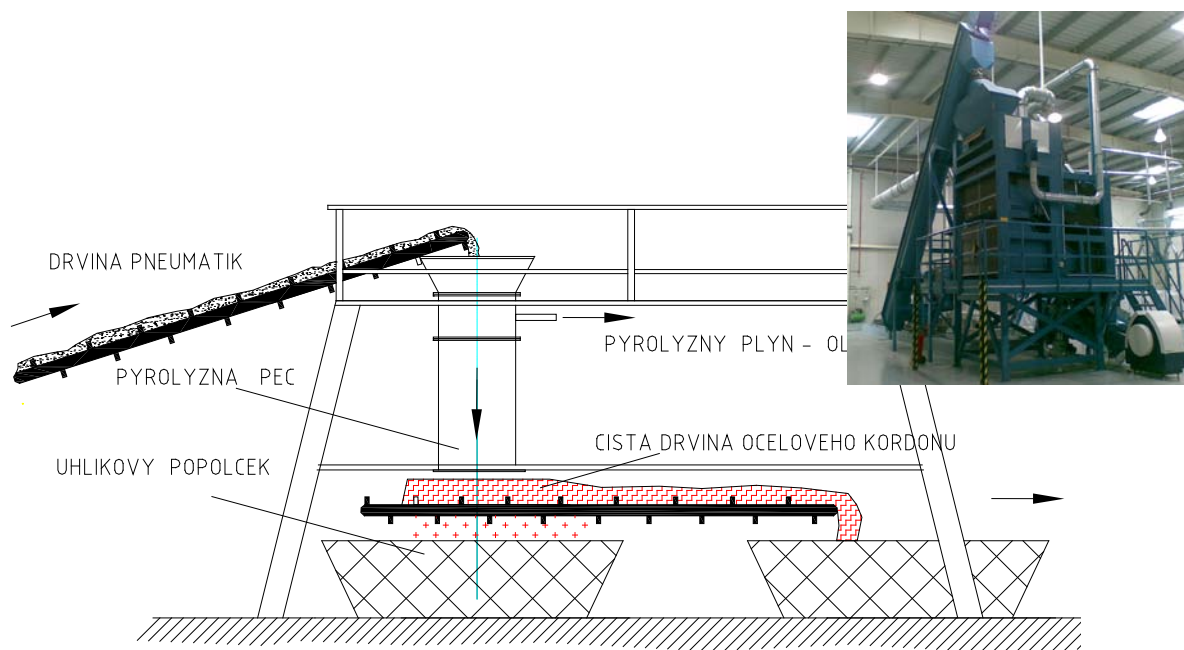


Obr.4 Linka na spracovanie pneumatík pyrolýzou

Hospodárska kríza súčasnosti spôsobila v oblasti výkupu a spracovania druhotných surovín obrovský prepád. Výkupné ceny (prvotné i druhotné, spracovateľské) sa prepadli na 1/4 až 1/6 cien druhotných komodít v priebehu 3-4 mesiacov. Súčasne sa znížil objem vykupovaných surovín zo strany ich spracovateľov.



Obr.5 Pohľad na „zelenú prevádzku“ úpravy pneumatík



Obr.6 Návrh pyrolýzneho spracovania drviny pneumatík.

Literatúra

- [1] Valerie L. Shulman: Tyre Recycling in the European Union. The 15th Annual European Conference on tyre recycling. 2-5 april 2008, The Crowne Plaza Europe, Brussels, Secretary General ETRA
- [2] Rudy, V., Mareš A.: Možností a podmienky uplatňovania modernizačných aktivít v malom podnikaní. Transfer inovácii, 4/2002
- [3] Rudy, V.: Budovanie výrobných systémov pre spracovanie problémových komponentov autovrakov-zhodnocovanie pneumatík. In.: Transfer inovácií 12, SjF TU v Košiciach, 2008
- [4] Michalíková, F., Sisiľ, M.: Problematika zhodnocovania pneumatík. In: Odpady. Roč. 8, č. 2 (2008), s. 14-19. ISSN 1335-7808
- [5] Badida, M., Lumnitzer, E.: Recyklácia v automobilovom priemysle. Edícia EQUAL, SjF TU v Košiciach, 2006, ISBN 80-8073-763-0
- [6] Valerie L. Shulman : Tyre Recycling in the European Union. The 15th Annual European Conference on tyre recycling. 2-5 april 2008, The Crowne Plaza Europe, Brussels, Secretary General ETRA



METODIKA PROJEKTOVANIA BAT VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

prof. Ing. Dušan Šebo, PhD.

Metodika projektovania environmentálnych (BAT) výrob vychádza z klasických prístupov systematického projektovania (SLP), je však rozšírená o nové poznatky a požiadavky na ochranu životného prostredia a jeho trvalo udržateľný rozvoj.

Metodický postup projektovania environmentálnych výrob a spracovanie **generálneho plánu výroby** v digitálnom režime sa riadi týmito etapami:

- výrobná schéma závodu,
- environmentálny strom výroby,
- tabuľka vzťahov, schéma vzťahov, schéma plôch,
- návrh dispozičného riešenia,
- dopravná schéma závodu,
- energetická schéma závodu,
- riadenie a organizácia skladového hospodárstva,
- hygiena a bezpečnosť práce,
- rozpočet, technicko-ekonomické hodnotenie.

Pre potreby projektovania environmentálnych výrob v digitálnom režime je v súčasnosti potrebné analyzovať všetky vstupy a výstupy z okolia a do okolia projektovaného výrobného systému.

Analýza vstupov sa robí za účelom kontroly, či tieto spĺňajú všetky legislatívne a environmentálne aspekty, aby výstupy vychádzajúce z výrobného systému boli v zmysle BAT technológií, ale tiež aby nedošlo k ich negatívnemu posudzovaniu na strane výstupov.

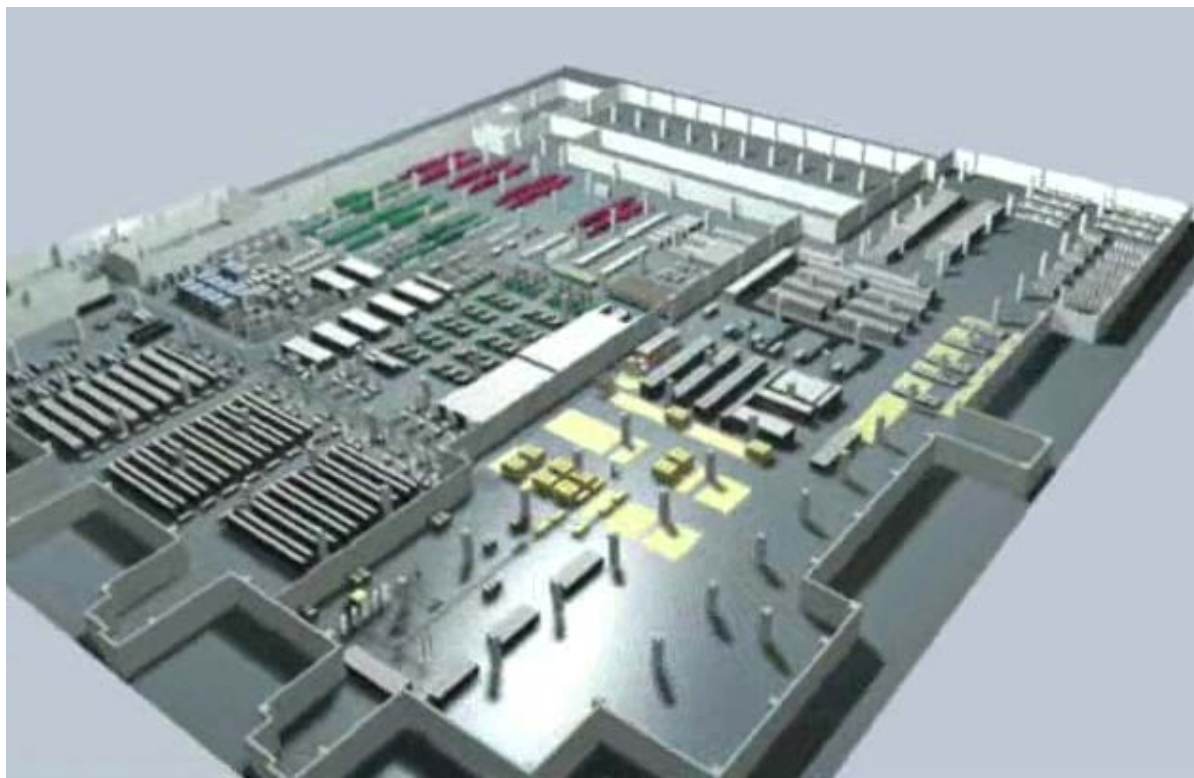
Riešenie výstupov z výrobného systému do okolia je dôležité z hľadiska ich environmentálnych dopadov na životné prostredie, a teda predurčujú potreby takých zariadení, ako sú čistiare odpadových vôd, filtre na komínové plyny, lapače nečistôt a pod.

Prvým krokom je spracovanie generálneho plánu závodu [1].

V generálnom pláne závodu sú zhrnuté všetky samostatné časti projektu, technologických schém a projektov pre obslužné zariadenie nachádzajúce sa na území závodu, a tiež projektov zapojenia závodu do okolia.

Je to súborné vyriešenie základných otázok technológie, rozmiestnenia budov, stavieb a zariadení závodu v konkrétnych podmienkach jeho umiestnenia vrátane dopravných a inžinierskych sietí, ochrany a vybavovania pozemku tak, aby tvorili z hľadiska jeho výstavby a prevádzky jeden homogénny celok.

Vypracovanie generálneho plánu priemyselného závodu (obrázok 2) patrí k tímovej práci, kde odborníci rôznych profesií projektovej organizácie dostávajú optimálne riešenia odpovedajúce obmedzujúcim a limitujúcim podmienkam a riadi sa historicky одобreným postupom [1].



Obr.1 Generálny plán závodu

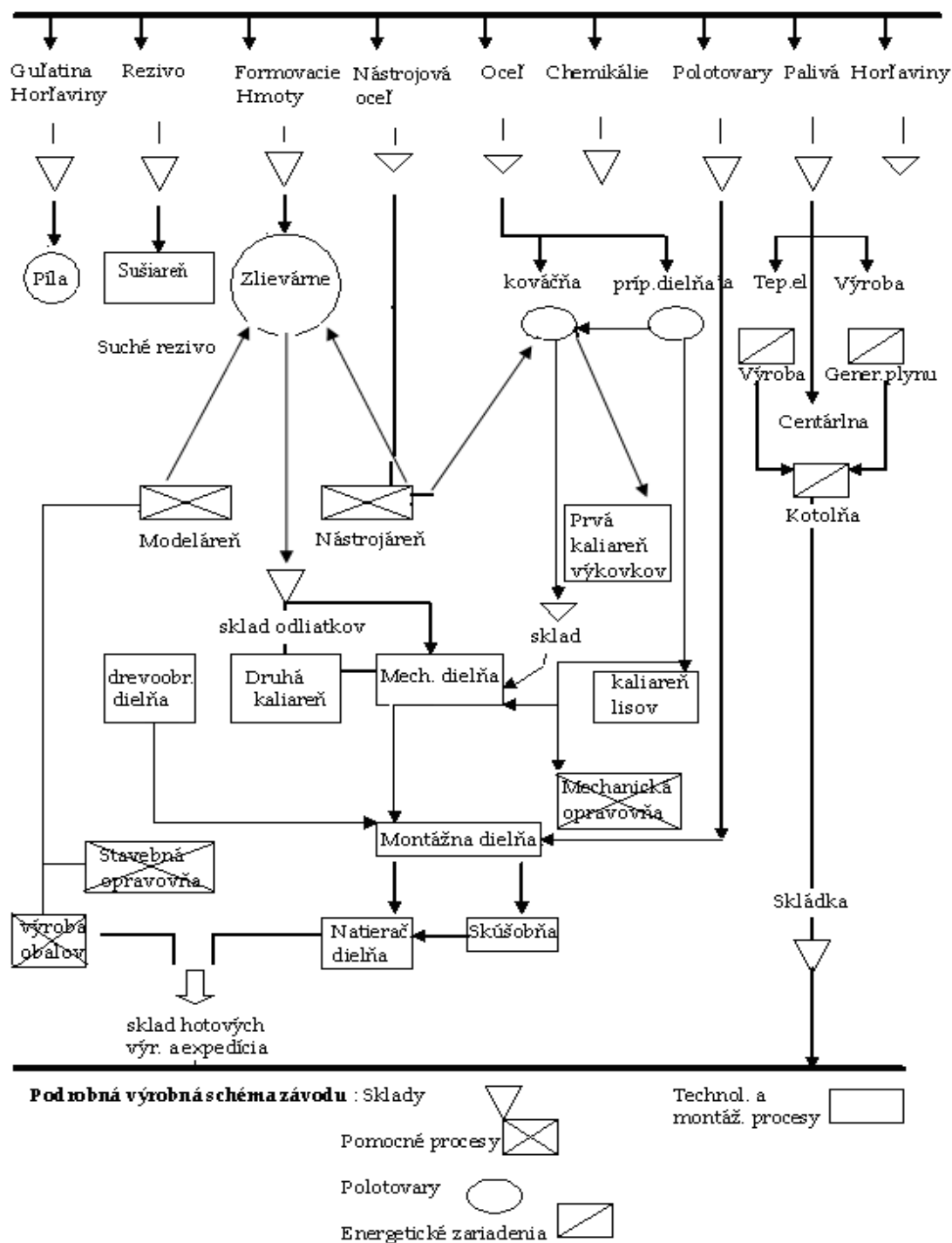
Výrobná schéma závodu

Postup spracovania generálneho plánu závodu začína určením schém výroby, dopravy a energie.

Po ujasnení si štruktúry a výrobného programu vrátane výrobného množstva navrhovaného závodu je prvým krokom v postupe projektovania návrh jeho ideálnej výrobnéj schémy (obrázok 3). Pri zostavovaní výrobnéj schémy treba poznať technologický postup výroby od vstupu surovín až po výstup hotových výrobkov.

Environmentálny strom výroby

Pri projektovaní environmentálnych systémov výroby sa klasicky vychádzalo vždy len z výrobnéj schémy závodu, neboli však analyzované vzťahové väzby s okolím. Projektantská škola na pracovisku autorov priniesla nový prístup pri SLP, a zaviedla pojem environmentálny strom výroby, pod ktorým sa výstižne analyzujú väzby vstupov a výstupov závodu a okolia.

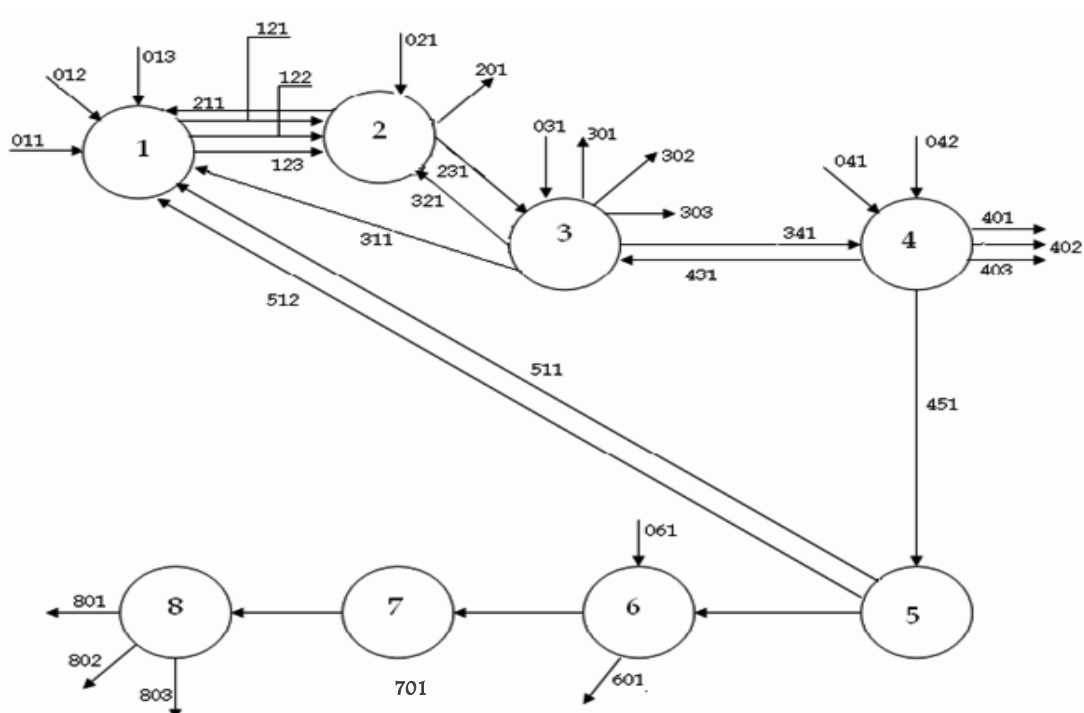


Obr.2 Výrobná schéma závodu

Príklad použitia environmentálneho stromu výroby je na obr.3, pričom sa vzťahovým čiaram vstupov a výstupov systému priradzujú príslušné kódy v zmysle legendy, pričom prvá číslica znamená odkiaľ, druhá kam a tretia čo do systému vchádza alebo zo systému vychádza. Napríklad kód 013 znamená, že je to vstup z okolia (označenie 0) do objektu - sklad surovín (označenie 1) a je to tretia položka vstupov – piesok (značenie 3). Obdobne 802 znamená, že z objektu 8 vychádza do okolia 0 hluk, ako položka 2.



Označenie 0 – má teda okolie a číslicami sú označené jednotlivé prvky výrobného systému (jednotlivé objekty prevádzky a pod.), tretie a ďalšie číslice sú vyhradené kódovému označovaniu jednotlivých položiek.



- 1-sklad surovín:** 011-piesok, 012-cement, 013-pojivo, 121-namiešaný piesok, 122-rámy foriem, 123-modely
2-formovňa: 021-voda, 201-prach, 211-návratný piesok, 231-formovacia zmes
3-lejareň: 031-elektrická energia, 301-hluk, 302-prach, 303-vibrácie, 311-návratný piesok, 341-formované modely
4-sušiareň: 041-elektrická energia, 042-teplo, 401-hluk, 402-prach, 403-vibrácie, 431-návratný piesok, 451-modely
5-triedička: 511-návratný piesok, 512-odpad (nepodarky)
6-expedícia: 061-palety, 601-drevo
7-sklad výrobkov 701-expedícia odliatkov
8-sklad odpadu: 801-znehodnotený piesok, 802-hluk, 803-prach

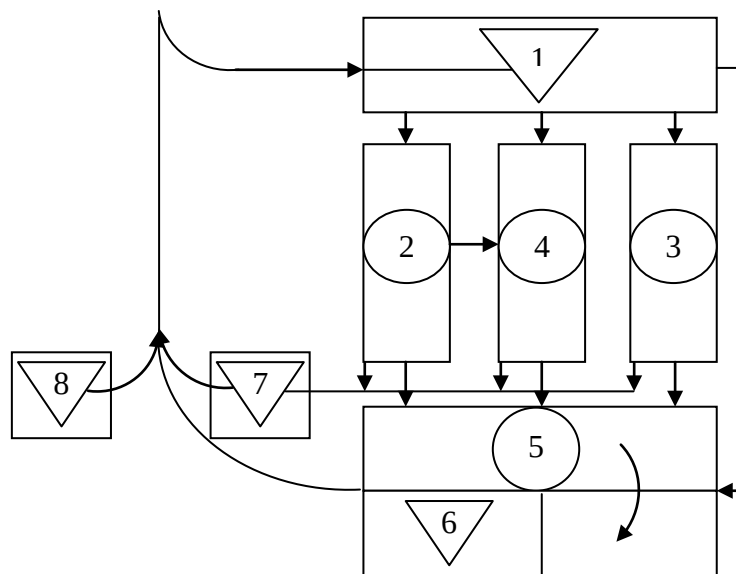
Obr.3 Environmentálny strom výroby

Environmentálny strom výroby má význam predovšetkým na analýzu širších vzťahov pri projektovaní, ujasnenie väzbových dopadov vstupov a výstupov vo výrobnom systéme, ako aj legislatívnych noriem týkajúcich sa výroby. V minulosti sa totiž často stávalo, že sa nedocenili napr. poplatky za vypúšťané limity, pretože sa v štádiu projektovania neanalyzovali, prípadne nekontrolovali vstupy, ktoré môžu byť toxické a znemožnia výrobu a výrobky sa stanú nepredajnými. Environmentálny strom výroby podchytí všetky tieto aspekty, umožní vhodnú formu ich eliminácie a nedovolí ich nerešpektovať.

Ďalej sa pri projektovaní environmentálnych výrob pokračuje klasickým postupom SLP s tým, že do projektu musia byť zaradené objekty, ktoré vyplývajú z tejto analýzy, ako sú čističky vôd, filtračné kolóny, linky na spracovanie odpadu a pod.

Tabuľka vzťahov, schéma vzťahov, schéma plôch

Pretože pri výrobných procesoch v závode je rozhodujúce rozmiestnenie objektov tak, aby bol tok materiálu medzi všetkými prevádzkami a útvarmi závodu optimálny, ale tiež aby sa jednotlivé prevádzky navzájom nerušili, ani neohrozovali (vibrácie, požiar a pod),

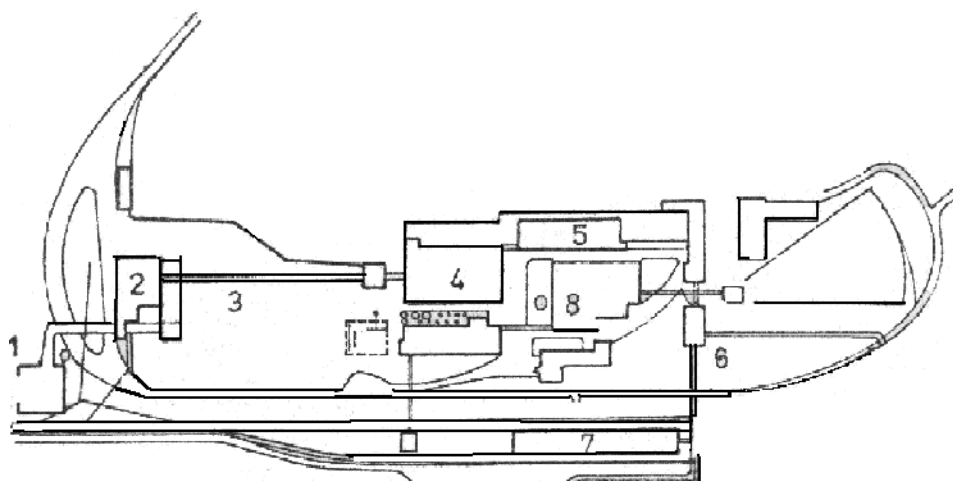


Obr.5 Schéma plôch

Schéma vzťahov a tokov činností nám slúži k tomu, aby sme čo najvýhodnejšie situovali plochy jednotlivých objektov s rešpektovaním ich veľkosti a predpokladaného tvaru plôch. Toto ideálne rozmiestnenie (obr. 6) sa potom podľa možností transformuje do konkrétnych podmienok tvaru, rozmerov a reliéfov pozemkov, kde je výstavba plánovaná a tento proces vyústi dispozičným variantným riešením závodu.

Návrh dispozičného riešenia

Návrh pozostáva z rozvrhnutia objektov s rešpektovaním ich veľkosti zastavanej plochy do konkrétnej situácie na príslušnej parcele pozemku a to často viacvariantne. Príklad variantu dispozičného riešenia je na obr.7.



1 – sklad surovín a subdodávok, 2 – miešanie, 3 – sušenie, 4 – triedenie (rozoberanie formy), 5 – paletizácia, 6 – sklad výrobkov, 7 – sklad odpadu

Obr.7 Dispozičné riešenie závodu



Metodika projektovania je v súčasnosti charakterizovaná postupom „zhora dole a zdola hore“, čo znamená, že komplexné otázky závodu ako celku je potrebné riešiť vo väčšom priblížení, a to detailné riešenie jednotlivých prevádzok až po technologické procesy, a naopak prispôbovať procesom a ich štruktúre koncepciu závodu.

Literatúra

- [1] Badida, M., Majerník, M., Šebo, D., Hodolíč J.: Mašinstvo u inženjerstvu zastite zivotne sredine. Edicia TN FTN, 286 str. ISBN 86-80-249-75-0, Novi Sad, 2003.
- [2] Badida, M., Majerník, M., Šebo, D., Hodolíč J.: Mašinstvo u inženjerstvu zastite zivotne sredine. Edicia TN FTN, 286 str. ISBN 86-80-288-77-0, Novi Sad, 2005. druhé vydanie
- [3] Badida, M., Majerník, M., Šebo, D., Hodolíč J.: Strojárska výroba a životné prostredie. Viena, ISBN 80-7099-695-1, Košice, 2001.
- [4] Šebo, D., Hradocký, L., Králiková, R.: Nekonenčný spôsob čistenia odpadových vôd v tepelnej energetike. AtaP JOURNAL, Banská Bystrica, 1998, č. 8.
- [5] Badida, M., Šebo, D., Majerník, M., Molnár, P.: Multifunkčné elektrokoagulačné čistenie odpadových vôd v priemysle. Strojárstvo, ISSN 1335 2938, č. 2/1999.
- [6] Majerník, M., Šebo, D., Molnár, P.: Účinnosť elektrokoagulačného čistenia odpadových vôd v celulózovo-papiernickom priemysle. Strojárstvo, ISSN 1335 2938, č. 4/2000.



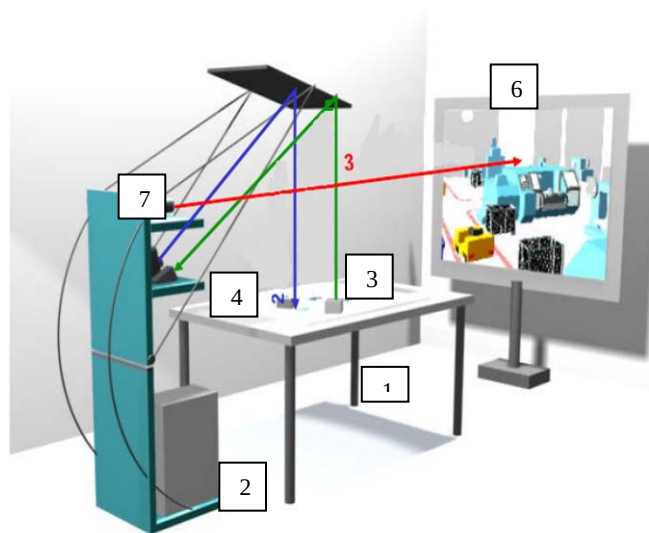
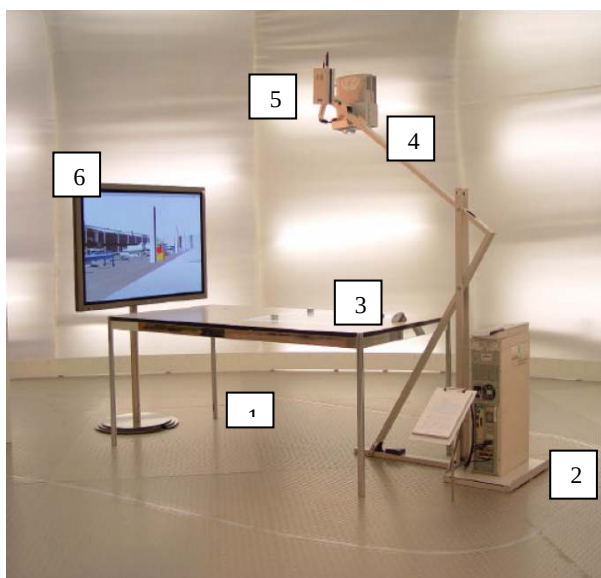
REFERENČNE PRÍSTUPY V REALIZÁCIÍ MODELOVÉHO PROJEKTOVANIA MONTÁŽNÝCH A DEMONTÁŽNYCH SYSTÉMOV

Ing. Juraj Kováč, PhD.

Fyzické modelové projektovanie, aj keď je z historického hľadiska dlhodobo známe, v súčasnosti podlieha významným inovačným zmenám. Inovačné zmeny umožnil najmä pokrok dosiahnutý v počítačových, softvérových a informačných technológiách, prezentačnej technike umožňujúcej zobrazovať virtuálnu realitu, snímacej technike a ďalších prostriedkoch, ktoré umožňujú nový spôsob práce projektantov výrobných systémov. Preferovaná je najmä tímová spolupráca špecialistov.

Pre realizáciu modelového projektovania prostredníctvom fyzických makiet a modelov sa v súčasnosti vyvíjajú integrované projektové systémy vybavené vyspelou počítačovou, virtuálnou, prezentačnou a komunikačnou technikou.

Inšpiračné vzorové riešenie komplexného, integrovaného projektového systému aplikovaného v IPA Štuttgart je uvedené na obr.1. V integrovanom systéme je zahrnutý projektový stôl pre interaktívne generovanie modelových riešení výrobných systémov, 2D prezentačná technika pre premietanie 2D obrazov na projektový stôl, digitálna resp. laserová kamera pre snímame vytvoreného projektu, vyspelý počítačový, programový a informačný systém a 3D prezentačná technika pre zobrazovanie virtuálnych projektov výrobných systémov [5].

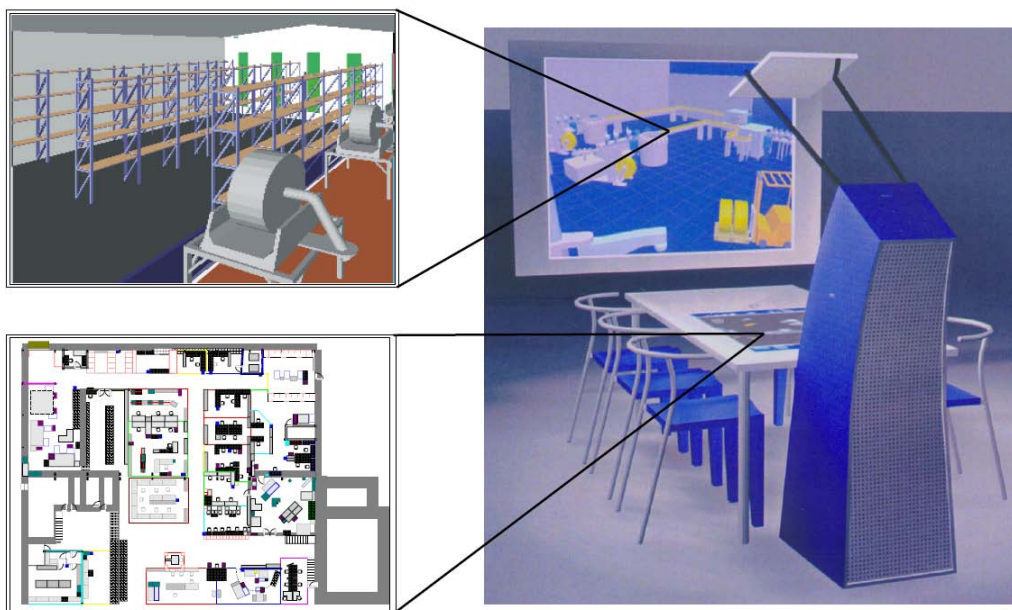


Legenda: 1- projektový stôl, 2- PC jednotka, 3- modely výrobných prostriedkov, 4-2D projektorová jednotka, 5- kamera, 6- veľkoplošná zobrazovacia jednotka pre 3D zobrazovanie riešení, 7-3D projektorová jednotka

Obr.1 Integrovaný systém projektovania výrobných systémov (IPA Štuttgart)



Za referenčné špičkové riešenie integrovaného projektového systému je možné považovať systém BUILD-T vyvinutý v ETH Zurich. Systém je prezentovaný na obr.2. BUILD-IT je systém vytvorený a využívaný na projektovanie a tvorbu prezentácií výrobných a iných systémov zložený zo softvérového vybavenia, počítačovej jednotky a rôznych hardvérových častí, akými sú aj dve premietačky s vysokou rozlišovacou schopnosťou. Tieto vytvoria virtuálny priestor a perspektívne videnie [9]. Zobrazovanie rastra sa realizuje na projekčný stôl a priestorový pohľad sa zobrazuje na plátne. Na pohyb vo virtuálnom priestore sa využívajú modely (Bricks). Rozoznávacia jednotka (Space-observer-box) zachytáva všetky pohyby, informácie sa prenášajú do počítačovej jednotky, kde sa nanovo vypočítajú a zobrazujú sa na plátne pomocou projektorovej jednotky. Celý tento dej sa vykonáva a prebieha v reálnom čase, čiže zásah vo virtuálnom priestore a všetky zmeny sa okamžite v reálnom čase zobrazujú aj na plátne.



Obr.2 Systém BUILD-T vyvinutý v ETH Zurich

Inovovaný systém modelového projektovania výrobných systémov sa v priemyselne vyspelých krajinách využívajú tak pri ich vývoji (obr.2, obr.3), ako aj v tréningovom procese výučby (obr.3, obr.5).



Obr.2 Konceptné modelové projektovanie výrobných systémov



Obr.3 Synchronizácia reality a virtuálnej reality



Obr.4 Aplikácia systému modelového projektovania výrobných systémov v tréningovom procese výučby



Obr.5 Aplikácia systému modelového projektovania výrobných systémov v tréningovom procese výučby

Literatúra

- [1] Kováč, Juraj: Inovatívne projektovanie štruktúr výrobných systémov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2009
- [2] Kováč, J.: Projektovanie výrobných procesov a systémov. Edícia EQUAL, SjF TU v Košiciach, 2000
- [3] Rudy, V.: Metódy a techniky pre modernizáciu výrobných základne zákazníckych výrob. KDP, SjF TU v Košiciach, 2001
- [4] Košturiak, J., Gregor, M., Mičieta, B., Matuszek, J.: Projektovanie systémov pre 21. storočie. EDIS Žilina, 2000
- [5] <http://www.i-plant.de/>
- [6] <http://www.icvr.ethz.ch/research/projects/closed/build-it/project/index>
- [7] <http://www.icvr.ethz.ch/research/projects/closed/build-it>
- [8] <http://www.ipa.fraunhofer.de/index.php?id=384>
- [9] <http://www.imab.tu-clausthal.de>



ORGANIZÁCIA DEMONTÁŽNYCH PROCESOV

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

Cieľom organizácie demontážneho procesu je dosiahnuť vysoký stupeň nepretržitosti, výrobnosti a ďalších naprojektovaných kritérií. Pri projektovaní demontáže výrobkov významnou etapou je preto riešenie jej organizácie. Pri voľbe druhu organizácie je dôležitá analýza vplyvov. Medzi dôležité vplyvy sa zaradzujú [1]:

- ročný objem demontovaných výrobkov,
- sortiment demontovaných výrobkov,
- stupeň opakovania demontážneho procesu,
- technická zložitosť demontovaného výrobku,
- používaná demontážna technológia a technika,
- stupeň automatizácie a pružnosti,
- investičná náročnosť a pod.

Pri analýzach základné kritériá pre určovanie organizačnej štruktúry demontážneho procesu sa odvídzajú od vlastností demontovaného výrobku a spôsobov jeho dekompozície do demontážnych etáp.

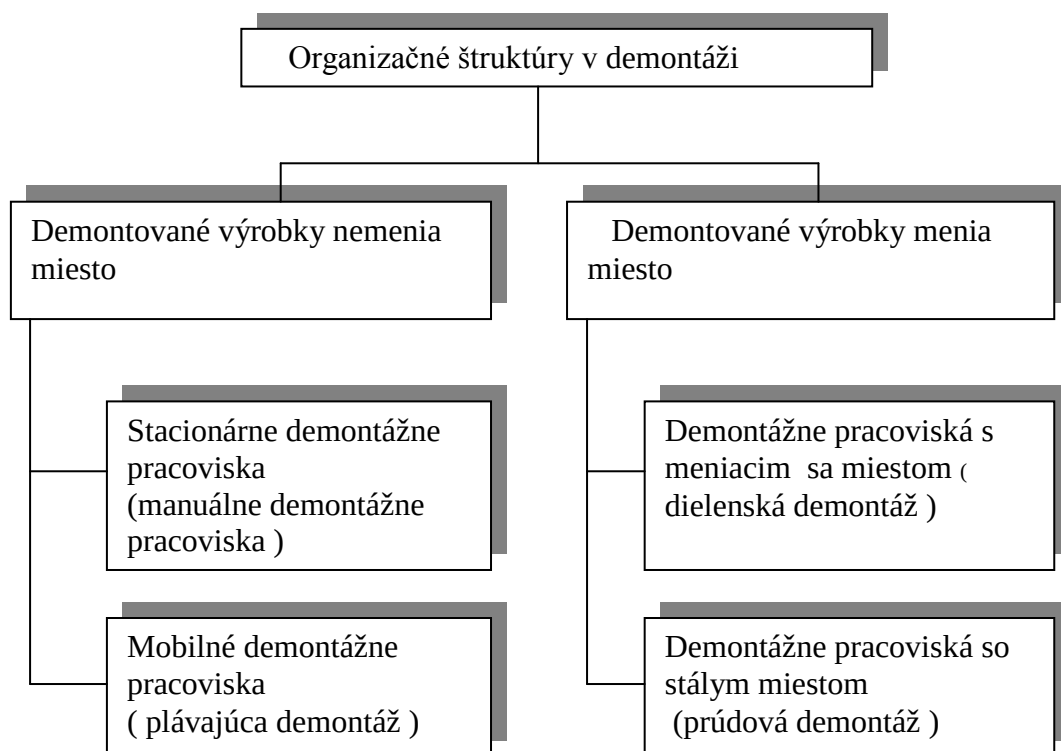
Demontážny proces sa realizuje podľa určitých pravidiel, ktoré sa odvídzajú od výrobkovej štruktúry. V zásade je potrebné určiť, ktoré demontážne operácie a úkony majú prebiehať časovo postupne alebo paralelne. Demontážny proces je preto potrebné rozčleňovať do dielčích častí a realizovať ich v demontážnom systéme podľa optimalizačných pravidiel. Pri hrubej štrukturalizácii je potrebné určiť časti demontážneho procesu, ktoré budú realizované prednostne.

Vo veľkosériovej a hromadnej demontáži sa využíva takmer výhradne predmetná organizácia demontážneho procesu. Z tohoto dôvodu sa na demontáž výrobkov využívajú jednopredmetné a viacpredmetné linky. Prúdová forma organizácie demontážneho procesu je výhodná najmä z aspektu vysokého stupňa synchronizácie a výhodných ekonomických kritérií.

Nové poznatky z hľadiska ľudského faktora a organizácie práce umožňujú zavádzať organizáciu práce aj na samostatných demontážnych pracoviskách a skupinovú demontáž.

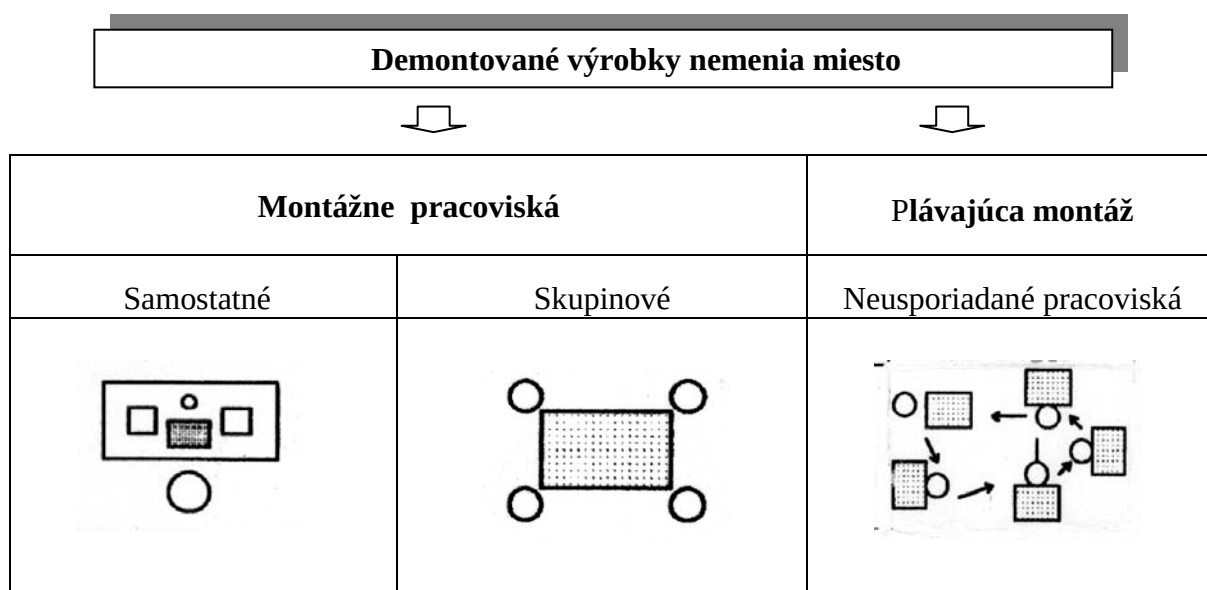
Pre definovanie organizačných štruktúr demontáže výrobkov sa využívajú klasifikačné pravidla. Príklad klasifikácie z hľadiska identifikácie demontážnych miest je na obr.1. V zásade sa rozlišuje [1,3] :

- demontáž viazaná na stále demontážne miesto,
- demontáž viazaná na meniace sa demontážne miesto.

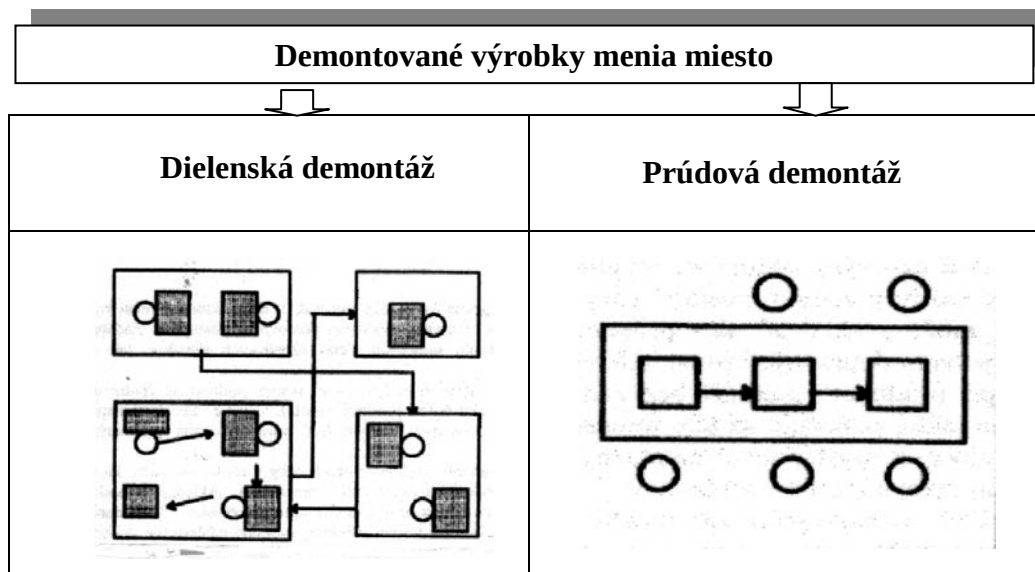


Obr.1 Klasifikácia organizačných štruktúr v demontáži výrobkov

Organizácia demontážneho procesu, ktorá sa viaže na stále demontážne miesto sa rozdeľuje do troch skupín v zmysle obr.2. Organizácia demontážneho procesu, ktorá sa viaže na meniace sa pracovné miesto sa rozdeľuje do dvoch skupín v zmysle obr.3.



Obr.2 Organizačné štruktúry demontážneho procesu viazaného na stále miesto



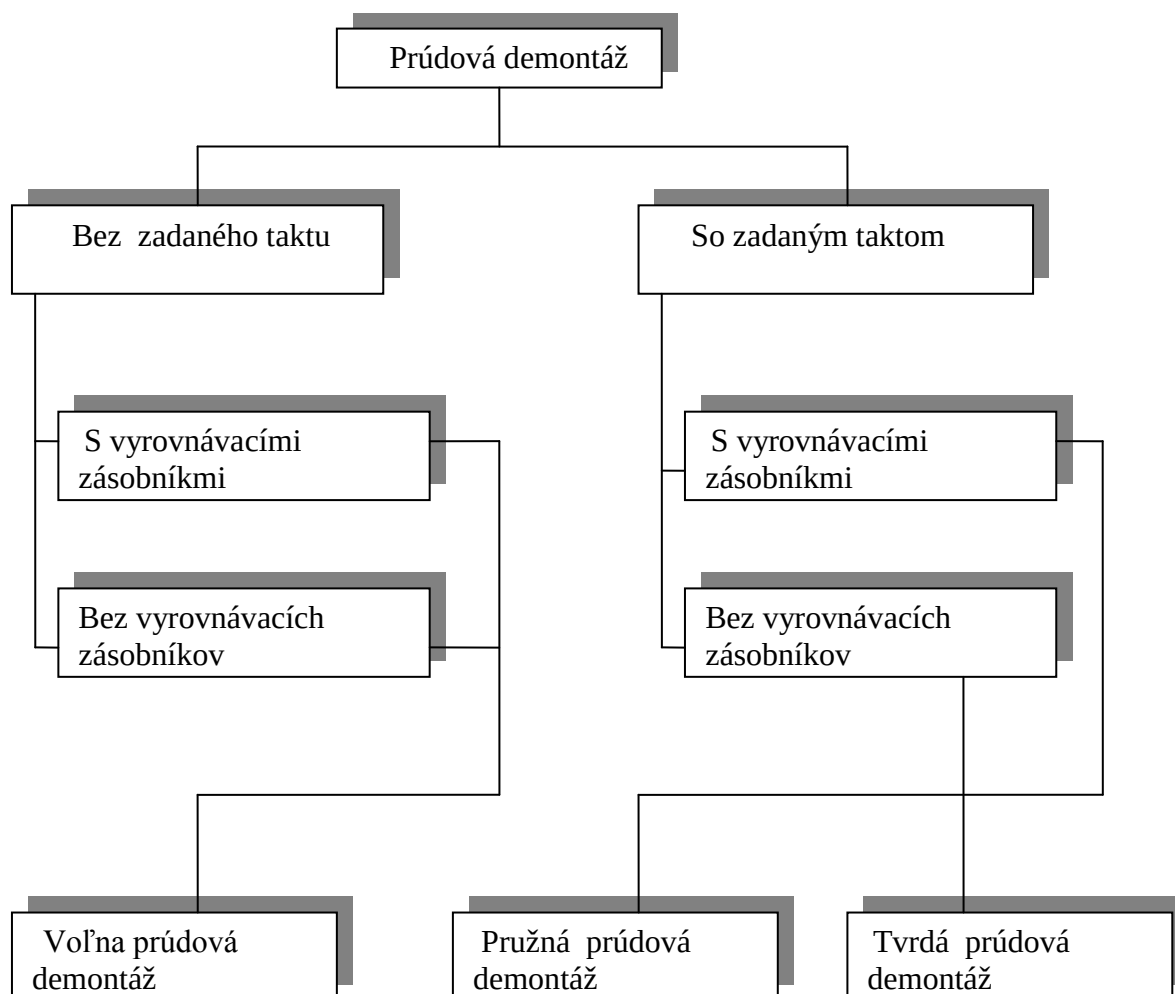
Obr.3 Organizačné štruktúry demontážneho procesu s meniacim sa miestom

Základom prúdovej organizácie demontážneho procesu je prúdová linka predstavujúca zoskupenie demontážnych pracovísk podľa demontážneho postupu. Prúdové linky môžu realizovať finálnu demontáž výrobku, resp. jeho časti. Pretože prúdová demontáž sa realizuje v rôznych podmienkach, existuje vysoká variantnosť ich štruktúr. Pre klasifikáciu prúdových liniek sa využívajú rôzne hľadiská, z ktorých významné sú :

- spôsob pohybu demontovaného výrobku,
- spôsob priestorového usporiadania demontážnych pracovísk v linke,
- počet druhov výrobkov demontovaných v linke,
- vzájomná synchronizácia operácií, teda stupeň nepretržitosti demontážneho procesu,
- spôsob udržiavania stanovenej rytmickosti demontážneho procesu,
- využívané demontážne prostriedky a funkcie človeka v demontážnom procese.

Z hľadiska technickej úrovne prúdová demontáž môže mať rôznu úroveň automatizácie (manuálne, mechanizované a automatizované demontážne linky). Podľa vzájomnej synchronizácie demontážnych operácií prúdová demontáž môže byť organizovaná, ako synchronizovaná (nepretržovaná) a nesynchronizovaná (prerušovaná). Rozlišovať je možné aj rytmus demontáže. Podľa tohoto kritéria sa rozlišuje viazaný demontážny rytmus a neviazaný (voľný) demontážny rytmus.

Základné rozdelenie prúdovej demontáže je uvedené na obr.4.

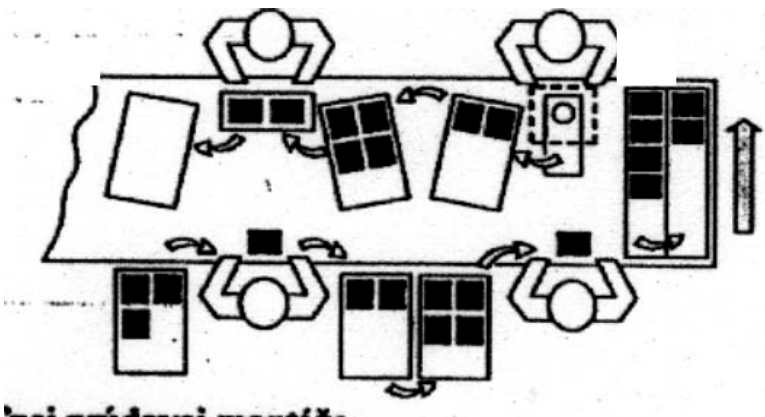


Obr.4 Rozdelenie prúdovej demontáže

Ilustrácia základných organizačných štruktúr prúdovej demontáže je uvedená v tab.1, tab.2 a tab.3.

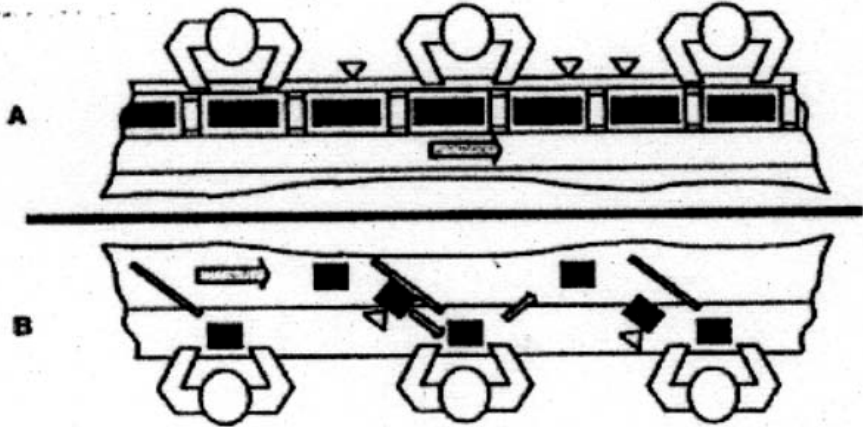


Tab.1 Voľná prúdová demontáž

Ilustrácia organizačného princípu voľnej prúdovej demontáže 
Základné znaky • aplikácia v sériovej demontáži (napr. elektrické prístroje, výrobky pre domácnosť a pod.), • univerzálne vybavené demontážne pracoviská, podľa potrieb demontážnych postupov, • časovo zosúladená realizácia demontážnej úlohy (nie je však závislá na takte), • zhodný, alebo príbuzný obsah demontážnych činnosti na pracoviskách.
Výhody • individuálne určovanie pracovného rytmu pracovníkmi, • rozdielnosť vo výkonnosti jednotlivých pracovníkov nemá vplyv na výkon demontážneho systému, • výhodne zaradzovanie a zapracovanie nových pracovníkov, • možnosť voľby individuálnych krátkych prestávok pracovníkov, • krátke technické poruchy nemajú vplyv na činnosť demontážneho systému.
Nevýhody • vysoké vedľajšie časy pri manipulácii súčiastok s vysokou hmotnosťou, • potreba vyrovnávacích zásob, • vysoké investičné náklady, • značné priestorové požiadavky, • nevýhodné komunikačné možnosti, • komplikovaná automatizácia parciálnych demontážnych úkonov a operácií na demontážnych pracoviskách.

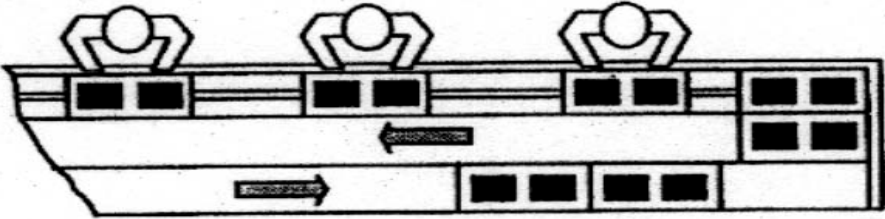


Tab.2 Pružná prúdová demontáž

Ilustrácia organizačného princípu pružnej prúdovej demontáže 
Základné znaky • aplikácia vo veľkosériovej demontáži (napr. motory, spojky, pohony a pod.), • usporiadanie demontážnych pracovísk je v zmysle demontážneho postupu, • realizácia demontážnych činností je viazaná taktom, • doprava demontovaných výrobkov môže byť realizovaná manuálne, mechanicky a automatizovane.
Výhody • krátky priebežný čas demontáže, • možnosť individuálneho určovania pracovného rytmu (pri danom takte) v dôsledku vytvorených krátkodobých medzizásob, • krátky čas na zaučenie nových pracovníkov, • možná automatizácia demontážnych úkonov a operácií.
Nevýhody • nízka pružnosť z hľadiska zmien variantov výrobkov a zmien personálu, • krátke demontážne cykly zvyšujú monotónnosť a jednostranne zaťažujú pracovníkov.



Tab.3 Tvrdá prúdová demontáž

Ilustrácia organizačného princípu tvrdej prúdovej demontáže 	
Základné znaky	• aplikácia v hromadnej demontáži (napr. elektrické celky a pod.), • usporiadanie demontážnych pracovísk je v zmysle demontážneho postupu, • realizácia demontážnych činností je daná demontážnym taktom,
Výhody	• krátky priebežný čas demontáže daný demontážnym taktom, • výhodná automatizácia.
Nevýhody	• minimálna pružnosť, • poruchy ovplyvňujú činnosť demontážneho systému, • vyššie nároky na obsluhu, • potreba vyrovnávania taktov, • minimalizovaný pracovný priestor pre pracovníkov, • krátke demontážne cykly zvyšujú monotónnosť a jednostranne zaťažujú pracovníkov.

Literatúra

- [1] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000
- [2] Svoboda, M., Kováč, J., Štefánek, M.: Technológia montáže. ES VŠT Košice, 1988
- [3] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500



ORGANIZÁCIA DEMONTÁŽNYCH PROCESOV NA SAMOSTATNÝCH A SKUPINOVÝCH PRACOVISKÁCH

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

Najnovšie poznatky psychológie práce a vedeckej organizácie práce o uplatnení osobnosti človeka vo výrobnom procese v oveľa väčšej miere podnecujú organizovanie demontážneho procesu formou samostatných a skupinových pracovísk. Uvedený smer vývoja ovplyvnila aj skutočnosť, že sa zmenili kultúrne, sociálne a iné podmienky oproti minulosti. Pracovníci, ktorí pracujú dnes v demontážnych prevádzkach, majú stále menší záujem vykonávať jednotvárne, monotónne práce, v ktorých nachádzajú málo príležitosti pre sebarealizáciu. V odôvodnených prípadoch sa doporučuje zavádzať inú formu organizácie práce. Doporučuje sa demontáž na samostatných pracoviskách a skupinová montáž.

Prácu na samostatných pracoviskách je možné charakterizovať nasledovne:

- Pracovník má na pracovisku presne vymedzený okruh práce a zodpovednosť. Vykonáva samostatne demontáž určitých celkov, podskupín a prípadne aj celú demontáž jednoduchých a menej pracných výrobkov. Jeho práca nie je závislá na ostatných pracovníkoch, tak ako je to v prúdových demontážnych linkách.
- Samostatné demontážne pracovisko je projektované tak, aby boli rešpektované požiadavky vedeckej organizácie práce, progresívnej techniky a technológie a tiež poznatky psychológie a fyziológie. Pri tvorbe pracoviska sa využívajú zásady a pravidlá, v ktorých sú obsiahnuté hlavné požiadavky na človeka, techniku, technológiu a organizáciu práce.
- V prípade, že rozsah demontáže alebo montované výrobky sú veľké, vytvárajú sa demontážne skupiny s čo najväčšou pracovnou náplňou na jednom mieste.

Skupinovú demontáž je možné charakterizovať nasledovne:

- Na jednotlivých úsekoch demontáže sa organizujú podľa potreby skupiny pracovníkov. Skupina má presne vymedzený okruh práce a zodpovednosť. Vykonáva demontáž zložitejších skupín a tiež finálnu demontáž výrobkov.
- Prácu v skupine organizuje a riadi vedúci skupiny. V rámci skupiny je možné prácu strieďať. Skupina je však povinná pracovať tak, aby nadväzujúci úsek nezostal stáť.
- Medzi jednotlivými úsekmi a skupinami sa vytvárajú zásoby, ktoré zaisťujú plynulý priebeh demontážneho procesu.
- Demontážne pracoviska pri skupinovej demontáži sú projektované podľa tých istých zásad ako u samostatných pracovísk.

Pri tvorbe samostatných a skupinových pracovísk sa doporučuje využívať stavebnicové demontážne prostriedky, pretože to umožňuje typizáciu pracovísk, pričom sa rešpektujú príslušné rozmery pre usporiadanie pracoviska. Pre účely medzioperačnej dopravy je vhodné využívať rôzne žľaby, krátke dopravníky, palety, vozíky a regály, špeciálne manipulačné zariadenia a pod. Voľba druhu medzioperačných zariadení závisí od veľkosti a zložitosti výrobku, od sortimentu a ročného objemu demontovaných výrobkov a pod.



Organizovanie demontáže formou samostatných a skupinových pracovísk je možné z hľadiska výhod a nevýhod hodnotiť nasledovne [1]:

- Uvedené formy zodpovedajú viac mentalite človeka a prispievajú k humanizácii práce. Dosahuje sa lepšie využitie pracovníka a takmer úplne sa odstraňuje monotónna práca. Oproti prúdovej demontáži v linkách sa v neporovnateľne väčšej miere zohľadňujú psychologické a fyziologické aspekty. Práca na týchto pracoviskách má väčšiu prestíž, ako práca v linkách, pretože pracovníci tu nachádzajú lepšie podmienky pre sebarealizáciu.
- Na týchto pracoviskách môžu pracovníci lepšie prispôbiť denné množstvo vykonanej práce a osobnú výkonnosť, ktorá má v priebehu dňa rôzne výkyvy. To umožňuje zamestnávať aj pracovníkov, ktorí málo odolávajú neuropsychickému zaťaženiu v taktovaných demontážnych linkách. Pracovníci nie sú do takej miery závislí na výkone a kvalite práce predchádzajúcich pracovísk. Pracovník môže svoje pracovisko opúšťať a nepotrebuje zastupovanie.
- Uvedené formy organizácie práce umožňujú zavedenie kľzavej pracovnej doby, čiže pracovník si môže chýbajúcu dobu na pracovisku vopred, resp. dodatočne odpracovať. Teda u pracovníkov môže byť rôzny začiatok a ukončenie pracovnej doby v priebehu smeny.
- Pre prípad výpadku pracovníka sa vytvára zásoba, takže neprítomnosť na pracovisku sa neprejaví bezprostredne na dennej produkcii. V prípade potreby je možné operatívne presúvať pracovníkov na iné pracovisko.
- Zapracovaniu na samostatných a skupinových pracoviskách je potrebné venovať väčšiu pozornosť. Zapracovanie by sa malo vykonávať vo zvláštnych, k tomu určených a zariadených priestoroch, aby sa počas zácviku umožnila potrebná sústredenosť bez akýchkoľvek rušiacich vplyvov. Zácviková krivka prebieha rovnomernejšie a konečný výkon sa dostaví v kratšom čase.
- Uvedené formy organizácie sa ľahšie prispôbujú zmenám výrobného programu a jednotlivé pracoviská sa dajú ľahšie upraviť pre rôzne typy výrobkov, ako pracoviská v prúdových linkách. Už pri nábehu novej demontáže sa môžu na niekoľkých samostatných pracoviskách montovať série určitej veľkosti.
- Vzhľadom na to, že v uvedených formách organizácie sa pracovníkom dáva určitý stupeň voľnosti, je potrebné, aby pracovníci boli dostatočne zainteresovaní na výsledkoch svojej práce. Uvedené formy však zároveň umožňujú vyššiu účasť pracovníkov na riadení demontážneho procesu.
- Vyriešenie racionálneho toku materiálu v demontážnom procese u týchto foriem je oveľa obtiažnejšie, ako v prúdových demontážnych linkách. Na jednotlivých pracoviskách sa vo väčšine prípadov zvyšuje rozpracovanosť a tým aj viazanosť obrátových prostriedkov v demontážnom procese.
- Uvedené formy organizácie demontážneho procesu sú menej citlivé na nedostatky v zásobovaní materiálom a súčiastkami a ľahšie sa prispôbujú zmeneným podmienkam.
- Investičné náklady na pracoviská sú celkovo o niečo vyššie, ako náklady na pracoviská v prúdovej demontážnej linke. Predstavuje to 10 – 15 % zvýšenie investičných nákladov, jednak stavebných a tiež nákladov na technické vybavenie pracovísk. Zvýšené náklady sú na druhej strane vyvážené znížením fluktuácie.



- Formy organizácie demontáže na samostatných pracoviskách a skupinová demontáž sú v neustálom vývoji. Zdokonaľujú sa, detailnejšie prepracovávajú a overujú sa v rámci riešenia konkrétnych projektov demontážneho procesu.

Postup je pritom nasledovný [1]:

- Pri riešení konkrétnych prípadov sa volí individuálny prístup a zohľadňuje sa : typ výroby, sortiment demontovaných výrobkov, veľkosť a zložitosť výrobku a pod.
- Pri výbere vhodnej formy organizácie demontážneho procesu sa komplexne zvažujú kritéria vedeckej organizácie práce, techniky a technológie, psychológia a fyziológia práce a ekonomická efektívnosť.
- Samostatné demontážne pracoviská sa doporučuje zavádzať pri demontáži podskupín, jednoduchých a menej pracných skupín a prípadne aj celých výrobkov. Najväčšie uplatnenie tejto formy sa predpokladá v stredne sériových výrobách.
- Organizáciu formou skupinovej demontáže sa doporučuje zavádzať pri demontáži zložitejších podskupín, skupín a v niektorých prípadoch tiež pri finálnej demontáži výrobkov. Uplatnenie tejto formy sa predpokladá v sériových a tiež hromadných výrobách.
- V sériových a hromadných výrobách pri finálnej demontáži sa doporučuje v prevažnej väčšine prípadov zavádzať niektoré vhodné typy prúdových demontážnych liniek.

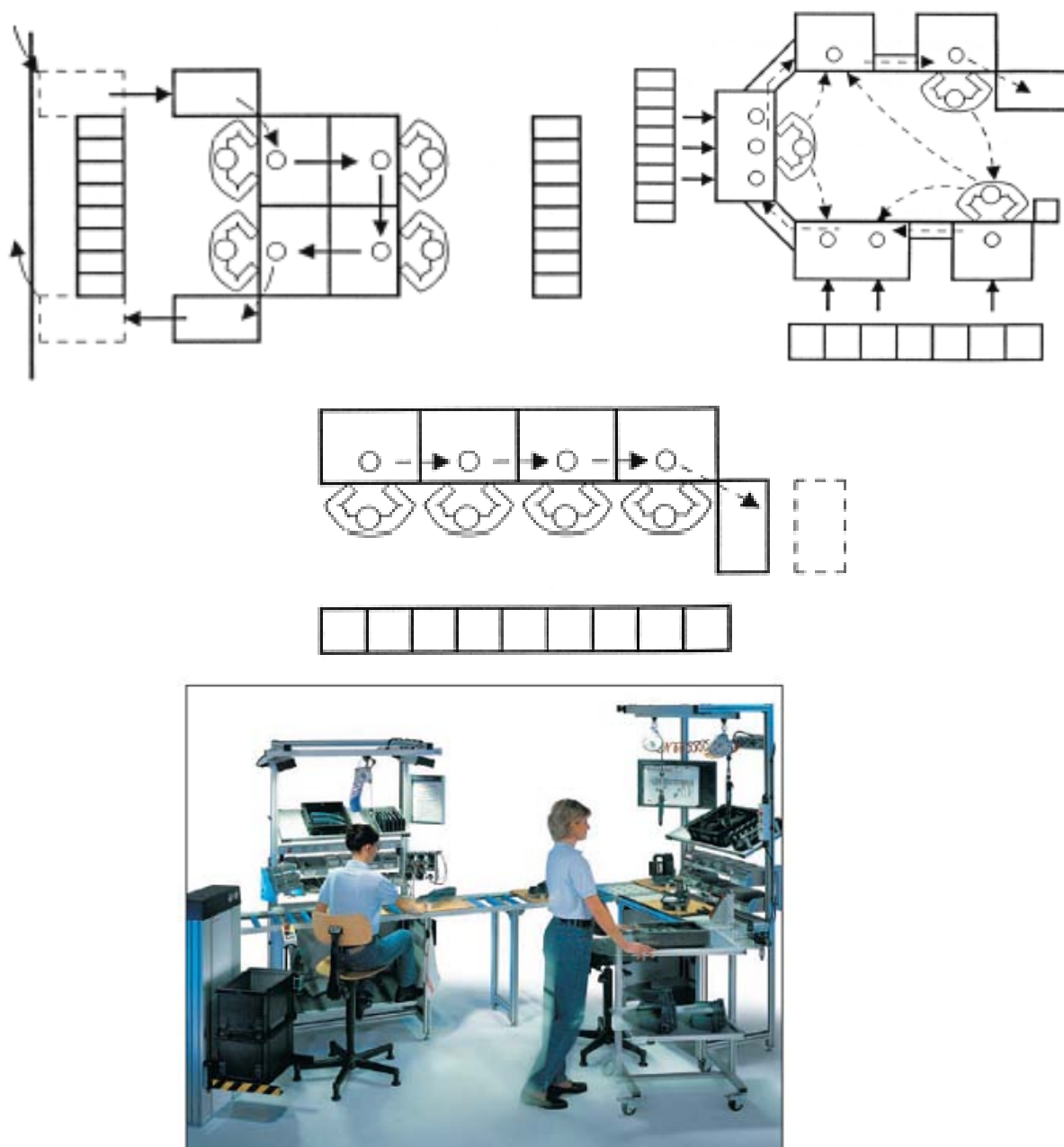
Riešenie jednotlivých typov pracovísk a tiež aj pracovných metód má svoje špecifické zvláštnosti. Každý typ pracovísk má rozdielne organizačné usporiadanie jednotlivých prvkov, čo ovplyvňuje niektoré pohybové sekvencie a série pohybov ako napr. podávanie a premiestňovanie súčiastok. Dĺžka pohybov u jednotlivých typov pracovísk je rozdielna. Z toho vyplýva, že tvorba demontážneho pracoviska spätne ovplyvňuje priestorové usporiadanie demontážneho procesu a výber vhodnej formy organizácie demontáže.

Priestorové usporiadanie demontážnych pracovísk však závisí aj od mnohých ďalších faktorov, ako sú: veľkosť výrobku, jeho zložitosť, počet súčiastok výrobku, ročný objem výroby, sortiment demontovaných výrobkov, použitá technológia a pod. Pri rozmiestňovaní pracovísk je potrebné zohľadňovať stupeň mechanizácie demontážnych prác.

V demontážnom procese, tak ako v každom pracovnom procese, v každej výrobe musí byť okrem objektu, predmet demontáže aj subjekt – človek, ktorý demontáž plánuje, bezprostredne resp. pomocou technických prostriedkov vykonáva a ktorý kontroluje dosiahnuté výsledky.

Pri riešení ručných demontážnych pracovísk sa musia rešpektovať fyziologické a psychické danosti človeka. Funkčnými možnosťami a zvláštnosťami v pracovných procesoch sa zaoberá ergonómia. Cieľom je vytvoriť pracovné podmienky, ktoré by viedli k účelnému využitiu ľudských možností a napomáhali rozvoju pracovnej činnosti človeka.

Príklady skupinovej práce v montážnych a demontážnych pracoviskách sú uvedené na obr.1.



Obr.1 Príklady skupinovej práce

Literatúra

- [1] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena Košice, 2000
- [2] Svoboda, M., Kováč, J., Štefánek, M.: Technológia montáže. ES VŠT Košice, 1988
- [3] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
- [4] Lešková, A., Svoboda, M.: Projektovanie organizácie montážneho. In.. Transfer inovácií 5/2002, Sjf TU v Košiciach, s. 15-21



PROJEKTOVANIE LOGISTICKÝCH PROCESOV V DEMONTÁŽI





DEMONTÁŽNE PROCESY V LOGISTICKOM REŤAZCI

Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Proces demontáže je realizovaný v konkrétnej preddefinovanej postupnosti a je logisticky zabezpečený v zmysle zosúladenia prípravných, pomocných a obslužných činností, ktoré celý proces podporujú a racionalizujú. Demontážne procesy prebiehajú v konkrétnych technických, technologických, organizačných a ekonomických podmienkach. Základný logistický reťazec demontážneho procesu (obr.1) je na základe uvedeného možné vymedziť nasledujúcimi hlavnými činnosťami: príprava, vlastná demontáž, manipulácia a súvisiace činnosti a skladovanie.

Príprava - opotrebované produkty získavané zberom sa prispôbujú podmienkam demontáže (čistenie, triedenie, uskladnenie a pod.), jedná sa relatívne o technologicky a investične nenáročnú činnosť (ručná práca), ktorá je potrebná pre odstránenie látok z elektroodpadu podľa zákona o odpadoch, v opačnom prípade môžu spôsobiť kontamináciu celého spracovávaného obsahu, prednostne musia byť z elektroodpadu vybrané plošné spoje, vodiče a všetky nebezpečné látky, ktoré sú následne uložené do pripravených zásobníkov a odovzdané externým spracovateľom.

Vlastná demontáž, zo vstupných produktov demontujú celky, uzly, súčiastky podľa požadovanej hĺbky demontáže, pričom sa jedná o ručnú prácu s možnosťou použitia elektrických, pneumatických ručných náradí. Manipulácia, operačné, medzioperačné a medziobjektové manipulačné činnosti s objektmi demontáže, demontážnym náradím, pomôckami a ďalšími prvkami sú nevyhnutné pre realizáciu demontážnych procesov. Kontrola, určená je na preverenie funkčnosti celkov, uzlov, resp. súčiastok z demontovaného produktu pre ich prípadné využitie ako náhradných dielov. Skladovanie, kontajnerizácia demontovaných súčiastok a ostatných výstupných materiálov z procesu demontáže.

Prvým krokom v rámci vlastného procesu demontáže produktu je odstrániť škodlivé a nebezpečné látky a zabezpečiť, aby sa nedostali do nasledujúcich fáz demontážneho procesu, čím by mohli nezhodnotiť súčiastkový, resp. materiálový potenciál demontovaného produktu.

Druhým krokom je získavanie konštrukčných celkov a ich opätovné využitie. Pritom je možné uplatniť dve metódy demontáže:

- nedeštrukčná - opätovné získanie konštrukčných celkov a súčiastok z produktu,
- deštrukčná - rozdrvenie produktu a recyklácia jeho materiálového obsahu.

Vychádzajúc zo základného modelu logistického reťazca demontážnych procesov je možné podrobne rozpracovať ďalšie modely. Konkrétne sa jedná o tri modely orientované na nasledovné spôsoby demontáže elektroproduktov:

1. opravárenská demontáž, využitie komponentov ako náhradných dielov,
2. návratnosť komponentov do výrobného procesu/nového produktu,
3. komplexná deštrukcia, recyklácia s cieľom materiálového zhodnotenia.

Na obr.2 je zobrazený logistický reťazec zhodnocovania elektroodpadu orientovaný na opravárenstvo, a to od zoskupovania elektroodpadu, jeho triedenia cez ručnú demontáž až po získavanie hodnotných komponentov, ktoré sú následne použité ako náhradné diely.



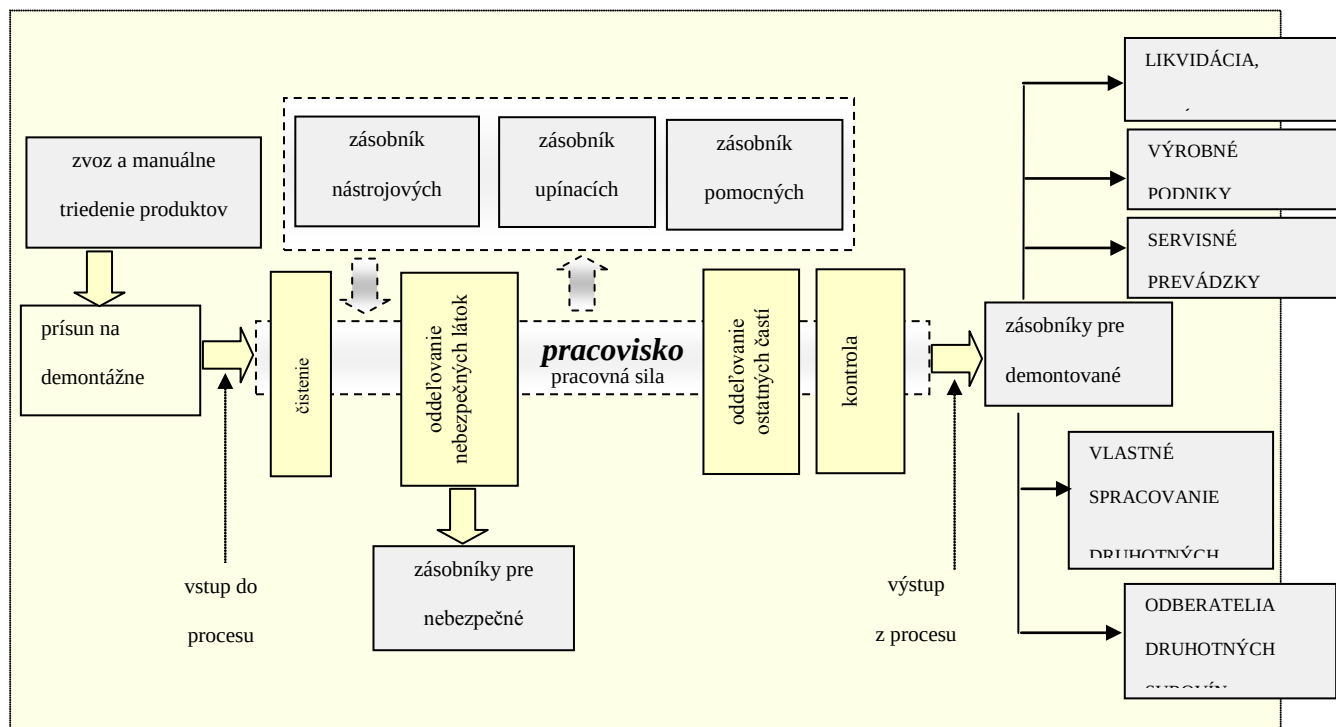
Všeobecne pri deštrukčnej demontáži sa triedenie elektroodpadu realizuje ručne s následným niekoľkostupňovým drvením, granulovaním a separáciou.

Celý proces sa teda skladá s niekoľkých stupňov:

- **Ručné spracovanie** – triedenie, separácia nebezpečných komponentov (batérie, PCB kondenzátory, súčiastky s obsahom Hg, časti motorov, veľkých hliníkových, resp. železných častí),
- **Hrubé spracovanie** – upravený šrot je podávaný do drviaceho zariadenia a je drvený, následne na páse sú ručne vytriedené prípadné nebezpečné zložky a väčšie kovové komponenty,
- **Konečné spracovanie** – v rámci tohto stupňa prebieha obvykle ďalšie drvenie materiálu a granulácia, napr. v kladivovom drviči je pomocou sít granulát roztriedený podľa veľkosti. Magneticky sú zachytávané hrubšie železné častice v separátore (napr. vzduchový, elektromagnetický, atď.) pre neželezné kovy, najskôr sú oddelené plasty od zmesi neželezných kovov, ktoré môžu byť ešte roztriedené na ťažké a ľahké kovy.

Výstupy bývajú v závislosti od použitej technológie rôznej kvality. Vždy sa však jedná o zmes železných kovov, plastov, koncentrátov medi (jemná frakcia navyše obsahuje drahé kovy) a hliníka.

Závisí na trhových možnostiach, do akého finálneho výstupu je potrebné technologický postup smerovať. Či je napr. dostačujúca zmes hliníka s meďou, či je pre túto zmes odbyt, alebo či je z dôvodu nezáujmu na trhu nutné túto zmes ďalej separovať na kvalitatívne čistejší koncentrát medi a hliníka.

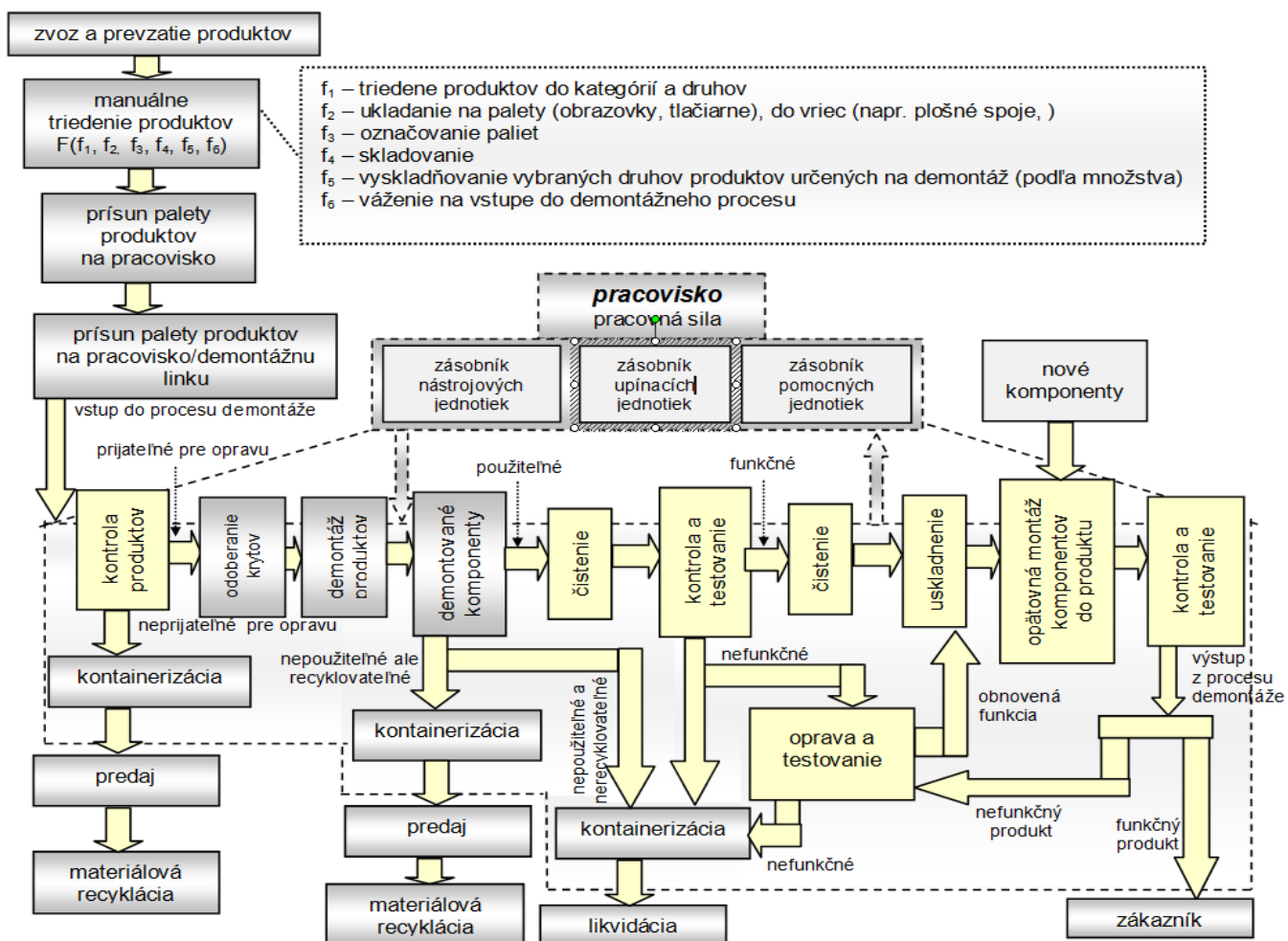


Obr.1 Základný logistický reťazec demontážneho procesu [3]



Demontážne operácie sa realizujú na demontážnom pracovisku, ktoré je vytvorené ako samostatná jednotka, alebo je súčasťou demontážnej linky. Demontážne pracovisko je súborom demontážnych zariadení, manipulačných a prepravných prostriedkov, demontážnych nástrojov, prípravkov. Jeho súčasťou sú taktiež vstupy a výstupy procesu demontáže a pracovníci, ktorí celý proces demontáže zabezpečujú na úrovni realizačnej (ručnou prácou, obsluhou zariadení alebo kombináciou) a riadiacej.

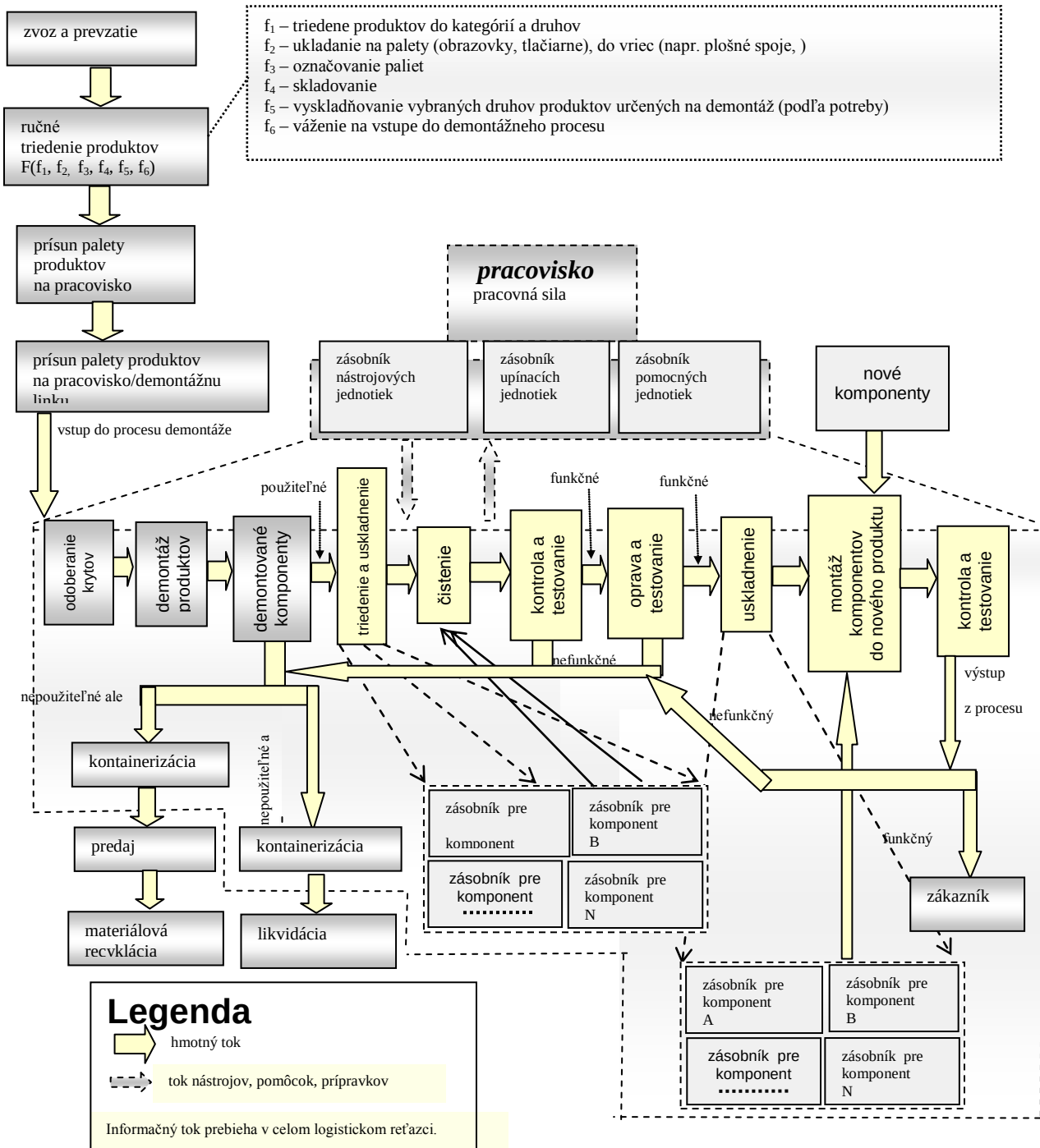
Jednotlivé prvky demontážneho pracoviska (ako aj pracoviská v rámci demontážnej linky) sú prepojené materiálovými, informačnými a funkčnými väzbami, čím tvoria ucelený a uzavretý systém. V závislosti od charakteru pracoviska je náležité logisticky zabezpečené a vybavené potrebnými demontážnymi prostriedkami (demontážne stroje, pomôcky, nástroje, prípravky, kontajnery, a pod.), ktoré umožňujú realizáciu jednotlivých úkonov v rámci demontážnych operácií.



Obr.2 Model logistického reťazca pre demontáž orientovanú na opravárstvo

Logistické zabezpečenie demontážneho pracoviska spočíva v organizácii demontážneho procesu. Hlavnou úlohou je zabezpečiť racionálny časový, priestorový a hmotný priebeh demontážneho procesu. Cieľom je dosiahnuť efektívne využitie jednotlivých prvkov systému (predovšetkým vstupného materiálu) a systému ako celku.

Model logistického reťazca pre demontáž orientovanú na návratnosť komponentov do výrobného procesu/nového produktu je uvedený na obr.3.



Obr.3 Model logistického reťazca pre demontáž orientovanú na návratnosť komponentov do výrobného procesu/nového produktu

Literatúra

- [1] S. K. Das, S. Naik: Process planning for product disassembly. International journal of production research 40:66, 1335-1355, Taylor & Francis, 2002
- [2] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2008



LOGISTICKÉ RACIONALIZAČNÉ TECHNOLOGIE

Ing. Monika Fedorčáková

Podnik, ktorý chce byť v súčasnej dobe úspešný, sa musí riadiť logistickými princípmi vo všetkých smeroch svojej činnosti. Uplatnenie logistických zásad v riadení podniku spočíva nielen v zmene chovania podniku na trhu, ale aj zmeny vo vnútri podniku. Výsledkom efektívneho zavedenia požadovaných zmien je v konečnom dôsledku aj zníženie nákladov. V roku 1991 Rada pre riadenie logistiky definovala logistiku ako *"proces plánovania, implementácie a kontroly účinného, efektívneho toku tovarov, služieb a príslušných informácií z bodu ich pôvodu k bodu spotreby podľa potrieb zadaných požiadaviek"*[9]. Predmetom skúmania logistiky je naplnenie obsahu definícií a splnenie cieľov logistiky. Skúmané a riešené sú toky: materiálové, informačné, energií, obalové, odpadov. S vyššie uvedenými tokmi úzko súvisia toky finančné, ktoré však logistika bezprostredne nerieši. Základom sú toky materiálové, lebo prostredníctvom nich sa dajú uspokojiť potreby spotrebiteľov.

Organizácia materiálových tokov sa uskutočňuje v niekoľkých rovinách: tok materiálu, prepravný reťazec, logistický reťazec. Materiálovým tokom rozumieme organizovaný pohyb materiálu od zdrojov surovín cez ich prvotné spracovanie, ich zhodnotenie vo výrobnom procese až po dodanie hotového výrobku konečnému užívateľovi, resp. až ku spracovaniu odpadu. Uplatnenie logistických zásad v riadení podniku je nielen zmena chovania podniku na trhu a zmeny vo vnútri podniku. Jednou z ciest smerujúcich ku zmenám je uplatnenie racionalizačných technológií v riadení výroby a zásobovaní.

Vybrané racionalizačné technológie

Prístup k neustálemu zlepšovaniu pochádza z Japonska. KAI - zmena, ZEN - dobrý znamená zmenu k lepšiemu. Otcom KAIZEN-u je Masaaki Imai. **Kaizen** ako racionalizačná technológia je produktom japonských snažení o čo možno najväčšiu efektivitu výrobného procesu. Vychádza z myšlienky, že aj o dokonalý projektant, či technolog nemôže vždy celkom do detailov zvládnuť technológiu. Rôzne, spravidla drobné zlepšenia môžu navrhnúť pracovníci, ktorí sa na príslušnej operácii alebo procese bezprostredne podieľajú [7].

Tento prístup vyžaduje neustále kontinuálne zlepšovanie všetkých činností všetkými. Každý zistený nedostatok (problém): je nutné ho detailne popísať, sú analyzované jeho príčiny, sú uplatňované opatrenia k jeho odstráneniu, opatrenia sú realizované a vyhodnocované. K uplatneniu týchto princípov je nutné vytvoriť priaznivé podmienky a splniť nasledujúce predpoklady a to: decentralizovať právomoci, pracovať v tímoch, stanoviť transparentné ciele a informácie. V žiadnom prípade nemôžeme spojovať odhaľovanie problémov s kritikou osôb, ale je treba sa sústrediť výhradne na odstránenie problému.

Technológia **Lean Production** je motivovaná snahou preniesť niektoré činnosti a problémy mimo vlastný výrobný proces a riešiť ich v spolupráci s dodávateľmi, resp. riešenie niektorých problémov na dodávateľov priamo presunúť. Pôvodný racionalizačný koncept, koncept štíhleho podniku bol vyvinutý vo firme Toyota, pričom jeho vývoj a zavedenie trval Toyote viac ako 30 rokov. Zdokonalené verzie uplatnenia princípu lean production využívajú napr. podnety a požiadavky odberateľov. Princípy štíhlej výroby /Lean production/ sú zobrazené na obr.1.



Štíhla výroba	
Vývoj tím spolupráca Simultaneous Engineering Spolupráca so zákazníkmi a dodávateľmi	Dodávatelia spolupráca zodpovednosť za kvalitu istota odbytu
Distribúcia aktívny predaj spolupráca reakcieschopnosť	Výroba jednoduchosť KAIZEN TQM JIT/Kanban pružné výrobné zariadenie rýchle prestavenie strojov malé dávky nízke zásoby motivácia ľudí

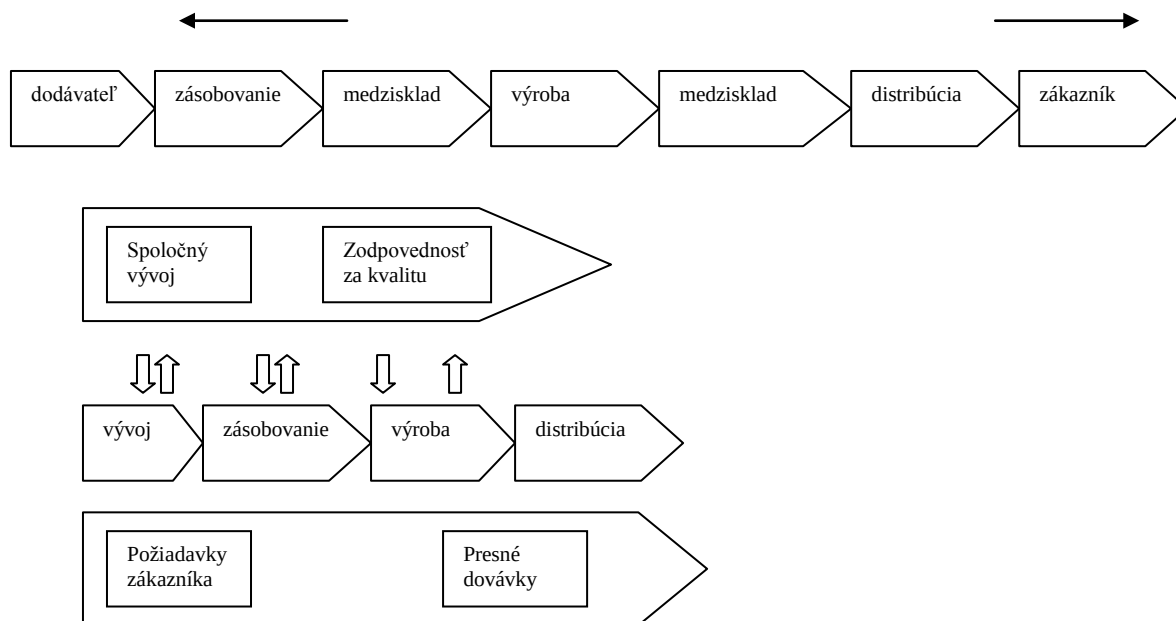
Obr.1 Princíp štíhlej výroby

Výsledkom týchto snáh je prísne zoštíhlenie všade tam, kde je to možné:

- redukcia zložitosti výrobku a výroby (prenesenie časti vývojových a výrobných činností na dodávateľov),
- zmenšenie a odstraňovanie medzioperačných zásobníkov a skladov,
- zjednodušenie výrobných procesov, materiálových a informačných tokov.

Pre efektívne zavedenie štíhlej výroby je potrebné splniť nasledujúce kroky:

- objaviť kritické faktory úspechu a prehodnotiť, alebo definovať vhodné faktory činností,
- vybrať požiadavky zlepšenia pre každý faktor podnikania,
- definovať kľúčový proces a určiť, ktorý z ďalších výrobných procesov patrí do cieľovej oblasti,
- rozhodnúť, ktorý z procesov potrebuje detailnú kontrolu.



Obr.2 Rozdiel medzi tradičnou a štíhlou výrobou

Spôsob organizácie a riadenia výroby má veľký dopad na úspech výrobného podniku. Predpokladom úspešnej implementácie akejkoľvek „racionalizačnej technológie“ pri riadení podniku je komplexný pohľad na podnik a jeho okolie, zapojenie všetkých spolupracovníkov, dodávateľov a odberateľov. O každej z uvedených racionalizačných technológií sú napísané knihy a články, v ktorých je možné nájsť aplikačné prípady. A len aplikáciou tej ktorej metódy, zvolenej tak, aby poskytovala optimálny nástroj na riešenie daného problému, je možné plne využiť jej prednosti. Schopnosť dodávať rýchlejšie ako konkurencia, opakovane spoľahlivo, v dohodnutých termínoch, v požadovanej kvalite a množstve sa stáva určujúcim faktorom úspešnosti podniku na trhu. Nástrojmi, ktoré môžu byť vedeniu podniku nápomocné sú aj racionalizačné technológie popísané v tomto príspevku, akými sú napr. Kaizen, alebo štíhla výroba.

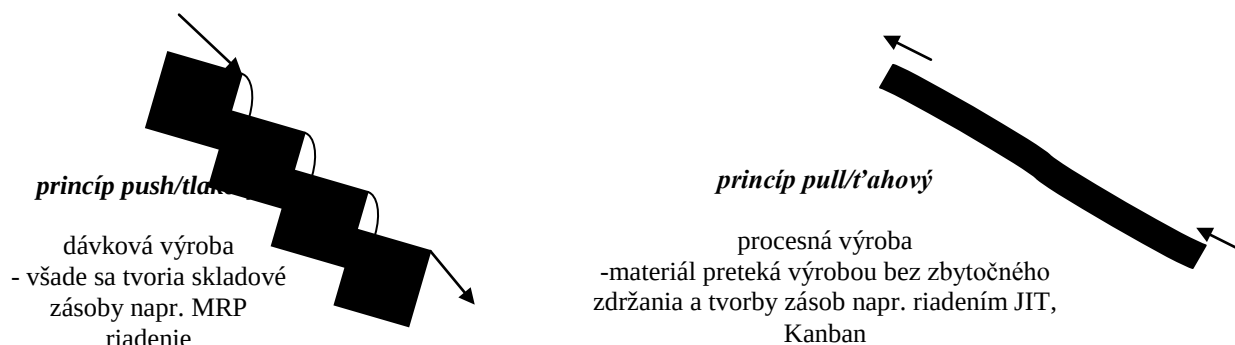
Literatúra

- [1] Malindžák, D., Takala, J.: Projektovanie logistických systémov: Teória a prax. Košice, 2005, ISBN 88-8073-282-5,
- [2] Daněk, J.: Logistické systémy. Ostrava, 2006, 1. vydanie, ISBN 80-248-1017-4,
- [3] Economic Wizard v.o.s. – Ekonomická slovník [online]. [cit. 2008-05-10], Dostupný na na internete: <http://www.ewizard.cz/logistika-slovník.php?detail=204>,
- [4] Vaněček, D.:, Logistika. 1.vydanie, České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1996, 131s.
- [5] Jurová, M.: Podniková logistika. VUT Brno, 1993,
- [6] Hálek, I., Palatová, D., Škapa, R.: Systémy řízení., 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 112 s., 2005, ISBN 80-210-3650-8,
- [7] Kavan, M.: Výrobní a provozní management. 1. vyd., Grada Praha, 2002, 424 s., ISBN 80-247-0199-5.

PRINCÍPY ORGANIZÁCIE POHYBU MATERIÁLU PRI PLÁNOVANÍ A RIADENÍ MONTÁŽE

Ing. Monika Fedorčáková

Jedným z dôležitých aspektov procesu plánovania a riadenia výroby tiež montáže je stanovenie pohybu materiálu v celom výrobnom procese alebo jeho časti. Základné princípy, ktoré môžeme uplatniť pri organizácii pohybu materiálu sú princípy **push a pull**. Princíp push (tlakový) je tak nazývaný preto, že materiál je na jednotlivé pracoviská dodávaný podľa vopred stanoveného rozpisu (plánu) bez ohľadu na jeho okamžitú skutočnú potrebu. Materiál je príslušnému pracovisku „vnucovaný“, je tlačенý. Na pracovisku resp. pred ním sa tak materiál môže hromadiť, skladovať. Vytvárajú sa tak spravidla zbytočné zásoby. Oproti tomu pri uplatňovaní princípu pull (ťahového) pracovisko odoberá materiál na základe okamžitej potreby. Materiál si „vťahuje“. Materiál sa ihneď spracuje, neskladuje sa, nevytvára sa zásoba.



Obr.1 Rozdiel v pohybe materiálu v systémoch push a pull

Plánovanie výroby

Pod pojem logistické plánovanie a plánovanie zahrňujeme celý proces komplexného spracovania objednávok od marketingu po sledovanie a riadenie výrobného procesu [2]. Materiál (suroviny, komponenty) vstupujú do spracujúceho podniku, je postupne pretváraný na výsledný produkt. Pritom spravidla len časť materiálu vytvára konečný produkt. Zostávajúcu časť tvorí buď odpad, alebo sa môže vrátiť späť k ďalšiemu spracovaniu. Pre získanie prehľadu o pohybe materiálu v podniku je vhodné zostaviť jeho grafickú podobu. Graf, ktorý takto získame nazývame Sankeyov diagram. Z grafu môžeme získať aj prehľad o zhodnotení vstupujúceho materiálu.

I keď plánovanie a riadenie výroby spolu úzko súvisí a je neoddeliteľne spolu spojené (plánovanie výroby je súčasťou jeho riadenia), aj tak sa dá povedať, že niektoré princípy, metódy a systémy sa dajú predovšetkým zaradiť do oblasti plánovania výroby a iné predovšetkým do oblasti jeho riadenia.

Počítačová podpora pri plánovaní a riadení zásob

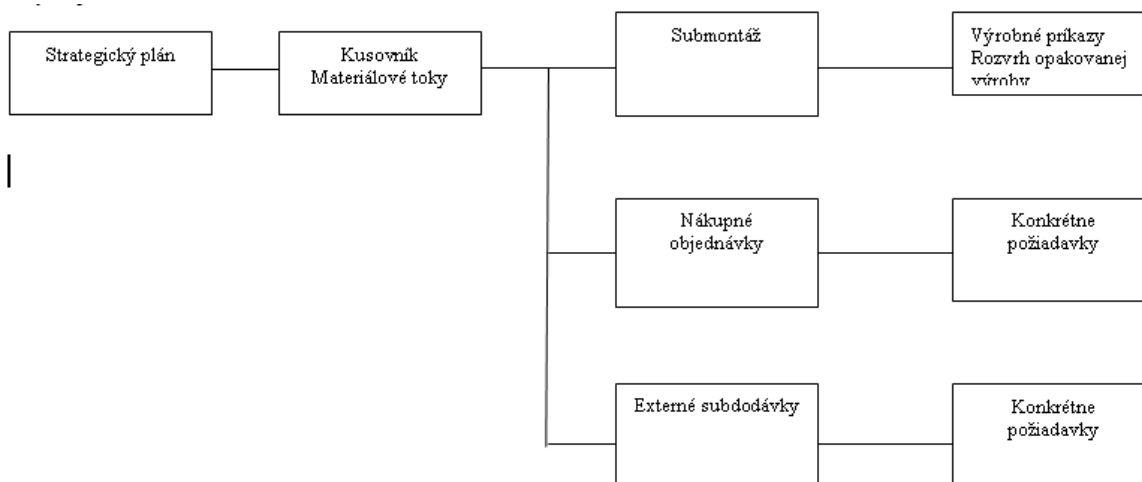
Pre potreby plánovania a riadenia zásobovania a výroby boli vyvinuté počítačom podporované systémy: MRP I, MRP II, MRP III.



Zatiaľ čo MRP I je založený na minimalizácii nákladov na materiálové požiadavky, MRP II zohľadňuje aj aspekty nákupné, finančné a marketingové. Systém MRP III je nadstavbou, zahrňujúcou obidve predchádzajúce fázy a zohľadňuje predovšetkým predpoveď vývoja požiadaviek. MRP systémy využívajú jednoduchý model výroby, kde vzťah medzi vstupom do výroby a výstupom určitého výrobku je daný obvykle konštantným priebežným časom výroby, a pre optimalizáciu využívajú lineárne programovanie. [6]

MRP I

MRP I/ Material Requirements Planning (Obr. 2) je systémom plánovania materiálových požiadaviek výroby. Tento systém na základe plánu výroby a tiež i potreby komponentov a materiálu prepočítava konkrétne požiadavky pre jednotlivé linky a stroje a porovnáva potrebu so zdrojmi. Pokiaľ zdroje nepokrývajú potrebu, signalizuje nutnosť nákupu chýbajúcich častí.



Obr.2 MRP I

Tento systém je vhodné použiť najmä vtedy, ak je splnená aspoň jedna z nasledujúcich podmienok:

- keď je potreba materiálu v priebehu výrobného procesu nesúvislá alebo veľmi nestabilná (prerušovaná alebo zákazková výroba),
- keď potreba materiálu závisí na výrobe iného komponentu alebo hotového výrobku,
- keď nákup, dodávatelia i výroba sú schopní spracovávať objednávky a požiadavky v týždenných cykloch.

Základná charakteristika MRP

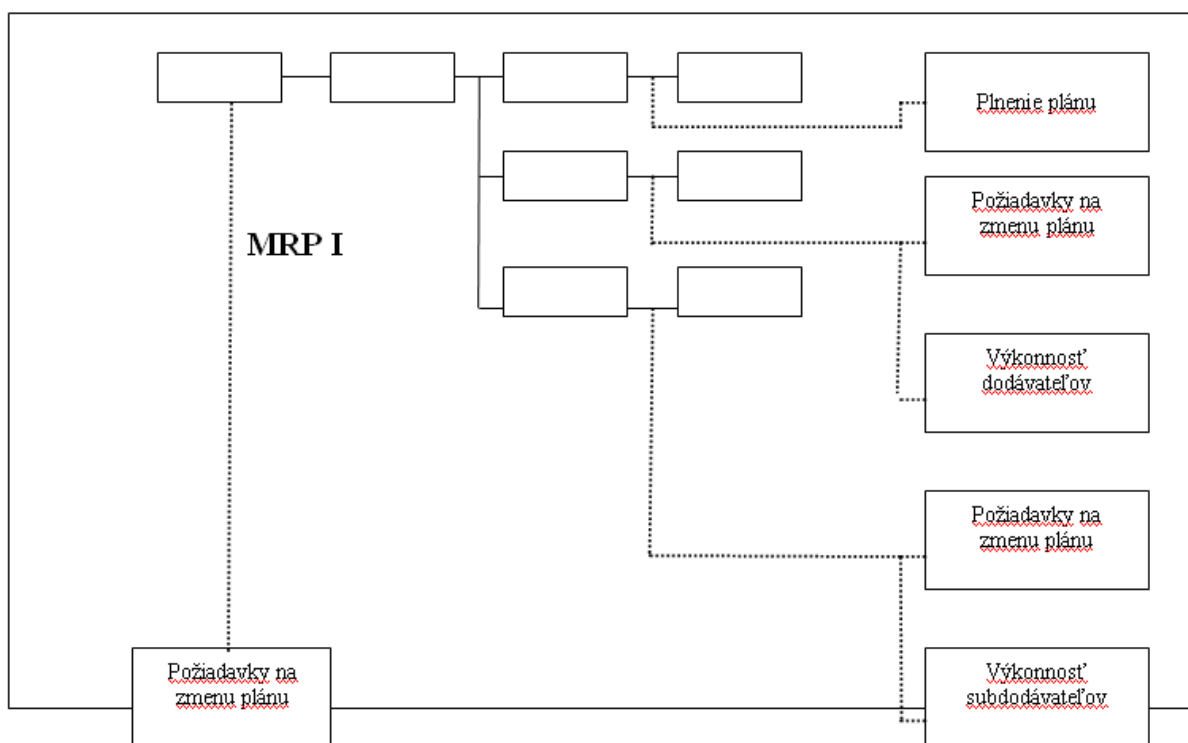
- MRP je orientovaný na produkt – funguje na báze výpočtu vychádzajúceho zo štruktúry výrobku daného všetkými materiálovými položkami (nakupovanými a vyrábanými) potrebnými pre konkrétny výrobok,
- MRP je orientovaný na budúcnosť – pri plánovaní vychádza zo základných údajov v súboroch a z očakávaných potrieb namiesto zo štatistických dát zachycujúcich históriu predaja,
- MRP rešpektuje požiadavky v čase – pri výpočte potrieb nie sú brané do úvahy len kvantitatívne potreby na materiálové položky, ale tiež ich priebežné doby objednávaní alebo výroby,



Nevýhody

- veľká závislosť na presnosti vstupných dát – z celkom pochopiteľných dôvodov celá rada pracovníkov v podniku sa dopúšťa pri stanovovaní časov priebežných dôb výroby zámerného navýšenia pre elimináciu náhodných javov v okolí aj vo vnútri podniku, výsledným efektom potom môžu byť neúmerne dlhé dodacie doby a neefektívne viazané prostriedky technické, finančné a ľudské,
- absencia kapacitného plánovania,
- absencia spätných väzieb informácií medzi plánovacou a výkonnou úrovňou.

Popísané nedostatky a potreba zakomponovať do MRP aj iné funkčné oblasti podniku mimo výroby (predovšetkým financie a marketing), viedlo k rozšíreniu tohto systému [7].



Obr. 3 MRP II

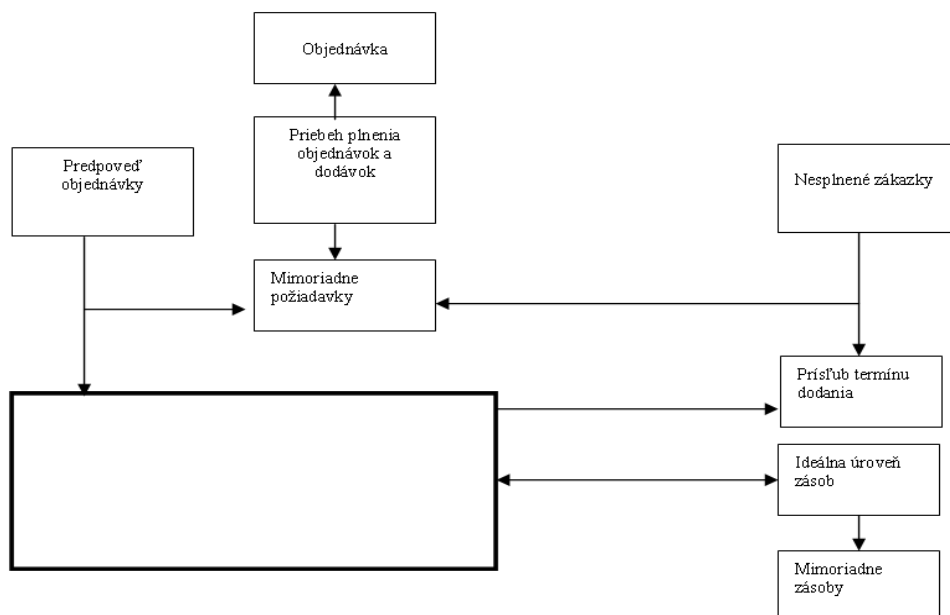
MRP II

Je pokračovaním a zdokonalením systému MRP I. Na rozdiel od predchádzajúceho je tento systém systémom plánovania výrobných zdrojov (Manufacturing Resource Planning – v najnovších verziách je nazývaná Manufacturing Requirements Planning). Hlavným prínosom MRP II bolo prepojenie chodu výrobného systému s hlavnými oblasťami riadenia celého podniku. Až rýchle prepojenie marketingu, finančného riadenia a výroby umožňuje aplikáciu skutočného podnikateľského pohľadu na produkčnú činnosť firmy [8]. Jeho hlavnou nevýhodou je, že v úvodnej etape plánovanie neberie ohľad na kapacitné obmedzenie. V prípade, že dôjde k nesúladu zdrojov s potrebami, je ho nutné riešiť mimo systém a výpočty vykonať znovu.



MRP III

MRP III - je nadstavbou MRP II (ktorý zahŕňa MRP I) a umožňuje zohľadniť chovanie dodávateľov, stanoviť optimálne zásoby, zohľadniť výnimočné požiadavky.



Obr. 4 MRP III

Aktuálne prístupy k plánovaniu a riadeniu výroby

Súčasný systém plánovania a riadenia výroby založený na "princípe tlaku", napr. tzv. MRP II systémy, vznikali v minulosti v celkom odlišných trhovách podmienkach. Preto nemôžu výrobcom poskytovať účinný nástroj plnenia požiadaviek zákazníkov a boja s konkurenciou. Systém tlaku je totiž založený na predpoklade, že počítačový model výrobného systému je neustále aktualizovaný, reaguje na zmeny vo výrobe a navrhuje nové optimálne riešenia. Ukazuje sa, že v praxi tento predpoklad nie je možné splniť. Výsledkom je, že počítačový systém riadenia zaostáva za skutočnosťou vo výrobe a vlastne je len systémom evidencie, nie systémom riadenia. Riadenie výroby potom ostáva na intuícii a skúsenostiach výrobného manažmentu. Systémy uplatňujúce "princíp ťahu", tzv. JIT systémy, eliminovali mnohé nedostatky predchádzajúceho prístupu. Čo je najdôležitejšie, neumožňujú vznik nadvýroby a nepotrebné rozpracovanosti. Výsledkom sú kratšie priebežné doby a lepšia reakciability na meniace sa požiadavky. Predpokladom uplatnenia JIT sú robustné procesy s minimálnou premenlivosťou (rozptylom) výkonnosti. Preto implementácii JIT musí predchádzať vybudovanie systému údržby pre minimalizáciu porúch a neplánovaných prestojov, zavedenie Poka-Yoke systémov na predchádzanie chýb a omylov, skrátenie časov zoraďovania a príprava operátorov na riadenie kanbanových kariet.

Plánovanie a riadenie výroby podľa TOC, tzv. Drum-Buffer-Rope systém, využíva úzke miesto výrobného systému. Úzke miesto určuje takt výroby, teda tempo uvoľňovania materiálu na vstupe do výroby. Úzke miesto určuje maximálny prietok výrobných objednávok systémom. Preto nemá význam uvoľňovať do výroby viac materiálu ako môže prejsť úzkym miestom. Táto funkcia úzkeho miesta sa nazýva Drum (bubon). Ak je cieľom maximalizovať prietok výrobným systémom, je potrebné zabezpečiť, aby úzke miesto pracovalo nepretržite s maximálnou mierou využitia.



Každá minúta stratená na úzkom mieste znamená minútu straty kapacity celého výrobného systému, teda zníženie prietoku a stratu tržieb. Vhodne dimenzovaný Buffer (zásobník) je spôsob ako úzke miesto ochrániť pred nedostatkom materiálu. Zásobník je prepojený so vstupom do systému cez Rope (lano), ktoré udáva dobu potrebnú na príchod materiálu do zásobníka.

Dĺžka lana sa určuje na základe skúseností a potom sa upravuje podľa toho, koľko objednávok je v zásobníku. Nesmie byť ani prázdny, ani preplnený. Podobne ako v prípade JIT, aplikácia systému DBR nie je založená na implementovaní nového počítačového systému, ale na dôslednom pochopení jeho princípov pracovníkmi výrobného manažmentu. Proti náhodným javom, ktoré Goldratt nazýva "Murphy", je systém chránený systémom zásobníkov pred úzkym miestom a zariadeniami s najmenšou kapacitou. TOC/DBR umožňuje zamerať zlepšovanie na tie miesta systému, ktoré obmedzujú prietok a narušujú plynulý prísun materiálu do zásobníkov.

Niektoré súčasné systémy plánovania a riadenia výroby založené na "princípe tlaku", vznikali v minulom období v celkom odlišných trhových podmienkach. Preto nemôžu výrobcom poskytovať účinný nástroj plnenia požiadaviek zákazníkov a boja s konkurenciou. Prínosy plánovania a riadenia výroby podľa systému DBR sú: zníženie zásob, skrátenie priebežnej doby a vyššia predpovedateľnosť výrobného procesu, následná vyššia konkurencieschopnosť, zníženie nákladov, vyšší zisk.

Literatúra

- [1] Malindžák, D., Takala, J.: Projektovanie logistických systémov. Teória a prax. Košice, 2005, ISBN 88-8073-282-5
- [2] Daněk, J.: Logistické systémy. Ostrava, 2006, 1. vydanie, ISBN 80-248-1017-4
- [3] Vaněček, D.: Logistika. 1.vydanie, České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1996, 131s.
- [4] Jurová, M.: Podniková logistika. Brno:VUT, 1993
- [5] Hálek, I., Palatová, D., Škapa, R. : Systémy řízení. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2005. 112 s. ISBN: 80-210-3650-8
- [6] Basl, J.: Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 142 s., ISBN: 80-247-0214-2
- [7] Kavan, M.: Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. 424 s., ISBN: 80-247-0199-5
- [8] Sakál, P., Jerz, V.: Operačná analýza v praxi manažéra. 2003, ISBN 80-968734-3-1



MODELOVÉ RIEŠENIE MATERIÁLOVÉHO TOKU

doc. Ing. Štefan Valenčík, CSc.
Ing. Juraj Kováč, PhD.

Technika materiálového toku predstavuje špecifickú skupinu základných prostriedkov využívaných vo výrobnej, ale tiež nevýrobnej sfére, stelesnených v manipulačných, dopravných a skladovacích zariadeniach formujúcich sa do komplexných manipulačných systémov. V súčasnosti predstavuje plne rozvinuté technické systémy, ktoré výkonne a efektívne kooperujú s výrobnými systémami v priemyselných odvetviach a nachádzajú široké uplatnenie aj v nepriemyselných a nevýrobných odvetviach. Udržať využiteľnosť základných prostriedkov na požadovanej úrovni a v súlade s dynamikou a globalizáciou trhu si vyžaduje odpovedajúcu projekciu, realizáciu a prevádzku moderných manipulačných systémov so znakmi adaptability, agilnosti a racionálnosti funkcií a činnosti. Logistika je odbor, ktorý umožňuje vytváranie komplexných logistických riešení splňujúcich požiadavky na adaptabilitu, rekonfigurovateľnosť a rozširovanie integrácie vo výrobných systémoch. Profilácia logistického výrobného systému integrujúceho materiálový tok je podmienená vývojom manipulačnej techniky, ktorý je postavený na integrácii jednotlivých funkcií, resp. substitúcií funkcií odvodených od relácií ekvivalentnosti v hraničných a špecifických oblastiach. Pre projektovanie logistickej infraštruktúry materiálového toku je tento prístup veľmi prítlačivý, lebo si možno ľahko predstaviť relatívne uzavreté časti- moduly, komplety a systémy. Výhodou tohto prístupu je, že možno ľahko namodelovať modulárnu zostavu, priaznivo ovplyvňovať jednotkové náklady, zjednodušovať štruktúru a tým aj výrobo-logistický reťazec [6].

Logistika a s ňou spojená technika materiálových tokov prechádza zmenami, ktoré budú naďalej pokračovať. Tieto zmeny sa odrážajú aj v nových koncepciách riadenia, prevádzkovania a optimalizácie vnútropodnikového materiálového toku, informačných tokov a manipulácie v priemysle, obchode a verejných inštitúciách. Podľa odhadov prognostikov má takáto integrácia, predstavujúca u väčšiny výrobcov poslednú rezervu pre znižovanie nákladov, v nasledujúcich rokoch napredovať rýchlejšie než ostatné hospodárstva. Preto logistika techniky materiálového toku nachádza čoraz väčšiu oporu v širokom spektre podnikov od výrobcov manipulačnej, dopravnej a skladovacej techniky cez výrobcov integrovanej výrobnéj techniky a vývojárov softwaru až k systémovým dodávateľom, cieľom ktorých je širšie naplnenie funkcií logistiky, ako optimalizácia, koordinácia a synchronizácia všetkých činností, ktorých zreťazenie je nevyhnutné k pružnému a hospodárnemu dosiahnutiu daného konečného (synergického) efektu, a jej uplatnenie v hospodárstve [6].

Tento trend podmieňuje nasadenie progresívnych koncepcií dopravno- skladovacích a manipulačných systémov, ktoré zaisťujú vysoký stupeň integrácie procesno- hodnotových reťazcov pre rôznorodé účely. Cestou k týmto cieľom je zavedenie perspektívnych, kompaktných a kompatibilných stavebných modulov a ich integrovaných zostáv. Tieto ciele sú síce nepostrádateľné, no pre vytvorenie logistického systému je rovnako dôležitý dobre organizovaný tok materiálu. Platí pritom zásada systémovej integrácie techniky materiálového toku, aby sa predišlo zbytočným manipulačným operáciám, resp. aby boli ľahko automatizovateľné. Na racionálnu automatizáciu prevádzky je potrebná taká úroveň integrovateľnosti, aby boli zabezpečené požadované manipulačné funkcie a aby nedochádzalo k duplicitě, a tým aj neusporiadanosti vo výrobe.

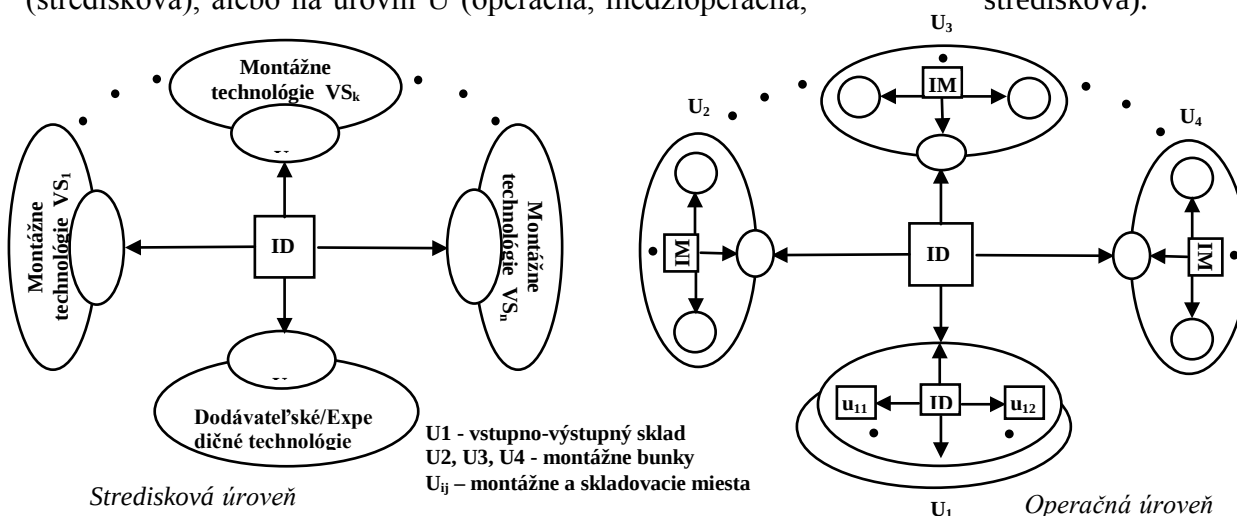


Dosiahnutie usporiadosti materiálového toku medzi dvoma článkami logistického reťazca (Pull princíp), kde predchádzajúci článok odosiela dávku materiálu až v okamihu, kedy preberajúci článok avizuje svoju pripravenosť spracovať (premiestniť, zabaliť, uskladniť apod.), vedie k zrýchleniu frekvencie toku, zmenšeniu dávok, zvýšeniu plynulosti toku, zníženiu až úplnému odstráneniu zásob a skladových kapacít [2]. Strategickým cieľom je obsiahnuť širšie väzby informačnej, materiálovej a fyzickej komunikácie, umožňujúci prepojenie doposiaľ autonómnych manipulačných funkcií (a často aj manipulačných útvarov) do jedného procesne orientovaného systému (vnútorná integrácia) a potom prepojenie manipulácie s jeho dodávateľskými a distribučnými technológiami (vonkajšia integrácia).

Namodelovanie úlohy

Pri modelovaní výrobných úloh vychádzame z možností exaktných metód systémovej analýzy t.j. metód, ktoré pre zápis systému využívajú formálny matematický aparát. Matematické modelovanie je jedným z nástrojov riešenia úloh analýzy, projektovania a riadenia výrobných systémov, ktoré má zásadný vplyv na jeho efektívnosť. Jedná sa o modelovú abstrakciu, ktorá je založená na vyčleňovaní a modelovaní najdôležitejšej informačnej, materiálovej a fyzickej komunikácie v obeh[3].

Vytvoreniu zodpovedajúceho logistického riešenia materiálového toku predchádza opis systému materiálovej komunikácie (obr.1) a zápis siete materiálovej komunikácie, popisujúce skladbu montážneho/demontážneho systému. Vychádzalo sa z dekompozície systému s nepriamou väzbou medzi skladovacím uzlom- manipulačným uzlom- montážnou/demontážnou jednotkou s vlastným manipulačným zariadením. Pre opis systému materiálovej komunikácie definujeme uzly (označenie O), a tzv. spojnice (označenie ---). V závislosti od postavenej úlohy a skúmanej funkcie manipulačného systému mení sa počet uzlov, ich stav a vzájomné väzby. Preto model materiálovej komunikácie musí predstavovať taký zápis, aby bolo možné určiť východiskový uzol (U_1), cieľový uzol (U_n) a stredové uzly ($U_2, \dots, U_{n-1}$). Potom materiálová komunikácia siete je súčtom tokov po všetkých cestách vedúcich z uzla U_1 do uzla U_n . Ak v systéme materiálovej komunikácie U existujú podsystémy $U_1, U_2, \dots, U_n$, ktoré sú definované ako štruktúry uzlov $U_1 (u_{11}, u_{12}, \dots, u_{1m})$, $U_2 (u_{21}, u_{22}, \dots, u_{2m})$, $U_n (u_{n1}, u_{n2}, \dots, u_{nm})$, vtedy analyzujeme systém toku materiálu na rozlišovacej úrovni uzlov u_{ij} (operačná, medzioperačná), na úrovni uzlov $U_1, U_2, \dots, U_n$ (stredisková), alebo na úrovni U (operačná, medzioperačná, stredisková).



Obr.1 Opis systému materiálovej komunikácie.



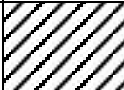
Zápis siete materiálovej komunikácie medzi východiskovým, cieľovým uzlom a stredovými uzlami možno previesť pomocou tzv. incidenčnej matice a orientovaným grafom materiálového toku [3].

PARAMETRIZÁCIA ÚLOHY

Zo siete materiálovej komunikácie možno vyčítať typ a postavenie jednotlivých uzlov, počet vstupov a výstupov materiálového toku, maximálnu vertikálnu väzbu s uzlom vytvárajúcim materiálový reťazec, výskyt slučiek a výskyt izolovaného uzla.

Uvedené metódy modelovania materiálovej komunikácie sú obmedzené na štandardné typy rozdelenia činností, ktoré charakterizujú intervaly medzi príchodmi požiadaviek a časom obsluhy, relatívne jednoduchú štruktúru siete materiálovej komunikácie a jednoduché pravidlá pre obsluhu. Obsiahnuť širšie väzby informačnej, materiálovej a fyzickej komunikácie je v možnostiach parametrizácie materiálového toku pomocou tzv. transportnej matice- tab. 1.

Transportná matica materiálového toku Tab. 1

OD/DO	U1	U2	U3	U4
U1		$\frac{X_{12}}{Y_{12}} a_{12}$	$\frac{X_{13}}{Y_{13}} a_{13}$	$\frac{X_{14}}{Y_{14}} a_{14}$
U2	$\frac{X_{21}}{Y_{21}} a_{21}$		$\frac{X_{23}}{Y_{23}} a_{23}$	$\frac{X_{24}}{Y_{24}} a_{24}$
U3	$\frac{X_{31}}{Y_{31}} a_{31}$	$\frac{X_{32}}{Y_{32}} a_{32}$		$\frac{X_{34}}{Y_{34}} a_{34}$
U4	$\frac{X_{41}}{Y_{41}} a_{41}$	$\frac{X_{42}}{Y_{42}} a_{42}$	$\frac{X_{43}}{Y_{43}} a_{43}$	

Legenda:

X_{ij} - počet objektov (manipulačných jednotiek)

Y_{ij} - vzdialenosť resp. čas prepravy medzi uzlami

a_{ij} - návaznosť funkcie a činnosti medzi výrobnými a skladovacími miestami

Riadky resp. stĺpce predstavujú opäť jednotlivé body siete materiálovej komunikácie, pričom prechod z jedného bodu do bodu druhého je reprezentovaný prvkom matice, ktorého riadkový index predstavuje cieľový bod (t.j. kam) a samotný člen obsahuje hodnotu, ktorá je daná prvkami x , y , a. Parametrizáciu problému ďalej možno využívať na stanovenie počtu dopravných a manipulačných jednotiek a organizovanie manipulačných režimov.

Pri stanovení počtu dopravných (ID) a manipulačných (IM) jednotiek vo výrobnom systéme vychádzame:

- zo vzťahu (2), ak sa jedná o tok materiálu medzi skladovacím uzlom a výrobnými jednotkami pri priamej väzbe, alebo medzi skladovacím uzlom a manipulačnými uzlami jednotlivých výrobných buniek pri nepriamej väzbe (stredisková úroveň).

$$ID = \frac{X_{ij} \cdot Y_{ij}}{60 \cdot p \cdot s \cdot \eta} \quad (2)$$

kde:

X_{ij} - počet objektov (manipulačných jednotiek) prepravených za hodinu

Y_{ij} - čas prepravy medzi uzlami [min]



p – počet paliet v dopravnej dávke

s – počet súčiastok na palete

η - prístupnosť dopravných jednotiek v systéme

- zo vzťahu (3), ak sa jedná o tok materiálu medzi manipulačným uzlom a výrobnými jednotkami (operačná a medzioperačná úroveň).

$$IM = \frac{X_{ij} \cdot Z_{ij}}{60 \cdot \xi} \quad (3)$$

kde:

X_{ij} - počet objektov (manipulačných jednotiek) prepravených za hodinu

Z_{ij} - čas manipulačnej operácie [min]

ξ - operačná dosažiteľnosť (časová, rozmerová) robotov v bunke

Uvedené vzťahy sú určitou reprezentatívnou vzorkou približujúcou význam parametrizácie, ktorá je naďalej otvorená a prístupná pre riešenie ďalších úloh optimalizácie výrobného systému.

ALGORITMIZÁCIA ÚLOHY

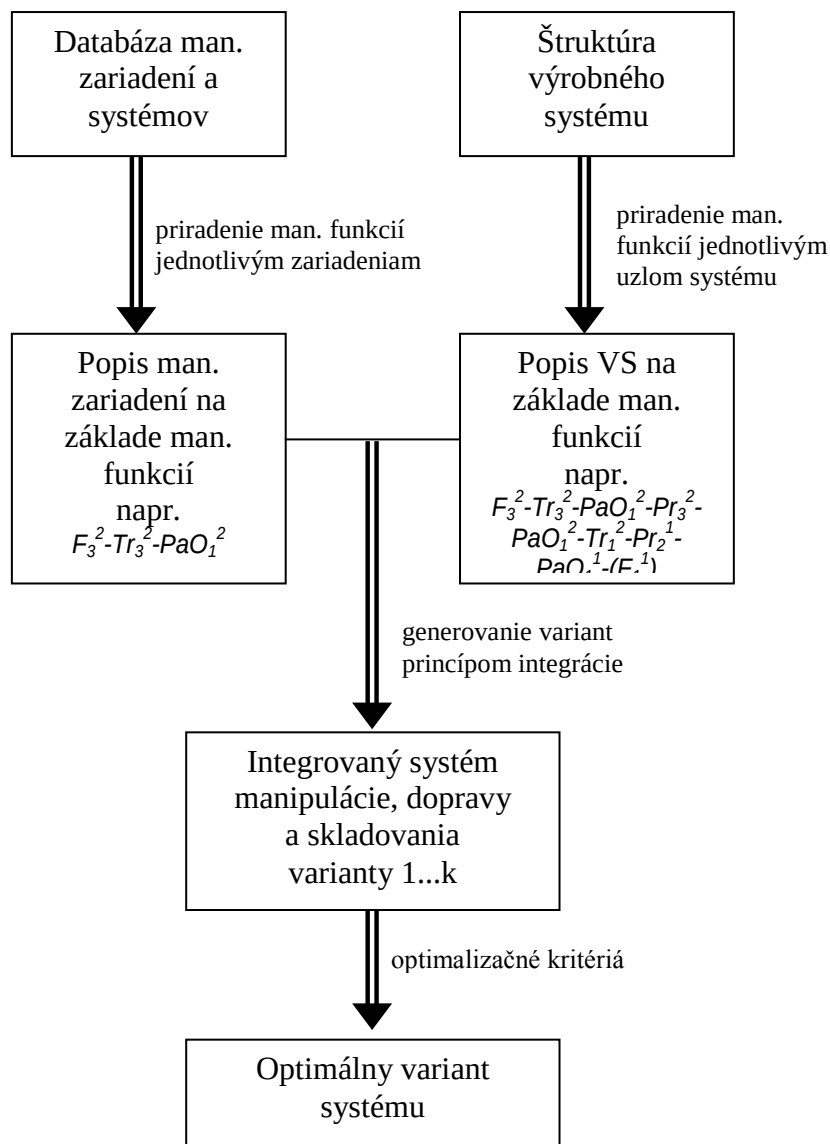
Východiskom pre prácu priradovacieho algoritmu (obr.2) konfigurujúceho integrovaný manipulačný systém je množina nasledovných parametrov:

- popis skladby montážneho systému
- popis materiálového toku v systéme
- databáza manipulačných zariadení a systémov
- zadanie doplňujúcich parametrov

Popis skladby montážneho systému vychádza z jeho dekompozície, ako napríklad skladovací uzol, manipulačný uzol, montážna jednotka s vlastným manipulačným zariadením. Komponenty systému sú priradzované z databázy komponent, ktorá je voľne editovateľná a obsahuje ich popis na základe manipulačných funkcií.

Popis materiálového toku v systéme je realizovaný parametrický. Program na základe zadanej skladby výrobného systému určí, či sa jedná o priamu alebo nepriamu väzbu medzi skladovacím uzlom a montážnymi jednotkami. Rozhodujúcim kritériom je prítomnosť manipulačného uzla medzi komponentmi montážneho systému.

Databáza manipulačných zariadení a systémov vychádza z manipulačných, dopravných a skladovacích zariadení určených pre operačnú, medzioperačnú a strediskovú úroveň. Databázu je možné modifikovať a dopĺňať pomocou editačného formulára. Zadanie doplňujúcich parametrov systému sa využíva k výpočtu optimálneho množstva dopravných jednotiek v systéme, počtu možných výrobných buniek a ich integrujúcich manipulačných jednotiek.



Obr.2 Algoritmus zostavovania integrovanej manipulácie

Pri konfigurácii integrovaného manipulačného systému sú využité štandardné princípy integrácie v postupnosti krokov a to tak, že jednotlivým manipulačným zariadeniam v databáze priradíme popis vykonávaných manipulačných funkcií. Na základe toho algoritmus pre generovanie variant konfigurácie materiálového toku vygeneruje na variačnom a integračnom princípe všetky varianty manipulačných prostriedkov k reťazcu manipulačných funkcií výrobného systému. Z nagenovaných variant konfigurácie manipulačného systému je ďalej potrebné podľa určitých kritérií vylúčiť varianty, ktoré nezodpovedajú svojimi technickými parametrami, resp. uprednostniť varianty, ktoré parametrami najlepšie zodpovedajú požiadavkám materiálového toku v systéme. Tieto kritéria sú orientované hlavne na nosnosť, operačný dosah a kapacitu manipulačného zariadenia. S uvažovaním týchto kritérií sa množina manipulačných zariadení vygenerovaných variačným algoritmom zúži na podmnožinu zariadení, ktoré vyhovujú z hľadiska svojich technických charakteristík.



Z tejto podmnožiny sa vyberá optimálny variant na základe týchto kritérií:

- realizačné náklady
- vnútorná a vonkajšia kompatibilita prvkov, modulov a kompletov
- otvorenosť a modifikovateľnosť systému

Výberom môžeme dospieť nielen k optimálnemu riešeniu ale môžeme dosiahnuť aj inovačné koncepty kombinácie manipulačných prostriedkov.

PROFILÁCIA LOGISTICKÉHO RIEŠENIA

Profilácia bola vykonaná na základe modelového riešenia integrovanej manipulácie vo montážnom systéme. Navrhnutý systém bol nakonfigurovaný simulačným programom ShowFlow. Hlavnou aplikačnou oblasťou tohto programu je modelovanie a analýza materiálového toku v systéme, stanovenie jeho kapacity resp. navrhnutie manipulačných prostriedkov s parametrami, ktoré zabezpečia jeho určitú kapacitu. Systém môžeme počas procesu simulácie aj po jeho skončení štatisticky sledovať a z týchto analýz určiť jeho slabé miesta, možnosť kolíznych stavov systému. Simuláciu je možné sledovať v animovanej forme, grafickej štatistickej forme, prípadne kombináciou týchto metód zobrazenia.

Z dôvodov obmedzenia demonštračnej verzie simulačného programu ShowFlow na maximálne 20 objektov (medzi objekty patria: stroje, zásobníky, dopravné zariadenia, segmenty definovanej dráhy dopravných systémov) bol aj simulovaný výrobný systém obmedzený, čo sa týka veľkosti a komplexnosti.

Parametre modelového riešenia

Pre posudzovaný systém boli vybrané nasledovné parametre (zameriavame sa na parametre, ktoré vyžaduje pre svoj výpočet program OptiMan /5/):

- Zadaná štruktúra montážneho systému pre modelové riešenie je tvorená skladovacím uzlom, dopravným systémom a tromi montážnymi jednotkami.
- Reťazec manipulačných funkcií v systéme je tvorený týmito funkciami PO12 – F32 – Tr32 – Pr32 – Pr21 – PO11- F11 /3/. Predmetný montážny systém obsahuje manipulačné uzly, ktoré v tomto prípade sú vlastné montážnym jednotkám, to zn. že ide o nepriamu väzbu medzi skladovacím uzlom a montážnymi jednotkami /3/. Pre tento prípad sa zadáva materiálový tok v systéme na strediskovej úrovni.
- Parametrizácia materiálového toku

Výstupný uzol	Vstupný uzol	Počet súčiastok /h	Časový interval prepravy [min]
1	2	100	1
1	3	50	1,2
1	4	150	0,8
2	3	100	0,5
3	1	150	1,2
4	1	150	0,8

- Objektmi integrácie konštrukcie výrobku montážnym systémom budú strojové uzly s hmotnosťou 5,5 kg, napríklad rotoxy prepravované v systémových paletách. Na 1 paletu je 10 súčiastok, každá paleta sa dopravným systémom prepravuje osobitne. Prístupnosť vozíkov medzioperačnej dopravy v systéme je 0,80.



KONFIGURÁCIA MANIPULAČNÉHO SYSTÉMU

Pri konfigurácii integrovaného manipulačného systému sú využité princípy integrácie /4/, ktoré boli algoritmizované. Na základe toho algoritmus pre generovanie variant konfigurácie materiálového toku vygeneruje pri variačnom a integračnom princípe všetky varianty manipulačných prostriedkov k reťazcu manipulačných funkcií výrobného systému. Z vygenerovaných variant konfigurácie manipulačného systému je ďalej potrebné podľa určitých kritérií vylúčiť varianty, ktoré nezodpovedajú svojimi technickými parametrami, resp. uprednostniť varianty, ktoré parametrami najlepšie zodpovedajú požiadavkám materiálového toku v systéme. Tieto kritériá sú orientované hlavne na nosnosť, operačný dosah a kapacitu manipulačného zariadenia. Po zohľadnení týchto kritérií sa množina manipulačných zariadení vygenerovaných variačným algoritmom zúži na podmnožinu zariadení, ktoré vyhovujú z hľadiska svojich technických charakteristík. Z tejto podmnožiny sa vyberá optimálny variant na základe týchto kritérií:

- realizačné náklady
- vnútorná a vonkajšia kompatibilita prvkov, modulov a kompletov
- otvorenosť a modifikovateľnosť systému.

Takýmto výberom môžeme nielen dospieť k optimálnemu riešeniu, ale môžeme dosiahnuť aj inovačné koncepty kombinácie manipulačných prostriedkov. Za podpory variačného algoritmu pre zadané údaje boli vygenerované nasledovné výsledky:

Počet dopravných zariadení v systéme	1,31
Skutočný počet dopr.zariadení v systéme	2
Optimálny variant konfigurácie MT	sklad s regálovým zakladačom ESKAY L100
	vozičkový dopr. systém ESKAY MV25
	univerzálny robot KUKA KR-15
	účelové zariadenie na zabezpečenie funkcie Tr12 – navrhuje sa trojramenný otočný stôl
Realizačné náklady integrovaného manipulačného systému	5.150.000 Sk

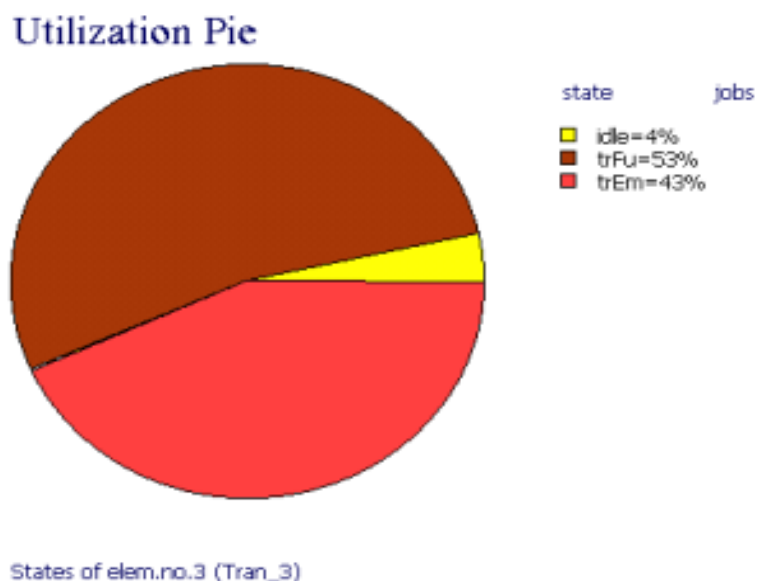
Pred kalkuláciou realizačných nákladov bolo potrebné ešte zadať počet jednotlivých zariadení, nakoľko týmito údajmi systém nedisponuje. Keďže je potrebné obslúžiť 3 stroje, ktoré sú situované vo vzdialenosti väčšej ako 3 m (vychádzame zo situačného plánu rozmiestnenia výrobných zariadení) navrhli sa 3 roboty KR-15. Realizačné náklady však nezahŕňajú cenu špeciálneho zariadenia na zabezpečenie funkcie Tr12.

SIMULÁCIA SYSTÉMU MATERIÁLOVÉHO TOKU

Predmetný manipulačný systém bol simulovaný pomocou 2 transportných zariadení. Bolo zistené, že napriek vysokému percentu vyťaženia dopravného systému je percento využitia montážnych strojov veľmi nízke, cca 25%. Táto skutočnosť bola spôsobená neefektívnym riadením jazdy, keď čas jazdy prázdneho vozíka je veľmi dlhý a vozíky jazdili len s 1 paletou naraz. Ďalšou skutočnosťou je, že zadaný materiálový tok je z hľadiska dĺžky času montáže montážnymi strojmi neefektívne navrhnutý, keď čas jazdy vozíka je v mnohých prípadoch dlhší, ako čas spracovania súčiastky.



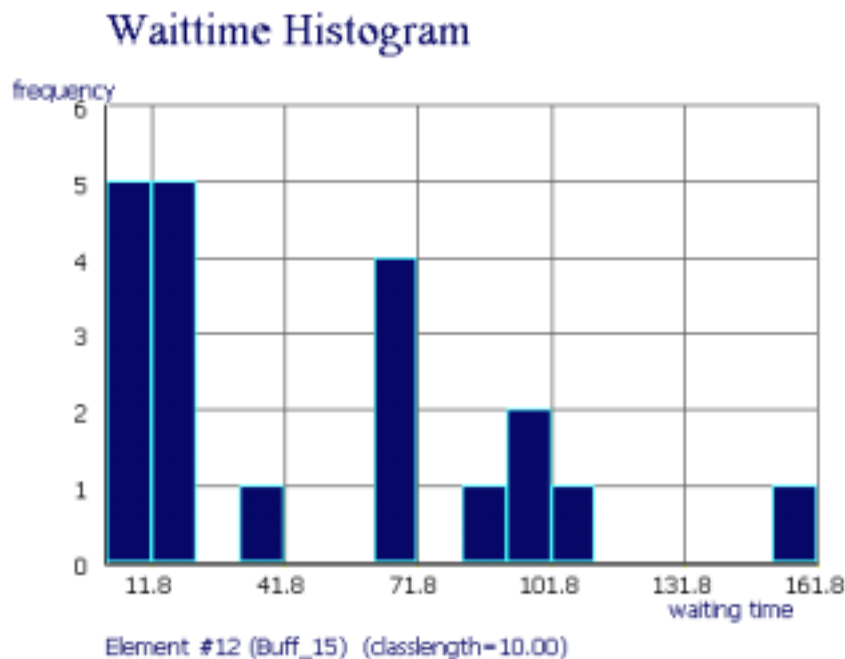
Z tohto dôvodu sa pristúpilo k zvýšeniu počtu vozíkov na 3, čím sa percento využitia strojov výrazne zvýšilo a došlo aj k optimálnemu rozloženiu činnosti vozíkov- obr. 3.



(kde: idle = čas nečinnosti vozíka, trFu = čas jazdy s objektom, trEm = čas jazdy prázdneho vozíka).

Obr.3 Graf využitia manipulačného vozíka č.3

Prezentáciu analýz dopĺňa histogram (obr. 4), ktorý znázorňuje rozloženie časov medzi výrobky na výstupe montážneho stroja č.2, kde čakajú na odvoz vozíkovým dopravným systémom do uzla č.1, regálového skladu.



Obr. 4 Histogram čakacích časov na výstupe uzla č.2 (stroj)



Simulácia modelového montážneho systému síce nepotvrdila správnosť návrhu 2 manipulačných vozíkov programom OptiMan, no poukázala na potreby rozšírenia systému OptiMan a komplexnejší opis stavu montážneho systému.

Ďalším zámerom je zlepšenie implementácii modelu materiálového toku, kde by sa bralo do úvahy viac faktorov, ako napr. montážne časy, dispozičné usporiadanie pracoviska a rozšírenie databázy komponentov stavebnicových modulárnych systémov s vysokým stupňom integrácie.

Predkladaný príspevok poskytuje informácie o vytváraní logistických riešení materiálového toku na báze komplexných funkčných modulov. Jadro príspevku tvorí riešiteľská analýza podstaty problému, báza metód a nástrojov z oblasti profilovania materiálového toku. Modulové riešenie do tejto oblasti vnáša predstavu o postupe konfigurácie materiálového toku v montážnom systéme. Výstup riešenia je namodelovaný pomocou PC v programe OptiMan, ktorý je vytvorený za účelom podpory integrovanej manipulácie v automatizovaných výrobách.

Literatúra

- [1] Huang,H., Chuang,P.: Specification, Modeling and control of a FMC. JPR, 30, 1992
- [2] Pernica,P.: Logistika pro 21.století, RADIX, Praha 2005
- [3] Valenčík,Š.: Modelovanie, parametrizácia a konfigurácia materiálových tokov. Automatizace 12/2003, Praha 2003
- [4] Valenčík,Š.: Integrovaná manipulácia s využitím modulárnej manipulačnej techniky. AT&P Journal 9/2003, Bratislava 2003
- [5] Valenčík,Š.: Integrovaná manipulácia v automatizovanej výrobe. Logistika 12/03, Praha 2003
- [6] Valenčík,Š.: Logistika, technika materiálového toku a integrácia vo výrobných sústavách. AT&P Journal 9/2004, Bratislava 2004
- [7] Valenčík,Š.: Premena funkcií a rozširovanie aplikácií robotickej techniky. AT&P Journal /2005 (rukopis), Bratislava 2005
- [8] Vrlík, M.: Využitie modulárnych manipulačných systémov pre riešenie integrovanej manipulácie. Sjf TU Košice, 2003



MODELOVANIE A PROFILÁCIA MATERIÁLOVÝCH TOKOV

doc. Ing. Štefan Valenčík, CSc.,
Ing. Juraj Kováč, PhD.

Rozvoj automatizácie montážnych systémov podmieňuje otázka efektívnosti a optimalizácie, ktorú je treba riešiť vzhľadom na vonkajšie podmienky a vnútorné stavy. Jedným z rozhodujúcich činiteľov je automatizácia manipulácie a pružnosť materiálových tokov, ktoré sú dôležité pri adaptácii montážnych systémov na rozsiahle trhové zmeny kvality a znižovania výrobných nákladov. Požiadavky pružnosti a akosti výroby, nízkych realizačných nákladov vedú k vytváraniu účelných manipulačných štruktúr a prostriedkov vychádzajúcich z podstaty javov spojených s realizáciou funkcie a činnosti.

Za týmto účelom sa pristúpilo k rozpracovaniu manipulácie zo systémového pohľadu ako základu pre tvorbu pružných materiálových tokov. Tieto sú odvodzované od grafických, analytických a parametrických modelov a ďalej využívané pre návrh účinných a efektívnych prvkov, prostriedkov a kompletov manipulácie.

MATEMATICKÉ MODELOVANIE

Pre lepšie pochopenie a názorné zobrazenie materiálových tokov sa využívajú rôzne modely, schémy a grafy, ktoré nám uľahčujú orientáciu pri riešení problémov súvisiacich s materiálovými tokmi. Pri modelovaní materiálových tokov je možné vychádzať z možností exaktných metód systémovej analýzy t.j. metód, ktoré pre zápis systému využívajú formálny matematický aparát.

Matematické modelovanie je jedným z nástrojov riešenia úloh analýzy, projektovania a riadenia výrobných/ montážnych systémov, ktoré má zásadný vplyv na jeho efektívnosť. Dôležitosť úlohy modelovania sa objasňuje tým, že inžinierske metódy výberu technických riešení a výpočtu technicko-ekonomických ukazovateľov používané v tradičnej výrobe sa ukazujú ako hrubé, resp. nevhodné pre automatizovanú montáž.

Modelovanie materiálových tokov pomocou teórie grafov

Manipulačný systém predstavujú horizontálne prepojené materiálové toky, ktoré prebiehajú medzi navzájom zoskupenými montážnymi jednotkami. Jedná sa o modelovú abstrakciu, ktorá je založená na vyčleňovaní a modelovaní najdôležitejších materiálových tokov v obeh.

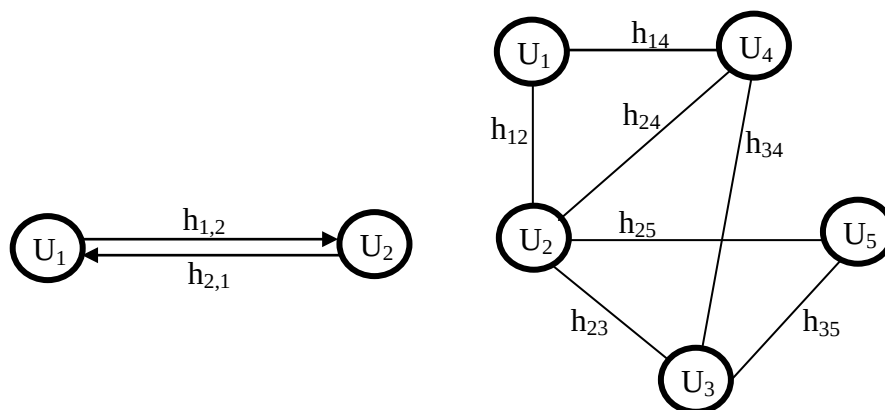
Ako najvýhodnejšia metóda pre zápis siete materiálových tokov sa javí teória grafov [2,6]. Táto teória definuje uzly (označenie $\bigcirc$), a tzv. hrany (označenie ---). V závislosti od postavenej úlohy a skúmanej funkcie manipulačného systému mení sa počet uzlov, ich stav a vzájomné väzby. Pre popis sa používajú tzv. orientované a neorientované grafy (obr. 1). Ak ide o neorientovaný graf, daný systém je možné popísať nasledujúcimi základnými prvkami:

$G = \{U, H\}$, kde:

$U \ni \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ - počet a špecifikácia uzlov v sieti

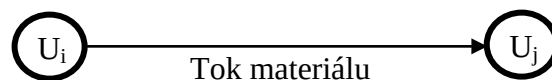
$H \ni \{h_{i,j}\}$ - hrany udávajúce rozdelenie toku obrobkov medzi uzlami.

Pri orientovaných grafoch vyznačujú šípky orientáciu jednotlivých hrán. U týchto grafov neplatí rovnosť hrán $h_{1,2} \neq h_{2,1}$.



Obr.1 Orientovaný a neorientovaný graf

Veľmi jednoduchým spôsobom je možné zapísať materiálový tok pomocou orientovaného grafu, kde uzly predstavujú jednotlivé výrobné, manipulačné a skladovacie jednotky a hrany predstavujú trasy toku materiálu, prebiehajúce medzi jednotlivými uzlami (obr.2).



Obr.2 Zápis toku materiálu.

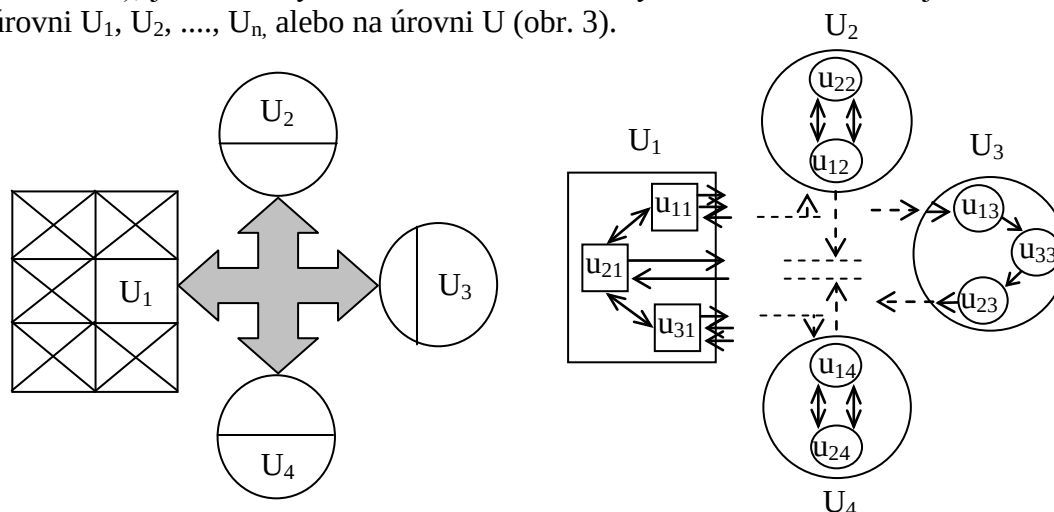
kde: U_i - dodávajúca, výrobná alebo skladovacia jednotka

U_j - odoberajúca (prijímacia) jednotka

Model materiálového toku musí predstavovať taký zápis, aby bolo možné určiť východiskový uzol (U_i), cieľový uzol (U_n) a stredové uzly ($U_i \dots U_k$). Potom materiálový tok siete je súčtom tokov po všetkých cestách vedúcich z uzla U_1 do uzla U_n .

Modelovanie materiálových tokov analytickou metódou

Ak v systéme toku materiálu U existujú podsystémy $U_1, U_2, \dots, U_n$, ktoré sú definované ako štruktúry uzlov $U_1 (u_{11}, u_{21}, \dots, u_{m1})$, $U_2 (u_{21}, u_{22}, \dots, u_{m2})$, $U_n (u_{n1}, u_{n2}, \dots, u_{nm})$, je možné systém toku materiálu analyzovať na rozlišovacej úrovni uzlov u_{ij} , na úrovni $U_1, U_2, \dots, U_n$, alebo na úrovni U (obr. 3).



Obr.3 Rozdelenie systému materiálových tokov na podsystémy.



Na všetkých úrovniach je možné definovať:

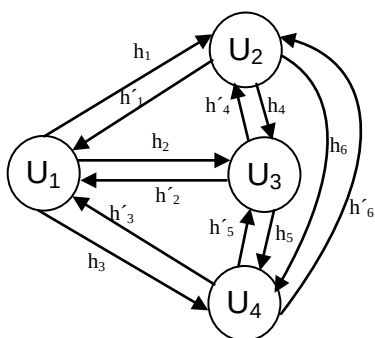
- cieľové uzly
- stredové uzly (priechodzie)
- východiskové uzly (počiatočné)

Medzi týmito uzlami prebiehajú materiálové toky, ktoré je možné zapísať pomocou tzv. incidenčnej matice. Incidenčná matica je štvorcová matica n -tého stupňa, pre ktorej prvky u_{ij} platí:

- $u_{ij} = 1$, ak existuje tok materiálu medzi uzlami i, j
- $u_{ij} = 0$, ak tok materiálu medzi uzlami i, j neexistuje

PARAMETRICKÉ MODELOVANIE

Východiskom pre parametrizáciu materiálových tokov je orientovaný graf materiálového toku (obr. 4.), ktorý graficky interpretuje problém z obr. 3.



- U_1 - vstupno-výstupný sklad
- U_2, U_3, U_4 - výrobné stanice
- $h_1, h_2, \dots, h_6$ - výstup materiálu
- $h'_1, h'_2, \dots, h'_6$ - vstup materiálu

Obr.4 Orientovaný graf materiálového toku AVS.

Pre daný prípad incidenčná matica nadobúda tvar:

	U_1	U_2	U_3	U_4
U_1	0	1	1	1
U_2	1	0	1	1
U_3	1	1	0	1
U_4	1	1	1	0

Z tejto incidenčnej matice možno vyčítať:

Uzol 1 (vstupno-výstupný sklad):

Označuje začiatok a koniec výrobného procesu, to znamená, že z uzla vystupujú polotovary a polovýrobky a do uzla vstupujú polovýrobky a hotové výrobky. Je charakteristický rovnakým typom pre výstup a vstup (0111).

Uzol 2,3,4 (výrobný):

Predstavuje priebeh výrobného procesu typický pre mnohoväzbový kombinovaný materiálový tok s rovnakým postavením jednotlivých uzlov a rovnakým typom pre výstup a vstup. (0111, ... , 1110)



Počet vstupov do jednotlivých uzlov (nenulové položky v stĺpci príslušného uzla):

Uzol	1	2	3	4
Počet vstupov	3	3	3	3

Počet výstupov z jednotlivých uzlov (nenulové položky v riadku príslušného uzla):

Uzol	1	2	3	4
Počet výstupov	3	3	3	3

Počet všetkých uzlov n bezprostredne predchádzajúcich pred uzlom u_j (počet nenulových za sebou nasledujúcich položiek):

3 - riadok 1 (0111 toky medzi uzlami č. 2,3,4)

2 - riadok 2 (1011 toky medzi uzlami č. 3,4)

Možné materiálové toky medzi uzlami:

1-2, 1-3, 1-4

1-2-3, 1-2-4, 1-3-4

1-2-3-4, 1-2-4-3, 1-4-2-3, 1-4-3-2, 1-3-4-2, 1-3-2-4

Z incidenčnej matice možno vyčítať, že možný spätný materiálový tok z príslušných uzlov je rovnaký ako dopredný.

V iných prípadoch (mimo uvedeného príkladu) možno vyčítať:

- východiskový a cieľový uzol
- stredové (priechodzie) uzly a ich zostavenia podľa maximálnej vertikálnej väzby s uzlom vytvárajúcim materiálový reťazec resp. predchodzím
- výskyt slučiek
- výskyt izolovaného uzla

Analytické metódy modelovania manipulácie montáže sú obmedzené na štandardné typy rozdelenia činností, ktoré charakterizujú intervaly medzi príchodmi požiadaviek a časom obsluhy, relatívne jednoduchú štruktúru siete materiálových tokov a jednoduché pravidlá pre obsluhu.

Ďalšou z možnosti grafického resp. analytického riešenia materiálového toku je parametrizácia problému pomocou tzv. transportnej matice (tab. 1.).

Transportná matica materiálového toku Tab. 1

OD/DO	U₁	U₂	U₃	U₄
U₁		$\frac{X_{12}}{Y_{12}} a_{12}$	$\frac{X_{13}}{Y_{13}} a_{13}$	$\frac{X_{14}}{Y_{14}} a_{14}$
U₂	$\frac{X_{21}}{Y_{21}} a_{21}$		$\frac{X_{23}}{Y_{23}} a_{23}$	$\frac{X_{24}}{Y_{24}} a_{24}$
U₃	$\frac{X_{31}}{Y_{31}} a_{31}$	$\frac{X_{32}}{Y_{32}} a_{32}$		$\frac{X_{34}}{Y_{34}} a_{34}$
U₄	$\frac{X_{41}}{Y_{41}} a_{41}$	$\frac{X_{42}}{Y_{42}} a_{42}$	$\frac{X_{43}}{Y_{43}} a_{43}$	

Legenda:

X_{ij} - počet objektov (manipulačných jednotiek)

Y_{ij} - vzdialenosť resp. čas prepravy medzi uzlami

a_{ij} - návaznosť funkcie a činnosti medzi výrobnými a skladovacími miestami



Riadky resp. stĺpce predstavujú opäť jednotlivé body siete materiálového toku, pričom prechod z jedného bodu do bodu druhého je reprezentovaný prvkom matice, ktorého riadkový index predstavuje cieľový bod (t.j. kam) a samotný člen obsahuje hodnotu, ktorá je daná prvkami x , y , a .

Parametrizáciu problému ďalej možno využívať na stanovenie počtu prepravných jednotiek a organizovanie manipulačných režimov.

PARAMETRIZÁCIA MATERIÁLOVÉHO TOKU NA STREDISKOVEJ ÚROVNI

Pomocou transportnej matice predtým popísanej parametrizujeme materiálový tok na strediskovej úrovni. Jedná sa napríklad o tok materiálu medzi skladovacím uzlom a výrobnými jednotkami pri priamej väzbe, alebo medzi skladovacím uzlom a manipulačnými uzlami jednotlivých výrobných buniek pri nepriamej väzbe (tab. 2.).

MT na strediskovej úrovni

Tab. 2

OD/DO	U_1	U_2	U_3	U_4
U_1		$\frac{X_{12}}{Y_{12}}$	$\frac{X_{13}}{Y_{13}}$	$\frac{X_{14}}{Y_{14}}$
U_2	$\frac{X_{21}}{Y_{21}}$		$\frac{X_{23}}{Y_{23}}$	$\frac{X_{24}}{Y_{24}}$
U_3	$\frac{X_{31}}{Y_{31}}$	$\frac{X_{32}}{Y_{32}}$		$\frac{X_{34}}{Y_{34}}$
U_4	$\frac{X_{41}}{Y_{41}}$	$\frac{X_{42}}{Y_{42}}$	$\frac{X_{43}}{Y_{43}}$	

kde:

X_{ij} - počet objektov (manipulačných jednotiek) prepravených za hodinu

Y_{ij} - čas prepravy medzi uzlami [min]

Na základe tohto parametrického vyjadrenia môžeme pomocou vzťahu (1) vypočítať minimálny počet dopravných jednotiek (napr. manipulačných vozíkov) v systéme:

$$n = \frac{X_{ij} \cdot Y_{ij}}{60 \cdot p \cdot s \cdot \eta} \quad (1)$$

kde:

p – počet paliet v dopravnej dávke

s – počet súčiastok na palete

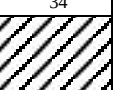
η - prístupnosť dopravných jednotiek v systéme

PARAMETRIZÁCIA MATERIÁLOVÉHO TOKU NA OPERAČNEJ A MEDZIOPERAČNEJ ÚROVNI

Transportnú maticu (tab.1) využívame tiež na parametrizáciu materiálového toku na operačnej a medziooperačnej úrovni. Príkladom toho je výrobná bunka, centrálnie obsluhovaná manipulatorom alebo manipulačným systémom (tab.3).



MT na operačnej a medzioperačnej úrovni Tab. 3

OD/DO	U1	U2	U3	U4
U ₁		$\frac{X_{12}}{Z_{12}}$	$\frac{X_{13}}{Z_{13}}$	$\frac{X_{14}}{Z_{14}}$
U ₂	$\frac{X_{21}}{Z_{21}}$		$\frac{X_{23}}{Z_{23}}$	$\frac{X_{24}}{Z_{24}}$
U ₃	$\frac{X_{31}}{Z_{31}}$	$\frac{X_{32}}{Z_{32}}$		$\frac{X_{34}}{Z_{34}}$
U ₄	$\frac{X_{41}}{Z_{41}}$	$\frac{X_{42}}{Z_{42}}$	$\frac{X_{43}}{Z_{43}}$	

kde:

X_{ij} - počet objektov (manipulačných jednotiek) prepravených za hodinu

Z_{ij} - čas manipulačnej operácie [min]

Na základe tohto parametrického vyjadrenia môžeme pomocou vzťahu (2) vypočítať minimálny počet výrobných buniek v systéme:

$$n = \frac{X_{ij} \cdot Z_{ij}}{60 \cdot \xi}$$

kde: ξ - operačná dosaziteľnosť (časová, rozmerová) robotov v bunke

Problematika parametrizácie je otvorená a prístupná pre riešenie úloh optimalizácie výrobného systému v celej šírke.

PROFILÁCIA MATERIÁLOVÉHO TOKU

Princípy vývoja techniky materiálového toku naznačujú technicko-ekonomickú účelnosť vývoja stavebnicových systémov integrujúcich sa zo štandardných modulov. Integrácia vychádza zo všeobecných znakov manipulačnej techniky, ktoré predstavuje mnohokomponentné hierarchické štruktúry s rôznorodými nadväznosťami jednotlivých komponentov vzťahujúcich sa k účelovým aplikáciám. Nehľadiac na ich rôznorodosť, líšiacej sa plnenými funkciami, stavbou a rozmermi, spája ich jedna spoločná vlastnosť, umožňujúca hľadiť na nich ako na systém pozostávajúci z množstva usporiadaných a komunikačne viazaných zariadení, nachádzajúcich sa v určitých funkčných závislostiach.

V tejto súvislosti sa sledujú konštrukcie techniky materiálového toku postavené na analýze manipulačných funkcií, ktorá vychádza zo všeobecného názoru, že jej funkciou je meniť miesto, polohu, orientáciu a pozíciu objektu, resp. skupiny objektov manipulácie. Táto zmena sa zabezpečuje súborom manipulačných funkcií ako premiestňovanie (P_{ij}), polohovanie a orientácia (PO_{ij}), fixácia a zásoba (F_{ij}), transformácia toku (Tr_{ij}), buď jednotlivo alebo ich vzájomnými kombináciami (index i vyjadruje vzťah k manipulačnej zóne, index j vyjadruje vzťah k objektom manipulácie). Tento súbor manipulačných funkcií možno abstrahovať do integrovanej podoby [4], pričom jednotlivé funkcie sú prezentované modulmi, ktoré možno spájať do podoby základného alebo rozšíreného modulového reťazca. Modulový reťazec predstavuje súbor komplexných funkčných modulov schopných realizovať žiadané manipulačné funkcie vo výrobnom-logistickom reťazci.



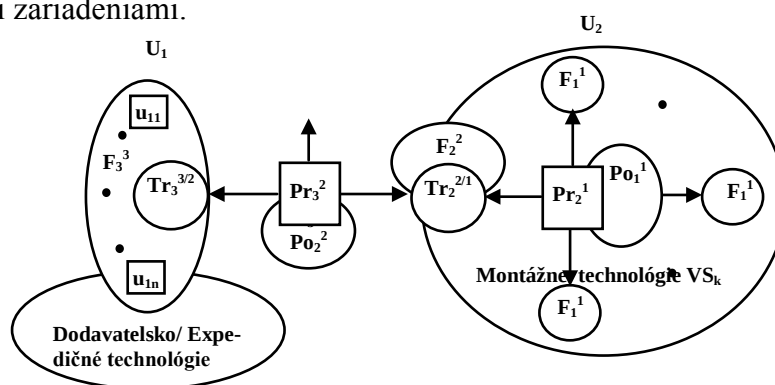
Komplet modulov techniky materiálového toku (MT) možno matematicky zapísať v tvare:

$$MT = \langle F, V \rangle \quad \text{kde:} \quad \begin{array}{l} F - \text{množina funkcií v systéme} \quad F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\} \\ V - \text{množina funkčných vzťahov} \quad V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\} \end{array}$$

Dosiahnuť účelné a efektívne skladby funkčných modulov môžeme za predpokladu, ak profilovanie logistickej štruktúry materiálového toku podradíme priradovacím a integračným pravidlám [4,5]. Vzhľadom na rozmanitosť manipulačných funkcií a ich rôznorodú technickú a realizačnú podobu rozložíme profilovanie základného modulového reťazca do nasledujúcich etáp:

- priradenie funkcií uzlom (skladovací, výrobné)- fixácia a zásoba (Fij),
- priradenie funkcií spojniciam (manipulačné, dopravné)- premiestňovanie (Priij),
- dotriedňujúce priradenie funkcií uzlom a spojniciam- polohovanie a orientácia (POij), transformácia toku (Triij).

Výsledkom je vymedzenie množiny funkcií potrebných pre realizáciu kompaktného výrobného- logistického reťazca, ktoré je modelovo abstrahované a rešpektuje jednotlivé štruktúry montážnych systémov. Modulový reťazec (základná štruktúra materiálového toku) predstavuje úplný funkčný popis priebehu materiálového toku v montážnom systéme (obr.5), ktorý je zložený z uzavretého počtu autonómnych funkčných modulov reprezentovaných jednofunkčnými zariadeniami.



$Pr_i^j, PO_i^j, F_i^j, Tr_i^j$ – symbolické vyjadrenie manipulačných funkcií

Obr.5 Základný modulový reťazec.

Obr.5 predstavuje typickú logistickú štruktúru materiálového toku pre nepriamu väzbu medzi vstupno- výstupným skladom a montážnymi miestami (jednotkami) [5]. Na obrázku sú jednotlivé manipulačné funkcie reprezentované súborom 9-tich kódov, ktoré v konkrétnom prevedení predstavujú manipulačné moduly zodpovedajúce modulom z integrovaného modelu techniky materiálového toku, ale s rôznym vzťahom k manipulačnej zóne a objektu manipulácie [F]ij.

Využitím integrovaných riešení nielen na báze informačnej a materiálnej komunikácie, ale aj na báze fyzickej komunikácie (vnútorná a vonkajšia kompatibilita modulov a ich integrovaných zostáv) vedie k vytváraniu nových účelných a efektívnych integrovaných zostáv z funkčných modulov. Tým je vytvorený priestor pre redukciu základného modulového reťazca, reprezentovaného redukovaným poľom, čím dostávame množinu variant [4] s rôznymi možnými kombináciami zlučovania manipulačných funkcií.



Váhovým ohodnotením dochádza k transformácii matice variantov a zjednotení na optimalizačnú maticu, ktorou stanovujeme optimálny variant. Použitá optimalizácia je postavená na efektívite zabezpečenia funkcie, zlučovania a náhrady, pričom za kritérium sa považuje optimálny počet funkcií reprezentovaný modulmi k určitým pomerným realizačným nákladom. Takto získane integrované zostavy, síce poskytujú koncentráciu doposiaľ autonómnych manipulačných funkcií, ale diferencovane v rámci jednotlivých pracovných častí techniky materiálového toku a nie komplexne. Tieto časti sú často predstavované ako súbor autonómnych subsystémov (interakcie, manipulácie, dopravy, skladovania) modulového reťazca so špecifickými mechanickými, riadiacimi a energetickými vlastnosťami [3].

Úsilie o komplexnú činnosť v rámci integrovaného modulového reťazca (interakcie, manipulácie, dopravy, skladovania) vedie k vývoju a využitiu nových štruktúr pre manipulačnú techniku a zároveň vyvoláva potrebu po nových koncepciách prvkov a uzlov v nej uplatňujúcich. V manipulačnej technike tento handicap možno sčasti eliminovať riešeniami umožňujúcimi premenu a rozšírenie funkcií na základe multifunkčnosti, adaptability, pružnosti a rekonfiguračných schopností realizačných modulov.

Dosiahneme tak, nižší počet autonómnych subsystémov a vyššiu prispôbitosť rôznym výrobným úlohám a ľubovoľným podobám interaktívneho okolia, napr. v podobe interakčno- manipulačno- dopravného subsystému, rekonfigurovateľného pre režimy interakcie, manipulácie a dopravy. Zámerom takýchto riešení je zaistiť efektívny presun manipulačnej techniky na pracovnej scéne- pohybovú integráciu pri zmene jej pozície (miesto, poloha, orientácia) a vedenia koncového člena (efektor) pre priame resp. transponované vykonávanie manipulačných operácií po stanovenej či nagenеровanej trajektórii.

Predstavené nástroje modelovania a profilácie materiálových tokov umožňujú podať zodpovedajúci obraz o procesoch alebo systémoch pre potreby ich plánovania, navrhovania a riadenia. Pri projektovaní manipulačného subsystému automatizovanej montáže s využitím formálneho a grafického modelovania je možná analýza štruktúr automatizovanej montáže prostredníctvom stanovenia vplyvu jednotlivých parametrov a ukazovateľov na cieľové funkcie optimalizácie a syntéza, pomocou ktorej sa určia hodnoty hľadaných parametrov a ukazovateľov vyhovujúcich zvolenej cieľovej funkcii.

Literatúra

- [1] Kováč, J., Líška, O.: Development of Modularity of Assembly Systems. Applied & Computing, Mathematics, Bulletins for applied and computing mathematics, Košice, 1997
- [2] Krajovski, J., Ritzman, B.: Operation Management. A-W Publishing Company, USA, 1993
- [3] Valenčík, Š.: Príspevok k riešeniu integrovanej manipulácie v automatizovanej výrobe. SjF TU Košice, 2000
- [4] Valenčík, Š.: Integrovaná manipulácia s využitím modulárnej manipulačnej techniky. AT&P Journal, 9/2003
- [5] Zimmermann, N., J., Sovereign, M., G.: Quantitation Models for Production Management. Prentice Hall, NJ, USA, 1974



APLIKÁCIA CA SYSTÉMOV A VIRTUÁLNEJ REALITY V PROJEKTOVANÍ DEMONTÁŽNYCH SYSTÉMOV





CA PODPORA ERGONOMICKÉHO PROJEKTOVANIA MONTÁŽNYCH A DEMONTÁŽNYCH SYSTÉMOV

Ing. Albert Mareš, PhD.
prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

Počítačom podporované ergonomické projektovanie montážnych a demontážnych systémov je možné rozdeliť v zmysle obr.1.

Singulárne metódy	Znalostne a dátábázovo orientované systémy	Systémy založené na modely človek-stroj
Metódy v numerických alebo grafických počítačových systémoch s funkciami pre jednotlivé oblasti aplikácie. Označenie sa vzťahuje na rozsah funkcií. Príklad: ErgonLift, VISOCAD, Autoergo, OWASCA, atď.	Databázové systémy s heuristickou štruktúrou znalostí pre tvorbu rozsiahlych expertných znalostí pre riešenie špecifických problémov Príklad: . Rest Period determination, CD-ROM, M-LIFTAM, atď.	Komplexné modely človeka .spojené s grafickou reprezentáciou pracovného prostredia. Oblasti: - antropometria - biomechanika - rozhranie človek – stroj Príklad: ANTHROPOS, SAMMIE, Jack, ERGOMAS, ErgoPlan, atď.

Obr.1 Klasifikácia počítačom podporovaných metód pre ergonomickú tvorbu montážnych a demontážnych systémov

Vzhľadom na to, že výstupom projektovania demontážneho systému je technická dokumentácia v podobe výkresov s presným umiestnením výstavbových jednotiek a prvkov našli široké uplatnenie v tejto oblasti CAD (Computer Aided Design) systémy. Ich rozsiahle nasadenie a uplatnenie v rôznych oblastiach v praxi vytvorilo širokú užívateľskú základňu. Z hľadiska CAD systémov a ich podpory ergonomického projektovania montážnych a demontážnych systémov je možné ich rozdeliť nasledovne [2]:

- CAD systémy bez priamej podpory ergonomického projektovania – pre niektoré z týchto CAD systémov existujú softvérové nadstavby, ktoré sa po nainštalovaní integrujú do prostredia konkrétneho CAD systému a rozširujú jeho schopnosti o ergonomické projektovanie a analýzy. Príkladom takejto nadstavby je produkt FMS Soft od firmy BOSCH Rexroth, ktorý je riešený ako nadstavba CAD systému AutoCAD. V prípade, že pre zvolený CAD systém neexistuje nadstavba, je potrebné si vytvoriť vlastné modely, prípadne ich importovať z iného CAD systému. Používanie takto vytvorených, respektíve importovaných modelov pravdepodobne nie je natoľko pohodlné a komfortné ako pri hotových nadstavbách, ale je to schodná cesta aj keď časovo náročnejšia.
- CAD systémy s integrovanými modulmi pre ergonomické projektovanie – typickým príkladom takéhoto systému je CATIA a DELMIA.
- Špecializované CAD systémy, určené prioritne na riešenie ergonomických úloh.

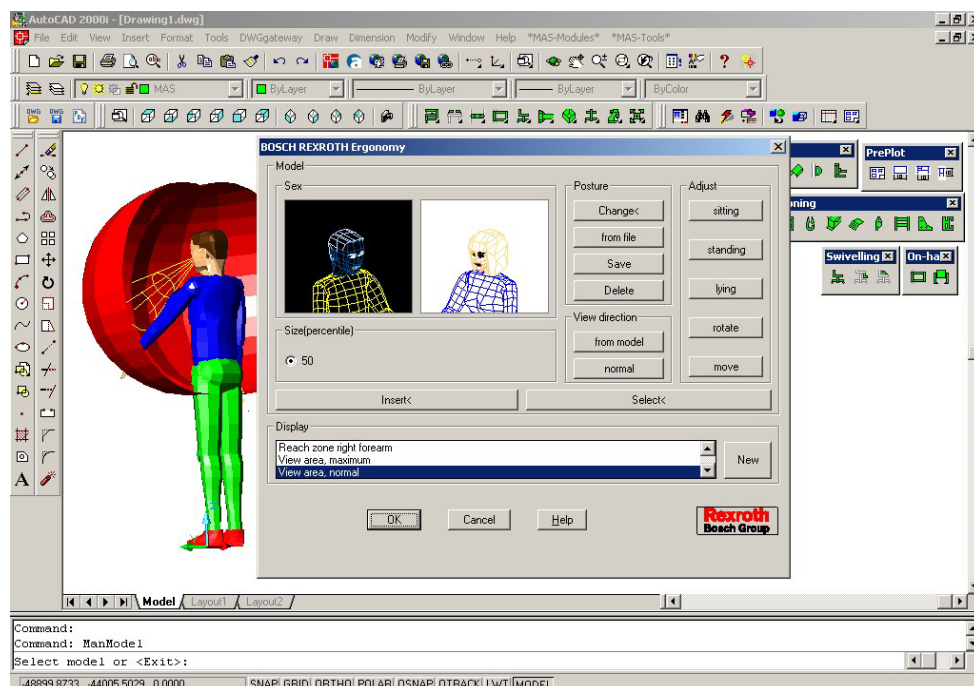


FMSsoft

Nadstavba AutoCadu firmy Bosch Rexroth pre podporu 3D projektovania montážnych a demontážnych pracovísk založená na databáze technických zariadení firmy Bosch pozostáva z troch základných modulov [3]:

- MGEsoft – modul pre navrhovanie a konštrukciu podporných rámov na základe hliníkového profilového systému MGE firmy BoschRexroth. MGEsoft ponúka komponenty z MGE modulárneho montážneho systému a funkcie, ktoré pomáhajú v plánovaní a konštrukčnom procese. Táto pomoc ide od kalkulácií profilov a lineárnych pohonov cez nástroje na kreslenie ochranných bariér a dverí a automatické prepájanie MGE prvkov.
- MAS soft – modul pre navrhovanie neautomatizovaných montážnych pracovísk, ktorý obsahuje tiež funkcie poskytujúce podporu počas procesu návrhu. Rozsah programu je od 3D modelu človeka a kalkulácie limitných hodnôt manipulačného zaťaženia, po analýzu práce použitím blokovej metódy Work-factor.
- TS soft – pre navrhovanie a konštrukciu dopravných systémov a liniek BOSCH TS1 plus, TS2 plus, ručnej prepravy MT a MTS2. TSsoft dáva k dispozícii všetky komponenty v TS modulárnom systéme a obsahuje taktiež funkcie poskytujúce pomoc počas procesu návrhu. Tieto funkcie pokrývajú oblasť od škicovania funkcií pre dopravný systém cez kalkulačné programy pre otázky, ktoré sa často objavujú počas návrhu dopravného systému.

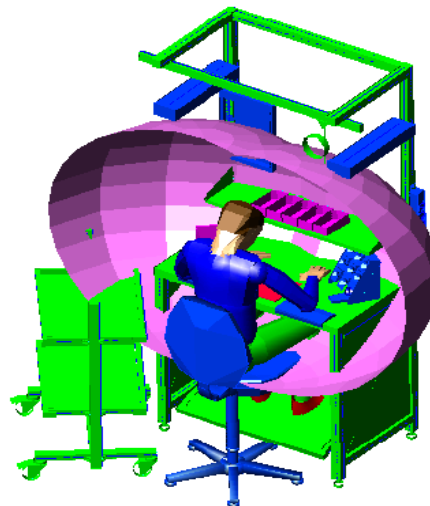
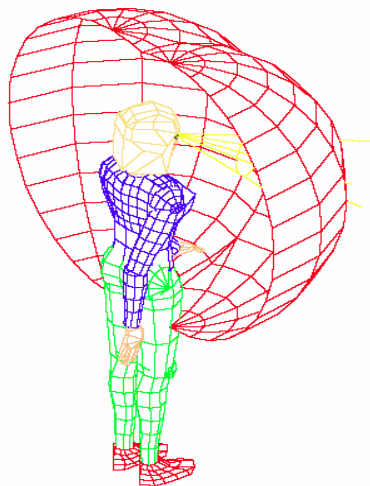
Keďže ide o produkt firmy zaoberajúcej sa výrobou a predajom technických prvkov a zariadení pre montážne systémy, databázy obsahujú iba prvky a komponenty vyrábané iba uvedenou firmou. To však nebráni aplikácii uvedeného systému pre účely ergonomických analýz a využitiu vlastných modelov technických prvkov a zariadení. Na obr.2 je uvedený príklad aplikácie FMSsoft.



Obr.2 Obrazovka nadstavby FMSsoft pri vkladaní a editovaní parametrov modelu človeka



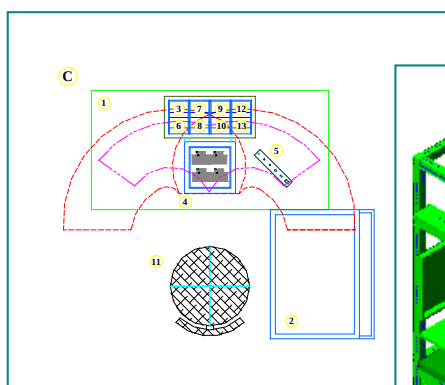
3D model človeka (ManModel) je vytvorený v súlade s normou DIN 33402, ktorá reprezentuje 5, 50 a 95 percentila mužov a žien. Spolu s modelom je možné zobrazíť oblasť zorného poľa a oblasti dosahu rúk. Príklady 3D modelov so zobrazenou zónou dosahu rúk a zónou zorného poľa sú na obr.3.



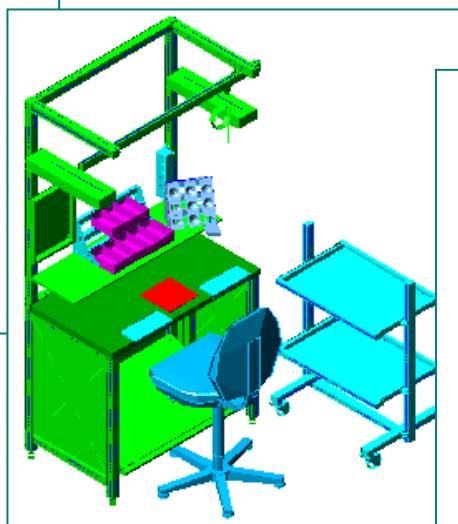
Obr.3 3D modely človeka v systéme MASsoft

Na obr.4 sú uvedené rôzne podoby výstupov projektu montážneho/demontážneho pracoviska z aplikácie AutoCad s použitím nadstavby FMS Soft. Výstupná podoba projektu môže byť ako 2D tak aj 3D. 3D model môže byť reprezentovaný v rámci možností AutoCadu ako tieňovaný, drôtový, drôtový so skrytými neviditeľnými hranami a pod.

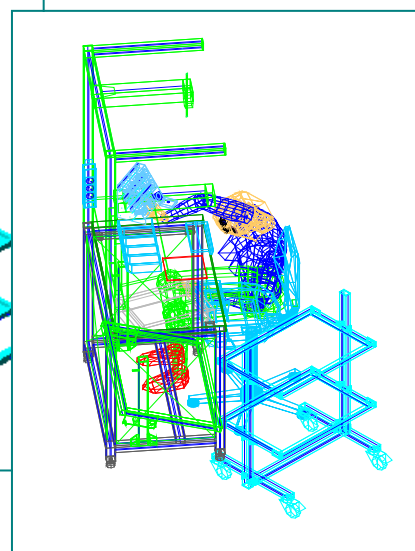
2D koncepčný návrh pracoviska



3D model pracoviska



3D drôtový model pracoviska



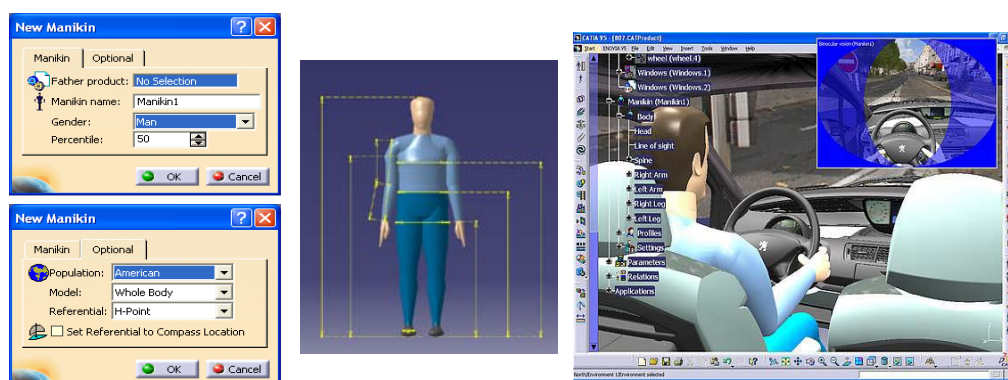
Obr.4 CAD modely ručného montážneho pracoviska vytvorené v AutoCade pomocou nadstavby FMSSoft [2]



CATIA a DELMIA

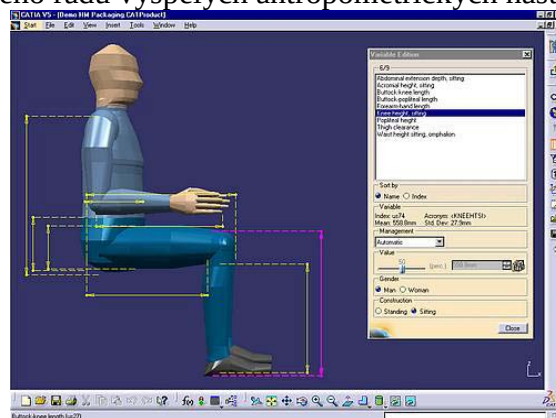
CATIA - tento systém prekračuje rozsah bežných CAD systémov. Pre systém CATIA vzhľadom na jeho rozsah a pokrývané druhy činností sa zvykne používať označenie PLM (Product Lifecycle Management) systém. Pokrýva celý životný cyklus produktu od návrhu koncepcie, cez detailnú tvorbu modelov a výkresov produktu vrátane projektovania výrobného systému až po servis a údržbu. Systém má v sebe integrované moduly pre ergonomické projektovanie a analýzy pracovísk. Ide o nasledovné moduly:

- tvorba modelu človeka (HBR - Human builder) – slúži na tvorbu a manipuláciu digitálneho modelu človeka pre analýzu interakcií človek-produkt. Nástroje obsiahnuté v tomto module zahŕňajú generovanie postavy človeka (manekýna), špecifikáciu pohlavia a percentila, techniky pre manipuláciu s figúrou, tvorbu animácie a rozšírenú vizuálnu simuláciu. Na obr.5 je ukážka vloženia figuríny, a zobrazenie zorného poľa.



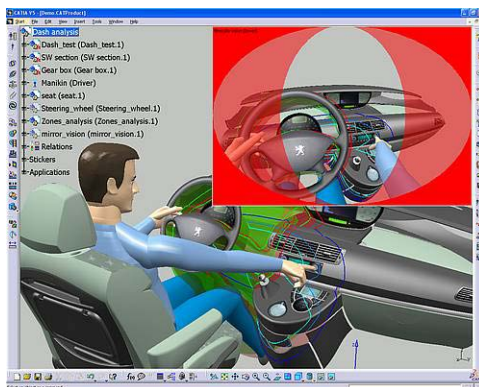
Obr. 5 Dialógové panely pre vloženie figuríny a umiestnenie figuríny do požadovanej pozície so zobrazením zorného poľa

- editor ľudských rozmerov (HME - Human measurements editor) – je doplnkový modul k modulu Human Builder. Umožňuje tvorbu rozšírených, užívateľom definovaných figurín pomocou celého radu vyspelých antropometrických nástrojov (obr.6).



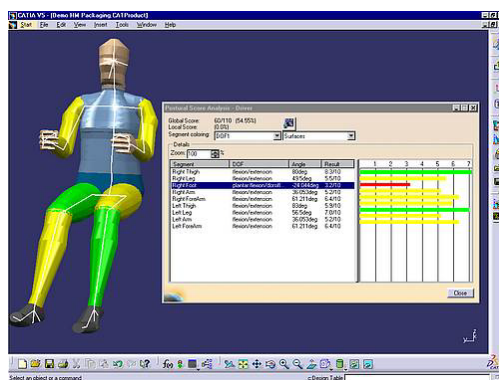
Obr.6 Editácia rozmerov figuríny

- analýza činností človeka (HAA - Human activity analysis) doplnkový modul k modulu Human Builder. Umožňuje užívateľovi maximalizovať pohodlie, bezpečnosť a výkonnosť použitím širokého spektra nástrojov pre ergonomickú analýzu, ktoré komplexne hodnotia všetky prvky interakcie človeka s produktom a špeciálne analyzujú ako figurína bude v interakcii s objektmi v jej virtuálnom prostredí (obr.7).



Obr.7 Umiestnenie figuríny do auta so skúmaním interakcií medzi človekom a prístrojovou doskou

Analýza pozícií človeka (HPA - Human posture analysis) doplnkový modul k modulu Human Builder umožňuje užívateľovi kvantitatívne a kvalitatívne analyzovať všetky aspekty postojov figuríny. Celé telo a lokalizované pozície môžu byť skúšané, hodnotené a iterované pre zabezpečenie pohodlia a výkonnosti operátora pri interakcii s produktom (obr.8).



Obr.8 Prostredie modulu HPA

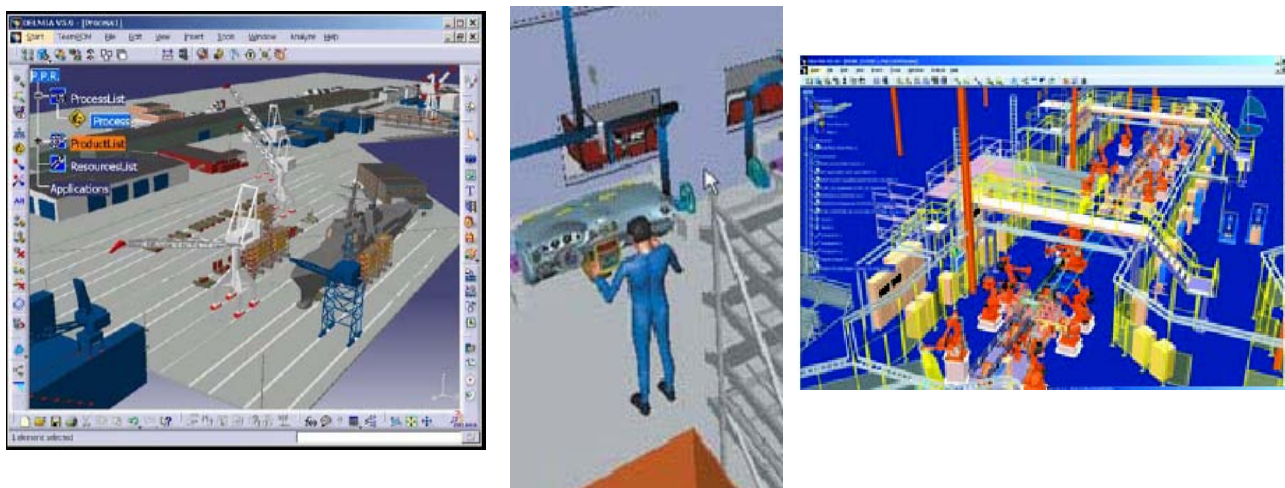
Produkt DELMIA je zameraný na tvorbu digitálnych 3D výrobných riešení. Umožňuje kompletný návrh a overenie celého výrobného procesu. DELMIA obsahuje tie isté moduly pre ergonomický návrh a analýzu pracovísk ako CATIA, ale má navyše moduly pre návrh a overovanie montáže. Medzi tieto moduly patria:

- modul DPM (Digital Process for Manufacturing) Assembly. Tento modul slúži na predprípravu, detailné plánovanie, verifikáciu procesov. Umožňuje plánovačom procesov a výrobným inžinierom zrýchliť time-to-market a znížiť náklady prostredníctvom:
 - jednoduchej evidencie najlepších skúseností a výrobných zdrojov pre ďalšie použitie,
 - vývojom postupnosti operácií, priradením zdrojov, určením výrobnéj kapacity a odhadom nákladov,
 - automatickým zobrazením všetkých zmien konštrukcie pri validácii procesov,
 - hodnotenia a spätnej väzby z realizovateľnosti montáže,
 - detekcie kolízií,
 - detailnej inšpekcie súčiastok.



- simulácia činností človeka (MHT - Human task simulation) – výkonný nástroj pre modelovanie človeka používaný pre vytvorenie, overenie a simuláciu aktivity pracovníkov s použitím DPM plánovania a simulačnej infraštruktúry. Pracovné procesy sú analyzované v kontexte PPR (Product, Process, Resource Model) prostredia za účelom vizualizácie ako pracovník alebo kombinácia pracovníkov bude v interakcii s produktami a procesmi. Tento modul je buď ako doplnkový modul pre DPM Assembly, alebo ako časť marketingových balíkov Human Modeling Complete alebo Human Basic Activities, alebo ako doplnok modulu Human Builder.

Ukážky úloh riešených v DELMII sú na obr.9.



Obr.9 3D modely výrobných zoskupení vytvorených v DELMII []

Literatúra

- [1] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena, Košice, 2000
- [2] Mareš, A.: Techniky skracovania času projektovania montážnych procesov a systémov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2006
- [3] www.boschrexroth.com
- [4] <http://www.catia.cz>
- [5] Propagačný materiál firmy Dassault Systemes: DELMIA - Human Builder 2



PROJEKTOVANIA DEMONTÁŽNYCH SYSTÉMOV NA BÁZE VYUŽÍVANIA VIDEOANALÝZY A CAD MODELOV

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.
Ing. Albert Mareš, PhD.

Pri projektovaní neautomatizovaných demontážnych procesov realizovaných v demontážnych systémoch je potrebné využívať nové inovačné prístupy. Inovovaný metodický postup projektovania na báze využívania videoanalýzy a CAD systémov umožňuje optimalizovať navrhované demontážne procesy a demontážne systémy. Metodický postup je experimentálne overovaný v laboratórnych podmienkach na demontáži vybraných druhov elektrotechnických a strojárskych výrobkov.

1. Metodický postup projektovania demontážnych systémov

Metodický postup projektovania demontážnych pracovísk na báze využívania videoanalýzy a CAD modelov pozostáva z nasledovných krokov:

I. Využitie programového modulu pre analýzu natočeného videa demontážneho procesu:

- snímanie demontážneho procesu – video je potrebné nasnímať tak, aby boli dobre viditeľné všetky úkony, ktoré sa pri demontáži výrobku vykonávajú. V prípade, že nie je možné nájsť taký uhol pohľadu, ktorý by obsiahol všetky operácie je potrebné zosnímať video z viacerých rôznych uhlov.
- analýza – v tomto kroku sa prevedie videonahrávka do počítača - načíta sa do softverového modulu v ktorom je video prehrávané a analyzované sú všetky pracovné úkony. Postupuje sa tak, že sa celý demontážny proces sa rozdelí na základne pohybové úseky a určí sa čas jednotlivých úsekov.
- výsledky – výsledkom analýzy je demontážny proces rozdelený na základné pohyby. Analyzované pohyby sú zaradené do príslušnej skupiny (produktívne, brzdiace, oddychové) a je známy čas ich trvania. Výsledky sa graficky zobrazujú.

Modul videoanalýzy je možné použiť aj samostatne, v prípade ak sa hľadajú rezervy v procese demontáže výrobkov (zbytočné pohyby, kolízne stavy atď.). Zároveň je možné ho použiť na porovnanie a zistenie príčin v rozdieli výkonu pracovníkov. Na pracoviskách naautomatizovanej demontáže má na produktivitu najväčší vplyv pracovník. Ak na pracovisku s tými istými operáciami pracujú rôzni pracovníci, zvyčajne nedosahujú všetci tú istú produktivitu. Analýza môže pomôcť odhaliť príčiny rozdielného výkonu. Nasníma sa videosnímkou postupu práce najproduktívnejšieho pracovníka a menej produktívneho a porovnajú sa jednotlivé úkony, ich postupnosť, dĺžka trvania a na základe porovnania je možné zistiť kde sú rezervy.

II. Návrh demontážneho pracoviskaresp. systému

- 2D/3D model – v tomto kroku sa vytvára CAD model demontážneho systému resp. pracoviska. Je možné načrtnúť 2D model, ale vzhľadom na výkonnosť súčasných CAD systémov a z hľadiska ďalšieho postupu je uprednostňovaný 3D model, pretože v konečnom dôsledku poskytuje lepšiu predstavu o montážnom systéme resp. pracovisku.



- Tvorba variant demontážneho systému – generujú sa varianty usporiadania jednotlivých demontážnych pracovísk.
- Ergonomická analýza s podporou CAD systémov – v tejto etape sa navrhnuté pracovisko analyzuje z hľadiska ergonomickosti. Mnohé CAD systémy majú zabudovanú podporu ergonomickej analýzy (napr. CATIA) ako aj účelové špeciálne softvérové nástroje.
- Animácia – v tomto kroku sa vytvára na základe CAD modelu animácia procesu demontáže s modelom človeka. Na základe vybraného variantu riešenia sú do modelu zahrnuté úkony a časy ich trvania. Pri určovaní časov jednotlivých úkonov sa vychádza z normatívov. Výsledkom je animácia, ktorá sa čo najviac približuje reálnej situácii. Animácia je označená čiarkovane, pretože nemá zmysel ju robiť v prípadoch keď z hľadiska času a náročnosti je jednoduchšie overiť variant na experimentálnom pracovisku v ďalšom kroku než vytvárať animáciu. V týchto prípadoch sa tento krok vynechá.

III. Overenie riešenia na experimentálnom pracovisku

Na experimentálnom pracovisku pre neautomatizovanú demontáž sa v reálnych podmienkach overuje softvérovo vytvorený model. Pracovisko resp. systém je vybavené typovými technologickými a pomocnými prvkami (zásobníky, palety, držiaky, police, svetlá, náradie atď.), tak aj neštandardnými prvkami používanými pre realizáciu demontážnych operácií. Pokiaľ sa pri demontáži používa nejaký prvok, ktorý nie je možné alebo racionálne (z dôvodu vysokej zaobstarávacej ceny) zakúpiť, uvažuje sa s možnosťou substitúcie daného prvku, nejakým iným s podobnými parametrami. V rámci overovania riešenia na experimentálnom pracovisku sa vykonávajú nasledovné kroky:

- úprava experimentálneho pracoviska podľa vybraného variantu – z riešení navrhnutých v predchádzajúcom kroku sa vyberie variant, ktorý sa bude overovať. Na pracovisku sa rozmiestnia jednotlivé prvky podľa vybraného variantu.
- realizácia demontáže na experimentálnom pracovisku – realizuje sa demontáž so skutočnými výrobkami. Pokiaľ sa jedná o jednoduché demontážne operácie je možné zaškoliť pre vykonanie montáže pracovníka experimentálneho pracoviska.
- Modul pre analýzu videa V tomto kroku sa znovu nasníma video, tentokrát z experimentálneho pracoviska a urobí sa jeho analýza. Výsledkom sú tak ako v prípade reálneho pracoviska, úkony a časy.

IV. Zhodnotenie výsledkov a implementácia

- porovnanie výsledkov – porovnávajú sa výsledky analýzy reálneho a experimentálneho pracoviska. Zisťuje sa kde a aké zmeny úkonov boli realizované a aké úspory času sa dosiahli.
- implementácia – úprava skutočných pracovísk podľa experimentálneho pracoviska.
- vylučovanie nevhodných variantov sa deje priebežne počas jednotlivých etáp.

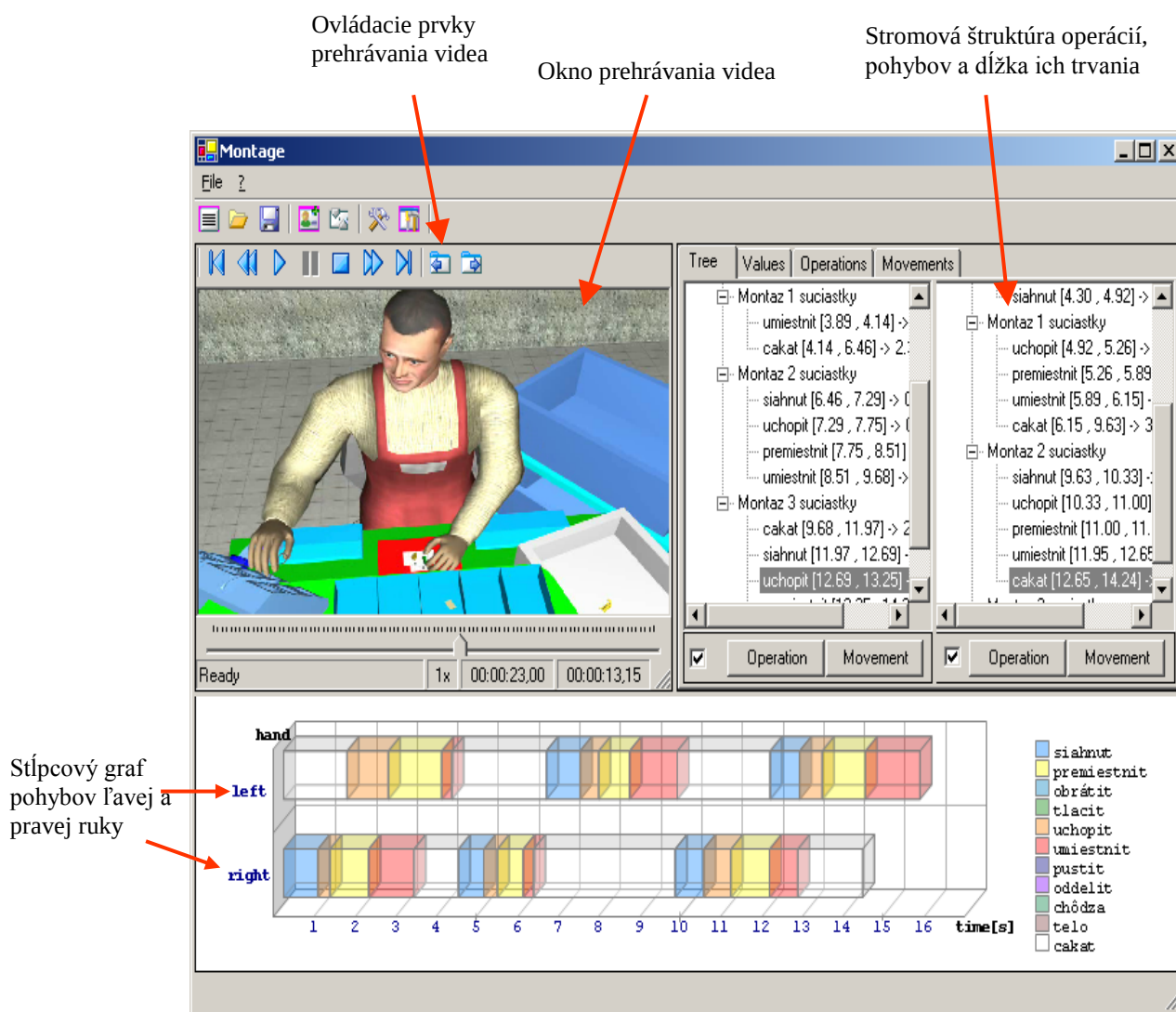
Softvérový modul pre analýzu demontáže na báze využívania videa je zameraný na analýzu demontážneho procesu z hľadiska času trvania operácií a druhu vykonávaných pohybov. Pri vývoji softvérového modulu boli zohľadnené nasledovné predpoklady:

- Pre zvyšovanie produktivity montážnych operácií je potrebná detailná analýza demontážneho procesu s ohľadom na typ operácií a čas.
- Reálny demontážny proces je zdrojom najpresnejších informácií.



- Video informácia môže byť analyzovaná podľa zvoleného časového a operačného modelu ručnej demontáže v podobe softvérového modulu.
- Video snímok môže byť opakovane prehrávaný, spomaľovaný, zrýchľovaný, archivovaný, atď.
- Výsledky môžu byť transformované priamo do reálnych technických informácií, zariadení a pod.

Ukážka prostredia programu s výsledkami analýzy v podobe grafu a stromovej štruktúry je na obr.1. Charakterizovaný metodický postup projektovania neautomatizovaných demontážnych pracovísk na báze video analýzy a CAD modelov je na obr.2.



Obr.1 Ukážka prostredia programu s výsledkami analýzy v podobe grafu a stromovej štruktúry



Realizovaný metodický postup projektovania demontážnych pracovísk je postavený na aplikácii výpočtovej techniky vo všetkých fázach riešenia. Východiskom je analýza reálneho stavu, v ktorej sa získajú reálne údaje, ktoré sú základňou pre porovnávanie výsledkov. Analýza sa uskutočňuje na báze analýzy videosnímkov demontážneho procesu pomocou softvérových nástrojov. Riešenie je založené aj na aplikácií CAD systémov s ergonomickými modulmi pre tvorbu variant montážnych systémov. V prípade navrhovania nového pracoviska je odpadá prvá fáza a priamo sa navrhujú pracoviská, ktoré je potom možné vzájomne porovnať na báze videoanalýzy.

Literatúra

- [1] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena, Košice, 2000
- [2] Kováč, J., Mareš, A., Senderská, K.: The concept of video analysis for the support of manuál assembly operation design. In. PRO-TECH-MA '05 (Progressive Technologies and Materials). Rzeszów (Poland): Rzeszów University of Technology, 2005, s. 245 - 247
- [3] Mareš, A.: Techniky skracovania času projektovania montážnych procesov a systémov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2006
- [4] Mareš, A., Senderská, K.: Analysis of throttle manuál assembly with software toll – assembly operation analysis. In: RaDMI 2007: Research and development in mechanical industry: 7th international conference: 16 -20. September 2007, Belgrade, Serbia Trstenik: High technical mechanical school, 2007

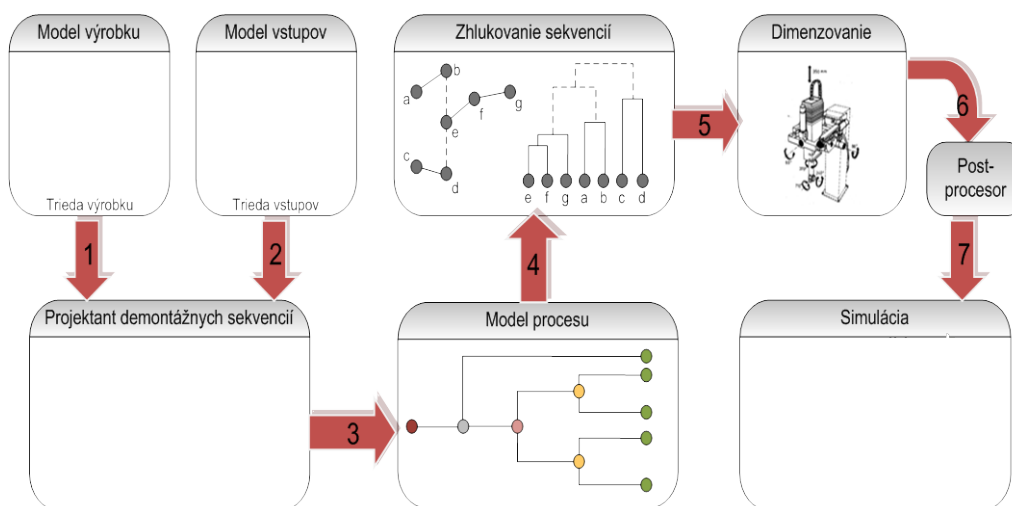


APLIKÁCIA CA SYSTÉMU PRO/ENGINEER V PROJEKTOVANÍ DEMONTÁŽNYCH SYSTÉMOV

Ing. Daniela Bánociová

V projektovaní demontážnych systémov je výhodné využívať softvérovú podporu CA produktmi. Napr. systémom Pro/Engineer je možné demontážny systém efektívne naprojektovať a simulačne posúdiť. Projektant na základe informácií o objekte demontáže, o jeho funkciách a prostriedkoch vie v krátkom čase stanoviť demontážne sekvencie. Kvalitatívny a kvantitatívny popis možných demontážnych sekvencií vychádza z týchto údajov a je základom pre projektovanie ďalších variantov riešenia. Automatické navrhovanie alternatív umožňuje okrem posúdenia a optimalizovania výkonu aj vizualizáciu štruktúry systému a procesu.

Pri projektovaní nových demontážnych systémov vysoké náklady môžu byť znížené aplikáciou Pro/Engineer systému. Obr.1 znázorňuje možnú aplikáciu Pro/Engineer v projektovaní a hodnotení demontážnych systémov.



Obr.1 Moduly Pro/Engineer pre projektovanie a hodnotenie demontážnych systémov

1. Model výrobku a modely demontážnych nástrojov

Pri koncepčnom návrhu demontážnych procesov sa vychádza z modelu výrobku a modelov pracovných/demontážnych nástrojov. Model výrobku je potrebný pre tvorbu demontážneho postupu pozostávajúceho z demontážnych operácií a úkonov. V každej etape riešenia je potrebné mať k dispozícii informácie o demontážnych operáciách, vznikajúcich frakciách, postupnosti realizovaných úkonov, spôsoboch a rozsahu prepojení. Popis demontážnych operácií spesňuje predstavu o projektovanom procese, avšak jednoznačne ho ešte nedefinuje.

V súvislosti s modelmi nástrojov sa rozlišuje medzi operáciami oddeľovania častí výrobkov a manipuláciou. Pracovné nástroje na realizáciu operácií sa odlišujú v efektoroch a kinematike. Efektory slúžia na vykonanie demontážnych a manipulačných operácií, kinematika zabezpečuje nastavenie a orientáciu efektorov. Efektory a kinematika sú modelované ako jednotky pracovných nástrojov.



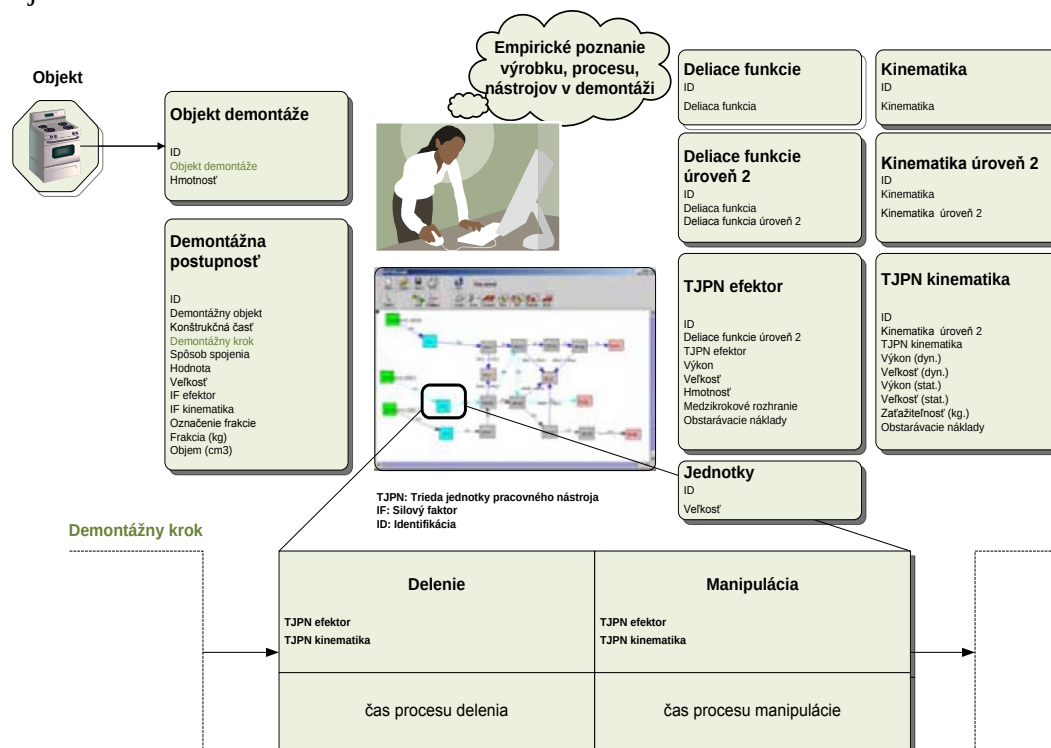
Pri automatizovanom projektovaní je potrebné mať k dispozícii informácie integrujúce model výrobku s modelom procesu pre každú demontážnu sekvenciu, vrátane kľúčových atribútov (výkon, hmotnosť, resp. zaťažiteľnosť a obstarávacie náklady). Výber pracovných nástrojov pre manuálnu, mechanizovanú a automatizovanú demontáž a manipuláciu je taktiež potrebný pre túto etapu koncepčného projektovania.

2. Projektovanie demontážneho procesu

Cieľom projektovania je prideliť jednotlivým demontážnym operáciám pracovné nástroje a odhadnúť čas realizácie. Demontážna operácia je charakterizovaná prostredníctvom „stálych kritérií“. Tým je umožnená simplifikácia zhľukov demontážnych operácií.

Každá demontážna operácia zahŕňa deliace a manipulačné úkony a tomu adekvátne pracovné nástroje. Na základe informácií z demontážneho postupu o spôsobe a rozsahu rozpojenia väzieb v hierarchickej štruktúre výrobku, ako aj charakteristík operácie, je možné odhadnúť čas realizácie. Obr.2 znázorňuje informačnú štruktúru demontážneho procesu.

Charakteristika demontážnych sekvencií pre viaceré demontované objekty a stanovenie príslušných procesných časov je vstupom pre projektovanie demontážnych pracovísk a systémov. Procesný čas pre demontáž a manipuláciu je určovaný z väzieb medzi modelmi výrobkov a používaných nástrojov, a je korigovaný výpočtom a úsudkom projektanta.



Obr.2 Informačná štruktúra projektovania

3. Analýza zhľukov

Naprojektované demontážne operácie a ich postupnosť sú východiskom pre ďalšie koncepčné projektovanie demontážnych systémov. Ako hlavný problém pritom vystupuje systematické zohľadňovanie veľkej rozmanitosti variantov výrobkov.

Z experimentálnej demontáže rôznych objektov, napr. televízory, práčky a vytvorených demontážnych postupov vyplýva, že sa rôznia nielen v závislosti od druhu výrobkov, ale tiež aj od ich modifikácií.



Pri vytváraní skupín demontážnych postupov podľa charakteristík výrobkov (vznikajúce frakcie) a procesov (trieda pracovných nástrojov a procesný čas) možno vytváranie zhlukov chápať ako efektívnu metódu podporujúcu projektovanie demontážnych systémov. Umožňuje sledovať počet objektov v rámci skupiny alebo triedy a prerozdeľovať ich na základe podobnosti. Podobné objekty sa zaradzujú do tej istej skupiny.

Riešenie umožňuje softvérový modul PDM (Product Data Manager) napojený na Pro/Engineer databázu. Funkčnosť manažérskeho modulu PDM je rozšírená tak, že umožňuje automatické načítavanie a spracovanie informácií z Pro/Engineer databázy. Priradenie špecifik výrobkom, procesom a nástrojom (vznikajúce frakcie, čas potrebný na demontovanie a manipuláciu, druh a rozsah pracovných nástrojov a pod.), je základom pre vznik homogénnych skupín sekvencií potrebných na dimenzovanie demontážnych systémov.

4. Dimenzovanie a dispozičné riešenie demontážnych systémov

Dimenzovanie demontážnych systémov sa realizuje vzhľadom na demontážne pracoviská (určenie pracovnej náplne a pracovných potrieb), ako aj na materiálový tok. Pritom existuje množstvo požiadaviek na organizáciu demontážnych procesov, ktoré musia byť zohľadnené pri projektovaní demontážnych systémov. Vytvorené zhluky demontážnych sekvencií sa využívajú pri projektovaní demontážnych a pomocných pracovísk a ich logistických väzieb. Heuristický postup zohľadňuje pri projektovaní nasledovné kritériá :

- *Výrobný čas.* Z množstva výrobkov v zhluke sa odhadne potrebný čas práce demontážneho systému, ktorý potom slúži ako východzí parameter pre dimenzovanie demontážnych a pomocných pracovísk.
- *Frakcie podľa druhu a veľkosti.* Vytvorené frakcie podľa druhu a veľkosti v rámci pracovísk musí byť zosúladené. Preto sú logistické požiadavky na odvádzanie jednotlivých frakcií jednotné.
- *Využitie kapacity a straty.* Z druhu a množstva pracovných prostriedkov a stanoveného času procesov sa odhadne využitá kapacita demontážneho systému. Straty sa vypočítajú z nevyužitých kapacít.
- *Pomocné pracoviská.* V závislosti od počtu demontážnych pracovísk a od úsudku projektanta a potrieb procesu sa určí ich počet.
- *Odporúčanie – návrhy.* Výber lineárnej, kruhovej, prípadne inej štruktúry demontážnych pracovísk je podobný ako pri montáži. Pri demontáži variantných výrobkov z hlavného toku sa vyčleňujú pracoviská, na ktorých prebiehajú výlučne manuálne demontážne operácie a úkony.

V efektívnej demontáži je zabezpečené rovnomerné vyťaženie demontážnych a pomocných pracovísk, minimalizácia frakcií, redukovanie pracovných potrieb a znížovanie nákladov na prevádzku. V rámci dimenzovania a dispozičného riešenia navrhnuté varianty demontážnych systémov sa podrobujú výkonnostnej analýze, na základe ktorej sa vyberá vhodný variant. Pri simulačnom overovaní demontážnych systémov sa sleduje činnosť jednotlivých demontážnych pracovísk a priebeh materiálových tokov. Na základe simulačného overovania sa optimalizuje dispozičné riešenie demontážneho systému.

Pomocou automatického generovania modelov Pro/Engineer umožňuje prehodnotiť navrhnuté varianty demontážnych systémov už vo fáze koncepčných návrhov. Systém Pro/Engineer zahŕňa takmer všetky relevantné dáta, aby pre každý variant demontážneho systému bolo možné vytvoriť funkčný simulačný model.



5. Generovanie modelov (modelovanie)

Informačným zdrojom pre simulačné experimenty sú systémové, organizačné a technické informácie. Komplexné generovanie modelov demontážnych systémov si vyžaduje informácie týkajúce sa:

- topológie a štruktúry systému,
- zložiek systému,
- zmien stavu systému,
- zaťaženia systému,
- funkcií a procesov,

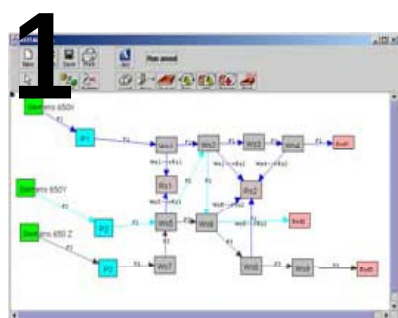
Pre automatické modelovanie demontážnych systémov je potrebný systémovo štruktúrálly model. V tab.1 je uvedená architektúra takéhoto modelu. Sú tu rozlíšené štyri úrovne a to operácia, spáva a riadenie dát, dispozícia a riadenie, v ktorých musia byť definované príslušné súbory informácií k popisu modelu.

Tab.1 Architektúra všeobecného modelu pre demontážne systémy

Úroveň	Dátový záznam	Funkcia
Operácia	Pracovná stanica	Konfigurácia demontážnej techniky pre zmenu objektov
	Sklad	Konfigurácia času zotrvania demontážnych objektov
	Sklad strojov a nástrojov	Konfigurácia jednotiek demontážnych objektov
	Zásobník / vyrovnávací zásobník	Konfigurácia procesu oddeľovania v demontáži
	Kontinuálny dopravník	Konfigurácia stacionárnych dopravných prostriedkov
	Diskrétny dopravník	Konfigurácia mobilných dopravných prostriedkov
	Personál	Konfigurácia zásahov prostredníctvom operátora
	Dispozičný návrh	Informácie o topografii demontážnych strojov a materiálom toku
Spracovanie a riadenie dát	Zdroj	Konfigurácia rozhrania systému
	Objekt demontáže	Konfigurácia spracovávaných objektov
Dispozícia	Úloha	Konfigurácia parametrov systému
	Pracovný plán	Konfigurácia postupnosti úloh operátorom a demontážnych prostriedkov
	Časový plán	Konfigurácia organizácie pracovných časov
Riadenie	Stratégie riadenia	Konfigurácia vstupných a výstupných noriem ako aj funkcií zásobníkových zariadení

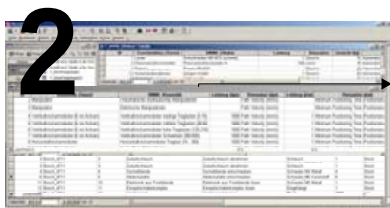
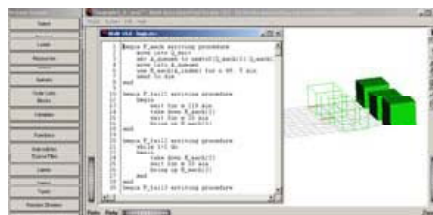
Varianty demontážneho systému sú Pro/Engineerom automaticky namodelované a uložené v databáze MS Access. Automatické modelovanie sa realizuje post procesorom, ktorý vygeneruje simulačný model daného variantu a zhodnotí sa jeho výkon (obr.3).

Projektant pomocou Pro/Engineer vie efektívne posúdiť varianty demontáže. Postprocesor generuje modely v 3D zobrazení. Ďalej zjednodušuje situáciu vzhľadom na dopravníky a zásobníky a udáva nimi spotrebovaný čas. Nasledovná činnosť sa koncentruje na vygenerovanie simulačného modelu, v ktorom sú detailnejšie zobrazené dopravné a prevádzkové prostriedky (obr.4).

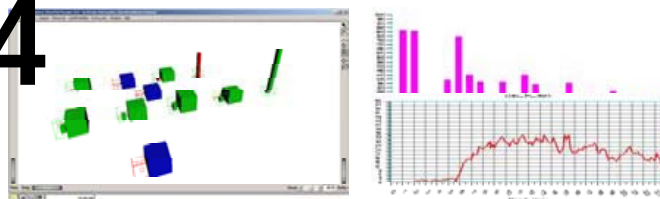


3

Postprocessor

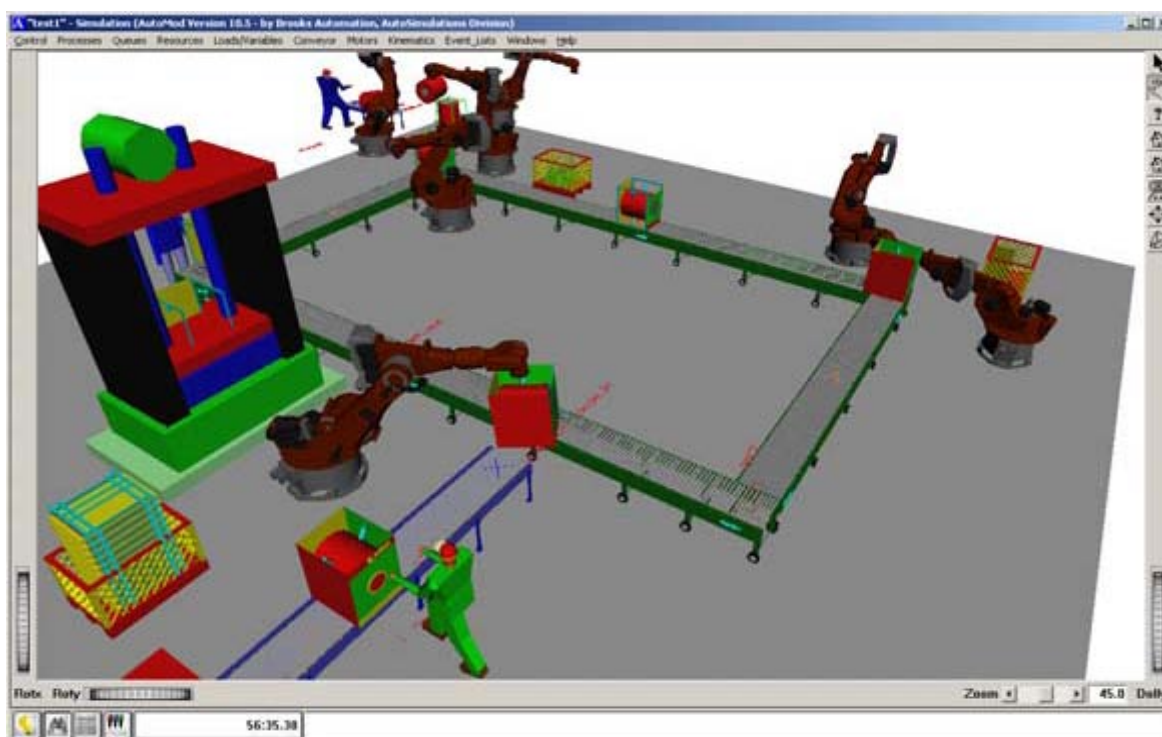


4



- 1 naprojektované alternatívy systému
- 2 všeobecný charakter modelu pre systémy popísaný v MS Access
- 3 postprocessor
- 4 simulácia a hodnotenie výkonu

Obr.3 Modelovanie, simulácia a hodnotenie [2]



Obr.4 Scenár virtuálnej reality [1]



Literatúra

- [1] Ciupek, M., Franke, C., Keil, T., Seliger: Automatische Modellgenerierung für die Simulationgestützte Leistungsbewertung von Demontagesystemen. Technische Universität Berlin, 2004
- [2] Ciupek, M.: Beitrag zur simulationsgestützten Planung von Demontagefabriken für Elektro- und Elektronikaltgeräte. Technische Universität Berlin, 2004
- [3] Wiendahl, H.-P., Perlewitz, H., Burkner, S., Seliger, G.: A general approach to disassembly planning and control. International Journal of Production Planning and Control (PPC), Vol. 10, No.8, 1999, str. 718-726
- [4] Hesselbach, J., Herrmann, C., v. Westernhagen, K.: Datenbanken als Informationsträger von der Produktentstehung bis zur Demontageplanung. Technische Universität Braunschweig, 2002
- [5] Hesselbach, J., Herrmann, C., v. Westernhagen, K.: Elektro(nik)schrott: Umweltgerechte Produktgestaltung und Planung der Demontage. In: VDI/Springer Umwelt, 29, Nr. 3, 1999
- [6] Hsich, H. – Shipman, F. M.: Manipulating structured information in a visual workspace. Dostupné na internete: <http://www.csdl.tamu.edu/~haowei/uist2002/uist2002_final.pdf>.
- [7] Seliger, G., Perlewitz, H.: Disassembly Factories for the Recovery of Resources in Product and Material Cycles. In: Proceeding of Japanese Society of Precision Engineering. Sapporo, Japan, september 1998
- [8] Uhlmann, E., Seliger, G., Haertwig, J.-P., Keil, T.: Pilot Disassembly System. In: Production Engineering – Annals of the German Academic Society for Production Engineering (reviewed). Karlsruhe, Heft VIII/2, október 2001
- [9] Wiendahl, H.-P., Perlewitz, H., Burkner, S., Seliger, G.: A general approach to disassembly planning and control. International Journal of Production Planning and Control (PPC), Vol. 10, No.8, 1999, str. 718-726
- [10] www.ubt.tu-darmstadt.de
- [11] www.iff.uni-stuttgart.de



EFEKTÍVNOSŤ DEMONTÁŽNYCH PROCESOV





HODNOTOVÁ ANALÝZA V HODNOTENÍ EFEKTÍVNOSTI VÝROBNÉHO SYSTÉMU

Ing. Jaroslava Kadárová, PhD.

Úlohou každého podniku je transformovať potrebné zdroje na požadované výrobky a služby. Podnik by mal sledovať cieľ, aby táto transformácia prebehla efektívne. Za transformáciu zodpovedajú manažéri na rôznych úrovniach. Najdôležitejšou zodpovednosťou manažérov je účelné a účinné využitie zdrojov podniku. Vysoká výkonnosť a pružnosť je nevyhnutnosťou pre výrobné podniky, aby boli konkurencieschopné v dnešnom svete rastúcej konkurencie a stále sa meniacich trhových trendov. Pri riadení podnikov sa manažéri stretávajú s riešením stále zložitejších problémov, preto je komplikované rozhodovať pomocou tradičných metód. Modelové a optimalizačné techniky umožňujú v rade prípadov nájsť vhodné riešenie daných problémov. Jednou z takých metód je hodnotová analýza.

Autor hodnotovej analýzy **L. D. Miles** [1] ju definuje takto: „Hodnotová analýza je spôsob myslenia a konania, ktorý sa uskutočňuje pomocou súboru špecifických metód, vedomostí a získaných skúseností. Je to organizovaný tvorivý prístup s cieľom účinne zisťovať nepotrebné náklady, po ktorých eliminovaní sa nezníži kvalita, užitočnosť, životnosť, vzhľad a iné vyžadované vlastnosti výrobkov.“

V uvedenej charakteristike sa ešte nehovorí o funkčnom princípe ako o základnej metodologickej črte. Až neskôr spolupracovník L. D. Milesa, **H. L. C. Leslie** [1], charakterizuje hodnotovú analýzu ako: „systematický tvorivý program, ktorý využíva overené metódy na získanie rovnakého alebo lepšieho výkonu výrobkov alebo služieb pri podstatne nižších nákladoch. Hodnotová analýza je založená na štúdiu funkcie. Jej výsledkom je buď rastúca funkcia pri rovnakých nákladoch, alebo rovnaká funkcia pri nižších nákladoch.“

Iný autor, ktorý sa intenzívne zaoberal problematikou hodnotovej analýzy je **K. Staríček** [3] a definoval hodnotovú analýzu ako: „metódu, ktorej cieľom je analyzovať funkciu a náklady výrobkov, činností, služieb a navrhovať nové, efektívnejšie plnenie funkcie.“

Vychádzajúc z definícií uvedených autorov, hodnotová analýza spočíva na dvoch základných princípoch:

- na **analýze funkcie objektu**,
- na **analýze nákladov** vynaložených na zabezpečenie tejto funkcie.

Prednosťou hodnotovej analýzy je jej **univerzálne uplatnenie**, lebo analyzovaným objektom môže byť výrobok, služba, výrobný proces, technologický postup alebo technologická operácia. Hodnotovú analýzu je možné použiť pre zdokonaľovanie riadenia podniku a jeho jednotlivých oblastí a pre racionalizáciu organizačných štruktúr.

Charakteristickou črtou hodnotovej analýzy je, že pôsobí, tak v technickej oblasti – funkcie objektu, ako aj v ekonomickej oblasti - náklady. Hodnotová analýza vytvára jednotu technického a ekonomického myslenia bez podradňovania alebo nadradňovania jedného nad druhé.

Hodnotová analýza sa sústreďuje na zodpovedanie nasledujúcich piatich otázok:

- Čo je objektom hodnotovej analýzy?
- Aké sú funkcie objektu?
- Aké sú náklady objektu?
- Ako inak je možné objekt riešiť?
- Aké náklady by si iné riešenia vyžiadali a ako by plnili požadované funkcie?



Uplatnenie hodnotovej analýzy pri analýze efektívnosti výrobného procesu

Hodnotová analýza všeobecne definuje **efektívnosť výrobného procesu** ako pomer veličín na výstupe k veličinám na vstupe.

- Ak sa veličiny vyjadria ako technické parametre, napríklad výstupná veličina ako výkon a vstupná veličina ako príkon, ide o **technickú efektívnosť**.
- Ak sa na sledovaný objekt zavedie ekonomický systém na sledovanie finančných vzťahov, ide o **ekonomickú efektívnosť**. Ekonomická efektívnosť je pomer, ktorý určuje veľkosť získaných ekonomických efektov z jednej koruny vložených nákladov.

Hodnotová analýza používa komplexné kritérium efektívnosti, spájajúce funkčnosť a nákladovosť analyzovaných objektov, sleduje obe stránky správania zvoleného objektu, a to hodnoty vstupov a hodnoty výstupov. V hodnotovej analýze sa používa **kritérium efektívnosti objektu** v tvare:

$$PEH = \frac{\text{stupeň plnenia funkcie}}{\text{náklady na zabezpečenie funkcie}} = \frac{\sum^{\circ} F_i}{N}$$

Pojem **pomerná efektívna hodnota** - PEH zaviedol **R. Vlček** [4] a predstavuje pomer **užitočnosti k hospodárnosti**. **L.D. Miles** [1] hovorí, že hodnota predstavuje **pomer úžitku k nákladom**. Výsledkom vzájomného pomeru je číslo, ktoré udáva hodnotu, ktorú je možné posúdiť len porovnávaním s podobným objektom alebo navrhovaným alternatívnym riešením.

Uvedené kritérium plne vyhovuje praktickým potrebám hodnotovej analýzy, lebo komplexnú technicko-ekonomickú efektívnosť chápe ako neoddeliteľný vzťah funkčnosti objektu k nákladom. Všestranné zdokonaľovanie objektu systému prostredníctvom hodnotovej analýzy potom znamená zvyšovanie jeho technickej a ekonomickej efektívnosti cestami zvyšovania výstupných hodnôt pri súčasnom znižovaní vstupných hodnôt.

Existujú v zásade tri cesty zvyšovania pomernej efektívnej hodnoty:

- ♦ **zvyšovanie funkčnosti**, zvyšovaním stupňa plnenia niektorých alebo všetkých funkcií objektu pri zachovaní nákladov potrebných na plnenie týchto funkcií (cesta priority),
- ♦ **znižovaním nákladov** pri rovnakej funkčnosti objektu (cesta ekonomickej priority),
- ♦ **súčasným zvyšovaním funkčnosti a znižovaním nákladov**.

Metodický postup hodnotovej analýzy

Metodický postup hodnotovej analýzy, zostavený podľa nasledujúcich zdrojov [1], [2], [3], [4] pozostáva z etáp, ktorých postupnosť je potrebné dodržať. V tabuľke 1 je schematický uvedený názov každej etapy, vstupné otázky vystihujúce podstatu etapy a stručná formulácia jej cieľa.



Tab.1 Postup a metódy hodnotovej analýzy

Etapa	Názov etapy	Vstupné otázky	Metódy	Cieľ etapy
	Výber objektu hodnotovej analýzy	Ktoré sú hlavné problémy podniku? Ktoré výrobky alebo výrobné procesy sú málo efektívne?	Metódy zisťovania zjavných neefektívnosti - technika empirického výberu - metóda interview - dotazníková metóda - metóda intenzívneho tímového prístupu Metódy zisťovania skrytých neefektívnosti - metódy systematickej analýzy objektu - metóda základnej funkčnej hodnoty - výrobková analýza - metóda maticového výberu - metóda rozkladu ukazovateľov - metóda kritéria vývozu - strom významnosti - metóda ABC – Lorenzova krivka	Určiť objekt hodnotovej analýzy, ktoré zdokonalenie môže priniesť najväčší efekt
	Zber a spracovanie informácií	Aké informácie sú potrebné? Ako zabezpečiť verifikáciu informácií? Aké metódy spracovania informácií použiť?	Finančné účtovníctvo Manažérske účtovníctvo Vnútroorganizačná evidencia	Získať potrebné informácie pre hodnotovú analýzu a vhodným spôsobom ich spracovať
	Analýza funkcií objektu	Aké funkcie plní objekt? Aká je úroveň plnenia funkcií?	Metódy zisťovania funkcií - metóda odbornej diskusie – brainstorming - metóda čiernej skrinky - metóda logického reťazca funkcií Metódy hierarchického členenia funkcií Metódy vyhodnocovania funkcií - metódy určenia významnosti funkcie - metóda porovnávania v trojuholníku páru - metódy určenia váh významnosti - metódy určenia stupňa plnenia funkcií - exaktné metódy - klasifikačné metódy (nominálne, ordinálne a kardinálne stupnice) - agregované metódy - metóda kritických funkcií - metódy agregovaného vyjadrenia plnenia funkcií - metódy viackriteriálneho hodnotenia	Definovať a vyhodnotiť funkcie objektu, a tým určiť smery ďalšieho technického zdokonaľovania objektu
	Analýza nákladov	Aké náklady vyžaduje plnenie funkcií za súčasného stavu? Aké sú výrobné náklady? Aké sú prevádzkové náklady?	Rozborovo-prepočtová metóda Metódy tvorby cien Kalkulačné metódy Metódy klasifikácie nákladov Analýza bodu zratu a kritického výrobného množstva Nákladové modely Metóda úplných nákladov Metóda neúplných nákladov	Stanoviť nákladové položky k funkciám objektu, určiť najvýznamnejšie z nich a vypočítať súčasnú PEH ako východisko pre ďalšie všestranné zdokonaľovanie objektu



Tvorba návrhov	Aké iné riešenia môžu zabezpečiť plnenie požadovaných funkcií objektu?	Brainstorming Metódy intuitívneho tvorivého myslenia Metódy systematického tvorivého myslenia (vedecké metódy poznávania) - metóda analógie - metóda porovnávania funkcií - metóda porovnávania podobností funkcií - metóda agregácie - metóda dimenzovania - metóda kinematického obracania - metóda agregácie a dezagregácie funkcií - metóda kombinácie s interakciou - metóda matematicko-logických modelov - algoritmus vynaliezania - metóda párových vzťahov návrhov	Navrhnuť maximálny počet alternatívnych riešení
Hodnotenie návrhov	Ako plnia funkcie jednotlivé návrhy? Aké sú náklady jednotlivých návrhov? Ktoré návrhy sú najvhodnejšie?	Metódy posudzovania návrhov - metóda porovnávacích tabuliek - metóda tabuľky výhod a nevýhod - metóda rozhodovacieho stromu Metódy technickoekonomického hodnotenia návrhov - metódy viackriteriálneho hodnotenia - bodovacia metóda - metóda poradia - metóda PATTERN	Predložiť poradie celkovej výhodnosti návrhov zostavené podľa klesajúceho PEH
Rozhodnutie o optimálnej variante	Aké ďalšie aspekty ovplyvňujú realizáciu najvhodnejších návrhov? Akú zvoliť stratégiu vzhľadom k budúcim potrebám?	Progresivita inovácie Riziko Výnosnosť	Určiť variantu, ktorá je vzhľadom na súčasne a budúce potreby najvhodnejšia
Projekt optimálnej varianty a jej schválenie	Aké bude skutočné plnenie funkcií? Aké budú skutočné náklady? Aký bude celkový efekt PEH?	Zábehové funkcie Skúsenostná krivka	Vypracovať definitívne technické riešenie vrátane hodnotenia jeho ekonomickej efektívnosti
Realizačné opatrenia	Aký bude časový postup realizácie? ako budú zabezpečované zdroje? Aká bude motivácia a zodpovednosť realizačných pracovníkov?	Schéma prípravy a realizácie akcie Evidencia činnosti členov tímu Kontrola dodržania postupu a času realizácie	Vytvoriť podmienky pre rýchlu a efektívnu realizáciu

Dôležitým problémom viackriteriálneho hodnotenia je agregácia čiastkových pohľadov podľa jednotlivých kritérií do globálneho pohľadu, z hľadiska všetkých kritérií súčasne. To je často subjektívnou záležitosťou a nezaobíde sa bez dodatočných informácií o dôležitosti jednotlivých kritérií. Informácia o vážnosti kritérií môže byť vyjadrená v tvare:

- ♦ aspiračných úrovní kritérií, t.j. hodnôt požadovaných pre akceptovanie rozhodnutia,
- ♦ ordinárnych foriem poradia dôležitosti kritérií,
- ♦ kardinálnych foriem pomocou váh kritérií.



Modely hodnotenia efektívnosti produkčných jednotiek musia pracovať s množstvom vstupov, výstupov a faktorov, ktoré efektívnosť hodnotených jednotiek ovplyvňujú.

Metódy viackriteriálneho rozhodovania sa delia na dve základné skupiny podľa toho, akým spôsobom je definovaná množina rozhodovacích variantov:

- **metódy viackriteriálneho hodnotenia variant**, ktoré pracujú s konkrétnym počtom alebo zoznamom variantov,
- **metódy viackriteriálneho programovania**, ktoré pracujú s variantmi určenými sústavou obmedzujúcich podmienok

Cieľom hodnotenia je súhrnne vyjadriť technicko-ekonomickú úroveň jednotlivých návrhov a určiť poradie ich výhodnosti. Porovnávanie technicko-ekonomickej úrovne technických projektov je ťažké preto, že technicko-ekonomická úroveň je popisovaná sústavou technicko-ekonomických parametrov s rôznymi jednotkami. Problém priamej nespočítateľnosti hodnôt parametrov sa musí riešiť rôznymi spôsobmi agregácie týchto hodnôt tak, aby bolo možné ideálne vyjadriť technicko-ekonomickú úroveň jednou hodnotou. Pre tento účel boli vypracované postupy, spoločne označované ako metódy viackriteriálneho hodnotenia.

Každý projekt má dve stránky, a to:

- ♦ technickú, ktorá vyjadruje funkčné vlastnosti projektu a ich úroveň je definovaná stupňom plnenia všetkých funkcií projektu,
- ♦ ekonomickú, ktorá vyjadruje náklady na zabezpečenie týchto funkcií.

Zatiaľ čo náklady je možné zistiť pomerne jednoducho, pretože jednotlivé nákladové položky majú rovnaké jednotky. Stupeň plnenia funkcií je potrebné určiť pomocou niektorej z metód viackriteriálneho hodnotenia. Potom je potrebné určiť pomernú efektívnu hodnotu každého návrhu. Najpoužívanejšie metódy viackriteriálneho hodnotenia sú:

- bodovacia metóda
- metóda poradia
- metóda PATTERN.

Hodnotovú analýzu je možné uplatniť v rôznych oblastiach ľudskej činnosti:

- výskum, vývoj a technická príprava výroby,
- projektovanie investícií,
- výrobný proces,
- výrobky a služby,
- obslužné a pomocné procesy,
- technologické procesy,
- riadenie kvality,
- zásobovacie a odbytové činnosti,
- riadenie.

Každá z uvedených oblastí, pre ktoré je možné hodnotovú analýzu použiť, je špecifická, a to si vyžaduje modifikovať postup a metodiku jej uplatnenia.

Literatúra

- [1] Miles, L., D.: Hodnotová analýza. Bratislava, ALFA 1971,
- [2] Pokorný, J., Rychetník, V.: Hodnotová analýza. Praha, ES ČVUT 1989. ISBN 80-01-00012-5,
- [3] Stariček, K., Priehradný, A.: Hodnotová analýza v hospodárskej praxi. Bratislava, Práca 1982,
- [4] Vlček, R.: Příručka hodnotové analýzy. Praha, SNTL-ALFA 1986,



PRÍSTUPY K ANALÝZE EFEKTÍVNOSTI VÝROBNÉHO PROCESU

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.
Ing. Jaroslava Kádárová, PhD.

Pred samotnou analýzou efektívnosti výrobného procesu je potrebné spoznať zákonitosti fungovania výrobného procesu prostredníctvom vhodnej metódy štúdia. Ďalej je vhodné vytvoriť štruktúrny model technologického procesu, ktorý je súčasťou výrobného procesu.

Metódy analýzy výrobného procesu

Analýza výrobných procesov pomáha pochopiť ich chovanie a poskytuje návody na zlepšenie ich efektívnosti. Výrobný proces sa hodnotí z viacerých hľadísk a pomocou rôznych ukazovateľov, ktoré často nie sú vyjadrené v rovnakých merných jednotkách. Preto je pre hodnotenie efektívnosti potrebné zvoliť vhodnú metódu umožňujúcu hodnotenie rôznych ukazovateľov efektívnosti výrobného procesu. Štúdium výrobného procesu a jeho priebehu je možné uskutočniť rôznymi metódami a technikou. Ako racionálne sa ukazujú nasledujúce metódy štúdia výrobného procesu:

1. Evidenčno-rekonštrukčná metóda

Metóda spočíva v rekonštrukcii javov, ktoré prebiehajú vo výrobnom procese na základe získaných informácií z prevádzkovo-operatívnej evidencie. Jej výhoda je v tom, že analýza hodnôt technologických, technických a ekonomických sa uskutočňuje bez osobitných nárokov na zber informácií o priebehu výrobného procesu. Nevýhoda je, že operatívno-technická evidencia neumožňuje rekonštrukciu priebehu pracovného procesu, takže štúdium výrobného procesu touto rekonštrukciou neumožňuje posúdiť všetky činitele, ktoré pôsobia vo výrobnom procese.

2. Modelovo-experimentálna metóda

Metóda vychádza z teórie modelov a modelovej techniky. Dáva možnosť skúmať príslušné javy mimo ich vlastného priebehu v skutočnosti, vo vykonštruovaných laboratórnych alebo poloprevádzkových podmienkach na modeloch. Uvedená metóda umožňuje analýzu najmä **technologického procesu**, ale v podmienkach výrobného procesu aj experimentovať. Tým dáva možnosť riešiť i zložitejšie technologické problémy bez zastavenia chodu vlastnej prevádzky. Modelovou technikou sa dá ťažko skúmať a analyzovať priebeh pracovného procesu a postihnúť svojráznosti priebehu výrobného procesu tak, ako je to možné v podmienkach skutočných dimenzií. Vhodné použitie nachádza táto metóda pri príprave a analýze racionalizačných opatrení orientovaných na technický rozvoj, osobitne pri projekcii a navrhovaní nových výrobných procesov.

3. Metóda prevádzkových meraní

Metóda sa zakladá na bezprostrednom meraní a pozorovaní javov vo výrobnom procese, ich systematickej registrácii a analýze. Dáva možnosť hlbšie skúmať priebeh jednotlivých javov vo výrobnom procese s vyústením do syntézy. Na skúmanie a analýzu efektívnosti výrobného procesu je táto metóda najvhodnejšia, vyžaduje však väčší počet pracovníkov, najmä na meranie a na celkové uplatnenie. Prevádzkové merania sa môžu uskutočňovať buď v úplnom rozsahu výrobného procesu, a to sledovaním všetkých faktorov vystupujúcich vo výrobnom procese, alebo len niektorých.



Môžu sa uskutočňovať v rozsahu celého výrobného procesu, t.j. všetkých operácií, alebo sa zamerajú len na sledovanie jednej operácie alebo súboru operácií.

Podľa toho členíme prevádzkové merania na:

- ♦ jednotlivé merania, ktoré môžu byť:
 - čiastkové,
 - výberové,
- ♦ súborné merania.

Štruktúrny model technologického procesu

Pred uskutočnením analýzy efektívnosti výrobného procesu je potrebné poznať jeho technológiu. Podklady zamerané na technológiu sú tvorené:

- Technologický reglement, ktorý predstavuje záväzný výrobný predpis, ktorý určuje podmienky a postup jednotlivých výrobných operácií tak, aby sa zabezpečila akosť výrobkov, hospodárnosť výroby a bezpečnosť práce..
- Predpisy o medzioperačnej analytickej kontrole, ktoré zisťujú reálnosť a opodstatnenosť technologického reglementu vo vzťahu k súčasnému stavu technológie a organizácie výrobného procesu.
- Podklady z literatúry a patentov pre presné dodržiavanie všetkých predpísaných údajov.
- Iné podklady, ktoré majú podstatný vplyv na ekonomický efekt výrobného procesu.

Pri analýze efektívnosti výrobného procesu sa stále viac uplatňujú metódy založené na modelových prístupoch vychádzajúce z využitia matematického aparátu. Štruktúrny model technologického procesu vyjadruje súvislosti a vzťahy v danom technologickom procese.

Priebeh technologického procesu ovplyvňujú rôzne faktory, ktoré pre účely modelovania je možné rozdeliť do dvoch skupín:

- faktory výrobných vlastností, ktoré tvoria súhrn vlastností surovín, materiálov, medziproduktov a produktov (fyzikálne, chemické a iné úžitkové vlastnosti),
- faktory technologické, ktoré vyjadrujú technologické parametre, pri ktorých pôsobia jednotlivé technologicko-výrobné operácie, ako napr. teplota, tlak, postupová rýchlosť a pod.

Predpokladom konštrukcie štruktúrneho modelu technologického procesu je poznanie kvantitatívnej stránky sledovaných technologických postupov, najmä technických a ekonomických dôsledkov dynamiky vývoja uvedených činiteľov.

Z matematického vyjadrenia výrobného procesu vyplýva, že každý výrobný proces je vlastne niekoľkonásobnou transformáciou určitého počtu východiskových faktorov (suroviny, energie, práce, technologických parametrov), ktorého výsledkom sú konečné produkty s určitými vlastnosťami.

V každom časovom okamihu je možné súhrn uvažovaných faktorov (F_k pre $i=1,2,...,k$) vyjadriť pomocou vektora. Ak sa označí vektor pre $\sum F_1$ symbolom f a vektor $\sum F_{k+1} = P_k$ symbolom p , je možné povedať, že v jednotlivých technologicko-výrobných operáciách v_i ($i=1,2,...,k$) sa vektor f transformuje na vektor p .



Ak pri zjednodušení sa nahradia matice jednotlivých výrobných operácií jedinou transformačnou maticou V , je možné uvažovanú skutočnosť zobrazit' pomocou matematického, maticového modelu:

$$p = V \cdot f \quad (1)$$

Transformačná matica V vlastne charakterizuje kvantitatívne vzťahy medzi východiskovými faktormi a konečným produktom, ktoré v technologicky zvládutej výrobe sú vždy známe, alebo sa dajú určiť pomocou známych matematických, prípadne matematicko-štatistických postupov s využitím fyzikálno-chemických zákonov.

Pri konštrukcii technologického modelu je potrebné jednotlivé činitele presne kvantifikovať, pretože od presnosti ich vyjadrenia závisí správne kvantitatívne vyjadrenie funkčných závislostí všetkých výrobných faktorov, podľa ktorých sa má výrobný proces riadiť. Výrobné faktory predstavujú technické a ekonomické parametre, na získanie ktorých je potrebné urobiť podrobnú analýzu výrobného procesu. Pretože niektoré parametre sa môžu v priebehu jednotlivých výrobných operácií meniť, je nevyhnutné vykonávať pri nich príslušné merania. Pre konštrukciu technologického modelu je výhodné vykonať meranie všetkých sledovaných parametrov, pričom je potrebné súčasne skúmať ich vplyvy na celkový priebeh a výsledok výrobného procesu. Na základe zistených technicko-ekonomických parametrov sa zostavujú vektory vstupu a vektory výstupu jednotlivých výrobných operácií. Podľa vektorov vstupu a výstupu sa ďalej zostavujú technologické modely pre jednotlivé výrobné operácie a na ich základe model sledu operácií a výsledný štruktúrny model technologického procesu.

Pre analýzu výrobného procesu možno štruktúrny model technologického procesu využiť nasledovne:

- na stanovenie dôležitých technicko-ekonomických parametrov, ktoré treba z hľadiska ich vplyvu na priebeh výrobného procesu merať a sústavne sledovať,
- na kontrolu vstupných prvkov pred každou výrobnou operáciou,
- na základe kontroly výstupných prvkov možno cieľavedome a operatívne zasahovať do priebehu každej výrobnéj operácie a do priebehu výrobného procesu ako celku,
- na základe kontroly priebehu a výsledkov výrobného procesu je možné určiť výrobné operácie a miesta, kde sa nedodržiava technologická disciplína,
- na stanovenie najvhodnejšieho režimu práce z technologického i ekonomického hľadiska.

Charakteristika efektívnosti výrobného procesu

Chápanie efektívnosti je dynamický proces. Dynamika čoraz menej závisí tzv. klasických faktorov kvantitatívneho charakteru, ako sú technické predpoklady a pracovná sila. Rastie význam subjektívneho faktora - kvalifikácie a úrovne riadenia. Ustavične vznikajú nové teórie a koncepcie efektívnosti. Napriek množstvu štúdií venovaných problematike efektívnosti teória stále nedospela ku všeobecne akceptovanej koncepcii alebo modelu efektívnosti. Naďalej pretrváva nezhoda v určení toho, čo je efektívnosť. To vedie aj k problémom v jej analýze, predovšetkým v určení faktorov, ktoré ju ovplyvňujú a v stanovení opatrení na jej zlepšenie.



V ekonomickej teórii sa pracuje s rôznymi pojmami efektívnosti a ich obsahovým vymedzením. Pareto definoval efektívnu situáciu ako situáciu, kedy nie je možné žiadnym prerozdelením zdrojov zlepšiť úžitok jedného subjektu bez toho, aby súčasne neklesol úžitok iného subjektu. Túto situáciu nazýval alokačnou efektívnosťou. Dosiahnuť alokačnú efektívnosť je možné pri existencii dokonalej konkurencie s dobre informovanými výrobcami a spotrebiteľmi a bez externých vplyvov. Takýto stav predstavuje ideál, ku ktorému by mali spoločenské procesy smerovať. Z toho vyplýva, že za **efektívny proces** sa považuje taký *spoločenský proces, ktorý nepretržite a okamžite dostáva spoločnosť do stavu Paretovskej efektívnosti*.

Definícia efektívnosti podľa Pareta predpokladá neexistenciu plytvania. V reálnom svete sa nachádzajú aj neefektívne výrobné jednotky. Preto sa pri hodnotení efektívnosti namiesto ideálnej efektívnosti myslí na **mieru dosahovania efektívnosti**. Efektívnosť podľa ekonomickej teórie je vždy stopercentnou efektívnosťou. Teória predpokladá, že racionálni podnikatelia nebudú realizovať neefektívne transformačné procesy.

Skutočné procesy sa od úplne efektívneho procesu **líšia** hlavne v dvoch smeroch:

- nesmerujú priamo k Paretovskému efektívnemu stavu, ale len k situácii, ktorá sa k nemu viac či menej približuje,
- nedosiahnu požadovaný konečný stav okamžite, ale len v dlhodobom období, t.j. po určitej dobe potrebnej pre prispôsobenie.

Z dvoch procesov je efektívnejší ten, ktorého požadovaný konečný stav je menej odklonený od Paretovskej efektívnej situácie a ten proces, ktorý túto situáciu dosiahne rýchlejšie.

Predmetom analýzy nemusí byť vždy celý výrobný proces ani všetky jeho stránky. V každej analýze treba chápať výrobný proces ako nedeliteľný celok. Analýza výrobného procesu pozostáva z dvoch častí:

- V **analytickej časti** sa výrobný proces rozkladá na jeho prvky a tieto sa skúmajú z hľadiska technických a ekonomických kritérií.
- V **syntetickej časti** dochádza najprv k novej úprave prvkov vyplývajúcich z analýzy, ktorá sleduje zlepšenie úrovne výrobného procesu. Odstraňujú sa nedostatky zistené v analytickej časti analýzy a upravujú sa zmeny technických a ekonomických podmienok vedúcich k dosiahnutiu žiaduceho efektu výrobného procesu ako celku.

Moderné chápanie efektívnosti výroby možno charakterizovať tromi základnými cieľmi:

1. Hodnoty výrobkov sa zvyšujú skracovaním inovačných cyklov, využívaním najnovších vedecko-technických poznatkov v konštrukcii výrobkov, existenciou širokého spektra modifikácie výrobkov, vysokými funkčnými parametrami, spoľahlivosťou, dokonalým servisom a krátkymi dodacími lehotami.
2. Znižovanie výrobných nákladov. Orientácia je na znižovanie materiálových, energetických a mzdových nákladov. Zdôrazňuje sa aj úspora nákladov na informačné zabezpečenie výroby.
3. Optimalizácia investičných nákladov na výrobu. Jej cieľom je zabezpečiť realizáciu vyspelých technológií prijateľnými investičnými nákladmi.

Efektívnosť je *relatívna veličina vyjadrujúca pomer medzi konečným efektom (výstupom) a zdrojmi použitými na vytvorenie tohto efektu (vstupmi)*. Efektívnosť je možné charakterizovať ako jednotkový efekt zdrojov alebo nákladov.



$$efektívnosť' = \frac{výstup}{vstup} \quad (2)$$

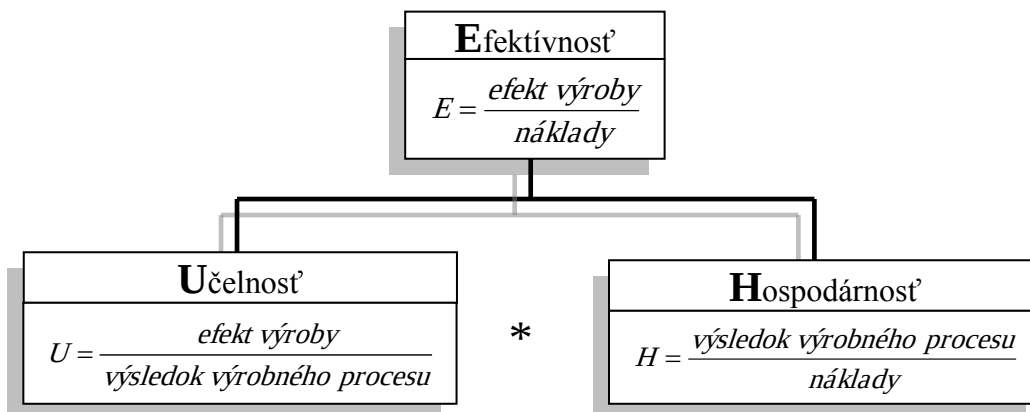
Charakteristika vstupov a výstupov závisí od objektu hodnotenia a konkrétneho cieľa hodnotenia efektívnosti. Ekonomická efektívnosť je najčastejšie meraná ziskom a odvodenými podielovými ukazovateľmi. Základné typy ukazovateľov ekonomickej efektívnosti sú uvedené v tab.1.

Tab.1 Ekonomické ukazovatele efektívnosti

Ekonomický ukazovateľ		Vypovedacia schopnosť
$\frac{výstup}{vstup}$	Ukazovatele produktivity	efektívnosť je tým vyššia, čím vyššia je hodnota ukazovateľa
$\frac{vstup}{výstup}$	Ukazovatele náročnosti	efektívnosť je tým vyššia, čím nižšia je hodnota ukazovateľa
	Ukazovatele aktivity	
$\frac{výstup - vstup}{vstup}$ alebo $\frac{výstup - vstup}{výstup}$	Ukazovatele rentability	efektívnosť je tým vyššia, čím vyššia je hodnota ukazovateľa

Sústavu ukazovateľov efektívnosti je možné charakterizovať ako **hierarchický systém**, ktorý je prostredníctvom subsystémov ukazovateľov usporiadaný do pyramídy. V sústave ukazovateľov efektívnosti všeobecne neplatí, že syntetický ukazovateľ vyššej úrovne je tvorený syntetickými ukazovateľmi na nižšej úrovni. V syntetickom ukazovateli existujú popri hlavnom vrchole aj vedľajšie vrcholy, a preto aj hlavné a vedľajšie vetvy systému.

Syntetický ukazovateľ efektívnosti najvyššej úrovne je tvorený súčinom syntetického ukazovateľa účelnosti najvyššej úrovne a syntetického ukazovateľa hospodárnosti najvyššej úrovne (obrázok 1).



Obr.1 Rozklad ukazovateľa efektívnosti

Pri rozbere efektívnosti výrobného procesu môžu nastať nasledujúce prípady:

$U = 1, H > 1$, výrobný proces je účelný a hospodárny

$U = 1, H = 1$, výrobný proces je účelný ale nie je hospodárny

$U = 1, H < 1$, výrobný proces je účelný ale je nehospodárny (stratový)

$U < 1, H > 1$, výrobný proces nie je účelný ale je hospodárny



$U < 1, H = 1$, výrobný proces nie je účelný a nie je hospodárny

$U < 1, H < 1$, výrobný proces nie je účelný ani hospodárny (stratový)

V súčasnosti je vypracovaných niekoľko metód hodnotenia ekonomickej efektívnosti, ktoré sú založené na sústave ukazovateľov. Bolo navrhnutých veľa syntetických ukazovateľov efektívnosti ROA, ROE, pridaná hodnota, ktoré sú často protichodné. Kritizované sú jednotlivé prvky ukazovateľov alebo niektoré princípy ich konštrukcie.

Zákonitosti vývoja efektívnosti – ekonomický normál

Významnou súčasťou analýzy efektívnosti výrobného procesu sú nástroje umožňujúce určiť nakoľko dynamika vývoja hospodárenia podniku zodpovedá požadovaným parametrom. Vychádza sa pritom zo základných ukazovateľov charakterizujúcich jednotlivé oblasti činnosti podniku a z proporcií, ktoré by mali platiť za predpokladu intenzívneho hospodárenia a zvyšovanie efektívnosti.

Žiaduce proporcie medzi sledovanými ukazovateľmi sa označujú ako **ekonomický normál**. Nejde o definovanie nerovností typu normy, ale o vyjadrenie vzťahov v ekonomike podniku, ktoré by mali byť dodržiavané najmä z dlhodobého pohľadu. Východiskom hodnotenia je porovnávanie ekonomických ukazovateľov v ich dynamike. Na to slúžia indexy jednotlivých ukazovateľov a sústava ich nerovností.

Základná myšlienka efektívneho vývoja si vyžaduje **rôznu dynamiku vstupov a výstupov**. Ak má rásť efektívnosť podnikovej činnosti, potom musí platiť, že dynamika výstupov je vyššia ako dynamika vstupov.

$$I_{VÝSTUP} > I_{VSTUP}$$

Vyššie uvedenú nerovnosť je možné rozviesť podľa výrobných faktorov a podľa ich angažovanosti (t.j. spotreby a viazanosti) vo výrobnom procese na:

$$I_{VÝSTUP} > I_{ODPISY}$$

$$I_{VÝSTUP} > I_{DHM}$$

$$I_{VÝSTUP} > I_{MATERIÁL}$$

$$I_{VÝSTUP} > I_{ZÁSOBY}$$

$$I_{VÝSTUP} > I_{MZDY}$$

$$I_{VÝSTUP} > I_{PRACOVNÍCI}$$

Rôzna dynamika na strane vstupov (porovnanie spotreby a viazanosti), z pohľadu rastu obratovosti investovaného kapitálu, by mala byť za spotrebu vstupov vyššia ako dynamika ich viazanosti, čo znázorňujú nerovnosti:

Tab.2 Porovnanie indexov vývoja vstupov a výstupov

nerovnosť	charakteristika nerovnosti
$I_{VÝSTUP} > I_{DHNM}$	Vedie k skracovaniu priemernej životnosti DHNM a rýchlejšej reprodukcií
$I_{VÝSTUP} > I_{PRACOVNÍCI}$	Hovorí v prospech rastu priemernej mzdy
$I_{VÝSTUP} > I_{VLASTNÉ ZÁSOBY}$	Vedie k zvyšovaniu obratovosti výrobných zásob

Za oblasť dlhodobého majetku je možné povedať, že vzhľadom k prebiehajúcemu procesu náročných investícií do investične zastaraných podnikov, sa podiel vecných vstupov zvyšuje a podiel živej, málo kvalifikovanej, práce znižuje. Z vecných investícií, by malo rýchlejšie rásť investovanie do aktívnej zložky dlhodobého majetku (I_{DMA}).

$$I_{DM} > I_{PRACOVNÍCI}$$

$$I_{DMA} > I_{DM}$$



V oblasti živej práce je možné vychádzať z poznatku, že priemerné mzdy rastú. Aby však nedošlo k neželateľnému vývoju, t.j. k rastu mzdovej nákladovosti, ktorá by sa premietla do poklesu zisku podniku, musia rásť výkony rýchlejšie ako rastú mzdy. Teda platí:

$$I_{VÝKONY} > I_{MZDY} > I_{PRACOVNÍCI}$$

Zložitejšie vzťahy platia medzi dynamikou jednotlivých zložiek nákladov. Ako najpomalšie rastúcou zložkou, by mali byť mzdové náklady (zavádzanie automatizácie, rast objemu DHM, ekologické náklady). Z dlhodobého pohľadu by mali platiť tieto vzťahy nerovnosti:

$$I_{ODPISY} > I_{MZDY}$$

$$I_{ODPISY} > I_{NÁKLADY} > I_{MZDY}$$

Na strane výstupov je možné vychádzať zo skutočnosti, že sa v nich premieta spotreba všetkých vstupov a výsledok hospodárenia.

Pre efektívny vývoj je potrebné, aby sa znižovala merná spotreba toho, čo podnik prevzal, t.j. prenesená hodnota, ktorá predstavuje materiálovú náročnosť výroby a naopak, podiel toho čo pridal. Preto by malo platiť:

$$I_{PRENESENÁ\ HODNOTA} > I_{VÝKONY}$$

Ďalej sa vyžaduje, aby sa zo štrukturálnych zložiek obsiahnutých v prípadnej hodnote najdynamickejšie vyvíjal výsledok hospodárenia

$$I_{ZISK} > I_{PRENESENÁ\ HODNOTA}$$

Podiel disponibilného, t.j. čistého zisku na celkovom zisku by mal rásť, alebo aspoň neklesať. Tento vzťah je vyjadrený nasledovnou nerovnosťou:

$$I_{ČISTÝ\ ZISK} \geq I_{ZISK}$$

Pri syntetizácii uvedených čiastkových nerovností, jadrom ktorej je objem výkonov a jeho dynamika, je možné znázorniť nasledujúcu sústavu nerovností:

$$\begin{array}{c} I_{ZÁSoby} \\ \wedge \\ I_{ČISTÝ\ ZISK} \geq I_{ZISK} > I_{PRENESENÁ\ HODNOTA} > I_{VÝKONY} > I_{DM} > I_{MZDY} > I_{PRACOVNÍCI} \\ \vee \\ I_{MATERIÁL} > I_{VLASTNÉ\ ZÁSoby} \end{array}$$

Rastové vzťahy vyjadrené sústavou by sa mali prejavovať ako dlhodobá tendencia. Ich krátkodobé porušenie nemusí byť vždy dôsledkom neprimeraných výsledkov, ale môžu byť zapríčinené objektívnymi činiteľmi:

- ♦ zavádzaním výrobných inovácií vyšších rádov, ktoré môžu viesť k poklesu objemu výroby bez priemernej mzdy,
- ♦ zavádzaním nového dlhodobého majetku, sprevádzané obvyčajne ich zníženým využívaním.



Jedným z faktorov, ktorý môže narúšať reťazec nerovností sú ceny vstupov a výstupov, ktorých vplyv je možné do určitej miery eliminovať transformáciou na zrovnateľnú úroveň.

Dynamika efektívnosti je tým väčšia, čím je väčší rozdiel medzi prvým a posledným členom v sústave nerovností.

Literatúra

- [1] Borovský, A., Vidová, J.: Kritéria hodnotenia výkonnosti podniku. In: 9. medzinárodná vedecká konferencia, Trendy v systémoch riadenia podnikov, Herľany 2006, ISBN 80-8073-660-X , s. 5.
- [2] Liberko, I., Vidová, J.: Ukazovatele hodnotenie ekonomickej efektívnosti podniku. In: INTERCATHEDRA No. 20., Poznaň, Poľsko 2004, s. 96-100. ISSN 1640-3622.
- [3] Mihok, J., Vidová, J., Janeková, J.: Modely hodnotenia výkonnosti a efektívnosti podniku. In: INTERCATHEDRA No. 21., Poznaň, Poľsko 2005, s. 84-88. ISSN 1640-3622.
- [4] Mihok, J., Vidová, J., Janeková, J.: Podnikové hospodárstvo – Ekonomika podniku. SjF TU v Košiciach, Košice 2007, ISBN 978-80-8073-766-5.
- [5] Mihok, J., Vidová, J.: Riadenie podniku v kríze. SjF TU v Košiciach, Košice 2006. ISBN 80-8073-533-6, 246 s.,
- [6] Mikoláš, Z.: Jak zvýšit konkurenceschopnost podniku – konkurenční potenciál a dynamika podnikání. Grada Publishing, Praha 2005. ISBN 80-247-1277-6.
- [7] Strážovská, H. a kol.: Ekonomika obchodného podniku. Sprint vfra, Bratislava 2005, s. 400. ISBN 80-89085-39-3.
- [8] Vidová, J. Mihok, J.: Vybrané metódy hodnotenia efektívnosti výrobného procesu. In: 8. medzinárodná vedecká konferencia, Trendy v systémoch riadenia podnikov, Herľany 2005, ISBN 80-8073-358-9, s. 5.
- [9] Vidová, J.: Analýza efektívnosti z pohľadu hodnoteného objektu. In: 16. Medzinárodná vedecká konferencia „Moderné prístupy k manažmentu podniku“ Katedra manažmentu Fakulty chemickej a potravinárskej technológie, STU v Bratislave, Bratislava 2006, ISBN 80-227-2509-9, s. 521-529.
- [10] Vidová, J.: Aspekty dosahovania efektívnosti a konkurenčnej schopnosti priemyselných podnikov. In: Manažment priemyselných podnikov, 3/2005, Zvolen 2005, s. 24-27. ISSN 1336-5592.



EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ VO VÝROBE V PRIEMYSELNÝCH PODNIKOCH

Ing. Peter Malega, PhD.

Vstup Slovenskej republiky do Európskej únie má na slovenské podniky dvojaký dosah. Na jednej strane sa pre ne otvárajú nové trhy, a s nimi nové možnosti, na strane druhej sa zase slovenský trh otvára konkurencii z vyspelých európskych krajín. [7] Ak chcú slovenské firmy efektívne konkurovať svojim európskym náprotivkom, potrebujú systematicky zvyšovať efektívnosť a najmä synergiu svojich procesov pri dosahovaní cieľov a tiež zabezpečiť schopnosť organizácie meniť sa v súlade s dynamikou vývoja podnikateľského prostredia. Podľa štatistík predstavuje výkonnosť a efektívnosť slovenských podnikov len asi polovicu priemeru Európskej únie. [3]

Charakteristika efektívnosti a jej význam vo výrobe

Efektívnosť je funkčná charakteristika činnosti podniku. Vyjadruje celkovú racionalitu jeho činnosti ako vyčleneného systému, ktorý funguje len na základe účelného zabezpečenia hraničných väzieb s okolím. Efektívnosťou tiež rozumieme pomer medzi dosiahnutými výsledkami a vynaloženými prostriedkami, pričom tento pomer by mal byť čo najväčší, aby sa dosiahli maximálne, alebo optimálne výsledky s vynaložením minimálnych, alebo optimálnych prostriedkov.

Efektívnosť je relatívna veličina vyjadrujúca pomer medzi konečným efektom (výstupom) a zdrojmi použitými na vytvorenie tohto efektu (vstupmi). Efektívnosť je možné charakterizovať ako jednotkový efekt zdrojov, resp. nákladov. [6]

$$EFEKTÍVNOSŤ = \frac{VÝSTUP (PRODUKT)}{VSTUP (NÁKLADY)} \quad (1)$$

Za vstup je možné považovať hodnotu výrobných faktorov spotrebovaných na daný výstup, t.j. náklady, alebo vynaložený (v podniku viazaný) kapitál, resp. vlastný kapitál.

Za výstup je možné považovať hodnotu všetkých statkov vyrobených za určité obdobie, meranú obyčajne ako výnosy (tržby), alebo ako „čisté“ výnosy, t.j. zisk (rozdiel medzi výnosmi a nákladmi).

Problém minimalizácie nákladov sa spája s hospodárnosťou, a to ako zaistenie určitého výstupu s najmenším množstvom vstupov – princíp minima, alebo ako zaistenie čo najväčšieho výstupu pri daných vstupoch – princíp maxima.

Základné charakteristiky efektívnosti

Efektívnosť má vo všeobecnosti 2 základné stránky, podľa ktorých sa aj posudzuje (viď obr. 1) [9]:

1. spoločenská užitočnosť produkcie – znamená, že výkon musí uspokojovať určitú spoločenskú potrebu. Výrobok musí byť vyrobený účelne a kvalitne. Ide o vzťah, ktorý sa prejavuje na výstupe.
2. hospodárnosť – vyjadruje, do akej miery bolo pomocou minimálnych vstupov (elementárnych výrobných činiteľov) dosiahnuté maximum výstupov (finálnych výkonov). Hospodárnosť možno dosahovať dvoma vzájomne sa dopĺňujúcimi spôsobmi, a to úspornosťou a účinnosťou.

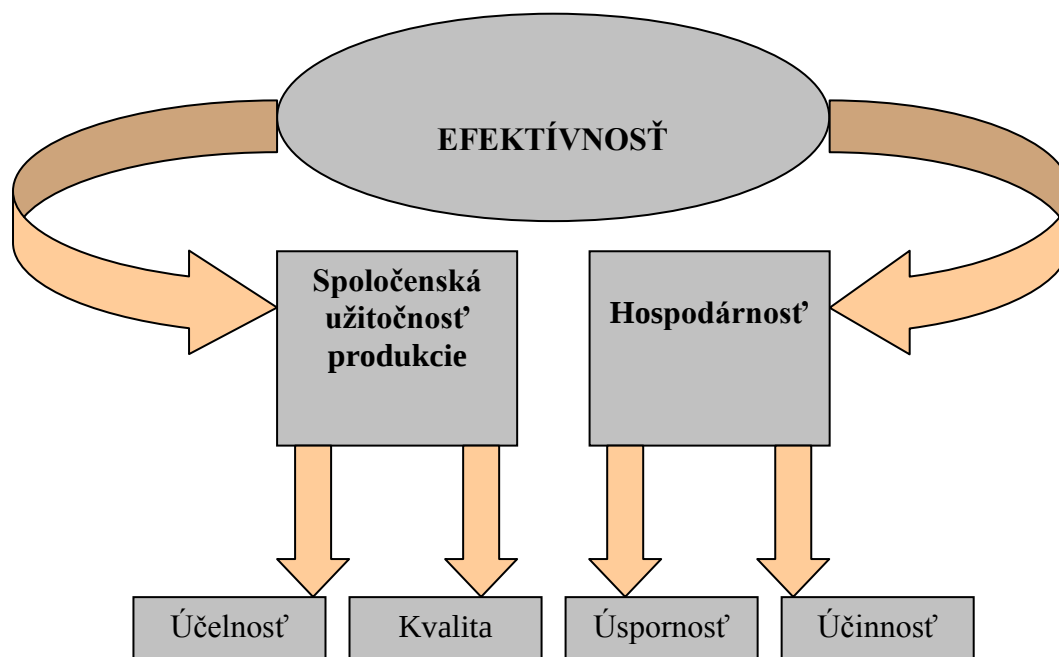


Spoločenská užitočnosť produkcie – z hľadiska podniku znamená, že výkon musí uspokojovať určitú spoločenskú potrebu. Výrobok musí byť vyrobený účelne a musí byť kvalitný. Spoločenská užitočnosť produkcie je vyjadrená 2 základnými charakteristikami, ktorými sú:

- a) Účelnosť znamená, že činnosť podniku je zameraná požadovaným smerom, teda má účel. Na účelnosť spravidla vplyvajú aj nadpodnikové požiadavky. Vyjadruje relatívnu efektívnosť, čo znamená, že to, čo je efektívne pre jeden subjekt, nemusí byť efektívne pre iný.
- b) Kvalita – kvalita výkonov čoraz viac ovplyvňuje záujem spotrebiteľov. Kvalita výrobku je súbor jeho relevantných, technických, ekonomických, estetických a iných charakteristík vhodne vybraných na to, aby sa mohlo určiť postavenie výrobku ako prvku výrobného systému spoločnosti. Kvalita je atribútom úžitkovej hodnoty výrobku a skúma sa z rôznych hľadísk (technického, ekonomického a pod.).

Hospodárnosť – je užší pojem ako efektívnosť, pričom platí, že pokiaľ výrobok neuspokojuje spoločenskú potrebu hoci sa vyrobil s nízkymi nákladmi, teda vyhovuje podmienkam hospodárnosti, nie je efektívny. Hospodárnosť vyjadruje taký priebeh nákladov podniku, pri ktorom sa dosahujú žiaduce výstupy s čo najnižšími ekonomickými zdrojmi. Pri hodnotení hospodárnosti hrajú základnú úlohu náklady. Hospodárnosť je možné dosahovať dvoma vzájomne sa dopĺňujúcimi spôsobmi:

- a) Úspornosť – vzájomný vzťah vstupov a výstupov skúmame tak, že abstrahujeme od zmeny výstupov t.j. považujeme výstupy za konštantné. Za premenlivé považujeme vstupy. Potom o vyššej hospodárnosti je možné hovoriť vtedy, ak daný objem výstupov je možné vyrobiť s menšími vstupmi.
- b) Účinnosť – v prípade, že vzájomný vzťah vstupov a výstupov je skúmaný tak, že objem vstupov (elementárnych výrobných činiteľov) je považovaný za konštantný (nemenný) a za premenlivé sú považované výstupy, potom o vyššej hospodárnosti je možné hovoriť v prípade, keď z daného objemu vstupov sa vyrobí vyšší objem výstupov.



Obr.1 Aspekty ekonomickej efektívnosti výroby [6]



Snahou podniku by malo byť, aby transformácia vstupov na výstupy priniesla čo možno najväčšie efekty. Preto sa podnik usiluje o znižovanie spotreby zdrojov a lepšie využitie zdrojov, ktoré sú v ňom viazané. Hospodárnosť je dôležitá aj z toho hľadiska, že je základným kritériom výrobného procesu, pričom preferuje racionálne vynakladanie základných výrobných činiteľov a práce pri určitom objeme a štruktúre výkonov.

Pri hodnotení hospodárnosti hrajú základnú úlohu náklady. Hospodárnosť je možné vyjadriť na základe porovnania vynaložených nákladov s určitým základným stavom. Hodnotí sa napríklad vývoj hospodárnosti v čase (náklady na porovnateľný objem výroby v predchádzajúcom a bežnom období), dodržanie úlohy vo vývoji hospodárnosti (náklady plánované, alebo inak vopred stanovené a náklady skutočné), zaistenie hospodárnosti zmien a inovácií (náklady pred zavedením inovácie a náklady po jej realizácii), hospodárnosť technologických variantov (náklady pri uplatnení alternatívnych technológií, umožňujúcich rovnaký druh a objem výroby) a podobne. Minimalizáciu nákladov a maximalizáciu výkonov je teda možné považovať za dve extrémne polohy rozhodovacej úlohy, ktorá rieši problém hospodárnosti.

Dosiahnutá úroveň hospodárnosti sa v konečnej podobe prejaví vo vzťahu k finálnym výrobkom. Faktory pôsobiace na hospodárnosť však musia byť zabezpečené v celej hospodárskej činnosti podniku. Preto je potrebné príslušné kritéria hospodárnosti dekomponovať na jednotlivé čiastkové procesy a činnosti, a to na elementárne technologické operácie, ktoré je nutné vyjadrovať vo vhodných ukazovateľoch.

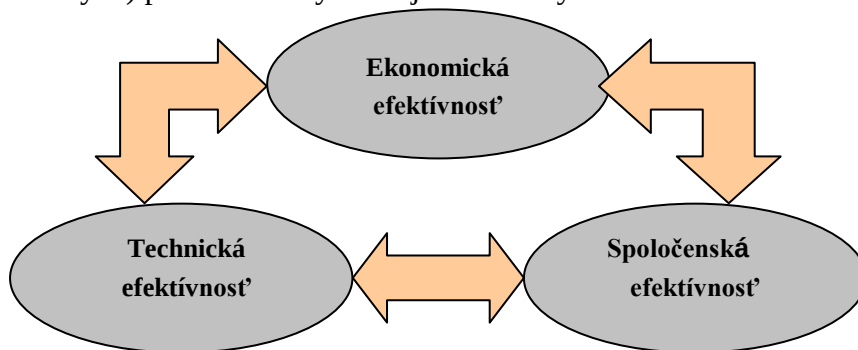
Hospodárnosť výroby najzrozumiteľnejšie vyjadruje ukazovateľ nákladovosti. Základný vzťah vývoja ukazovateľov je: $\frac{Z}{V} > \frac{Z}{N} > \frac{N}{V}$, kde Z-zisk, N-náklady, V-výnosy.

Z rovnice vyplýva, že pokles (rast) hodnoty nákladovosti vedie k rastu (poklesu) ziskovosti. Ukazovateľ nákladovosti vypovedá o tom, koľko nákladov je potrebné vynaložiť na 1 Sk výnosov. Charakterizuje tak hospodárnosť podnikania, ktorá cielene ovplyvňuje jeho celkovú efektívnosť. Výpočet tzv. halierového ukazovateľa nákladovosti je nasledovný:

$$h = \frac{N}{V} \quad (2)$$

V ekonomickej teórii sa pracuje s rôznymi pojmami efektívnosti (viď obr. 2) [8]:

- spoločenská efektívnosť – vyjadruje efektívnosť daného spoločenského systému v porovnaní s predchádzajúcim systémom, ako aj efektívnosť súčasne sa rozvíjajúcich ekonomických systémov,
- technická efektívnosť – spočíva vo využívaní a premene prírodných síl a látok na formy prístupnejšie ľudskému použitiu,
- ekonomická efektívnosť – je založená na využívaní spoločenských zákonov (najmä ekonomických) pre všestranný rozvoj ekonomiky.



Obr.2 Prepojenie rôznych typov efektívnosti [6]



Ekonomická efektívnosť (tab.1) sa môže interpretovať aj nasledovne [5]

Tab.1 Vyjadrenie ekonomickej efektívnosti [4]

Ekonomická efektívnosť = Pr/N			
Prínosy (Pr)		/	Náklady (N)
Merateľné		Nemerateľné	
Peňažné	Nepeňažné		
Ukazovatele finančnej analýzy	Analýza nákladov a prínosov	Náklady životného cyklu a nákladové modely (pre porovnateľné prínosy)	

Pre skúmanie alebo analýzu ekonomickej efektívnosti je nevyhnutné rozlišovať [6]:

- skutočne dosiahnutú ekonomickú efektívnosť – efektívnosť ex post,
- plánovanú ekonomickú efektívnosť – efektívnosť ex ante.

Ekonomickú efektívnosť je možné vyjadriť ako cieľavedomý proces maximálneho uspokojovania stále rastúcich potrieb spoločnosti na základe optimálneho rozvoja a využitia výrobných prostriedkov a prírodných zdrojov, ako aj využitia pracovných síl pri maximálnej hospodárnosti a s prihliadnutím na ochranu životného prostredia.

Efektívnosť činnosti podniku je možné charakterizovať ako činnosť, pri ktorej podnik používa takú kombináciu vstupov, že nemôže žiadnou inou kombináciou dosiahnuť vyššie množstvo výstupov, t.j. podnik sa pohybuje na hranici výrobnéj kapacity.

Výrobu je možné považovať za efektívnu, ak sa uskutočňuje na vysokej technickej a technologickej úrovni, pričom výrobné faktory sa vynakladajú čo najúspornejšie a realizácia výstupu zabezpečuje prijateľný zisk.

Efektívnosť výroby a ukazovatele efektívnosti procesov

Efektívnosť výroby je podmienená nielen samotným výrobným procesom, ale aj predvýrobnými etapami výroby, ktoré určujú používané technológie vo výrobe, stanovujú technologické podmienky, pri akých dochádza k realizácii výrobku, určujú časové a priestorové využitie strojného a pomocného zariadenia. Predvýrobné etapy sú veľmi dôležité z titulu veľkého ovplyvňovania výrobných nákladov. Je im preto dôležité venovať maximálnu pozornosť. [1] Od ich precíznosti závisí často úspech celého produktu. Zvyšovanie efektívnosti výroby neznamena len zvyšovanie rôznych ukazovateľov výroby, ale predstavuje celopodnikové hnutie z cieľom znižovať relatívne náklady pri zvyšovaní produkcie súčiastok, lepšie využitie časového využitia strojného a pomocného zariadenia a odstránenie úzkych miest vo výrobe. Manažment sa nad efektívitou výrobného procesu musí denne zamýšľať. Dôvodom je snaha, resp. nutnosť vyrábať viac, lacnejšie, kvalitnejšie a v pravý čas. [4]

Efektívnosť procesov závisí od viacerých ukazovateľov. V tab. 2 sú uvedené vybrané ukazovatele efektívnosti procesov. [2]



Tab.2 Vybrané ukazovatele efektívnosti procesov [4]

1.Univerzálne ukazovatele efektívnosti procesov vo firmách	➤ priebežná doba, ➤ efektívne využitie doby, ➤ celkové náklady, ➤ efektívne využitie nákladov, ➤ počet registrovaných odchýlok,
2.Ukazovatele efektívnosti výrobných procesov	➤ produktivita pracovníkov, ➤ produktivita strojov, ➤ produktivita kapitálu, ➤ celková efektívnosť zariadení, ➤ indexy spôsobilosti strojov a procesov, ➤ podiel nezhodných výrobkov k výstupom, ➤ priemerná ziskovosť na pracovníka,
3.Ukazovatele nevýrobných procesov	➤ zisk organizácie k nákladom na návrh a vývoj, ➤ užívateľský efekt z použitia nových produktov, ➤ nákladovosť na vyhľadanie spôsobilých dodávateľov, ➤ hodnotenie dodávateľov, ➤ rýchlosť reakcie na oznámenú nezhodu zákazníkom, ➤ podiel naplánovaných zákaziek k realizovaným zákazkám,
4.Meranie výkonnosti podľa odchýlok	➤ oneskorené dodané hmotné a informačné vstupy, ➤ vady náradia, pomôcok a pod., ➤ nepripravený, resp. nespôsobilý pracovník,
5.Meranie efektívnosti pomocou indexu výkonnosti	Zaznamenávajú sa údaje pre vyhodnotenie: ➤ obdobie merania, ➤ názvy použitých ukazovateľov, ➤ aktuálne hodnoty ukazovateľov, ➤ váha ukazovateľov, ➤ hodnoty 10-ich základných stupňov efektívnosti.

Každá firma, ktorá v súčasných podmienkach pôsobí na trhu, sa vzhľadom na požiadavku prežitia a trvalého tlaku konkurencie musí snažiť o neustále zvyšovanie ekonomickej efektívnosti. Podnikové procesy sú efektívne len vtedy, keď sa minimalizujú náklady, ktoré sú pri výrobe nevyhnutné, keď je technológia na požadovanej úrovni vysoká, keď je zabezpečená vysoká produktivita práce atď. a výroba súhrnne pružne reaguje na požiadavky zákazníka. [4]

Pre efektívne riadenú firmu platí, že byť úspešnou znamená uspokojiť potreby a želania lepšie než konkurencia. Preto sa musia pracovníci firiem prispôbiť nielen potrebám cieľových spotrebiteľov, ale aj stratégiu konkurentov, ktorí majú vyššiu úroveň efektivity. Ich úlohou je definovať, koľko konkurentov firma má, aké majú konkurenčné výhody, definovať ich silné a slabé stránky, stratégie a ciele a pod. Firma tak musí reagovať na kroky konkurencie vhodnou stratégiou, aby si zabezpečila vyššiu mieru ekonomickej efektívnosti, a tým si na danom trhu zabezpečila konkurenčnú výhodu .



Literatúra

- [1] Cox, J., W.: Achieving Effectiveness, February 7, 2006.
- [2] Danko, M., Likavský, A.: Organizácia a riadenie strojárskkej výroby. Zvolen, TU vo Zvolene 1998. ISBN 80-228-0698-6.
- [3] Fiala, P.: Modelování a analýza produkčních systémů. Praha, Professional Publishing 2002. ISBN 80-86419-19-3.
- [4] Kavan, M.: Výrobní a provozní management. Praha, Grada Publishing 2002. ISBN 80-247-0199-5.
- [5] Lis W., Tabert, M.: Modelling of business processes in enterprise. Referat „CO-MAT-TECH 2000 8th International Scientific Conference”. Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Materials Science and Technology in Trnava, Trnava 19 - 20.10.2000. Zborník z konferencie s medzinárodnou účasťou. Časť: Manažment priemyselných podnikov a kvalita, s. 197- 203, ryc. 1, poz. bibl. 4.
- [6] Malega, P.: Príspevok k metódam hodnotenia ekonomickej efektívnosti výroby výliskov z plastov. Písomná práca k dizertačnej skúške, Košice, 2006.
- [7] Rajnoha, R., Zámečník, R.: Hodnotenie ekonomickej efektívnosti alternatívnych kalkulačných modelov vo vybranom priemyselnom podniku. In.: E + M 3/2004, TU v Liberci, 2004, str. 980 – 96. ISSN 1212-3609.
- [8] Světlík, V.: Sledování a řízení efektivity výroby – automatizace výpočtu OEE (koeficientu celkové efektivity zařízení), IT SYSTEM 10/2003.
- [9] Vidová, J.: Aspekty dosahovania efektívnosti a konkurenčnej schopnosti priemyselných podnikov. Manažment priemyselných podnikov, 3/2005, Zvolen 2005, ISSN 1336-5592.

ÚSPEŠNOSŤ VÝROBNÉHO PROCESU AKO NUTNÝ FAKTOR KONKURENCIESCHOPNOSTI

Ing. Peter Malega, PhD.

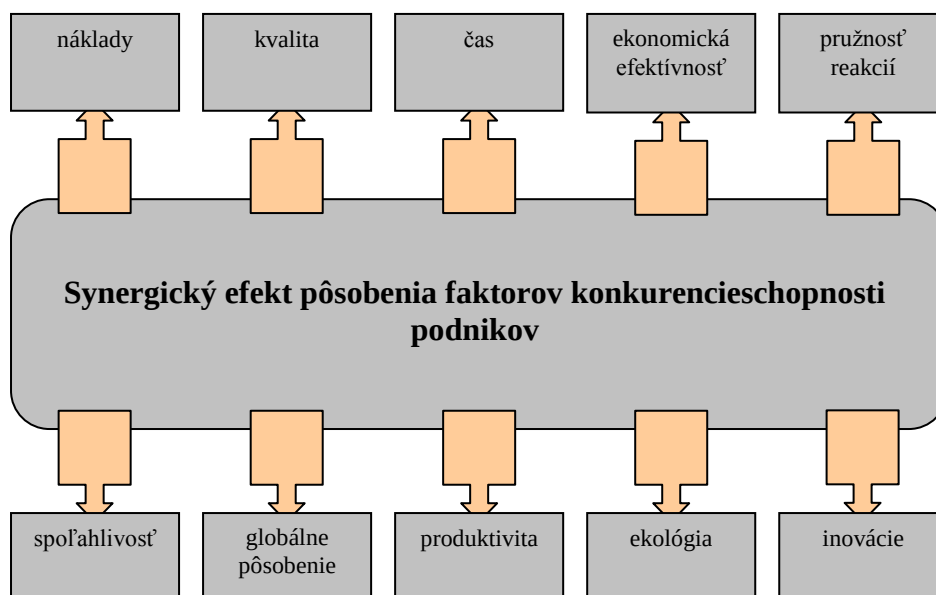
Výroba je jednou zo základných podnikateľských činností. Je to spoločenský proces, ktorý zahŕňa procesy súvisiace s premenou materiálov a surovín na výrobky. Efektívna výroba sa zaoberá výrobou takých výrobkov, ktoré požaduje zákazník. Výroba sa realizuje výrobnými procesmi, ktoré prebiehajú vo výrobných jednotkách a tie majú rôzny charakter, ktorý ovplyvňuje ich riadenie. [2]

Úspešná výroba vytvára také výrobky, o ktoré je záujem zo strany užívateľov a pritom celkové náklady na výrobok sú nižšie ako cena, za ktorú užívateľ výrobok kúpil. Prirodzeným motívom a dlhodobým cieľom výrobcu (podnikateľského subjektu) je realizovať proces výroby s kladným výsledným ekonomickým efektom – so ziskom umožňujúcim ďalší rozvoj výroby. [1]

Výroba a jej efektívnosť ako rozhodujúca zložka konkurencieschopnosti podnikov

Je možné konštatovať, že rozhodujúcimi kritériami konkurenčnej schopnosti sú faktory ako napr. náklady, kvalita a čas, ale v posledných desaťročiach sa k týmto základným faktorom pridali aj dodatkové faktory ako napr. inovácie, pružnosť reakcií a orientácia na požiadavky zákazníka, spoľahlivosť, globálne pôsobenie, produktivita, ekológia a predovšetkým *ekonomická efektívnosť výroby*, s ktorou či už to tá – ktorá spoločnosť chce, resp. nechce, sa vo výrobe každodenne stretáva. [2] Na to, aby sa spoločnosť stala úspešnou, musí sa snažiť všetky tieto faktory vhodne prepojiť a dosiahnuť ich synergický efekt (obr. 1 a tab. 1). [3]

Tab.1 charakterizuje rozhodujúce faktory úspešnosti, ktoré je možné rozdeliť na 3 skupiny faktorov, ktorými sú náklady, kvalita a služby.



Obr.1 Synergický efekt pôsobenia faktorov konkurencieschopnosti [6]



Tab.1 Rozhodujúce faktory úspešnosti [6]

NÁKLADY	KVALITA	SLUŽBY
Efektívna výroba s nízkymi nákladmi (schopnosť dosiahnuť stupeň rentability)	Schopnosť inovácie výrobného procesu	Rýchla dodávka
Vysoká produktivita pracovníkov	Znalosti z vedeckého výskumu	Silná sieť distribútorov, Schopnosť dosiahnuť vzdialenejšie oblasti
Nízke náklady za prenájom podniku	Kvalita výroby (menej nepodarkov)	Vhodné umiestnenie
Nízke režijné náklady	Atraktívne modely	Príjemní, zdvorilí zamestnanci
Vysoký podiel hodnotenia materiálu	Špičkový talent, vyššia úroveň automatizácie	Žiadne omyly v objednávkach

Výrobný proces podniku a jeho zložky

Výroba je súbor procesov a činností, v rámci ktorých postupne dochádza k premene surovín a materiálov na výrobok. Celý tento súbor nemá len hmotný, transformačný charakter, ale dochádza pri ňom k premenám reprodukčným, hodnotovým a informačným. Výroba sa realizuje prostredníctvom výrobných procesov, ktoré sú teda podsystémami výroby.

Výrobu je možné považovať za **efektívnu**, ak sa uskutočňuje na vysokej technickej a technologickej úrovni, pričom výrobné faktory sa vynakladajú čo najúspornejšie a realizácia výstupu zabezpečuje prijateľný zisk. Pod výrobou v najužšom ponímaní sa rozumie len výroba ako časť transformačného procesu (konkrétna premena výrobných faktorov na výrobky znázornená na obr. 2). Z obr. 2 vyplýva, že produktívny výrobný proces môžeme popísať tromi základnými elementmi [5]:

1. **Vstup** – sú to *výrobné faktory*, ktoré boli do podniku vložené alebo v podniku spotrebované. Vložené výrobné faktory sa vyjadrujú ako hodnota vloženého kapitálu, spotrebované výrobné faktory ako náklady podniku.
2. **Výstup** – sú *výkony* vytvorené za určité obdobie. Používa sa niekoľko kvantitatívnych ukazovateľov, pričom najčastejšie sú vyjadrené objemom výroby, ktorý je chápaný ako naturálny výstup podniku, hoci je vyjadrený hodnotovými ukazovateľmi (ako výnosy, tržby, pridaná hodnota a pod). Za finančný výstup podniku je považovaný hlavne výsledok hospodárenia.
3. **Transformačný proces** – sa dá vyjadriť vzťahom ako *funkcia* S

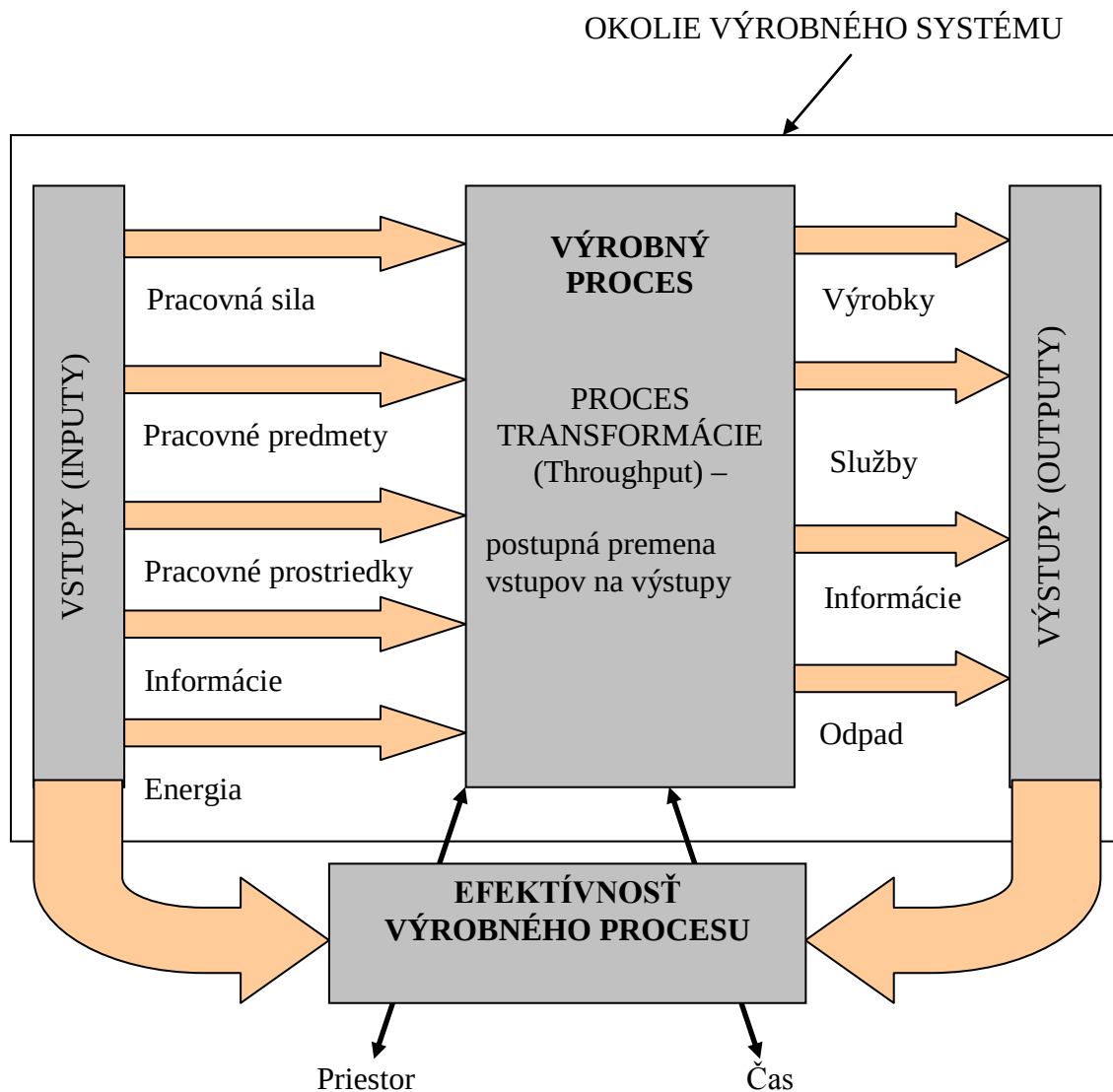
$$S = (A, P, R, G) \quad (1)$$

A – množstvo výrobných úloh, ktoré má výrobný systém vyriešiť,

P – množstvo produktívnych jednotiek, ktoré sú k dispozícii,

R – matica reproduktívna vzťahy medzi produktívnymi jednotkami,

G – zobrazenie priradujúce každej úlohe produktívnu jednotku.



Obr.2 Znáznornenie efektívnosti transformácie vstupov na výstupy [6]

Úspešnosť transformačného procesu

Úspešnosť podnikového transformačného procesu je ovplyvnená riešením troch základných otázok [5]:

- *Čo a aké produkty* bude podnik vyrábať? Jej riešenie patrí k základným strategickým rozhodnutiam v každom podniku. Efektívne hospodáriaci podnik by mal vyrábať len také výrobky, ktoré zákazníci budú požadovať.
- *Čím a akými prostriedkami* bude podnik vyrábať, akou technikou a akú technológiu použije? To je určované vedecko–technickou úrovňou rozvoja a predovšetkým ponukou a dopytom po výrobných faktoroch na trhu. Trh faktorov určuje výšku miezd, ceny výrobných prostriedkov, možnosti ich získania a pod.
- *Ako sa dané produkty vyrobia?* To je dané súťažou medzi jednotlivými výrobcami a súvisí to bezprostredne s predchádzajúcimi otázkami. Najlepší spôsob ako ostať v cenovej súťaži a maximalizovať zisk, je udržať najnižšie náklady uplatnením najefektívnejších výrobných postupov.



Významnú úlohu pri transformácii na výstupy hrá technológia, čo je spôsob, akým pracovníci a pracovné prostriedky pôsobia na suroviny, materiály a polotovary pri ich premene na výrobok. Používaná technológia má značný vplyv na rýchlosť, efektívnosť a kvalitu výroby a tiež na ekológiu (snaha využívať bezodpadové technológie). Výrobu je potrebné neustále zdokonaľovať. Z tohto hľadiska majú význam predovšetkým informácie o najnovších poznatkoch vedecko-technického rozvoja a ich uplatňovanie vo výrobe a pri zdokonaľovaní výrobkov. Analýza procesu výroby a jeho výstupov je podkladom pre také zmeny vstupov, ktoré by umožnili ďalšie zdokonaľovanie výroby. Veľmi dôležitou vstupnou informáciou sú okrem iného aj údaje získané marketingom o požiadavkách zákazníkov. [7]

Je dostačujúce poznať a ovládať technologické postupy, pretože technológia so sebou nesie aj všetky potrebné usmernenia pre výrobu výrobku, jeho zhodnotenie a predaj. Cieľom nie sú akékoľvek výrobky alebo služby, ale iba také, ktoré bude možné realizovať na trhu a získať tak odpovedajúce výnosy (zisk). Transformácia vstupov na výstupy musí prebiehať čo najefektívnejšie, tzn. pri optimálnej spotrebe výrobných činiteľov a teda aj pri primeraných nákladoch. Cieľom výroby je dosiahnuť čo najlepší vzťah medzi výstupmi a vstupmi, teda čo najväčšiu efektívnosť výroby. [5]

Výrobný proces sa dá charakterizovať ako tvorivý proces, ktorého funkciou je tvorba úžitkových hodnôt a predstavuje hlavnú činnosť podniku. Úspešná realizácia výrobného procesu si vyžaduje dôkladnú organizáciu vytvorenú na základe poznania a rešpektovania zákonitostí. [4]

V širšom slova zmysle je možné povedať, že zmyslom a cieľom riadenia výroby je účelne usporiadať činitele výroby do výrobného systému vhodného pre realizáciu určitej výroby a ďalej ovplyvňovať výrobu tak, aby bola úspešná, t.j. aby bol dosahovaný dlhodobý cieľ kladného ekonomického efektu. K tomuto je nepostrádateľný efektívny systém organizácie a riadenia výroby.

Literatúra

- [10] Čermáková, H.: Modelování efektivnosti řízení technologických procesů. Elektronický zdroj. Technická univerzita v Liberci, 2002
- [11] Danko, M., Likavský, A.: Organizácia a riadenie strojárskkej výroby. TU vo Zvolene, 1998, ISBN 80-228-0698-6
- [12] Fiala, P.: Modelování a analýza produkčních systémů. Professional Publishing Praha, 2002, ISBN 80-86419-19-3
- [13] Gregor, M.: Dynamické plánovanie a riadenie výroby. EDIS Žilina, 2000, ISBN 80-7100-607-6
- [14] Kavan, M.: Výrobní a provozní management. Grada Publishing Praha, 2002, ISBN 80-247-0199-5
- [15] Malega, P.: Príspevok k metódam hodnotenia ekonomickej efektívnosti výroby výliskov z plastov. Písomná práca k dizertačnej skúške, Košice, 2006
- [16] Neumaierová, J., Neumaier, J.: Výkonnost a tržní hodnota firmy. Grada Praha, 2002. ISBN 80-247-0125-1



PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE A EXPERIMENTÁLNA DEMONTÁŽ VÝROBKOV





LABORATÓRNE PRACOVISKÁ PRE OVEROVANIE MONTÁŽNYCH A DEMONTÁŽNYCH ČINNOSTI

prof. Ing. Jozef Kováč, CSc.

V štruktúre Laboratória projektovania, riadenia a manažovania výroby Katedry manažmentu a ekonomiky SjF sú pracoviská umožňujúce realizovať experimentálnu činnosť v oblasti montáže a demontáže. Je to novo koncipované laboratórium, ktoré sa zameriava na výskum a vývoj v oblasti projektovania, plánovania, organizácie a riadenia výroby, projektového riadenia, riešenia inovačných, racionalizačných a modernizačných projektov výrobných systémov, ich manažovania a ekonomického hodnotenia predovšetkým u dodávateľov automobilového priemyslu. Laboratórium nemá koncepčne vymedzený žiaden existujúci „pilotný vzor“. Novosť prístupu je v profilácii na aktivity výskumného a výučbového charakteru súvisiace s výrazným zvyšovaním produktivity [1]. V činnosti laboratória je zahrnutá aj oblasť prípravy špecialistov pokrývajúca základné a nadstavbové formy štúdiá a tréningovej prípravy ľudských zdrojov pre prax v uvádzanom segmente činnosti.

V laboratóriu sú realizované laboratórne pracoviská s príslušným laboratórnym vybavením, špecializujúce sa na experimentálne analýzy a optimalizáciu pracovných postupov v hybridných montážnych a demontážnych, paletizačných, baliacich a ďalších finálnych procesoch výroby a špecializovaný učebný segment s didaktickými a počítačovými technickými prostriedkami a softvérovým vybavením podriadeným tréningovému modelu vzdelávania. Laboratórium odvodzuje svoje hlavné ciele od vymedzených smerov rozvoja strojárského priemyslu [1]:

- dynamika inovácií, nové materiály, nové vývojové schémy, nové prvky a systémy výrobkov a technológie ich výroby,
- reinžiniering podnikových procesov, zmeny podnikovej stratégie, konkurenčné postupy, projekty modernizácie výrobných základne, inovácia a príprava a prevádzkovanie nových výrob,
- globalizácia podnikov, sieťová a znalostná ekonomika, informačné a logistické siete, partnerstva, outsourcing, virtuálne organizačné štruktúry a pod.,
- nové techniky vo výskume a vývoji, simultánne inžinierstvo, informačné technológie, inovačné spravodajstvo, techniky tvorivosti, počítačové simulácie, virtuálna realita a iné,
- rast významu ľudských zdrojov, variabilita foriem vzdelávania, tréningové techniky proinovačná orientácia a celoživotné vzdelávanie.

Vo vymedzenom priestore sú umiestnené laboratórne úseky a pracoviská s príslušným technickým vybavením:

1. Úsek špecializovaný na experimentálne analýzy a optimalizáciu pracovných postupov v montážnych, paletizačných, baliacich a ďalších finálnych procesoch výroby obsahuje (obr.1):
 - Ergonomickú modulovú hybridnú pracovnú bunku s technologickým príslušenstvom.
 - Ergonomickú modulovú časť hybridnej linky s dopravnou jednotkou.
 - Demontážne pracovisko.



2. Špecializovaný učebný segment s didaktickým, počítačovým a tréningovým technickým vybavením podriadeným tréningovému modelu vzdelávania:
 - Teoretická príprava (prednášky, tréningové cvičenia, využívanie videookruhu, vizualizácia činnosti z počítačových prezentácií, štúdium technickej dokumentácie a pod.),
 - Praktická tréningová príprava (analýzy pracovných postupov a ich optimalizácia u fyzických vzoriek komponentov a agregátov, nové riešenia, a pod.),
 - Návrhy zmien konštrukcie výrobkov (varianty inovácií),
 - Návrhy technológie (technologický postup, prípravky, náradie),
 - Návrh výroby a jej organizácia riadenie, ekonomické hodnotenie (pracovisko, linka, dielňa, závod).
3. Infraštruktúrne doplnkové vybavenie. Vzduchový rozvod s autonómnym mobilným kompresorom, stojany, panely, zásobníky vzorových výrobkov a technologického vybavenia (prípravky, nástroje, meradlá a prístroje), informačná prezentácia projektovaných riešení výrobných zariadení, buniek a systémov a pod..
4. Počítačová sieť s hardvérovým a softvérovým vybavením pre modelovanie virtuálnej reality vybavená serverovým pracoviskom PC stanicami s príslušenstvom, CAD a iným špecializovaným programovým vybavením (tab.1,obr.2).
5. Integrovaný projektový a manažérsky systém pre projektovanie výrobných systémov. Systém umožňuje integrovať súčasné najmodernejšie projektové, manažérske, informačné, digitalizačné, virtuálne a ďalšie technológie do komplexného celku. Určený je na projektovanie digitálnych výrobných systémov a závodov.



Obr.1 Pohľad na pracoviská montáže a demontáže dožitých výrobkov



Tab.1 Technické prostriedky pre zvýšenie produktivity práce v CAD systémoch a vo virtuálnej realite

	Dátová rukavica Cyber Glove II je určená pre prácu v systémoch DELMIA a CATIA. Výhoda práce s takouto rukavicou spočíva v tom, že pracovník vykonáva reálne pohyby, akoby pracoval s reálnymi objektmi. Ide o rukavicu v ktorej sú zabudované snímače. Prostredníctvom rozhrania sú pohyby rukavice prenášané do počítača. Pracovník s nasadenou rukavicou vykonáva manipulačné pohyby a tie sú následne prenášané do CAD systému. To umožňuje manipulovať s 3D modelmi, vytvárať väzby a pod.
	Trekovacie zariadenie Flock of Birds sa využíva pre sledovanie pohybu datovej rukavice v priestore. Pozostáva z vysielača a senzora. Pracuje na magnetickom princípe. Dosah zariadenia je 1,2m. Zariadenie sa k počítaču pripojuje cez sériový port RS-232.
	Ide o zariadenia, ktoré patria do systémov označovaných ako Computer Aided Sculpting (CAS), teda počítačom podporovaná tvorba modelov. Toto zariadenie umožňuje rýchlu výrobu detailných modelov a taktiež rýchlu tvorbu variantov. Takto vytvorené modely je potom možné použiť aj pre Rapid prototyping. Tieto zariadenia umožňujú vytvárať ľubovoľné typy modelov. Pri práci konštruktér drží v ruke „pero“, ktorým pohybuje v priestore. Pero má silovú spätnú väzbu (force feedback), čo umožňuje presnejšiu prácu v priestore.
	SpacePilot je inteligentný 3D ovladač (myš) s 21+ programovateľnými funkčnými klávesami a 6 stupňami voľnosti pre efektívne a produktívnejšie ovládanie 3D CAD aplikácií napr. Autodesk Inventor, 3ds max, AutoCAD

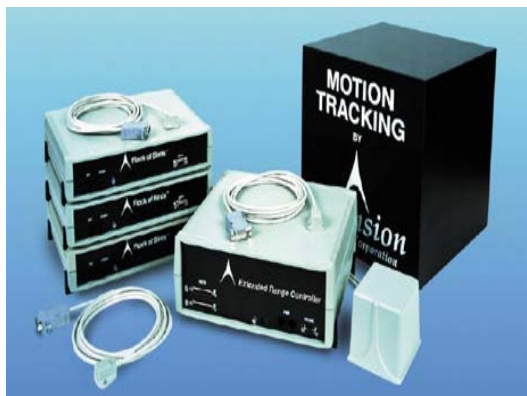


Polohovacie zariadenia pre obojručnú prácu

Tieto zariadenia sú určené ako doplnujúce a ovládajú sa menej dominantnou rukou. Pre pravákov je bežné, že myš držia v pravej ruke a ľavú ruku používajú pre prácu s klávesnicou.

Tieto zariadenia umožňujú ovládať určité operácie, najmä pri práci v 3D ľavou rukou. V prípade používania týchto zariadení výrobca udáva až 30% nárast produktivity a redukciu úkonov, ktoré je nutné vykonať bežnou myšou až o 50%.

Zároveň práca obidvoma rukami je užívateľsky prívetivejšia a produktívnejšia. Pracovisko s využitím druhého polohovacieho zariadenia.



Ascension Flock je zariadenie ktoré zachytáva a prenáša správanie sa pohybového senzora do počítača. Flock sa skladá zo samotného zariadenia, transmittera a pohybového senzora, ktorý sa upevňuje na zápästie. Pripojenie je realizované cez port RS-232C.



Obr.2 Práca s 3D virtuálnou rukavicou CyberGlove II

Literatúra

- [1] Kováč, J., a kol.: Projektová štúdia laboratória projektovania, manažovania a riadenia výroby, SjF TU v Košiciach, 2005



DEMONTÁŽ PRODUKTOV NA KONCI ICH ŽIVOTNOSTI

Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Prienik technickej inovácie do oblasti informačnej techniky možno považovať za jednu z najrýchlejšie sa rozvíjajúcich oblastí elektrotechniky. Elektrotechnický priemysel produkuje obrovské množstvo novej techniky a technológie, ktoré podnecujú profesionálnych užívateľov k rýchlej obmene užívateľských zariadení. Oprava pokazeného prístroja v závislosti od jeho hodnoty a možností spotrebiteľa prestáva byť rentabilná a efektívnejšia je jeho náhrada novým. Všetky vyrobené zariadenia a prístroje, čo už neplnia svoju pôvodnú funkciu, končia svoj životný cyklus a stávajú sa odpadom.

Spomínaný veľký nárast techniky vzbudzuje vzhľadom k ich konečného osudu, obavy z hľadiska životného prostredia. Materiálové zloženie elektroodpadu je nebezpečné z dôvodu uvoľňovania nebezpečných látok. Významným faktorom, ktorý je potrebné spomenúť, je obrovský materiálový potenciál, ktorým nám nenávratne zmizne na skládkach a v spaľovniach.

Členské štáty únie by mali podporovať takú výrobu elektrických a elektronických zariadení, ktorá by zohľadňovala ich demontáž a využitie, hlavne jeho opätovné využitie a recykláciu OEEZ. Potrebné je predovšetkým vytvoriť dostatočné spracovateľské kapacity, ktoré budú disponovať technológiami, zabezpečujúcimi požiadavky na šetrné spracovanie vo vzťahu k životnému prostrediu.

Dôležitý je aj systém zberu, zvozu a celej logistiky. Významné miesto v takom systéme majú teda mestá a obce, prípadne ich združenia a spoločnosti, ktoré podnikajú v oblasti manipulácie s odpadom. Veľmi dôležitým článkom je aj radový občan. Tento musí byť jednak dobre informovaný o zaobchádzaní s OEEZ, a súčasne byť aj dostatočne motivovaný. Nezanedbateľnou a často diskutovanou témou je aj otázka starých záťaží, zodpovednosti za jej riešenie. V tomto prípade je treba brať do úvahy aj fakt, že výrobky, ktoré túto záťaž tvoria, neboli konštruované, tak a z takých materiálov, aby proces recyklácie podporovali. Obsahujú aj viac nebezpečných zložiek. V tab.1 sú limity pre zhodnotenie elektroodpadu a opätovné použitie a recykláciu komponentov, materiálov a látok podľa kategórií elektrozariadení.

Tab.1 Limity pre zhodnotenie elektroodpadu a opätovné použitie a recykláciu komponentov, materiálov a látok podľa kategórií elektrozariadení [7]

Kategória elektrozariadenia	Zber elektroodpadu (%)				Limit (%)	
	2005	2006	2007	2008	pre zhodnotenie elektroodpadu	pre opätovné použitie a recykláciu komponentov, materiálov a látok
Veľké domáce spotrebiče	7	20	46	49	80	75
Malé domáce spotrebiče	4	14	24	27	70	50
Informačné technológie a telekomunikačné zariadenia	7	19	38	37	75	65
Spotrebná elektronika	7	19	32	32	75	65
Svetelné zdroje	1	2	4	5	70	50
Plynové výbojky	0	0,5	1	1	80	80



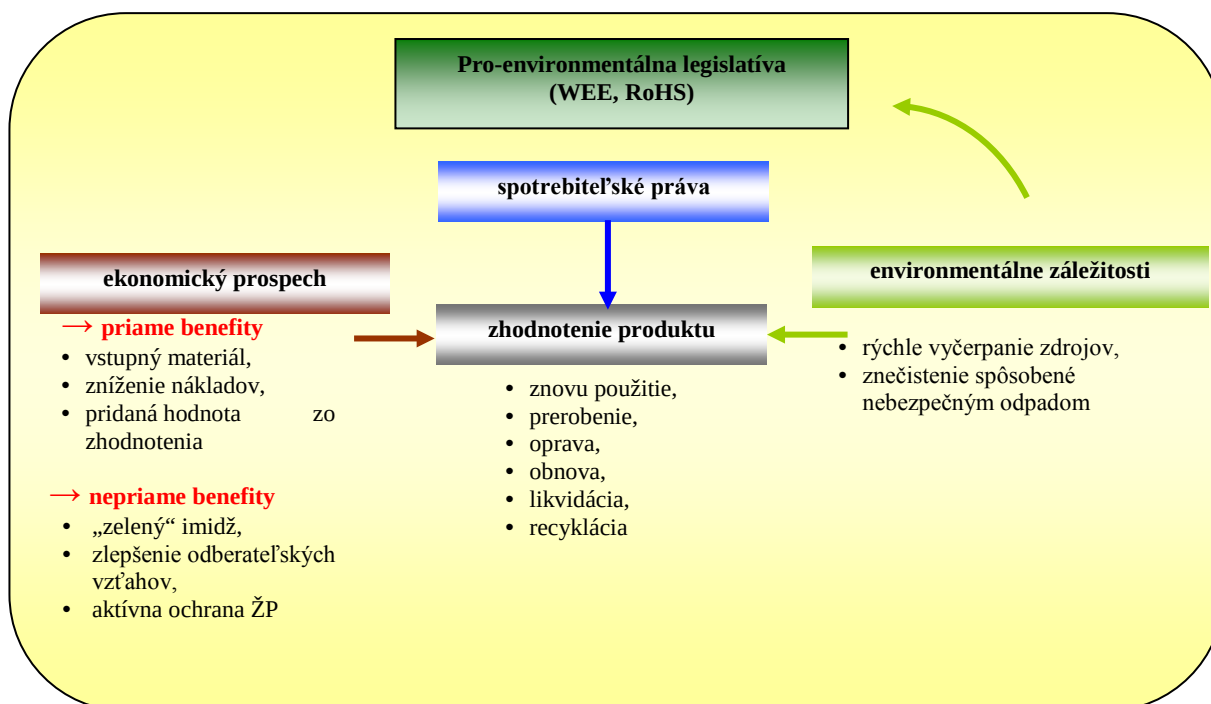
V priemyselnej praxi možno vo všeobecnosti rozlíšiť nasledovné spôsoby recyklácie:

- **recyklácia výrobného odpadu** - ako opätovné využitie odpadov vznikajúcich vo výrobnom procese,
- **recyklácia počas využívania výrobku** - pri zachovaní výrobných tvarov ako spätné použitie už použitých výrobkov alebo dielcov nejakého výrobku do nového štádia spotreby,
- **recyklácia materiálovú**- vrátenie použitých výrobkov resp. ich materiálov do nového výrobného procesu,
- **recyklácia energetickú** - spočívajúcu v získaní energie akumulovanej v odpade, na ktorý nie je možné aplikovať niektorý z predchádzajúcich typov recyklácií.

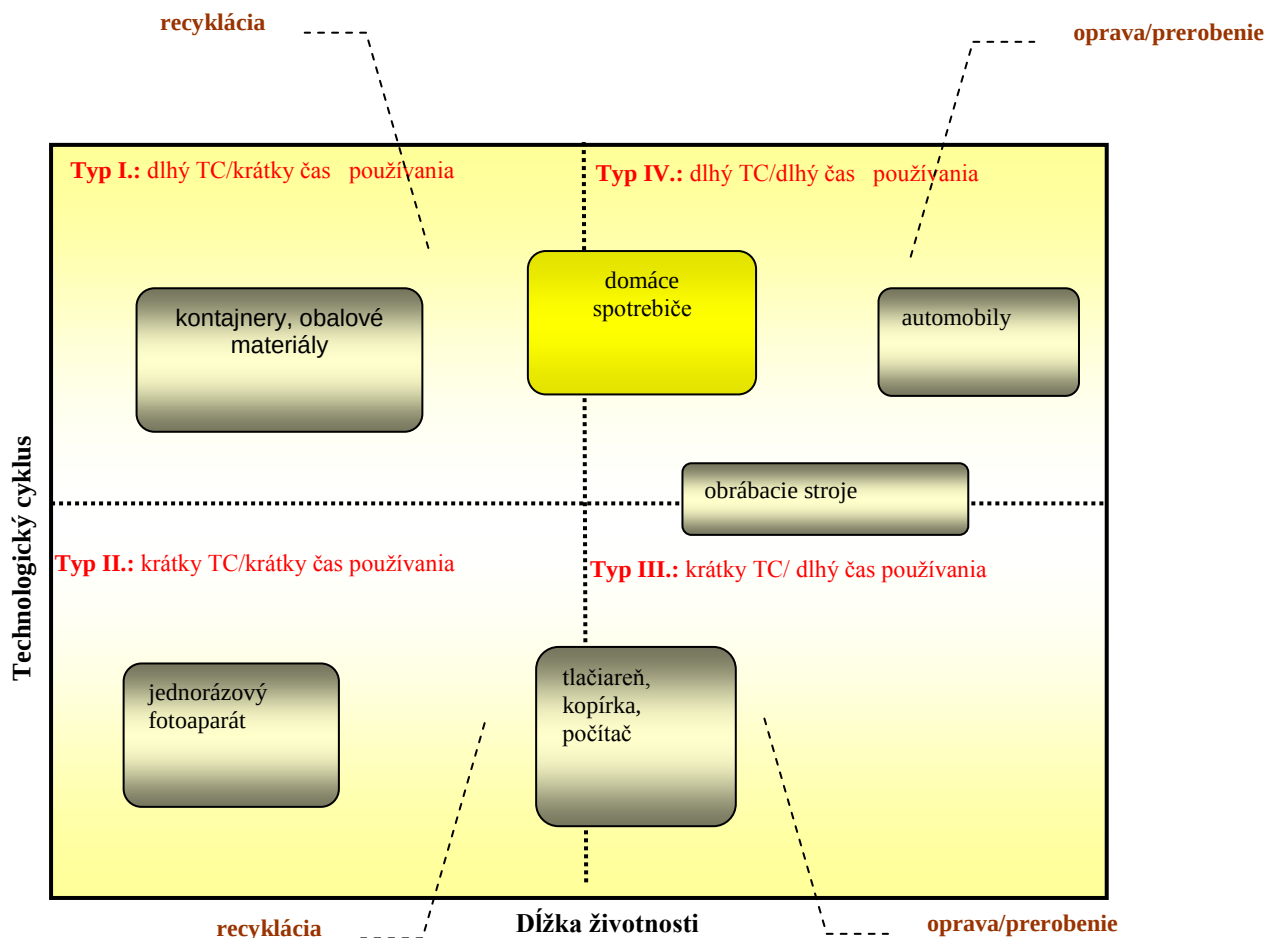
Všetky uvedené smery recyklácie by mali byť podporované v etape prípravy výroby aj počas výroby. Materiálový tok recyklačného systému končí v sklade alebo v biosfére, kde sa zhodnotí tým, že sa stáva zdrojom pre ďalšie výrobné cykly. Účinnosť tohto procesu je daná pomerom recyklovateľného a nerecyklovateľného materiálu. [1]

Úžitkové vlastnosti produktu sa v priebehu jeho životnosti menia. Je to dôsledok rôznych vonkajších a vnútorných vplyvov (opotrebenie, poškodenie, preťaženie, únava), ktoré na neho pôsobia a predurčujú, tak dĺžku jeho prevádzkyschopnosti. Ak už produkt nedokáže plniť funkciu, na ktorú bol pôvodne určený je potrebné sa rozhodnúť o jeho ďalšom využití. Rozhodnutiu o spracovaní produktu na konci jeho životného cyklu prechádza úvaha o tom, prečo vlastne produkt zhodnocovať (obr.1).

Každý produkt je možné „nájsť“ v **matici produktového zhodnotenia** (obr.2), ktorá zaraďuje produkt do typu I., II., III. IV., resp. na rozhranie medzi nimi na základe dĺžky životnosti a technologického cyklu produktu. Na základe zhodnotenia týchto faktorov je možné navrhnúť stratégiu produktového zhodnotenia na konci jeho životnosti.



Obr.1 Prečo produkt zhodnocovať?



Obr.2 Matica produktového zhodnotenia

Výstup z demontážneho procesu

Základným cieľom demontážnych operácií je dospieť k hodnotnému výstupu. V typických demontážnych prevádzkach sa rozlišujú tri triedy výstupu:

1. získané súčiastky alebo montážne podskupiny,
2. masa recyklovateľného materiálu,
3. odpadový materiál (obvykle vznikajú minimálne dva druhy odpadového materiálu, jeden je priamo určený na skládkovanie a druhý je určený na spálenie).

Das a Mathew (1999) zistili, že existuje osem všeobecných tried materiálových výstupov zo spracovania elektroodpadu:

1. železné kovy (oceľ),
2. neželezné kovy (hliník, meď),
3. zdroje drahých materiálov (zlato, striebro, paládium),
4. baliace materiály (živcová pena),
5. sklo a keramika,
6. plasty,
7. nebezpečné časti,
8. papier.



V mnohých priemyselne vyspelých krajinách je povinnosť recyklovania produktov zabezpečená legislatívne a je zrejmé, že všetky procesy recyklovania montovaných výrobkov si vyžadujú v prvej etape ich demontáž. Problémy demontáže sú v niektorých prípadoch technicky komplikovanejšie než montáže. Je potrebné uvažovať s tým, že výrobky môžu byť opotrebované, skorodované, poškodené, ich tvar môže byť zmenený a pod., čo má priamy súvis s náročnosťou ich demontáže.

Problematika elektrických a elektronických zariadení po ukončení doby ich životnosti je vo svete aj v Slovenskej republike veľmi aktuálnou témou a to z viacerých hľadísk: environmentálneho, ekonomického, právneho ale aj technického (technologického). Cieľmi environmentálnej politiky európskeho spoločenstva sú najmä zachovávanie, ochrana a zlepšovanie kvality životného prostredia, ochrana ľudského zdravia, šetrné a racionálne využívanie prírodných zdrojov.

Literatúra

- [1] Lumnitzer, E., Badida, M., Majerník, M., Rusko, M.: Ekologizácia výrobkov a výroby. Košice, ISBN 80-8073-225-6
- [2] S., K., Das, S., Naik: Process planning for product disassembly. International journal of production research 40:66, 1335-1355, Taylor & Francis, 2002
- [3] Šutaj-Eštok, A., Trebuňa, P. et al.: Všeobecná ekonomická teória. 1. vyd.. Košice: TU SjF, 2006. 220 s. ISBN 80-8073-741-X
- [4] Kuperová, M.: Logistika a logistické koncepcie ako kľúčový prvok formulovania konkurenčnej stratégie firmy. In: Obchod, jakost a finance v podnikách - determinanty konkurenceschopnosti. In: Sborník. Mezinárodní vědecká konference, Praha 16.-17.5.2007. - Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. - ISBN 978-80-213-1661-4. - S. 162-165
- [5] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500
- [6] [http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/889F276B0DD50CD8C12570DD0044A057/\\$FILE/Zdroj.html](http://www.rokovania.sk/appl/material.nsf/0/889F276B0DD50CD8C12570DD0044A057/$FILE/Zdroj.html).
- [7] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2008



PROJEKTOVANIE DEMONTÁŽE DOŽITÝCH MONITOROV

Ing. Daniela Bánociová

Široké spektrum zariadení v recyklačnej prevádzke sa rôzni, je dané množstvom funkcií, výrobcom a rokom výroby, čo podmieňuje aj veľkosť spracovaných dávok. V tejto fáze dožitia výrobku je odhad demontážnych/recyklačných nákladov výrobku, ako aj plánovania potrebných opatrení hlavnou činnosťou. Pre každý produkt sa tu za aktuálnych medzných podmienok stanoví optimálny recyklačný proces. Pre demontovateľné výrobky musí byť naplánovaný priebeh demontážnych a procesov, ako aj dimenzovanie demontážnych systémov.

V súčasnosti spravidla chýbajú v recyklačných prevádzkach detailné informácie o výrobkoch. Jednak preto, že výrobcovia sú v tom málo zainteresovaní a prevádzky nemajú k dispozícii informácie o konštrukcii ich know-how. A tiež preto, že práve spomínaný časový interval medzi fázami vzniku výrobku a recykláciou sa javí ako prekážka. Recyklačné prevádzky získavajú chýbajúce informácie tzv. rozkladom vzoriek (modelov). V súčasných krajných podmienkach silno heterogénneho spektra výrobkov je tento spôsob z hľadiska času a nákladov efektívny.

Vo väčšine recyklačných prevádzok sa vykonáva manuálna demontáž výrobku na samostatných pracoviskách. Automatizované riešenia nie sú ešte dostupné. Racionalizačný potenciál, prostredníctvom znalostí o štruktúrovanej demontáži, sa ešte len objavuje. Kvôli nevhodnému dispozičnému riešeniu, a nevhodnému spektru zariadení, je materiálový tok v prevádzke vysoko nákladný.

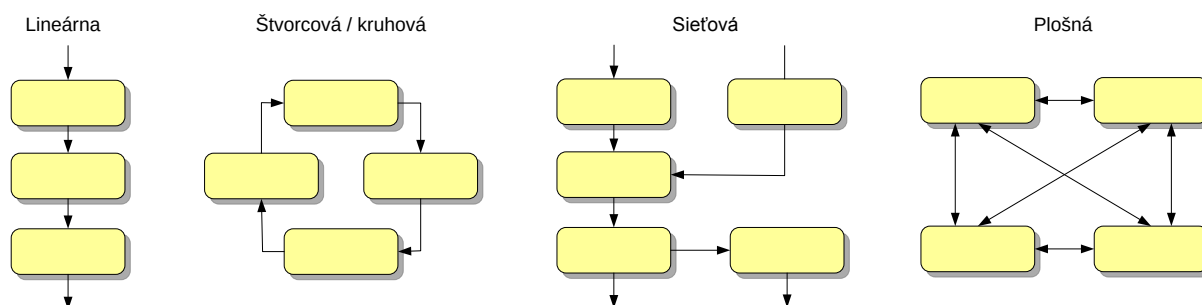
Cieľom je pomocou charakteristík demontáže dožitých výrobkov a konkrétnych medzných podmienok demontážnych prevádzok citlivo naplánovať efektívne a nízko nákladové demontážne postupy a procesy.

Organizačná štruktúra demontáže

Prevládajúcou organizačnou štruktúrou v demontáži je viac ako 66 percentná manuálna demontáž realizovaná na samostatných pracovných miestach. Táto organizácia demontáže sa vyznačuje pasívnymi (nepohyblivými) objektmi demontáže, ktoré sú spracovávané na stacionárnych pracovných miestach. Pracovné miesta tvoria základnú zložku demontážneho systému a sú primerane navrhnuté pre demontované výrobky a vybavené potrebným pracovným náradím (nástroje, frakčné dopravníky, prívod energie a pod.).

V realizovanej štúdii (Hesselbach/Westernhagen 1999) boli zistené principiálne výhody demontáže s rozdelením práce v prípade zložitých homogénnych výrobkoch, ktorú je možné uskutočniť vo forme vhodných štruktúr. Niektoré štruktúry známe z montáže sú na obr.1. V sieťovej a plošnej štruktúre sú náklady na riadenie vysoké. Rozdiel medzi kruhovou a lineárnou spočíva v možnosti viacnásobnej cirkulácie, to znamená, že výrobky môžu obehnúť jednotlivé pracoviská aj viackrát.

Demontáž na samostatných pracoviskách je výhodná hlavne pri relatívne heterogénnych, jednoducho rozložiteľných výrobkoch s relatívne málo rozdielnymi frakciami.



Obr.1 Organizačná štruktúra materiálového toku v demontáži

V prípadovej štúdii zameranej na demontáž monitorov je charakterizovaný koncept pre lineárne organizovanú demontáž s troma pracovnými miestami. Problematickou stránkou pri demontážnych linkách je závislosť a podriadenosť od demontážnych sekvencií (postupností). Len pri homogénnom spektre dožitých výrobkov s podobnou prácnosťou môže dôjsť k výraznému zníženiu vzniku frakcií a zjednoteniu demontážnych činností v rámci pracoviska.

Stanovenie demontážnych sekvencií sa realizuje po vypracovaní demontážneho postupu. V demontáži je možné vypracovať niekoľko variantov demontážnych postupov, nakoľko tu neexistuje toľko obmedzení ako v montáži. Pre dimenzovanie systému vzhľadom na štruktúru materiálového toku má určenie prácnosti a návrh pracovného plánu pre pracovisko dôležitý význam. Prioritným cieľom je redukovanie vzniku frakcií a minimalizácia potrebného náradia na pracoviskách. Týmto sa má znížiť čas na dopravu a roztriedenie, ako aj efektívnejšie sa dá využiť použité náradie a obmedziť častá výmena nástrojov, resp. prestavovanie procesu. K tomu sa musí zaistiť rovnomerné vyťaženie pracovísk.

Pre systematické zohľadňovanie rozdielnych demontážnych sekvencií pre stanovenie prácnosti v rámci určeného počtu združených pracovných miest je rozvíjaná metodika rozhodovania.

Stanovenie prácnosti demontáže

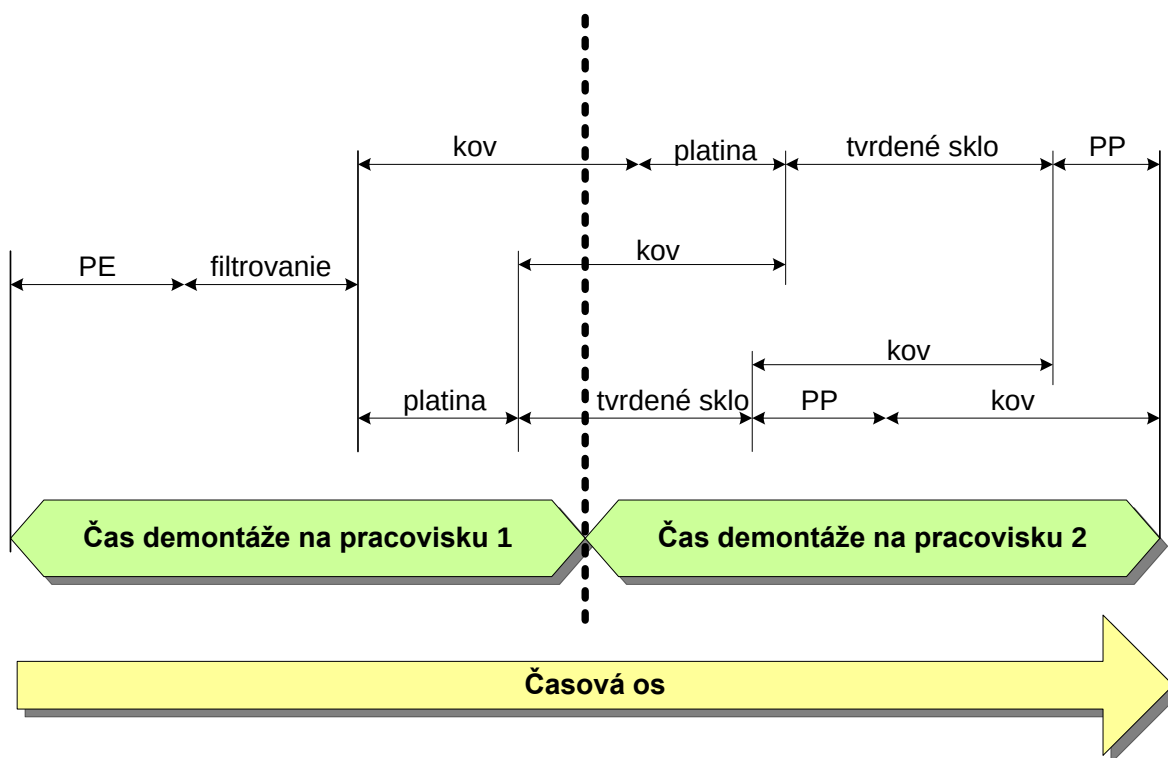
Pri stanovení prácnosti demontáže môže dôjsť k asymetrickému vyťaženiu pracovísk, pretože východiskom je jednotka času určujúca kompletný postup demontovania. Aby sa v lineárnej štruktúre zamedzil vznik problémových miest, je potrebné usilovať sa o rovnomerné vyťaženie každého pracoviska. Rovnomerne znamená, že skutočný čas demontáže sa blíži podľa možnosti čo najviac k svojej ideálnej hodnote. Ideálny je čas, v ktorom zotrúva pracovný systém pri rovnomernom vyťažení. Tento časový podiel sa rozpozná prostredníctvom *časovej medzery*. Časová medzera jedného pracoviska je kvocient z demontážneho času skupiny zariadení a počtu staníc. Demontáž na jednom pracovisku je viac alebo menej časovo náročná, takže odchýlka vyťaženia je s ohľadom na časovú udanú v percentách.

V ďalšej časti sa predpokladá, že pre každý sledovaný výrobok existuje databáza demontážnych sekvencií. Alternatívy tejto postupnosti (sekvencií) musia vychádzať z exemplárneho rozobratia vzorky. Obr.2 zobrazuje na príklade (zjednodušených) dožitých televízorov štyri rozdielne postupnosti, kde namiesto čísiel komponentov sú uvedené zodpovedajúce materiálové frakcie postupu demontovania.



Postupnosť demontáže je nasledovná:

- Postupnosť 1: PE – filtrovanie – kov – platina – tvrdené sklo – PP
- Postupnosť 2: PE – filtrovanie – platina – kov – tvrdené sklo – PP
- Postupnosť 3: PE – filtrovanie – platina – tvrdené sklo – kov – PP
- Postupnosť 4: PE – filtrovanie – platina – tvrdené sklo – PP – kov

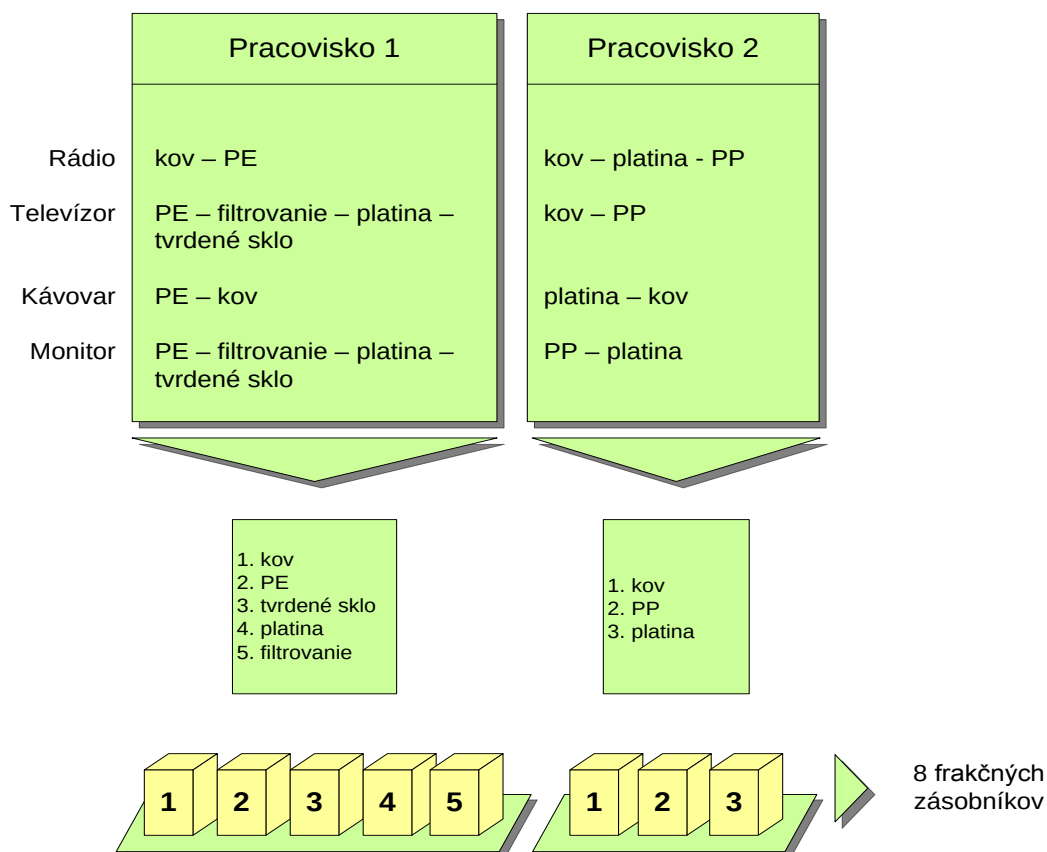


Obr.2 Štyri možné demontážne postupnosti na príklade dožitých televízorov [1]

Obojsmerná šípka označuje časový interval, ktorý si vyžaduje proces demontovania. Nad šípkami sú uvedené prislúchajúce frakcie. Označenie „filtrovanie“ sa vzťahuje na činnosť „odfiltrovania obrazovky“; tu nepatrí žiadna frakcia. Prerušovaná čiara poukazuje na hranice časov demontáže dvoch pracovísk. Na tomto príklade je zrejmé, že v ojedinelých prípadoch môže dôjsť k tomu, že koniec procesu je v súlade s hranicou stanoveného času. Omnoho častejšie však stáva, že hranica časovej medzery „rozdeľuje“ proces (tu na frakcie „kov“ a „tvrdené sklo“).

Metodika rozhodovania, ako aj nasledovné hodnotenie sa zakladá na porovnávaní každej postupnosti výrobku s možnou postupnosťou v inom výrobku. Hodnotenie zohľadňuje jednak počet potrebného náradia a frakčných zásobníkov na pracovisku, a tiež rovnomernosť vyťaženia demontážneho systému.

Pre zoskupovanie postupností vzniká v každom pracovisku isté množstvo frakcií. Súčet frakcií všetkých pracovísk udáva počet zásobníkov, ktoré musia byť pripravené pre zoskupovanie týchto frakcií v danej demontážnej linke (obr.3). Podobný prístup je aplikovateľný v určení potrebného náradia. Ako parameter v časovej vyťažnosti pracovísk slúži štandardná časová odchýlka. Čím sú diferencie vyťažnosti jednotlivých pracovísk menšie (ako sto percent), tým menšia bude odchýlka.



Obr.3 Zoskupovanie postupností a počet frakcií [1]

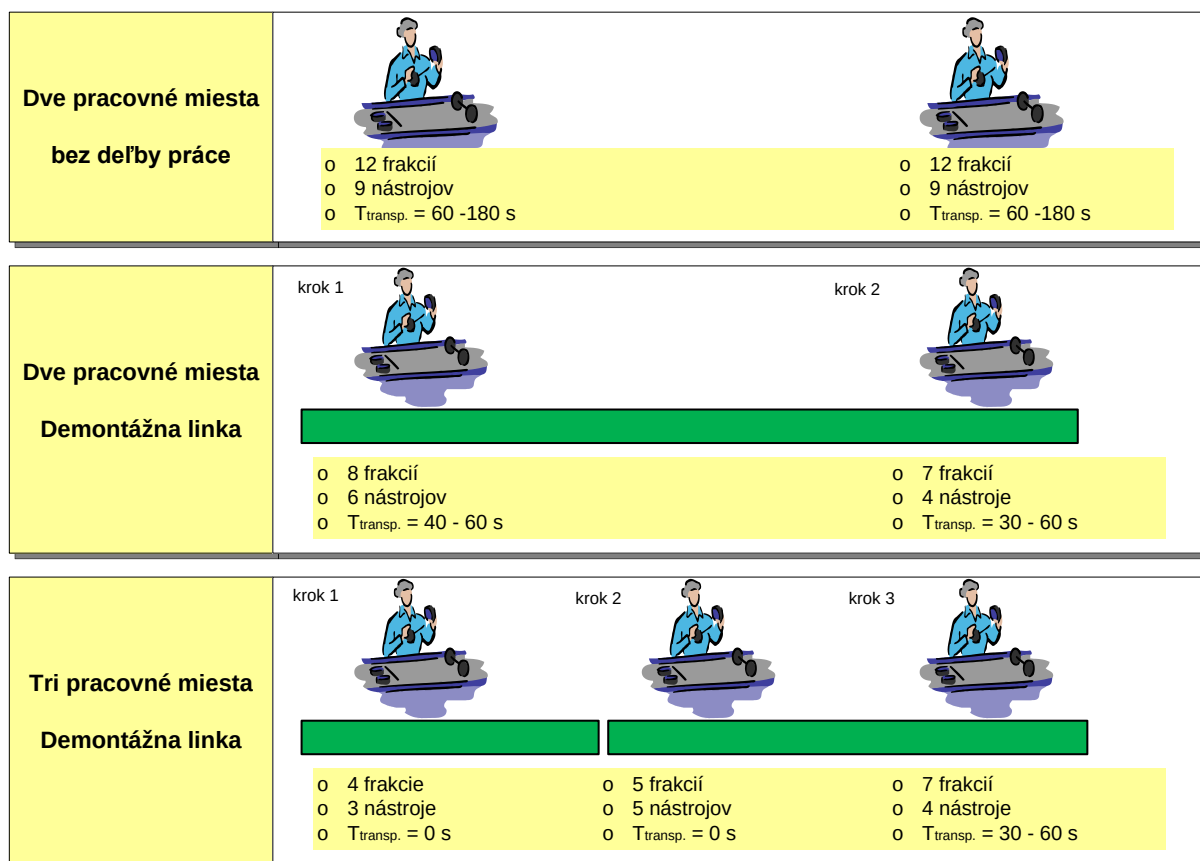
Teda vyplývajú tri možnosti hodnotenia s cieľom zistiť optimálnu demontážnu prácnosť pre dané spektrum zariadení pri zadanej vyťaženosti pracovísk. Pomocou tejto metodiky rozhodovania môže byť naplánovaný optimálny demontážny systém na spracovanie požadovaného spektra výrobkov. Vyšetrovanie demontážnych sekvencií ako hlavného parametra tu vystupuje ako rozhodovacie kritérium.

Aplikácia na spektre výrobkov

Obr.4 predstavuje tri varianty demontážnych systémov rozoberania monitorov. Na dané spektrum výrobku pripadlo 12 frakcií, pričom pre demontovanie bolo potrebných deväť rôznych náradí.

Prvý prípad sa zaoberá dvoma pracovnými miestami bez del'by práce. Za medzných podmienok, že vzhľadom na veľkosť zásobníkov nie je v jednom pracovisku sústredených viac ako päť rôznych frakcií, vznikne pri tomto variante kvôli dodatočnému dopravnému postupu vysoký podiel vedľajšieho času, keďže dôjde k celkovej zásobe frakcií v každom pracovisku. Metodika rozhodovania sa zapojí v prípade tokovej demontáže v linkovej štruktúre s dvoma, resp. troma pracovnými miestami. Tým môže byť výrazne redukovaný vznik frakcií. Pri treťom variante môžu dve pracoviska vybaviť všetky frakcie bez dodatočných dopravných postupov. Vyšetrovanie so štyrmi alebo viacerými pracoviskami v jednej linke oproti tomu zistilo problémy pri dodržaní rovnomerného vyťaženia.

Štruktúrovanie demontáže v zmysle rozdelenia práce predstavuje zároveň predpoklad pre mechanizáciu, resp. automatizáciu deliacich procesov, ktoré sú možné v prípade viacerých produktov.



Obr.4 Porovnanie rôznych demontážnych organizačných štruktúr [1]

V súčasnosti nepostačuje výmena informácií, ku ktorej dochádza medzi výrobcom a recyklačnými prevádzkami. Hlavnou príčinou je síce pochopiteľná snaha výrobcu chrániť a nevzdať sa svojho know-how. Často práve to komplikuje projektovanie recyklačných a demontážnych opatrení a preto efektívna realizácia demontáže nie vždy je možná. Dôsledné zapojenie databáz ako zdroja podstatných informácií do plánovania, ktoré môžu byť využité v ktorejkoľvek fáze životného cyklu výrobku, však postačuje na dokonalé zvládnutie problematiky už dožitého výrobku.

Poskytnutie takýchto údajov recyklačným prevádzkam môže z časti zabezpečiť internet alebo potrebné informácie získajú priamym kontaktom s výrobcom, ktoré by inak museli zhromaždiť prostredníctvom nákladnej analýzy vzoriek. Kvôli ochrane know-how je prístup k týmto informáciám povolený iba recyklačným prevádzkam, ktoré sú „certifikované“ výrobcom.

Literatúra

- [1] Hesselbach, J., Herrmann, C., v. Westernhagen, K.: Datenbanken als Informationsträger von der Produktentstehung bis zur Demontageplanung. Technische Universität Braunschweig, 2002
- [2] Hesselbach, J., Herrmann, C., v. Westernhagen, K.: Elektro(nik)schrott: Umweltgerechte Produktgestaltung und Planung der Demontage. In: VDI/Springer Umwelt, 29, Nr. 3, 1999
- [3] Seliger, G., Perlewitz, H.: Disassembly Factories for the Recovery of Resources in Product and Material Cycles. In: Proceeding of Japanese Society of Precision Engineering. Sapporo, Japan, september 1998



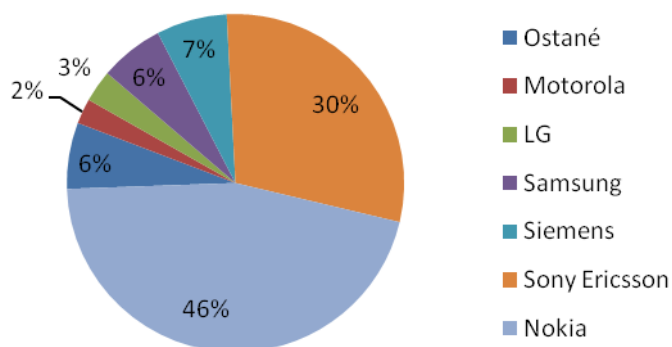
DRUHOTNÉ MATERIÁLY ZÍSKANÉ DEMONTÁŽOU MOBILNÝCH TELEFÓNOV NA SLOVENSKU

Ing. Juraj Šebo, PhD.

Štúdia analyzuje štruktúru používaných a vyradených mobilných telefónov, množstvo používateľov v rámci SR, hmotnostnú štruktúru vybraných typov mobilných telefónov a na základe týchto údajov odhaduje množstvo druhotných surovín, ktoré je možné potenciálne z týchto zariadení získať.

1. Štruktúra v súčasnosti používaných mobilných telefónov podľa výrobcu a typu zariadenia

Nasledujúci obrázok č.1 a tabuľka č.1 ukazujú stav štruktúry a množstva používaných mobilných telefónov okolo roku 2007. Je pravdepodobné, že sa v priebehu niekoľkých nasledujúcich rokov stanú tieto mobilné telefóny odpadom.



Obr.1 Štruktúra množstva používaných mobilných telefónov podľa výrobcu [3]

Pozn. Do položky ostané boli zahrnutí tí výrobcovia, ktorí majú minimálne zastúpenie u súčasných používateľov. Napr. Alcatel, Sagem, Apple a ďalší.

Tab.1 Rebríček v súčasnosti najpoužívanějších MT podľa množstva, výrobcu a modelu

Výrobca	Typ
Nokia	• 6300 • 6233 • 6020 • N73 • 6230i • 3110c • 6070 • N95 • 6120 • 3110 • 2610
Sony Ericsson	• K610i • W200i



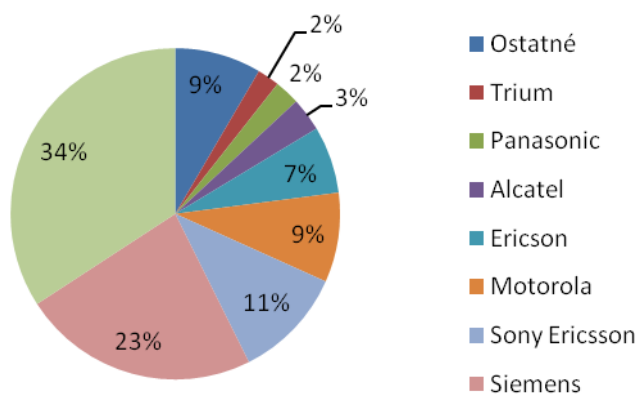
	• K800i • K810i • W810i • K510i • K750i • K550i • K530i
Siemens	• A50 • CX65
LG	• C3310 • KU990

Zdroj: [3] (Pozn. údaje v tabuľke majú skôr informatívny charakter)

Na základe uvedených údajov môžeme predpokladať, že najviac vyradených mobilných telefónov bude od výrobcov Nokia a Sony Ericsson. Konkrétne pôjde o modely Nokia 6300, Nokia 6233, Sony Ericsson K610i a Sony Ericsson W200i.

2. Štruktúra v súčasnosti vyradených mobilných telefónov podľa výrobcu a typu zariadenia

Nasledujúci obrázok 2 znázorňuje súčasnú štruktúru vyradených mobilných telefónov a ich percentuálne zastúpenie podľa výrobcov.



Obr.2 Štruktúra množstva vyradených mobilných telefónov podľa výrobcu [3]

V nasledujúcej tabuľke 2 je vidieť, ktoré typy dožitých mobilných telefónov, od ktorých výrobcov, majú v súčasnosti najväčšie zastúpenie.

Tab.2 Rebríček v súčasnosti dožitých MT podľa množstva, výrobcu a modelu

Výrobca	Typ
Nokia	• 3310 • 3100
Siemens	• A55 • C35 • S55 • C60 • A50

Zdroj: [3] (Pozn. údaje v tabuľke majú skôr informatívny charakter)



Na základe predchádzajúcej tabuľky č 2 a obrázka 2 možno usúdiť, že najpočetnejšie zastúpenými mobilnými telefónmi sú Nokia 3310, Nokia 3100, Siemens A55 a Siemens C35. U týchto mobilných telefónov je v súčasnosti najvyšší potenciál na ich demontáž a ďalšie spracovanie.

Na základe týchto zistení sme si pre hmotnostnú štúdiu vybrali jeden zo spomínaných mobilných telefónov.

3. Hmotnostná štúdia na zistenie množstva druhotných surovín vo vyradených mobilných telefónoch v podmienkach SR

Z nižšie uvedenej tabuľky, ktorá uvádza výsledok hmotnostnej štúdie mobilného telefónu, je zrejmé, že výrazné percento z hmotnosti zariadenia tvorí batéria. Druhý najvýznamnejší podiel na hmotnosti zariadení majú termoplasty, nasledujú dosky plošných spojov. Podiel plexiskla, gumových častí, ocelových častí a ďalších častí je silne závislý na modeli mobilného telefónu.[3]

Tab.3 Hmotnostná štruktúra mobilného telefónu Siemens C35

Materiál	Hmotnosť [g]	percento
Batéria	32,85	30,96%
termoplast	28,8	27,14%
Doska	19,15	18,05%
Oceľ	9,8	9,24%
Ostatné	7	6,60%
Guma	4,75	4,48%
Plexisklo	3,75	3,53%

Zdroj. [3]

4. Odhad spotreby mobilných telefónov v SR

Na výpočet množstva druhotných surovín získateľných z MT na Slovensku potrebujeme údaje o počte MT, ktoré sú potenciálnym odpadom. Takéto údaje však nie sú zastúpené v oficiálnych štatistikách. Na zistenie počtu MT, ktoré sú potenciálnym odpadom preto využijeme dostupné štatistické údaje, ktoré pri výpočte doplníme výsledkami internetového prieskumu.

Štatistický úrad Slovenskej republiky na svojich internetových stránkach uvádza údaje o počte obyvateľov na Slovensku a počty zákazníkov mobilnej siete. Tab.4 ukazuje vývoj počtu obyvateľstva a zákazníkov mobilnej siete.

Tab.4 Vývoj počtu zákazníkov mobilných operátorov

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Počet zákazníkov mobilnej siete spolu	2 226 011	3 011 832	3 678 774	4 275 164	4 540 374	4 893 232	5 697 221

Zdroj: Štatistický úrad SR, 2008

Pozn. Stredný stav počtu obyvateľov na Slovensku v roku 2007 bol 5397766, zaokrúhlene 5 400 000 ľudí.

Základné výsledky prieskumu:

- 329 ľudí vlastní celkom 1374 MT, t.j. 4,18 kusov mobilných telefónov (MT) na obyvateľa.



- Z počtu 1374 MT sa využíva 470 MT a 904 MT majú respondenti odložených.
- Jeden z 329 respondentov teda v priemere používa 1,43 ks mobilných telefónov a 2,75 ks má odložených (Pozn. Internetový prieskum sa realizoval na vzorke 333 respondentov v dňoch 30. marca 2008 až 7. apríla 2008.).[3]

Na základe vyššie uvedených údajov môžeme vypočítať predpokladaný počet aktívne využívaných a odložených (vyrađených resp. aktívne nepoužívaných) MT v rámci Slovenska takto:

1. Za predpokladu reprezentatívnosti nášho prieskumu je počet vlastníkov mobilných telefónov rovný 5 335 135 ($=5400000 \text{ obyvateľov} \times (329/333)$). (Pozn. Výsledku prieskumu nie sú reprezentatívne ale v našom výpočte slúžia ako najlepší možný odhad.)
2. Počet mobilných telefónov, ktoré zákazníci mobilných operátorov aktívne využívajú sa rovná 7 629 243 ($5335135 \text{ zákazníkov} \times 1,43 \text{ aktívne využívaného mobilu na zákazníka}$)
3. Počet mobilných telefónov, ktoré majú zákazníci mobilných operátorov odložené doma a ktoré sú potenciálnym odpadom je rovný 14 671 621 ($5335135 \text{ zákazníkov} \times 2,75 \text{ odloženého mobilu na zákazníka}$)

5. Odhad množstva druhotných surovín v odložených mobilných telefónoch v SR

Za predpokladu, že väčšina mobilných telefónov, ktoré majú zákazníci doma odložené a aktívne ich nevyužívajú má podobné zloženie ako hmotnostne analyzovaný model môžeme vypočítať hrubý odhad potenciálu druhotných surovín, resp. materiálov, ktoré tieto odložené mobilné telefóny predstavujú. Vypočítané údaje sú uvedené v tab.5.

Tab. 5 Odhad potenciálu druhotných surovín(materiálov) v odložených (neaktívnych) mobilných telefónoch na Slovensku

Materiál	Hmotnosť [t]
Batéria	482
Termoplast	423
Doska	281
Oceľ	144
Ostatné	103
Guma	70
Plexisklo	55

Zdroj: prepočet na základe údajov z tabuľky 3 a odhadu počtu mobilov v časti 3.

Mobilné telefóny predstavujú zaujímavý potenciál druhotných surovín. Na komplexné posúdenie výhodnosti alebo nevýhodnosti zberu a recyklácie tohto typu elektrozariadení je však okrem odhadu potenciálu druhotných surovín v mobilných telefónoch potrebné zhodnotiť aj ekonomickú stránku zberu a rôznych demontážnych techník.

Literatúra

- [1] Štatistický úrad Slovenskej republiky. [<http://www.statistics.sk> (6.10.2008)],
- [2] Vyhláška č. 208/2005 Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 29. apríla 2005 o nakladaní s elektrozariadeniami a s elektroodpadom,
- [3] Fedorko, M. Recyklačná demontáž dožitých mobilných telefónov, Bakalárska práca, SjF, TU v Košiciach, 2008,
- [4] Smernica 2002/96/ES Európskeho parlamentu a rady z 27.januára 2003 o odpade z elektrických a elektronických zariadení (OEEZ - WEEE).



RUČNÁ DEMONTÁŽ MOBILNÝCH TELEFÓNOV

Ing. Juraj Šebo, PhD.

Z hľadiska určenia efektívnosti demontáže mobilných telefónov, je potrebné vykonať experimentálnu demontáž niekoľkých vzoriek (typov) zariadení. Demontáž sa vykonáva manuálne, so štandardne dostupnými nástrojmi. Sledovanými ukazovateľmi sú: náročnosť demontáže, čas demontáže a materiálová štruktúra zariadení.

Stromový rozklad mobilného telefónu

Rozklad zariadenia na jednotlivé uzly a následne na diely je možné vidieť na obr.1. Pri tomto type zariadenia, je rozklad možné rozdeliť na tieto základné časti:

1. Odobratie základných voľných častí telefónu, ako je kryt batérie, batéria a podobne. Na tento úkon nie je potrebný žiaden nástroj.
2. Odobratie krytov zariadenia. Na tento úkon nie je potrebné špeciálne náradie. To ale závisí od konkrétneho typu telefónu. Konektory, kovová anténa a iné časti sa oddelili samé, vzhľadom na to, že boli uchytené len tlakom krytov a iných dielov.
3. Oddelenie displeja od základnej dosky a jeho rozobratie na jednotlivé diely.
4. Odobratie veľkých kovových častí zo základnej dosky. Na tento úkon je nutné použiť hrubšiu silu a náradie.

Časti, u ktorých je jednoznačne možné určiť materiál, sú vhodné na recykláciu. Diely, ako sú základné dosky, konektory a ďalšie časti, kde sú pevne spojené dva a viac materiálov, je nutné postúpiť na ďalšie špecializované spracovanie.

Časová a hmotnostne-štruktúrna štúdia demontáže

Tab.1 Časová štúdia demontáže mobilného telefónu - vzorový formulár

Operácia	nástroj	čas (s)
Odobratie batérie	ručne	00:01,8
Odobratie antény, odskrutkovanie zadných skrutiek	...	...
Odobratie zadného krytu		
Očistenie zadného krytu od gumených častí a zvyškov konektorov		
Rozmontovanie displeja (zadná strana)		
Očistenie zadného krytu displeja od gumených častí		
Odobratie dosiek plošných spojov od predného krytu		
Odobratie zvyškových častí z krytu		
Odobratie plastových častí z displeja		



Tab.2 Hmotnostne – štruktúrna štúdia - vzorový formulár

Názov súčiastky	Hmotnosť [g]	Percentuálne zastúpenie na celkovej hmotnosti [%]	Materiálová skupina	Kategória odpadu
Plastové kryty	21,9	27,121%	termoplast	O
batéria	...	...	...	...
anténa				
dosky plošných spojov				
klávesnica				
prieľadný kryt displeja				
ozdobné zrkadielko				
obruba displeja				
displej				
fólie displeja				
kryt displeja				
gumové tesnenie				
skrutky				
gumové prvky				
zbytkové časti				O
Σ				



Obr.1 Stromový rozklad MT



Priemerný čas demontáže mobilného telefónu

Priemerný čas potrebný na demontáž mobilného telefónu, podľa informácií uvedených v časových štúdiách bude napríklad x minút resp. sekúnd. Potom počet kusov vyrobených za 1 hodinu jedným pracovníkom vypočítame nasledovne:

$E_{ef} = 3600 \text{ sec.}$ – efektívny časový fond,

$T_{dz} = x \text{ sec.}$ – čas demontáže zariadenia,

M_{dz} – množstvo demontovaných zariadení.

$$M_{dz} = \frac{E_{ef}}{T_{dz}}$$

Vo výpočte nie sú zahrnuté časy na manipuláciu so zariadením a na výmenu nástroja.

Reálne množstvo takto spracovaných mobilných telefónov závisí na zložitosti konštrukcie telefónu, na typovej štruktúre dodávaných mobilných telefónov a na stupni automatizácie demontáže a od znalosti spôsobov demontáže jednotlivých modelov.

Potenciálne výstupy z vyššie uvedených analýz (štúdií)

- Existujú rozdiely v náročnosti demontáže u starších a novších modelov zariadení ? (Např.: iné typy spojov, zložitejšia konštrukcia, počet menších dielcov)
- Existujú rozdiely v časovej náročnosti demontáže u starších a novších modelov zariadení ?
- Existujú rozdiely v hmotnostnej štruktúre u starších a novších modelov zariadení ?
- Aký podiel na hmotnosti zariadení majú základné materiály, a to najmä plasty (resp. termoplasty) guma, oceľ ? Aký je podiel kompozitných materiálov (např. plast-kov) ?
- Aké percento z hmotnosti určitého typu zariadení tvorí batéria ? (Pretože batérie ako také sú nebezpečným odpadom.)
- a pod.

Literatúra

- [1] Ciupek, M.: Beitrag zur simulationsgestutzten Planung von Demontagefabriken fur Elektround Elektronikaltgeräte, TU Berlin 2004
- [2] Bánocová, D.: Experimentálna demontáž mobilných telefónov, In.: Trendy v systémoch riadenia podniku 2008, ISBN 978-80-553-0115- 0
- [3] Kováč, J., a kol.: Projektová štúdiá laboratória projektovania, manažovania a riadenia výroby, SjF TU v Košiciach, 2005
- [4] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Viena, Košice, 2000
- [5] Fedorko, M.: Recyklačná demontáž dožitých mobilných telefónov. Bakalárska práca, SjF TU v Košiciach, 2008, 48 s.



MORFOLOGICKÁ ANALÝZA DEMONTÁŽNEHO PROCESU REFERENČNÉHO VÝROBKU

Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Metóda morfolologickej analýzy je vo svojej podstate uplatnením systémového prístupu, keďže si vyžaduje systematické skúmanie a kombinovanie prvkov príslušného systému na určenie úplnej množiny teoretických riešení s konečným výberom optimálneho riešenia. Morfologická analýza je aplikovateľná pri riešeníach zložitých systémov, kde dodržaním zásady vopred nevylučovať zdanlivo nezmyselné riešenia je možné podnecovať tvorivé myslenie a nájsť principiálne nové riešenia.

Široké uplatnenie morfolologickej analýzy je predovšetkým pri riešení technologických problémov. Princípom je identifikácia relatívne všetkých možností riešenia daného problému, ktoré vytvárajú bázu pre hľadanie optimálnej cesty cez variabilitu možných riešení.

Základným pravidlom metódy morfolologickej analýzy je to, že najskôr je z prvkov riešení pomocou permutácií vytvorená celá škála možných alternatív a až potom sa uvažuje o samotnej technickej a ekonomickej stránke riešenia.

Proces morfolologickej analýzy je možné zhrnúť do nasledujúcich krokov:

1. analýza a formulácia problému,
2. dekompozícia na relatívne samostatné prvky,
3. určenie a analýza parametrov charakterizujúcich jednotlivé zložky,
4. stanovenie možných hodnôt definovaných parametrov,
5. systematická identifikácia všetkých možných alternatív riešení (kombináciou),
6. eliminácia tých možností, ktoré nie je možné realizovať, resp. tých, ktoré majú neprípustnú kombináciu parametrov,
7. výber optimálneho variantu riešenia problému s odôvodnením výberu.

Riešenie morfolologickej analýzy sa sústreďuje buď do morfolologickej matice, alebo do morfolologickej skrinky, ktorej riadky predstavujú parametre a stĺpce možné hodnoty týchto parametrov. Riešením je spojnica, ktorá spája zvolené a realizovateľné hodnoty.

Aplikácia morfolologickej analýzy pre modelovanie demontážnych procesov referenčného produktu

Všestrannosť využitia metódy morfolologickej analýzy pre riešenie rôznorodých problémov otvorila možnosti aplikovať ju nielen všeobecne, ale konkretizovať ju aj na vybraný referenčný produkt, resp. pri modelovaní demontážnych procesov referenčného produktu, a tým dokázať pružnosť a efektívnosť jej použiteľnosti.

Vzhľadom k rozsiahlosti variantov, ktoré by mohli vytvorením jednej morfolologickej matice vzniknúť (aj niekoľko miliónov, sto tisíc), ak by sme do nej zahrnuli všetky potrebné parametre, pristúpilo sa k vytvoreniu piatich morfolologických matíc.

Pri tvorbe morfolologickej matice pre referenčný produkt sa vychádzalo z logickej postupnosti všeobecnej morfolologickej matice, teda zo spomínaného súboru morfolologických matíc. Tie osobitne posudzovali charakteristiky z hľadiska:

1. systémovo-štrukturálnych znakov,
2. špecifikácie parametrov produktu,
3. demontážnych technológií,



4. zabezpečenia demontážneho pracoviska strojmi, nástrojmi, pomôckami, atď.,
5. organizácie práce.

Toto rozhodnutie umožnilo vytvoriť prehľadnejšie podklady pre fázu rozhodovania o optimálnom spôsobe demontáže. Zároveň sa otvorila cesta pre vypracovanie všeobecnej metodiky pre modelovanie demontážnych procesov rôznych dožitých produktov. Pre navrhnuté zohľadňované parametre produktu boli navrhnuté charakteristiky a možné alternatívy riešenia. Za referenčný produkt bol zvolený **kávovar**, keďže svojou kompozíciou zodpovedá špecifikám kladeným na vybranú kategóriu produktov spotrebnej elektroniky.

Parametre referenčného produktu

Technické parametre

Rozmery: šírka 28 cm
 výška 36/42 cm
 hĺbka 37 cm

Váha: 14 kg

Prípojový kábel: 120 cm

Príslušenstvo a odnímateľné časti:

- centrálna jednotka,
- zásobník vody s krytom,
- zásobník kávy s krytom,
- zásobník použitej kávy,
- zásobník na odpad vody s roštom.

Životnosť referenčného produktu je približne 4 roky, čo predovšetkým závisí od spôsobu zaobchádzania alebo od rozhodnutia spotrebiteľa vymeniť ho za vyššiu produktovú radu. Spoľahlivosť produktu je definovaná časom do jeho prvej poruchy. Rozsah poruchy je priamo úmerný miere schopnosti plniť svoju pôvodnú funkciu. Čo sa týka referenčného produktu, k poruchám dochádza predovšetkým zo zanášania kotla (tým sa zanesú aj teflónové hadičky), opotrebenia čerpadla, mlecích kameňov, deformácie tesnení. Týmto zmenám je možné vo veľkej miere čeliť pravidelnou starostlivosťou zo strany spotrebiteľa alebo v rámci autorizovanej servisnej údržby, čím sa predlžuje životnosť referenčného produktu. Ten však obsahuje aj také časti, ktorých oprava je nemožná, resp. neefektívna ako napr. oprava elektroniky, motora mlynčeka a pod. Preto dôležitým krokom v rámci zhodnocovania produktu je rozhodnúť sa z viacerých možností o jeho ďalšom využití. Prvou je výmena napr. elektroniky za novú a touto cestou obnoviť pôvodnú funkčnú stránku produktu, druhou je využitie ostatných funkčných častí z nefunkčného referenčného produktu ako náhradných dielov pre ešte použiteľné kávovary a treťou je kompletne materiálové zhodnotenie produktu. Je teda na rozhodnutí kompetentného, pre aký smer sa z hľadiska svojich technických a ekonomických možností rozhodne.

Na základe tohto rozhodnutia, resp. tejto úvahy na počiatku tvorby morfolologickej matice je ovplyvňované aj bodové ohodnotenie uvažovaných variantov (pre každú charakteristiku prvku systému bolo uvažovaných niekoľko možností). Konkrétne pri tvorbe uvedenej morfolologickej matice (tab.1) bolo uvažované zhodnotenie produktu dvomi cestami: *cestou využitia použiteľných komponentov a súčiastok pri opravách a nepoužiteľných cestou recyklácie.*



Tab.1 Morfológická matica pre optimálny výber z možných variantov [6]

Zoznam zariadení podľa druhov z kategórie 2 podľa Z.z. zákona o odpadoch č. 223/2001:

druh č. 1: Vysávače.

druh č. 2: Čističe kobercov.

druh č. 3: Iné spotrebiče na čistenie.

druh č. 4: Spotrebiče, ktoré sa používajú na šitie tkanie a iné spracovanie textilu.

druh č. 5: Žehličky a iné spotrebiče na žehlenie, mangľovanie a inú starostlivosť o šatstvo.

druh č. 6: Hriankovače.

druh č. 7: Fritézy.

druh č. 8: Mlynčeky, KÁVOVARY a zariadenia na otváranie a zatváranie nádob alebo obalov.

druh č. 9: Elektrické nože.

druh č. 10: Spotrebiče na strihanie vlasov, sušenie vlasov, čistenie zubov, holenie, masáž a iné spotrebiče na starostlivosť o telo.

druh č. 11: Hodiny, hodinky a zariadenia na meranie, ukazovanie alebo zaznamenávanie času.



charakteristika prvkov systému	možné alternatívy riešenia prvku systému												
druh zariadenia z kategórie 2	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8. 15	9.	10.	11.	12.	13.
tvar	plochý	rotačný	hranatý 15		zložitý (nepravidelný)								
veľkosť	veľká	15 stredná	malá										
hmotnosť	do 10kg	15 do 15	do 30		do 50		nad 50						
špeciálny spôsob demontáže	15 nie	áno		bod rozpojenia variantov									
recyklovateľnosť	15 možná	nemožná											
druh demontáže	úplná deštrukcia	recyklačná		oprava, renovácia		kombinácia 6							
charakter demontáže	kusová	sériová		hromadná									
typ pracoviska podľa stupňa automatizácie	ručné 13	hybridné		7		automatizovaná		automatická					
počet pracovníkov	13 1-3	7 4-6		7 7-10		10 a viac		6					
usporiadanie pracoviska	15 individuálne	bunkové		linkové		7							
flexibilita pracoviska	15 neflexibilné	univerzálne		stredne pružné (s nutnými malými úpravami)		12		vysoko pružné 13					

možná – získavanie druhotných surovín, nemožná – skládkovanie, likvidácia

špeciálny spôsob napr. pre CRT obrazovky, chladničky, mrazničky, a pod.

veľké napr. typu chladnička, pračka, mraznička, el. radiátory,...

stredné napr. typu mikrovlné rúry, kávovary, mlynčeky, vysávače, monitory, tlačiarne,...

malé napr. typu el. nože, váhy, hriankovače, žehličky,...

1. variant riešenia
134

2. variant riešenia
optimálne riešenie
173

3. variant riešenia
136





Počet potenciálnych riešení vyplývajúcich z vytvorenej morfolologickej matice je možné stanoviť dosadením počtu prvkov do vzťahu pre výpočet permutácií prvkov v matici a je nasledovný:

$$P = \prod_{i=1}^m p_{i,j} = 13 * 4 * 3 * 5 * 2 * 2 * 4 * 3 * 4 * 4 * 3 * 4 =$$
$$= 7\ 188\ 480 \text{ možností.}$$

Výsledok z výpočtu dokazuje fakt, že týchto možností je veľmi veľa. Snahou však bolo týmto prístupom k riešeniu danej problematiky uviesť možné varianty postupov demontáže referenčného produktu, teda aj nereálne (cieľom bolo vyprodukovať, čo najviac možností) a následne elimináciou nereálnych riešení a zohľadnením technickej a ekonomickej stránky zo schémy vybrať riešenie optimálne.

Z bezproblémovej aplikovateľnosti metód morfolologickej analýzy na referenčný produkt je možné konštatovať, že sú výhodné z hľadiska podpory využívania modulovosti vo výstavbe demontážnych systémov. Výhodnou je aj fakt, že morfologické analýzy je možné vytvárať v rozličných etapách projektových aktivít. Podporujú vznik variantných riešení, pričom slúžia ako nástroj inovačných aktivít. Systémový prístup umožňuje vysoký stupeň abstrakcie potrebný pri simulačných a optimalizačných postupoch.

Literatúra

- [1] Das, S., K., Naik, S.: Process planning for product disassembly, IN: International Journal of Production Research, vol. 40, no. 6, ISSN: 0020-7543, Taylor and Francis. Ltd., 2002, dostupné na: <http://www.ecodesign.gr/docs/DFD/tayl2.pdf>
- [2] Adderon-Kiril Penev: Disassembly and recycling of electronic consumer products: an overview IN: Technovation, Vol. 15, no. 6, Elsevier Science Ltd., 1995, 363-374, dostupné na: <http://alexandria.tue.nl/repository/freearticles/612587.pdf>
- [3] Gupta, S., M., Lambert, A., J., D.: Environment Conscious Manufacturing, CRC Press, Florida, USA, 2007, ISBN: 0-8493-3552-3
- [4] Lambert, A., J., D., Gupta, S., M.: Disassembly Modeling for Assembly, Maintenance, Reuse, and Recycling, CRC Press, 2005, Florida, USA, ISBN 1-57444-334-8
- [5] Štangová, N., Valenčáková, E., Žigová, S.: Plánovanie ako manažérska funkcia vo VS. Banská Bystrica : Ekonomika a spoločnosť. Vedecký časopis Ekonomickej fakulty UMB v Banskej Bystrici, roč. 4, č. 2/2003, s. 179 – 184. ISSN 1335-7069
- [6] Pekarčíková, M.: Implementácia inovačných nástrojov tvorby logistických modelov demontážnych procesov. Diz. práca, SjF TU v Košiciach, 2008



RACIONALIZÁCIA DEMONTÁŽNEHO PROCESU PRÁČKY

Ing. Edita Szombathyová

Ochrana životného prostredia kladie vysoké nároky aj na výrobcov elektronických a elektrických zariadení. Výrobcovia by mali zabezpečiť taký spôsob výroby zariadení, ktorý by zohľadňoval aj možnosti jednoduchšej a efektívnejšej demontáže a tiež komplexnejšiu recykláciu jednotlivých druhov materiálov.

Proces recyklačnej demontáže je charakterizovaný nasledovnými parametrami:

- **čas demontáže** = čas, ktorý je potrebný na rozpojenie výrobku, vrátane času, potrebného na uvoľňovanie väzieb spojovacích prvkov, konštrukčných celkov a obsluhy náradia,
- **náklady na demontáž** = sú ovplyvnené časom demontáže a nákladmi, ktoré vznikajú odstraňovaním demontovaných častí,
- **stupeň demontáže** = vyjadruje detailnosť demontáže, pričom sa zohľadňujú možnosti separovania, nedeštruktívneho delenia použiteľných častí a pod.,
- **postupnosť demontáže** = poradie rozoberania jednotlivých častí výrobku.

Na základe využitia týchto parametrov demontáže je možné zostaviť optimálny postup recyklačnej demontáže. [1]

Aby demontáž nebola finančne nákladná, pozornosť sa zameriava aj na oblasť jej prípravy. Pre znižovanie nákladov na demontáž je potrebné dodržiavať nasledovné pravidlá:

- stanovenie zmysluplného rozsahu demontáže po stránke hospodárskej aj ekologickej,
- demontované časti je vhodnejšie triediť podľa materiálu a nie podľa druhu častí,
- umožnenie jednoduchšej mechanizácie alebo automatizácie demontáže,
- vyvarovanie sa poškodeniu častí, ktoré sa dajú opraviť a použiť,
- podpora triedeného zberu a evidencia materiálov.

Napriek existencii vyspelých strojov a systémov sa v súčasnosti pri demontáži využíva väčšinou ručná, resp. čiastočne automatizovaná práca.

Manuálna demontáž je tradičný, v niektorých prípadoch z technického a ekonomického hľadiska nevyhnutný spôsob likvidácie výrobkov. Využíva sa pritom prevažne energia rúk pracovníkov. Za ručnú demontáž sa považujú aj také činnosti, pri ktorých sa využíva mechanizované náradie (v menej ako tretine demontážnych činností).

Charakteristické pre ručnú demontáž je:

- používanie jednoduchých prípravkov,
- používanie univerzálnych demontážnych nástrojov,
- ustavovanie spájaných súčiastok pri ich minimálnom premiestnení,
- ekonomická manipulácia a doprava výrobkov a demontovaných uzlov, súčiastok a materiálov,
- ergonomicky optimálne pracovné miesto pracovníka (opierky rúk, nôh a pod) [3].



Postup demontáže automatickej práčky je možné rozložiť do niekoľkých základných krokov:

- pre určenie postupu demontáže je potrebné mať k dispozícii kompozičnú skladbu výrobku, teda zostavový výkres a zoznam súčiastok, z ktorých sa práčka skladá.
- určenie poradia demontážnych činností. Keďže v prípade automatickej práčky ide o zložitý výrobok, postup demontáže pozostáva z niekoľkých desiatok demontážnych činností.
- zhodnotenie vhodnosti súčiastok na recykláciu, renováciu alebo likvidáciu.
- prispôbenie pracoviska a jeho vybavenie potrebným náradím a pomôckami.
- uskutočnenie demontážnych činností.
- ukladanie demontovaných komponentov do kontajnerov s rešpektovaním materiálového zloženia.

V rámci analytickej časti výskumu bolo zistené nasledovné materiálové a hmotnostné zloženie vybraného typu práčiek – pozri tab. 1, spracovanú na základe [2].

Tab.1 Materiálové a hmotnostné zloženie

Druh materiálu	Celková hmotnosť komponentov [kg]
Železný materiál	24,375
Neželezný materiál	0,955
Sklo	1,65
Plasty	6,665
El/Elektronický materiál	6,715
Ostatné	30,76

Demontáž prebiehala na samostatných pracoviskách a bola rozčlenená na jednotlivé demontážne operácie od odstránenia vtokovej a odpadovej hadice a istiacich matíc až po rozrezanie prázdnej skrinky práčky. Prehľad hlavných operácií, ako aj počet čiastkových operácií, je uvedený v tab.2. [2]

Tab.2 Hlavné demontážne operácie

Hlavná operácia	Počet čiastkových operácií
Demontáž bočnice skrine, uvoľnenie lišty z nádrže	6
Demontáž panela, ovládačov	11
Demontáž agregátu zo skrine	11
Demontáž prepádovej trubice	3
Demontáž držiaka elektrických dielov	10
Demontáž hadice od ventilu, zarážky, osky, dvierok a hrdla nádrže	13



Na základe prevádzkových meraní boli zistené nedostatky a časové straty pri súčasnom spôsobe demontáže. Pre zdokonalenie existujúcich demontážnych činností boli prijaté dva návrhy.

Ukladanie jednotlivých demontovaných častí práčky do pripravených kontajnerov podľa druhu materiálu. Kontajnery sú pripravené priamo na demontážnych pracoviskách a sú určené na ukladanie všetkých druhov materiálov, uvedených v tab. 2, plus kontajner na farebné kovy. Kontajnerizácia teda tvorí súčasť technologického postupu demontáže a tým umožňuje priamo v procese demontáže komplexné triedenie demontovaných častí práčky podľa druhu materiálu. Z ergonomického hľadiska je potrebné riešiť umiestnenie kontajnera na demontážnom pracovisku tak, aby nevznikali neekonomické pohyby a nedochádzalo k zvyšovaniu záťaže pracovníkov.

Po roztriedení materiálov nasleduje zhodnotenie stupňa recyklácie týchto materiálov resp. súčiastok a podľa vhodnosti ich zadelenie na opätovné zhodnocovanie, obnovovanie, resp. zneškodňovanie.

Vzhľadom k tomu, že práčka pozostáva prevažne z ocelevej konštrukcie, jej recyklovateľnosť je vysoká. Viac ako polovica jej hmotnosti je využiteľná v oceliarnstve. [5].

Zavedenie jednoduchej linky na demontáž práčok a zapojenie čiastočnej automatizácie pre uľahčenie demontážnych činností.

Vstup do demontážneho procesu predstavuje práčka, dopravená na pásovom dopravníku. Na jednotlivých pracoviskách sa uskutočňujú čiastkové demontážne operácie podľa vopred stanoveného technologického postupu, až po finálne rozkladanie práčky na súčiastky a triedenie podľa materiálového zastúpenia.

Výstup z jednoduchej demontážnej linky tvoria komponenty práčky, uložené vo farebne rozlíšených kontajneroch.

Demontážna linka je tvorená systémom pásových dopravníkov, ktoré zaručujú prísun práčky na jednotlivé pracoviská ručnej demontáže, ktoré sú naprojektované podľa druhu vykonávaných demontážnych operácií. Presun práčky z dopravníka na pracovný stôl sa uskutočňuje prostredníctvom závesného zdvíhaka. Na pracovnom stole je potrebné usporiadať náradie, nástroje a pomôcky tak, aby boli v dosahovom priestore pracovníkov.

Ergonomické zásady je potrebné dodržiavať aj pri projektovaní jednotlivých objektov demontážnej linky tak, aby umožňovali minimalizovať čas demontáže a prispeli k účinnosti demontážneho procesu.

Hlavné prínosy zavedenia návrhov:

- komplexné triedenie demontovaných častí podľa druhu materiálu,
- využitím systému linkovej demontáže práčky dôjde k skráteniu celkového času demontáže automatickej práčky a uľahčeniu presunu práčky medzi pracoviskami,
- tento systém linkovej demontáže využíva mechanizmus striedania sa pracovníkov na jednotlivých pracoviskách a tým bráni vzniku stereotypu ,
- uľahčenie fyzickej a psychickej námahy a zvýšenie produktivity práce.

Tvorba a aplikácia jednoduchých racionalizačných opatrení do procesu demontáže dožitých výrobkov môže v konečnom dôsledku prispieť k zníženiu nákladov na demontáž a uľahčenie manuálnej činnosti zavedením čiastkovej mechanizácie, resp. automatizácie tiež k zvýšeniu produktivity celého demontážneho systému.



Literatúra

- [1] Bánociová, D.: Overovanie recyklačnej demontáže vybraných druhov elektronických výrobkov. Transfer inovácií 12/2008, SjF TU Košice, str. 168-172. <http://www.sjf.tuke.sk//transferinovacii/pages/archiv/transfer/11-2008.obsah.htm>. ISSN 1337-7094
- [2] Gríger, T.: Racionalizácia pracovných činností pri demontážnych procesoch. Bakalárska práca, Technická univerzita v Košiciach, SjF, 2009
- [3] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000, ISBN 80-7099-504-1
- [4] Szombathyová, E.: Demontáž výrobkov – znaky a využitie. XI. medzinárodná vedecká konferencia „Trendy v systémoch riadenia podnikov“, Stará Lesná, 9. – 11. december 2008, str. 520 – 525, ISBN 978-80-553-0115-0
- [5] Šebo, J.: Ekonomické aspekty demontáže práčok. Transfer inovácií 12/2008, SjF TU Košice, str. 159 - 162. <http://www.sjf.tuke.sk//transferinovacii/pages/archiv/transfer/11-2008.obsah.htm>. ISSN 1337-7094
- [6] Nof, S.,Y., Wilhelm, W.,E., Warnecke, H.,J.: Industrial assembly. Chapman and Hall, Londýn 1997, s.500



Inovatívne projektovanie demontážnych procesov a systémov
Zborník

I. vyd. 2009

222 s.

ISBN: 978-80-553-0275-1

Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta

Vybrané grafické znázornenia boli prebrané pre výukové účely



ISBN 978-80-553-0275-1

KEGA 3/5208/07 © KMaE, SjF TU v Košiciach 2009