

Logistika v riešení techniky materiálového toku

Technika materiálového toku je v popredí dlhodobého procesu, v rámci ktorého dochádza k zásadným kvalitatívnym premenám výrobných síl v ich technicko-technologickej časti a premenám výrobných vzťahov najmä v riadiacej a organizačnej rovine. Reprezentuje jednu z rozhodujúcich stavebných skupín modernizácie, reštrukturalizácie a komplexnej automatizácie a spolu s riadiacou technikou prispieva k zrefazzeniu všetkých činností do kompaktného celku výrobnologoistického reťazca.

Definovanie problému

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 vyžaduje zodpovedajúcu projekciu, realizáciu a prevádzku moderných manipulačných systémov so znakmi adaptability, agilnosti a racionálnosti funkcií a činností. Logistika je odbor, ktorý umožňuje vytváranie komplexných logistických riešení spĺňajúcich 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. na substitúcii funkcií odvodených od relácií ekvivalentnosti v hraničných a špecifických oblastiach. Pre projektovanie logistickej infraštruktúry materiálového toku je tento prístup veľmi príťažlivý, 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 výrobnologoistický reťazec [6].

Význam logistiky

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 na znižovanie nákladov, v nasledujúcich rokoch napredovať rýchlejšie než ostatné odvetvia hospodárstva. Preto logistika techniky materiálového toku nachádza čoraz väčšiu oporu v širokom spektre podnikov od výrobcov manipulačnej, dopravnej a skladovacej techniky cez výrobcov integrovanej výrobnjej techniky a vývojárov softvéru až k systémovým dodávateľom, ktorých cieľom je širšie naplnenie funkcií logistiky, ako sú optimalizácia, koordinácia a synchronizácia všetkých činností. Ich zrefazzenie je nevyhnutné na pružné a hospodárne dosiahnutie daného konečného (synergického) efektu a uplatnenie logistiky v hospodárstve [6].

Tento trend podmieňuje nasadenie progresívnych koncepcií dopravnoskladovacích a manipulačných systémov, ktoré zaisťujú vysoký stupeň integrácie procesno-hodnotových reťazcov na rôznorodé účely. Cestou k týmto cieľom je zavedenie perspektívnych,

kompaktných a kompatibilných stavebných modulov a ich integrovaných zostáv. Tieto ciele sú síce nepostrádateľné, no na 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 neusporiadanosťi vo výrobe. Dosiahnutie usporiadanosťi materiálového toku medzi dvoma článkami logistického reťazca (princíp „pull“), kde predchádzajúci článok odosiela dávku materiálu až v okamihu, keď preberajúci článok avizuje svoju pripravenosť spracovať (premiestniť, zabaliť, uskladniť a pod.), vedie k zrýchleniu frekvencie toku, zmenšeniu dávok, zvýšeniu plynulosti toku, zníženiu až úplnému odstráneniu zásob a skladových kapacít [2].

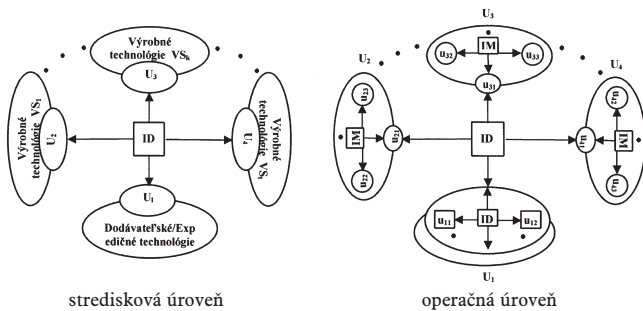
Strategickým cieľom je obsiahnuť širšie väzby informačnej, materiálovej a fyzickej komunikácie, umožniť prepájanie dosiaľ autonómnych manipulačných funkcií (a často aj manipulačných útvarov) do jedného procesne orientovaného systému (vnútorná integrácia) a potom prepojiť manipuláciu s jeho dodávateľskými a distribučnými technológiami (vonkajšia integrácia).

Modelovanie úloh

Pri modelovaní výrobných úloh vychádzame z možností exaktných metód systémovej analýzy, t. j. metód, ktoré na 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. Ide o modelovú abstrakciu, založenú na vyčleňovaní a modelovaní najdôležitejšej informačnej, materiálovej a fyzickej komunikácie v obehu [3].

Vytvoreniu zodpovedajúceho logistického riešenia materiálového toku predchádza opis systému materiálovej komunikácie (obr. 1) a zápis siete materiálovej komunikácie (obr. 2). 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 musí model materiálovej komunikácie 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).



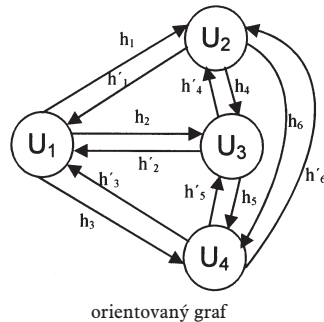


U_1 – vstupno-výstupný sklad
 U_2, U_3, U_4 – výrobné bunky
 u_{ij} – výrobné a skladovacie miesta

Obr.1 Opis systému materiálovej komunikácie

	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

incidenčná matica



h_1, h_2, \dots, h_6 – výstup materiálu
 h'_1, h'_2, \dots, h'_6 – vstup materiálu

pre 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

Obr.2 Zápis siete materiálovej komunikácie

Zápis siete materiálovej komunikácie medzi východiskovým, cieľovým uzlom a stredovými uzlami možno uskutočniť pomocou tzv. incidenčnej matice a orientovaným grafom materiáloveho toku. Obr. 2 graficky interpretuje vzájomné väzby na strediskovej úrovni z obr. 1.

Zo siete materiálovej komunikácie možno vyčítať typ a postavenie jednotlivých uzlov, počet vstupov a výstupov materiáloveho 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 na obsluhu. Obsiahnuť širšie väzby informačnej, materiálovej a fyzickej komunikácie je v možnostiach pa-

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

X_{ij} – počet objektov (manipulačných jednotiek),
 Y_{ij} – vzdialenosť, resp. čas prepravy medzi uzlami,
 a_{ij} – nadväznosť funkcie a činnosti medzi výrobnými a skladovacími miestami

Tab.1 Transportná matica materiáloveho toku

rametrizácie materiáloveho toku pomocou tzv. transportnej matice (tab. 1).

Riadky, resp. stĺpce predstavujú opäť jednotlivé body siete materiálovej komunikácie, pričom prechod z jedného bodu do 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 ide 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} je 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 ide 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} je počet objektov (manipulačných jednotiek) prepravených za hodinu,

Z_{ij} – čas manipulačnej operácie (min.),

ξ – operačná dosiahnuteľnosť (časová, rozmerová) robotov v bunke.

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

Profílovanie logistických riešení

Princípy vývoja techniky materiáloveho toku naznačujú technicko-ekonomickú účelnosť vývoja stavebnicových systémov, integrujúcich sa zo štandardných modulov. Integrácia vychádza zo všeobecných znakov manipulačnej techniky, ktoré predstavujú mnohokomponentné hierarchické štruktúry s rôznorodými nadväznosťami jednotlivých komponentov, vzťahujúcich sa na účelové aplikácie. Nehľadiac na ich rôznorodosť, líšiacej sa plnenými funkciami, stavbou a rozmermi, spája ich jedna spoločná vlastnosť, umožňujúca hľadieť na nich ako na systém zložený z množstva usporiadaných a komunikačne viazaných zariadení, nachádzajúcich sa v určitých funkčných závislostiach. V tejto súvislosti sa sledujú konštrukcie techniky materiáloveho 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 (Pr_i^j), polohovanie a orientácia (PO_i^j), fixácia a zásoba (F_i^j), transformácia toku (Tr_i^j) jednotlivito 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 moduluvého reťazca. Modulový reťazec predstavuje súbor komplexných funkčných modulov schopných realizovať žiadané manipulačné



funkcie vo výrobo-logistickom reťazci. Komplet modulov techniky materiálového toku (MT) možno matematický zapísať v tvare:

$$MT = (F, V) \quad (4)$$

kde F je množina funkcií v systéme $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$,
 V – množina funkčných vzťahov $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$.

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:

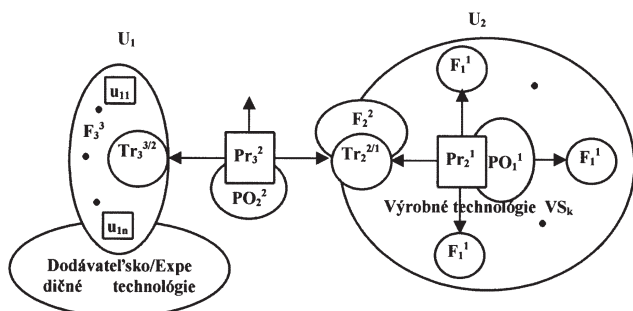
- priradenie funkcií uzlom (skladovaci, výrobné) – fixácia a zásoba (F_i^j),
- priradenie funkcií spojniciam (manipulačné, dopravné) – premiestňovanie (Pr_i^j),
- dotriedňujúce priradenie funkcií uzlom a spojniciam – polohovanie a orientácia (PO_i^j), transformácia toku (Tr_i^j).

Výsledkom je vymedzenie množiny funkcií potrebných na realizáciu kompaktného výrobo-logistického reťazca, ktoré je modelovo abstrahované a rešpektuje jednotlivé štruktúry výrobných systémov (základné, komplexné, logistické). Modulový reťazec (základná štruktúra materiálového toku) predstavuje úplný funkčný opis priebehu materiálového toku vo výrobnom systéme (obr. 3), ktorý je zložený z uzavretého počtu autonómnych funkčných modulov, reprezentovaných jednofunkčnými zariadeniami.

Obr. 3 predstavuje typickú logistickú štruktúru materiálového toku pre nepriamu väzbu medzi vstupno-výstupným skladom a výrobnými miestami (jednotkami) [5]. Na obrázku sú jednotlivé manipulačné funkcie reprezentované súborom 9 kódov, ktoré v konkrétnom vyhotovení predstavujú manipulačné moduly zodpovedajúce modulom z integrovaného modelu techniky materiálového toku, ale s rôznym vzťahom k manipulačnej zóne a objektu manipulácie [F] i^j .

Využitím integrovaných riešení nielen na báze informačnej a materiálovej 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 na redukciu základného modulového reťazca, reprezentovaného redukovaným počtom, čím dostávame množinu variantov (obr. 4) s rôznymi možnými kombináciami zlučovania manipulačných funkcií.

Po zápise manipulačných funkcií do matice variantov (obr. 4a) nasleduje ich váhové ohodnotenie, rešpektujúce pritom maticu zjednotnení. Váhovým ohodnotením dochádza k transformácii matice variantov a zjednotnení na optimalizačnú maticu (obr. 4b), ktorou stanovujeme optimálny variant. Použitá optimalizácia je postavená na efektívite zabezpečenia funkcie, zlučovania a náhrady, pričom za kritérium sa považuje optimálny počet funkcií, repre-



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

Obr.3 Základný modulový reťazec

a) Matica variantov

		$F = [F_1 \ F_2 \ F_3 \ F_4 \ F_5 \ F_6 \ F_7 \ F_8 \ F_9]$								
		F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9
V	M_1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	M_2	X	X	Y_1		X	X	X	X	X
	M_3	X	X	X	X	X	X			X
	M_4	X	X	Y_2		X	X	X		X
	M_5	X		Y_3		X	X	X	X	X
	M_6	X	X	X	X	X		X		X
	M_7	X		Y_4		X	X	X		X
	M_8	X	X	Y_5		X		X		X
	M_9	X		Y_6		X		X		X
	M_{10}	X		Y_7						X
	M_{11}	X		Y_8						

b) Optimalizačná matica

		$F = [F_1 \ F_2 \ F_3 \ F_4 \ F_5 \ F_6 \ F_7 \ F_8 \ F_9]N_k$									
		F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	N_k
V	M_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N_1
	M_2	1	1	W_1	0	1	1	1	1	1	N_2
	M_3	1	1	1	1	1	1	W_2	0	1	N_3
	M_4	1	1	W_1	0	1	1	W_2	0	1	N_4
	M_5	1	0	W_3	0	1	1	1	1	1	N_5
	M_6	1	1	1	1	1	0	W_4	0	1	N_6
	M_7	1	0	W_3	0	1	1	W_2	0	1	N_7
	M_8	1	1	W_1	0	1	0	W_4	0	1	N_8
	M_9	1	0	W_3	0	1	0	W_4	0	1	N_9
	M_{10}	1	0	W_5	0	0	0	0	0	1	N_{10}
	M_{11}	1	0	W_6	0	0	0	0	0	0	N_{11}

kde Y_i sú typy zjednotených funkcií,
 W_j – váhové ohodnotenie zjednotnenia,
 N_k – súčty bodov v riadku.

Obr.4 Modifikované riešenia modulového reťazca

zentovaný modulmi k určitým pomerným realizačným nákladom.

Takto získané integrované zostavy síce poskytujú koncentráciu dosiaľ autonómnych manipulačných funkcií, ale diferencované 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 [7].

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 nových koncepcií prvkov a uzlov v nej sa 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 prispôsobivosť rôznym výrobným úlohám a ľubovoľným podobám interaktívneho okolia, napr. v podobe interakčno-manipulačno-dopravného subsystému, rekonfigurovateľného pre režimy interakcie, manipulácie a dopravy. Cieľom integrovanej konštrukcie takéhoto subsystému je zaisťiť efektívny presun manipulačnej techniky na pracovnej scéne – pohybovú integráciu pri zmene jej pozície (miesto, poloha, orientácia) a vedenia koncového člena (efektor) na priame, resp. transponované vykonávanie manipulačných operácií po stanovenej či nagerovanej trajektórii.



Predstaviteľom takéhoto riešenia je integrovaná kinematika manipulačnej techniky na obr. 5, postavená na myšlienke premeny integrovaných funkcií bezprostredne prispôsobivých aplikovanej oblasti (vychystávanie objektov zo skladu, ich distribúcia do jednotlivých výrobných miest a návrat späť).

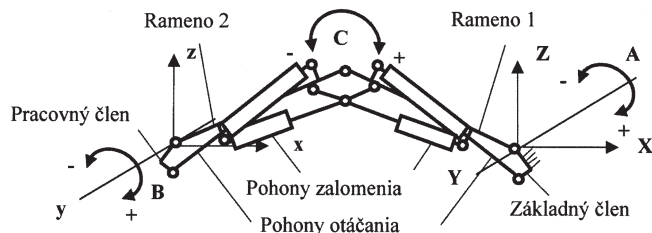
Špecifikom integrovanej kinematiky X, Z – interakcie, manipulácie a dopravy, z obr. 5 je predstava relatívneho vzťahu koncových členov (základný, pracovný) kinematického reťazca k referenčnej základni. Tvoria ju dve ramená na jednom konci kĺbovo spojené a na druhom relatívne voľnom konci vybavené multifunkčnými kĺbmi – základným (rameno 1) a pracovným (rameno 2).

Integrovaná kinematika umožňuje rovinný pohyb koncových členov (posuvný pohyb v osi x a z , rotačný pohyb okolo osi y) odvodený od integrovaného stavebného reťazca s tromi stupňami voľnosti. Tomu zodpovedá konštrukcia s tromi ovládanými pohybmi (otáčanie okolo bodu A a B, zalomenie okolo bodu C). Použité riešenie využíva systém skrížených lineárnych pohonov, spravidla usporiadaných symetricky. Ďalšími konštrukčnými prvkami sú oba koncové členy. Základom oboch koncových členov (základný, pracovný) je pasívne posuvný a aktívny fixačný mechanizmus, umožňujúci preorientovať rameno 1, rameno 2 relatívne k referenčnej základni, pričom pracovný člen je ešte rozšírený o manipulačnú nadstavbu (efektor), ktorá plní špecifické ciele manipulačnej techniky, to znamená priame vykonávanie manipulačných operácií v cieľovom bode, prípadne zhromažďovanie informácií (optické, akustické a iné).

Modelové riešenie je určené na realizáciu materiálového toku (prenosové a operačné režimy s objektom manipulácie) na pracovnej ploche usporiadanej vertikálne (stena), resp. horizontálne (strop). Programovo predstavuje kompaktný dopravnomanipulačný model, dosahujúci ďaleko širšiu variabilitu účinkov, než aká by sa dosiahla pri individuálnom použití jednotlivých prvkov štruktúry.

Záver

Predkladaný príspevok poskytuje informácie o vytváraní integrovaných riešení techniky materiálového toku na báze komplexných funkčných modulov. Jadro príspevku tvorí riešiteľská analýza podstaty problému, báza metód a nástrojov z oblasti profilovania multifunkčnej techniky materiálového toku, schopnej redukcie a vzájomnej premeny funkcií článkov modulového re-



Obr.5 Modelové riešenie integrovanej kinematiky manipulačnej techniky

ťazca. Výsledkom integrovaných riešení sú nové možnosti konfigurácie techniky materiálového toku, jej zoštíhlenie a vytváranie invenčných kombinácií s novým a vyšším technicko-ekonomickým účinkom.

Literatúra

- [1] HUANG, H., CHUANG, P.: Specification, Modeling and Control of a FMC. JPR, 30, 1992.
- [2] PERNICA, P.: Logistika pro 21. století. Praha: RADIX 2005.
- [3] VALEŇČÍK, Š.: Modelovanie, parametrizácia a konfigurácia materiálových tokov. In: Automatizace 12/2003, Praha, 2003.
- [4] VALEŇČÍK, Š.: Integrovaná manipulácia s využitím modúlárnej manipulačnej techniky. In: AT&P journal 9/2003, Bratislava, 2003.
- [5] VALEŇČÍK, Š.: Integrovaná manipulácia v automatizovanej výrobe. In: Logistika 12/03, Praha, 2003.
- [6] VALEŇČÍK, Š.: Logistika, technika materiálového toku a integrácia vo výrobných sústavách. In: AT&P journal 9/2004, Bratislava, 2004.
- [7] VALEŇČÍK, Š.: Premena funkcií a rozširovanie aplikácií robotickkej techniky. In: AT&P journal/2005 (rukopis), Bratislava, 2005.

doc. Ing. Štefan Valenčík, CSc.

Katedra výrobnjej techniky a robotiky SJF TU v Košiciach
e-mail: stefan.valencik@tuke.sk

