

PROJEKTOVANIE ORGANIZÁCIE MONTÁŽNEHO PROCESU

Ing. Andrea Lešková

Doc. Ing. Milan Svoboda, CSc.

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Inovačné centrum automobilovej výroby

Park Komenského 9, 041 89 Košice,

Andrea.Leskova@tuke.sk

Úvod

Úlohou organizácie montážneho procesu je dosiahnuť najvyšší stupeň nepretržitosti, teda aby montovaný výrobok v montáži prechádzal čo najkratšou cestou a čo najrýchlejšie.

Pri projektovaní montáže má veľký význam riešenie organizácie celého montážneho procesu, predovšetkým racionalizácia priestorového usporiadania a na základe toho výber správnych foriem organizácie. Pri voľbe formy organizácie montážneho procesu je potrebné zohľadňovať viacero faktorov, z ktorých najdôležitejšie sú:

- objem výroby,
- sortiment vyrábaných výrobkov,
- stupeň opakovateľnosti montážneho procesu,
- technická zložitosť výrobku,
- používaná montážna technika a technológia,
- charakter použitých materiálov montovaných súčiastok a dielcov.

Klasifikácia druhov prúdovej montáže

Základom prúdovej organizácie montáže je prúdová linka. Je to súhrn pracovísk, rozmiestnených podľa technologického postupu a určených na vykonanie stanovených montážnych operácií celého výrobku a jeho častí.

Pre klasifikáciu jednotlivých typov prúdových liniek sa používajú rôzne prístupy, z ktorých najvýznamnejšie sú podľa [2] nasledovné druhy :

A. *Spôsob pohybu montovaného výrobku* : podľa tohoto hľadiska sa rozlišujú dve základné skupiny liniek:

a) stacionárne: uplatňuje sa pri montáži veľkých a ťažkých výrobkov;

b) s pohybujúcim sa montovaným výrobkom: prevažujú v montážnych prevádzkach, sú základom prúdovej montáže a vyskytujú sa v dvojakéj forme:

1. montovaný výrobok sa pohybuje až po ukončení každej technologickej operácie, pričom spôsob vykonávania montážnych operácií môže byť priamo na dopravníku - bez odobratia výrobku z neho, alebo mimo dopravníka – na osobitnom pracovisku.

3. montovaný výrobok sa sústavne pohybuje.

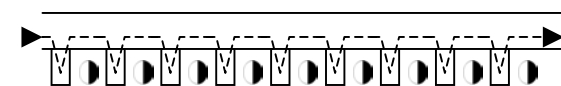
Odoberať výrobky z dopravníka sa doporučuje v prípadoch, ak:

- ručné premiestnenie výrobku predstavuje zanedbateľný podiel z celkového času montážnej operácie,
- je pracné montovať výrobky na páse (umiestnenie prípravkov, zásobníkov, náradia a pod. na pracovisku),
- dopravník sa pohybuje nepretržite a operáciu je potrebné vykonať v pokoji.

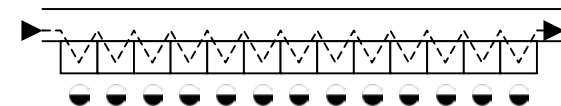
Montované výrobky sa môžu medzi pracoviskami dopravovať jednotlivito alebo v dopravných dávkach.

B. *Spôsob priestorového usporiadania*: z hľadiska rozvetvenosti a zložitosti usporiadania prúdovej montáže sa rozoznávajú tieto dva základné druhy:

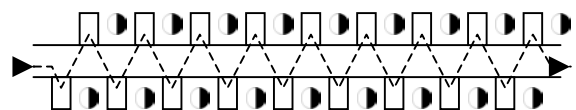
a) jednoduchá - priamočiare linky (obr.1)



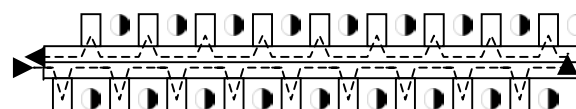
Jednoduchá jednostranná montážna linka s bočným postavením pracovísk



Jednoduchá jednostranná montážna linka s čelným postavením pracovísk



Obojstranná jednosmerná montážna linka s bočným umiestnením pracovísk

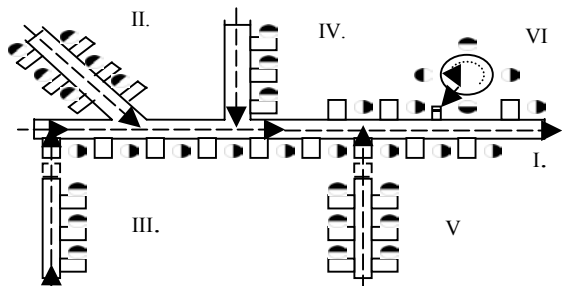


Obojstranná dvojsmerná montážna linka s bočným umiestnením pracovísk

Obr. 1 Príklady jednoduchých priamočiarych montážnych liniek v schematickom tvare

b) rozvetvená prúdová montáž (obr. 2)

Organizácia rozvetvených prúdových montážnych liniek je veľmi náročná z hľadiska priestorových podmienok, navyše sú tieto linky veľmi citlivé na poruchy a ťažko sa prispôbujú zmenám výrobného programu. Vo väčšine prípadov sa uprednostňujú jednoduché formy prúdových montážnych liniek.



I.- Finálna jednopredmetová montážna linka
II.-VI.- Jednopredmetové montážne linky pre montážne skupiny a podskupiny

Obr. 2 Príklad štruktúry rozvetvanej prúdovej montáže

C. Počet montovaných druhov na linke: na základe tohto kritéria sa delia linky do dvoch základných skupín:

- jednopredmetové (stále),
- viacpredmetové (striedavé) – ich výhodou je väčšia prispôbivosť zmenám výrobného programu.

D. Vzájomná synchronizovanosť operácií (stupeň nepretržitosti montážneho procesu): podľa tohto hľadiska sa montážne linky delia na:

- synchronizované (nepretržité),
- nesynchronizované (prerušované linky).

E. Spôsob udržiavania stanovenej rytmickosti montáže: podľa tohto hľadiska sa rozoznávajú montážne linky s montážnym rytmom:

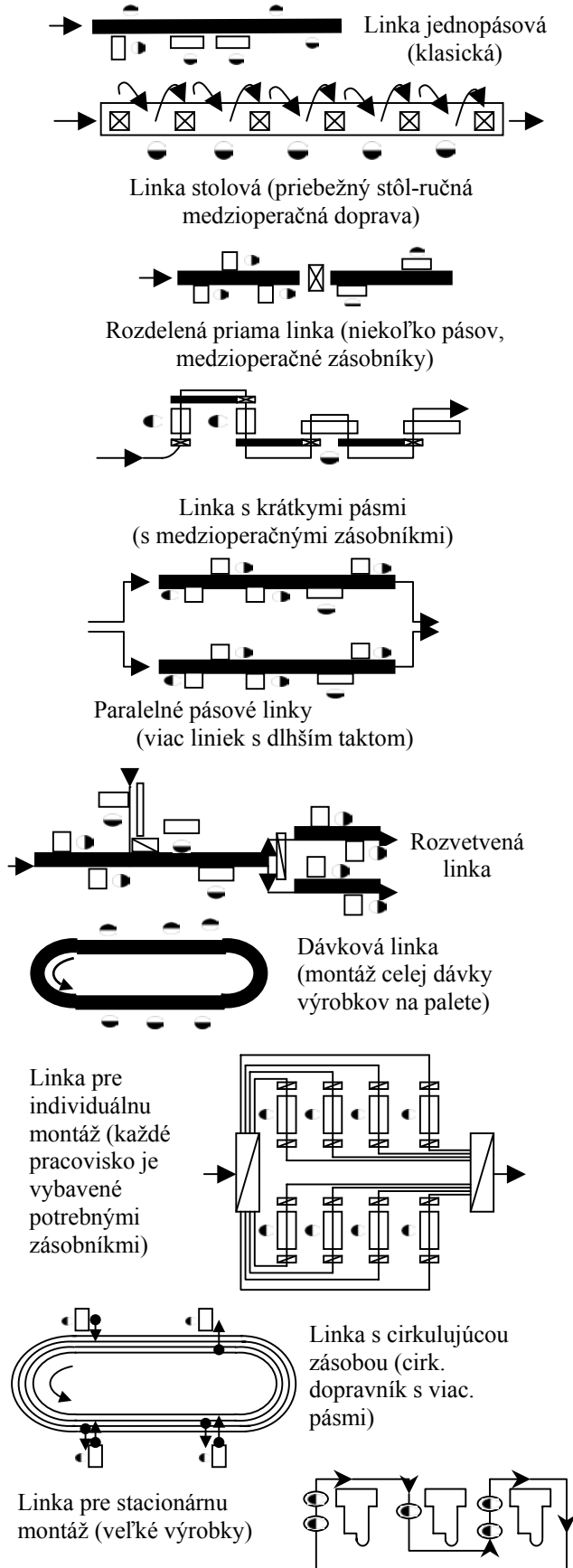
- viazaným,
- neviazaným (voľným).

Z hľadiska poznatkov psychológie práce o monotónnosti sa stáva montáž s viazaným rytmom v niektorých prípadoch menej výhodná. Má negatívne dopady nielen na pracovníkov, ale aj na kvalitu montovaných výrobkov. Preto sa doporučuje v prípadoch, ako napr. krátke časové trvanie montážnych operácií, vysoká monotónnosť a jednotvárnosť práce, vysoké požiadavky na kvalitu a prevaha ručnej práce at., organizovať montáž najmä s použitím voľného rytmu a rôznej veľkosti dopravných dávok.

F. Technické vybavenie pracoviska a funkcia človeka v montáži: z hľadiska technickej úrovne možno montážne linky rozdeliť do nasledovných skupín:

- ručné, mechanizované, automatické.

Príklady klasifikácie montážnych systémov s ohľadom na človeka sú na obr. 3.



Obr. 3 Príklady štruktúr montážnych systémov

Z hľadiska najnovších poznatkov organizácie práce sú podľa [4] za veľmi výhodné považované pružné montážne systémy, ktoré sú vhodné pre sériovú montáž, kde sa nespĺňajú všetky podmienky automatickej montáže.

Takáto montážna linka má rôzne možnosti kombinácií v závislosti od objemu výroby:

- len s ručnými pracoviskami,
- s ručnými a automatickými pracoviskami,
- len s automatickými pracoviskami.

Rozmiestnenie montážnych pracovísk v prúdových formách organizácie montážneho procesu

Základným článkom prúdovej montážnej linky je pracovisko. Pracoviská prúdových montážnych liniek sa delia podľa [1] na:

- Stále: pracovník vykonáva pridelenú operáciu, pričom svoje pracovné miesto nemení.
- Pohyblivé: výrobok neopúšťa dopravník a pracovník vykonáva pridelenú operáciu tak, že postupuje za pohybujúcim sa montovaným výrobkom.
- Hybridné (zmiešané): majú znaky stálych aj pohyblivých pracovísk.

Riadenie týchto typov pracovísk a pracovných metód na montážnych pracoviskách má svoje špecifické zvláštnosti. Na každom type pracovísk je rozdielne organizačné usporiadanie jednotlivých prvkov, čo ovplyvňuje podávanie a premiestňovanie súčiastok na miesto vykonávania operácie - dĺžka pohybov u jednotlivých typov pracovísk je rozdielna.

Priestorové usporiadanie montážnych pracovísk v prúdových formách organizácie však závisí aj od mnohých iných činiteľov, ako sú: veľkosť výrobku, jeho zložitosť, počet súčiastok na pracovisku, objem výroby a sortiment montovaných výrobkov, použitá technológia a pod. Ďalej je potrebné pri rozmiestňovaní pracovísk zohľadňovať stupeň mechanizácie montážnych prác.

V montážnom procese, tak ako v každom pracovnom procese v každej výrobe musí byť okrem objektu (predmetu) montáže - výrobku aj subjekt montáže - človek, ktorý montáž bezprostredne alebo pomocou technických prostriedkov vykonáva a ktorý ju kontroluje.

Pri riešení ručných montážnych pracovísk sa musia rešpektovať fyziologické a psychické danosti človeka, čím sa zaoberá ergonómia. Cieľom je vytvoriť pracovné podmienky, ktoré by viedli k efektívnemu využitiu ľudských možností.

Pri projektovaní montážnych pracovísk z hľadiska ergonómie je potrebné zaoberať sa podľa [1] hlavne:

- telesnými rozmermi a rozlíšením dospelých mužov a žien,
- pohybovými možnosťami ľudského tela a jeho častí,
- pracovnými pohybmi,
- pracovným priestorom pracoviska a rozmiestnením jeho funkčných prvkov,
- oznamovacími prvkami pracovných prostriedkov,
- pracovným prostredím a jeho vplyvom na výkonnosť pracovníkov.

Usporiadanie montážnych pracovísk v prúdovej linke je možné z hľadiska pracovníka riešiť za sebou alebo vedľa seba a z hľadiska dopravného zariadenia jednostranne alebo obojstranne. Ak je usporiadanie navrhnuté za sebou, potom je potrebné rozmiestniť pracovníkov a pracoviská tak, aby pracovník videl na prichádzajúci výrobok. Toto usporiadanie však vyžaduje viac priestoru ako usporiadanie vedľa seba. Výhody a nevýhody oboch spôsobov usporiadania sú uvedené v tab. 1.

Organizácia montáže na samostatných pracoviskách a skupinová montáž

Najnovšie poznatky z psychológie práce a organizácie práce o uplatnení osobnosti človeka vo výrobnom procese podnietili podľa [3] organizovanie montážneho procesu vo forme samostatných a skupinových pracovísk. Pracovníci, ktorí pracujú v súčasných montážnych prevádzkach, majú vyššie vzdelanie a majú stále menší záujem vykonávať jednotvárne, monotónne práce, v ktorých nachádzajú málo príležitostí pre sebarealizáciu. Z uvedených dôvodov sa najmä prúdové montážne linky s vysokým stupňom synchronizácie, prevažne ručne vykonávanými operáciami a viazaným montážnym rytmom stávajú menej výhodné a doporučuje sa zavádzať inú formu organizácie práce - na samostatných pracoviskách alebo skupinovú montáž.

Prácu na samostatných pracoviskách je možné charakterizovať nasledovne:

- Pracovník má na pracovisku presne vymedzený okruh prác a zodpovednosť. Vykonáva samostatne montáž určitých celkov, podskupín a prípadne aj celú montáž jednoduchých a menej pracných výrobkov. Jeho práca nie je závislá na ostatných pracovníkoch tak ako je to u prúdovej montážnej linky.
- Samostatné montážne pracovisko je projektované tak, aby boli rešpektované požiadavky organizácie práce, progresívnej techniky a technológie a tiež poznatky psychológie a fyziológie. Pri tvorbe pracoviska sa využíva celý rad pravidiel, v ktorých sú obsiahnuté hlavné požiadavky na človeka, najmä z ergonómie.

Skupinová montáž má podľa [2] nasledovne špecifické znaky:

- a) Na jednotlivých úsekoch montáže sa podľa potreby organizujú skupiny pracovníkov (napr. 5-20 ľudí). Skupina má presne vymedzený okruh práce a zodpovednosť za kvalitu montáže podskupín a tiež finálnu montáž výrobkov.
- b) Prácu v skupine organizuje a riadi vedúci skupiny. V rámci skupiny je možné prácu striedať. Skupina však musí pracovať tak, aby nadväzujúci úsek nezostával stáť.
- c) Medzi jednotlivými úsekmi sa umiestňujú zásobníky, ktoré zaisťujú plynulý priebeh montážneho procesu.

Pri tvorbe samostatných a skupinových pracovísk sa za výhodné považuje využívanie sústavy stavebnicových montážnych prostriedkov, pretože to umožňuje typizáciu pracovísk, a tým sa rešpektujú príslušné rozmery pre usporiadanie pracoviska. Pre účely medzioperačnej dopravy sa využívajú rôzne žľaby, krátke dopravníky, palety, vozíky a regály, špeciálne manipulačné zariadenia atď. Výber druhov manipulačných zariadení závisí od veľkosti a zložitosti výrobku (počet montážnych komponentov), od objemu montovaných výrobkov a pod.

Organizovanie montáže formou samostatných a skupinových pracovísk je možné z hľadiska výhod a nevýhod zhodnotiť podľa [3] nasledovne:

- Uvedené formy výrazne prispievajú k humanizácii práce. Dosiahne sa lepšie využitie pracovníka a takmer úplne sa odstraňuje monotónna práca. Oproti prúdovej montáži v linkách sa vo väčšej miere zohľadňujú psychologické a fyziologické aspekty práce.
- Na týchto pracoviskách môžu pracovníci lepšie prispôbovať denné množstvo vykonanej práce podľa svojej osobnej výkonnosti, ktorá má v priebehu pracovnej smeny rôzne výkyvy. Pracovníci nie sú do takej miery závislí na výkone a kvalite práce predchádzajúcich pracovísk.
- Tieto formy organizácie montáže majú predpoklady pre zavedenie pohyblivej pracovnej doby, pracovník si môže chýbajúcu dobu na pracovisku vopred alebo dodatočne odpracovať.
- V prípade potreby je možné operatívne presúvať pracovníkov na iné pracovisko. Vytvára sa zásoba predmontovaných skupín, takže neprítomnosť pracovnej sily sa neprejaví bezprostredne na dennej produkcii.
- Zapracovaniu na samostatných a skupinových pracoviskách sa musí venovať väčšia pozornosť.

- Uvedené formy organizácie sa ľahšie prispôbujú zmenám výrobného programu a jednotlivé pracoviská sa dajú ľahšie upraviť pre rôzne typy výrobkov ako pracoviská v prúdových montážnych linkách. Sú výhodné najmä pre sériové typy výroby. Už pri nábehu novej výroby sa môžu na niekoľkých samostatných pracoviskách montovať nové výrobky.
- Vzhľadom na to, že tieto formy organizácie pracovníkom dávajú určitý stupeň voľnosti, je potrebné, aby pracovníci boli dostatočne zodpovední za výsledky svojej práce. Uvedené formy zároveň umožňujú vyššiu účasť pracujúcich na riadení montážneho procesu.
- Vyriešiť racionálny plynulý tok materiálu v montážnom procese u týchto foriem je oveľa náročnejšie ako u prúdových montážnych liniek. Na jednotlivých pracoviskách sa zvyšuje rozpracovanosť a tým aj viazanosť obratových prostriedkov v montážnom procese.
- Uvedené formy organizácie montážneho procesu sú menej citlivé na nedostatky v zásobovaní materiálom a súčiastkami a ľahšie sa prispôbujú zmeneným výrobným podmienkam.
- Investičné náklady na pracoviská sú celkovo vyššie ako náklady na pracoviská v prúdovej montážnej linke. Zvýšené náklady sú na druhej strane vyvážené znížením fluktuácie a dosahovaním vyššej akosti montovaných výrobkov.

Na obr. 4 sú zobrazené referenčné riešenia organizácie skupinovej montáže a montáže na samostatných pracoviskách podľa projektov firmy Bosch Rexroth [5].

Záver

Pri voľbe formy organizácie montážneho procesu je potrebné brať do úvahy okrem ekonomických kritérií aj najnovšie poznatky psychológie a postavenie človeka vo výrobnom procese, ktoré vyplýva zo zmenených kultúrnych, sociálnych a politických podmienok oproti minulosti. Ešte nedávno bola za najvýhodnejšiu formu prúdovej organizácie montáže považovaná prúdová montážna linka s vysokým stupňom synchronizácie jednotlivých operácií a s viazaným montážnym rytmom. Vyplývalo to z toho, že sa pri hodnotení brali do úvahy len ekonomické kritériá. Nezohľadňovali sa poznatky psychológie práce o nevýhodách týchto liniek z hľadiska ľudského faktora. Najnovšie poznatky o tejto problematike vo vzťahu k organizácii práce umožnili úspešne zavádzať montáž na samostatných pracoviskách a skupinovú montáž.

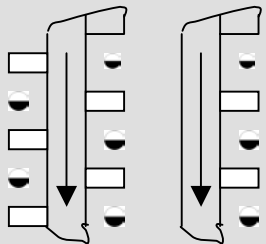
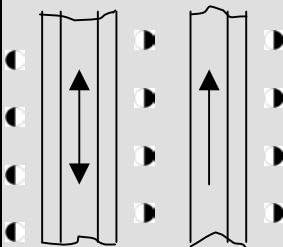
Použitá literatúra

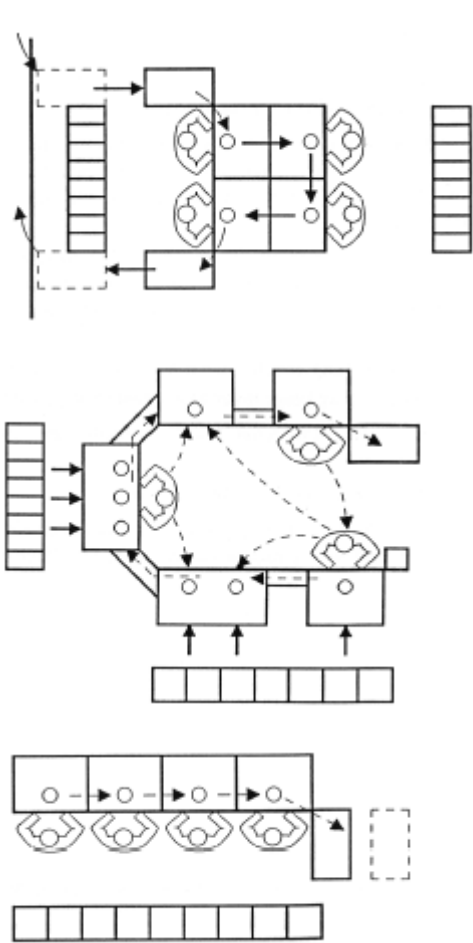
- [1] Kováč, J., Svoboda, M., Líška, O.: Automatizovaná a pružná montáž. Vienaľa Košice, 2000
- [2] Svoboda, M., Kováč, J., Štefánek, M.: Technológia montáže. VŠT Košice, 1986
- [3] Konold, P., Reger, H.: Applied assembly technology. Bosch Automation, 1998
- [4] Kažimír, I., Kováč, J., Svoboda, M.: Technológia obrábania a montáže II. Alfa Bratislava 1987

[5] CD ROM Bosch Automation

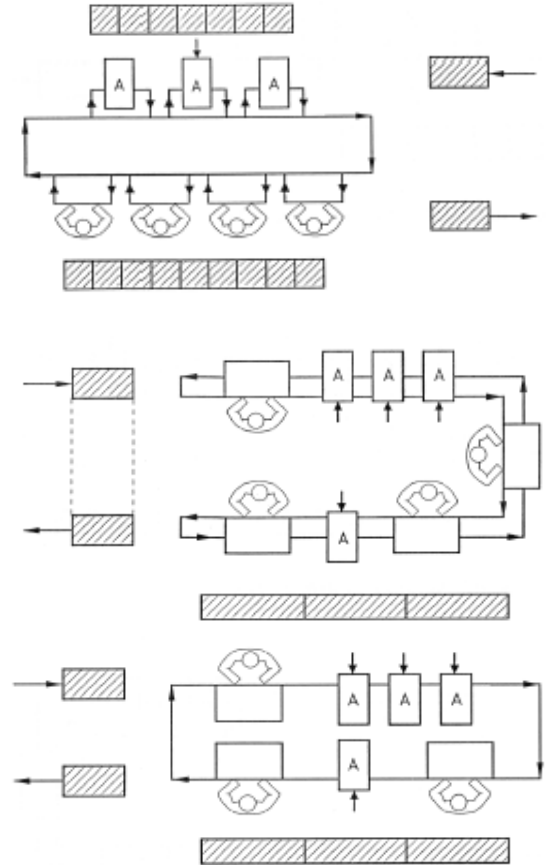
Článok vznikol v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA 9409 Inovácie hybridnej montáže zákazníckych výrob.

Tab. 1 Základné druhy usporiadania montážnych pracovísk v prúdovej linke

Druh usporiadania	V ý h o d y	N e v ý h o d y
<p>Usporiadanie za sebou</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • každý pracovník má ohraničené a prehľadné montážne pracovisko, • dobré konštrukčné riešenie pracovísk s možnosťou použitia strojov a rozmerných prípravkov, • pomerne dobrá prispôsobivosť pri vyskytujúcich sa zmenách (napr. objem výrobkov, pracovné postupy), • obojstranné usporiadanie pracovísk šetrí priestor. 	<ul style="list-style-type: none"> • väčšia potreba priestoru, • dlhšie dráhy pohybov pri premiestňovaní dielcov z dopravníka na miesto vykonávania operácie a pri odkladaní na dopravník, • z hľadiska uchopenia je nevýhodné, že len ruka, ktorá je bližšie k dopravníku, môže diel uchopiť a odložiť, • prúdová montážna linka je menej prehľadná.
<p>Usporiadanie vedľa seba</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • menšia potreba plôch pre pracoviská, • kratšie dráhy pohybov pri premiestňovaní dielcov k a od miesta montáže, • z hľadiska uchopenia je výhodné, že dielec môže byť z oboch strán rovnako dobre uchopený, • dobrá prispôsobivosť pri prípadných zmenách, • prúdová montážna linka je prehľadná. 	<ul style="list-style-type: none"> • pracovníci si môžu pri montáži vzájomne prekážať, • na pracoviskách je možné použiť prevažne len malé prípravky a ručne ovládané pracovné prostriedky; použitie veľkých strojov alebo viac prípravkov je nemožné, lebo by sa anulovali výhody krátkych dráh pre premiestňovanie, • dráhy pohybov premiestňovania dielcov z a na dopravník nesmú prekážať zásobníky, palety a pod.



Obr. 4 A) Ručný montážny systém, bez automatickej cirkulácie montážnych dielcov



Obr. 4 B) Ručné a čiastočne automatizované montážne systémy s automatickou cirkuláciou paliet