

Obsah

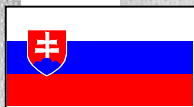
Úvod	3
1. Výrobné systémy svetovej triedy	9
2. Ako projektovať výrobné systémy?	47
3. Analýza problému a stanovenie cieľov projektu	76
4. Koncepčné projektovanie	134
4.1. Stanovenie výrobnnej kapacity	138
4.2. Rozbor materiálových tokov a vytváranie výrobnnej dispozície	159
5. Detailné projektovanie výrobného systému	190
5.1. Projektovanie pracovísk	190
5.1.1. Vizuálne pracovisko	198
5.1.2. Analýza a meranie práce na pracovisku	199
5.2. Projektovanie pracovníkov	218
5.3. Projektovanie materiálového toku	238
5.4. Projektovanie informačného toku a systému riadenia	259
5.5. Projektovanie servisných prevádzok	289
5.6. Simulácia výrobných systémov	300
6. Inštalácia výrobného systému	341
7. Prevádzka výrobného systému a jeho neustále zlepšovanie	372
Záver	397

Venujeme pamiatke nášho priateľa
Jirka Smetanu

Predkladáme Vám knihu, ktorá dozrieva v našich myšliach pomerne dlho. Chceli by sme ňou osloviť priemyselných inžinierov v podnikoch i v školách, projektantov výrobných systémov a všetkých ľudí, ktorí si uvedomujú, že prosperita Slovenska a životná úroveň našich ľudí závisia predovšetkým od tvrdej a poctivej práce a od vytvárania hodnôt a nie od finančných špekulácií a politických bojov. Nestačí však iba tvrdá práca a kvalitný výrobok – celý svet sa vyvíja obrovskou rýchlosťou. Ak chceme byť úspešní, musíme sa zapojiť do tejto celosvetovej súťaže – olympiády najlepších výrobných a obchodných praktík. Na to, aby sme to zvládli a postupne sa približovali k stupňu víťazov, potrebujeme vedieť to, čo si musí osvojiť každý olympionik, ktorý chce zvíťaziť:

- Znalosti o tom, kam sa uberá vývoj v danej disciplíne vo svete.
- Dokonalé ovládanie najnovších techník a metód pre projektovanie a prevádzku výrobných systémov.
- Tvrдый tréning v týchto technikách a pravidelné súťaže so súpermi.
- Nadľudská túžba zvíťaziť.

A práve o tom je táto kniha. Nie je to klasická učebnica a metodika projektovania výrobných systémov. Boli by sme radi, ak by táto knižka poslúžila čitateľom ako zdroj inšpirácie, ako príručka pri projektovaní a prevádzke výrobných systémov, ktoré sa dnes neprojektujú na rysovacích doskách a na počítačoch v projekčných kanceláriách, ale ktoré sa riešia predovšetkým priamo vo výrobných dielňach, s ľuďmi, ktorí tam pracujú, poznajú dané procesy a majú v rukách kľúč k ich neustálemu zlepšovaniu. Vo výrobnom systéme sa tvorí hodnota a zisk firmy. Preto nestačí iba „vyprojektovať“ výrobný systém, ktorý bude vyrábať daný sortiment výrobkov“. Treba ho naprojektovať tak, aby vyrábal lepšie, jednoduchšie, lacnejšie, rýchlejšie ako konkurencia.

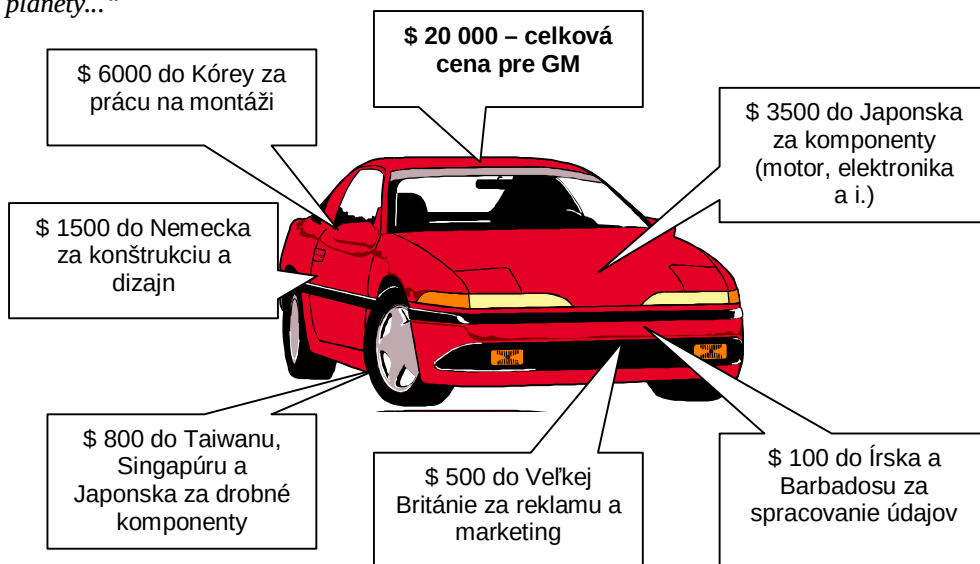


**Slovensko má na to, aby
účinkovalo v elitných
súťažiach**

Úvod

Pozrime sa bližšie na to, čo sa deje okolo nás. Svetové trhy sa globalizujú a do popredia vystupujú nové regióny a krajiny, ktoré dokázali skĺbiť rýchle inovácie s nízkou cenou, kvalitou a kompletným servisom zákazníkov. Podľa prognózy časopisu The Economist, v roku 2020 bude v prvej pätnástke najsilnejších ekonomík sveta 9 krajín, ktoré dnes zaraďujeme medzi „rozvojové“. India vystrieda Nemecko na štvrtej priečke, Indonézia Francúzsko na piatej priečke a Čína vystrieda najväčšiu ekonomiku dneška - USA. Dnešné „rozvojové“ krajiny by mali v roku 2020 tvoriť 62 % hrubého svetového produktu. Informácie, materiály, výrobky, ľudia a peniaze sa pohybujú po celom svete v takých množstvách a takými rýchlosťami, že to nemá v histórii obdobu. Dnes je možné prakticky na ľubovoľnom mieste na svete vyrábať ľubovoľný výrobok. Výrobky však majú v sebe stále menej materiálu a pribúdajú v nich informácie a znalosti. Vznikajú nové druhy „nemateriálnych“, intelektuálnych výrobkov. Globalizácia má však aj veľa negatívnych stránok – koncentráciu moci a peňazí v rukách veľkých nadnárodných spoločností, ktoré sa neustále zväčšujú, reálne možnosti manipulácie ľudí masmédiami, globalizáciu ekonomických kríz a pod. Zoberme si napríklad správy z posledného obdobia:

„Svetová recesia sa rozširuje na výrobu automobilov. Predaj Roveru sa za posledný rok znížil o 30 %, a táto automobilka je rozhodnutá prepustiť v najbližších dňoch 2400 zamestnancov. Jej vlastník BMW chce znížiť stav svojho impéria o 18 000 pracovných miest. Ford znižuje o 15 % produkciu v Európe. Caterpillar obmedzuje o polovicu výrobu v závode na traktory. Vo Veľkej Británii prepustia v oblasti strojárstva do konca roka 1998 115 000 zamestnancov. Pod priamym vplyvom ázijskej krízy prišlo o prácu zatiaľ 10 miliónov ľudí. Na svete je dnes jedna miliarda ľudí bez práce. Je to tretina aktívneho obyvateľstva našej planéty...“



Globálne auto – Pontiac Le Mans (zdroj H. J. Warnecke)

Ak si uvedomíme dnešné trendy vo svete, tak globalizácia so sebou prináša na jednej strane obrovskú konkurenciu, ktorá môže veľmi rýchlo zlikvidovať domácich výrobcov, ak nebudú dostatočne lacní, kvalitní, rýchli a presní v dodávkach výrobkov. Na druhej strane sa do tých

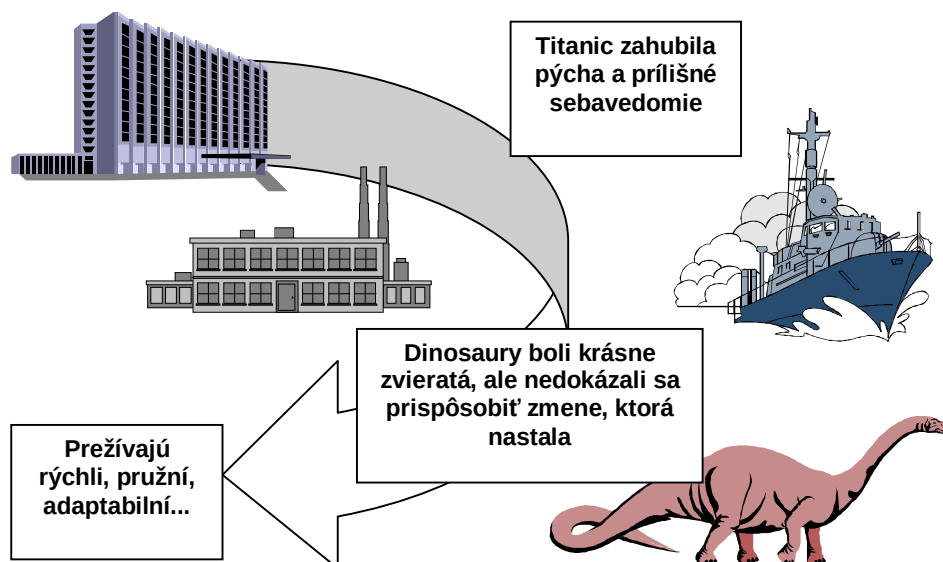
štátov a regiónov, ktoré tieto parametre dokážu plniť, potom presúvajú celé fabriky, kapitál a tým aj pracovné príležitosti a prosperita. Globalizácia je teda aj bojom o prácu, prosperitu a životnú úroveň ľudí – a to v celosvetovom meradle. Japonci túto skutočnosť vyjadrujú expresívnym heslom:

Produktivita alebo smrť !

Ako príklad uvedených trendov môžeme uviesť závod Barum Continental Otrokovice, ktorý dosiahol také výborné výrobné výsledky v rámci spoločnosti Continental, že sa v posledných rokoch do neho sťahuje napríklad výroba zo závodov z Rakúska, z Nemecka i z Írska. Podobným príkladom pre nás môže byť Volkswagen Bratislava, kde sa dnes vyrába 500 automobilov denne (keď budete čítať túto knihu, tak bude toto číslo pravdepodobne už vyššie).

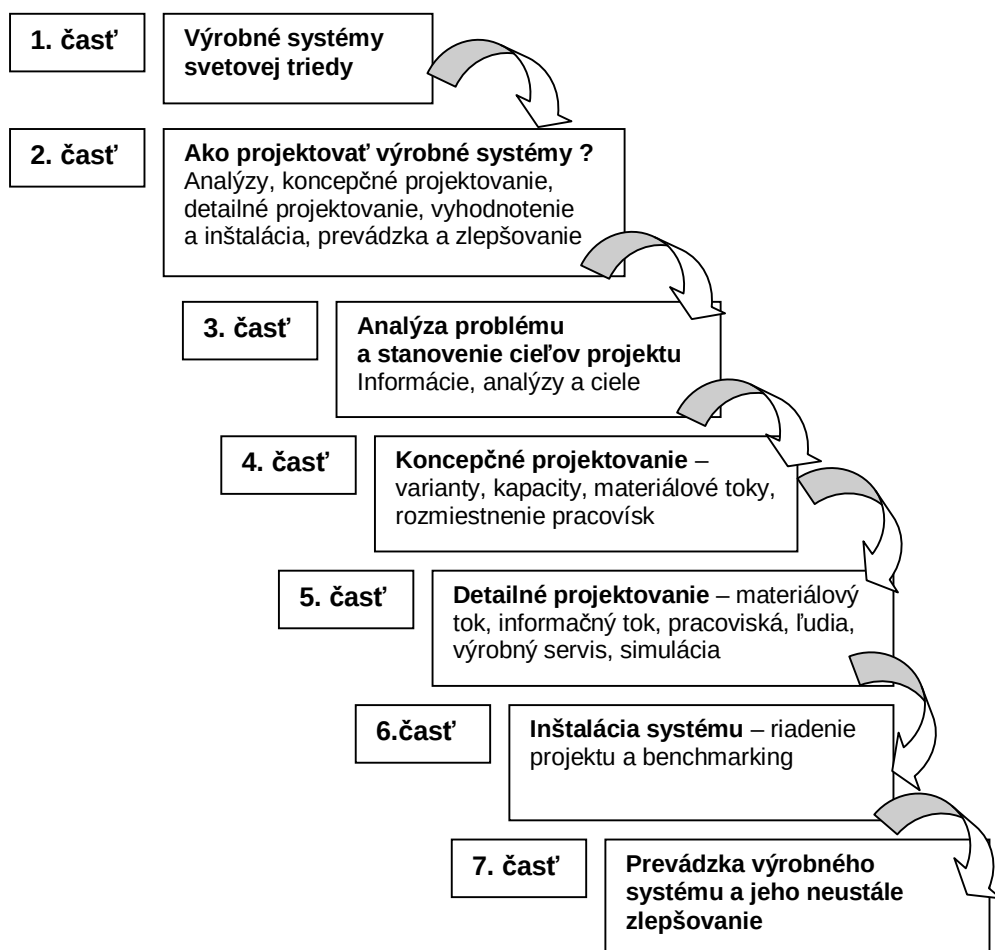
Čo robiť? Ako sa vyrovnat' s týmito zmenami?

Pozrime sa na prírodu, kým do nej svojou ničivou silou nevstúpil človek. Všetko je v rovnováhe, všetkého je „akurát“, všetko sa vzájomne dopĺňa. Ľudia, zvieratá a rastliny prežili na tejto Zemi preto, že majú v sebe adaptabilitu, že sa postupne dokázali prispôbovať okoliu a prostrediu, v ktorom žili. Pre podniky platí podobné – tí čo nebudú vedieť reagovať na zmeny, tí nebudú mať vo svojej organizácii dynamiku a adaptabilitu na zmeny v prostredí - skončia ako dinosaury alebo Titanic.



V tejto knihe budeme hovoriť o tom, ako projektovať a prevádzkovať výrobné systémy pre prostredie, v ktorom sa dnes naše podniky nachádzajú. Hovorili sme už o tom, že sa dnes mení aj charakter výrobkov a služieb a myslíme si, že mnohé princípy, ktoré budeme popisovať, sú vhodné nielen pre výrobné organizácie, ale aj pre spoločnosti, ktoré poskytujú služby a chcú ich poskytovať lepšie, rýchlejšie a lacnejšie.

Štruktúra tejto knihy je nasledovná:



V prvej časti stručne popisujeme prehľad a zovšeobecnenie hlavných trendov v oblasti výrobných systémov v ostatných rokoch. V tejto časti sú stručne popísané hlavné prvky výrobných systémov svetovej triedy (World Class).

V druhej časti predkladáme rôzne pohľady na metodiku projektovania výrobných systémov a predstavíme všeobecný postup, ktorý používa Inštitút priemyslového inžinierstva v Žiline.

Tretia časť knihy je venovaná vstupným analýzám a definovaniu cieľov projektu, benchmarkingu a auditom výrobných systémov.

Štvrtá časť sa zaoberá koncepčným projektovaním, variantnými riešeniami projektu, stanovením výrobnéj kapacity, rozborom materiálových tokov a vytváraním výrobnéj dispozície.

Piata časť preberá detailné projektovanie hlavných častí výrobného systému – materiálového toku, informačného toku, pracovísk a ľudí a vyhodnoteniu projektu s pomocou simulácie.

Šiesta časť sa venuje problémom inštalácie systému, projektového riadenia a benchmarkingu.

Posledná časť je venovaná neustálemu zlepšovaniu výrobného systému v prevádzke.



Všetci v podniku sme na jednej lodi - manažment, odborári, výroba, marketing, administratíva a ďalší. Všetci sú potrební – jeden udáva kurz, druhý vesluje, tretí vylieva vodu z lode, ďalší má v rukách kormidlo, iní odháňajú žraloky...

Všetci majú spoločný cieľ - udržať sa na vode a prežiť. Je preto zbytočné hľadať vinu jeden na druhom – treba sa sústrediť na to, aby loď vyplávala z nebezpečenstva na pokojné more.

Dnes, na sklonku 20. storočia, stojíme na prahu tretej priemyselnej revolúcie. Pre prvú priemyselnú revolúciu (1750 - 1850) bol charakteristický vývoj rôznych druhov pracovných strojov, ktoré nahradili ručnú prácu. Zvýšené požiadavky na spotrebu energie boli uspokojené zlepšeným parným strojom Jamesa Watta v roku 1776, drevo, ako zdroj energie a konštrukčný materiál, bolo nahradené uhlím a oceľou. Vznikli nové výrobné postupy, nástroje a výrobné zariadenia (sústruhy, frézky, hobl'ovačky, vrtáčky a pod.). Už v tomto období sa vo Veľkej Británii objavili prvé stroje na výrobu čipiek a textilných materiálov, ktoré boli predobrazom dnešných počítačom riadených zariadení. Tento vývoj prebiehal bez ohľadu na jeho vplyv na človeka a životné prostredie. Výsledkom boli katastrofálne pracovné podmienky, vysoké pracovné tempo, práca detí a napokon sociálne nepokoje.

Druhá priemyselná revolúcia je spojená s vynálezmi spaľovacieho motora (Rudolf Diesel prihlásil svoj patent 27. februára 1892), dynamy a elektromotora. Nastala explózia mechanizácie a obrovského zvyšovania produktivity vo výrobe. Druhá priemyselná revolúcia sa rozšírila z USA, kde ešte pred prvou svetovou vojnou nastala výrazná automatizácia v hromadnej výrobe, ktorej základy položil Henry Ford v Detrote. Vznikla nová organizácia práce - linky s pevným rytmom, na ktorých bol človek iba „doplnkom všemocných“ strojov. Vývoj mikroprocesorov priniesol zvýšenie automatizácie a „inteligencie“ týchto zariadení a decentralizácie v ich riadení.

Prvá priemyselná revolúcia priniesla reštrukturalizáciu remesiel a poľnohospodárstva na priemyselnú výrobu. Druhá priemyselná revolúcia je spojená s veľkým zvýšením produktivity vo výrobe tým, že sa výrobný proces rozčlenil na množstvo jednoduchých a lacných činností, ktoré bolo možné postupne mechanizovať a automatizovať. Pre tretiu priemyselnú revolúciu, ktorá práve prebieha, je charakteristické zvyšovanie produktivity hlavne znásobením mentálnych schopností ľudí s doplnením (nie nahradením) počítačovými

systemami. Každá priemyselná revolúcia bola spojená s postupným prechodom od centralizácie (parný stroj, výpočtové stredisko) k decentralizácii (elektromotor, personálny počítač).

Podniky a ich organizačné a výrobné štruktúry sú poznačené týmto vývojom. To, čo bolo výhodou a zdrojom zvyšovania produktivity v časoch H. Forda a F. Taylora, je dnes nevýhodou a brzdou. Hromadná výroba štandardných výrobkov pre anonymný trh musela ustúpiť pružnej, zákaznícky orientovanej výrobe. Trh vplýva na podniky najmä tým, že sa neustále zvyšuje sortiment a variantnosť výrobkov v jednotlivých odvetviach, skracujú sa ich životné cykly, zvyšuje sa ich komplexnosť a skracujú sa časy na vývoj, výrobu a dodanie výrobkov k zákazníkovi. Napriek tomu, že sa všeobecne hľása, že tento vývoj je iba dôsledkom snahy výrobcov plniť rastúce potreby zákazníkov, je možné s týmto tvrdením polemizovať. Potrebuje napríklad „normálny“ zákazník autorádio, videorekordér, CD prehrávač alebo počítačový program so všetkými zabudovanými funkciami? Koľko percent z týchto funkcií skutočne využíva? Nie je niekedy komplexnosť produktu zákazníčkovi na príťaž? Potrebuje zákazník novú verziu programového systému tak rýchlo, ako prichádza na trh? Čo mu to v skutočnosti prináša? Častokrát nutnosť ďalšej investície do počítačového vybavenia a potrebu ďalšej rekvalifikácie. Je teda otázne, koľko inovácií, variantov výrobkov, skracovania životných cyklov výrobkov a zvyšovania ich komplexnosti je odrazom skutočných potrieb zákazníkov alebo iba dôsledkom honby na zákazníka, ktorého potreby sú denne ovplyvňované masmediálnym manipulovaním. Zdá sa, že aj dnes, keď hovoríme o všemocnom fenoméne trhu a jeho vplyve na vývoj podnikov, existuje aj opačný smer pôsobenia - vplyv peňazí, reklamy a tlaku na človeka, ovplyvňovanie potrieb a hodnotovej orientácie ľudí v záujme silných finančných a priemyselných organizácií. Ostatné obdobie nám dokazuje aj to, že tieto kruhy sú, v záujme svojho obchodu, schopné bombardovať cudzie krajiny a barbarsky ničiť hodnoty, ktoré vytvárali generácie ľudí.

Bude veľmi dôležité, aby sa ľudské spoločstvo v budúcnosti ochránilo pred týmto tlakom, aby sa rast spotreby, výroby a hromadenie bohatstva nestalo jediným kritériom rozvoja spoločnosti, aby ľudia a ich skutočné potreby ovplyvnili správanie sa podnikov a obmedzili vplyv nadnárodného kapitálu, ktorý začína byť nebezpečnejšou zbraňou ako existujúci jadrový a chemický arzenál.

Priemyselné inžinierstvo musí byť schopné nasadiť uzdu rastu výroby, HDP a rozvoju, ktorý prebieha bez ohľadu na ďalšie generácie ľudí. Musíme prehodnotiť svoj hodnotový systém – je dôležitý zisk, množstvo vyprodukovaných výrobkov a výška zárobku, alebo čisté životné prostredie, zdravé deti a voľný čas prežitý s ľuďmi, ktorých máme radi? Musíme byť schopní projektovať výrobné systémy, ktoré budú úsporné a ohľaduplné k životnému prostrediu. Rast produktivity musí prebiehať tak, aby sme odhaľovali plytvanie, aby sme spotrebovávali menej materiálov, menej energie, menej času – aby sme produkovali menej odpadov, ktoré ničia našu Zem. Aj my, ľudia, sa musíme rozhodnúť – či chceme prežiť svoj život iba tým, že budeme hromadiť majetok a zážitky, alebo venujeme svoj čas na tomto svete zmysluplnej činnosti pre druhých ľudí a pre túto Zem, ktorú nám nechali naši otcovia.

Spomeňme si na slová starého indiánskeho náčelníka z kmeňa Duwamish v Seattle z roku 1855:

„ Vieme, že biely muž nerozumie našim zvykom. Každý kúsok Zeme je pre neho rovnaký, pretože je tu cudzincom, ktorý prichádza v noci, aby si z nej bral, čo potrebuje. Nie je bratom Zeme – je jej nepriateľom. Keď ju dobyje a olúpi, kráča ďalej. Zanecháva za sebou hroby svojich otcov a nestará sa o ne. Kradne Zem svojim deťom a nestará sa o ne. Zabudol na otcovské hroby i právo svojich detí na život. So svojou matkou Zemou a svojím bratom Nebom jedná ako s vecami, ktoré sa dajú drancovať, kupovať alebo predávať – podobne ako ovce, alebo blyskavé perly. Jeho hlad zhltnie celú Zem, nezanechá po sebe nič – iba púšť“. Zoberme si tieto slová k srdcu, pretože vysoká produktivita je síce cestou k vyššiemu zisku a životnému štandardu, ale rozumné správanie k životnému prostrediu je jedinou možnosťou na zachovanie našej existencie, kde platí:

Zdravý rozum alebo smrť !

Génus slovenskej poézie, Milan Rúfus, vo svojich básňach Mikroprocesory a Piata, ekologická, píše:

Mikroprocesory

Za časov prísneho
A staručkého boha
Chodieval osud k nám
Na olovených nohách.

A teraz nechodí,
jak lavína sa valí.
A sníma z účelu
Už nielen tvoje svaly,

pot – tvoje výkupné.
Už chce tvoj mozog, človek.
A k čomu budeš ty ?
A prečo budeš – povedz !

Nestratíš miestenku ?
Zem predsa dala slovo,
že vezie iba to,
čo na nej má svoj dôvod.

Piata, ekologická

Človek a Zem. A zbastardená veleba.
Ktože je on a čo je vlastne ona?
Prečo je tak, že semienko z jej lona,
zriaďujúce sa samo pre seba,
ju osudovo ničí?
Čí je on, že to smie? Čí, že ju ohraničí?
V čom je to všetko, akého zmyslu plnom?

Vari aj Zem je gigantickým zrnom,
čo musí zomrieť, aby žilo ďalej?
Kde ďalej, akže nijaké ďalej nie je?
Kvôli čomu sa deje, čo sa deje!
Na čiu hanbu, k čej chvále?

Už iba tuším, a či ešte viem.
V ohlušujúcom čase, čase čísel.
Zem nie je zrno, Zem je zem.

A zrno, nepočítajúc s ňou,
už stratilo svoj zmysel.

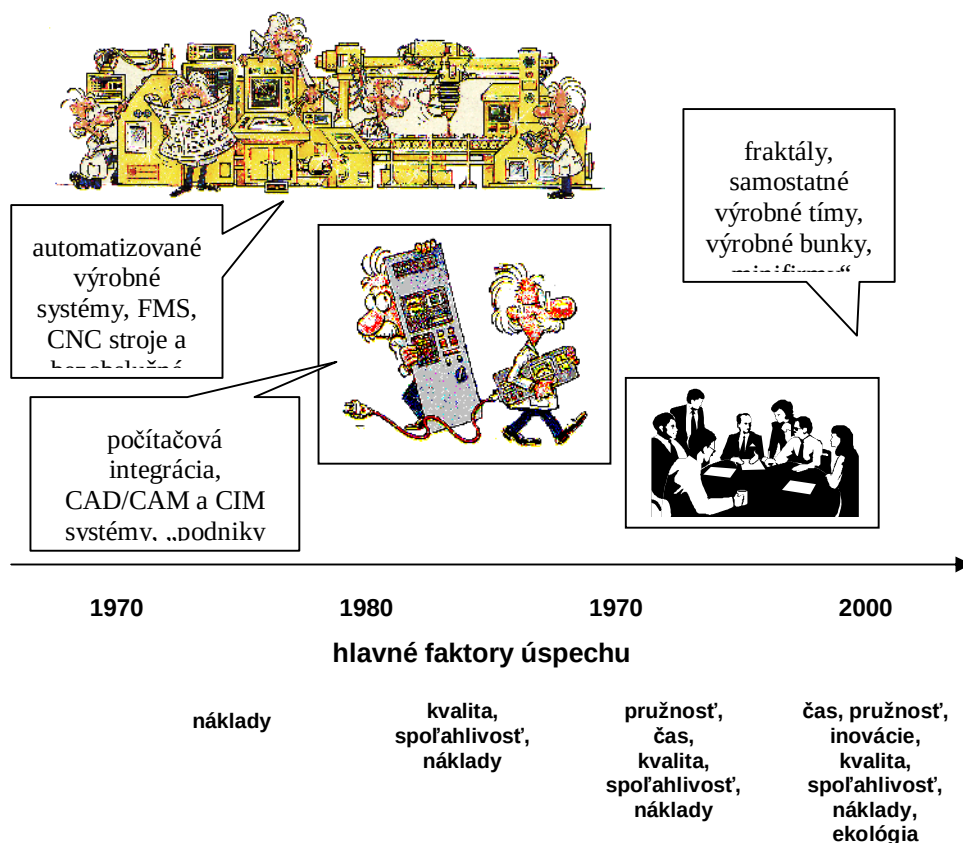
Milan Rúfus, Presné ako chlieb a voda, Matica slovenská, 1998



1. Výrobné systémy svetovej triedy

Práve naše storočie, ktoré bez slova „veda“ nevie ani zívnuť, ma presvedčilo, že z ničoho sa nedá robiť veda. Ani z vedy.

(Jan Werich)



Obr. 1.1. Vývoj výrobných systémov

Rastúca variantnosť a sortiment výroby viedli podniky v ostatných rokoch k väčšej kooperácii s dodávateľmi (redukcia komplexnosti výroby) a k hľadaniu prostriedkov pre zvýšenie svojej pružnosti. V sedemdesiatych rokoch sa vývoj sústreďoval na optimalizáciu výrobných zariadení s cieľom zvyšovať kvalitu a produktivitu. V osemdesiatych rokoch riešili podniky problém pružnosti predovšetkým automatizáciou, počítačovou podporou a integráciou (CAD/CAM, CIM, FMS). Pre deväťdesiate roky je charakteristické, že sa mnohé firmy orientujú na reorganizáciu a využívanie ľudského potenciálu v podniku. Ak sa takto podarí preniesť niektoré rozhodovacie právomoci i zodpovednosť na nižšie články, je možné zjednodušiť celý systém riadenia. Má to aj pozitívny vplyv na pružnosť a reakcieschopnosť výroby i na zapojenie ľudí do zlepšovania procesov v podniku.

Obrázok 1.2 ukazuje typický vývoj, ktorý sa uskutočnil v mnohých podnikoch smerom k decentralizácii a splošťovaniu organizačných štruktúr a k čiastočnému zrušeniu presne definovaných hraníc jednotlivých oddelení a funkčných štábov v podniku.

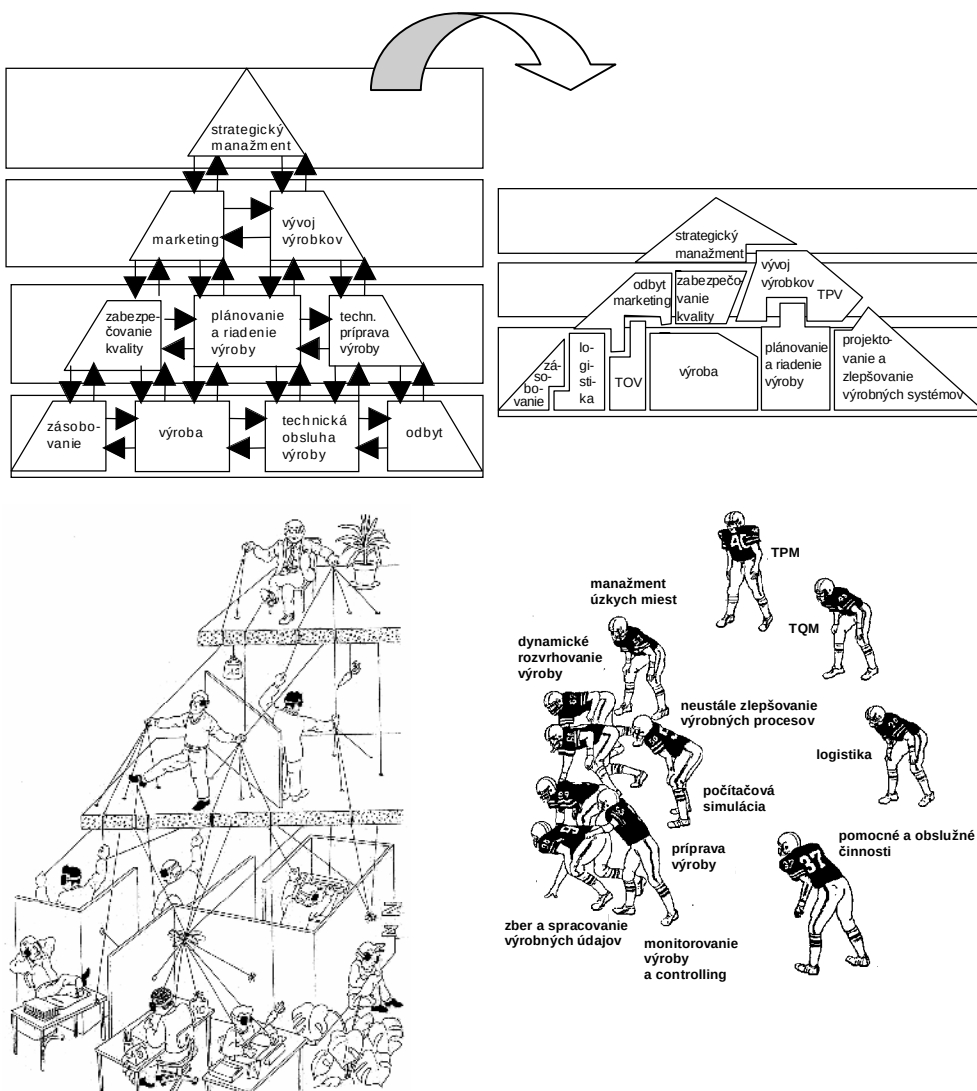
Tradičné postupy manažmentu v centralizovaných organizačných štruktúrach nie sú častokrát schopné primerane reagovať na rýchle zmeny v okolí podniku a tak vlastne nezostáva nič iné, ako nechať rozmyšľať, rozhodovať a konať ľudí na nižších úrovniach v tradičnej podnikovej hierarchii.

Hlavné zmeny, ktoré v ostatných rokoch vplývajú na reorganizáciu podnikov sú:

- Rastúce používanie moderných prostriedkov počítačovej techniky - programové vybavenie inovované v stále kratších intervaloch, počítačové siete a pod.
- Explózia nových poznatkov, odborov a informačných zdrojov (napr. Internet). Ľudia sú zaplavovaní množstvom informácií, pričom je stále zložitejšie nájsť správnu informáciu pre požadované rozhodnutie.
- Globalizácia a internacionalizácia vývoja, výroby, obchodu a podnikania.
- Množstvo vzdelávacích programov, rekvalifikácia ľudí sa koná v stále kratších cykloch.
- Rýchle zmeny v sortimente výrobkov, diverzifikácia, zmeny v portfóliách firiem, fúzie a bankroty firiem.
- Nové objavy, vynálezy, technológie, podnikateľské príležitosti na nových trhovách segmentoch.

Na obr. 1.3 je zhrnutý prehľad vývoja najvýznamnejších trendov v rozvoji podnikov a výrobných systémov vo svete. Ide hlavne o nasledovné koncepty:

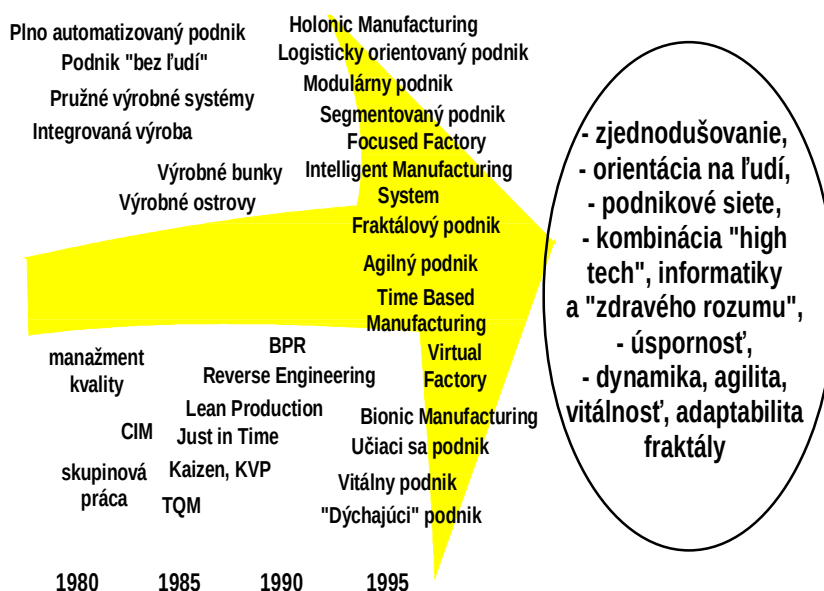
- **Modulárny podnik** - podnik rozdelený na moduly (segmenty), v ktorých sa vyrábajú skupiny podobných komponentov. Moduly majú pomerne vysokú autonómiu v riadení, majú jasne definované materiálové, informačné a finančné vstupy a výstupy a vzájomne si poskytujú služby.
- **Fraktálový podnik** - podnik organizovaný ako štruktúra dynamických fraktálov, ktoré sa vyznačujú samoorganizáciou a motiváciou jednotlivých členov fraktálov, dynamikou a neustálym prispôbovaním sa zmenám v okolí, vzájomnou kooperáciou a sledovaním podnikových cieľov, prehľadnosťou jednotlivých procesov.



Obr. 1.2. Decentralizácia a splošťovanie podnikovej štruktúry

- **Učiaci sa podnik** - podnik orientovaný na permanentný proces učenia sa všetkých pracovníkov a rozvoj spoločných znalostí. Proces učenia a rozvoja zamestnancov prebieha neustále, aj bez vonkajších tlakov, a smeruje k vývoju nových cieľov, štandardov a k neustálemu zlepšovaniu všetkých podnikových činností.

- **Agilný podnik** – je charakterizovaný najmä nasledovnými vlastnosťami - neustála zmena, rýchla reakciability, rozšírenie pojmu akosť, dynamika, koncentrácia na ľudí, ich schopnosti a tímovú spoluprácu, široká kooperácia.
- **Holonický podnik** - podnik zložený z holónov, ktoré samostatne konajú, samé si definujú ciele a plány a kontrolujú si ich plnenie. Holóny sú charakterizované hlavne autonómiou a vzájomnou kooperáciou v jednotnej sieti.
- **Bionický podnik** - podnik, ktorý sa dynamicky prispôbuje zmenám tak ako biologický organizmus. Centrálné funkcie podniku sú minimalizované a ťažisko je na funkčných, autonómnych, vzájomne prepojených prvkoch, ktoré spontánne komunikujú v jednotnom informačnom systéme.
- **Štíhla výroba** - krátko a strednodobé zoštíhlenie podnikových štruktúr, odbúranie neproduktívnych a nadbytočných činností z podniku, zlepšenie kooperácie s dodávateľmi a odberateľmi, paralelizácia a synchronizácia činností.
- **BPR (Business Process Reengineering)** - reinžiniering podnikateľských procesov je zameraný na zásadné prehodnotenie a radikálnu rekonštrukciu podnikových procesov tak, aby sa dosiahlo výrazné zlepšenie ukazovateľov ako sú náklady, kvalita, rýchlosť a služby zákazníkom. Pre BPR je charakteristická orientácia na celopodnikové procesy strategického charakteru a pohľad na podnik ako na jeden celok. Tento prístup v ostatných rokoch však prehodnotili aj jeho autori a dnes sa orientujú stále viac na procesy v podniku a ich zlepšovanie.



Obr. 1.3. Niektoré podnikové koncepty

Okrem týchto konceptov vznikli aj ďalšie – napr. extended enterprise, customer driven manufacturing a mnohé ďalšie. Množstvo moderných názvov, ktoré častokrát pripomínajú Babylon, vzniklo jednak preto, že mnohé pracoviská mali potrebu odlíšiť sa, prísť s niečím „novým“. A tak môžeme pod rozličným označením nájsť rovnaké princípy – častokrát aj také, ktoré boli bežné vo firme Toyota alebo v Baťových podnikoch pred desiatkami rokov. Je to zároveň príležitosť pre mnohé konzultačné firmy prezentovať sa niečím „novým“ a moderným. Nie je však podstatné pod akým názvom sa nová „zázračná“ metóda prezentuje, dôležité je, čo podniku prinesie. Treba si uvedomiť najmä nasledovné veci:

- Každý podnik je iný a žiaden koncept z inej firmy sa nedá automaticky skopírovať. Existuje množstvo individuálnych riešení, ktoré si jednotlivé podniky rozpracovali a fungujú bez toho, aby sa im dávali honosné názvy.
 - Na druhej strane nesmieme podľahnúť predstave typu „my sme iní, my máme odlišné podmienky a to, čo funguje v Japonsku alebo v iných krajinách sa u nás nedá použiť“. Mnohé z metód, o ktorých budeme ďalej hovoriť, sú účinné bez ohľadu na národnosť ľudí, ktorí ich používajú – rozhodujúce odhodlanie robiť veci lepšie.
 - Porozumenie a osvojenie si moderných metód pre projektovanie a prevádzku výrobných systémov je len prvý krok. Najväčšie úskalie spočíva v implementácii, v nekompromisnom dodržiavaní stanovených štandardov a v ich postupnom zlepšovaní.
- V nových podmienkach globálnej konkurencie sa presadzuje decentralizácia a zoštíhľovanie, čo znamená, že sa podniky usilujú orientovať na svoje kľúčové schopnosti - t. j. na to, v čom sú skutočne najlepšie. Tento trend ich núti prenášať niektoré úlohy a činnosti na špecializovanejšie, neraz menšie podniky, s ktorými vytvárajú nové formy vzťahov.**

Na konferencii Európskej únie venovanej novým výrobným technológiám zaznelo: „Podniky s dymiacimi komínmi nezmiznú cez noc. Začíname však vytvárať novú generáciu čistých podnikov, ktoré sú malé a vyrábajú iba jeden špecializovaný výrobok. Podnik budúcnosti nebude veľký a nebude vyrábať veľké množstvá. Budú to siete dodávateľských a montážnych podnikov v geograficky rôznych lokalitách, prepojených efektívnymi dopravnými a komunikačnými systémami. Podnik budúcnosti bude vytvorený z autonómnych buniek, ktorých špecializácia, efektívnosť a vysoká produktivita bude určovať jeho konkurencieschopnosť“.

Na ceste k svetovej špičke si budú musieť naše firmy osvojiť hlavne nasledovné ciele:

1. Vyrábať vysokú kvalitu bez plytvania.
2. Zvyšovať kapacitu bez investičných nákladov.
3. Dosahovať vyrovnaný pomer medzi výrobnou kapacitou a výkonom.
4. Maximalizovať zisky a minimalizovať náklady.
5. Orientovať sa na ľudí v podniku, ich intelekt a skúsenosti.
6. Rýchle inovovať výrobky a výrobné systémy.

Pokúsme sa ďalej zovšeobecniť niektoré spoločné znaky vyššie uvedeného vývoja t. j. charakteristiky podnikov, ktoré sú zaradené do tzv. svetovej triedy (World Class Manufacturing – WCM).

Aké prvky majú niektoré špičkové výrobné systémy ?

Výrobný systém Toyota – TPS (Toyota Production System), ktorý sa stal vzorom koncepcie Lean Production (štíhla výroba) je postavený na dvoch hlavných pilieroch:

1. Pružní pracovníci a procesy (Shojinka).
2. Tvorivé myslenie, invencia a zlepšovanie (Soikufa).

Hlavné prvky TPS sú:

- Kanban / JiT.
- Vyvážené toky materiálu, „nulové“ zásoby.
- SMED – skracovanie časov na pretypovanie zariadení.
- Štandardizácia.
- Bunkový layout + pružný personál.
- Autonomizácia (poka yoke, jidoka).
- Kaizen.
- Vizualizácia.
- Celopodnikový systém zabezpečovania kvality.
- TPM.

Výrobný systém ŠKODA VW (závod na výrobu Octavie):

- Logistika a zapojenie dodávateľov do výroby (integrácia dodávateľov, JiT, priame dodávky, zberné kontajnéry, zásobovacie centrá).
- KVP.
- Fraktály (navigácia, samoorganizácia a samooptimalizácia, dodávatelia – odberatelia, vlastná zodpovednosť).
- Fraktálový SPINE Layout.
- Dýchajúci podnik – priestory, pracovný čas, množstvá, typy.
- Orientácia na pracovníkov.
- Procesy – FIFO, benchmarking – „best in class“, 3 týždňový priebežný čas od prijatia objednávky.
- Budovy – nová architektúra, prehľadnosť, komunikácia, spoločná identita a kultúra, vizualizácia.

Výrobný systém AUDI:

- KVP, Ideen Management.
- Tímová práca.
- Štandardizácia práce.

- Vizuálny manažment.
- Riešenie problémov priamo pri zdroji.
- Optimalizovaná logistika a materiálové toky.
- TPM.
- Organizácia pracoviska.
- TQM.

Výrobný systém Bat'a (pred 50 rokmi !!!):

- Integrácia namiesto atomizácie práce.
- Neustále zlepšovanie výrobných procesov, inovácie a zlepšovanie kvality.
- Samoriadenie kolektívov – samospráva.
- Podiel na zisku alebo na zvyšovaní produktivity („profit sharing“, „gain sharing“).
- Jasná zodpovednosť.
- Organizačná pružnosť.
- Nové technológie – automatizácia a autonomizácia pracovísk.
- Ľudská orientácia podniku.
- Týždenné vnútropodnikové účtovníctvo a finančné riadenie.

Ak chceme zmeniť naše podniky tak, aby prežili v globálnom prostredí, treba si uvedomiť napríklad aj to, že v roku 2001 bude na svete nadbytok výrobných kapacít 23 miliónov automobilov ročne. V celosvetovom boji o prácu si z tohto koláča odhryznú iba tí najlepší. A tí horší prídu o prácu...

Podnik svetovej triedy je globálna stratégia rozvoja podniku, ktorú uplatňujú v ostatných desiatich rokoch špičkové svetové firmy a smeruje k zaisteniu pevnej pozície firmy na trhu. Hlavné charakteristiky takéhoto podniku sú - špičkovú pripravenosť a motivovaní pracovníci na všetkých úrovniach, ktorí pracujú ako vrcholový športový tím, nulové nepodarky, nízka fluktuácia, nízke zásoby, nízke prestoje, extrémne krátke časy na pretypovanie zariadení a trvalé zlepšovanie všetkých procesov v podniku.

Hlavné prvky, ktoré sa rozvíjajú v podniku svetovej triedy sú:

- Stabilita procesov, štandardy, analýza a meranie práce
- Vízia, stratégia, audit, benchmarking, integrované ciele
- Rozvoj ľudí a ich zapojenie do zmien v podniku
- Prechod od ISO noriem k TQM, štatistické sledovanie procesov a ich zlepšovanie
- Logistika a manažment úzkych miest
- TPM - Totálne produktívna údržba
- SMED – redukcia časov na zoraďovanie, znižovanie dávok a zvyšovanie pružnosti
- Zjednodušovanie a zlepšovanie procesov
- Dokonalý komunikačný a informačný systém v podniku, vizuálny manažment
- Just in Time
- Tímová práca a fraktály
- Rýchle inovácie a simultánne inžinierstvo.

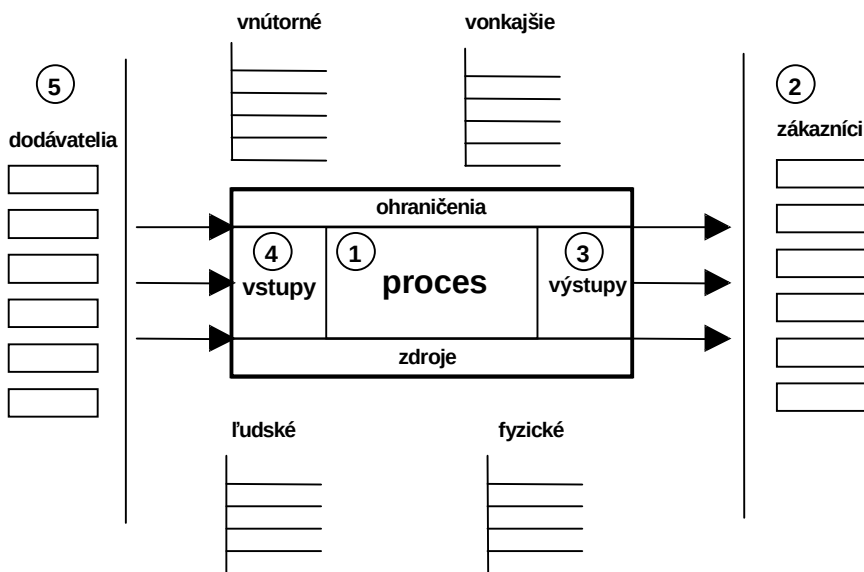
Stabilita procesov, štandardy, analýza a meranie práce

Proces je súbor činností, ktoré vyžadujú jeden alebo viac druhov vstupov a tvoria výstup, ktorý má pre zákazníka hodnotu (obr. 1.4). Je to reťazec činností, v ktorom sa materiál mení na výrobok, alebo objednávka na službu zákazníkovi. Operácia je činnosť, v ktorej pracovník alebo stroj spracováva pridelenú položku.

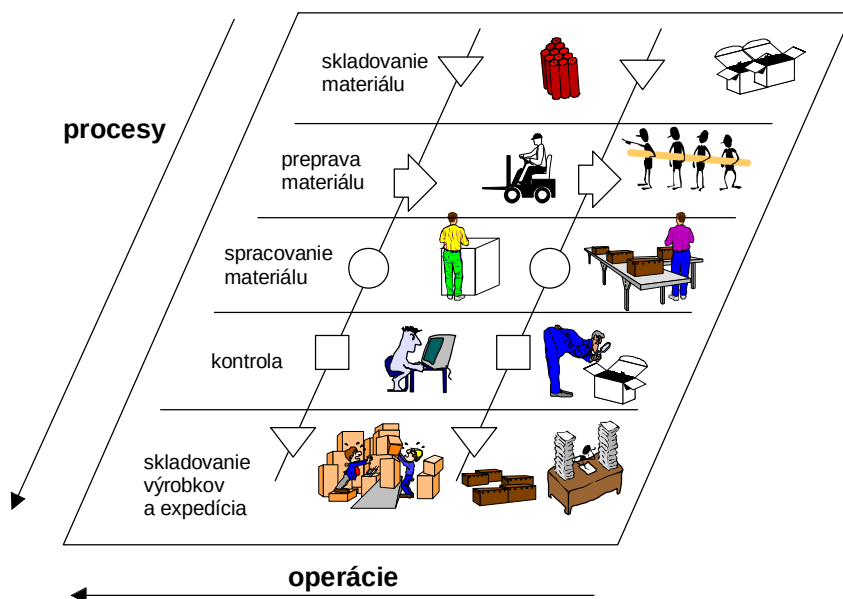
Podnik je možné zobrazit' ako sieť, ktorá sa skladá z dvoch základných tokov (obr. 1.5):

- Horizontálny tok subjektov (pracovníkov, výrobných pomôcok a zariadení) - **operácie**.
- Vertikálny tok objektov (materiálu, výrobkov, služieb) - **procesy**.

Definovanie procesov a procesná organizácia podniku je základom, ktorý je potrebné definovať už vo fáze projektovania. Ak nie sú procesy vo výrobných a v administratívnych činnostiach jasne definované, je veľmi ťažko udržať ich pod kontrolou, prípadne ich zlepšovať. Ak nevieme koľko času a zdrojov potrebujeme na jednotlivé procesy, tak ich nevieme správne ani plánovať ani ekonomicky vyhodnotiť. Samostatným problémom je štruktúra procesov, t. j. ich nadväznosť a vzájomné väzby medzi nimi. Dôležité je maximálne zjednodušovanie procesov a odstraňovanie všetkého zbytočného z nich. Je oveľa jednoduchšie vypracovať dobrú procesnú štruktúru vo fáze projektu výrobného systému, ako sa o takúto štruktúru potom usilovať neskôr vo fáze prevádzky. Ide hlavne o to, aby daný objekt (objedávka, materiál) prešiel cez procesy v podniku čo najrýchlejšie, pri dodržaní predpísaných štandardov a pri minimálnych nákladoch (čím dlhšie sa objekt zdrží v podnikových procesoch, tým viac nákladov sa naň „prilepí“).



Obr. 1.4. Definícia procesu



Obr. 1.5. Procesy a operácie v podniku

Ak chceme v podniku niečo projektovať, plánovať, riadiť, kalkulovať alebo zlepšovať – musíme to vedieť predovšetkým správne odmerať. V podnikoch svetovej triedy existujú štandardy (nielen v oblasti kvality), ale vo všetkých oblastiach. Ich hlavnou úlohou je definovať, čo je „normálne“, a čo je „nenormálne“, a sledovať odchýlky medzi týmito stavmi. Štandardy sa používajú v oblasti zásob, priebežných časov, sledovania využitia zariadení (napr. CEZ - ukazovateľ celkovej efektívnosti zariadenia), nákladov, usporiadania pracoviska, pracovných postupov a pod. Základom pre plánovanie, kalkulácie nákladov, ale aj projektovanie investícií sú však štandardy v oblasti práce. Je pritom nutné:

1. Analyzovať procesy a činnosti v nich.
2. Priradiť im objektívne časové hodnoty.
3. Hľadať možnosti, ako vykonávať jednotlivé činnosti a procesy rýchlejšie a lacnejšie.

Základné metódy, ktoré sa používajú v tejto oblasti, sú:

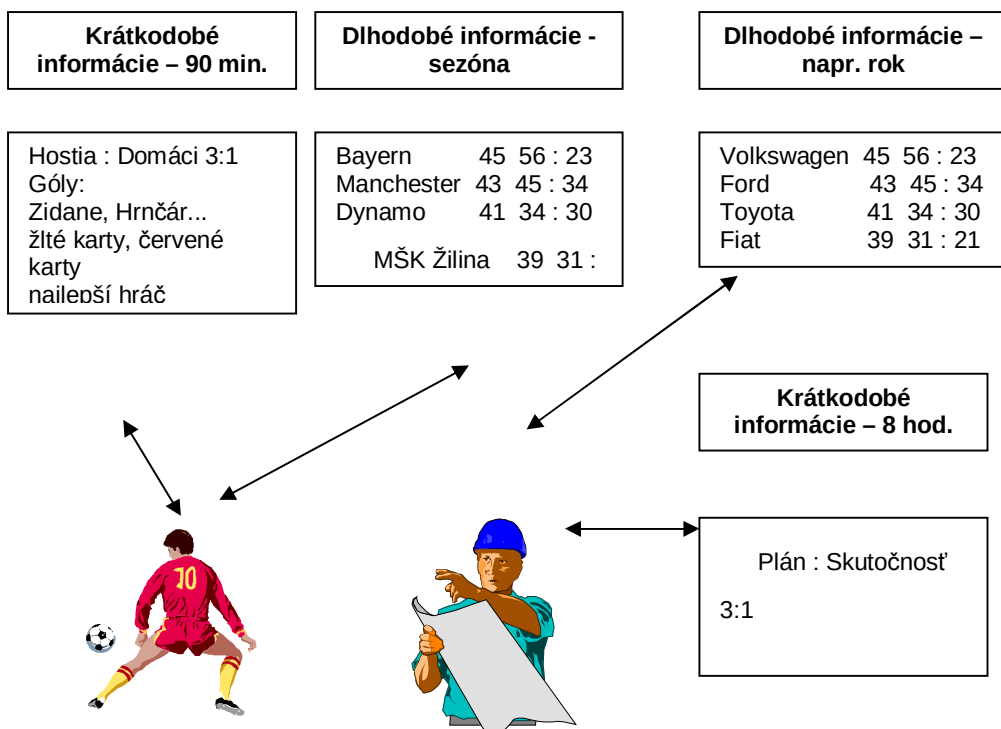
- MTM
- REFA
- MOST
- ich nadstavby a modifikácie.

Vízia, stratégia, audit, benchmarking, integrované ciele

Všetky svetové firmy, ktoré dnes dosahujú parametre podniku svetovej triedy, majú jednu spoločnú vec - pracujú v nich manažéri, ktorí vidia dopredu, majú jasnú víziu tých najnáročnejších cieľov, ktoré chcú so svojím podnikom dosiahnuť, ale hlavne - vedia strhnúť svojich spolupracovníkov, aby na dosiahnutí tejto vízie spolu s nimi pracovali. Ďalšou dôležitou vlastnosťou týchto podnikov je benchmarking - porovnávanie sa s najlepšimi vo svojom odbore, definovanie náročných cieľov a konkrétnych plánov pre ich dosiahnutie (obr.1.6). Kto sa uspokojí s priemernosťou, kto si definuje príliš skromné ciele, ten sa nikdy nezaradí medzi elitu. Pred začatím projektu „podniku svetovej triedy“, je potrebné pripraviť dlhodobý strategický plán (3 - 5 rokov), ktorý okrem definovania podnikových cieľov, stratégií a politík identifikuje aj znalosti, metódy, nástroje a skúsenosti potrebné pre efektívnu implementáciu stanovenej stratégie.

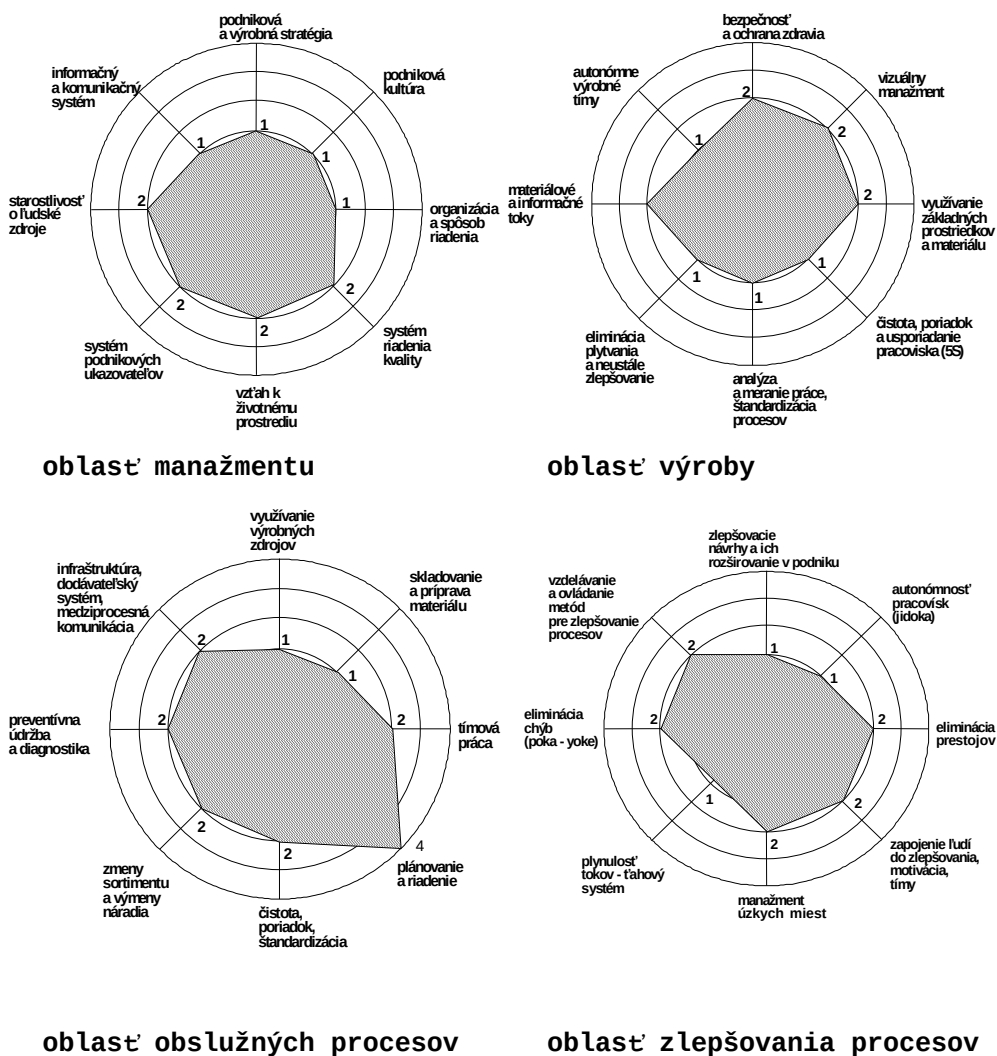
Ďalšou dôležitou oblasťou je pravidelné vykonávanie auditov v rozličných oblastiach podniku, ktoré jednak zobrazujú ich úroveň rozvoja a zároveň ukazujú ako sa daná organizácia vyvíja (obr.1.7).

Najnižšia známka 1 obyčajne zodpovedá neznalosti a absencií nových postupov v hodnotenej oblasti. Známkou 2 zodpovedá čiastočným plánom a pokusom zaviesť niektoré nové metódy v danej oblasti. Tretí stupeň zodpovedá dobrému štandardu v danej oblasti, ktorý dosahujú iné domáce alebo zahraničné firmy v priemysle a štvrtý stupeň zodpovedá svetovej triede.



Obr. 1.6. Benchmarking – nástroj motivácie a zlepšovania

Predstavme si, ako by hrali napríklad futbalisti, keby nevedeli, aký je stav zápasu a nepoznali by postavenie svojho mužstva v súťaži. Ako majú pracovať pracovníci v podniku, ak nemajú tieto informácie – každodenný priebeh výroby v podniku a postavenie podniku v celosvetovej súťaži? Tieto informácie vytvárajú základňu pre zlepšovanie podnikových procesov a zároveň aj motivačný tlak na ľudí vo firme, aby si uvedomili, kde je konkurencia a aká je vážnosť hrozby, že **ich firma** prehrá v súťaži a oni stratia prácu.



Obr. 1.7. Audit vykonaný v jednom slovenskom podniku

Je veľmi dôležité, aby boli navzájom integrované podnikové ciele – od najvyšších strategických cieľov až po ciele, ktoré sa uzatvárajú napríklad dohodami na úrovni výrobných tímov. Najpoužívanjšie metódy sú BSC (Balanced Scorecard) a Hoshin Kanri (Policy Deployment).

Rozvoj ľudí a ich zapojenie do zmien v podniku

V podniku, kde chceme ľudí zapojiť do procesov zlepšovania, musia ľudia **chcieť** (to je otázka motivácie), **vedieť** (to je otázka prípravy ľudí) a **môcť** (to je otázka organizačnej štruktúry a kompetencií).

Pri rozvoji ľudí a ich zapájaní do zmien v podniku sa musíme zamerať hlavne na nasledovné oblasti:

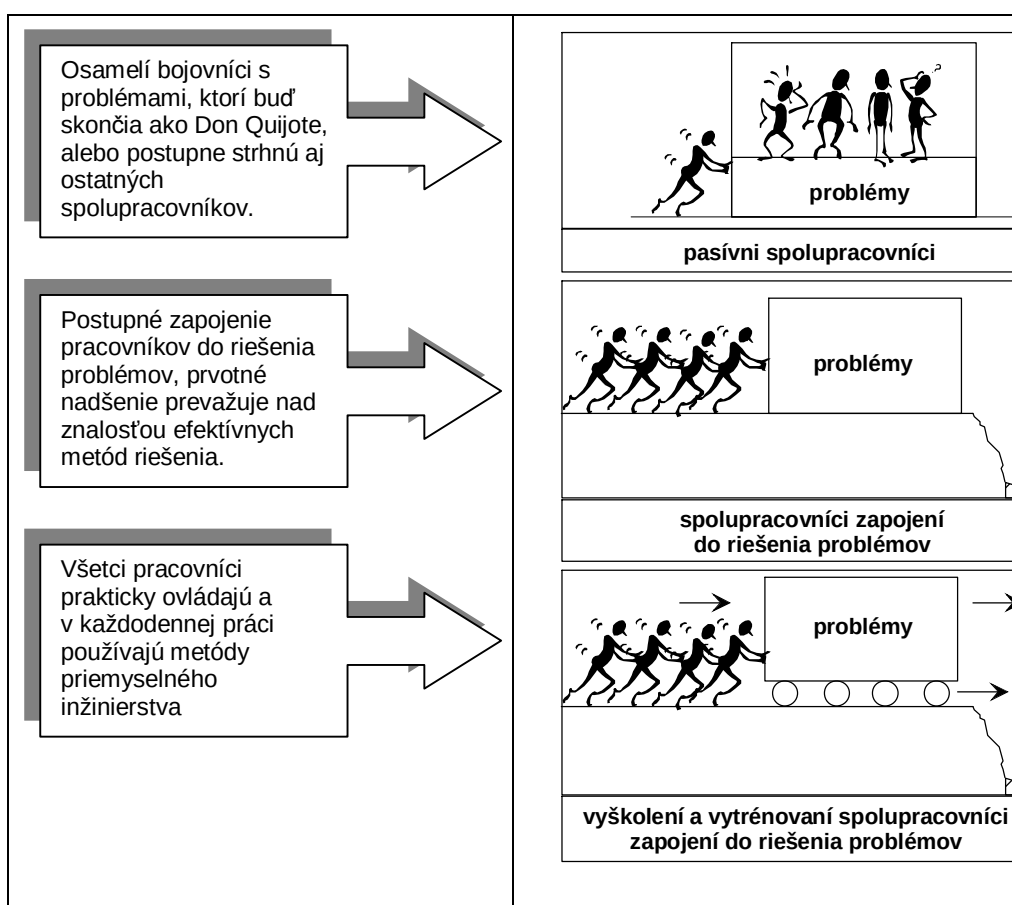
- Motivácia ľudí – systém hodnotenia a odmeňovania pracovníkov, organizácia práce, právomoci a zodpovednosť, otvorenosť a čestnosť v jednaní.
- Vzdelávanie nie je iba pre vybrané skupiny pracovníkov, ale pre všetkých (od vrcholového manažmentu až po robotníkov) je to taká samozrejmosť, ako poskytovanie obedov v podnikovej kantíne.
- Vzdelávanie nie je na princípe donucovania alebo „plnenia bodov“ pre dosiahnutie certifikátu – je to súčasť osobného rozvoja pracovníka, súčasť odmeny a garancia postupu pracovníka, zárobku a jeho stability vo firme.

**Ak chceš postaviť loď, nemusíš zháňať chlapov,
aby pripravili drevo, nástroje a rozdeliť im prácu.
Stačí, ak v nich prebudíš túžbu po nekonečnom mori.**



Obr. 1.8. Postupná zmena postojov ľudí a ich zapojenie do riešenia problémov sú kľúčové úlohy súčasných manažérov v podnikoch

- Vzdelávanie nespočíva v navštevovaní prednášok, ale musí mať charakter učenia sa na riešení problémov, vzdelávanie je stále viac tréningom, t. j. nácvikom riešení rozličných problémov a situácií.
- Každý vedúci pracovník sa postupne stáva školiteľom a trénerom svojich spolupracovníkov.
- Vzdelávanie a rozvoj ľudí musia mať vytvorený aj organizačný rámec – možnosť uplatnenia získaných poznatkov a skúseností v podniku, pravidelné skúšky, audity a pod.
- Najväčšie zmeny v podniku je možné dosiahnuť smerom zdola nahor, ale tento proces musí začať hore. Vrcholový manažment musí byť vzorom pre pracovníkov firmy a musí si získať ich dôveru.



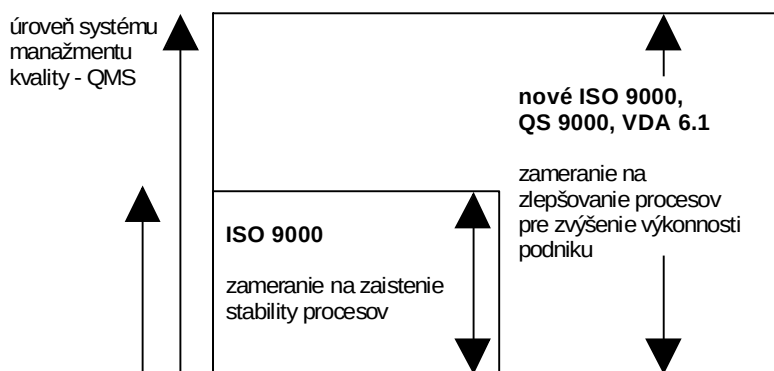
Obr. 1.9. Postupná zmena podnikovej kultúry

Prechod od ISO noriem k TQM, štatistické sledovanie procesov a ich zlepšovanie

Zavedenie noriem ISO 9000 a získanie certifikátu kvality je len prvým krokom, ktorý nám pomáha stanoviť základné pravidlá a štandardy práce a dáva nám vstupenku na trh. Vo firme, ktorá sa vyvíja, sa však normy ISO 9000 zákonite stanú postupne brzdou. Systém TQM, ale i niektoré novšie normy ISO resp. QS 9000 a VDA 6.1, posúvajú systém kvality do inej polohy. Hlavným rysom nových noriem ISO je procesný prístup ku všetkým výrobným a nevýrobným činnostiam a dôraz na ich trvalé zlepšovanie.

TQM sa zameriava predovšetkým na nasledovné oblasti:

- Vedenie a výchova pracovníkov k vlastnej zodpovednosti za kvalitu.
- Maximálne uspokojovanie požiadaviek zákazníka.
- Uplatňovanie nových modelov interných a externých dodávateľských vzťahov.
- Programy nulového počtu nepodarkov.
- Manažment procesov.
- Neustále zlepšovanie.
- Zapojenie všetkých pracovníkov.
- Neustále vzdelávanie a výcvik pracovníkov v nových metódach a ich praktické využívanie.



Obr. 1.10. Posun v normách kvality

Logistika a manažment úzkych miest

Logistický systém zahŕňa projektovanie, plánovanie a riadenie pohybu materiálu (materiál, polotovary, polovýrobky, hotové výrobky a pod.) a informácii (objednávky, výrobná dokumentácia, faktúry, dodacie listy a pod.) v podniku. Tento systém teda obsahuje všetky činnosti súvisiace so zabezpečovaním materiálu, skladovaním, manipuláciou a dopravou, balením, distribúciou, podnikovým informačným systémom, plánovaním a riadením výroby, údržbou výrobných prostriedkov a službami zákazníkom. Hlavnou úlohou logistického systému je zabezpečiť, aby sa požadovaný materiál, výrobok alebo informácia dostali vždy v požadovanom čase, množstve a kvalite na požadované miesto a to pri minimálnych nákladoch.

Hlavné úlohy, ktoré sa v oblasti logistiky a výroby riešia na rôznych úrovniach sú:

- Výrobky (Aké? Koľko? Kde?).
- Výrobné zariadenia (Aké? Koľko? Kde?).
- Sklady (Aké? Koľko? Kde?).
- Dopravné zariadenia (Aké? Koľko? Kde?).
- Riadiace stratégie a informačný tok.
- Personál (Kto? Koľko? Kde?).
- Dodávateľia/odberatelia (Kto? Koľko? Kde ?).

Hlavné požiadavky, ktoré musia súčasné logistické a výrobné systémy spĺňať sú predovšetkým pružnosť (rozličné typy výrobkov, množstvá, poradie spracovania a pod.), produktivita, kvalita a nízke výrobné náklady.

V podnikovom logistickom systéme musia byť zabezpečené predovšetkým nasledovné ciele:

- Synchronizácia jednotlivých procesov v podniku.
- Harmonizácia materiálových tokov.
- Komplexná informačná integrácia.

Pri manažmente úzkych miest sa proces zlepšovania orientuje na tie procesy, ktoré **obmedzujú** podnik v zarábaní viac peňazí - dosahovaní väčšieho zisku. Vychádza sa z poznania, že každý systém obsahuje aspoň jedno obmedzenie, ktoré bráni jeho ďalšiemu rastu.

Typy obmedzení sú:

- **Výrobné zdroje** – chýbajúca kapacita strojov, ľudí, chýbajúce financie a pod.
- **Marketing** – nedostatok objednávok spôsobujúci nevyužitú kapacitu.
- **Riadenie, smernice** – pravidlá, ktoré bránia tomu, aby ľudia robili veci lepšie.
- **Čas** – čas dodávky alebo prípravy výroby je príliš dlhý a zákazníci odchádzajú.

- **Postoje ľudí** – neochota, napätie, slabá komunikácia a kooperácia.

Tento spôsob myslenia chápe podnik ako na celok, v ktorom sú silnejšie a slabšie články. Cieľom každého projektu by malo byť odstránenie obmedzení (úzkyh miest) v tomto reťazci. Každá investícia by mala byť teda vynaložená do zlepšenia prvku, ktorý obmedzuje prietok v podniku.

Zlepšovanie procesov smeruje aj k tomu, aby cez podnik „preteklo“ čo najviac objektov, t. j. aby bol zisk podniku maximálny. Zlepšovanie operácií (jednotlivých izolovaných činností) obyčajne vedie k izolovaným, lokálnym zlepšeniam a nemusí prispievať k zvyšovaniu zisku podniku - napr. zvyšovanie zásob, zbytočná spotreba materiálu a energií, zbytočné priestory a ľudia, činnosti, ktoré nie sú pre podnik potrebné.

Totálne produktívna údržba

Totálne produktívna údržba (TPM - Total Productive Maintenance) sa orientuje na zapojenie všetkých pracovníkov v dielni do aktivít, ktoré smerujú k minimalizácii prestojov zariadení, minimalizácii nehôd a nepodarkov. Pri TPM ide o prekonanie tradičného delenia ľudí na „pracovníkov, ktorí pracujú na danom stroji“ a „pracovníkov, ktorí ho opravujú“. Vychádza sa z toho, že práve pracovník, ktorý obsluhuje stroj má šancu najskôr zachytiť abnormality v práci stroja a prípadné zdroje budúcich porúch zariadenia. Mottom TPM je: „Ochraňuj si svoj stroj a staraj sa oň vlastnými rukami“. Maximum diagnostických a údržbárskych činností sa teda v TPM prenáša z klasických oddelení údržby priamo na výrobných pracovníkov - výrobné úseky. Začína sa obyčajne so zlepšením poriadku na pracovisku, s čistením strojov a kontrolou ich stavu (uvoľnené skrutky, káble, kryty, čistenie a mazanie trecích plôch a pod.). Ďalej sa obsluha učí „porozumieť svojmu stroju“, tak ako skúsený vodič automobilu vie podľa jeho „zvuku“ a správania sa na ceste stanoviť včas správnu diagnózu a vykonať príslušnú opravu, preberá túto úlohu aj operátor stroja, ktorý sa k nemu postupne učí správať ako k svojmu „vlastnému“ zariadeniu. Okrem údržbárov a operátorov sa do systému TPM zapájajú aj ďalšie profesie, napríklad z technickej prípravy výroby.

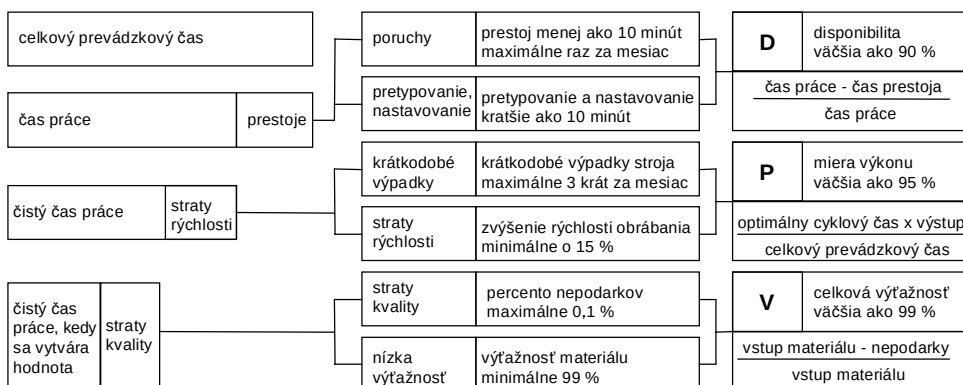
TPM zapája všetkých ľudí v podniku do procesu maximalizácie celkovej efektívnosti zariadenia. Ide hlavne o elimináciu šiestich základných typov strát na stroji:

1. Prerušenia v práci stroja v dôsledku porúch.
2. Pretypovanie stroja a nastavovanie zariadenia (výmena nástroja, upínača, formy, zoradovanie a pod.).
3. Krátkodobé výpadky v práci stroja (namotanie triesky, blokovanie sklzov, nesprávna činnosť senzorov, zablokovanie posuvného mechanizmu nečistotami a pod.).
4. Straty rýchlosti - napr. rozdiel medzi stanovenou rýchlosťou obrábania a skutočnou rýchlosťou.

5. Nepodarky a komponenty, ktoré treba dodatočne opracovať (oprava nepodarkov, odstraňovanie materiálu z materiálu s nesprávnymi odchýlkami a pod.).
6. Nízka výťažnosť - výťažnosť materiálu, straty medzi štartom zariadenia a stabilnou výrobou.

straty vo využití výrobného zariadenia

ciele, ktoré sa majú dosiahnuť



$$\text{celková efektívnosť zariadenia} = D \times P \times V = 85 \%$$

Celková efektívnosť zariadenia a plánovanie cieľov údržby (85 % je štandard, odporúčaný japonskými výrobcami)

Obr. 1.11. Koeficient CEZ (celková efektívnosť zariadenia)

Celopodnikový systém TPM sa skladá z nasledovných piatich prvkov:

1. TPM sa orientuje na zmenu podnikovej kultúry tak, aby sa dosiahla maximálna celková efektívnosť výrobného systému.
2. TPM sa dôkladne zaoberá celým systémom tak, aby sa predchádzalo všetkým druhom strát na pracovisku alebo na zariadení (nulové prestoje, nulové nepodarky, nulové straty rýchlosti, nulové nehody a úrazy).
3. TPM sa nezavádza iba vo výrobe a v kooperujúcich oddeleniach, ale v celom podniku vrátane oddelení nákupu, predaja, vývoja, administratívy a pod.
4. TPM zapája do svojich aktivít všetkých pracovníkov podniku - od top manažmentu až po robotníkov v dielni.
5. TPM sa usiluje dosiahnuť nulové straty s pomocou činností v malých autonómnych tímoch.

Okrem toho, že TPM má priamy vplyv na využitie kapacity stroja (koeficient CEZ), existujú aj ďalšie argumenty pre to, aby sme sa problematike údržby vážne venovali:

- Náklady na údržbu výrobných zariadení predstavujú vo vyspelých štátoch 12 - 15 % hrubého domáceho produktu (HDP).

- V západnej časti Nemecka sa ročne vynakladá na údržbu 125 miliárd USD.
- Ročné náklady na údržbu strojov predstavujú 5 - 10% z obratu firiem.
- Len v západnej Európe pracuje v oblasti údržby vyše 2 milióny ľudí.

SMED – redukcia časov na zoraďovanie, znižovanie dávok a zvyšovanie pružnosti

Pod redukciou zoraďovacích časov sa rozumie systematický proces pre minimalizáciu časov prestojov, t. j. časov čakania (prípravy) kapacitnej jednotky medzi opracovaním dvoch po sebe nasledujúcich rôznych typov výrobkov (výrobných dávok).

Zoraďovanie nemusí byť čisto výrobnou záležitosťou. Ak budeme pojem zoraďovanie chápať širšie, potom zoraďovanie môže predstavovať všetky činnosti spojené s prípravou realizácie určitého procesu. V tomto prípade procesom môže byť ľubovoľný proces, napríklad spracovanie objednávky zákazníka, objednanie materiálu, technická príprava výroby a pod.

Redukcia zoraďovacích časov môže znamenať značnú redukciu výrobných nákladov - 75 až 80 %.

Najznámejšou technikou pre redukciu zoraďovacích časov je takzvaná technika SMED (Single Minute Exchange of Die).

Krátke časy zoraďovania sú podmienkou uplatnenia malých výrobných dávok, ktoré zaisťujú krátke priebežné doby výrobkov. Redukcia sa však nemôže obmedziť len na redukciu zoraďovacích časov vo výrobe, ale redukcia musí zahŕňať aj oblasti administratívy, obchodu a pod. (redukcia času prípravy celej zákazky a jej jednotlivých komponentov).

Čas na zoraďovanie spôsobuje dvojnásobné problémy:

1. Zvyšuje čas čakania dávky na spracovanie.
2. Spotrebovávajú kritické kapacity s ohľadom na čakanie dávky.

Vysoké náklady na zoraďovanie spôsobujú tri podstatné nevýhody :

- Vyžadujú veľké výrobné série (veľké dávky), ktoré znemožňujú rýchlu reakciu na neočakávané požiadavky zákazníkov.
- Veľké výrobné dávky vedú k značným zásobám materiálu, rozpracovanej výroby i hotových výrobkov.
- Veľké zásoby vyžadujú priestor vo výrobe i v sklade, ľudí a zariadenia pre manipuláciu a transport, uskladnenie, vyskladnenie a rozdeľovanie a pod. A samozrejme musíme platiť za pasívne zásoby a úroky z viazaného kapitálu. Toto všetko predstavuje pre podnik veľké straty.

Ako možno znížiť časy na zoraďovanie ?

Pri redukcii veľkosti zoraďovacích časov je možné použiť štyri koncepty a šesť techník pre ich realizáciu.

1. krok - oddeliť prácu, ktorá musí byť vykonaná nevyhnutne počas vypnutého zariadenia (takzvané interné zoraďovanie), od práce ktorú možno vykonať počas prevádzky zariadenia (takzvané externé zoraďovanie).

2. krok - redukcia interného času na zoraďovanie, tak že stále viac práce sa bude vykonávať externe (vopred vykonané ustavenie, zjednodušenie upevňovania, prípravky pre dávku, pomocný pracovník, príprava pracoviska a pod.).

3. krok - redukcia externého času zoraďovania. Kľúčom k riešeniu tohto problému je hlavne organizácia pracoviska a ostatných činností v dielni. Eliminuj proces ustavenia, ktorý zaberá značný čas pri všetkých typoch zoraďovania.

4. krok - pozostáva z redukcie celkového času pre interné i externé zoraďovanie. Odstráň zoraďovanie - prostredníctvom štandardizácie dielcov tak, aby nebolo potrebné.

Šesť techník

1. Štandardizovať akcie externého zoraďovania.
2. Štandardizovať stroje.
3. Využiť rýchle upínače.
4. Využiť doplnkové nástroje, ktoré budú zoradené v prípravku a s týmto sú vložené do stroja.
5. Vytvoriť multipersonálne zoraďovacie skupiny.
6. Automatizovať proces zoraďovania.

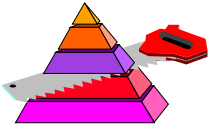
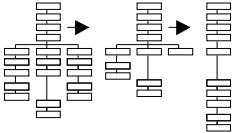
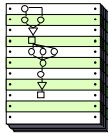
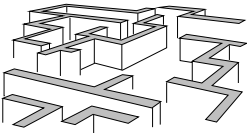
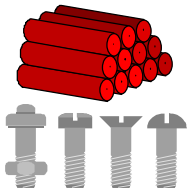
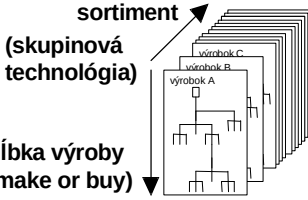
Štandardizovaný postup pre rýchle zmeny je:

1. Meranie časov na zoraďovanie strojov (úzke miesta, CEZ, priame pozorovanie a zaznamenávanie do tabuľky – čas procesu, čas pretypovania, početnosť, podiel).
2. Podpora vrcholového manažmentu a vytvorenie tímu pre rýchle zmeny (vedúci prevádzky, zoraďovači, technici, priemyselní inžinieri, spoločné štúdium zásad rýchlej zmeny, štúdium zoraďovania, organizácia schôdzok, analýzy, prezentácie).
3. Pozorovanie zoraďovania, video snímky, analýza procesov zoraďovania.
4. Definovanie plytvania pri zoraďovaní (príprava zoraďovania – hľadanie nástrojov, materiálu, samotné zoraďovanie – uvoľňovanie/ doťahovanie skrutiek, dodatočné korekcie).
5. Definovanie cieľov na odstránenie plytvania.
6. Príprava malých, stredných a veľkých opatrení s účasťou širokého okruhu pracovníkov.
7. Realizácia zlepšení.

8. Vyhodnotenie dosiahnutých výsledkov, ich prezentácia a zavedenie na horizontálnej úrovni.

Zjednodušovanie a zlepšovanie procesov

Základ efektívneho fungovania podniku je v zjednodušovaní. Zjednodušovať treba organizačnú štruktúru tak, aby umožnila ľuďom lepšie komunikovať a spolupracovať. Zjednodušovať však možno aj zložité systémy riadenia v podniku, výrobné postupy a pracovné metódy, logistické a výrobné systémy (segmentácia a výrobné bunky), zjednodušiť sa musí aj systém komunikácie, ktorý je v mnohých organizáciách založený na komplikovaných smerniciach a byrokracii, veľké rezervy sú aj v štandardizácii sortimentu materiálov a komponentov, modularizácii výrobkov, ale ej v zjednodušovaní finančného systému, systému výpočtu nákladov a odmien pracovníkov.

 organizácia	 riadiace systémy	 výrobné postupy
 logistika, výrobné procesy	 spôsob komunikácie	 pracovné metódy
 sortiment materiálov a komponentov	 sortiment (skupinová technológia) hĺbka výroby (make or buy) sortiment – hĺbka výroby	 náklady, financie, odmeny

Obr. 1.13. Možnosti zjednodušovania v podniku

Pri zlepšovaní procesov sa kombinujú dva prístupy:

- Zlepšovanie výrobného alebo logistického systému (napr. segmentácia, redukcia zásob, zmena materiálových tokov, zmena systému riadenia a pod.) – takéto zlepšenia obyčajne realizuje špeciálne zostavený tím.
- Zlepšovanie procesov na pracovisku (zjednodušovanie práce, hľadanie dômyselnejších postupov v práci, identifikácia a eliminácia plytvania na pracovisku a pod.) – do týchto zlepšení sú zapojení všetci pracovníci priamo v dielni.

Plytvaním sa označuje všetko, čo sa v podniku vykonáva (a stojí peniaze) a nepridáva hodnotu k vyrábanému výrobku alebo službe t.j. nepodiel'a sa na zvyšovaní zisku podniku.

Plytvanie existuje v každej firme. Dobré firmy sa však vyznačujú tým, že plytvanie neustále vyhľadávajú a odstraňujú. Podnik, v ktorom pracovníci odhaľujú plytvanie a aktívne sa zapájajú do jeho odstraňovania je ako zlatokop, ktorý našiel zlatú žilu – v každej dielni ležia kopy zlata – je to skryté plytvanie, ktoré kvôli podnikovej slepote roky nevidíme a obchádzame. Pri odhaľovaní plytvania si treba uvedomiť jedno – ak budeme hľadať vinníkov, nenájdeime žiadne problémy a plytvanie. Treba ísť „po lopte, nie po súperovi“. Treba hľadať problémy a ich príčiny, nie vinníkov.

Kde sú hlavné príčiny plytvania ?

- Nesprávne navrhnutá výrobná dispozícia a materiálové toky.
- Zlá organizácia, plánovanie a riadenie výroby.
- Nedostatočný systém riadenia kvality.
- Nesprávne výrobné postupy.
- Nefungujúce obslužné činnosti - napr. zásobovanie s materiálom, náradím a pod.
- Nedostatočná údržba výrobných zariadení.
- Nezávládnuté výrobné procesy.
- Nedostatočná kvalifikácia a motivácia personálu.
- Orientácia na lokálne ciele.
- Nesprávne postupy pri pretypovaní výrobných zariadení.

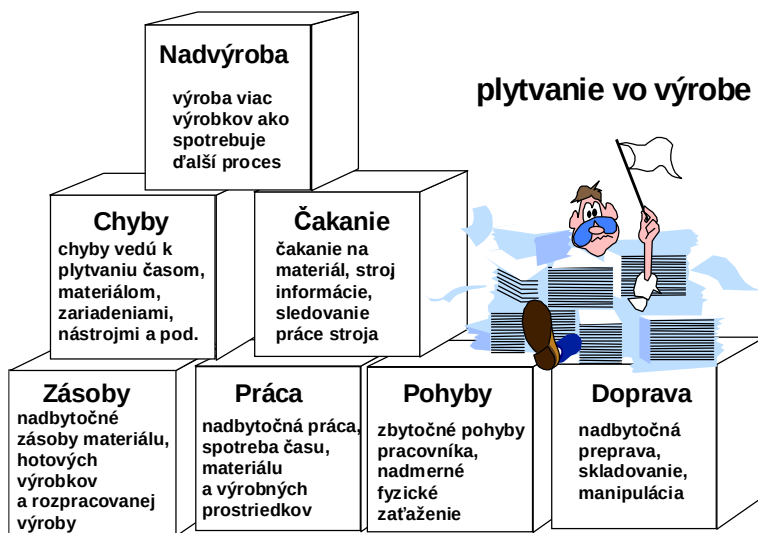
Japonský systém zameraný sa systematické odhaľovanie a odstraňovanie plytvania, ktorý sa rozšíril do celého sveta, sa nazýva **KAIZEN**. Tento systém vyjadruje úsilie o neustále zlepšenia v podniku, ktoré sa však nerealizujú jednorázovými veľkými inovačnými skokmi, ale zdokonaľovaním i tých najmenších detailov. Autor najznámejších kníh o tomto systéme hovorí o spojení Gemba Kaizen. Gemba je miesto, kde sa vykonáva daná činnosť alebo proces, ktorý chceme zlepšovať. Vo výrobnom podniku je to dielňa, v nemocnici ordinácia, v hoteli jedáleň. Gemba **nie je** pracovný stôl manažéra. Od stola sa nedá zlepšovať. Mnohé firmy ešte stále používajú tradičný spôsob práce – manažéri sedia vo svojich kanceláriách, študujú analýzy a správy s tabuľkami a grafmi, pripravujú stratégie a koncepcie znižovania nákladov. Z času na čas sa prejdú po prevádzke a sledujú, či je čistá podlaha a či robotníci pracujú dostatočne intenzívne. Kaizen je úplne odlišný prístup, postavený na dvoch slovách:

1. **Zlepšovanie** – všetko sa dá zlepšovať – kvalita, plnenie termínov, náklady, produktivita.
2. **Neustále** – nič na svete nie je pevne stanovené, všetko sa neustále mení a vyvíja – trhy, výrobky, zákazníci a ich požiadavky.

Kaizen nie je prenesenie zodpovednosti manažmentu na nepripravené pracovné skupiny vo výrobe, nie sú to ani občasné schôdzky na riešenie akútnych problémov v oblasti kvality, zoraďovania alebo nákladov. Je to prepracovaný a dokonale organizovaný systém práce, ktorý sa používa prakticky vo všetkých vyspelých svetových firmách.

Základné zásady pri zavádzaní systému KAIZEN sú:

- Každému zlepšeniu, aj keď by bolo len málo významné, sa musí venovať pozornosť.
- KAIZEN je otvorený pre každého. Všetci pracovníci môžu participovať na procese zlepšovania.
- Skôr než sa nejaké zlepšenie zavedie, musí byť presne analyzované s ohľadom na existujúci stav a možné pozitívne alebo negatívne vplyvy.
- KAIZEN predstavuje 50 % z práce dobrého manažéra.
- Manažment má dve hlavné úlohy - vytvorenie a udržiavanie štandardov a ich zlepšovanie.
- Vyzdvihovanie úlohy pracovného tímu, podpora participácie a iniciatívy pracovníkov pri riešení problémov.
- Riešenie hľadať s pomocou pracovných schôdzok tímu pod vedením moderátora. Dôležitá je dobrá príprava a vedenie schôdzky, ako aj výber témy a zabezpečenie presadenia realizácie prijatého riešenia.
- Informovanosť o aktuálnom stave vo výrobe, problémoch a podnikových cieľoch, navigácia procesu zlepšovania na oblasti, ktoré tvoria obmedzenia resp. úzke miesta v podniku.
- Silná podpora zo strany vedenia podniku. Kaizen je postavený na aktivitách zdola, ale vyžaduje silnú podporu zhora.
- Vytvorenie organizačných predpokladov pre zlepšenie možností komunikácie medzi pracovníkmi (konzultačné miestnosti, návštevy pracovníkov manažmentu vo výrobe, komunikácia v priebehu výroby a pod.).
- Motivácia pracovníkov - spoluúčasť na úspechu. Materiálne a finančné ohodnotenie dobrých riešení.
- Podpora zlepšení, ktoré sa dajú rýchle vyhodnotiť a realizovať a nevyžadujú vysoké investície.



Obr. 1.13. Hlavné formy plytvania v podniku



3G

Gemba - miesto, kde sa vykonáva reálna činnosť

Gembutsu - reálna vec

Genjitsu - reálna znalosť

5S

Seiri - odstrániť všetko nepotrebné z pracoviska

Seiton - každý predmet udržiavať na správnom mieste

Seiso - udržiavať čistotu na pracovisku

Seiketsu - pestovať zmysel pre poriadok

Shitsuke - disciplinovane dodržiavať predpisy a normy na pracovisku

Obr. 1.14. Gemba / Kaizen a 5S

Dokonalý komunikačný a informačný systém v podniku

Je nutné odstrániť monopoly na informácie v podniku. Každý pracovník firmy musí byť informovaný – nielen o svojich úlohách, ale aj o ostatných procesoch, plánovaných zmenách i o podnikovej stratégii. Motivácia ľudí i ich prístup k zmenám veľmi závisia od informovanosti a spôsobu komunikácie. Komplikované a rozsiahle podnikové smernice, riadiace akty a iné „dokumenty“ by mali byť dopĺňané jednoduchými a zrozumiteľnými formami komunikácie ako sú informačné tabule s obrázkami, informačné zošitky pre pracovníkov, workshopy s manažmentom, stretnutia tímov a pod. V komunikácii musí vládnuť otvorenosť a čestnosť.

Dôležitou súčasťou komunikačného systému v podniku je vizuálny manažment, ktorý sa snaží na každom pracovisku jednoduchým spôsobom zobrazovať aktuálny stav a zároveň budovať v pracovníkoch pocit príslušnosti k pracovisku a súdržnosti so spolupracovníkmi.

Zvlášť dôležité je i prekonanie bariér, nedôvery a komunikačných hraníc medzi rôznymi úrovňami riadenia a rozličnými profesnými skupinami.

Just in Time

Just in Time (JiT) predstavuje predovšetkým snahu o elimináciu plytvania v priebehu celého výrobného procesu, od nákupu materiálu a polotovarov, až po distribúciu hotových výrobkov. Výroba s využitím princípov JiT znamená tiež vyrábať určité typy výrobkov v požadovaných množstvách, v požadovanom čase, pri zaistení stopercentnej kvality tak, aby bolo možné odstrániť dôvody, pre ktoré musia byť udržiavané zásoby.

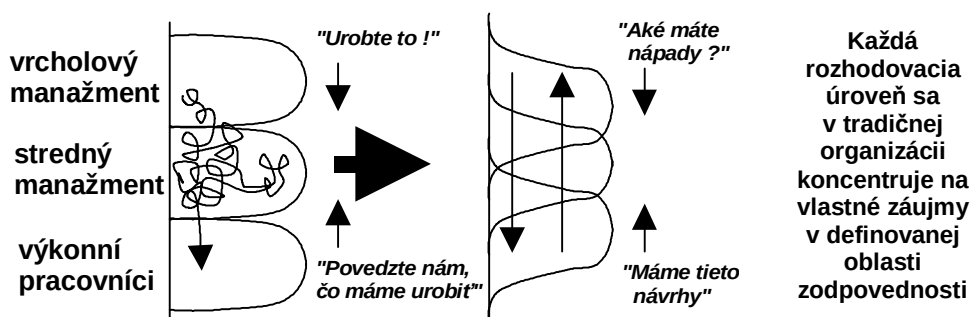
Realizácia JiT vyžaduje v každom podniku prehľadné materiálové, informačné a hodnotové toky, zásobovanie synchronizované s výrobou, integrované spracovanie informácií a pružný personál so širokou kvalifikáciou.

JiT vyžaduje synchronizáciu v dvoch základných smeroch:

- **Zásobovanie a plánovanie výroby** medzi rôznymi podnikmi alebo oddeleniami podniku, ktoré sú v úzkom partnerskom vzťahu.
- **Dopravno-technické podmienky od dodávateľa k odberateľovi** (dopravné prostriedky, krátke spojenia, veľkosti dávok, čas a vzdialenosť).

Základnými princípmi JIT sú:

- **Riadenie plynulosti toku materiálu** - výrobok musí byť dodaný k používateľovi práve včas. Vo výrobných dielňach sa vyžaduje harmonizácia vyťažovania kapacít, t. j. zosúladenie kapacít a kapacitných požiadaviek tak aby nevznikali úzke miesta, ktoré spôsobujú zásoby alebo blokovania vo výrobe.
- **Synchronizácia a vzájomné prekrývanie sa operácií.** Synchronizácia sa netýka iba výrobných operácií, ale i nakupovania komponentov, ktoré prebieha synchronizovane s výrobnými procesmi.
- Na rozdiel od tradičných postupov sa používa **ťahová organizácia práce**, pri ktorej sú súčiastky "ťahané" výrobným procesom podľa potrieb finálnej montáže resp. odberateľov. Ako nástroj dielenského riadenia, vychádzajúci z princípu ťahu, sa častokrát používa systém KANBAN.
- **Minimalizácia priebežných časov výroby** redukovaním predovšetkým časov čakania a časov na pretypovanie strojov, ktoré sú nevyhnutné pre znižovanie výrobných dávok.
- Voľby **veľkosti výrobných dávok** podľa požiadaviek montáže alebo odberateľov tak, aby boli minimálne medzioperačné zásoby.

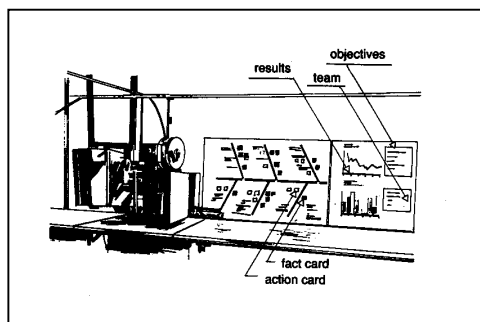
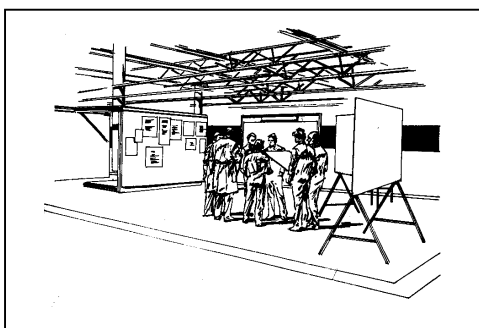


Obr. 1.15. Zmena tradičnej komunikácie v podniku

- Zobrazenie komplexných informácií v jednoduchých obrázkoch a symboloch
- Komunikačný prostriedok - tím, manažment, pracovníci
- Zobrazenie štandardov, výsledkov, problémov a spôsobov ich riešenia

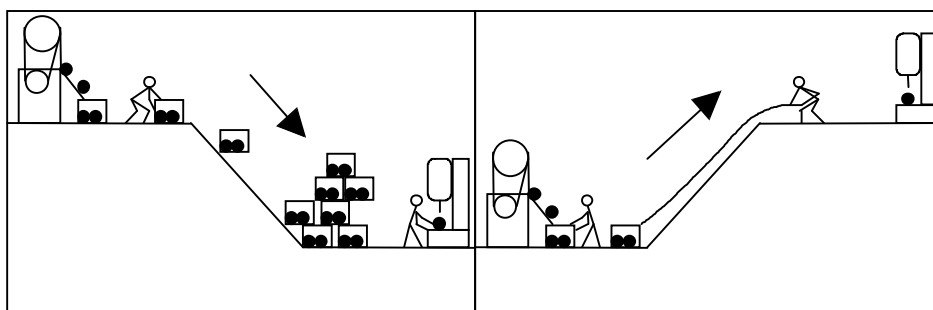


- Naša skupina
- Naše ciele
- Naše problémy
- Naše výsledky - kvalita, náklady, výkon
- Naše úspechy - vyriešené problémy
- Naši dodávateľi a zákazníci
- Naše štandardy



Obr. 1.16. Vizualný manažment

- Prvotné **bilancovanie materiálového toku** a nie využitia strojných kapacít, pretože sa ukazuje, že nevyváženosť v dodávkach vedie k vyšším nákladom, ako prípadné nižšie využitie pracovísk.
- **Zabudovanie kvality do výrobku a výrobného procesu** - kvalita sa nekontroluje, kvalita sa vyrába. Kvalita má zásadný význam pre všetky ostatné časti konceptu JIT.
- **Pružnosť výroby**, ktorá musí byť schopná čo najrýchlejšej odozvy na požiadavky zákazníkov.
- **Tvorivé využívanie potenciálu pracovnej sily** a to i znižovaním nadmerného pracovného tempa. Projekty realizácie JIT sa prelínajú s projektmi tímovej práce, a so zavádzaním systému kontinuálneho zlepšovania výrobných procesov.
- Snaha o **jednosmerný materiálový tok**. Predpokladom, pre takúto "prúdovú" organizáciu je dôraz na štandardizáciu a dodržiavanie princípov skupinovej technológie už vo vývojových etapách.
- Jednoduchý a pre všetkých pracovníkov **prehľadný informačný tok**.
- **Synchronizácia nákupu a distribúcie** v nadväznosti na časový priebeh činností v podniku.



Obr. 1.17. Tlakový a ťahový systém riadenia. Čo je dôležitejšie? Maximálne využitie kapacít, alebo krátke priebežné časy, prehľadnosť, nízke zásoby a pružnosť?

Tímová práca a fraktály

Fraktálový podnik vychádza z myšlienky organizovať podnik ako systém fraktálov, ktoré sa vyznačujú tromi dôležitými vlastnosťami:

- **Dynamika a čiastočná autonómnosť**, pričom lokálne ciele sú odvodené z cieľov podniku a neustále prispôbujú svoju činnosť tak, aby prispievali k týmto cieľom. Každý fraktál predstavuje takto "podnik v podniku", má definované špecifické úlohy a vymedzený manévrovací priestor.
- **Samoorganizácia** - v rámci stanovených cieľov a manévrovacieho priestoru majú jednotlivé fraktály vysoký stupeň samostatnosti, ale aj zodpovednosti.

- **Samooptimalizácia** - fraktály si navzájom ponúkajú a odberajú výkony a služby, pričom podľa potrieb modifikujú svoju činnosť, alebo, v extrémnom prípade, zanikajú.

Hlavné zásady práce výrobných tímov sú:

1. Maximum úloh, zodpovednosti i právomocí sa prenesie na výrobné tímy, kde sa tvorí hodnota výrobku.
 2. Samoorganizácia tímu, pravidelné skupinové rozhovory.
 3. Volený hovorca tímu.
 4. Nové úlohy majstra.
 5. Zvyšovanie kvalifikácie.
 6. Rotácia ľudí v pracovnom tíme.
 7. Veľkosť tímu 12-15 pracovníkov.
 8. Jasné vymedzenie úloh tímu.
 9. Pravidelná kontrola cieľov.
 10. Vzťahy - zákazník - dodávateľ.
- Pri fraktálovom podniku ide o vytvorenie novej decentralizovanej podnikovej štruktúry a zavedenie nových foriem komunikácie a prenášania informácií.
 - Je to dlhodobý koncept zameraný nielen na vytvorenie novej organizácie, ale i na premenu vzťahov medzi pracovníkmi a pestovanie novej podnikovej kultúry.
 - Podnik by sa mal premeniť na dynamickú fraktálovú štruktúru, ktorej prvky samostatne a efektívne pracujú v prospech celého tohto organizmu.
 - Nestačí však iba vytvoriť takéto "podniky v podniku", ale treba zabezpečiť, aby ťahali za jeden povraz. Zároveň je dôležité, aby takýto systém pracoval úsporne. Nie je preto potrebné, aby každý fraktál podával výkon akého je schopný, ale aby produkoval iba toľko, koľko je potrebné z hľadiska celku.

Pri budovaní fraktálov musia byť vyriešené hlavne nasledovné okruhy problémov:

- Komunikácia a informovanosť.
- Monitorovací a navigačný systém.
- Manévrovací priestor, kompetencie a zodpovednosť.
- Finančný systém a odmeňovanie.
- Reorganizácia výroby - segmentácia, eliminácia vertikálnych komunikačných väzieb a vytvorenie horizontálnych riadiacich okruhov.
- Nové nástroje na riadenie výroby, dynamické dispečingy.
- Príprava ľudí.
- Budovanie kooperatívnych vzťahov medzi fraktálmi.

Inovácie a simultánne inžinierstvo

Inovácie výrobkov a výrobných systémov sú hlavným znakom súčasného hospodárskeho rozvoja. Najvyspelejšie krajiny sveta sú tie, ktoré dokázali vyprodukovať a realizovať najviac inovácií (USA, Nemecko, Japonsko). Hoci Japonsko trpí obmedzenou tvorivosťou, ktorá je základným predpokladom pre inovácie, kompenzuje tento nedostatok dokonalosťou v preberaní myšlienok zo sveta a hlavne ich precíznou a rýchlou realizáciou do praxe. Inovácie sú veľmi dôležitou konkurenčnou zbraňou na súčasných preplnených trhoch. Nebezpečenstvo vývoja na Slovensku je v tom, že mnohé naše firmy sa orientujú na preberanie výroby s vysokou prácnosťou, pričom náš inovačný potenciál sa v posledných rokoch systematicky znižuje. Ukazuje sa však, že stratégie postavené na nákupe licencií a know-how, ktoré používali mnohé ázijské krajiny v posledných rokoch, už v ďalších rokoch nebudú dostatočne účinné. Ak naše firmy posilňujú marketingové oddelenia, ktoré si, žiaľ, často krát pletú s obchodnými alebo reklamnými oddeleniami, tak by mali dôraz venovať predovšetkým problematike mapovania požiadaviek zákazníkov, rozvoju inovácií a urýchľovaniu všetkých činností v predvýrobných etapách, kde sa zásadne ovplyvňuje ziskovosť podniku (čas nástupu na trh, kvalita a cena výrobku).

Inovačný cyklus môžeme prirovnať k biologickým úsekom života:

- Obdobie zavádzania (narodenia), v ktorom výrobok svojimi progresívnymi parametrami získava záujem trhu na základe svojich predností.
- Obdobie rastu, keď trvajúci záujem o výrobok dáva priestor rastu jeho úžitkových vlastností na základe predpokladov získaných z plánovaného marketingového prieskumu.
- Obdobie zrelosti, keď krivka záujmu a výrobok kulminuje.
- Obdobie starnutia, keď je výrobok vytláčaný z trhu ďalším výrobkom, ktorý má ešte progresívnejšie parametre. Výrobu pôvodného výrobku je nutné zavčas ukončiť, nakoľko sa stáva pre okolie nezaujímavý a nepredajný.
- Cyklus sa zopakuje na vyššom vývojovom stupni.

Nie je však dôležité iba generovať množstvo inovácií. Je nutné veľmi rýchle pripraviť a začať ich výrobu. Ten, kto príde na trh skôr, ten získava najväčšie výhody – nové trhové segmenty, určovanie ceny a pod. Je preto veľmi dôležité zmeniť tradičné procesy aj v technickej príprave výroby. Základné vývojové trendy v TPV je možné v súčasnosti charakterizovať nasledovne:

- **Integrácia** konštrukčnej, technologickej a projekčnej prípravy výroby a postupné stieranie hraníc medzi nimi (počítačová podpora, vzájomné informačné prepojenia, organizačná integrácia oddelení TPV v podnikoch a ich prepájanie s prvkami marketingu, plánovania a pod.).
- **Tímový spôsob organizácie práce** v TPV – dôraz na interdisciplinárne ale aj medzinárodné tímy, ktoré pripravujú nové výrobky a výrobu. V týchto tímoch sú zapojení pracovníci z TPV, marketingu, vývoja, výroby, nákupu a často aj dodávatelia.

- **Simultánne inžinierstvo** - paralelizácia činností v TPV.
- **Používanie mnohých metód a techník z oblasti systémového inžinierstva** (projektové riadenie, hodnotové inžinierstvo, simulácia), zabezpečovania kvality (FMEA, QFD) a pod.
- **Silná počítačová podpora** - systémy CAD, CAPE, CAPP, simulačné prostriedky a pod.

Základom úspešného inovačného riešenia sú:

- **Špičkoví pracovníci** so znalosťami.
- **Metódy a techniky** (tvorivé techniky, tímová práca a ďalšie vyššie uvedené metódy a techniky).
- **Procesné schopnosti**, t. j. schopnosť jednotlivcov vytvárať mnoho rôznych riešení daného problému, schopnosť hodnotiť a posudzovať navrhnuté riešenia, schopnosť neposudzovať okamžite vzniknuté návrhy ale postupovať systémovo – najskôr analyzovať a potom vyhodnocovať.

Podnik svetovej triedy na Slovensku

Typické výrobné problémy v slovenských podnikoch v súčasnosti sú:

- Nesynchronizovaná výroba, nákup a predaj, vysoké zásoby v skladoch a vo výrobe, nadvýroba na sklad, zásobovanie v dlhých časových intervaloch, vysoká rozpracovanosť výroby, množstvo zbytočných manipulačných činností, zlá štruktúra zásob.
- Nevhodné výrobné dispozície, zložité a dlhé materiálové toky a z toho vyplývajúce dlhé časy čakania, dopravy a priebežné doby výroby, predimenzované výrobné plochy zastavané paletami a materiálom.
- Výroba nekvalitných polotovarov, komponentov a výrobkov, ich opravovanie, triedenie, zložitá kontrola.
- Komplikované postupy a procesy vo výrobe, ktoré je možné optimalizovať - napríklad prestavovanie výrobných zariadení, procesy diagnostikovania chýb a porúch, údržba, nadbytočné operácie vo výrobnom postupe a pod.
- Predimenzované výrobné kapacity ako dôsledok nesprávnych prístupov k projektovaniu, alebo ako pozostatok z minulosti.
- Nevyužitie schopností pracovníkov, množstvo zbytočných činností, ktoré musia ľudia denne vykonávať a ktoré nepridávajú hodnotu výrobkom a neprispievajú k zisku podniku, vysoká fluktuácia, nízke využívanie pracovnej doby, prezamestnanosť v niektorých podnikových štáboch.
- Nízke využívanie materiálu, „tratenie sa“ materiálom vo výrobe, výroba z menej kvalitných materiálov a z materiálov s nižšími mechanickými charakteristikami -

robustnejšie výrobky a výrobné zariadenia, nesprávny sortiment polotovarov, spôsobujúci vysoký odpad a zložitú prípravu výroby a pod.

- Nefungujúca logistika - napriek vysokým zásobám chýbajú potrebné komponenty, nie je zosúladený plán výroby a plán výroby náradia, foriem a pod. Nevyvážené materiálové toky, množstvo úzkych miest, ktoré sa v závislosti od výrobného mixu vo výrobe „pohybujú“, hľadanie „stratených komponentov“, chýbajúcich výrobných pomôcok a pod.
- Plánovanie a riadenie výroby s nesprávnymi údajmi, slabá standardizácia a nízka úroveň využívania skupinovej technológie, vysoká komplexnosť výroby, zložitost' výrobných procesov, nízka kooperácia.

Prečo bojovať proti plytvaniu a zlepšovať podnikové procesy?

- V snahe udržať sa na trhu neustále zlepšujeme výrobky a služby zákazníkom. Ako môžeme zlepšovať výrobky a služby bez zlepšovania výrobných procesov?
- Zlepšujeme obchodné a marketingové procesy. Výsledkom sú obyčajne často sa meniace požiadavky na výrobu. Je možné plniť tieto požiadavky bez neustáleho zlepšovania výrobných procesov?
- Nové normy ISO 9000, QS 9000, VDA 6.1 priamo vyžadujú preukazovanie znalostí a aplikácií metód a techník pre zlepšovanie výrobných procesov.
- Konkurencia zlepšuje výrobné procesy s neuveriteľnou rýchlosťou. Čo robíme my?
- Produktivita, náklady, cena, pružnosť, čas - to sú hlavné konkurenčné zbrane. Je možné dosiahnuť ich vysokú úroveň bez zlepšovania výrobných procesov?
- Kde bude možné v budúcnosti hľadať na Slovensku konkurenčné výhody? Ceny energie, materiálov, práce, peňazí, plôch a výrobných zariadení nebudú klesať. Hlavným zdrojom zvyšovania konkurencieschopnosti bude racionalizácia, boj proti plytvaniu, úspornosť a neustále zlepšovanie všetkých podnikových procesov.

Treba sa pozrieť pravde do očí – okrem nízkej produktivity, ktorej príčina nie je iba v technologickom zaostávaní, ale hlavne v neznalosti a nevyužívaní moderných metód priemyslového inžinierstva, sa v našich podnikoch vyskytujú predovšetkým nasledovné javy:

- Aj napriek nízkym mzdovým nákladom začínajú byť naše výrobné náklady príliš vysoké. Príčin je viac - množstvo zbytočných činností a ľudí, vysoké zásoby, nízke využívanie materiálov, zlá organizácia a riadenie a iné. Mnohé západné firmy si uvedomili nebezpečenstvo vysokých mzdových nákladov a skracovania pracovného času a začali radikálne redukovat' náklady. Ako argument proti odporu odborárov a pracovníkov im častokrát slúžia príklady z pobočiek ich závodov vo východnej Európe. Mnohé naše podniky idú vo vývoji nákladov opačným smerom. Nie je to dané však iba rastom cien materiálov, energií a peňazí, ale aj tým, že sa vyrába veľmi nehospodárne.
- Napriek vysokému vzdelanostnému štandardu našich ľudí je ich motivácia, vzťah k práci a k firme v mnohých prípadoch na veľmi nízkej úrovni. V mnohých našich podnikoch existujú elementárne nedostatky v disciplíne, vzájomnej komunikácii a

pojem podniková kultúra je častokrát iba frázou. Jednou z najväčších strát, ktoré utrpeli naše podniky v posledných rokoch, je predovšetkým strata najlepších odborníkov a špecialistov, ktorí tieto firmy opustili, rozloženie vedecko-výskumnej základne, systému vzdelávania, tvorby noriem a noriem a systematizácie technicko – ekonomických informácií. Treba však povedať, že väčšina našich podnikov aj dnes disponuje ľudským potenciálom na veľmi vysokej úrovni. Zlepšovacie návrhy a námety pracovníkov podniku, ich znalosti a skúsenosti sa však využívajú minimálne. Namiesto rozvoja tohto najcennejšieho potenciálu sa pozývajú do podnikov drahé konzultačné firmy (aj tie môžu byť veľmi užitočné, ale iba v súčinnosti s pracovníkmi podniku) a realizujú sa megalomanské projekty informačných systémov. Všimnime si tu obrovský rozdiel vo využívaní ľudí, ale aj v disciplíne, v prístupe k práci a v zavádzaní moderných metód organizácie a riadenia vo firmách, ktoré u nás vlastnia zahraniční majitelia a mnohými našimi vlastnými podnikmi. Problém nie je iba v tom, že by manažment nemal záujem na tom, aby ľudia pracovali lepšie. Problém je i v tom, že pracovníci svoje znalosti a schopnosti v zlepšovaní podnikových procesov nemôžu využiť, lebo sú zavalení operatívnou a neustálym „hasením problémov“. Samostatnou kapitolou sú medziľudské vzťahy v podnikoch, „prifarbovanie“ mnohých informácií, hlavne v strednom článku riadenia, ktorý, strážiac si svoje roky budované „kráľovstvo“ a informačné monopoly, sa zvyčajne stáva hlavnou bariérou medzi zámermi vrcholového manažmentu a výkonnými pracovníkmi.

- V mnohých podnikoch chýba jasná vízia a stratégia, a ak aj existuje, tak ju zdieľa iba úzka skupina ľudí. Robia sa krátkodobé zmeny, ktoré obyčajne iba reagujú na zmeny prostredia, alebo problémy vo vnútri podniku (ceny, náklady a pod.). Ak aj podnik má svoju obchodnú stratégiu, chýba často jednotný systém ukazovateľov, ktorý by navigoval podnik voči konkurencii – a to nielen v sortimente a v cenách výrobkov, ale aj v oblasti výrobných ukazovateľov. V podnikoch pravidelne prebiehajú projekty zmien, pod rozličnými módnymi názvami (reengineering, TQM, „zoštíňovanie“, Kaizen, tímová práca a iné) bez toho, aby sa skutočne realizovali a ďalej zdokonaľovali. Jeden módný projekt nahrádza druhý a firma zostáva tam kde bola. Ale pozor ! Podnik, ktorý sa nepohybuje dopredu, nestojí, on klesá na dno. Musíme sa porovnávať s najlepšími v odbore a musíme robiť všetko preto, aby sme sa im priblížili a predstihli ich. Je to ako v športe – ak si dáme cieľ stať sa iba majstrom okresu, nikdy nevyhráme majstrovstvá sveta. V oblasti podnikov je to však ešte nemilosrdejšie – v budúcom tisícročí prežijú iba majstri sveta, t. j. globálne firmy s vlastnosťami svetovej triedy a ich dodávatelia.
- V mnohých firmách existuje prehnaná dôvera k informačným systémom. Ako by takýto systém nahradil ľudí a automaticky odstránil neporiadok, nesprávne údaje, odstránil chaotické toky informácií a materiálu. Bilancia podnikových informačných systémov v Nemecku za posledných 20 rokov ukazuje napríklad, že ročné náklady podniku na takýto systém predstavujú čiastky medzi 8 – 27 miliónmi mariek. Tieto náklady bežne predstavujú 1 – 2 % z obratu firmy a v celom Nemecku sa pohybujú v trojmiestnej miliardovej sume. Pri takýchto nákladoch stúplo využitie kapacít v nemeckých podnikoch od roku 1980 len o 1 %, podiel zásob na bilančnej hodnote podniku klesol o 5 % a podiel mzdových nákladov na obrate firmy klesol o 1 %. Ak si k tomu pripočítame veľmi krátku „životnosť“ takýchto informačných systémov, inštalácie, ktoré väčšinou trvajú desiatky mesiacov (analýzy, nakonfigurovanie a naplnenie tisícok tabuliek, úpravy systému), centralizáciu mnohých takýchto systémov, v ktorých dochádza k potlačeniu tvorivosti a schopností ľudí, tak sa treba vážne spýtať, kto na

tomto vývoji profituje – či podnik, ktorý informačný systém kupuje alebo predáva. Tieto tvrdenia nie sú kampaňou proti informačným systémom. Je jasné, že súčasné podniky nie je možné bez takýchto systémov dnes efektívne riadiť a mnohé inštalácie priniesli do podnikov lepší poriadok a systém v práci. Treba sa však vyvarovať zbytočných chýb, ktoré urobili aj mnohé západné spoločnosti v minulých rokoch. Hlavným motívom pri nákupe informačného systému je obyčajne snaha zlepšiť chronický problém väčšiny našich podnikov – neplnenie termínov. Aj v tejto súvislosti si treba uvedomiť, že problémy s plnením termínov môžu mať svoje príčiny napríklad v zložitých procesoch a tokoch materiálu, v zlej organizácii podniku, v nesprávnom systéme sledovaných ukazovateľov a v lokálnom pohľade na problémy v podniku, v dlhých priebežných dobách vo výrobe, vo vysokých zásobách, v nesprávne navrhnutých kapacitách, v problémoch s kvalitou, v chýbajúcej synchronizácii medzi nákupom, výrobou a predajom, v dlhých časoch na pretypovanie výrobných zariadení, v zlej komunikácii medzi marketingom a výrobou, nízkej disciplíne, šturmovaní, chýbajúcich podnikových štandardoch a pod. Ktoré z týchto príčin dokáže automaticky vyriešiť nový informačný systém ?

- Tak, ako nefunguje komunikácia medzi rozličnými skupinami ľudí v podniku (majitelia, manažment, výkonní pracovníci, odbory, marketing, výroba a pod.), nefunguje ani spolupráca medzi podnikmi navzájom. Výsledkom je, že mnohé firmy držia v skladoch a vo výrobe zásoby, ktoré niekoľkonásobne prevyšujú skutočné potreby a napriek tomu nemôžu skompletizovať zákazku, pretože chýba potrebný materiál alebo komponenty. Príčin je viac – slovenské firmy rozšírili sortiment výrobkov, ale ponechali si pôvodnú „hlbku“ výroby. Nie je však možné ekonomicky vyrábať celý komplexný výrobok a zároveň pružne vyrábať množstvo variantov podľa požiadaviek zákazníka. Mnohé naše podniky sa takto dostali medzi dva mlynské kamene – na jednej strane stoja nároční zákazníci a boj o nové trhy, na druhej strane dodávatelia, ktorí nie sú ochotní dodávať v malých množstvách, krátkych termínoch a požadovanom sortimente. Vo vnútri podniku je zároveň nutné zvládnuť zložité toky materiálu a komplikované riadenie. Bude nutné prehodnotiť existujúce výrobné programy a hľadať kompromis medzi variantnosťou a komplexnosťou výroby. Zároveň je nutné vytvoriť nové formy vzťahov medzi dodávateľmi a odberateľmi, ktoré budú postavené na spolupráci a nie na konfrontácii.

Na ceste k podniku svetovej triedy si treba uvedomiť nasledovné:

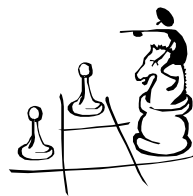
- Podniky svetovej triedy sú realitou a nemôžeme sa na ne pozeráť „ako na niečo, čo prebieha mimo nás“. Každý deň premárnený zbytočným filozofovaním, je deň, v ktorom naši konkurenti zvyšujú svoj náskok pred nami. Metódy, ktoré fungujú a prinášajú zisk podnikom v Japonsku, v Amerike a v západnej Európe musia fungovať aj u nás. A čo je dôležité - väčšina z nich nevyžaduje veľké investície.
- Úspešné realizácie projektov podnikov svetovej triedy sú postavené hlavne na ľuďoch v danom podniku – od vrcholového manažmentu až po robotníkov. Tieto riešenia sa nedajú kúpiť z vonka a ich implementáciu nezvládne žiadna externá konzultačná firma - je to záležitosť podniku a ľudí v ňom.
- Podniky, ktoré dnes patria do svetovej triedy nevznikli zo dňa na deň – je to dlhodobý proces, súčasť podnikovej stratégie. V každom takomto projekte sa vyskytne aj rad chýb a omylov, z ktorých sa treba poučiť a treba ísť vytrvalo ďalej.

Neexistuje jediná a správna cesta k svetovej špičke. Každý podnik je iný a musí si nájsť svoj vlastný kľúč k prosperite. Všeobecný postup, ktorý sa však osvedčil v mnohých projektoch v našich podmienkach je:

1. Analýza výrobného programu a podnikových procesov a príprava stratégie premeny podniku vo vrcholovom vedení.
2. Zjednodušovanie podnikových procesov, odstránenie zbytočných vecí a činností z podniku, zavedenie poriadku a štandardov.
3. Vybudovanie systému kvality.
4. Celopodnikový program identifikácie a eliminácie plytvania.
5. Program redukcie časov na pretypovanie výrobných zariadení, redukcia výrobných dávok.
6. Podnikový program redukcie zásob.
7. Program redukcie priebežných časov vo výrobe a v príprave výroby.
8. Manažment úzkych miest a kontinuálny proces zlepšovania, zavedenie prvkov TPM (totálne produktívna údržba), Kaizen (kontinuálne zlepšovanie), TOC (filozofia hľadania a odstraňovania úzkych miest v podniku).
9. Delegovanie právomocí na nižšie úrovne a rozvoj autonómnych tímov.
10. Rozvoj ťahového systému v podniku i v jeho okolí (vyrába sa iba to, čo je potrebné – zákazník si „ťahá“ materiál cez podnik pri minimálnych nákladoch a termínoch).
11. Fraktálový podnik zložený z autonómnych prvkov, ktoré sú navigované tak, aby optimálne plnili svoje funkcie.

Týchto 11 základných krokov je potrebné detailne rozpracovať, vyskúšať si ich najskôr „v malom“ na pilotných projektoch, stanoviť harmonogram ich realizácie a vyčleniť na celý program potrebné zdroje (predovšetkým ľudské). Treba počítať, že takýto projekt bude trvať niekoľko rokov a že sa v ňom zákonite vyskytnú aj chyby a omyly. Tieto však nesmú viesť k negovaniu celého projektu, treba sa z nich poučiť a vytrvalo ísť ďalej.

N.Hill hovorí: „Život je šachovnica a vašim protihráčom je čas. Pokiaľ váhate alebo nedokázate rýchlo ťahať, vaše figúrky budú časom zmetené z dosky. Hráte proti partnerovi, ktorý nebude tolerovať nerozhodnosť!“.



Riaditeľ Kaizen inštitútu profesor Yoshida, hovoril v roku 1998 v Zlíne o tom, že pokiaľ Američania venujú 2/3 investícií zlepšovaniu výrobkov, Japonci venujú 2/3 investícií zlepšovaniu procesov. Hlavnou úlohou priemyselných inžinierov v Japonsku je teda analyzovať procesy, navrhovať a realizovať zlepšenia. Štyri základné ciele zlepšovania sú: **jednoduchšie, lepšie, rýchlejšie a lacnejšie.**

Ked' Shingeo Shingovi ukazovali v jednej americkej firme veľký, automatizovaný regálový sklad s otázkou, či majú podobné sklady aj v Japonsku, odpovedal: „Nie, sme príliš chudobní na to, aby sme si mohli dovoliť takéto pekné sklady. My musíme využívať svoj rozum“.

Tento človek, ktorý vyše päťdesiat rokov rozvíjal priemyslové inžinierstvo na celom svete a ovplyvnil jeho ďalší vývoj možno na ďalších sto rokov, hovorí:

„Nikdy netolerujeme status quo, hľadáme problémy aj tam, kde si všetci myslia, že neexistujú. Nespokojnosť je matkou zlepšovania“.

Shingo hovorí o troch typoch inžinierov, ktorí brzdia zlepšovanie v podniku:

1. **„Stoloví“ inžinieri**, ktorí teoretizujú za pracovným stolom a zriedka idú do výrobnjej dielne.
2. **„Katalógoví“ inžinieri**, ktorí sa každý problém snažia riešiť zakúpením nového zariadenia.
3. **“NET“ inžinieri** (podľa ruského veľvyslanca v OSN, ktorý na všetky západné návrhy reagoval slovom net), ktorí na všetko reagujú: „to nejde, je to zložité“ a pod.

Shingo uvádza aj ďalší príbeh, z americkej firmy, kde boli všade vyvesené heslá „Eliminate Waste - Eliminuj plytvanie !“. Pri rozhovore s riaditeľom poznamenal: „Vy musíte mať ale hlúpych pracovníkov“, a začudovanému riaditeľovi ďalej vysvetlil: „Predsa každý normálny človek, ktorý vidí plytvanie okolo seba, snaží sa ho eliminovať. Problémom však väčšinou je nájsť plytvanie – t. j. oddeliť od seba činnosti, ktoré pridávajú hodnotu výrobku a ktoré nie. Po tomto rozhovore zmenili vo firme nápis na: „Find Waste - Hľadáj plytvanie“. Výsledkom bolo vyše 500 nápadov, ktoré priniesli podniku veľké úspory.

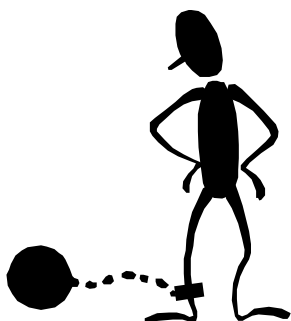
Ked' už si na záver tejto kapitoly rozprávame príbehy, povedzme si ešte jeden - o konštruktérovi buldozérovi:

Tento človek skonštruoval, podľa neho, dokonalý buldozér, ktorý sa však, napodiv, nepredával. Pracovník obchodného oddelenia zistil, že príčina je v tom, že zákazníci považujú konkurenčný buldozér za úspornejší. Konštruktér tento argument odmietal, pretože niekoľkokrát zopakoval výpočty, ktoré mu potvrdili, že ďalej nie je možné znížiť spotrebu nafty. Vybral sa teda s obchodníkom na stavenisko, kde sa spýtal zákazníka, ako prišiel na to, že ich buldozér nie je taký úsporný ako konkurenčný. Odpoveď bola veľmi jednoduchá: „Lebo Váš buldozér musí ísť počas pracovnej smeny tankovať a konkurenčný vydrží pracovať celú pracovnú zmenu“. Konkurenčný buldozér mal totiž väčšiu nádrž...

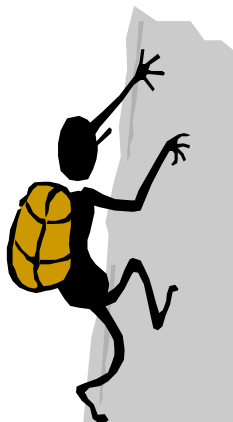
Poučenie: Dobrý inžinier - projektant sa nesmie spoliehať iba na technickú časť svojho riešenia. Musí vyjsť zo svojej kancelárie medzi ľudí a musí byť schopný posudzovať daný problém z viacerých hľadísk.

„Aký je čudný ten náš krátky život ! Dieťa si vraví: Ked' povyrastiem...Čo však potom ? Ked' chlapec povyrastie, povie si: Až budem dospelý... A potom, až dospeje, povie: Ked' sa ožením... Čo však bude potom ? Plány sa zmenia: Až budem môcť ísť do dôchodku... A potom, keď príde ten čas, obzerá sa dozadu, akú trasu vlastne prešiel. Ponad ňu prefukuje studený vietor. Všetko akosi išlo pomimo, všetko je preč. Príliš neskoro zistíme, že zmysel života je v samotnom živote, v intenzívnom prežití každého dňa, každej hodiny.
(Stephen Leacock)

Nečakajme, nestrácajme čas zbytočnými diskusiami, začnime pracovať na premene našej firmy. Nie zajtra ! Už dnes !



Čo je lepšie? Stáť a pozeráť sa kam idú ostatní, alebo sa pokúsiť ich dobehnúť prípadne predbehnúť. Stáť na mieste je dnes oveľa nebezpečnejšie ako sa šplhať na vrchol. Kus zo svetového koláča práce si treba zaslúžiť.



Kontrolné otázky:

1. Čo je to svetová trieda?
2. Prečo sa usilujeme dosiahnuť svetovú triedu?
3. Ako dosiahneme svetovú triedu?
4. Kedy začať s úsilím dosiahnuť svetovú triedu?
5. Kto je zodpovedný za stratégiu podniku svetovej triedy?
6. Kde v podniku je potrebné implementovať prvky podniku svetovej triedy?

**Chceme sa dostať na vrchol? Kto by nechcel? Kde je náš vrchol?
Stačí nám dostať sa na Kriváň, alebo túžime vidieť svet z vrcholu Mount Blanku?
Len tí najlepší vystúpia na Mount Everest.**

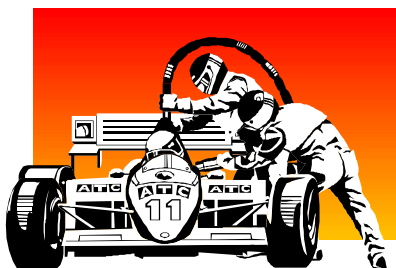
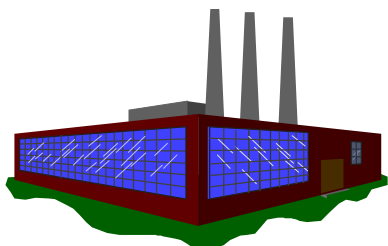


**Kde je vrchol ? Aké sú najlepšie praktiky v podnikoch svetovej triedy?
Využíva sa vo Vašej firme?**

1.....	áno	nie
2.....	áno	nie
3.....	áno	nie
4.....	áno	nie
5.....	áno	nie
6.....	áno	nie
7.....	áno	nie
8.....	áno	nie
9.....	áno	nie
10.....	áno	nie
11.....	áno	nie
12.....	áno	nie
13.....	áno	nie
14.....	áno	nie

Poznáte silné a slabé stránky Vašich **klúčových procesov** voči konkurencii ?

Ako ich meriate ?



Čo je potrebné na víťazstvo v Grand Prix svetových výrobcov?

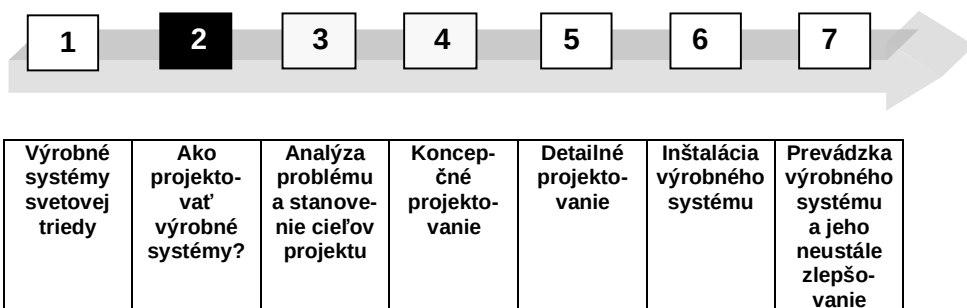
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.
- 21.
- 22.
- 23.
- 24.
- 25.

Čo je potrebné na víťazstvo v Grand Prix Formuly 1?

1. Neustále technické zdokonaľovanie automobilov – rýchlosť, adaptabilita na rôzne trate, spoľahlivosť
2. Dokonalý servis
3. Najlepší piloti
4. Vyhrať viac pretekov ako konkurencia
5. Poznať úroveň konkurenčných automobilov
6. Nestačí kopírovať – treba mať vlastné prevratné riešenia
7. Dobrá tímová spolupráca
8. Financie
9. Tréning

Literatúra

1. Dryer, C. E.: Canon Production System. Productivity Press 1987
2. Easdale, W. J.: Jak se stát světovým podnikem, schopným konkurence v 21. století. Cesty k vyšší produktivitě. Zlín 1996
3. Engel, A.: Beyond CIM: Bionic Manufacturing Systems in Japan. In.: IEEE Expert, 1990, Nr.8. s.79-81
4. Gregor, M., Košturiak, J.: Just in Time. Elita Bratislava 1994
5. Harmon, R. L., Peterson, L. D.: Reinventing the Factory. The Free Press, New York, 1990
6. Hayashi, H.: A Preview of the 21st century. IEEE Spectrum, september 1993, s.82-85
7. Hunt, V. D.: Enterprise Integration. Academic Press, San Diego 1991.
8. Imai, M.: KAIZEN - Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. Wirtschaftsverlag Langen, Müller Herbig, München 1992
9. Kief, B. H.: FFS-Handbuch 92/93. Carl Hanser Verlag München 1992
10. Kim, J. S., Miller, J. G.: Building the Value Factory a Progress Report for U.S. Manufacturing. Boston University, 1992
11. Košturiak, J., Gregor, M.: Podnik svetovej triedy. IPI Žilina, 1998
12. Košturiak, J., Gregor, M.: Podnik v roce 2001. Revoluce v podnikové kultuře. Grada, a.s., Praha, 1993.
13. Monden, Y.: Toyota Production System. Chapman and Hall, 1994
14. Nagel, N. R., Dove, R.: 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy, Vol.1-2, Iacocca Institute, Lehigh University 1991
15. O'Sullivan, D.: Manufacturing Systems Redesign. Prentice Hall 1993
16. Slack, N., a kol.: Operations Management. Pitman London 1995
17. Steudel, H., Desruelle, P.: Manufacturing in the Nineties. New York 1997
18. Suzaki, K.: Die ungenutzten Potentiale - Neues Management im Produktionsbetrieb. Carl Hanser Verlag 1994
19. Vytlačil, M., Mašín, I., Staněk, M.: Podnik světové třídy – geneze produktivity a kvality. Institut průmyslového inženýrství Liberec 1997
20. Warnecke, H., J.: Die Fraktale Fabrik. Springer Verlag, 1992
21. Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie. Campus Verlag, Frankfurt 1991

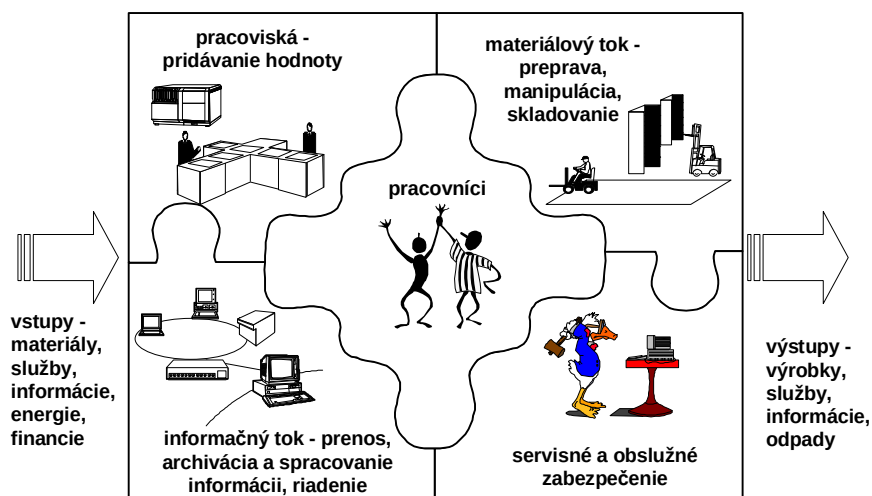


2. Ako projektovať výrobné systémy?

Kým sa začneme zaoberať metodikou a konkrétnymi nástrojmi pre projektovanie výrobných systémov, pokúsime sa zodpovedať niekoľko základných otázok:

ČO je to výrobný systém ?

Nechceme sa vyjadrovať príliš zložito („vedecky“) a tak budeme v tejto knihe za výrobný systém považovať systém, ktorý sa skladá zo základných podsystémov, ktoré sú zobrazené na obr. 2.1 a premieňa vstupy na výstupy tým, že k nim pridáva hodnotu.



Obr. 2.1. Výrobný systém

Tradične sa pod výrobným systémom chápe systém, ktorý premieňa materiál na výrobky, avšak pri určitom zovšeobecnení by sme mohli za výrobný systém považovať napríklad aj systém, ktorý pridáva hodnotu k informáciám (napr. firma na spracovanie údajov), k peniazom (napr. banka), alebo k službám (napr. obchodný dom). Toto

zovšeobecnenie považujeme za dôležité preto, lebo mnohé metódy pre projektovanie výrobných systémov, ktoré budeme ďalej uvádzať sa dajú veľmi účinne využiť aj v týchto typoch „výrobných“ systémov. Ako ukazuje obrázok 2.1 – výrobný systém sa skladá z pracovísk, kde sa pridáva hodnota (napr. stroje, montážne pracoviská), z materiálového toku, ktorý zabezpečuje prepravu materiálu a výrobkov medzi pracoviskami, manipuláciu s nimi na pracoviskách a ich skladovanie, z informačného toku, ktorý zaisťuje prenos, uchovávanie a spracovanie informácií, zo servisného a obslužného zabezpečenia (údržba, nástrojové hospodárstvo, zásobovanie, starostlivosť o pracovníkov, spracovanie odpadov, energetika a pod.) a centrálnym prvkom, ktorý tieto štyri oblasti v integruje sú **pracovníci** (manažéri, majstri, údržbári, robotníci, zásobovači a i.). Práve od ich spôsobu práce, organizácie, komunikácie, dodržiavania noriem a dohovorených pravidiel závisí najviac, ako efektívne bude celý systém pracovať.

Už sme hovorili o niektorých požiadavkách na podniky v prostredí globálnej konkurencie. Tento vývoj v posledných desaťročiach prinášal rôzne prívlastky pre označenie výrobných systémov – napr. automatizované výrobné systémy, pružné výrobné systémy a iné. Aj keď je potrebné zaoberať sa klasifikáciou výrobných systémov s ohľadom na výrobný program (sortiment, sériovosť) a k tejto problematike sa ešte vrátíme, nepovažujeme za podstatné detailne rozoberať rozličné definície rôznych typov výrobných systémov, ktoré vznikli v poslednom období, sú detailne popísané v literatúre a ich praktický význam je minimálny. Pokúsme sa radšej zovšeobecniť súčasné požiadavky na výrobné systémy:

- **Pružnosť.** Aj bez toho, aby sme výrobný systém nazývali „pružný“, je jeho pružnosť jednou zo základných požiadaviek. Na pružnosť sa môžeme pozeráť z rôznych uhlov pohľadu – rozličné typy výrobkov, ktoré v danom systéme dokážeme vyrábať, rozličné výrobné množstvá, v ktorých dokážeme vyrábať, rozličné poradie, v ktorom môžeme jednotlivé dávky zadať do výroby, rýchlosť, s akou dokážeme reagovať na požiadavku zákazníka. Pri pružných výrobných systémoch (FMS – Flexible Manufacturing System), ktorých pružnosť vychádzala hlavne z pružných NC riadených strojov (bezobslužné stroje, obrábacie centrá) sa definoval sortiment súčiastok, ktorý takýto systém dokáže efektívne vyrábať. Dnešným problémom je, že v mnohých prípadoch nie je možné presne definovať ani tento sortiment a treba očakávať, že výrobný systém bude musieť byť vo svojej prevádzke schopný plniť aj také úlohy, s ktorými sa vo fáze jeho projektovania nepočítalo. Aj vo výrobných systémoch, ktoré boli v minulosti zaraďované medzi hromadnú a sériovú výrobu sa dnes mení sortiment tak ako nikdy predtým. Vyžaduje si to v stále kratších cykloch prestavovať výrobný systém, ktorý na to musí byť usposobený už v projekčnej fáze.

Jeden nemecký manažér v období eufórie z NC strojov, robotov a systémov typu FMS vyhlásil: „Všetky problémy, ktoré sme mali sú vyriešené. Príde nová zákazka a stlačením klávesy zmeníme riadiaci program stroja a budeme vyrábať, čo si zákazník objednal. Ak nám bude chýbať kapacita, nebudeme musieť zháňať a presviedčať ľudí na nočnú zmenu, ale vyberieme robot zo skladu a pripojíme ho k našej linke“.

Dnes už vieme posúdiť, či tieto slová boli reálne. Pružnosť NC strojov a robotov je nevyhnutná a výroba sa bez nich nezaobíde. Ich pružnosť je však vždy obmedzená – technicky a ekonomicky.

- **Produktivita** je často v priamom rozpore s pružnosťou. Čím väčšia je variabilita vo výrobnom programe, tým väčšie požiadavky sú kladené na pružnosť zariadení (funkcie,

nástroje, prípravky), materiálov a komponentov v sklade, ľudí, zložitosť riadenia a pod. Zvyšovať produktivitu znamená zvyšovať výstupy a znižovať vstupy do výroby – znamená to teda viac produktívnych činností, ktoré pridávajú hodnotu výrobku, menej plytvania prácou, priestormi, časom, materiálom a pod. Medzi pružnosťou a produktivitou sa musí hľadať kompromis. Mnohé firmy to v súčasnosti riešia zdokonalením spolupráce tak, že každý výrobca sa špecializuje na určité skupiny výrobkov, ktoré vie vyrábať kvalitne, úsporne a je schopný dodávať ich do siete svojich odberateľov tak, ako to požadujú. Príkladom takejto deľby práce je automobilový priemysel, kde každé auto, ktoré vychádza z linky je iné, ale pružnosť zaisťuje sieť dodávateľov zapojených v systéme Just in Time. Vysoká produktivita teda znamená hlavne nízke náklady a vysokú úspornosť. Je zaujímavé, že vysoká úspornosť má aj iný pozitívny aspekt – znižovanie zaťaženia životného prostredia. Ak dokážeme vyrábať s menšími priestormi a zariadeniami, tak môžeme znížiť spotrebu energie, ak dokážeme lepšie využiť materiál, prípadne recyklovať niektoré časti opotrebovaných výrobkov, tak produkujeme menej odpadov a pod. Ďalšou cestou k vysokej produktivite je napríklad reorganizácia výroby na výrobné bunky, zjednodušovanie všetkých procesov vo výrobe a pod.

- **Kvalita** je dnes štandard, o ktorom nie je potrebné diskutovať. Ide o to, aby bol výrobný systém vyprojektovaný tak, že kvalita je zabudovaná priamo v ňom a nebudú potrebné ďalšie dodatočné opatrenia a náklady na jej udržanie resp. zlepšovanie (výstupná kontrola, opravy a pod.). Nástroje, ktoré zabezpečujú kvalitu vo výrobnom systéme sú dnes všeobecne známe a ich používanie je vo väčšine našich firiem predmetom certifikácie ISO 9000, QS 9000 alebo VDA 6.1 a nebudeme ich na tomto mieste bližšie rozoberať.

Riaditeľ spoločnosti Barum Continental Otrokovice pán Pravec pri jednej diskusii o tom, či certifikáty kvality skutočne riešia problém kvality, alebo sú len formou ochrany trhu povedal, že je to podobne, ako v boxe – certifikát nám umožní vstúpiť do medzinárodného ringu. Ale ak je to iba vstupenka, ktorú nám niekto pridelil a nie sú za ňou naše skutočné schopnosti, tak nás v prvom kole zápasu vynesú s otrasom mozgu.

Pre japonské výrobné systémy je typické, že projektanti, ale neskôr aj priamo personál vo výrobe, vymýšľajú množstvo jednoduchých zariadení, ktoré dokážu rýchlo odhaliť abnormalitu, signalizovať ju riadiacemu personálu a zastaviť výrobu (jidoka), ako aj pomôcok, ktoré neumožnia urobiť nepodarok (poka yoke – „foolproof“ - „blbovzdorné zariadenie“).

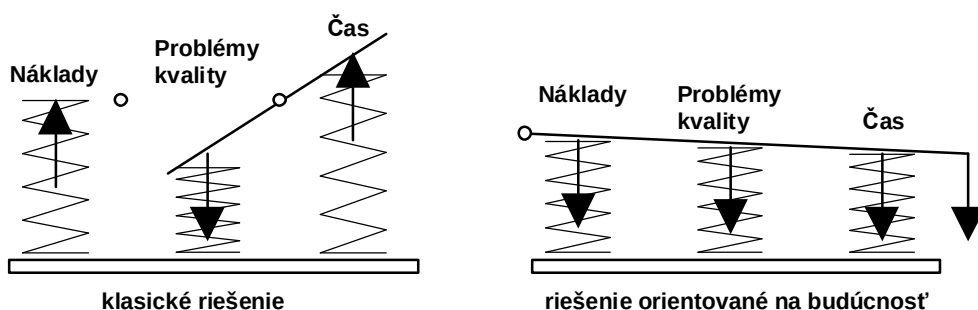
V spoločnosti Yazaki Debnar Slovakia v Prievidzi, ktorá montuje káblové zväzky pre automobilový priemysel, je množstvo takýchto nápadov, kde nie je možné urobiť nesprávne zapojenie napríklad tak, že to neumožní dĺžka kábla, ktorý je vopred odrezaný, alebo tvar koncovky.

Keď sme sa na tomto mieste dotkli systémov medzinárodných noriem a certifikácie, tak pri projektovaní výrobných systémov musíme rešpektovať okrem kvality v tom najširšom chápaní aj ekológiu (ISO 14000) a bezpečnosť pri práci (ISO 18000). Aj tu si treba uvedomiť to, čo platí pre kvalitu – vyrábať s vysokou kvalitou, s ohľadom na životné prostredie, bezpečnosť a zdravie našich spolupracovníkov, neznamená zvyšovanie nákladov, naopak, je to cesta k ich znižovaniu.

Uvedme si vzorec, ktorý platí na globálnych trhoch a zamyslime sa, čo všetko v ňom môžeme dobrým projektom výrobného systému ovplyvniť:

$$\text{Zisk} = F \left(\frac{\text{kvalita, servis}}{\text{náklady, čas}} \right)$$

Vyšší zisk môžeme dosahovať vtedy, ak zákazníkom ponúkame nadštandardnú kvalitu spojenú s dokonalým servisom (servis je v úzkom vzťahu aj s pružnosťou výroby). Vyšší zisk však môžeme dosahovať aj systematickým znižovaním nákladov a skracovaním času. Ak je znižovanie nákladov orientované do odhaľovania a eliminácie plytvania v podniku (a nie iba na mechanické „stínanie hláv“ od stola manažérov), tak má tento proces aj pozitívny vplyv na zmenu celej podnikovej kultúry, zjednodušenie procesov, zapojenie ľudí do zmien, decentralizáciu a v konečnom dôsledku môže pozitívne ovplyvniť aj pružnosť. Skracovanie času má viacero efektov – ak skrátime čas na výrobnú operáciu (ale nie za cenu, že zničíme náradie napr. extrémnymi reznými podmienkami), tak môžeme zvýšiť produktivitu. Ak skrátime neproduktívne zložky priebežnej doby výroby, ktoré obyčajne tvoria vyše 90 %, tak rýchlejšie obslúžime zákazníka a súčasne obyčajne redukuje rozpracovanosť výroby, obrátkovosť zásob, požiadavky na skladové plochy, manipulačné činnosti a pod. Ak skrátime čas vo vývoji a v technickej príprave výroby, tak môžeme ovplyvniť cenu, pokiaľ sa jedná o nový výrobok alebo modifikáciu.



- vysoká pružnosť a produktivita dosahovaná modernými strojmi
- centralizované riadenie
- zlepšovanie systému jeho modernizáciou projektantmi v dlhších časových intervaloch bez zapájania ľudí z výroby do tohto procesu
- zložitost' procesov, vysoká komplexnosť systému, špeciálny servisný personál
- špecializácia personálu
- orientácia na operácie a lokálny výkon

- vysoká pružnosť a produktivita dosahovaná modernými strojmi a výrobnými tímami
- decentralizované riadenie
- zlepšovanie systému je kombináciou neustáleho zlepšovania v dielni (Gemba Kaizen) a projekčného zlepšovania (Engineering Kaizen)
- zjednodušovanie procesov a znižovanie komplexnosti
- pružnosť personálu
- orientácia na procesy a celkový prietok

Obr. 2.2. Výrobný systém včera a dnes

PREČO sa vlastne zaoberáme projektovaním výrobného systému?

Projektovaním výrobných systémov sa musíme zaoberať preto, lebo sa tým zaoberajú všetky firmy, ktoré chcú vyrábať s parametrami, ktoré sme si definovali v predchádzajúcej otázke. Pred rokom 1989 existovali v našej republike organizácie, ktoré vytvárali metodiku projektovania a poskytovali priemyselným podnikom nástroje pre projektovanie – metódy, katalógy, programy, ukazovatele, normatívy a pod. Väčšina z týchto organizácií zanikla, rovnako ako postupne zanikli alebo sa významne zredukovali podnikové oddelenia technologického projektovania. Dnešný prístup k projektovaniu v mnohých našich podnikoch spočíva v tom, že sa do existujúcej výrobnéj dispozície zakreslí nové zariadenie, alebo zariadenie získané od zahraničného partnera. V lepšom prípade, keď sa pripravuje napríklad väčší projekt delimitácie výroby, tak sa prepočítajú kapacity, vykoná sa analýza materiálových tokov a na počítači sa nakreslí výrobná dispozícia. V mnohých prípadoch však ani neexistuje aktuálny výkres výrobnéj haly, používajú sa staré podklady, v ktorých sú zakreslené zariadenia, ktoré už dávno vo výrobe nie sú.

Poznáme argumenty, ktoré v mnohých podnikoch počúvame:

- Načo máme živiť projektantov, keď nám výrobu dáva zahraničný partner, ktorý nám presunie celý výrobný systém tak, ako ho používal on? Projekcia sa robí v materskom podniku v zahraničí. My sme tu na to, aby sme vyrábali. Je na zváženie, či sa môžeme uspokojiť iba s tým, že budeme preberať zastaralé výroby a výrobné štruktúry a budeme robiť výrobné dielne, ktoré budú pre našich zahraničných partnerov zaujímavé len dovtedy, kým budeme patriť medzi krajiny s najlacnejšou pracovnou silou v Európe. Je veľa prípadov, keď môže byť takáto cesta vhodnou stratégiou na prežitie našej firmy a jej postupný vzostup. K vzostupu však treba zlepšovať výrobný systém a vyvíjať ho tak, aby bol lepší ako v konkurenčných firmách.
- Dnes stačí ísť na výstavu obrábacích strojov, definovať výrobný program a dodávateľ strojov poskladá systém na kľúč. Aj keď je možné poskladať na kľúč automatizované výrobné systémy na výrobu ozubených kolies, hriadeľov a podobne, nie je to možné urobiť bez projektantov a ľudí od investora. Do systému treba zapojiť ľudí, ktorí v ňom budú ďalej pracovať, budú sa oň starať a optimalizovať ho. Je veľa prípadov, keď používatelia výrobných systémov významne vylepšili mnohé obrábacie stroje alebo roboty svojich dodávateľov.

Ak sa v minulosti menil výrobný systém v intervaloch, ktoré sa merali na roky, dnes sa mení v mesačných intervaloch. Kombinujú sa pritom drobné zmeny, ktoré pripravujú denne ľudia vo výrobe s väčšími zmenami, do ktorých sa zapájajú projektanti a špecialisti. Dnes je možné vyrobiť prakticky na ľubovoľnom mieste na svete dokonalý počítač, automobil alebo obrábací stroj. Je možné na to kúpiť najnovšie výrobné zariadenia, skladovacie, dopravné a manipulačné systémy a informačný systém. Rozdiel je iba v jednom – ako dobre je daný systém vyprojektovaný a akí ľudia v ňom budú pracovať.

Sú dve oblasti, ktoré musíme vedieť zvládnuť lepšie ako konkurenti (ale pozor, teraz nemyslíme konkurentov v Čadci, v Martine alebo v Detve, ale konkurentov v Stuttgarte, v Tokiu alebo v Seattle):

- **Rýchle inovácie, vývoj a projektovanie nových výrobkov.**
- **Rýchle inovácie a projektovanie dokonalých výrobných systémov.**

Pritom nebude stačiť pokúšať sa iba kopírovať japonské, americké alebo nemecké výrobné systémy (Toyota Production System, Canon Production System, Ford Production System, VW systém a pod.), ale musíme hľadať svoje vlastné riešenia tak, aby sme za pár rokov mohli hovoriť napríklad o výrobnom systéme VOJUS v Považskej Bystrici, Elba v Kremnici alebo IDC Holding v Trnave.

KTO a KDE v podniku projektuje výrobný systém ?

Projektovanie výrobných systémov tradične patrí do oblasti technickej prípravy výroby – TPV. V mnohých podnikoch vznikli oddelenia výrobného inžinierstva, továrenského inžinierstva a pod. Projektovanie výrobných systémov patrí medzi typické úlohy, ktoré v podnikoch riešia priemyselní inžinieri. Nie je však podstatné v akom oddelení sa projekty výrobných systémov robia alebo ako sa volá táto profesia. Podstatné je, čo by mal projektant výrobných systémov ovládať.

Projektant výrobných systémov by mal prakticky ovládať predovšetkým nasledovné oblasti:

- Metódy pre analýzu výrobného systému, zber a prípravu údajov.
- Metódy pre analýzu, meranie a projektovanie práce – MTM, MOST a i.
- Metodiku projektovania a metódy pre stanovenie výrobných kapacít, rozbor materiálových tokov, riešenie výrobných dispozícií (layout), segmentáciu, projektovanie pracovísk, materiálových tokov, informačných tokov a pomocných a obslužných prevádzok.
- Metódy pre plánovanie a riadenie výroby.
- Počítačovú simuláciu.
- Projektové riadenie.
- Metódy pre kontinuálne zlepšovanie v tíme – moderovanie, vizualizácia myšlienok, hľadanie tvorivých riešení a pod.

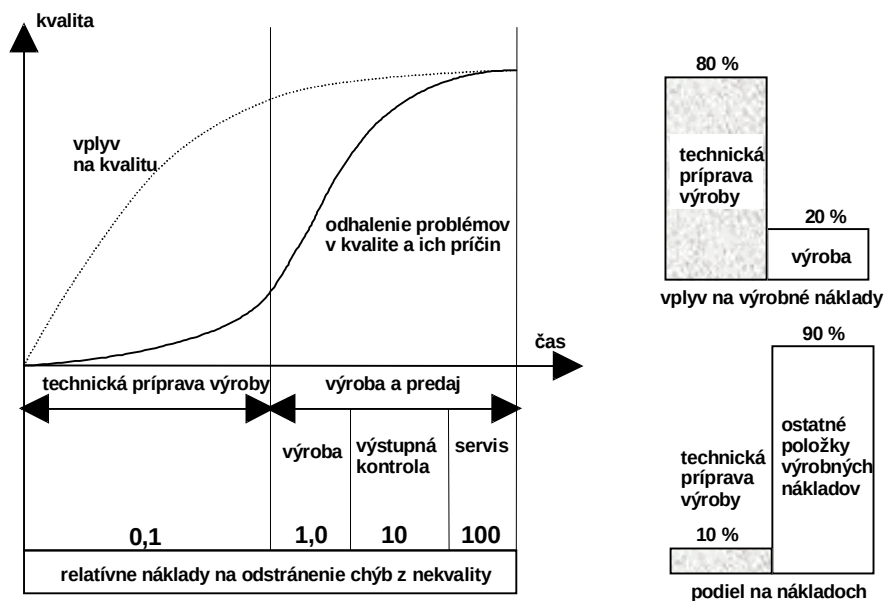
Projektovanie výrobných systémov sa dnes uskutočňuje v tíme. Nie je vhodné, tak ako v minulosti, oddeľovať od seba napr. projektovanie technologického časti, materiálového toku a informačného toku. Dôležitou súčasťou projektovania je dnes práve projektovanie ľudí, ktorí dnes pracujú v samostatných výrobných tímoch, ktoré nevzniknú automaticky, samovoľne, ale treba ich starostlivo projektovať. V projekčnom tíme je potrebné počítať predovšetkým so špecialistami z oblasti technológie, konštrukcie, výrobných a dopravných zariadení, s informatikmi, odborníkmi na štatistické spracovanie údajov, simulácie, ale aj s pracovníkmi marketingových oddelení, obchodu a investičného plánovania.

K otázke **KDE** sa projektuje, treba poznamenať, že projektovanie sa stále viac presúva z projekčných kancelárií do výrobných dielní. Spomeňme si ešte raz, že aj Japonci zdôrazňujú miesto, kde sa uskutočňuje proces – Gemba. Len tam je možné získať objektívne informácie, len tam je možné nájsť skutočné potenciály pre zlepšenie. Do projekčných tímov sa zaraďujú stále viac ľudí priamo z výroby – majstri, lídri, hovorcovia tímov i jednotliví členovia. Jednak prinášajú skutočné reálne poznatky a námety priamo z výroby, jednak potom lepšie prijímajú projektovanú zmenu. Vyspelé výrobné tímy si však postupne osvojujú aj metódy pre analýzu a meranie práce, zlepšovanie procesov a projektovanie výrobných systémov, aby si mohli priamo vo výrobe projektovať niektoré zmeny.

Integrácia rozličných profesií v projekčnom tíme a prekonávanie tradičného funkčného delenia práce je vynútená viacerými faktormi. Na jednej strane sa takto zvyšuje kvalita projektu tým, že sa do neho od začiatku premietnu rozličné uhly pohľadu. Na druhej strane tento prístup aj urýchľuje priebeh projektu, pretože mnohé jeho fázy môžu prebiehať paralelne a minimalizuje sa potreba spätných korekcií. Na obr. 2.3 je zhrnutý vplyv technickej prípravy výroby (TPV) na pružnosť, kvalitu, čas a náklady.

Ľavá časť obrázku ukazuje všeobecne známu skutočnosť – čím skôr zachytíme chybu, tým menej nás to stojí. Problém je v tom, že aj keď sú hlavné vplyvy na kvalitu sústredené v predvýrobných etapách, tak tieto problémy odhalíme väčšinou až vo výrobe.

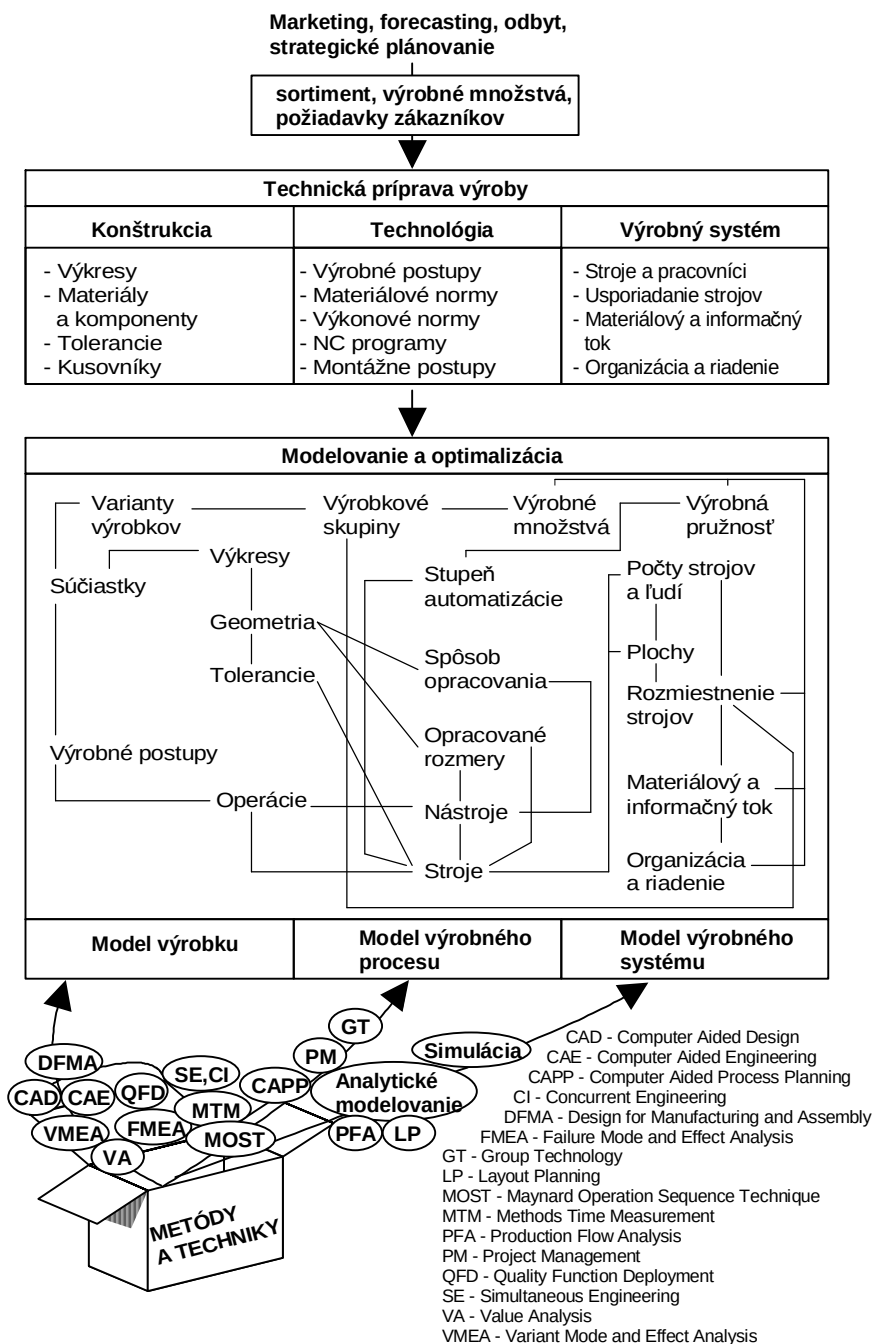
Integrácia jednotlivých profesií a metód v TPV je naznačená na obr. 2.4.



Obr. 2.3. Vplyv technickej prípravy výroby na kvalitu a náklady

KEDY sa projektuje výrobný systém ?

- I Už sme hovorili o tom, že zmeny v okolí podniku sú stále rýchlejšie – menia sa výrobky, konkurencia, ceny, spôsoby výroby.



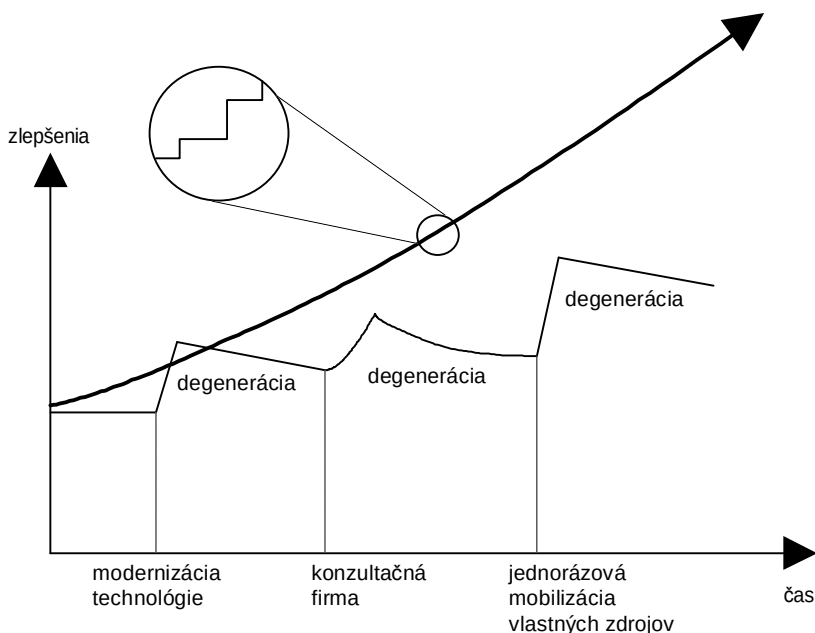
Obr. 2.4. Integrácia TPV a metódy a techniky

Na Slovensku, kde sa tento proces ešte kombinuje so zmenami vlastníctva v podnikoch, s reštrukturalizáciou celého priemyslu, otváraním sa svetu, je tento proces ešte viac urýchlenný. Nepoznáme ani jednu firmu, v ktorej by v ostatných rokoch nedošlo k zmene, ktorá si nevyžadovala projekt (aj keď nie vždy sa k takejto zmene pristupovalo ako k projektu). Hlavné faktory, ktoré si vyžadujú projekčnú zmenu výrobného systému sú:

- Zmena výrobného programu.
- Zmeny v odbyte výrobkov a vo výrobných množstvách.
- Uvedenie nového výrobku na trh.
- Odstránenie existujúcich problémov vo výrobe (vysoké náklady, dlhé priebežné časy, nízka úroveň kvality a pod.).
- Nahradenie zastaralých výrobných prostriedkov.
- Zavádzanie novej technológie.

Spĺnenie nových zákonných požiadaviek (bezpečnosť práce, ekológia).

Pozrime sa na obr. 2.5. Spodná krivka, ktorá pripomína vlnovku, ukazuje typický vývoj v mnohých našich firmách.



Obr. 2.5. Vývoj výrobného systému

Podnik dospeje do krízy, ktorá ho núti vykonať radikálnu zmenu. Obyčajne sa to rieši prizvaním konzultačnej firmy, zmenou organizačnej štruktúry, nákupom novej výrobnéj technológie alebo informačného systému a pod. Pokiaľ táto zmena prinesie zlepšenie (čo nebýva vždy samozrejmosťou), tak toto riešenie obyčajne postupom času degeneruje a podnik sa dostáva v pravidelných intervaloch do kríz, ktoré vyžadujú zmeny. Horná,

stúpajúca krivka zobrazuje kombináciu drobného zlepšovania systému s projekčnými zmenami v pravidelných intervaloch. Je to neustály proces, ktorý prekonáva náš chronický zlozvyk – sebauspokojenie. Musíme si neustále pripomínať jedno – naša konkurencia intenzívne a neustále zlepšuje svoje výrobné systémy. Čo robíme my, ak ju chceme dosiahnuť, udržať s ňou krok a predstihnúť ju? Pre vytvorenie si konkurenčnej výhody vo výrobe neexistujú efektné riešenia a s okamžitým účinkom – úspech prináša tvrdá, každodenná práca podľa hesla – **zajtra musí byť lepšie ako dnes**.

Tak a teraz sa môžeme vrátiť k našej pôvodnej otázke, zo začiatku tejto kapitoly:

AKO projektovať výrobné systémy ?

Najdôležitejšie princípy projektovania súčasných výrobných systémov sú:

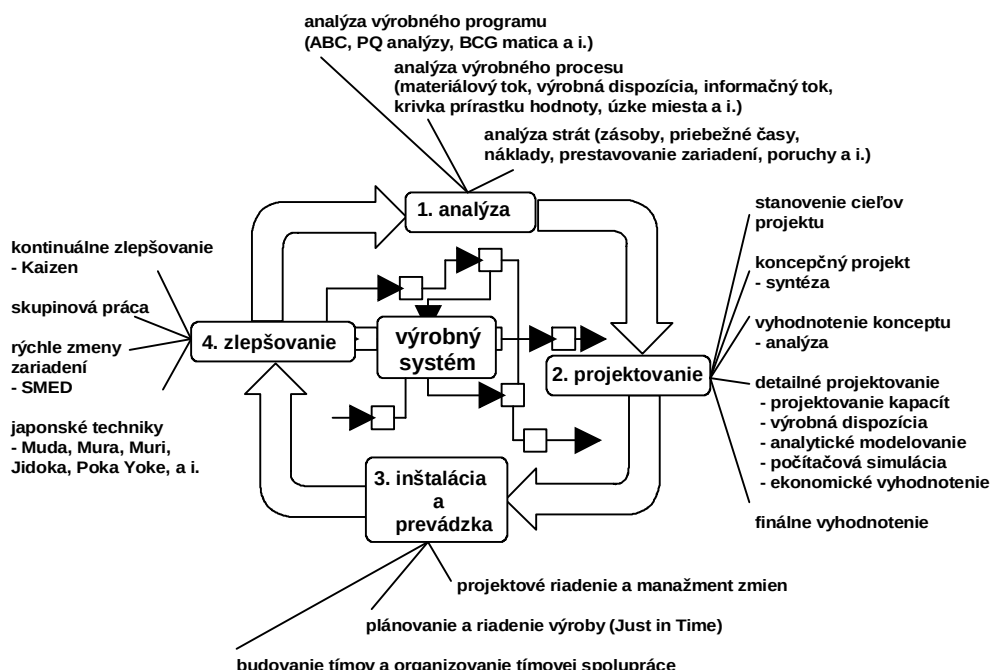
- **Pohľad na výrobný systém v jeho celom životnom cykle.** Tak ako sa podnik zaoberá sledovaním životných cyklov výrobkov a ich inováciami, je nutné zaoberať sa aj životnými cyklami výrobných systémov (obr. 2.6) a využitím projektovania v týchto cykloch.
- **Projektovanie sa stále viac zaoberá nielen samotným výrobným systémom, ale aj jeho okolím.** Ak chceme synchronizovať činnosti vo výrobe a vyrábať s minimálnymi zásobami a priebežnými časmi, musíme sa v rámci projektu zaoberať aj systémom kooperácie s dodávateľmi, odberateľmi, systémom kvality, logistikou a ďalšími oblasťami (obr. 2.7)
- **Projektovanie výrobných systémov využíva systémové inžinierstvo,** ktoré obsahuje množstvo vhodných metód a modelov pre projektovanie a prevádzku komplexných technických systémov. Je to však zároveň i spôsob myslenia a všeobecná metodika analýzy a riešenia zložitých problémov. Systémové inžinierstvo, okrem vlastného riešenia problému, pomáha i efektívnejšie organizovať a riadiť samotný postup riešenia (projekt). Tento prístup je vhodný hlavne tam, kde existujú mnohé varianty riešenia.
- **Riešenie zložitých systémových úloh je obvyčajne charakterizované interdisciplinárnym spôsobom práce,** ktorý vyžaduje tímovú organizáciu projektu a kladie veľké nároky na koordináciu jednotlivých činností. Požiadavky na mimoriadnu koncentráciu všetkých ľudských, materiálových a finančných zdrojov v priebehu projektu vyžadujú dodržiavanie zásad riadenia projektov.

Prof. Daenzer [2] definuje hlavné prvky systémového inžinierstva podľa obrázka 2.8.

Filozofia systémového inžinierstva, ktorá tvorí teoretickú nadstavbu procesu riešenia problémov, pozostáva z dvoch prvkov: systémového myslenia a modelu postupu riešenia.

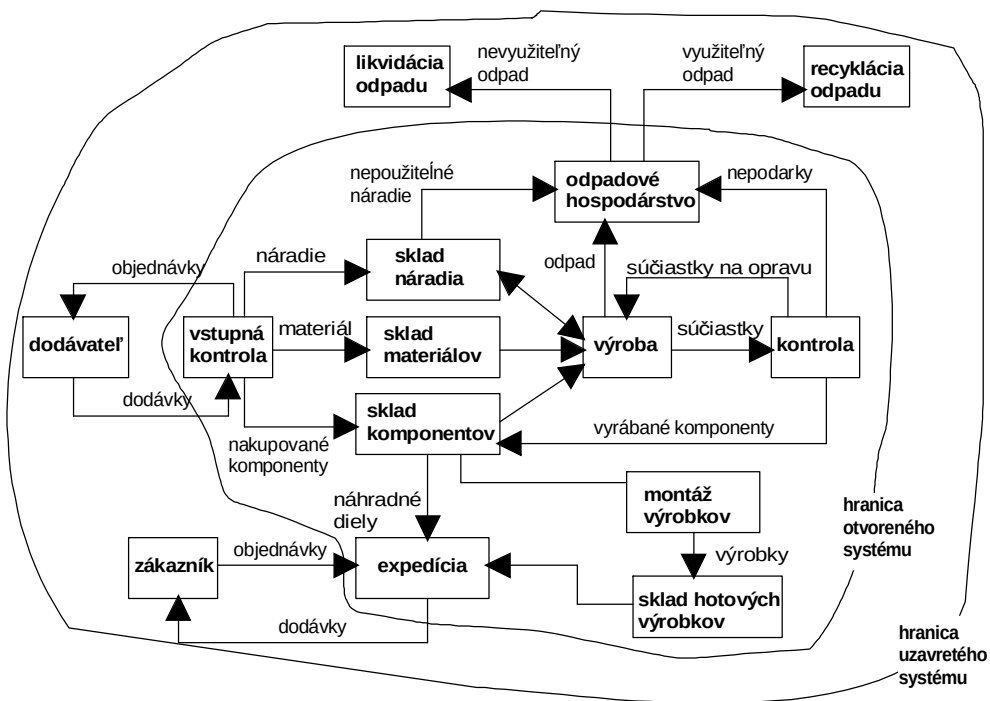
- Systémové myslenie je spôsob myslenia, založený celosystémovým pohľadom na systém, podsystemy, prvky systému a vzťahy medzi nimi navzájom a medzi okolím. Pri systémovom myslení sa využívajú rozličné typy modelov, ktoré umožňujú zobrazit' systém a jeho časti a skúmať ich správanie.
 - Model postupu riešenia spája základné prístupy k riešeniu problémov používané v systémovom inžinierstve. Sú to predovšetkým štyri nasledovné prístupy (obr. 2.9):
1. **Postup od hrubého, koncepčného riešenia k detailnému riešeniu problému** (Top - down prístup). V projekte sa najskôr riešia globálne, principiálne problémy, ktoré sa

postupne rozkladajú na čiastkové projekty zamerané na riešenie detailov. Pri projektovaní technických systémov sa častokrát bez dôkladného preverenia základného princípu a koncepcie prechádza k detailnému riešeniu. Výsledkom je potom to, že sa práce „optimalizuje“ detailné riešenie konceptu, ktorého základný princíp bol zvolený nesprávne (napríklad výber výrobných technológií, princíp výrobku a pod.).



Obr. 2.6. Základné úlohy a techniky v jednotlivých fázach životného cyklu výrobného systému

2. **Variantný prístup k riešeniu problému.** Základnou myšlienkou tohto prístupu je, že pre každý problém existuje viac možností riešenia. Znamená to teda neuspokojiť sa s jediným, spravidla prvým “najlepším” variantom riešenia, ale hľadať ďalšie riešenia a ich kombinácie. Vhodné nástroje pre vytváranie a vyhodnocovanie variantných riešení poskytujú napríklad metódy hodnotového inžinierstva.



Obr. 2.7. Výrobný systém a jeho okolie – rôzne pohľady na stanovenie hraníc systému

3. **Fázový priebeh projektovania a realizácie systému** (tzv. makro logika), ktorý prebieha v nadväznosti na jednotlivé etapy v životnom cykle systému. Jednotlivé fázy projektu sú logicky i časovo oddelené a premietajú sa do nich dva predchádzajúce prístupy. Každá ďalšia fáza detailnejšie konkretizuje výsledky predchádzajúcej a v každej fáze sa zvažujú viaceré varianty riešenia. Počet projektových fáz závisí od druhu, obsahu a významu projektu. Treba pritom rozlišovať jednotlivé etapy životného cyklu systému a fázy projektu.
4. **Všeobecný cyklus riešenia problému** (tzv. mikro logika), ktorý sa využíva bez ohľadu na fázu riešenia projektu.

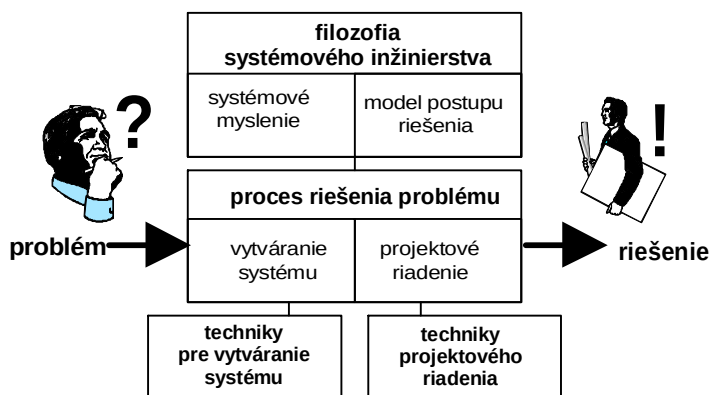
Prvým krokom tohto cyklu je analýza situácie, kde sa riešia predovšetkým nasledovné štyri problémové oblasti:

Analýza systému - definovanie problému, vymedzenie systému, jeho hraníc a vplyvu okolia na systém, definovanie podsystémov, prvkov systému a vzťahov medzi nimi.

Analýza príčin, ktoré spôsobujú problémy diagnostikované v predchádzajúcom kroku.

Analýza možností riešenia - rozbor všetkých možných spôsobov riešenia danej situácie.

Analýza cieľov - rozbor orientovaný na ďalší vývoj systému.



Obr. 2.8. Hlavné prvky systémového inžinierstva [2]

Pri definovaní cieľov sa pozornosť zameriava na stanovenie konkrétnych parametrov systému, ktoré sa majú projektom dosiahnuť (napr. výrobný výkon, náklady, využitie výrobných zariadení, priebežné doby výroby, pružnosť výroby a pod.).

Pri syntéze ide o to, aby bol spracovaný systémový koncept s dôrazom na čo najrozsiahlejší rozbor všetkých dostupných možností riešenia (generovanie variantov riešenia).

Vo fáze analýzy sa kriticky preveria jednotlivé alternatívy riešenia s ohľadom na definované ciele, bezpečnosť, komplexnosť riešenia, logiku, krátkodobé i dlhodobé možnosti podniku i ďalšie možné dôsledky daného riešenia.

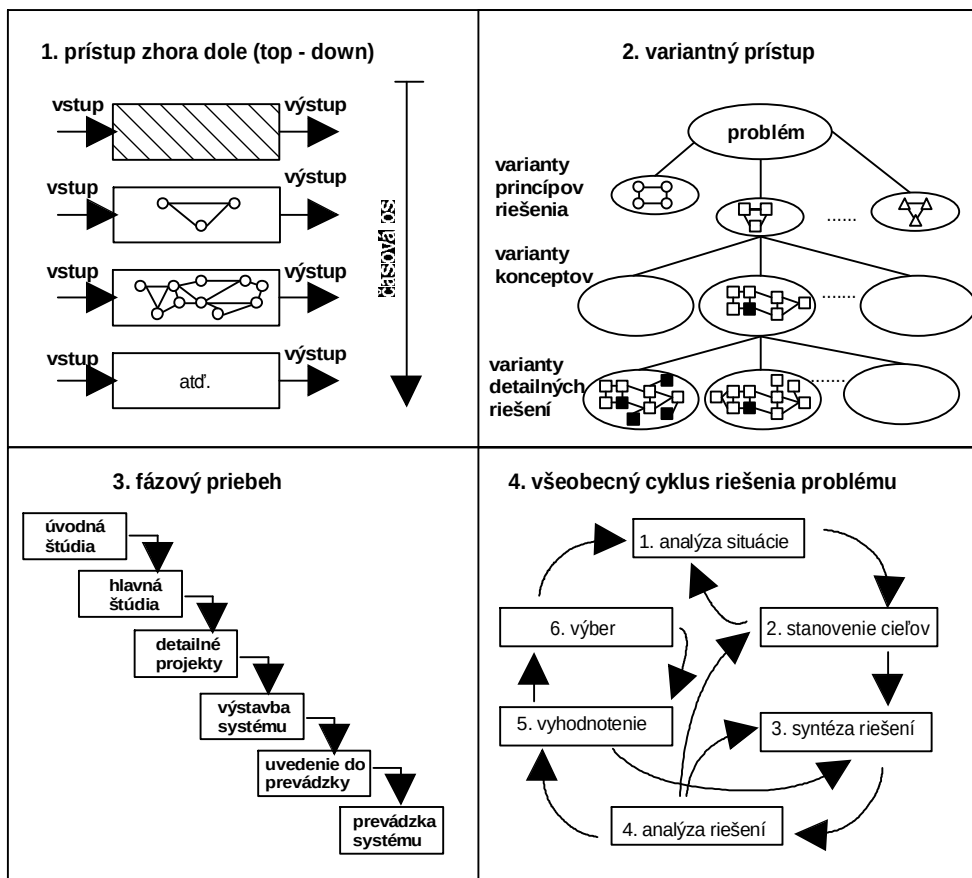
Do **etapy vyhodnotenia** sa takto dostanú iba tie varianty riešenia, ktoré spĺňajú všetky predpísané ciele. Vyhodnotenie slúži na prípravu podrobných a exaktných podkladov pre následné rozhodnutie o tom, ktorý variant bude vybratý.

Posledným krokom je **výber najvhodnejšieho riešenia**, ktoré sa v ďalšej fáze projektu detailne spracuje až do fázy realizácie. Procesy vyhodnotenia a výberu finálneho riešenia sú v posledných rokoch spojené s neustále rastúcim rizikom, ktoré súvisí hlavne s vysokými investíciami, o ktorých sa v takýchto projektoch obyčajne rozhoduje. Veľkú úlohu v tomto kroku zohráva najmä časový faktor, ktorý je oveľa významnejší ako v minulosti. Tieto trendy spôsobili prienik mnohých moderných nástrojov pre podporu rozhodovania do projekčnej činnosti - napr. počítačová simulácia, metódy prognózovania, modelovanie ekonomických procesov, expertné systémy a iné.

Proces riešenia problému tvoria dve časti:

- **Vytváranie systému** - tvorivá práca hľadania nového riešenia, ktorá prebieha vo viacerých fázach, pričom v každej fáze dochádza k spresňovaniu riešenia. Metódy a techniky systémového inžinierstva, používané pri vytváraní systému závisia od konkrétneho problému, ktorý je predmetom riešenia. V prípade výrobných systémov, ktorým venujeme hlavnú pozornosť, sú to predovšetkým techniky ako napríklad ABC analýza, morfológia, hodnotové inžinierstvo, metódy pre vytváranie výrobných dispozícií, počítačová simulácia a iné.

- **Projektové riadenie** - zahŕňa proces plánovania projektu (identifikácia zámerov a návrh postupu pre ich uskutočnenie), koordináciu ľudských a iných zdrojov na realizáciu a kontrolu priebehu projektu.



Obr. 2.9. Základné prístupy k riešeniu v systémovom inžinierstve

Na obr. 2.10 je zobrazený vzťah modelu postupu riešenia (Mikro-logiky a Makro-logiky) v nadväznosti na proces tvorby systému a riadenie projektu.

Využitie jednotlivých prvkov cyklu riešenia problémov sa mení podľa projektových fáz. Princíp tvorby variantov je dôležité zvládnuť najmä v prvých fázach hľadania možných riešení. Cyklus riešenia problému sa uplatňuje najviac vo vývojových fázach, pretože tu je potrebné metodicky zvládnuť najviac problémov. Naproti tomu vo fázach realizácie získavajú na dôležitosť organizačné a plánovacie činnosti, rutinné procesy a situačne podmienené improvizácie.

Postup systémového inžinierstva teda integruje tri dôležité fázy projektu:

1. fáza - formovanie stratégie riešenia projektu (predprojektová príprava).
2. fáza - hľadanie optimálneho variantu.
3. fáza - realizácia vybraného variantu návrhu a vykonanie konečných úprav v riešení projektu.

Uvedený postup nie je priamočiary. V skutočnosti dochádza k postupnému spresňovaniu východiskovej predstavy a niektoré kroky sa opakujú. Jednotlivé fázy sú podrobnejšie členené do etáp, pričom v každej etape postupu sú uplatňované analytické a syntetické metódy.

Vo fáze formovania stratégie riešenia projektu ide predovšetkým o nájdenie dohody medzi projektantom, t. j. tvorcom systému, a jeho budúcim používateľom, o vlastnostiach systému a o očakávaných prínosoch.

Po stanovení špecifikácie nasleduje vymedzenie postupov riešenia, kde zohrávajú úlohu tieto hlavné momenty: predpoklady riešenia, riešiteľnosť úlohy a poznanie problému. Ciele systému sú stanovené z požiadaviek používateľov na systém, kde sú zohľadňované jednak vývojové trendy a zároveň ekologické, ekonomické a etické aspekty realizácie systému.

Na základe definovanej stratégie riešenia a voľby rôzneho usporiadania vzájomných väzieb medzi prvkami systému je možné nájsť niekoľko variantov riešenia.

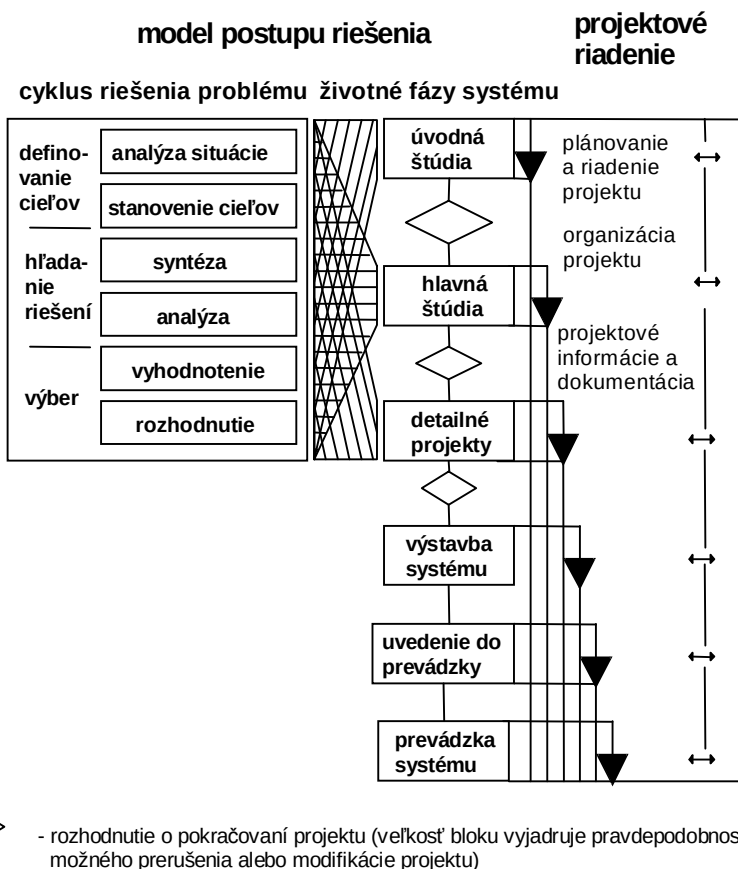
Táto fáza je veľmi dôležitá pre celkovú úspešnosť výslednej realizácie systému. Jej urýchlenie t. j. zjednodušenie alebo vynechanie niektorých činností sa obyčajne prejaví niekoľkonásobným predĺžením nasledujúcich fáz. V týchto fázach sa častokrát prejaví nevyhnutnosť odstraňovania chýb v riešení, ktoré vznikli práve v dôsledku rozpracovania nevyjasnenej východiskovej koncepcie riešenia.

B.Wu [10] navrhuje postup riešenia problémov pri projektovaní výrobných systémov, ktorý je zobrazený na obr. 2.12.

Cieľom fázy vyhodnotenia variantov je určiť, do akej miery každý variant vyhovuje stanoveným cieľom projektu. Pri vyhodnotení je potrebné najskôr stanoviť cieľové funkcie, na základe ktorých je možné jednotlivé varianty porovnávať. Variant, ktorý najlepšie splňa ciele projektu, sa potom detailne rozpracuje do fázy realizácie.

Vo fáze realizácie je systém z ideálnej predstavy pretransformovaný do reálnej podoby a zabezpečuje sa jeho oživenie a uvedenie do prevádzky. Na základe skúšobných testov a skúšobnej prevádzky sú potom vykonávané ďalšie finálne úpravy systému tak, aby jeho prevádzka bola efektívna.

K. Hitomi [3] definuje odbor „výrobné systémové inžinierstvo“ (Manufacturing Systems Engineering) nasledovne: „Výrobné systémové inžinierstvo je metodológia spojená s optimálnym projektovaním, inštaláciou a prevádzkou komplexných výrobných systémov tak, aby boli hospodárne a využívali vedecké zákony a empirické pravidlá, ktoré existujú vo výrobe“.

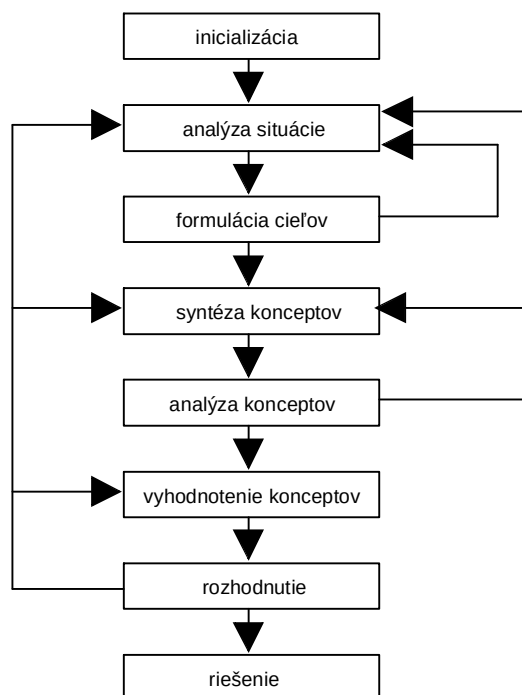


Obr. 2.10. Komponenty systémového inžinierstva [2]

Hitomi navrhuje všeobecný 10 krokový postup projektovania výrobného systému, ktorý je zobrazený na obr. 1.12.

Pri identifikácii problému ide hlavne o definovanie problémových oblasti a jasné vymedzenie projektovaných položiek a ich rozsahu. Faktorová analýza identifikuje faktory, ktoré vstupujú do projektu. Je pritom dôležité rozlišovať faktory, ktoré môže ovplyvniť projektant a ktoré nie, a faktory kvantitatívne a kvalitatívne.

Aby sme čitateľov zbavili dojmu, že systémové inžinierstvo je iba suché teoretizovanie, uvedieme stručne postup, ktorý na základe svojich vyše 50 ročných skúseností v priemysle vypracoval guru priemyslového inžinierstva v povojnovej ére - Shingeo Shingo [5] a nazval ho „Vedecký mechanizmus myslenia“ (Scientific Thinking Mechanism - STM). Tento postup je zameraný na zlepšovanie procesov v podniku a je veľmi podobný postupu systémového inžinierstva.



Obr. 2.11. Cyklus riešenia problému (Wu - [10])

Celý postup sa skladá z nasledovných krokov:

1. Prípravná fáza - zdokonalenie spôsobu analytického myslenia a pozorovania.
2. Identifikácia problému.
3. Základné koncepčné prístupy k zlepšovaniu.
4. Spracovanie plánov zlepšenia.
5. Realizácia plánov.

Systémové inžinierstvo nemožno chápať ako jednoznačný „recept“ na riešenie zložitých problémov. Je to len formálny rámec a návod, ako k riešeniu takýchto problémov pristupovať, pričom úspech riešenia závisí od odborných znalostí, tímovej spolupráce, tvorivosti a efektívneho použitia konkrétnych metód a postupov.

Inštitút priemyslového inžinierstva v Žiline sa v spolupráci s pracovníkmi Katedry priemyslového inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline využíva uvedené princípy aj v rámci systematického postupu zlepšovania procesov vo výrobných systémoch, ktorý je znázornený na obr. 2.13.

Fáza	Popis	Krok	Položka
I.	Analýza problému	1	Identifikácia problému
		2	Faktorová analýza
		3	Zber informácií
II.	Riešenie problému	4	Výstavba modelu
		5	Testovanie modelu
		6	Rozhodovacia analýza
III.	Vyhodnotenie	7	Analýza budúceho správania
		8	Implementácia
		9	Vyhodnotenie výkonu
		10	Modifikácia

Obr. 2.12. Všeobecný postup projektovania výrobného systému (Hitomi [3])

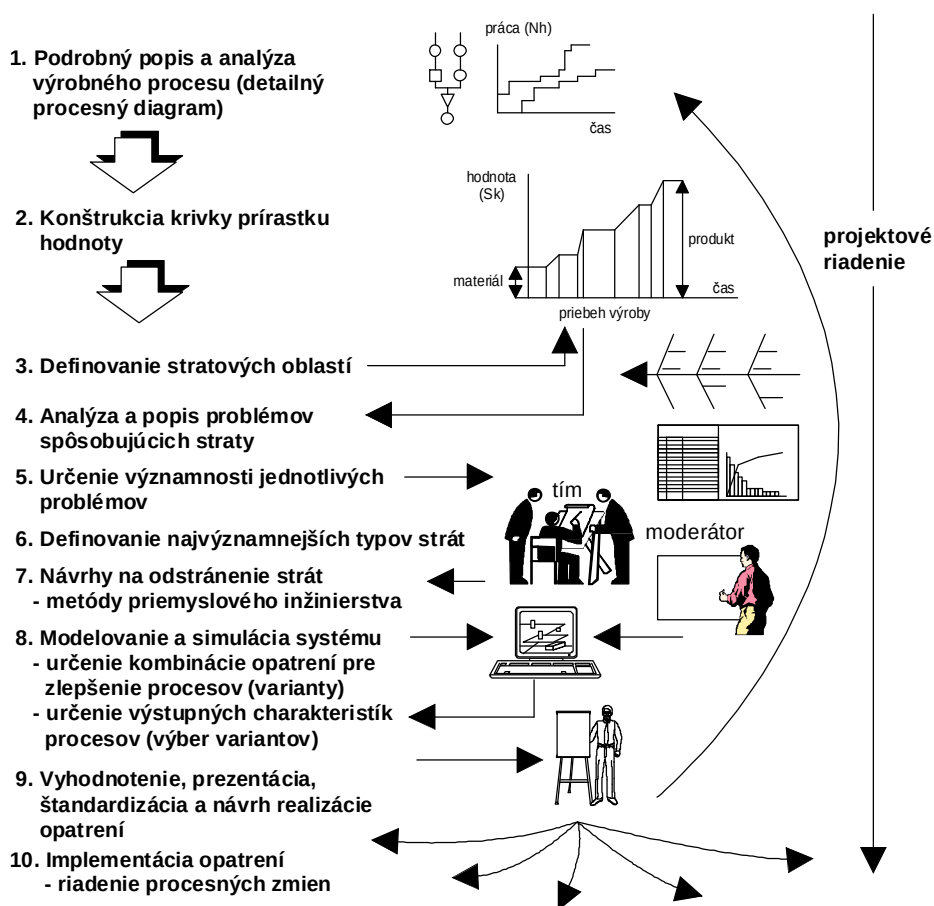
V prvom kroku tohto postupu sa vykonáva dôkladná analýza procesu, pričom ťažisko je v rozbere výrobných postupov, materiálového toku a celého priebehu výrobného procesu, kde je možné použiť napríklad priebehové diagramy pracoviska alebo výrobných stredísk. V tejto fáze sa častokrát pristupuje i k rozboru výrobného programu z hľadiska vytvorenia skupín výrobkov, resp. z hľadiska ABC analýzy a pod.

V druhom kroku sa zostaví krivka prírastku hodnoty (obr. 2.14), ktorá veľmi názorne zobrazuje oblasti, kde sa vyskytujú činnosti, ktoré nezvyšujú hodnotu výrobku (straty, plytvanie) a činnosti, ktoré zvyšujú hodnotu výrobku. Tu sa teda ukážu základné potenciály na elimináciu strát i potenciály na znižovanie nákladov v jednotlivých činnostiach počas výrobného procesu. Na krivke je možné zobrazit' napríklad časy skladovania, ktoré sú spojené s určitými nákladmi (plochy, manipulácia, úroky a pod.), alebo prírastky hodnoty, ktoré do výrobku vkladá stroj, pracovník, nástroj a pod.

Táto krivka znázorňuje, ako stúpa hodnota výrobku s časom a s jej pomocou možno nepriamo znázorniť súčasné pôsobenie logistických nákladov i zmeny výkonu. Pod pojmom logistické náklady tu rozumieme nielen čisté výrobné náklady, tak ako sú uvažované dnes v podnikovej praxi, ale taktiež náklady na objednávanie a dodávky, náklady na distribúciu výrobkov, ktoré neustále stúpajú, a v konečnom dôsledku ich musí vždy zaplatiť zákazník.

Krivka prírastku hodnoty má nasledovné vlastnosti:

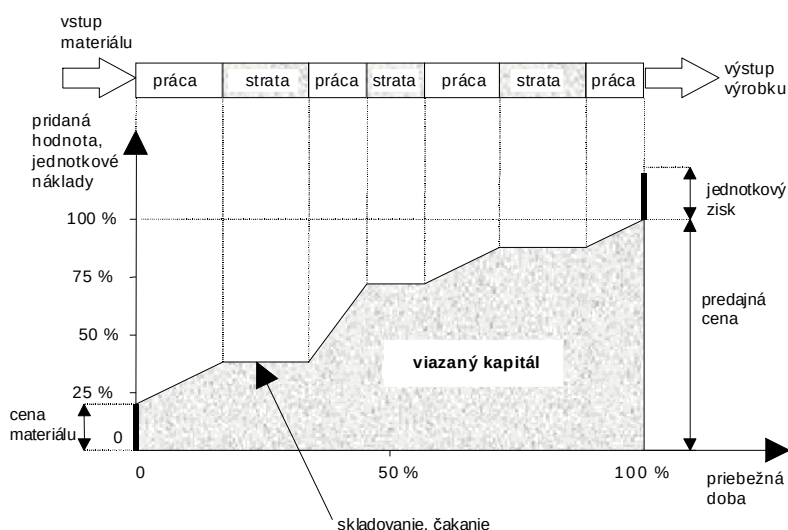
- Na časovej osi je možné pozorovať úspešnosť opatrení spojených so zmenou priebežnej doby.
- Logistické výdavky sa prejavujú v kalkulovaných výrobných nákladoch.
- Výsledný efekt je určený plochou pod získanou krivkou.



Obr. 2.13. Systematický postup zlepšovania procesov podľa IPI Žilina

Ak zobrazíme na obrázku krivky prírastku hodnoty aj zmenu ceny výrobkov na trhu v čase ("kto skôr príde ten skôr melie"), potom možno efekty dokumentovať priamo zvýšením zisku či krycieho príspevku (krycí príspevok je rozdiel medzi obratom a variabilnými nákladmi, ktorý prispieva na krytie fixných nákladov) - obr. 2.16.

Ako vidieť v tomto prípade, ak sa nám podarí skrátiť priebežnú dobu a dostaneme výrobky skôr na trh, pohybujeme sa v oblasti vyšších cien (ceny postupne s nasycovaním trhu klesajú), a náš zisk a krycí príspevok je oveľa vyšší, ako v bežnom prípade.



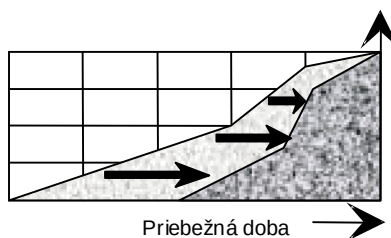
Obr. 2.14. Krivka prírastku hodnoty

Vráťme sa však späť k procesu zlepšovania. V ďalších krokoch tohto postupu sa určí významnosť jednotlivých problémových oblastí a v tíme sa definujú základné typy strát (nadvýroba, zásoby a zbytočné skladovanie, manipulácia, nadbytočné operácie v postupe, nadbytočné činnosti ľudí a pod.).

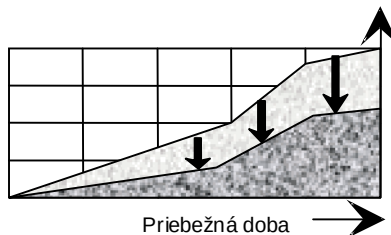
S pomocou moderovaných tímových pracovných seminárov a s metódami priemyslového inžinierstva sa pripraví zoznam návrhov opatrení na odstránenie definovaných strát. Je vhodné vytvárať tímy, v ktorých sú zastúpené viaceré profesie a uhly pohľadov. Aj v prípade spolupráce s externou, poradenskou firmou je nutné, aby základ tímu tvorili pracovníci podniku, ktorí majú potrebné znalosti z procesu. Externí spolupracovníci môžu zase pomôcť novými pohľadmi na problém, môžu priniesť svoje skúsenosti z iných projektov, naučia pracovníkov používať metódy priemyslového inžinierstva, poskytnú náročné programové vybavenie (napr. pre simuláciu alebo pre riadenie projektu), môžu moderovať pracovné semináre a pod.

Tieto opatrenia sa vyhodnotia v sérii experimentov s pomocou počítačovej simulácie, ktorá umožňuje veľmi rýchlo a veľmi presne prehodnotiť viaceré varianty. Simulácia zároveň umožňuje systémový pohľad na systém, t. j. vyhodnocuje zmeny s ohľadom na dôsledky nielen priamo v danom procese, ale i v jeho okolí. Počas simulácie zároveň vzniká množstvo ďalších nápadov v tíme, ktoré je možné rýchlo prehodnotiť bez toho, aby sa experimentovalo priamo vo výrobnom procese.

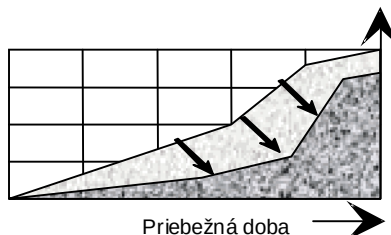
Skrátenie priebežných dôb,
napríklad aplikáciou KANBAN
regulačných okruhov



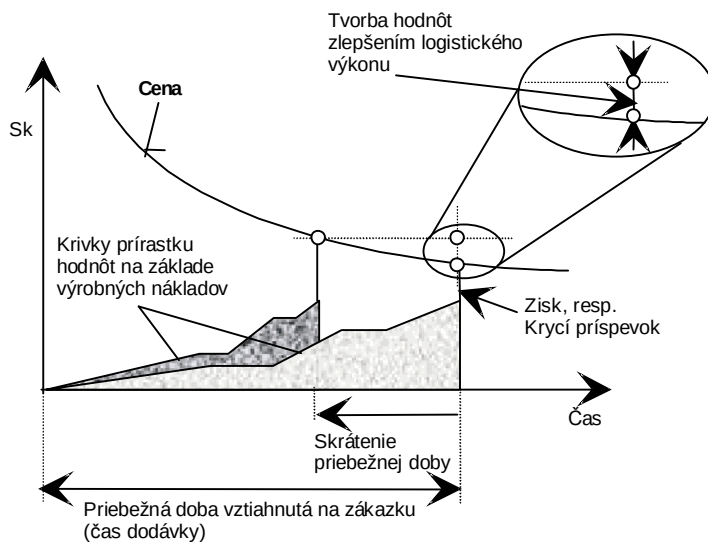
Redukcia výrobných nákladov,
napríklad vhodnejším
konštrukčným riešením,
automatizáciou a pod.



Zmena stúpania krivky bez
zmeny výrobných nákladov,
či redukcie priebežnej doby,
napríklad výrobou drahých
dielcov v presných termínoch
a pod.



Obr. 2.15. Krivka prírastku hodnoty a zlepšovanie procesov



Obr. 2.16. Prírastok hodnôt zlepšením logistiky

Na obr. 2.17 je zjednodušene zobrazený postup projektu výrobného systému s využitím princípov systémového inžinierstva. Obrázok ukazuje dve základné vetvy v projekte:

- technické projektovanie systému a
- projektové riadenie.

Celý projekt je zároveň rozdelený na tri základné fázy:

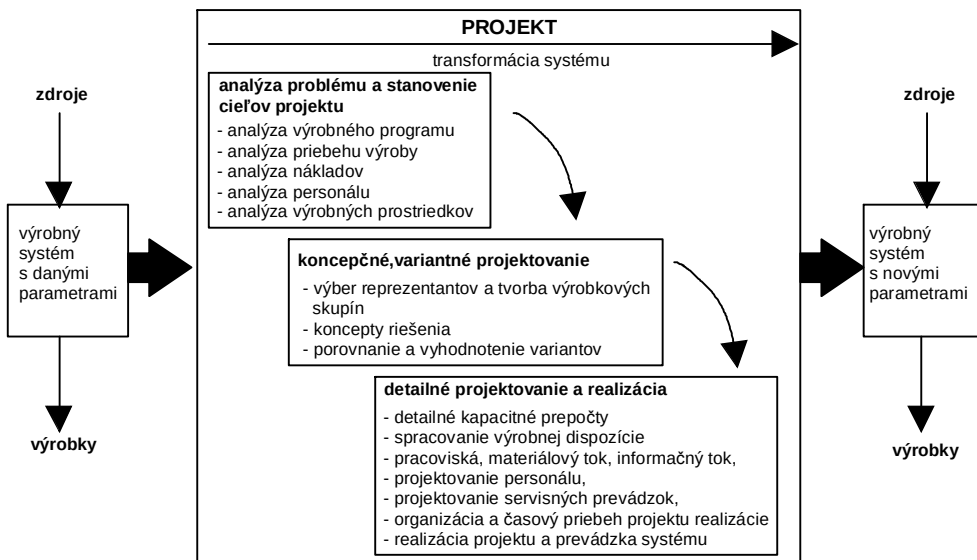
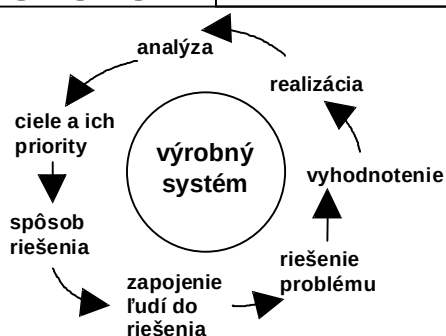
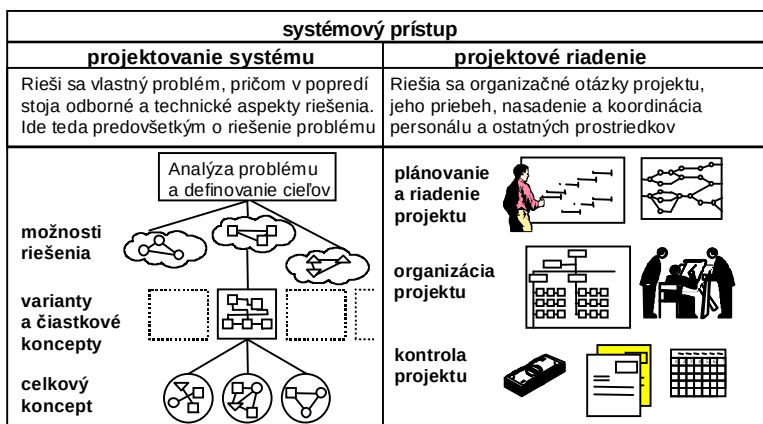
- Analýzu problému a definovanie cieľov projektu.
- Koncepcné, variantné projektovanie (hľadanie a vyhodnocovanie riešení).
- Detailné projektovanie (vykonávací projekt a časový priebeh realizácie projektu).

Tieto tri stupne sa niekedy označujú aj ako situačná analýza a formulácia zadania, projektová štúdia (feasibility study) a vykonávací projekt. V praxi môže byť tento trojúrovňový postup rozčlenený ešte na ďalšie fázy. Na týchto troch stupňoch sa zároveň môže súčasne spracovávať viacero profesných projektov. Napríklad v poslednej fáze sa pripravuje technologická časť projektu, stavebná časť, energetika a pod. Nie je naším cieľom rozoberať detailne jednotlivé zložky projektovej dokumentácie, ktorá sa môže ešte líšiť v závislosti od typu projektu alebo jeho rozsahu. V ďalších častiach by sme sa skôr chceli zamerať na využitie všeobecnej metodiky systémového inžinierstva pri projektovaní výrobného systému.

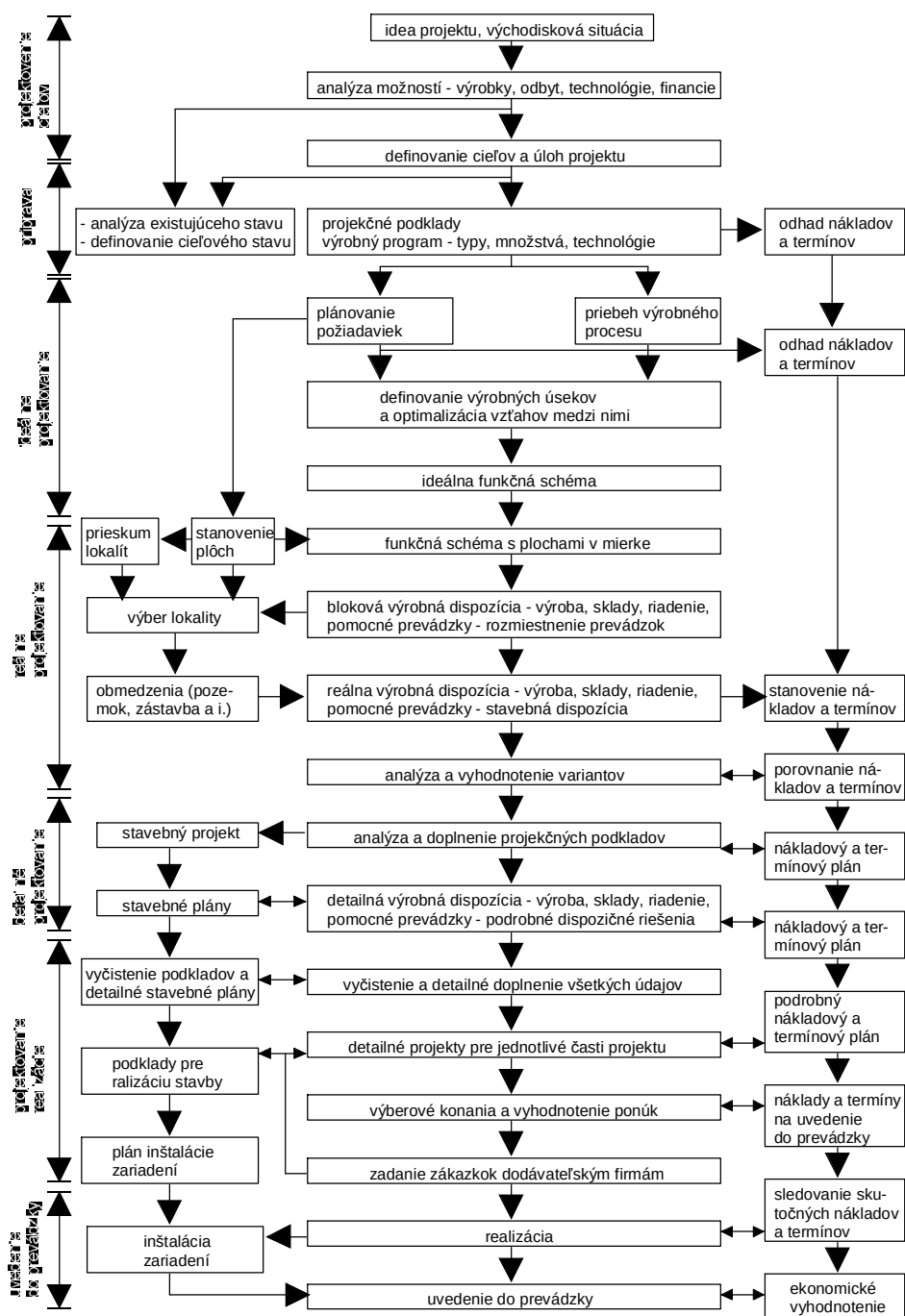
Vzhľadom na vymedzený priestor sa budeme venovať iba niektorým častiam projektu, ktoré považujeme z hľadiska priemyslového inžinierstva za významné. Nebudeme popisovať napríklad problémy výberu lokality pre výrobný systém, finančné riadenie a hodnotenie projektu, stavebné projektovanie, problematiku bezpečnosti a hygieny práce a ďalšie oblasti, ktoré sú p opísané v špecializovanej literatúre.

Na obr. 2.18 je zobrazený systematický postup celého projektu výrobného systému. Tento postup sa môže líšiť v závislosti od zložitosti projektu alebo jeho obsahu (nový systém, rekonštrukcia, sťahovanie, typ výrobných technológií a pod.). Študenti sa nás častokrát pýtajú, kde je možné nájsť kompletnú metodiku a nástroje pre spracovanie projektu výrobného systému. Aj keď existujú rozsiahle publikácie, ktoré túto problematiku popisujú pomerne komplexne, každý projekt je iný a treba k nemu pristupovať individuálne. Práve preto si treba osvojiť všeobecnú techniku riešenia problémov, ktorú ponúka systémové inžinierstvo. Zároveň si treba uvedomiť, že úspech projektu závisí, okrem technického riešenia problému, i od schopností členov projekčného tímu spolupracovať. Úspešný projekt je taký, ktorý sa podarí dotiahnuť do fázy realizácie. Ale ani tu sa práca projektantov nekončí - systém treba v prvých dňoch a týždňoch „vyladiť a vychytať problémy, ktoré sa v ňom vyskytujú“. Aj po skončení tejto nábehovej fázy by však mali projektanti mať úzky kontakt s prevádzkou výrobného systému a s pracovníkmi vo výrobe.

Mali by im pomáhať vylepšovať a optimalizovať systém a mali by byť nápomocní pri inováciách systému, ktoré, podobne ako pri výrobkoch, prebiehajú v stále kratších cykloch. Znamená to, že projektanti musia opustiť svoje projekčné kancelárie a musia ísť do výroby. „Suché“ metodické postupy projektovania musia projektanti rozšíriť o umenie komunikácie a kooperácie s ľuďmi v podniku - od špecialistov v oblasti technológií, financií alebo stavebníctva, až po majstrov a robotníkov v dielni.

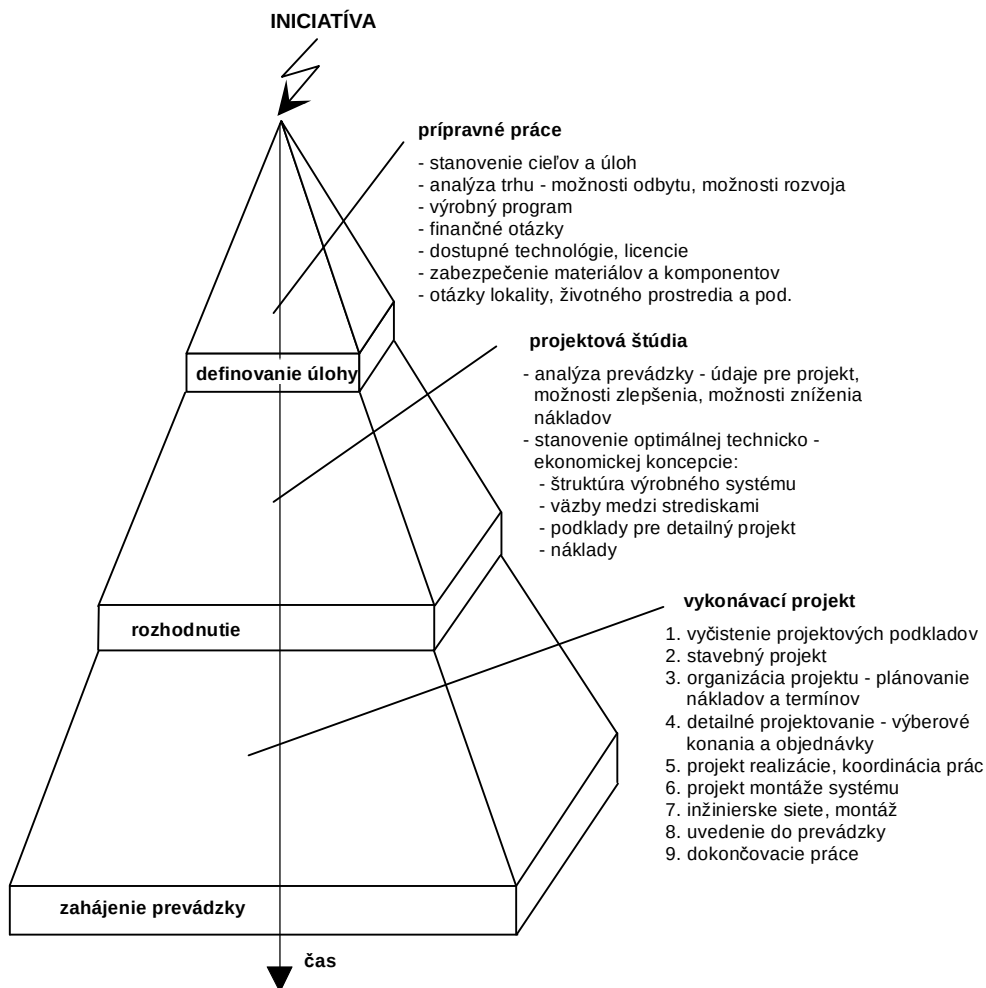


Obr. 2.17. Systémové inžinierstvo a projektovanie výrobných systémov



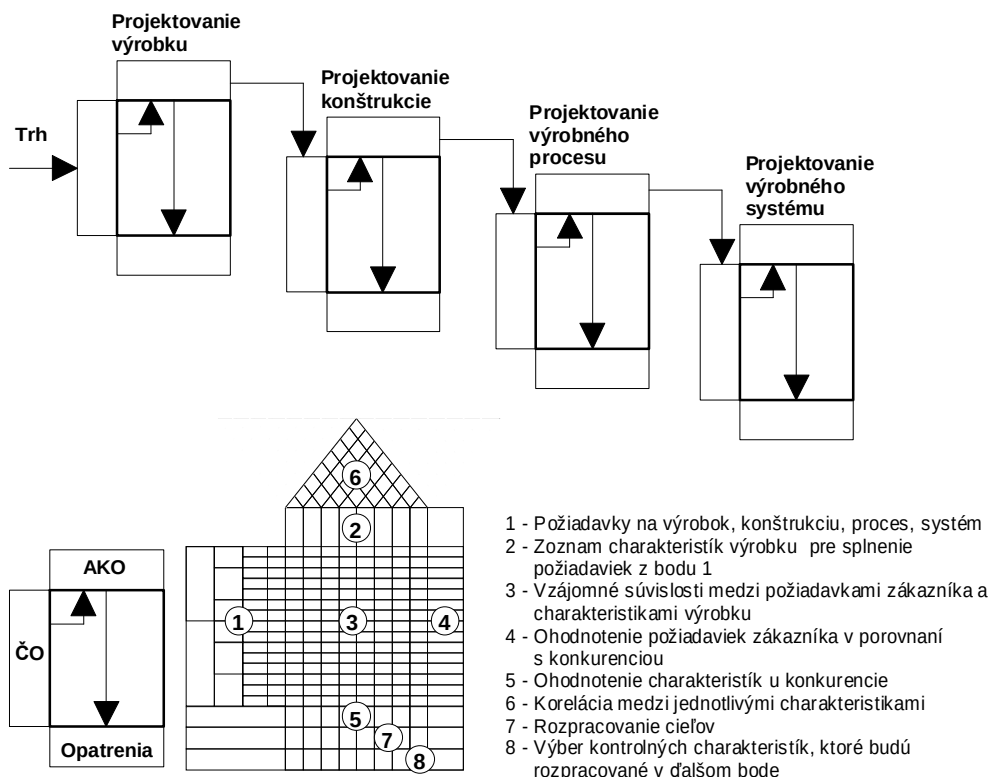
Obr. 2.18. Priebeg projektu výrobného systému

Na obr.2.19 je zobrazená pyramída projektovania výrobných systémov podľa B. Aggtelekyho [1].



Obr. 2.19. Základné stupne v projekte výrobného systému

Na obr. 2.20 je zobrazené prepojenie medzi jednotlivými fázami prípravy výroby nového výrobku s pomocou domu kvality tak, aby sa do výrobku, výrobného procesu a výrobného systému dostal hlas zákazníka a nedopadlo to ako na obr. 2.22.



Obr. 2.20. Dom kvality a príprava výroby

Komunikácia medzi jednotlivými zložkami v projektovaní je veľmi dôležitá. V mnohých prípadoch pracujú rôzne skupiny na projekte izolovane a napriek tomu, že navrhli „svoj“ podsystém „optimálne“, tak celok je nefunkčný alebo zbytočne predimenzovaný. O projektoch sa v našich zemepisných šírkach rozhoduje často podľa mocenskej pozície a nie podľa argumentov a dôkladných analýz. V mnohých prípadoch existujú stavovské konflikty medzi rozličnými oddeleniami v podniku, neschopnosť počúvať argumenty „menej dôležitých“, nedostatočná výmena informácií medzi investorom projektantom a dodávateľmi, časový tlak, v ktorom sa rozhoduje o obrovských čiastkách bez podrobnej analýzy, najzávažnejšie rozhodnutia často robia najmenej kompetentní ľudia (a to nielen v politike).

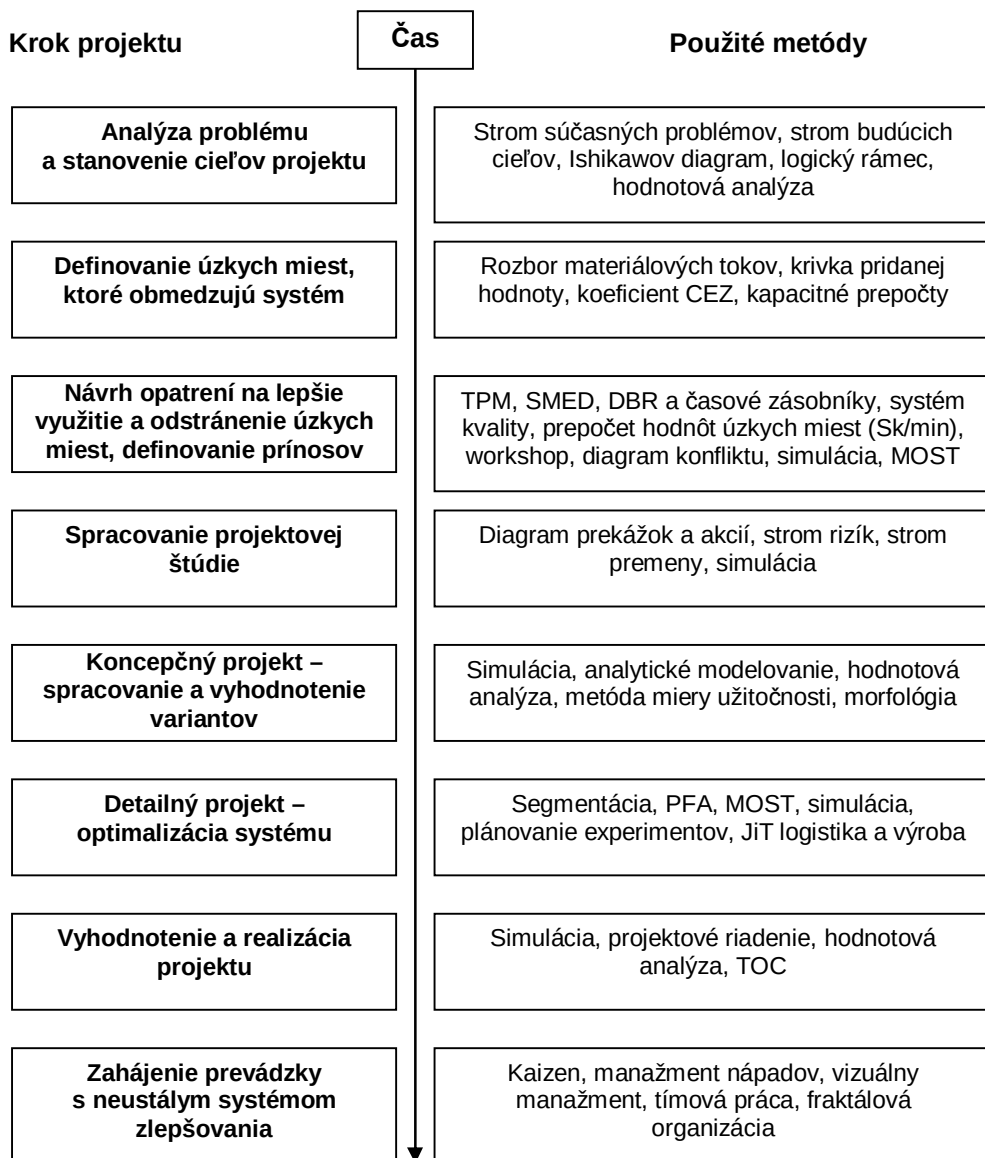
Každý projekt má 6 fáz:

1. Prvotné nadšenie. 2. Sklamanie. 3. Panika. 4. Hľadanie vinníkov. 5. Potrestanie vinníkov. 6. Odmenenie nezúčastnených.

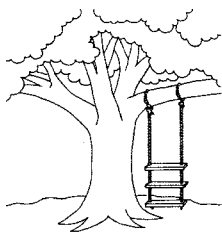
Každá zmena vo výrobnom systéme je určitou formou projektu. Podaný zlepšovací návrh má jednoznačne definovanú formu spracovania, vyhodnotenia i zavedenia, rovnako ako

zlepšovanie formou workshopov má svoj definovaný postup, podobne ako väčšie zmeny vo výrobnom systéme, ktoré vyžadujú podrobnejšie členenie projektu a jeho dokumentácie.

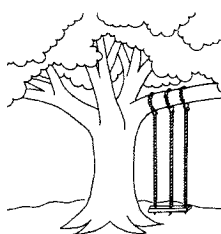
Inštitút priemyslového inžinierstva IPI v Žiline používa postup znázornený na obr. 2.21.



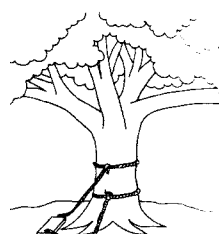
Obr. 2.21. Postup projektovania výrobného systému podľa IPI Žilina



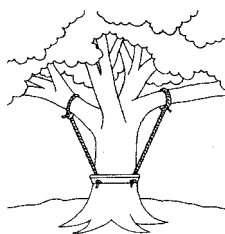
Návrh z marketingovho oddelenia



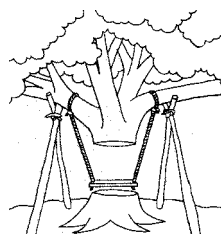
Požiadavka na projekčné oddelenie



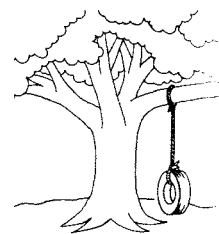
Výstup z projekčného oddelenia



Výstup z výrobného oddelenia

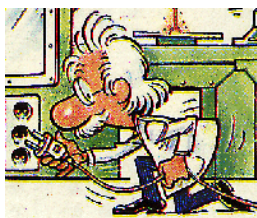


Použitie u zákazníka



Čo vlastne chcel náš zákazník ?

Obr. 2.22. Aj takýto je niekedy výsledok zlej komunikácie v projekte



J Každý technický problém možno vyriešiť, ak je k dispozícii dost' času a peňazí (Lermanov zákon techniky)

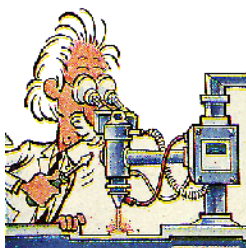
J Dost' času a peňazí nie je k dispozícii nikdy (Lermanov dodatok)

J Technologický život je ovládaný dvoma typmi ľudí:

- tými, ktorí rozumejú tomu, čo nemôžu riadiť,

- tými, ktorí riadia to, čomu nerozumejú.

A fool with a tool is still a fool



Ak vychádzate z nesprávnych faktov, ale postupujete perfektne logicky, nevyhnutne dospejete k nesprávnym záverom.

Niekoľkými chybami v logike získate aspoň šancu dospieť k správne mu záveru.

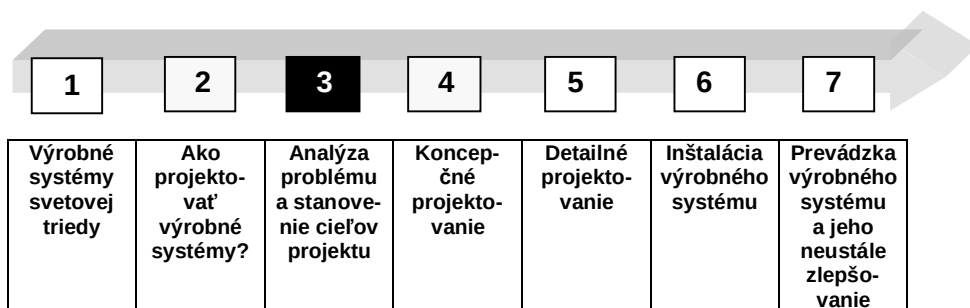
Meraj mikrometrom, označuj kriedou, sekaj sekerou.

Kontrolné otázky a úlohy:

1. Čo je to výrobný systém a z akých hlavných prvkov sa skladá?
2. Pokúste sa nájsť analógie medzi výrobným systémom a servisným systémom v supermarkete, v banke alebo na letisku.
3. Aké sú hlavné požiadavky na výrobný systém?
4. Pokúste sa definovať požiadavky na dobrého projektanta výrobných systémov – aké metódy a nástroje by mal ovládať a aké by mal mať schopnosti.
5. Vysvetlite hlavné princípy využitia systémového inžinierstva v projektovaní výrobných systémov.
6. Predstavte si, že ste dostali za úlohu viesť projekt modernizácie linky na výrobu kancelárskeho nábytku. Pripravte si metodický postup projektu, časový harmonogram a zloženie projekčného tímu v jednotlivých fázach projektu.
7. Aké údaje sú potrebné pre zostavenie krivky pridanej hodnoty ? Kde a ako je možné získať tieto údaje v podniku? Aké dôležité informácie sa dajú z krivky pridanej hodnoty vyčítať?
8. Máte vybudovať oddelenie projektovania výrobných systémov. Ako budete postupovať Aké budú Vaše požiadavky na ľudí, zdroje, čas, školenia, organizačné začlenenie oddelenia v podniku a kooperáciu s ostatnými útvarmi?

Literatúra

1. Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Band 3, Ausführungsplanung und Projektmanagement. Carl Hanser Verlag, München 1990
2. Daenzer, W. F., Huber, F.: Systems Engineering. Verlag Industrielle Organisation, Zürich 1992
3. Hitomi, K.: Manufacturing Systems Engineering. Taylor & Francis, London 1996
4. REFA: Planung und Gestaltung Produktionssysteme - Methodenlehre der Betriebsorganisation. Carl Hanser Verlag, München, 1987
5. Singo, S.: Non-Stock Production - The Shingo System for Continuous Improvement. Productivity Press 1988
6. Singo, S.: The SMED System. Productivity Press 1985
7. Singo, S.: The Sayings of Shingeo Shingo: Key Strategies for Plant Improvement. Productivity Press 1987
8. Slamková a kol. Priemyslové inžinierstvo. Žilinská univerzita 1997
9. Tompkins, J., White, J. A. a kol.: Facilities Planning. John Wiley 1996
10. Wu, B.: Manufacturing System Design and Analysis. Chapman & Hall 1994



3. Analýza problému a stanovenie cieľov projektu



„Metóda, ktorá nevychádza z analýzy je podobná tápaniu slepca“. (Sokrates).

„Problém dobre formulovaný sa stáva problémom napoly vyriešeným“.
(Ch. Kettering)

„Ak nevieš kam ideš, nedoviedie ťa tam žiadna cesta“.

„Polovica všetkých starostí na svete je spôsobená tým, že sa ľudia snažia rozhodnúť bez toho, aby mali dostatočné poznatky potrebné pre rozhodovanie... Keď sa človek pustí do zisťovania nestranných, objektívnych faktov, jeho starosti vo svetle získaných informácií zvyčajne zmiznú“. (H. E. Hawkes)

Každá väčšia zmena v podniku je projektom a každý projekt sa začína zberom údajov, ich spracovaním a analýzou. Nie je problém vypracovať projekt. Ak chápeme projekt ako naplánovanie a realizáciu zmeny, tak si musíme odpovedať na tri základné otázky:

1. Čo chceme zmeniť?

Ak v podniku diskutujeme s rozličnými skupinami ľudí, tak dostávame veľmi rôznorodé požiadavky na zmenu – majstri vo výrobe požadujú nové stroje, plánovači nový systém riadenia, riaditeľ obchodu chce nový distribučný sklad, šéf logistiky nové manipulačné a prepravné zariadenia, obchodníci nové autá a mobilné telefóny...

Myslíme si, že každá plánovaná zmena v podniku musí smerovať k tomu, aby podnik, jeho akcionári i zamestnanci, zarábali viac peňazí – dnes, zajtra i na budúci rok. Je zaujímavé, že v mnohých našich firmách visia podnikové misie, na ktorých sa napríklad uvádza spokojný zákazník, spokojný zamestnanec, región, vysoká kvalita a produktivita pod. Prečo sa snažíme o vyššiu kvalitu a produktivitu? Aby sme boli lepší ako konkurenti a aby sme predali viac výrobkov. Prečo chceme predat' viac výrobkov? Aby sme zarobili viac peňazí. Ak chceme mať spokojného zákazníka, tak mu môžeme rovno ponúkať naše vysoko kvalitné výrobky v krátkych dodacích termínoch zdarma, alebo za ceny nižšie ako sú výrobné náklady. Ako dlho to naša firma vydrží? Čo z toho budú mať zamestnanci a región? Ak teda hovoríme o zarábaní peňazí, tak hovoríme o základnom ciele každej výrobnej organizácie. Len neustály a dlhodobý tok peňazí do firmy môže zabezpečiť

spokojnosť zákazníka (zlepšovanie výrobkov a služieb), spokojnosť akcionárov a zamestnancov (dividendy, mzdy, prémie, sociálny rozvoj, pracovné podmienky a pod.) i spokojnosť regiónu (dane, vzťah k životnému prostrediu a iné). Ak chceme správne odpovedať na otázku: „Čo chceme zmeniť?“, tak musíme vykonať rozbor kľúčových problémov vo firme a ich príčin. Musíme pritom prekonať lokálny pohľad, musíme skúmať vzťahy medzi problémami a musíme sa snažiť nezostať na povrchu problémov, ale zistiť ich skutočné príčiny.

2. Čo chceme zmenou dosiahnuť ?

Každá zmena vychádza z analýzy problémov, ktoré vo firme existujú a z ich príčin a musí byť posúdená na základe jednoduchých otázok:

Čo to prinesie podniku v krátkodobom a v dlhodobom horizonte. O koľko výrobkov sa zvýši predaj? O koľko sa zvýši zisk ?

3. Ako to dosiahneme?

Až po zodpovedaní predchádzajúcich dvoch otázok pristupujeme k vlastnému naplánovaniu zmeny t. j. k projektu a k detailnému definovaniu jeho jednotlivých krokov.

V prvej časti sme hovorili o manažmente úzkych miest a o obmedzeniach, ktoré obmedzujú podnik, aby zarábala viac peňazí. Vysvetlíme si ďalej niektoré základné pojmy a nástroje tohto prístupu (TOC – Theory of Constraints, teória obmedzení).

Teória obmedzení (TOC) definuje tri základné ukazovatele na výrobní úrovni, na ktoré by sa mala sústrediť hlavná pozornosť:

1. Prietok (P) - množstvo peňazí, ktoré vyprodukuje výrobný systém (alebo celý podnik) za jednotku času. Je to „rýchlosť“ s akou podnik výrobný systém dokáže zarábať peniaze. Prietok sa vypočíta ako hodnota predaja za určité obdobie mínus hodnota nákupu pre vyrobené položky za toto obdobie. Inými slovami je to teda pridaná hodnota vo výrobe za jednotku času (napríklad týždeň, mesiac a pod.).

2. Zásoby (Z) - množstvo peňazí, ktoré sú „ukryté vo výrobnom systéme, aby mohol produkovať“. Okrem zásob materiálu a rozpracovanej výroby sa do tejto položky započítavajú aj zvyškové hodnoty výrobných a pomocných prostriedkov vo výrobe.

3. Prevádzkové náklady (PN) - množstvo peňazí, ktoré je potrebné pravidelne vkladať do výrobného systému, aby mohol pracovať, t. j. premieňať zásoby na prietok (mzdy, náklady na plochy, energie a pod. – fixné náklady).

Na podnikovej úrovni tieto tri ukazovatele priamo ovplyvňujú tri základné ekonomické ukazovatele firmy – čistý zisk (NP - Net Profit), tok hotovosti (cash flow – na Slovensku zisk častokrát neznamená, že podniku fyzicky prichádzajú peniaze na účet), návratnosť investícií (ROI - Return on Investment).

Platia pritom nasledovné vzťahy:

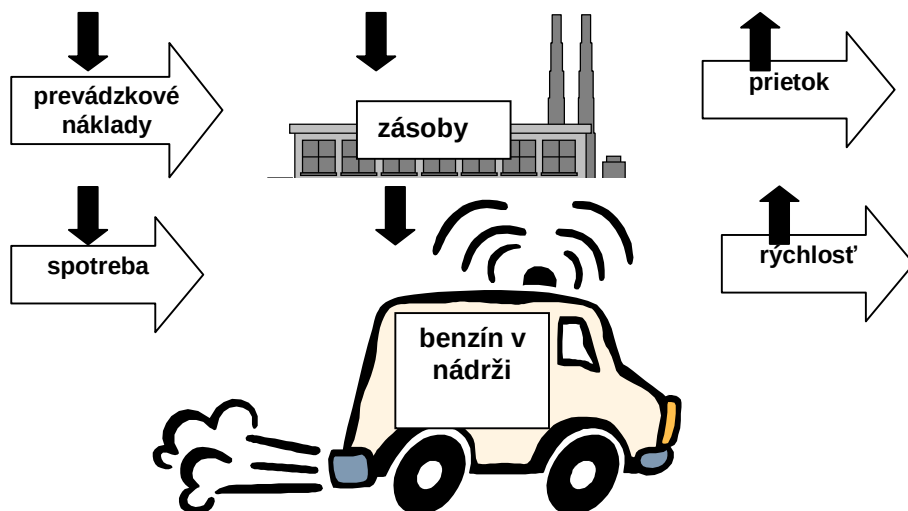
čistý zisk NP = P - PN

návratnosť investícií ROI = (P - PN) / Z

obrátkovosť zásob = P / Z

produktivita = P / PN

Cieľom každého projektu by malo byť odstránenie obmedzení (úzkyh miest) v tomto reťazci. Každá investícia, by mala byť teda vynaložená do zlepšenia prvku, ktorý obmedzuje prietok v podniku. Aj keď toto tvrdenie možno znie triviálne, ak sa spýtame v podniku, kde sú obmedzenia, ľudia často nevedia. Ak aj intuitívne cítia, kde sú takéto miesta, nevedia častokrát kvantifikovať ich vplyv na prietok. Ak zvýšime kapacitu na pracovisku, ktoré nie je úzkym miestom, nielen že sme zbytočne vyhodili peniaze, ale z hľadiska celého systému sme možno situáciu ešte zhoršili, lebo toto pracovisko bude vytvárať nadbytočné zásoby.



Obr. 3.1. Hlavné ukazovatele výrobného systému podľa TOC

Myslenie orientované na odstraňovanie obmedzení, ktoré bránia zvyšovaniu prietoku (TOC) sa usiluje o dosiahnutie týchto cieľov v poradí:

1. Maximalizácia prietoku.
2. Minimalizácia zásob.
3. Minimalizácia prevádzkových nákladov (obr. 3.1). Eli Goldratt, autor TOC, hovorí s trochou prehánania: Zásoby a prevádzkové náklady sú limitované nulou, prietok je neobmedzený.

Aby sme lepšie pochopili myslenie podľa TOC, ktoré postavilo „na hlavu“ mnohé paradigmy v riadení výroby, ale aj v účtovníctve, v riadení projektov a v manažmente, vyriešime si spolu jednoduchý príklad.

Predstavte si, že ste dostali úlohu od riaditeľa, aby ste spočítali aký maximálny zisk môžete dosiahnuť pri výrobe dvoch typov výrobkov – P, Q. Aké údaje budete od riaditeľa požadovať?

Najskôr by bolo asi dobré definovať, aké časové obdobie mal pán riaditeľ na mysli – zisk musíme vyjadrovať vo vzťahu k času. Fajn. Takže budeme počítať týždenný zisk a predpokladáme, že sa pracuje presne 450 minút denne a 6 dni v týždni, t. j. celkovo 2700 minút za týždeň. Aby sme mali výpočet jednoduchý, budeme predpokladať, že všetko funguje perfektne – žiadne prestávky, návštevy WC alebo kantíny cez pracovnú dobu. Maximálna disciplína – nestratí sa ani jedna pracovná minúta.

Čo musíme ešte vedieť? Samozrejme, aké výrobky ideme vyrábať, aké sú ceny a náklady na ne a aký je objem predaja.

Náš plán je nasledovný:

Výrobok	P	Q
Predajná cena v Sk / ks	9 500	10 000
Cena nakupovaného materiálu v Sk / ks	4 500	4 000
Objem predaja za týždeň v kusoch	100	75

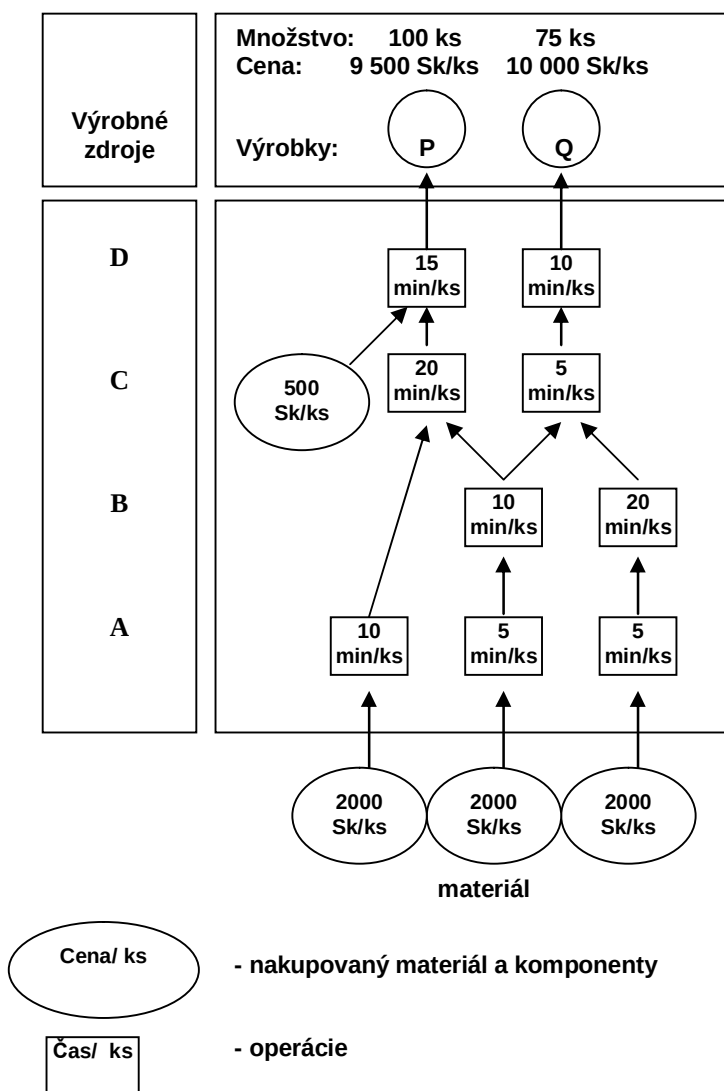
Aby sme mohli spočítať zisk presne, aj v prípade marketingu budeme predpokladať neuveriteľnú spoľahlivosť – žiadne výkyvy v odbyte, žiadne oneskorené dodávky materiálu – všetko funguje just in time, zákazníci sú stabilní, ceny materiálov sa nemenia.

Ešte nejaké problémy? Jasné! Dobré by bolo poznať výrobný proces a prevádzkové náklady.

Výrobný proces je zobrazený na obr. 3.2. Máme k dispozícii 4 výrobné zdroje A, B, C a D – z každého iba jeden kus a každý je špecializovaný iba na príslušnú operáciu A, B, C a D. Operačné časy v minútach na kus sú uvedené priamo v políčkach jednotlivých operácií na obr. 3.2. Sú to konštantné časy – žiadne odchýlky, stopercentná stabilita procesov, žiadne nepodarky, žiadne poruchy. Týždenné prevádzkové náklady na prácu tohto výrobného systému sú 700 tisíc Sk.

Takže dostali sme všetky údaje na to, aby sme mohli projektovať, plánovať a riadiť takýto výrobný systém. Poznáme výrobný program, predaj, štruktúru výrobkov, výrobné procesy, výrobné zdroje a ich kapacitu, ceny i prevádzkové náklady. Eliminovali sme všetky náhodné vplyvy, ktoré sa v reálnom živote vyskytujú – nemali by ste teda mať problém presne stanoviť týždenný zisk.

Na tomto mieste odporúčame, aby ste na niekoľko minút prerušili čítanie, zoberte si papier a ceruzu a pokúste sa vyriešiť tento triviálny príklad. V skutočnej firme na vás čakajú ďaleko zložitejšie hlavolamy.

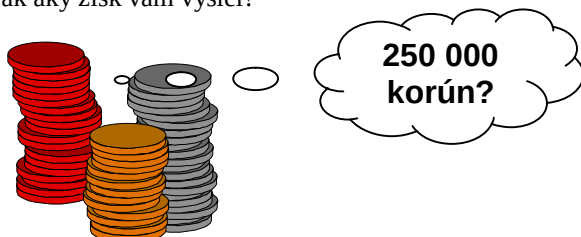


Prevádzkové náklady = 700 000 Sk/ týždeň

Časový fond = 2700 min/ týždeň

Obr. 3.2. Štruktúra výrobkov a výrobné procesy

Tak aký zisk vám vyšiel?



Alebo iný? Ako ste ho vypočítali?

Tak skúsme to spolu:

Najskôr si spočítame prietok. Ako sme ho definovali?

Prietok = Predaj – Nákup

Prietok P = $(95\,00 - 4\,500) \times 100 = 5\,000 \times 100 = 500\,000$

Prietok Q = $(10\,000 - 4\,000) \times 75 = 6\,000 \times 75 = 450\,000$

Prietok spolu: 950 000

Zisk = Prietok – Prevádzkové náklady

Zisk = 950 000 – 700 000 = 250 000 Sk / týždeň

Postupovali ste podobne? Aj vám to takto vyšlo? Zle!

Prečo? Kde je chyba? Chyba je v tom, že sme postupovali tak, ako to často robia pracovníci v oblasti podnikového účtovníctva, ekonomiky alebo obchodu – pri výpočte prietoku sme brali do úvahy výstupy (predaj) a vstupy (nákup), ale nepozreli sme sa na výrobný proces. Skúsme si vypočítať kapacity jednotlivých zdrojov:

Zdroj	Výrobok P	Výrobok Q	Celkové kapacitné požiadavky
D	$100 \times 15 = 1500$	$75 \times 10 = 750$	2250 min
C	$100 \times 20 = 2000$	$75 \times 5 = 375$	2375 min
B	$100 \times 10 = 1000$	$75 \times 10 + 75 \times 20 = 2250$	3250 min !!!
A	$100 \times 10 + 100 \times 5 = 1500$	$75 \times 5 + 75 \times 5 = 750$	2250 min

Čo sme objavili? Jasně! Výrobný zdroj B je úzkym miestom. Za týždeň máme k dispozícii časový fond 2700 minút, ale požiadavky na tento zdroj sú 3250 minút za týždeň. Je teda zrejmé, že nie sme schopní vyrobiť 100 kusov výrobku P a súčasne 75 kusov výrobku Q. To ale znamená, že nemôžeme dosiahnuť ani zisk 250 tisíc korún, ktorý sme pred chvíľou oznámili nášmu riaditeľovi. Aká by asi bola reakcia riaditeľa na konci týždňa na vašu nesplnenú predpoveď?

Ale dobre, jeden omyl sa toleruje. Máte šancu na korekciu vášho chybného rozhodnutia. Aký bude maximálny týždenný zisk, keď vieme, že nie sme schopní vyrobiť plánované množstvá výrobkov P a Q?

Musíme rozhodnúť ktorý výrobok je pre nás výhodnejší. Ktorý výrobok nám pomôže dosiahnuť vyšší zisk? Čo myslíte? Poďme na to logicky:

1. Ktorý výrobok má vyššiu cenu? Výrobok P predávame za 9500 Sk a výrobok Q za 10 tisíc Sk. Výhodnejší sa zdá byť výrobok **Q**.
2. Ale skúsme uvažovať ďalej, aby sme sa nedopustili ďalšej chyby. Na ktorý výrobok sú nižšie materiálové náklady? Na výrobok P musíme kúpiť materiál za 4,5 tisíc a na výrobok Q za 4 tisíc. Znovu nám vychádza výhodnejší výrobok **Q**.
3. Pozrime sa ešte na to, čo tak zdôrazňujú podnikoví ekonómovia – ziskovosť výrobku. Na jednom výrobku P zarobíme 5 tisíc Sk, na jednom výrobku Q 6 tisíc Sk. Zasa **Q**.
4. Ale aby sme nezabudli na výrobné kapacity. Pozrime sa na prácnosť jednotlivých výrobkov. Výrobok P má prácnosť $15 + 20 + 10 + 10 + 5 = 60$ minút. Výrobok Q má prácnosť $10 + 5 + 10 + 20 + 5 + 5 = 55$ minút. Aj z pohľadu výrobných kapacít je výrobok **Q** výhodnejší.
5. Pozrime sa ešte na oba výrobky z pohľadu ABC kalkulácií (ABC – Activity Based Costing), ktoré sa dnes začínajú používať aj v mnohých slovenských podnikoch. V bode 3 sme síce vypočítali „ziskovosť“ výrobkov P a Q, ale ignorovali sme prevádzkové náklady, ktoré do nich vstupujú. Podľa ABC musíme teda vypočítať ešte tzv. alokovanú réžiu (allocated overhead), ktorú budeme pripočítavať k materiálovým nákladom. Až potom môžeme byť spokojní a správne sa rozhodnúť.

Prevádzkové náklady sú 700 000 Sk. Na výrobok P potrebujeme 60 minút a na výrobok Q 55 minút. Máme plán vyrobiť 100 ks P a 75 ks Q. Podľa metodiky ABC kalkulácii spočítame alokovanú réžiu nasledovne:

Alokovaná réžia = prevádzkové náklady/celková plánovaná prácnosť

Alokovaná réžia = $700\,000 : (60 \times 100 + 55 \times 75) = 69,1 \text{ Sk/min.}$

Túto čiastku budeme pripočítavať podľa prácnosti k jednotlivým výrobkom:

Výrobok	Materiálové náklady v Sk/ks	Alokovaná réžia v Sk/ks	Celkové náklady v Sk/ks	Zisk na kus
P	4 500	$60 \times 69,1 = 4146$	8 646	854
Q	4 000	$55 \times 69,1 = 3800$	7 800	2200

Po tomto výpočte nás už nič nemôže zastaviť. Výrobok P podľa ABC kalkulácie prináša zisk 854 korún na kus a výrobok Q je 2200 korún. Všetky argumenty hovoria, že maximálny zisk dosiahneme, ak uprednostníme výrobok Q pred výrobkom P. Je to tak? Vyskúšajme to. Spočítajme maximálny zisk. Náš výrobný mix bude nasledovný:

Vyrobíme 75 ks výrobku Q, na čo spotrebujeme $75 \times 30 = 2250$ minút z výrobnnej kapacity zdroja B. Zostáva nám teda 450 minút pre výrobok P ($2700 - 2250 = 450$). Na jeden kus výrobku P potrebujeme 10 minút zdroja B, takže môžeme vyrobiť $450 : 10 = 45$ kusov výrobku P.

$$\text{Prietok 45 ks P} = (9\,500 - 4\,500) \times 45 = 5\,000 \times 45 = 225\,000$$

$$\text{Prietok 75 ks Q} = (10\,000 - 4\,000) \times 75 = 6\,000 \times 75 = 450\,000$$

$$\text{Prietok spolu:} \quad \quad \quad \mathbf{675\,000}$$

$$\mathbf{\text{Zisk} = 675\,000 - 700\,000 = - 25\,000 \text{ Sk/ týždeň}}$$

Postupovali sme logicky a vyrobili sme stratu vyše 25 tisíc za týždeň. To je strata vyše 1,325 milióna za rok. Naša „logika“ má asi chybu. Aká by bola reakcia riaditeľa pri tomto druhom omyle?

Skúsme to opačne. Uprednostníme výrobok P pred Q, aj keď nám „logika“ káže ináč. Budeme teda vyrábať 100 kusov P, na čo spotrebujeme $10 \times 100 = 1000$ minút kapacity zdroja B. Zostáva nám 1700 minút. Výrobok Q potrebuje na jeden kus 30 minút zdroja B, takže môžeme vyrobiť 56 kusov Q ($1700 : 30 = 56,6$).

$$\text{Prietok 100 ks P} = (9\,500 - 4\,500) \times 100 = 5\,000 \times 100 = 500\,000$$

$$\text{Prietok 56 ks Q} = (10\,000 - 4\,000) \times 56 = 6000 \times 56 = 336\,000$$

$$\text{Prietok spolu:} \quad \quad \quad \mathbf{836\,000}$$

$$\mathbf{\text{Zisk} = 836\,000 - 700\,000 = + 136\,000 \text{ Sk / týždeň}}$$

Takto sa ďaleko nedopracujeme – najskôr nám vyšiel zisk 250 tisíc korún, potom sme uprednostnili „ziskovejší“ výrobok a dosiahli sme stratu - 25 tisíc. Nakoniec sme uprednostnili „nevýhodný“ výrobok a dosiahli sme zisk 136 tisíc. Predstavme si teraz situáciu, že máme stovky typov výrobkov, desiatky procesov a že v reálnom živote pôsobia aj náhodné procesy – poruchy, oneskorené dodávky materiálu, kolísavý výkon pracovnej sily, nepodarky a iné. Ako budú vyzeráť naše rozhodnutia a ziskovosť podniku?

Kde robíme chyby?

Spomeňme si, že našou prvou chybou bolo, že sme ignorovali úzke miesto vo výrobe. – zdroj B. Keď sme ho objavili, tak všetky naše rozhodnutia musíme orientovať na toto úzke miesto. Nestačí iba spočítať koľko zarábame na jednom kuse P alebo Q. Musíme zohľadniť, ako nám tieto výrobky kapacitne zaťažujú úzke miesto. Inými slovami – spočítajme, za koľko predáme jednu minútu z úzkeho miesta.

Pri výrobku P máme zisk na kus $9\,500 - 4\,500 = 5\,000$ Sk a operácia na zdroji B trvá 10 minút. Ak tieto dve čísla podelíme, tak dostaneme hodnotu, za ktorú môžeme „predať“ jednu minútu z úzkeho miesta.

$$\text{Cena za jednu minútu na zdroji B pri výrobku P} = 5000 : 10 = 500 \text{ Sk / min}$$

Pri výrobku Q môžeme urobiť podobný výpočet:

$$\text{Cena za jednu minútu na zdroji B pri výrobku Q} = 6000 : 30 = 200 \text{ Sk/ min}$$

Tieto dve čísla nám jasne hovoria, ktorý výrobok je výhodnejší a prinesie nám vyšší zisk. Prečo potom túto logiku nepoužívame v reálnom živote? Prečo robíme rozhodnutia, ktoré pripravujú náš podnik o peniaze? Podobné chyby sa robia v krátkodobom časovom meradle pri plánovaní výroby, podobne ako v uvedenom príklade, ale aj v dlhodobom časovom horizonte pri investičnom plánovaní.

Pracovníci Inštitútu priemyslového inžinierstva posudzovali investičný zámer firmy, ktorá sa rozhodla vybudovať distribučný sklad v hodnote 50 miliónov Sk. Analýza s podporou simulácie preukázala, že niekoľkými zmenami v existujúcom distribučnom a skladovom systéme je možné dosiahnuť rovnaké parametre ako v plánovanom projekte, a to bez potreby investovať 50 miliónov korún. Podobné výsledky sa dosiahli aj vo výrobnom systéme pre výrobu hriadeľov, kde zmena systému riadenia výroby umožnila upustiť od zbytočnej investície do regálového medziskladu.

Predstavme si ešte jednu situáciu:

Príde za vami robotník, ktorý sa chce zapojiť do zlepšovania v systéme Kaizen a predloží nasledovný návrh:

Vymyslel prípravok, ktorý skráti spoločnú operáciu na výrobku P a Q na zdroji B z 10 minút na 9 minút. Tým že presunie časť práce na predchádzajúcu operáciu, ktorá sa predĺži z 5 minút na 7 minút (obr. 3.3).

Ako by asi prebiehal váš rozhovor s robotníkom pri vyhodnotení takeéhoto zlepšenia?

„Tak čo Peter, čo si vymyslel?“

„Mám taký návrh, ktorý môže skrátiť čas na druhej operácii z 10 minút na 9 tým, že sa časť tejto práce presunie na predchádzajúcu operáciu.“

„Perfektné, takže sme skrátili proces a znížili prácnosť.“

„Nie celkom. Na zdroji A sa operácia predĺži z 5 na 7 minút takže celý proces sa predĺži z 15 na 16 minút. Prácnosť výrobku P sa zvýši zo 60 minút na 61 minút a prácnosť výrobku Q sa zvýši z 55 minút na 56 minút.“

„Hmm, tak potom tvoje zlepšenie pravdepodobne prispeje k zvýšeniu kvality“.

„Nie. S kvalitou to nemá nič spoločné“.

„Dobre, tak o koľko znížime výrobné náklady?“ pokúšate sa dať pracovníkovi poslednú šancu.

„No, môj prípravok bude stáť asi 100 tisíc korún“ šokuje vás svojou odpoveďou zlepšovateľ, ktorého by ste pravdepodobne vyhodili zo svojej kancelárie a viac by za vami so žiadnym podobným zlepšením neprišiel.

Neskrátili sme proces, neznížili sme prácnosť, nezvýšili kvalitu a neznížili náklady a celé „zlepšenie“ bude stáť 100 tisíc korún.

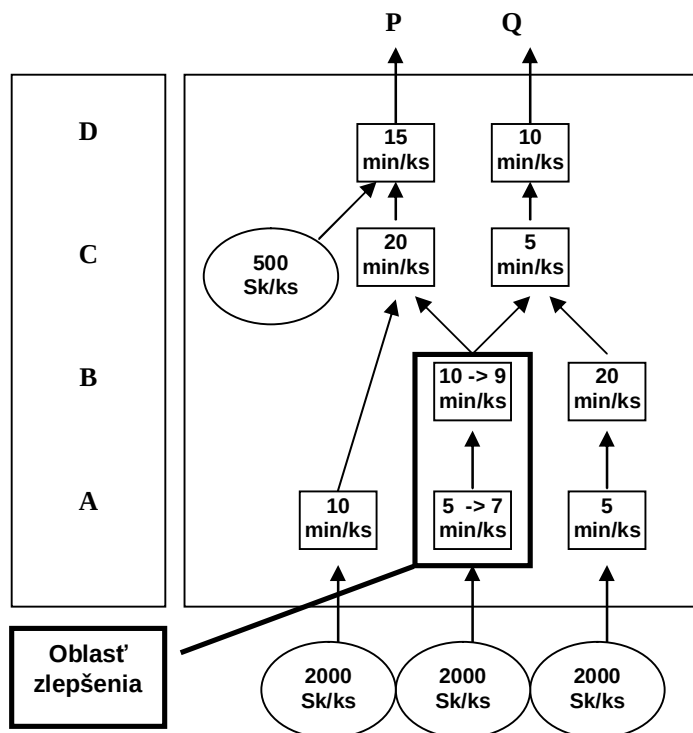
Pozrime sa na tento problém z inej stránky. Spomeňme si, za koľko sme predávali jednu minútu z úzkeho miesta. Správne! Pri výrobku P za 500 Sk a pri výrobku Q za 200 Sk. Koľko minút na úzkom mieste získame navrhovaným zlepšením? Cez túto operáciu prešlo 100 kusov výrobku P a 56 kusov výrobku Q. Výrobok P sme teda vyrobili v plánovanom množstve a tak môžeme využiť ušetrených 156 minút pre výrobok Q.

Týždenný prínos z takehoto opatrenia potom vypočítame:

Týždenný prínos = ušetrené minúty x sadzba za minútu = $156 \times 200 = 31\,200$ Sk

Stotisícová investícia sa nám teda vráti za 3,5 týždňa a za zvyšných 48,5 týždňov nám prinesie 756 600 Sk !

Zaslúži si robotník, ktorý prišiel s takýmto návrhom odmenu alebo nie?



Obr. 3.3. Návrh na zlepšenie operácii na zdrojoch A a B

Tento jednoduchý príklad sme uviedli preto, aby sme si uvedomili, akých chýb sa môžeme dopustiť už v úvode projektu, akým nesprávnym smerom môžeme projekt orientovať, ak nemáme správne údaje alebo ak ich nevieme správne analyzovať a interpretovať. Platí pritom veľmi jednoduché pravidlo – projekty zmien vo výrobných systémoch by sa mali orientovať tam, kde existujú úzke miesta (alebo všeobecne obmedzenia) a ciele projektu by mali prispieť k zvýšeniu prietoku, zníženiu zásob a zníženiu prevádzkových nákladov.

Časté námietky voči filozofii zameranej na úzke miesta sú v tom, že úzke miesta vo výrobe majú vplyv na prietok iba vtedy, ak podnik je schopný predať celú produkciu, prípadne je schopný zvyšovať objem predaja aj nad možnosti existujúcich výrobných kapacít. Vieme, že tento prípad nie je dnes typický pre slovenských výrobcov. O úzkych miestach sa obyčajne hovorí v súvislosti s výrobou alebo s logistikou, kde sa používa postup naznačený na obr. 3.4.

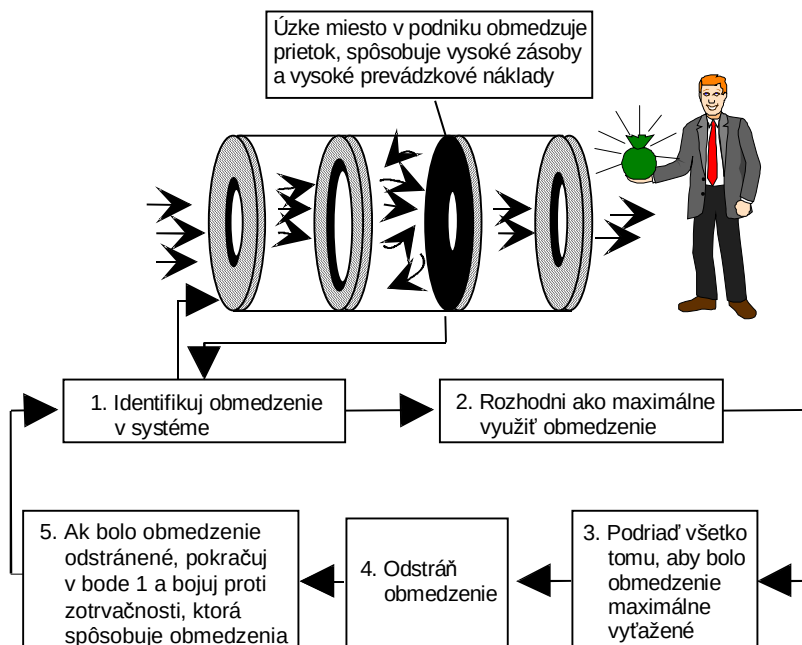
K manažmentu úzkych miest sa ešte podrobnejšie vrátime v časti venovanej projektovaniu informačného toku a systému riadenia výroby. K vyššie uvedenej výhrade treba poznamenať, že všeobecne hovoríme o **obmedzeniach**, ktoré podniku neumožňujú zvyšovať prietok. Ak obmedzenie nie je vo výrobe, tak je často v marketingu a distribúcii, kde sa taktiež dajú použiť pravidlá z TOC. Táto oblasť však už presahuje rámec tejto publikácie. Ak obmedzenie nie sú vo výrobe ani v distribúcii, tak sa častokrát vyskytuje v oblasti vývoja výrobkov, alebo v technickej príprave výroby. Je to oblasť projektového riadenia, ktorá sa v rámci TOC rieši s využitím princípov kritickej reťaze (Critical Chain). Tieto princípy sú veľmi podobné riadeniu výroby orientovanému na úzke miesta (OPT alebo DBR), ktoré je bližšie popísané v časti venovanej informačnému toku.

Vráťme sa však späť k tomu, čím sme túto časť začali. Najskôr musíme zistiť, čo chceme zmeniť, potom definovať, čo chceme dosiahnuť a napokon určiť postup ako to dosiahneme. Každá zmena je spojená s prekonaním odporu alebo zotrvačnosti voči nej. Existuje šesť hlavných úrovní odporu voči zmene:

1. Ľudia si neuvedomujú nevyhnutnosť zmeny. „Takto to robíme už dvadsať rokov a funguje to. Tak prečo by sme to mali meniť? V našom podniku nie sú žiadne obmedzenia, ani úzke miesta, tak načo niečo meniť?“ – To sú typické postoje ľudí na prvej úrovni odporu voči zmene.
2. Keď ľudia pochopia nutnosť zmeny, obyčajne neveria, že existuje nejaké riešenie alebo vznikajú rôzne, aj protichodné, alternatívy riešenia. Lokálny pohľad na problémy vedie ľudí vo firme obyčajne k vzájomným konfliktom a bojom. Presadzujú sa riešenia z pohľadu záujmov rôznych skupín, vzniká napätie a blokovanie ďalšieho postupu.
3. Ľudia nevedia alebo nechápu, čo môže nové riešenie priniesť. Každá zmena je pre ľudí na začiatku väčšinou nepríjemná. Najväčší odpor je však proti zmenám, pri ktorých nie je jasné, čo presne majú priniesť.
4. Ak sa podarí prekonať tretiu vrstvu odporu a nájde sa jeden smer riešenia, ktorý je pre podnik najvýhodnejší a ľudia ho akceptujú, tak vznikajú obyčajne výhrady typu „áno ale..“. Ide o to, že sa spochybňuje dané riešenie z pohľadu možných rizík a negatívnych dôsledkov na firmu.
5. Piata vrstva odporu spočíva v tom, že ľudia vidia množstvo prekážok na ceste k zmene a majú pocit, že tieto prekážky nie je možné prekonať.
6. Ak sa podarí prekonať aj poslednú vrstvu odporu, tak často nie je jasný detailný postup riešenia. Ľudia majú strach, pretože nevedia presne čo sa má urobiť, v akých krokoch a v akom poradí. Potrebujú „kuchársku knihu“, podľa ktorej budú v projekte zmeny postupovať.

Na prekonanie každej z uvedených vrstiev odporu existujú v rámci TOC nástroje, ktoré majú dva hlavné významy:

1. Zachytiť podstatu problému, súvislosti a logiku.
2. Umožniť vzájomnú komunikáciu, aby sa prekonal jednotlivé vrstvy odporu. Na obr. 3.5 je zobrazený prehľad týchto nástrojov.



Obr. 3.4. Teória obmedzení a systém neustáleho zlepšovania orientovaný na úzke miesta

Vrstva odporu voči zmene	Nástroj riešenia
Žiadna zmena nie je potrebná	Strom súčasných problémov – CRT – Current Reality Tree
Neexistuje riešenie	Diagram konfliktu – Evaporating Cloud
Nevieme, čo to vlastne na koniec prinesie, načo sa to robí	Strom budúcich cieľov – FRT – Future Reality Tree
Áno, ale sú s tým spojené riziká a ďalšie problémy	Strom možných rizík – NBR - Negative Branch Reservation
Vidíme iba prekážky prečo sa zmena nedá realizovať	Strom prekážok - Prerequisite Tree
Nevieme, ako presne postupovať, čo máme urobiť a v akom poradí	Strom premeny –Transition Tree

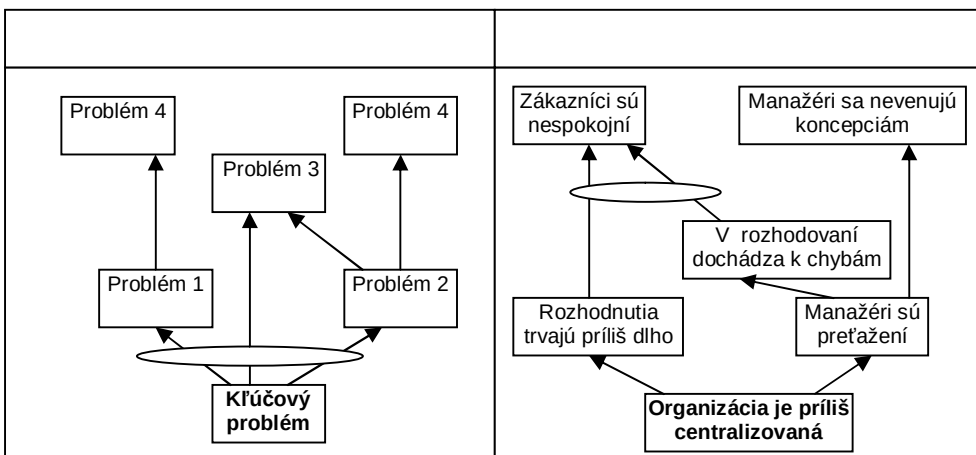
Obr. 3.5. Šesť vrstiev odporu a nástroje na ich prekonanie.

Ďalej si stručne ukážeme použitie týchto nástrojov a neskôr uvedieme aj ich praktické použitie v priebehu jednotlivých fáz projektu.

1. Strom súčasných problémov

Cieľ použitia:

Kde sú problémy, ktoré treba riešiť ako prvé a čo je ich príčinou? Čo všetko treba zmeniť?
Čo je kľúčový problém vo firme?



Obr. 3.6. Strom súčasných problémov

Spôsob interpretácie:

Organizácia podniku je príliš centralizovaná, čo spôsobuje, že rozhodnutia trvajú príliš dlho a manažéri sú preťažení. Manažéri sú preťažení, čo spôsobuje, že dochádza k chybám v rozhodovaní a manažéri sa nevenujú koncepciám („hasia“ každodenné problémy). To že rozhodnutia trvajú príliš dlho a v rozhodovaní dochádza k chybám, spôsobuje, že zákazníci sú nespokojní.

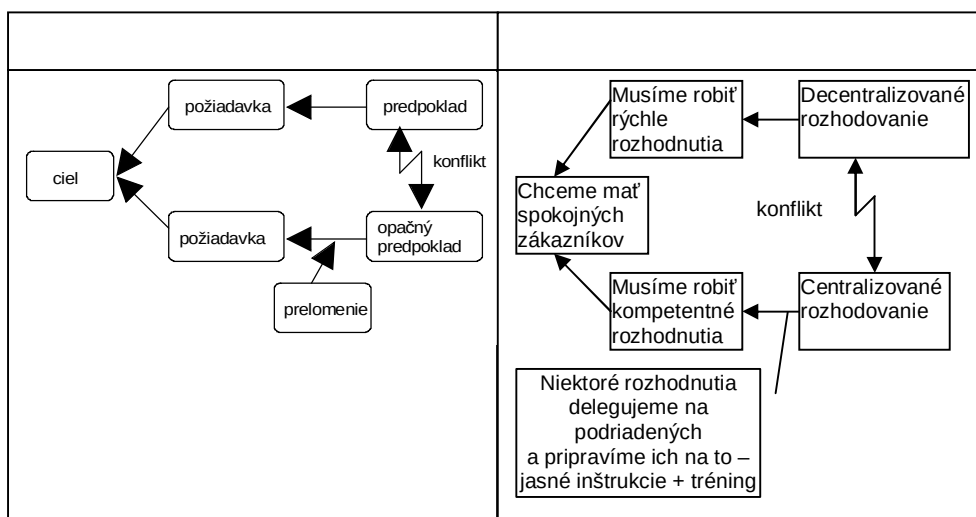
Spôsob zostavenia:

Jednotliví členovia riešiteľského tímu definujú najvýznamnejšie problémy (čo treba zmeniť, čo nefunguje dobre, čo sa im nepáči, čo sa dá zlepšiť). V prvej fáze je možné problémy zapisovať na lístky, v druhej fáze sa hľadajú logické súvislosti medzi nimi – napr. problém 1 a problém 2 spôsobujú problém 3 a pod. Je dobré, ak sa vyberie 10 – 15 najdôležitejších problémov a nie viac. Každý člen tímu môže mať napríklad možnosť napísať iba jeden alebo dva najvýznamnejšie problémy. Pri definovaní problémov je dôležité aby sa nepersonifikovali, aby sa neukazovalo na konkrétneho človeka, ale na problém. Po zostavení stromu problémov sa kontroluje úplnosť stromu a platnosť logiky a strom sa upravuje do konečnej podoby.

2. Diagram konfliktu

Cieľ použitia:

Prelomenie protichodných síl, ktoré bránia riešeniu problému, alebo presadzujú rozdielne riešenia. Snahou je prelomiť konflikt a nájsť riešenie typu „výhra – výhra“, t. j. riešenie, ktoré nie je kompromisom. Diagram konfliktu sa používa pri riešení každodenných konfliktov vo firme, ale aj pri riešení dlhodobých, chronických konfliktov. Pri menšom počte kľúčových problémov je môžu 2 – 3 diagramy konfliktu nahradiť strom súčasnej reality a priamo z nich je potom možné zostaviť strom budúcich cieľov.



Obr. 3.7. Diagram konfliktu

Spôsob interpretácie:

Naším spoločným cieľom je spokojnosť zákazníka. Na to, aby sme mali spokojných zákazníkov, musíme robiť rýchle rozhodnutia. Ak chceme robiť rýchle rozhodnutia, musíme mať rozhodovanie decentralizované (horná časť diagramu). Na to, aby sme mali spokojných zákazníkov, musíme robiť kompetentné rozhodnutia. Ak chceme robiť kompetentné rozhodnutia, musíme mať centralizované rozhodovanie.

Pri riešení tohto konfliktu môže dôjsť napríklad k prelomeniu tým, že sa rozhodovanie decentralizuje tak, že sa niektoré rozhodnutia delegujú na podriadených, ktorí dostanú jasné inštrukcie a budú vytrénovaní na to, aby ich rozhodnutia boli rýchle a zároveň kompetentné.

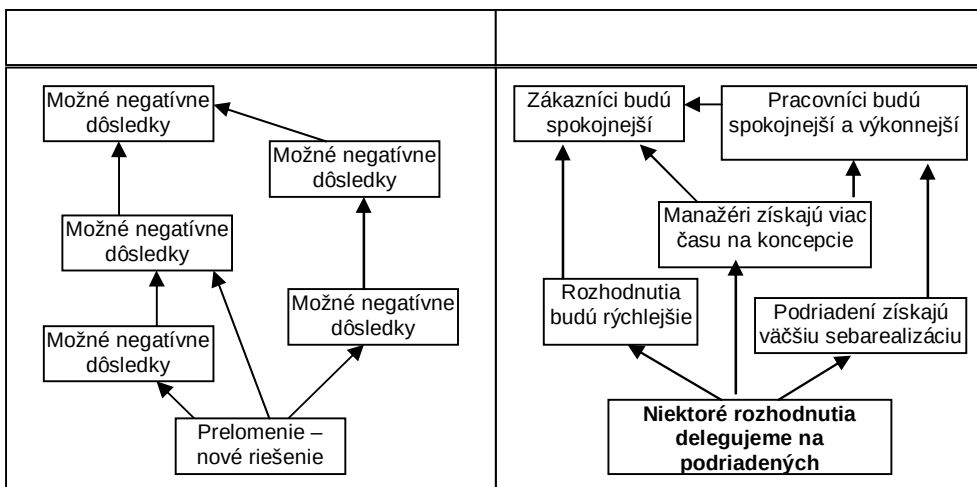
Spôsob zostavenia:

Jedna strana konfliktu zostaví diagram. Vychádza sa z toho, že obe strany konfliktu majú spoločný cieľ, pretože ak nemajú spoločný cieľ (napr. prosperitu svojej firmy a pod.), tak nemôžu spolu pracovať na spoločnom projekte resp. v spoločnej firme. V hornej časti diagramu je požiadavka jednej strany a v dolnej časti požiadavka druhej strany. Každá strana sa snaží pochopiť argumenty druhej strany a spoločne sa hľadá také riešenie, ktoré prelomí jednu vetvu v diagrame konfliktu a uspokojí obidve strany.

3. Strom budúcich cieľov

Cieľ použitia:

Plán cieľov, ktoré sa majú dosiahnuť a vzťahy medzi nimi. Popísanie očakávaných výsledkov zmeny, ktorá sa má projektom dosiahnuť.



Obr. 3.8. Strom budúcich cieľov

Spôsob interpretácie:

Ak niektoré rozhodnutia delegujeme na podriadených, rozhodnutia budú rýchlejšie, manažéri získajú viac času na koncepcie a podriadení získajú viac sebarealizácie. Ak manažéri získajú viac času na koncepcie a podriadení viac sebarealizácie, pracovníci firmy budú spokojnejší a výkonnejší. Ak budú pracovníci firmy spokojnejší a výkonnejší, manažéri budú mať viac času na koncepcie a rozhodnutia budú rýchle, zákazníci budú spokojnejší.

Spôsob zostavenia:

Spoločne v tíme sa definujú konkrétne ciele, ktoré sa od projektu očakávajú a v druhom kroku sa hľadajú logické väzby medzi nimi. Na záver sa vykoná analýza, či pripravovaný projekt skutočne splňa všetky požadované ciele.

4. Strom možných rizík

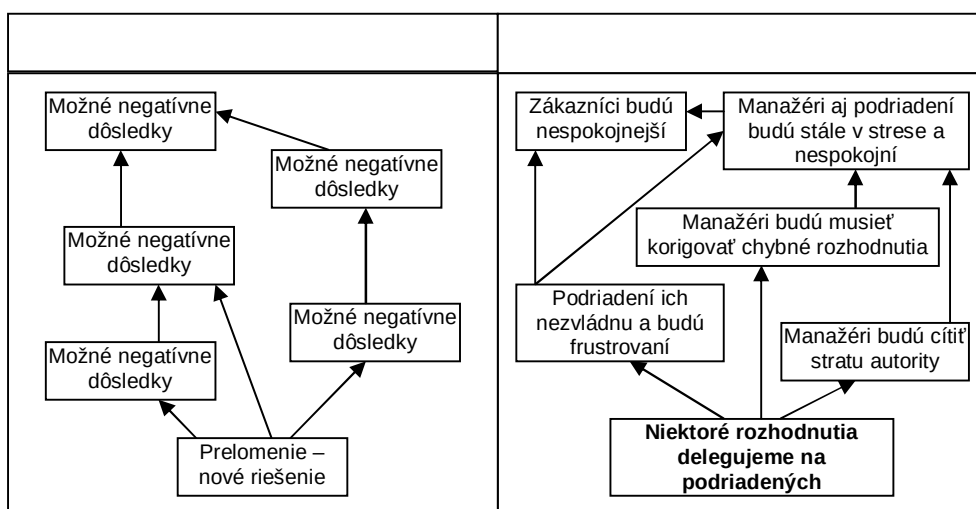
Cieľ použitia:

Ak je projekt nedostatočne pripravený a premyslený, môžu sa vyskytnúť nepredvídané ťažkosti, problémy a neočakávané negatívne výsledky. Každá zmena obvyčajne popri prínosoch prináša aj vedľajšie negatívne vplyvy. Strom možných rizík umožňuje analyzovať

možné riziká a negatívne výstupy, ktoré môže projekt priniesť. Cieľom je analyzovať možné riziká, ich príčiny a predchádzať im.

Spôsob interpretácie:

Ak niektoré rozhodnutia delegujeme na podriadených, môže sa stať, že manažéri budú cítiť stratu autority, podriadení rozhodovanie nezvládnu a budú frustrovaní a manažéri budú musieť ich chybné rozhodnutia korigovať, atď.



Obr. 3.9. Strom možných rizík

Spôsob zostavenia:

Spoločne v tíme sa analyzujú možné riziká projektu, príčiny možných negatívnych výstupov a väzby medzi nimi.

5. Strom prekážok

Cieľ použitia:

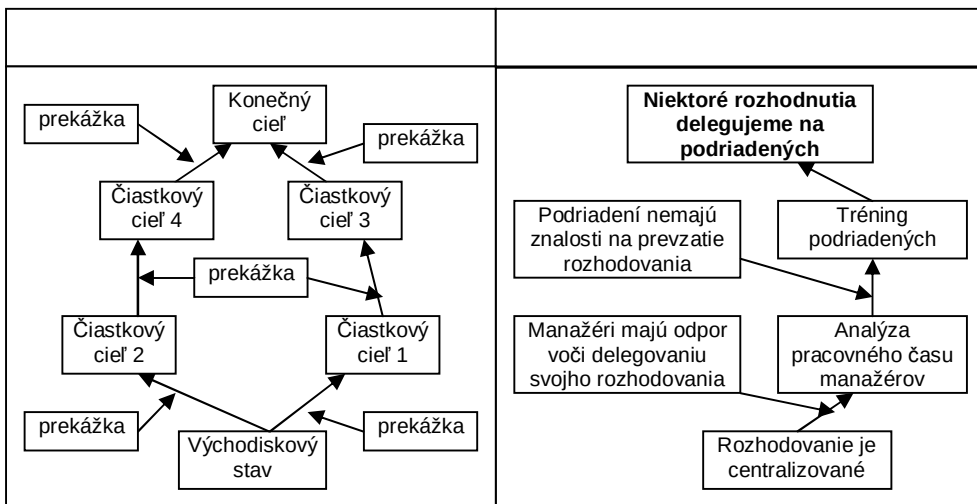
Obyčajne nie je možné prejsť z východzieho stavu priamo do konečného stavu, pretože na ceste stoja konkrétne prekážky, ktoré treba postupne prekonať. Strom prekážok analyzuje tieto prekážky, definuje čiastkové ciele a logickú postupnosť ich realizácie.

Spôsob interpretácie:

Na strome prekážok vidíme postupnosť jednotlivých čiastkových cieľov, ktoré potrebujeme pre prekonanie prekážok k definovanému cieľu. Strom čítame nasledovne: Na to, aby sme prekonali odpor manažérov voči delegovaniu svojho rozhodovania na podriadených musíme vykonať analýzu pracovného času manažérov. Aby sme prekonali to, že podriadení nemajú znalosti na prevzatie rozhodovania, musíme zabezpečiť ich tréning a pod.

Spôsob zostavenia:

Najskôr sa definuje cieľ, ktorý chceme dosiahnuť a jednotliví členovia tímu si musia ujasniť, že ho všetci chápu rovnako. V druhom kroku sa zapíše do tabuľky zoznam všetkých prekážok, ktoré nám stoja na ceste k cieľu. K jednotlivým prekážkam sa potom priradia jednotlivé akcie (čiastkové ciele), ktoré musíme vykonať, aby sme danú prekážku prekonal. Posledným krokom je zostavenie logickej postupnosti jednotlivých akcií, ktoré je možné urobiť v tíme s pomocou samolepiacich kartičiek.



Obr. 3.10. Strom prekážok

6. Strom premeny

Cieľ použitia:

Strom premeny je vlastne detailným akčným plánom, v ktorom je definovaná postupnosť a logika jednotlivých krokov. Strom premeny je podkladom, podľa ktorého je možné priamo prejsť k riadeniu celého projektu a k implementácii zmeny.

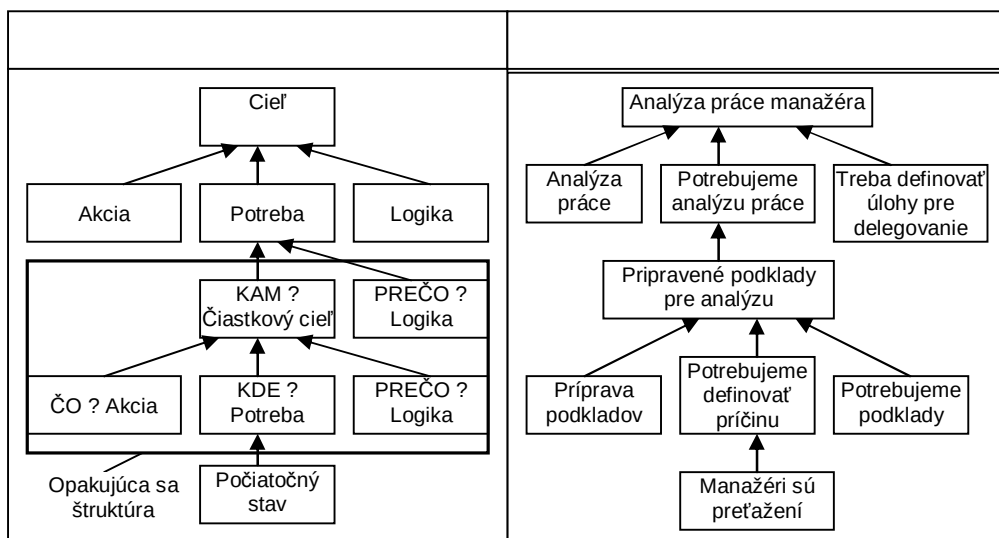
Spôsob interpretácie:

Na strome prekážok vidíme prechody medzi jednotlivými stavmi, akciu, ktorú je potrebné vykonať a dôvod, prečo sa táto akcia vykonáva. K stromu premeny je možné pripojiť tabuľku, v ktorej budú definované zdroje pre jednotlivé akcie, časové a finančné požiadavky, prípadné ďalšie informácie potrebné pre riadenie celého projektu.

Spôsob zostavenia:

Strom premeny definujú projektanti a experti, ktorí vedú posúdiť postupnosť jednotlivých krokov i nároky na ich vykonanie. Celý projekčný tím potom kontroluje logiku, úplnosť a definované parametre v strome premeny. Strom premeny je potom podkladom pre projektové riadenie a pre implementáciu zmeny. V strome sa neustále opakuje štruktúra, v ktorej je definovaná potreba zmeny (Kde sme?), logika zmeny (Prečo?) a akcia, ktorú

treba vykonať (Čo?). Na vyššej úrovni je definovaný čiastkový cieľ (Kam sa chceme dostať?), pri ktorom môže byť ešte doplnená logika ďalšieho kroku (Prečo?).

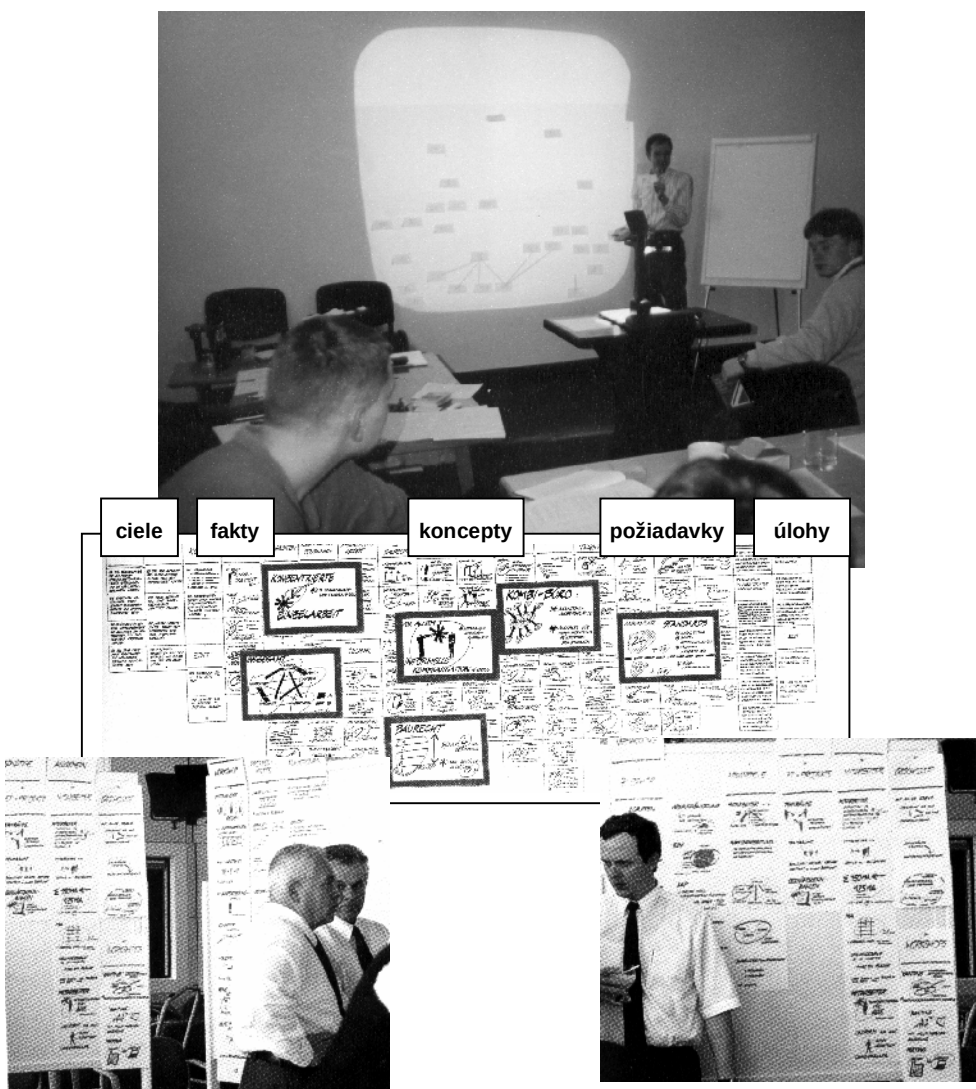


Obr. 3.11. Strom premeny

Ak si už v prvých fázach osvojíme uvedené nástroje pre analýzu, vzájomnú komunikáciu a zobrazenie logiky projektu, je jasné, že sa podarí zabezpečiť plynulejší priebeh projektu s menšími nedorozumeniami a rizikami. Je veľmi dôležité, aby si už v prvých fázach detailne prediskutovali jednotlivé strany svoje očakávania od projektu. Je dobré pripraviť workshopy, zapojiť do nich všetkých zainteresovaných a starostlivo dokumentovať ich výsledky. Veľké finančné i časové straty v projektoch vznikajú práve preto, že nie je komunikácia na dostatočnej úrovni, že sa vychádzalo z nesprávnych predpokladov, že boli stanovené nesprávne ciele projektu.

Vráťme sa však k údajom a analýzam, ktoré potrebuje projektant v úvode projektu.

Treba si uvedomiť, že aj keď je hlavnou úlohou výrobného systému **vyrábať** požadované výrobky, v požadovanom množstve, kvalite, čase a pri nízkych nákladoch, projektovanie výrobného systému sa musí začínať v obchodnom a marketingovom oddelení, kde by mali byť informácie o tom, koľko a akých výrobkov bude možné v budúcnosti **predať**.

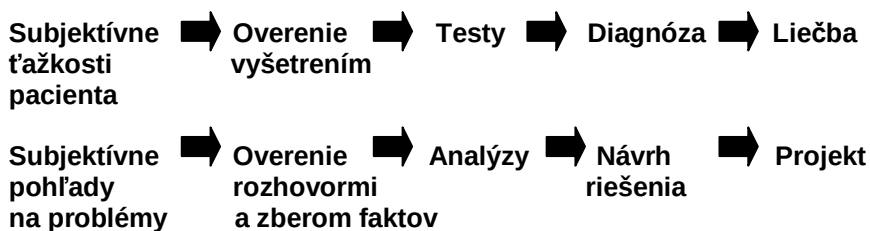
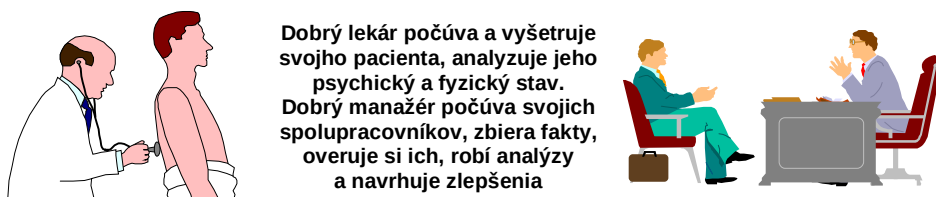


Obr. 3.13. Je dôležité, aby si v úvode projektu všetky strany našli čas na komunikáciu a detailné definovanie analýz a cieľov projektu (tzv. project programming)

Ešte predtým, ako sa dostaneme k analytickým metódam, treba od seba oddeliť dve fázy:

1. Zber údajov v podniku.
2. Spracovanie a analýzu údajov.

Pri zbere údajov ide predovšetkým o zachytenie faktov, ktoré charakterizujú existujúci stav v podniku. Pri analýze týchto údajov ide o spracovanie záverov z predchádzajúceho kroku s cieľom definovať kľúčové problémy a ich príčiny. Je to podobné ako u lekára – aj on najskôr kladie pacientovi otázky, potom ho vhodnými metódami vyšetruje a napokon stanoví diagnózu a spôsob liečby.



Obr. 3.14. Diagnóza a liečba, analýzy a projekt

Základom dobrého projektu sú kvalitné informácie. Ak nezachytíme hneď na začiatku správne fakty, nie sme schopní spracovať kvalitnú analýzu, sformulovať ciele a celý projekt sa uberať zlým smerom.

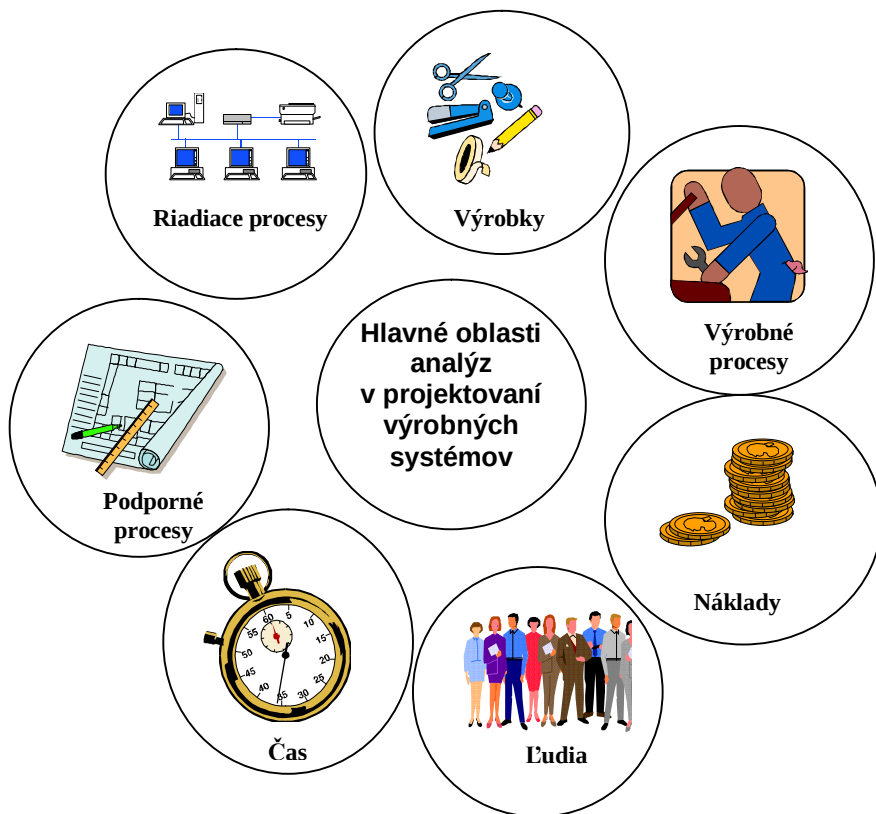
Treba dodržiavať hlavne nasledovné zásady:

1. Využívať rôzne techniky pre získanie údajov - podnikovú technickú dokumentáciu, formuláre, dotazníky, osobné rozhovory s pracovníkmi z rozličných úrovní podniku, pozorovanie rôznych situácií a procesov v podniku.
2. Overiť si pravdivosť získaných údajov, oddeliť subjektívne pocity a názory niektorých pracovníkov od objektívnej skutočnosti. Je dôležité ísť priamo k procesom, pozorovať ich, pýtať sa priamo ľudí, ktorí pracujú v daných procesoch.

3. Oddeliť od seba fázu zberu údajov a ich analýzy. Ak pozorujeme pracovníka pri montáži, mali by sme sa naplno venovať pozorovaniu, nehodnotiť a neanalyzovať počas pozorovania jeho prácu. Najskôr treba dôkladne zozbierať objektívne fakty a potom ich analyzovať.

V mnohých podnikoch existuje určitý odpor voči rozsiahlym analýzám, ktoré sa častokrát javia ako zbytočné a na ktoré nie je väčšinou v príprave projektu dostatok času. Výsledkom takéhoto podcenenia dôslednej analýzy, sú obyčajne nesprávne definované ciele projektu a mnohé následné problémy v priebehu projekčných a realizačných prác.

Prostriedky a čas, ktoré sa takto podarí "ušetriť" v prvých fázach projektu, sú obyčajne niekoľkonásobne prekročené odstraňovaním chýb a korekciami v ďalších fázach. Je to klasická chyba, keď sa urýchlujú prvé fázy projektu a rozhodnutia sa prijímajú autoritatívne bez dôkladnej analýzy. Ale ako sme už uviedli, najväčšie možnosti pre ovplyvnenie výsledného riešenia sú práve v prvých projekčných etapách, pričom v pokročilom štádiu projektu, nielen že sú limitované možnosti zmien, ale tieto zmeny sú spojené so stále väčšími investíciami. Hlavné oblasti analýz pri projektovaní výrobných systémov sú zhrnuté na obr. 3.14.

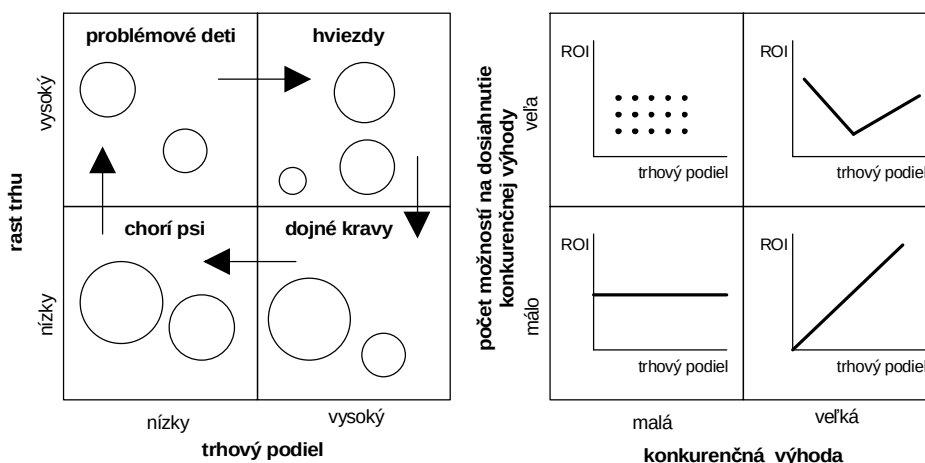


Obr. 3.15. Hlavné oblasti analýz v projektovaní výrobných systémov

Oblasť	Analýza	Metóda - príklad	Zdroj informácií
Výrobky	Ročný objem výroby Prácnosť Postavenie na trhu Štruktúra Komponenty Dávky Materiál Hmotnosť Ziskovosť	PQ analýza, ABC analýza P – Normohodiny BCG matica, nová BCG matica Rozbor kusovníkov GT kódy Rozbor dávok P - Materiál P-G analýza Zisk/ úzke miesto	Marketing TPV Marketing TPV TPV PPS TPV TPV, obchod PI, obchod
Výrobné procesy	Kapacity Organizácia Layout Pracovisko Výrobné zariadenia Materiálový tok Plytvanie	Analýza kapacít, koeficient CEZ, WIPAC Mapy procesov Matica MT, Sankeyho diagram Časový diagram, priebehový diagram Regulačné diagramy, záznamy, CEZ Matica MT, simulácia Krivka pridanej hodnoty	PI, výroba Projektovanie, PI Projektovanie, PI PI, výroba Výroba, PI Projektovanie, PI PI, výroba
Podporné procesy	Údržba Kvalita Doprava Skladovanie TPV	Rozbory – Nh, materiál, prestoje Monitorovanie nepodarkovosti, SPC Prepočty prepravných výkonov, plochy Analýza plôch a nákladov Časový rozbor prípravy výroby	Údržba, výroba QM, výroba Výroba Výroba TPV
Riadiace procesy	Informačný tok Systém riadenia Organizácia riadenia	Odkiaľ – kam, mapy procesov, ARIS Analýza plnenia termínov Audity	Plánovanie, PI Plánovanie, výroba Plánovanie
Čas	Operačný čas Čas na pretypovanie Priebežná doby výroby Doba dodávky	MOST, MTM, časové snímky Meranie a analýzy Simulácia, priame monitorovanie Priame meranie	TPV, PI, výroba Výroba, PI Výroba, PI Výroba
Náklady	Materiálové náklady Prevádzkové náklady Náklady v zásobách Náklady na kvalitu Náklady na údržbu	Kalkulácie Kalkulácie, controlling Krivka pridanej hodnoty Monitorovanie Monitorovanie	TPV, controlling Výroba, controlling Výroba QM, výroba Údržba
Ľudia	Kapacity Kvalifikácia Veková štruktúra Mzdy Vzťahy, kooperácie	Prepočty Rozbory Rozbory Kalkulácie Audity	Výroba, PI Výroba Výroba Výroba Výroba

Obr. 3.16. Prehľad najdôležitejších analýz v projektovaní výrobných systémov

Pri analýzach výrobného programu sa obyčajne začína s analýzami, ktoré zasahujú do oblasti strategického manažmentu a marketingu. Používajú sa pritom známe techniky ako napr. výrobkovo - trhovú maticu, portfóliové matice (BCG - Boston Consulting Group matica - obr. 3.17, GE - General Electric matica), SWOT analýza a iné, ktoré umožňujú definovať postavenie výrobku na trhu a priradiť mu zodpovedajúcu výrobnú stratégiu.



Obr. 3.17. BCG matica a nová BCG matica

V BCG matici sa podiel na trhu vyjadruje buď percentuálne alebo ako relatívny podiel na trhu vyjadrený pomerom k najväčšiemu konkurentovi v odbore alebo k dvom najväčším konkurentom v odbore. Rast trhu sa obyčajne vyjadruje s pomocou indexu (rast > 1 , pokles < 1). BCG matica zobrazuje životný cyklus, ktorým obyčajne každý výrobok prechádza. **Problémové deti** (otázniky) sú výrobky, s ktorými sa začína a nie sú s nimi ešte dostatočné skúsenosti. Ich budúca úspešnosť je otázna. Medzi **hviezdy** sa zaradia výrobky, v ktorých firma začína dosahovať dominantné postavenie na trhu v porovnaní s konkurenciou. Na vrchole svojho životného cyklu sa tieto výrobky dostávajú do stabilizovaného postavenia na trhu (**dojné kravy**), stávajú sa živiteľmi firmy, ale čaká ich posledná fáza starnutia. V tejto fáze (**choré psy**) prekročili výrobky svoj zenit, ich obrat klesá a je vhodné, aby uvoľnili priestor iným - novým alebo inovovaným výrobkom.

Nová BCG matica, ktorú navrhla firma Boston Consulting Group v roku 1990, zase ukazuje štyri základné spôsoby podnikania:

- 1. Fragmentácia** - ziskovosť nekoreluje s trhovým podielom a závisí hlavne od toho, ako dokáže firma využiť rozličné možnosti získania konkurenčnej výhody, ktoré trh ponúka. Typickým príkladom môže byť podnikanie v oblasti reštaurácií.
- 2. Špecializácia** - najvyššia ziskovosť sa dosahuje pri podnikaní s malým trhovým podielom, kde je veľký dôraz na požiadavkách zákazníkov. Vyrába sa teda vo veľkom množstve modifikácií a variantov, čo môže firma zvládnuť iba tak, že sa špecializuje len na tie časti výrobku, ktoré dokonale zvládne a využíva širokú kooperáciu. Túto stratégiu zvolili napríklad Japonci pri prieniku na americký trh automobilov.

3. Veľký trhový podiel - klasická podnikateľská stratégia z minulosti, založená na zvyšovaní trhového podielu, zvyšovaní objemov výroby a tým i znižovaní nákladov. Typickým príkladom sú americkí výrobcovia automobilov v období, keď ešte neboli pod tlakom zahraničnej konkurencie.

4. Mŕtvy bod - pre všetkých konkurentov v odbore je ziskovosť pomerne nízka, bez ohľadu na trhový podiel, a sú medzi nimi minimálne rozdiely. Príkladom môže byť oceliarsky priemysel v západných krajinách.

Existuje množstvo ďalších podobných druhov analýz, ktoré však skôr patria do oblasti strategického manažmentu podniku. Tieto analýzy však musia predchádzať príprave projektu výrobného systému a majú veľký vplyv i na spôsob organizácie výroby, usporiadanie výrobných zariadení, typy výrobných zariadení i systém plánovania a riadenia výroby.

Ďalší príklad zhrnutia takýchto trhovovo-výrobných analýz je zobrazený na obr. 3.18. Táto matica znázorňuje rozličné vrstvy zákazníkov, ktoré môžeme na trhu osloviť a rôzne výrobné a výrobné stratégie. Ukazuje sa, že políčka 1, 5 a 9 majú najväčší význam pre úspech na trhu.

Prvé pole napríklad predstavuje štandardný sortiment výrobkov pre konzervatívnych zákazníkov, ktorí oceňujú hlavne nižšie ceny, štandardnú kvalitu a netrápi ich napríklad obmedzený sortiment.

Pole 5 predstavuje dôraz na maximálne prispôsobovanie sa zákazníkovi, čo musí byť zohľadnené v príprave výroby, vo výbere pružných výrobných zariadení i v organizácii a riadení výroby.

Pole 9 predstavuje stratégiu orientovanú na najnáročnejších zákazníkov, ktorí sú ochotní zaplatiť i vyššiu cenu za exkluzivitu, špičkovú kvalitu a servis.

Z hľadiska množstva predaných výrobkov je obvyčajne najzaujímavejšie pole číslo 1, z hľadiska veľkosti ziskovej marže je to však pole číslo 9.

Všetky vyššie uvedené úvahy majú vplyv nielen na výber vhodnej podnikateľskej a marketingovej stratégie, ale i na projekt výrobného systému a organizáciu celého výrobného procesu.

Ešte pred prípravou vstupných údajov pre analýzu je potrebné vyjasniť, ktoré údaje budú potrebné, v akom rozsahu a v akom stupni detailnosti. Tieto úvahy sú potrebné i s ohľadom na metódy, s pomocou ktorých budú tieto údaje ďalej spracovávané (napr. matematická štatistika).

Prof. A. Zelenka [16] navrhuje pri projektovaní výrobného systému vstupné analýzy výrobného programu rozdeliť do štyroch skupín podľa obr. 3.19.

Veľmi dôležitý spôsob rozboru a triedenia výrobného programu v podniku je technologická podobnosť súčiastok (obr. 3.19.).

cenová štruktúra resp. podiel na zisku		druh výrobku		
		cenovo výhodné masové výrobky štandardnej kvality	výrobky pružne prispôbované požiadavkám zákazníkov	exkluzívne výrobky a špeciálne výrobky a služby podľa želaní zákazníkov
trhové pomery - správanie zákazníkov	konzervatívne, tradičné požiadavky, pomalá zmena	1	2	3
	otvorení, informovaní, moderne mysliaci	4	5	6
	progresívni, exkluzívne požiadavky, avantgarda	7	8	9
objem výnosu	zisková marža = a	nízka	stredná	vysoká
	obrat = b	relatívne vysoký	stúpajúci	obmedzený
	hrubý výnos = a x b	nízky	vysoký	obmedzený
výrobná štruktúra	dominujúce vlastnosti výrobnej prevádzky	hromadná výroba, jednoúčelové stroje, mechanizácia, automatizácia, výroba na sklad	stavebnicový výrobok s normalizovanými prvkami, skupinová technológia, pružná výroba s možnosťou ďalšieho prispôbovania	prispôbivosť, špičkové technológie, poradenstvo zákazníkom, projektová organizácia, kusová výroba

Obr. 3.18. Trhová hodnota [1]

Táto problematika patrí čiastočne do oblasti technologickej prípravy výroby a je základom pre racionalizáciu a automatizáciu zostavovania výrobných postupov. Triedenie súčiastok do tvarovo podobných skupín však zásadným spôsobom ovplyvňuje i projektovanie výrobných systémov. Obyčajne totiž platí, že tvarovo podobné súčiastky by mali mať i podobné výrobné postupy t. j. podobné operácie, stroje, prípravky, nástroje a ich výrobu je možné sústrediť do jedného výrobného modulu alebo bunky. Používanie skupinovej technológie môže takto, okrem úspor v oblasti prípravy technológie, veľmi priaznivo ovplyvniť i projekt a samotnú prevádzku výrobného systému (napr. jednoduchšie materiálové toky alebo zjednodušenie riadenia).

Pozrime sa na obrázok 3.20. Medzi súčiastkami na obr. 3.20-B neexistuje veľká geometrická podobnosť, ale môžu byť vyrobené na tom istom stroji s rovnakými nástrojmi. Súčiastky na obr. 3.20-C nie sú geometricky podobné, ale majú najmenej jednu spoločnú technologickú operáciu (vŕtanie štyroch otvorov).

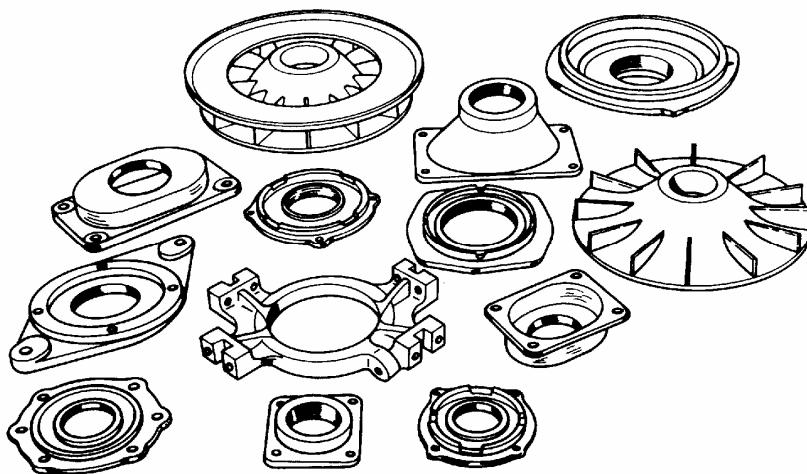
REFA [10] odporúča nasledovný postup pri triedení súčiastok:

1. Rozdelenie súčiastok na rotačné a nerotačné.
2. Definovanie zložitosti opracovania.
3. Rozmerové zatriedenie súčiastky.

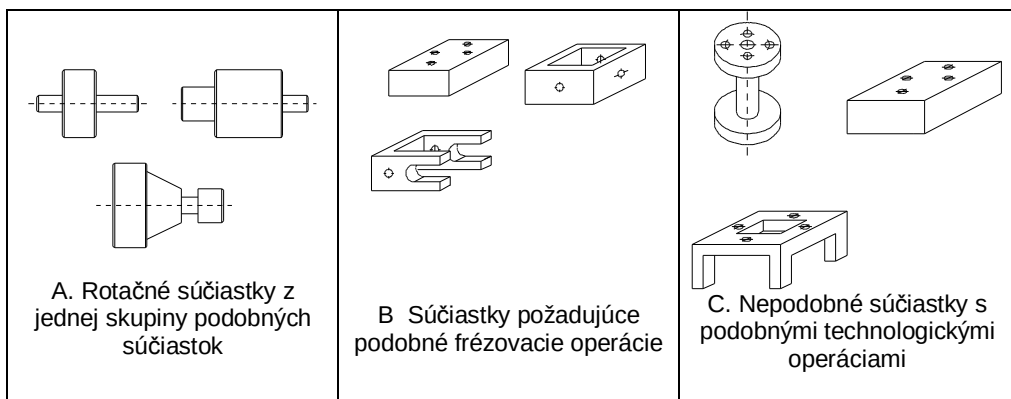
Príklad trojmiestneho klasifikačného systému pre rotačné súčiastky, ktorý popisuje REFA je zobrazený na obr. 3.22. Prehľad rozličných klasifikačných systémov uvádzajú aj R. Debnár [3] a I. Kuric [7].

Stupeň výberu	Kritériá pre výber	Charakteristika vstupných údajov
KONŠTRUKČNÝ	- tvar, rozmery, materiál, akosť	- rozdelenie do základných tvarových a rozmerových skupín
FREKVENČNÝ	- sériovosť a opakovateľnosť - ročný objem výroby	- PQ diagramy, vzťah medzi sortimentom a objemom
TECHNOLOGICKÝ	- postupnosť výroby a kooperácie - množstvo a prácnosť jednotlivých profesií vo výrobe súborov	- rozdelenie do podobnostných súborov - podklady pre návrh špecializačnej štruktúry
KAPACITNÝ	- celkové a čiastkové kapacitné nároky jednotlivých technológií vo výrobnom systéme - limitné hodnoty vonkajších kooperačných vzťahov	- kapacitné nároky podobnostných súborov - podklady pre rozbor úrovne technológie

Obr. 3.19. Kritériá pre rozbor vstupných údajov [16]



Obr. 3.20. Súčiastky zatriedené do skupiny podľa technologickej podobnosti



Obr. 3.21. Triedenie súčiastok podľa rozličných kritérií

Za veľmi originálny a efektívny spôsob klasifikácie súčiastok je možné považovať systém SYSKLASS [15], ktorého autormi sú Ing. Milan Tadiál, CSc. a jeho spolupracovníci z firmy GT Systems Detva. Tento systém poskytuje jednak veľmi efektívnu metódu pre triedenie vyrábaných súčiastok (ale aj nakupovaných komponentov, prípravkov, nástrojov a pod.) na báze skupinovej technológie, zároveň je to však i rozsiahly programový systém pre komplexnú podporu TPV s mnohými modernými prvkami (skupinová technológia, simultánne projektovanie, prepojenie na spracovanie zákaziek a technologické projektovanie).

Základom klasifikačného systému je dvojúrovňová mapa grafických predstaviteľov (obr. 3.23). Na prvej úrovni sú uložené základní tvaroví predstavitelia tak, že ich zložitosť rastie smerom zľava doprava (od jednoduchých skrutiek až po zvarované zostavy) a v jednotlivých stĺpoch sú tvarovo podobné skupiny s rastúcou zložitosťou smerom zhora dole.

Po zvolení tvarového predstaviteľa na vyššej úrovni sa prechádza do druhej vrstvy grafického systému, kde je možné presnejšie dotriedenie danej súčiastky. Po zatriedení je súčiastke priradený kód, ktorý zodpovedá súradniciam okienok na oboch vrstvách (v našom prípade dostane súčiastka kód 2133).

Po tomto prvom zatriedení súčiastky na základe tvarových charakteristík je možné jej ďalšie dotriedenie podľa rozmerov, materiálu, drsnosti povrchu, tolerancií, prípadne ďalších vlastností.

Uvedený klasifikačný systém si vytvára firma na základe svojho vlastného výrobného profilu a od úrovne jeho spracovania potom závisia všetky následné činnosti, t. j.:

- Konštrukčná príprava výroby (kusovníky, materiály, tolerancie).
- Normovanie spotreby materiálu.
- Zostavovanie technologického postupu.
- Výpočty výkonových noriem.
- Kapacitné analýzy a súhrnné kalkulácie noriem a cien.

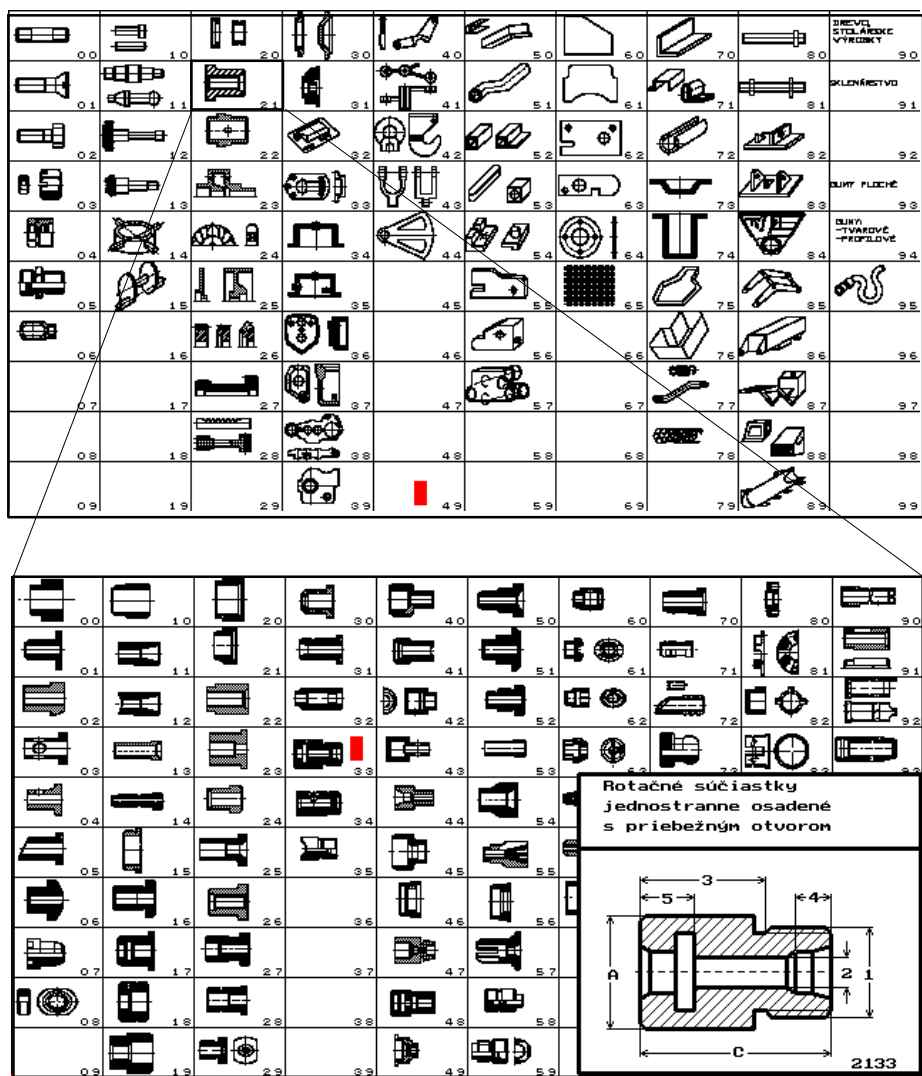
- Manažment technickej prípravy výroby a zmenové riadenie.
- Programovanie NC strojov a ďalšie funkcie.

skupina		charakteristický tvar		priemer (mm)	
0	$L/D \geq$	0	veľmi jednoduché obrábanie vonkajšieho povrchu	0	
1	$0,5 < L/D < 3$	1	kombinácia s jednoduchým vnútorným obrábaním	1	$D \leq 40$
2	$L/D \leq 0,5$	2	iba jednoduché vonkajšie obrábanie	2	$40 < D \leq 60$
3	iné	3	iba jednoduché vnútorné obrábanie	3	$60 < D \leq 100$
4	plošné a dlhé súčiastky	4	stredná zložitosť opracovania	4	$100 < D \leq 250$
5		5	zložité obrábanie	5	$250 < D \leq 600$
6	kubické súčiastky a puzdrá	6	vonkajšie ozubenie	6	$600 < D \leq 1200$
		7	vnútorné ozubenie	7	$D > 1200$
				8	
				9	

Obr. 3.22. Príklad klasifikačného systému pre rotačné súčiastky (D - priemer, L - dĺžka)

Uvedený prístup významne urýchľuje proces prípravy technológie tým, že na základe klasifikačného systému umožní nájsť "najpodobnejšie" súčiastky a ich technologické postupy. Má však aj významný racionalizačný efekt tým, že technológ priamo núti používať princíp skupinovej technológie. Tento prístup jednak zavádza do podnikových činností poriadok a systém, ktoré potom uľahčujú všetky následné činnosti, ale má i významný vplyv na znižovanie nákladov (náklady na náradie, prípravky, výrobné pomôcky). Niekoľkoročné aplikácie systému SYSKLASS v desiatkach podnikov preukázali významné zvýšenie efektívnosti a ziskovosti.

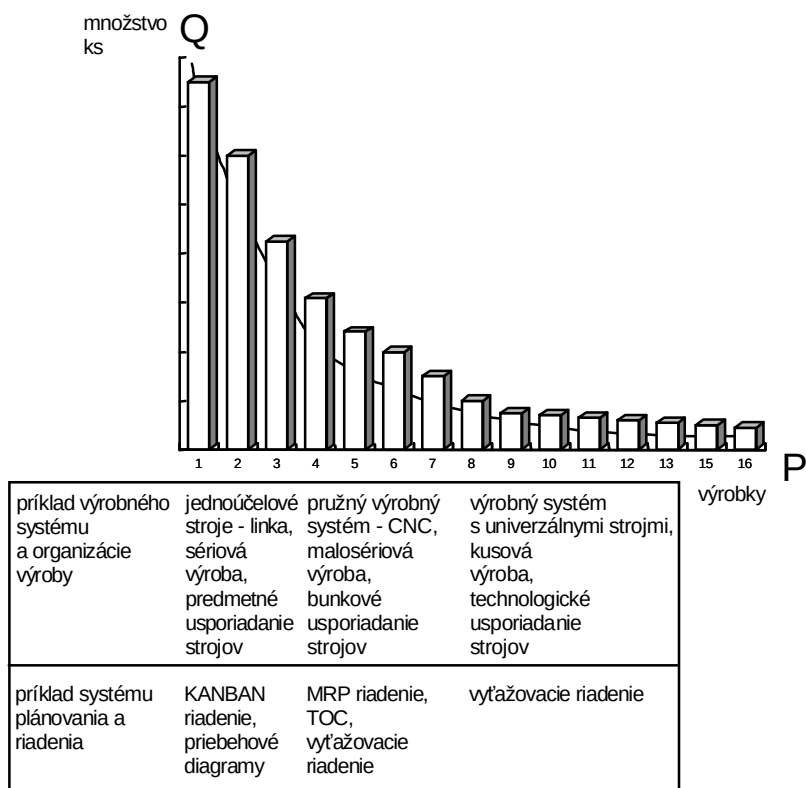
Ďalšou analýzou, ktorá sa využíva v úvodných fázach projektu je PQ analýza. PQ analýza sumarizuje výrobné množstvá pre jednotlivé typy výrobkov v určitom časovom období (napr. rok). PQ diagram (obr. 3.24) patrí ku klasickým nástrojom projektanta, ktorý mu môže poskytnúť prvé užitočné informácie o type a organizácii výroby, stupni automatizácie, manipulácii s materiálom, ale i spôsobe plánovania a riadenia výroby.



Obr. 3.23. Príklad klasifikačnej schémy v systéme SYSKLASS (zdroj: GT Systems)

Hlavným problémom použitia PQ analýzy v súčasnosti je spoľahlivosť údajov na oboch osiach. Na súčasnom, rýchlo sa meniacom trhu, je pre podniky veľmi ťažko v dlhodobjšom časovom pohľade presne stanoviť tak výrobný sortiment (os P) ako i výrobné množstvá (os Q).

Ak doplníme k údajom z PQ diagramu i nákladové resp. cenové údaje o jednotlivých výrobkoch, tak je možné vykonať známu ABC analýzu. ABC analýza je založená na princípe, že len niekoľké faktory podstatne ovplyvňujú celkový problém. Ak napríklad analyzujeme výrobný program podniku, tak zistíme, že 75 % ročného obrátu tvorí iba malá skupina výrobkov (napr. 10 %) a na druhej strane existuje rozsiahla skupina výrobkov (napr. 70 %), ktoré sa však na celkovom obráte firmy podieľajú iba nepatrne (napr. 10 %).



Obr. 3.24. PQ diagram

Ak teda podrobíme výrobný program podniku takejto analýze, je možné obyčajne rozdeliť výrobky do troch základných skupín:

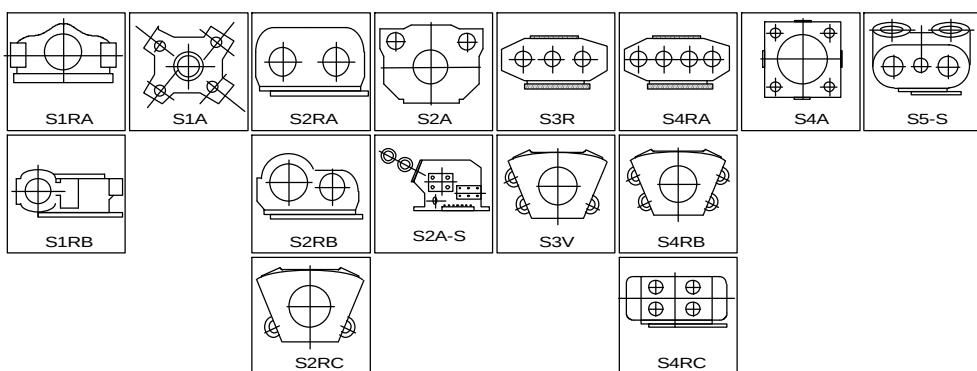
A - významné výrobky s ohľadom na obrat podniku (10 % výrobkov, 75 % obratu).

B - menej "významné" výrobky (20 % výrobkov, 15 % obratu).

C - "nevýznamné" výrobky (70 % výrobkov, 10 % obratu).

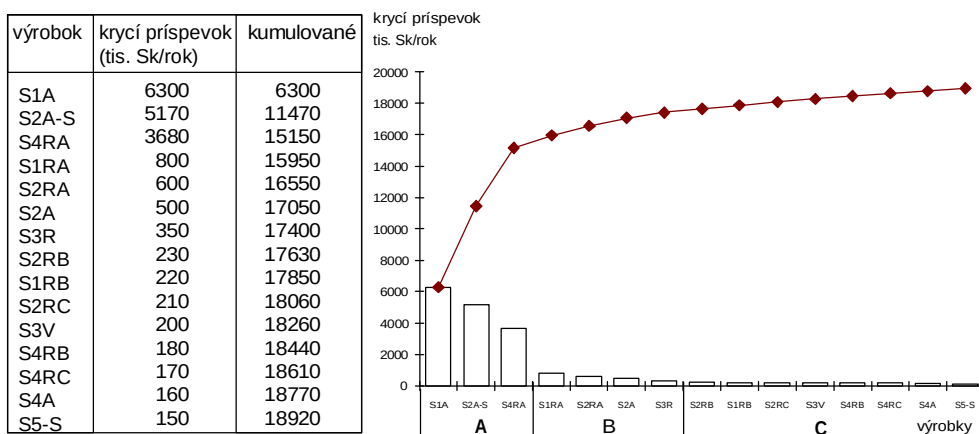
Príklad: ABC analýza

Na obr. 3.25 sú znázornení predstavitelia výrobného programu firmy, ktorou sa budeme zaoberať i v niektorých ďalších príkladoch.



Obr. 3.25. Predstavitelia výrobného programu firmy

ABC analýza výrobného programu je znázornená na obr. 3.26.



Obr. 3.26. ABC analýza výrobného programu

V tejto analýze sú pri jednotlivých výrobkoch vyčísl'ované krycie príspevky, t. j. rozdiel medzi cenou a variabilnými nákladmi. ABC analýza ukazuje tri skupiny výrobkov - S1A, S2A-S a S4RA, ktoré sa najvýznamnejšie podieľajú na ročnom obrate i zisku firmy. Týmto výrobkom budeme ďalej ešte venovať bližšiu pozornosť.

ABC analýza sa neobmedzuje iba na finálne výrobky, ale má široké uplatnenie i pri rozbere nakupovaných komponentov a materiálov alebo rozbere výrobných zásob.

Okrem uvedených druhov analýz môžu byť užitočné i nasledovné rozbery výrobkov a komponentov:

- I Rozbor na základe veľkosti výrobných dávok a opakovateľnosti výroby za rok.
- I Rozdelenie súčiastok do tried podľa rozmerov, hmotností a presností v súvislosti s použitými výrobnými, manipulačnými a skladovacími zariadeniami.
- I Priradenie výrobkových skupín ku skupinám strojov (obr.3. 27).

skupina výrobkov - reprezentant: _____		projekt: _____	
klasifikačný znak: _____		spracoval: _____	
počet výrobkov v skupine: _____		dátum: _____	
priemerný počet operácií: _____		materiál: _____	
požiadavky na stroj			
typ stroja	pracovné dĺžky (mm)	príkon (kW)	rozsahy otáčok
požiadavky na nástroje:		priemerný objem výroby / rok:	
požiadavky na prípravky:		priemerný počet zákaziek / rok:	

Obr. 3.27. Príklad formuláru pre priradenie výrobných skupín strojom

- I Analýza nákladov (obr. 3.28.). Pri tejto analýze by mali byť náklady na kus vyhodnocované i v závislosti na PQ diagrame a príčiny niektorých extrémnych prípadov (napr. vysoké náklady na kus pri vysokej sériovosti výroby) by mali byť podrobne rozobraté (napr. vysoká presnosť, technologické problémy, materiál a pod.).
 - I Rozbor súčiastok na základe prácnosti a časov na pretypovanie.
 - I Rozbor súčiastok na základe materiálov (druh materiálu, cena, množstvo, dodacie termíny a pod.).
 - I Rozbor súčiastok na základe hmotnosti - tzv. PG analýza. V tejto analýze sa obyčajne rozdeľujú komponenty výrobku do troch skupín podľa hmotností:
 - A** - veľké a ťažké prvky (stojany, skrine) vyznačujúce sa vysokými nárokmi na materiál, čas i technologické spracovanie. Pri týchto súčiastkach sa treba sústrediť na minimalizáciu priebežných dôb a časov skladovania, pretože viažu značné finančné zdroje.
 - B** - súčiastky všeobecného charakteru (hriadele, čapy, ozubené kolesá) s menšími nárokmi na materiál a technológiu spracovania. Pri týchto komponentoch je možné vytvárať určité zásoby v nadväznosti na výrobný plán.
 - C** - normalizované, unifikované a typizované súčiastky (spojovacie súčiastky, puzdrá a pod.), ktoré je možné vyrábať na sklad.
- Samostatným problémom rozboru výrobného programu je definovanie reprezentantov výrobných skupín. Reprezentanti sa využívajú vo viacerých ďalších fázach projektu (napr. hrubé kapacitné prepočty pre reprezentantov, rozbor materiálových tokov, simulácia výroby pre reprezentantov).
- Okrem tvarovej podobnosti by mal reprezentant spĺňať i nasledovné kritériá:
- I Typický sled operácií (výrobný postup) obsahujúci všetky dôležité výrobné prostriedky.
 - I Vysoký podiel na objeme výroby (časť A v ABC analýze).

- I Vysoký časový podiel na výrobe (normohodiny).
- I Charakteristická výrobná dávka a opakovateľnosť výroby.

pracovisko: _____		projekt: _____						
typ stroja: _____		spracoval: _____						
		dátum: _____						
náklady na výrobok	výrobné skupiny							
materiálové náklady								
výrobné náklady								
odstraňovanie chýb								
náklady na výrobu								
personálne náklady (Sk/perióda):								
dopravné náklady (Sk/perióda):								
náklady na plochy /Sk/perióda):								
réžia - materiál (%):								
réžia - výroba (%):								

Obr.3.28. Príklad formuláru pre analýzu nákladov

Analýza výrobného systému sa zameriava predovšetkým na existujúce stroje a zariadenia, personál a vyskytujúce sa organizačné, technické, prípadne personálne problémy. Základom zberu údajov sú obyčajne formuláre, z ktorých sa potom údaje štatisticky a graficky vyhodnocujú.

Príklad formuláru pre analýzu výrobných zariadení je na obr. 3.29. Pri analýzach personálu sa môže postupovať podobným spôsobom, pričom sa vyhodnocujú predovšetkým nasledovné údaje:

- I Celkový počet pracovníkov.
- I Percento fluktuácie (%).
- I Veková štruktúra (do 20, 21-35, 36-50, nad 50).
- I Kvalifikačná štruktúra (profesie, počty, tarifné triedy).
- I Štruktúra odmeňovania (výkonová, časová, prémiová mzda).

Medzi organizačné problémy, ktoré sú častokrát výsledkom analýzy, patria napr.: neprehľadný materiálový tok, nedostatočný prehľad o priebehu výrobného procesu, nedostatočný zber výrobných údajov, kapacitné úzke miesta vo výrobe, častokrát chýbajúci materiál, nástroje alebo prípravky, prácne zostavovanie výrobných podkladov, nedostatočná pružnosť systému riadenia výroby, neprehľadnosť systému sledovania výrobných nákladov a odmeňovania, nedostatočný prehľad o stave skladov a zásobníkov vo výrobe a i. Podrobná analýza a špecifikácia týchto nedostatkov môžu významne prispieť k tomu, aby sa v projekte venovala dostatočná pozornosť tým výrobným problémom, ktoré sú podstatné.

Z technických problémov, ktoré si zaslúžia pozornosť v analýze existujúceho stavu výroby je možné spomenúť predovšetkým nasledovné oblasti: nedostatočná pružnosť výrobných zariadení, problémy s dosahovaním kvality, špecifické problémy pri opracovaní alebo montáži určitých typov komponentov, poruchovosť zariadení a jej príčiny (napr.

mechanické komponenty, elektronika), nedostatky v údržbe, hlučnosť a emisie, nedostatočná disponibilita dopravných a manipulačných prostriedkov, stavebné problémy, problémy vzájomného prepojenia medzi pracoviskami, dopravným, manipulačným a skladovacím systémom a iné.

	Pracovisko:		Rok výroby:	
Projekt:	Číslo stroja:		Zaobstarávacie náklady (Sk):	
Dátum:	Typ stroja:		Zostatková hodnota (Sk):	
Pracovník:	Výrobca:		Hodinová sadzba (Sk/hod.):	
Oddelenie:	Riadenie (výrobca):		Výrobná plocha (m ²):	
Smennosť:			Príkion (kW):	
Priemerný čas na pretypovanie (min.):			Pracovný priestor (x-y-z):	
Priemerné využitie (%):			Poznámky:	
Priemerný počet porúch za rok:				
Priemerné trvanie poruchy (min.):				
časové charakteristiky pracoviska:	výrobné skupiny			
priebežný čas pracoviska				
čas na opracovanie				
čas na pretypovanie				
zásoby	výrobné skupiny - ks		hodnota - Sk	
polotovary				
rozpracovaná výroba				
montážne skupiny				
hotové výrobky				

Obr. 3.29. Príklad formuláru pre analýzu pracovísk

Samostatnou časťou analýz výrobného systému sú analýzy zamerané na výrobné postupy (zlučovanie operácií, zmeny spôsobov upnutia súčiastok, zmeny počtu a poradia operácií a pod.), súvisiace so zmenami výrobných prostriedkov (napr. zakúpenie nového stroja).

Ďalšími dôležitými analýzami sú rozbory materiálových a informačných tokov.

Pri analýzách materiálových tokov sa nám osvedčil formulár zobrazený na obr.3.30. Niekedy je vhodné vykonať aj analýzu plôch – obr.3.31.

 Inštitút Priemyslového Inžinierstva Žilina				Analýza priebehu výroby výrobok: dávka:		spracoval: dátum: námety na zlepšenie:	
ope- rácia	čas (min.)	náklady (Sk/ks)	vzdialenosť (m)	popis operácie	typ operácie	poznámka	
S1	480	12		vstupný sklad	○ → □ ▮ ▽		
	0,5	4	30		○ → □ ▮ ▽		
10	25	35		vypaľovanie materiálu	● → □ ▮ ▽		
	10	5		kontrola povrchu, meranie	○ → ■ ▮ ▽		
	0,4	3	20		○ → □ ▮ ▽		
20	39	40		frézovanie	● → □ ▮ ▽		
poznámky:							
○ - operácia → - doprava □ - kontrola ▮ - zdržanie ▽ - skladovanie							

Obr. 3.30. Formulár pre analýzu materiálového toku

Tento formulár umožňuje prípravu všetkých údajov, ktoré sú potrebné pre zostrojenie krivky prírastku hodnoty (obr. 3.32), ktorú sme spomínali v predchádzajúcej časti. Táto krivka veľmi názorne ukazuje závislosť nákladov od časového priebehu výroby. Na vodorovnej osi tohto grafu je možné zaznamenať priebežnú dobu výroby a jej zložky, ktoré pridávajú hodnotu k výrobku (obrábanie) a ktoré hodnotu výrobku nezvyšujú (napr. čakanie v sklade). Na zvislej osi je možné vidieť prírastok hodnoty v jednotlivých operáciách výrobného procesu. Tento prírastok zodpovedá výkonovej norme danej operácie vynásobenej hodinovými sadzbami stroja, nástroja a pracovníka:

$$PH_i = N\check{C}_i \times HSS + N\check{C}_i \times HSN + N\check{C}_i \times HSP$$

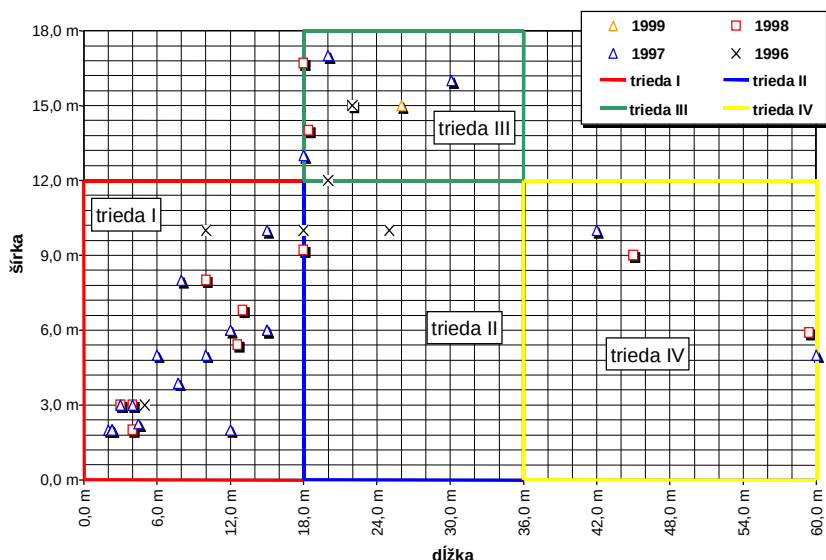
kde

$N\check{C}_i$ - norma času i - tej operácie,

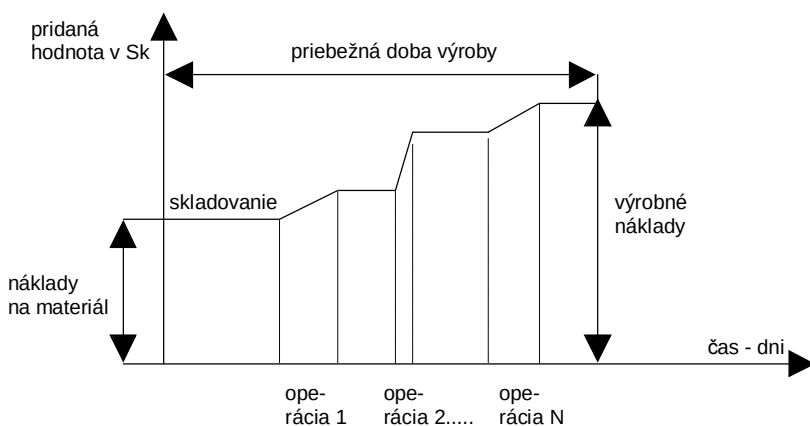
HSS - hodinová sadzba stroja,

HSN - hodinová sadzba náradia,

HSP - hodinová sadzba pracovníka.



Obr. 3.31. Analýza plôch vo výrobnom systéme



Obr. 3.32. Krivka prírastku hodnoty vo výrobe

K metódam pre rozbor materiálových tokov sa ešte vrátíme v časti venovanej vytváraniu výrobnej dispozície. Pre analýzu informačných tokov je možné použiť formulár podľa obr. 3.33. Informačné toky sa zakreslia označenými šípkami do výrobnej dispozície a ku každej šípkе sa spracuje takýto formulár.

Výsledky vyššie uvedených analýz je vhodné spracovať napríklad graficky, tak ako je to demonštrované na našom ďalšom príklade. Podobné druhy analýz sú potom veľmi dobrým nástrojom, ktorý môže projektantom pomôcť definovať úzke miesta vo výrobe a presne formulovať a kvantifikovať dôležité ciele, na ktoré sa má projekt zamerať.

Príklad: Analýza výrobného systému

Vráťme sa k nášmu problému z vyššie uvedeného príkladu, v ktorom sme definovali tri významné výrobkové skupiny - S1A, S2A-S a S4RA. Podnik má pomerne zastaralý strojový park a rozhodol sa modernizovať výrobu práve pre uvedené tri výrobkové skupiny, ktorých odbyť by mal podľa prognóz v ďalších rokoch rásť. Niektoré charakteristiky existujúcej výroby sú znázornené na obrázku 3.34.

Analýza existujúceho výrobného systému ukázala predovšetkým nasledovné skutočnosti:

- I Vysoký podiel činností, ktoré nepridávajú hodnotu výrobkom na výrobných nákladoch (pretypovanie strojov, oprava nepodarkov, doprava a skladovanie).
- I Permanentne vysoká rozpracovanosť výroby, ktorá spôsobuje viazanie kapitálu, ale aj neúmerné predlžovanie priebežných časov a veľké skladovacie plochy.
- I Uvedené problémy spôsobujú nepružnosť výroby a znižovanie zisku, pretože ceny výrobkov nie je možné zvyšovať.
- I Úzkym miestom vo výrobe sú pracoviská frézovania, s pomerne vysokými nárokmi na pretypovanie strojov.
- I Súčasný priebeh výroby je charakterizovaný neprehľadnosťou a neschopnosťou pružne reagovať na požiadavky zákazníkov, predovšetkým v troch strategických výrobných skupinách.

Pozrime sa teraz na iný prípad – firmu ALFA:

Firma ALFA je jedným z dvoch najvýznamnejších priemyselných výrobcov v regióne.

Pri vstupe do firmy nás prekvapuje nový vzhľad prijímacej miestnosti a kvety, ktoré pribudli od našej poslednej návštevy. Víta nás pani Tománková a spolu vchádzame do jej miestnosti s flipčartom, kde nás čakajú ďalší dvaja pracovníci. Prvý je pán Rusnák v stredných rokoch, ktorý je šéfom zásobovania. Druhý je pán Adamec - asi 27 - 30 ročný nový výrobný dispečer.

Po prvých zdvorilostných frázach prechádzame k jadrú nášho stretnutia. Pani Tománková nám vysvetľuje situáciu firmy:

„Konkurencia na trhu nás donútila v posledných dvoch rokoch veľmi zvýšiť sortiment výroby. V našom podniku sú zastúpené prakticky všetky základné výrobné technológie a vyrábame z veľkého sortimentu rozličných druhov materiálov a polotovarov.“

„Práve to je jeden z našich hlavných problémov.“ Prerušuje pani Tománkovú šéf zásobovania. „Kvôli veľkému sortimentu materiálov máme obrovské problémy s dodávateľmi. Na sklade máme veľké zásoby a napriek tomu častokrát chýba požadovaný materiál.“

„Počkaj Jaro, dostaneme sa aj k zásobovaniu,“ hovorí pani Tománková „Myslím si však, že náš hlavný problém je inde. Jednoducho máme veľa rôznych zákaziek a máme problémy s ich plnením.“

„Môžete to bližšie vysvetliť?“ pýtam sa.

„Náš problém je, že máme viac zákaziek ako sme schopní vyrobiť, takže by sme potrebovali zvýšiť výrobný výkon. Pri prijatých zákazkách máme neustále problémy s plnením termínov.“

Deväťdesiatdeväť percent komponentov zákazky v hodnote niekoľko desiatok miliónov korún je pripravených v expedičnom sklade a expedícia musí čakať niekoľko dní alebo týždňov na chýbajúci komponent.

„A kde je príčina?“ pýta sa Milan, usilovne píšuci do svojho poznámkového bloku.

		Analýza informačného toku		spracoval: dátum: námety na zlepšenie:	
		informačná väzba č.: označenie:			
		od:	do:		
údaj č.	obsah	formát	prenos	zadávanie	čas prenosu
použité symboly					
	napr. - číslo zákazky - číslo operácie - počet kusov - číslo stroja a pod.	napr. Č - číslo T - text V - výber položky z menu K - kód H - čas D - deň S - Sk	napr. R - ručne T - terminál TI - tlačidlo Te- telefón - iné	napr. K - kartička P - počítačový prenos Č - čiarkový kód S - svetelný signál Te- telefón - iné	napr. U - pri výskyte udalosti ZZ- začiatok smeny KZ- koniec smeny - a pod.

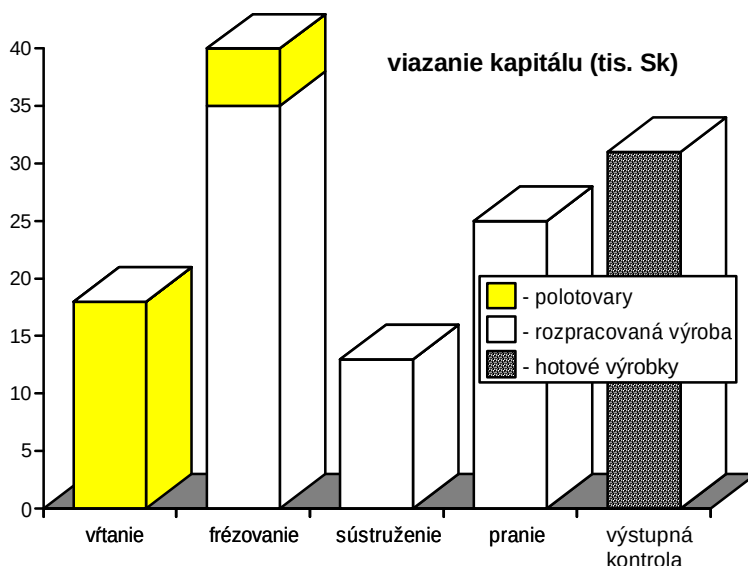
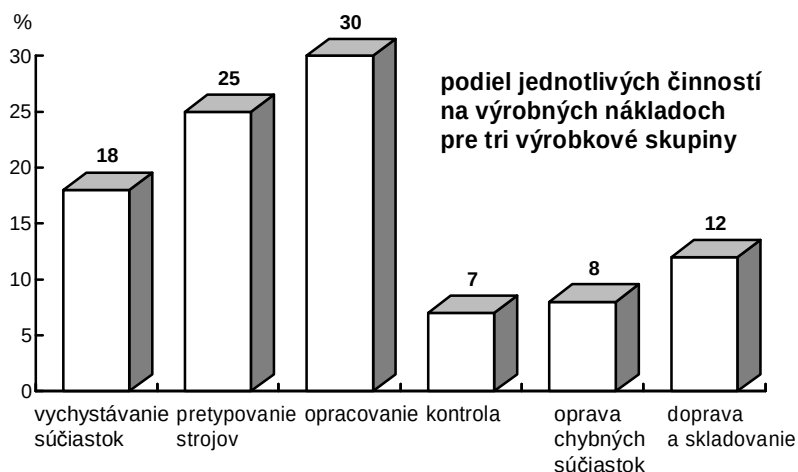
Obr. 3.33. Formulár pre analýzu informačných tokov vo výrobnom systéme

„Príčina je v tom, že naše oddelenie marketingu pracuje zle!“ vstupuje do rozhovoru výrobný dispečer „Svoje požiadavky nám posielajú v poslednej chvíli a ešte ich v priebehu výroby menia.“

„To je pravda,“ dopĺňa pani Tománková, „Ale tých príčin je viac. Ty predsa vieš, Róbert, že sa vo výrobe stráca materiál, že sa neplnia plánované termíny, že chýba materiál, ktorý mal byť na sklade.“

„Čo rozumiete pod strácaním sa materiálu?“ pýtam sa.

„Je viacero príčin.“ vysvetľuje dispečer „Máme veľmi veľa prepravy materiálu medzi rôznymi výrobnými strediskami v podniku. Možno ste videli na dvore pri vchodoch do budov množstvo paliet s materiálom. Pri takomto množstve rozpracovanej výroby sa materiál niekedy jednoducho stratí a za týždeň sa niekde zase objaví.“



Obr. 3.34. Niektoré charakteristiky analyzovaného výrobného systému pre definované tri výrobné skupiny

„Sú aj iné formy strácania sa materiálú,“ pokračuje dispečer, „Sú výrobné operácie, kde sa napríklad plech nesprávnou manipuláciou znehodnotí a potom chýba. Alebo robotník vyrobí nepodarok, ale do lístku na paletu ho nezapíše, alebo materiál jednoducho zmizne.“ Pokračuje dispečer. Jeho mladosť alebo snaha riešiť problémy v novej funkcii, ho vedú k úprimnosti, na akú nie sme vždy zvyknutí.

O týždeň vstupujeme do miestnosti pani Tománkovej s hromadami papierov a začíname diskusiu na tému analýza problémov a stanovenie cieľov projektu. Náš tím sa rozrástol o prizvaných hostí z oddelenia marketingu a obchodu, prípravy výroby a prišiel aj vrchný majster z výroby.

Milan moderuje diskusiu a snaží sa okamžite eliminovať zárodky konfrontácie.

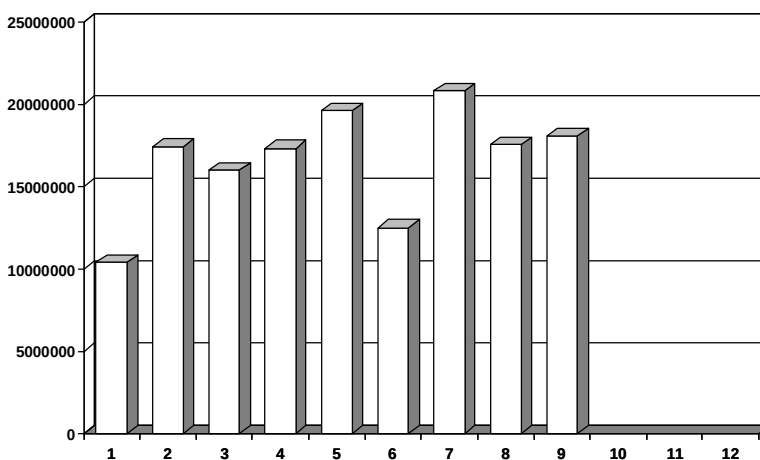
„Ako môžem dodržiavať limit zásob, keď marketing a obchod neustále mení svoje požiadavky?“ ostro atakuje šéfa marketingu vedúci zásobovania.

„Presne tak“, pridáva sa výrobný dispečer „Veľmi rýchle si zabudol na výrobu, v ktorej si začínal. Ako by si si neuvedomoval, čo tvoje požiadavky znamenajú pre plánovanie výroby, plánovanie požiadaviek na materiál, náradie a prestavovanie zariadení. Celá vina za neplnenie plánu a vysoké výrobné náklady leží potom na nás, ale príčina je v marketingu a v obchodnom oddelení.“

Marketingový riaditeľ vyzerá trochu zaskočený, ale oponuje: „Keby sme vyrábali podľa vás, tak by sme celý rok produkovali jeden druh výrobku z jedného druhu materiálu, ktorý by končil v expedičnom sklade.“

„Skúsme oddeliť od seba problémy a ich príčiny,“ prerušuje konflikt Milan, „Hovorme o problémoch a príčiny budeme analyzovať v ďalšom kroku.“

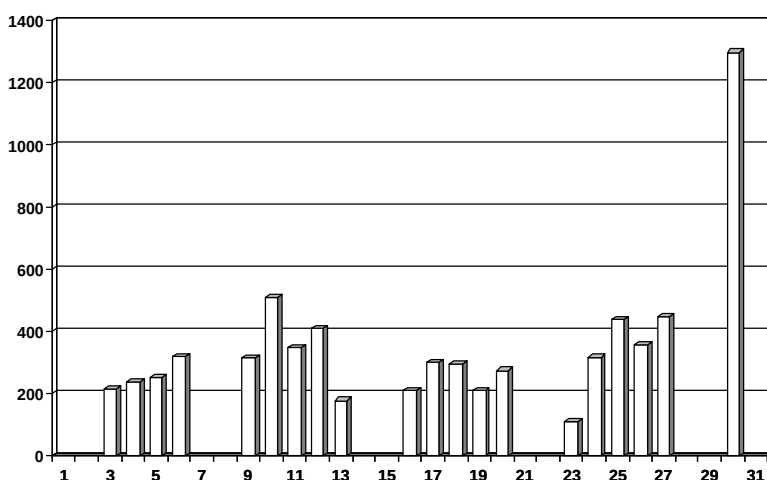
Výrobný dispečer nám ukazuje odvádzanie výroby v jednotlivých mesiacoch (obr. 3.35.).



Obr. 3.35. Mesačné odvádzanie výroby v Sk vo firma ALFA

„V šiestom mesiaci sme mali veľké množstvo zákaziek a tak sa vedenie rozhodlo, že sa do výroby zadá viac výrobných úloh ako obvyčajne.“ vysvetľuje pani Tománková. „Výsledok vidíte sami - vyrobili sme výrobky v hodnote o 6 miliónov menej ako obvyčajne. Na vlastnej koži sme si overili pravidlo, že ak do výroby dáme viac materiálu, z výroby ho viac nevystúpi. Dosiahli sme iba zvýšenie rozpracovanosti výroby, jej preťaženie a ešte väčší chaos, ako obvyčajne.“

„Druhý obrázok je rovnako zaujímavý.“ pripája sa dispečer „Ukazuje odvádzanie výroby v nosnej výrobkovej skupine v jednotlivých dňoch v mesiaci. Denne sa odvádzá výroba okolo 200 - 300 tisíc Sk a na konci mesiaca nasleduje tigrí skok, ktorý sa mesiac čo mesiac opakuje (obr.3.36.). Aby sa splnil mesačný plán, v posledných dňoch mesiaca sa pracovníci z výroby presúvajú na montáž, kde kompletizujú rozpracovanú výrobu. Na začiatku ďalšieho mesiaca potom obvyčajne chýbajú komponenty na montáž, výroba sa pomaly rozbieha a na konci mesiaca sa znova šturmuje.“



Obr. 3.36. Denné odvádzanie výroby v Sk vo firme ALFA

Živá diskusia pokračovala vyše troch hodín. Ukázalo sa, že problémy sú pomerne jasné, ale každý ich vidí trochu z iného uhla pohľadu.

Podarilo sa nám definovať nasledovné hlavné skupiny problémov:

1. Neplnia sa plánované termíny kompletizácie výrobných objednávok.
2. Je veľmi ťažké reagovať na súrne požiadavky marketingu, ktoré sú oznamované v poslednej chvíli.
3. Vo výrobe sa prejavuje tzv. „študentský syndróm“, t. j. šturmovanie na konci plánovacej periódy, ktoré spôsobuje, že graf odvádzania výroby pripomína tvar hokejky.
4. Podnik má príliš vysoké zásoby.
5. Napriek vysokým zásobám častokrát chýba požadovaný materiál alebo komponenty.
6. Priebežné časy vo výrobe sú príliš dlhé.
7. Neustále sa menia priority jednotlivých výrobných úloh a riadenie výroby je nesmierne náročné.

Pri diskusii sa ukázalo, že každá skupina má na problémy a dôležitosť ich riešenia trochu iný uhol pohľadu:

- I Šéf nákupu má záujem riešiť hlavne tok materiálu vo vzťahu k zásobám. V podniku existuje limit zásob na sklade materiálu a za jeho prekračovanie je oddelenie zásobovania finančne postihované. Problém je v neštandardných materiáloch i v tom, že sa materiál vo výrobe stráca.
- I Pani Tománková má záujem zvýšiť priepustnosť výroby - firma je schopná predat' minimálne o 50 % viac ako vyrába. Problémom je, že zákazníci nie sú schopní v dlhšom predstihu špecifikovať presné požiadavky a zákazku požadujú skompletizovať k jednému termínu.

- I Výrobný dispečer má problémy s permanentným meškaním úloh a so „strácaním“ materiálu. Meškania úloh sú spôsobené viacerými faktormi - nepresnosti v podnikovom systéme plánovania a riadenia výroby, vysoké zásoby vo výrobe, neustále korekcie vo výrobnom pláne a iné.
- I Pracovníci marketingu trvajú na tom, že výroba musí byť schopná dodávať expedícií požadované výrobky v požadovaných termínoch, množstve a kvalite. Zároveň tvrdia, že nie je možné dlhodobo presne predpovedať požiadavky klientov.
- I Riaditeľ podniku sleduje jeden jediný cieľ - zvýšenie zisku. Ako cestu k tomu nariadil zvýšiť výrobný výkon, znížiť výrobné náklady a zvýšiť produktivitu práce v podniku.

Celá miestnosť je oblepená letákmi s mnohými zachytenými problémami a nikto nevie, kde začať rozmotávať tento začarovaný kruh.

„Mnohé z týchto problémov poznáme veľmi dobre a pokúšali sme sa ich riešiť,“ prerušuje mlčanie pani Tománková „Skoro žiadne riešenie sme však neukončili. Niekedy vyplával na povrch iný dôležitý problém a ten predchádzajúci sme odsunuli ad acta. Riešime jednoducho príliš veľa vecí naraz a okrem toho je každý z nás zavalený množstvom rutinnej každodennej práce.“

„Skúsme sformulovať jeden cieľ, ktorý bude pre nás všetkých spoločný.“ navrhuje Milan. „Myslím si, že každý z vás bude súhlasiť, že primárnym cieľom vášho podniku je zvýšiť zisk.“

Všetci účastníci súhlasne prikyvujú.

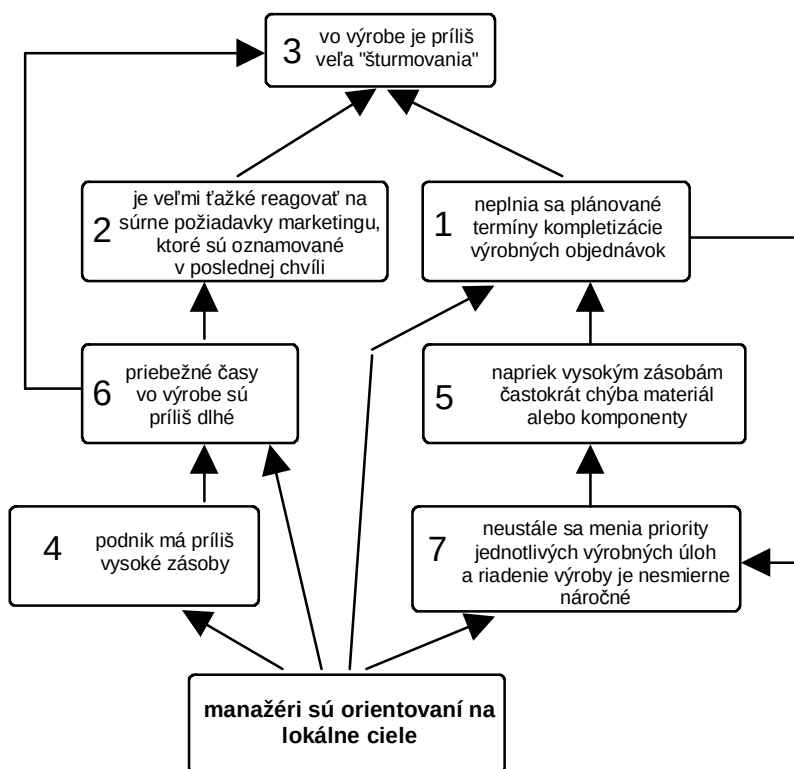
„Jednou z ciest k tomuto cieľu je zvýšiť výrobný výkon, pretože máte viac zákaziek, ako v súčasnosti produkuje. Vyjadril som to správne?“ obracia sa Milan na riaditeľa marketingu.

„Áno, je to tak.“ súhlasí riaditeľ a dodáva „Okrem zvýšenia výrobného výkonu, je však dôležité zlepšiť aj presnosť v plnení termínov.“

„Druhá cesta ako môžeme zvýšiť zisk, je zníženie vstupov do výroby.“ pokračuje Milan. „Z toho, čo som zatiaľ počul, vidím najväčšie rezervy v znížení zásob a postupnej analýze a znižovaní prevádzkových nákladov.“

Na flipčarte sa pokúšame zachytiť hlavné problémy, ktoré sme diagnostikovali (obr. 3.37) a ich príčiny.

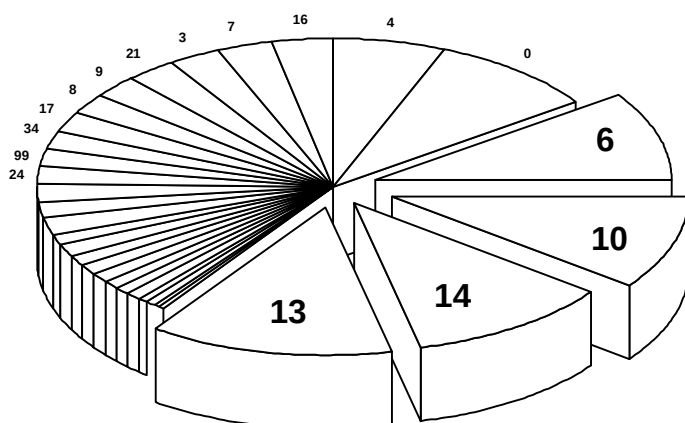
Pri diagnostike príčin sme dospeli k názoru, že hlavnou príčinou všetkých problémov, ktoré sme zistili je, že každé oddelenie v podniku pracuje podľa lokálnych cieľov, má vlastné záujmy a snaží sa dosiahnuť „lokálne optimum“.



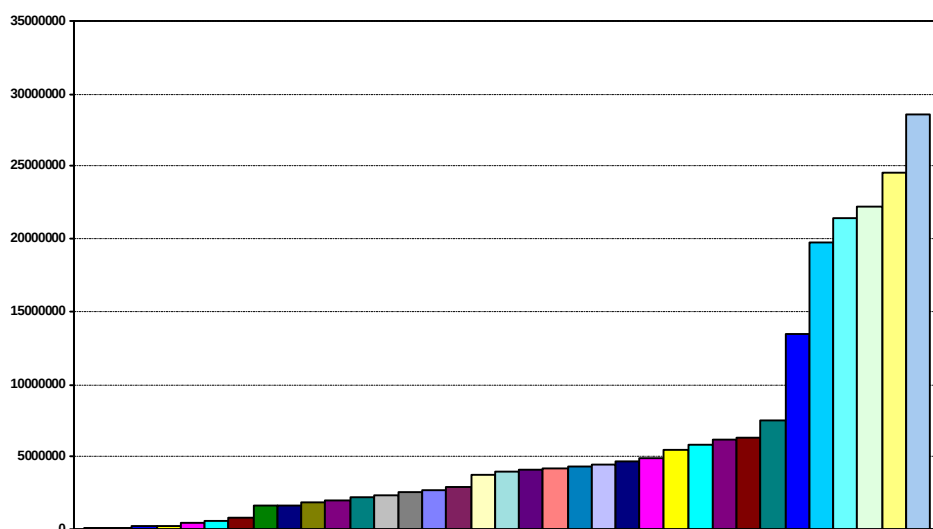
Obr. 3.37. Zhrnutie hlavných problémov

Pre každé výrobné stredisko je lokálnym cieľom maximalizovať výrobný výkon. Každý majster požaduje od podriadených pracovníkov čo najväčší výkon na pridelenom stroji. Aby sa dosiahol maximálny výrobný výkon a využitie zariadení, výrobní dispečeri sa usilujú vyrábať v čo najväčších výrobných dávkach. Materiál sa do výroby zadáva preto, aby „stroje a pracovníci mohli pracovať“. Častokrát sa zbytočne vyrobí komponenty, ktoré neboli potrebné a spotrebovaný materiál chýba do komponentov, ktoré požaduje expedícia. Zásobovanie sa usiluje udržiavať na sklade požadovaný sortiment, aby nebolo príčinou chýbajúceho materiálu. Marketing sa orientuje na trh a požiadavky zákazníkov, ale ignoruje reálne problémy vo výrobe a v zásobovaní, ktoré vznikajú pri neustálych zmenách požiadaviek a nedostatočnej komunikácii s výrobou.

Na záver sa pokúšame zhrnúť hlavné problémy do stromu súčasných problémov tak, ako sme to popisovali vyššie.



Obr. 3.38. Podiel štyroch vybraných výrobných skupín na celkovej výrobe



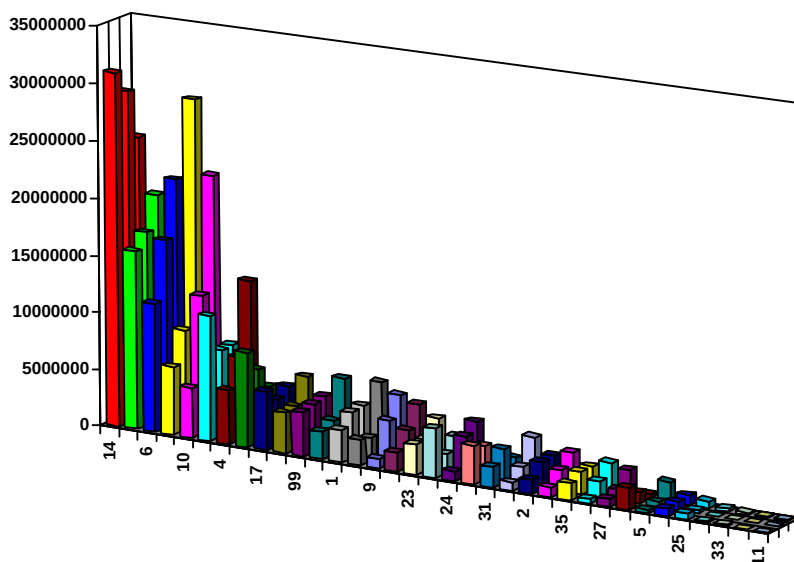
Obr. 3.39. Zoradenie výrobných skupín podľa objemov výroby za rok

V prípade, že má podnik veľmi široký výrobný program a veľkú komplexnosť výroby, čo je typické pre väčšinu slovenských podnikov, nie je možné obyčajne zozbierať a analyzovať všetky údaje. V takomto prípade je vhodné zamerať sa napríklad na nosné výrobné skupiny. Na obr. 3.38 je zobrazený takýto prípad práve z podniku ALFA, kde štyri výrobné skupiny tvoria takmer polovicu ročného obrátu firmy.

Na obr. 3.39 a obr. 3.40 je táto analýza doplnená aj PQ rozborom za posledné tri roky, ktoré ukazujú, že tieto výrobné skupiny patria stabilne k nosným výrobkom. Priebeh materiálového toku je zobrazený na obr. 3.41.

V tomto podniku sa v posledných rokoch výrazne rozšíril výrobný sortiment. Do podniku sa doplnili nové výrobné zariadenia, umiestnili sa však bez podrobnejších analýz

materiálových tokov. Výsledok je možné vidieť na obrázku. Medzi vstupným skladoom polotovarov a montážou „blúdia“ komponenty v komplikovaných materiálových tokoch.

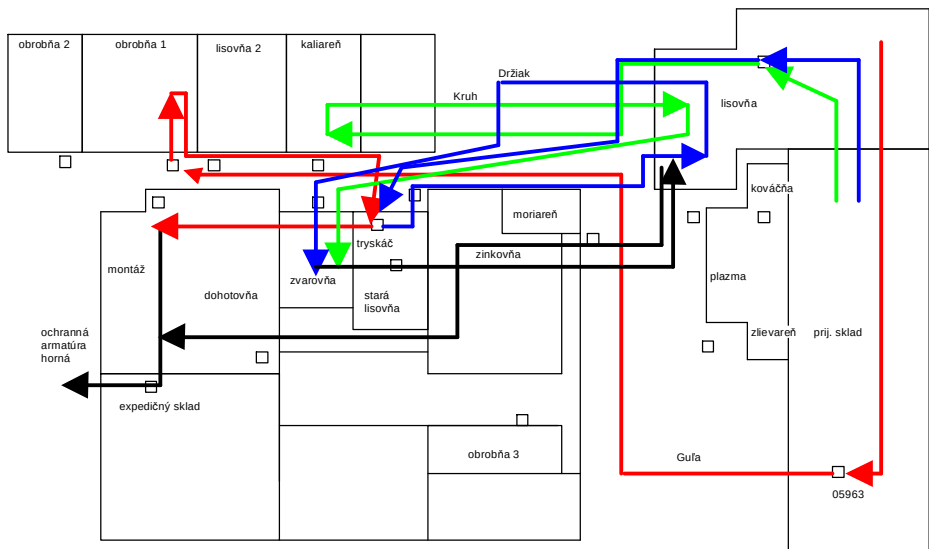


Obr. 3.40. Zoradenie výrobných skupín podľa objemov výroby za posledné tri roky

Okrem zložitej prepravy materiálu dochádza aj k ďalším negatívnym javom vo výrobe:

- I “Tratenie“ materiálu - materiál sa znehodnotí, „zmizne“, alebo sa dočasne stratí v priestoroch zaplnených množstvom paliet medzi výrobnými strediskami.
- I Problémy s plnením termínov, zložité riadenie výrobného procesu, preťaženie majstrov aj výrobných dispečerov.
- I Problémy s kompletizáciou zákaziek, pretože až na montáži sa častokrát zistí, že chýbajú niektoré komponenty.

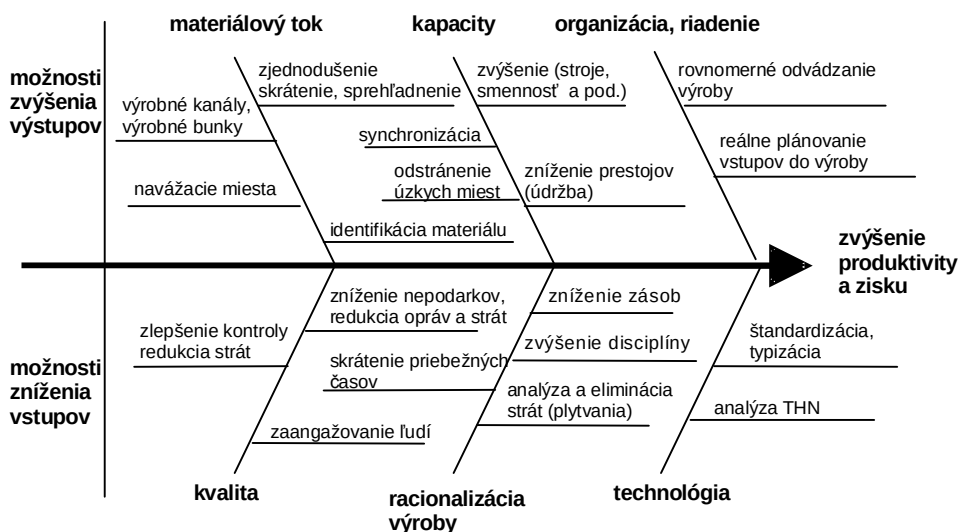
Pracovisko	Položka			
	Guľa 10-1-055.06	Kruh 10-1-050	Držiak 10-2-044	Polozostava 10-0-055
Pilka 05963	50			
Sústruh rev.NC 24548	31,67 → 16,67			
Brúska D=350 25682	6,66			
Tryskáč 86173	3,33		3 3	
Kontrola	K	K	K K K	K
Lis 1000kN 13115		5,66 8,33 6,66	3,66 3	
Zaobľovačka 15999		10		
Žihacia pec 51718		3,34	10	
Ručné práce		10		33,34 16,7
Ohýbačka 13879		33,34 33,34	4,16	
Pechovanie 11547			9,16	
Lis 630 13114			3	
Lis 13199			16,67	
Zváranie 12753				36,7 33,3
Zinkovanie 46973				42



Obr. 3.41. Priebeh materiálového toku v podniku ALFA pre výrokovú skupinu 13

Po uvedenej analýze materiálových tokov pre štyri výrobkové skupiny sme sa v tejto firme rozhodli pre nasledovný postup riešenia:

1. Detailný rozbor materiálových tokov všetkých výrobkov v danej skupine (ide o stovky komponentov).
2. Vyčlenenie skupín súčiastok s podobnými materiálovými tokmi.
3. Výber pracovísk pre vybrané súčiastky a prepočty ich kapacitného vyťaženia.
4. Vyčlenenie vybraných pracovísk dvoma spôsobmi:
 - Fyzicky oddelené, samostatné výrobné bunky.
 - Kapacitné kanály - pracoviská zostanú na pôvodnom mieste, ale budú rezervované iba pre definované výrobkové skupiny a budú mať vlastný systém riadenia.
5. Projekt samostatných výrobných buniek a výcvik výrobných tímov pre bunky.



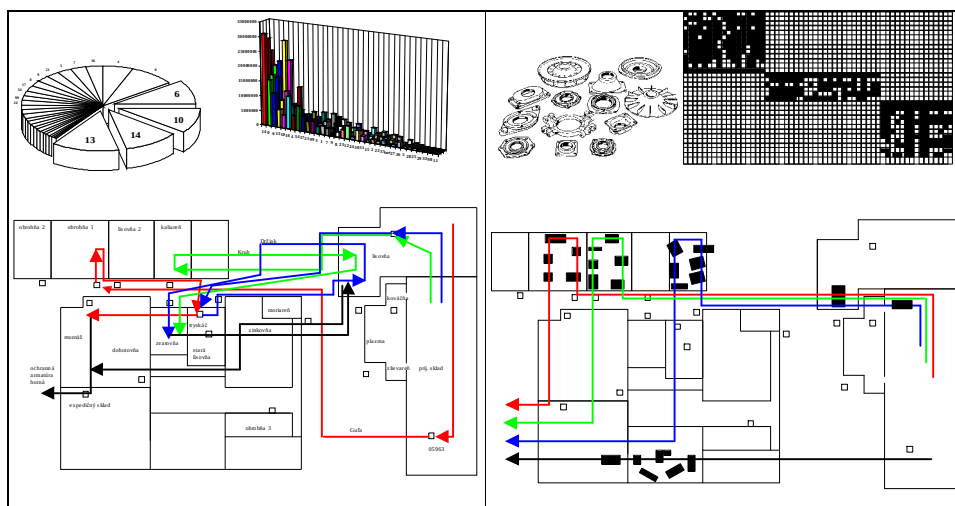
Obr. 3.42. Ciele projektu v podniku ALFA

Detaily venované triedeniu súčiastok s ohľadom na segmentáciu výrobu budú uvedené v časti venovanej vytváraniu výrobných dispozícií (layoutu).

Existuje množstvo ďalších analýz, ktorým sa budeme venovať ešte v ďalších častiach (napr. materiálové toky, priebežné doby výroby, WIPAC krivka a iné). Podstatou je, aby sme dostali merateľné a platné informácie o tých častiach výrobného systému, ktoré ideme meniť. Ak chceme niečo zlepšiť, musíme to najskôr odmerať a musíme si overiť, či sme to odmerali správne.

Pri zbere podkladov pre projekt a pri ich analýze však nejde iba o vyplnenie formulárov a ich spracovanie, ako by sa na prvý pohľad zdalo. V mnohých podnikoch sa informácie delia na „oficiálne“, ktoré sa ukazujú návštevníkom a manažmentu, a „neoficiálne“, podľa ktorých sa

pracuje. Častokrát sme sa stretli s prípadmi, že sa plánovala výroba na stroje, ktoré v dielni už dávno neboli alebo sa archivovali výrobné postupy, podľa ktorých nikto v dielni nepracoval. Pri príprave údajov pre projekt je preto dôležité neuspokojiť sa s prvými podkladmi a overiť si ich platnosť. Veľmi užitočné informácie vedú poskytnúť napríklad majstri vo výrobe, výrobní dispečeri alebo údržbári.



Obr. 3.43. Princíp segmentácie v podniku ALFA

Základom je ísť bližšie k procesom a počúvať ľudí z výroby a neustále sa pýtať prečo, aby sme prišli ku koreňu problému (obr. 3.44).

Veľmi opatrne treba postupovať i pri prezentácii prvých zistení faktov o priebehu výroby a ich analýz. Ľudia sú veľmi citliví na negatívne hodnotenia a mnohé kritické zistenia berú častokrát veľmi osobne. Pri prezentáciách vstupných analýz je preto taktické vyhnúť sa negatívnym formuláciám, t. j. nehovoriť o „problémoch“, „nedostatkoch“ a „neporiadku“. Treba radšej poukázať na „možnosti zlepšenia“, „oblasti pre možné zmeny“ a pod. Nie je dobré, ak sa hneď na začiatku postaví ľudia proti projektu, pretože boli podrobení kritike pred druhými, alebo ak výsledky analýz spôsobia zbytočné konflikty medzi pracovníkmi v podniku. Aj pri projektovaní je potrebné trochu diplomacie, psychológie a pochopenia pre problémy druhých ľudí. Spôsob, akým prezentujeme výsledky projektu, do značnej miery ovplyvňuje ako s nami budú pracovníci ďalej spolupracovať a ako napokon prijímú výsledky projektu.

*„Pri prejave zavážia tri veci: **kto** hovorí, **ako** to hovorí a **čo** hovorí. Z tých troch najmenej záleží na tretej“. (Morley).*

Analyzovaný proces				
	Kritická analýza		Možné riešenia	Výber riešenia
ČO	Čo sa robí?	Prečo sa to robí?	Čo sa dá ešte urobiť?	Čo budeme robiť?
AKO	Ako sa to robí?	Prečo sa to robí týmto spôsobom?	Ako?	Ako?
KTO	Kto to robí?	Prečo to robí táto osoba?	Kto by to ešte vedel urobiť?	Kto to bude robiť?
KEDY	Kedy sa to robí?	Prečo potom?	Kedy?	Kedy?
KDE	Kde sa to robí?	Prečo tu?	Kde ešte?	Kde sa to bude robiť?

Obr. 3.44. Kritická analýza procesov

Stanovenie cieľov projektu

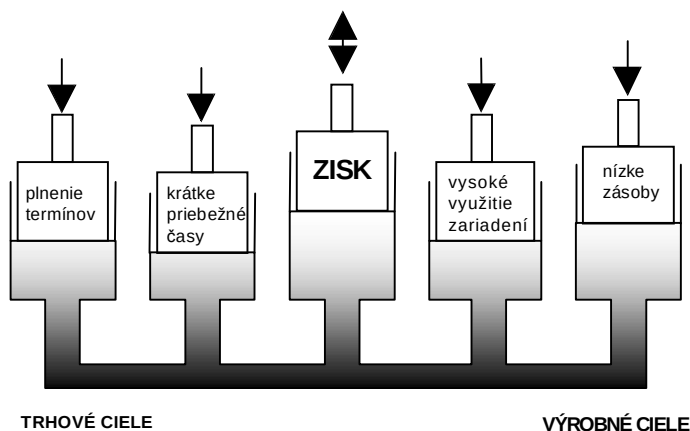
Keď v podniku diskutujeme o tom, čo je potrebné riešiť, dostávame obyčajne množstvo rôznych odpovedí. Ciele častokrát zodpovedajú lokálnym záujmom jednotlivých oddelení alebo ľudí. Tieto názory je potrebné zozbierať, avšak k formulácii cieľov projektu je nutné pristupovať z pohľadu celého podniku. Pri stanovení cieľov projektu sa treba teda zamerať na aktivity, ktoré pomôžu podniku zvyšovať zisk. Zisk je však možné dosahovať rôznymi, častokrát aj protichodnými opatreniami (obr. 3.45). Už pri stanovení cieľov projektu je potrebné riešiť niektoré kompromisy, ktoré sa vyskytujú v projekte a v prevádzke výrobného systému (obr.3.46 a obr.3.47).

Klasické dilemy vo výrobe sú napríklad:

- I Dilema medzi vysokým využitím zariadení a vysokými zásobami na jednej strane a krátkymi priebežnými časmi vo výrobe a nízkymi zásobami na druhej strane.
- I Dilema medzi nákladmi na skladovanie a nákladmi na pretypovanie zariadení pri zmenách veľkosti výrobných dávok.
- I Dilema medzi nákladmi na obrábanie pri vysokej presnosti súčiastok a nákladmi na montáž pri potrebe korigovať nepresnú výrobu.
- I Dilema medzi stupňom využitia kapacity a jednotkovými nákladmi. Pri preťažovaní kapacít pri stúpajúcich objemoch výroby môžu jednotkové náklady stúpať (častejšie poruchy, nedostatok času na údržbu, fluktuácia personálu a pod.).

Smerom k trhu sa snaží väčšinou podnik prezentovať širokou variantnosťou výrobkov v stále sa zmenšujúcich výrobných množstvách a dokonalým plnením termínov, čo si vyžaduje krátke priebežné časy vo všetkých podnikových činnostiach. Táto marketingová

filozofia, však výrobe väčšinou nevyhovuje, pretože z výrobného (a vnútropodnikového) hľadiska je výhodnejšie vyrábať vo väčších výrobných množstvách a vysoko využívať výrobné kapacity. Okrem pozitívnych vplyvov (redukcia prestojov, zjednodušenie plánovania a riadenia a pod.) má však tento prístup i mnohé negatívne dôsledky, predovšetkým s ohľadom na zvyšovanie rozpracovanosti výroby, predlžovanie priebežných časov a v konečnom dôsledku i na neplnenie termínov.

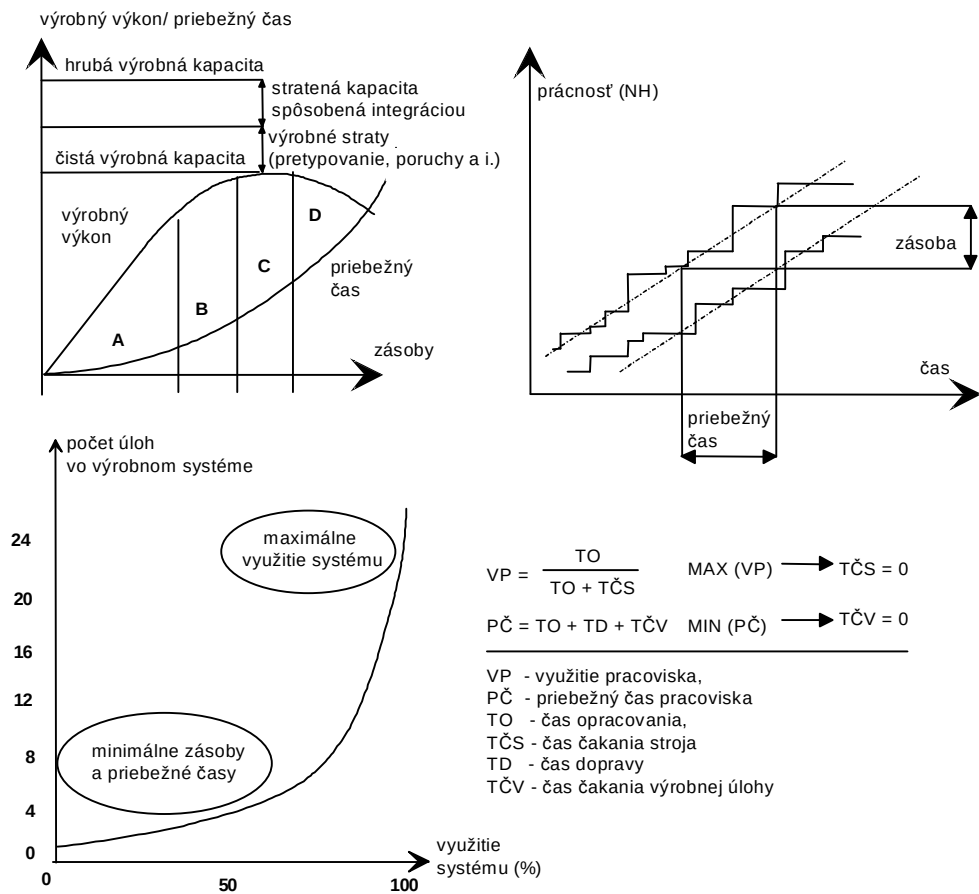


Obr. 3.45. Protichodnosť cieľov vo výrobe

Ak sa teda usilujeme o zvyšovanie zisku, tak máme v podstate dve základné možnosti (obr. 3.48):

1. **Zvýšenie výstupov.** Jednou možnosťou je zvyšovanie objemu predaja pri nových výrobkoch alebo pri prieniku na nové trhy. Druhou možnosťou môže byť napríklad zvýšenie hodnoty výrobku a jeho ceny. Táto stratégia je väčšinou možná pri nových typoch výrobkov, s ktorými prichádza firma na trh ako prvá, alebo pri výrobkoch s niektorými výnimočnými vlastnosťami, za ktoré je ochotný zákazník zaplatiť i vyššiu cenu.
2. **Zníženie vstupov.** Táto stratégia je obvyčajne v centre záujmu výrobného manažmentu a mala by sa jej v projektovaní, ale i v prevádzke výrobného systému, venovať neustála pozornosť. Zníženie vstupov súvisí s redukovaním nákladov, ale aj so skracovaním priebežných časov, pretože, ako sme už povedali, čím menej času strávi materiál vo výrobe, tým menej nákladov sa naň „prilepí“.

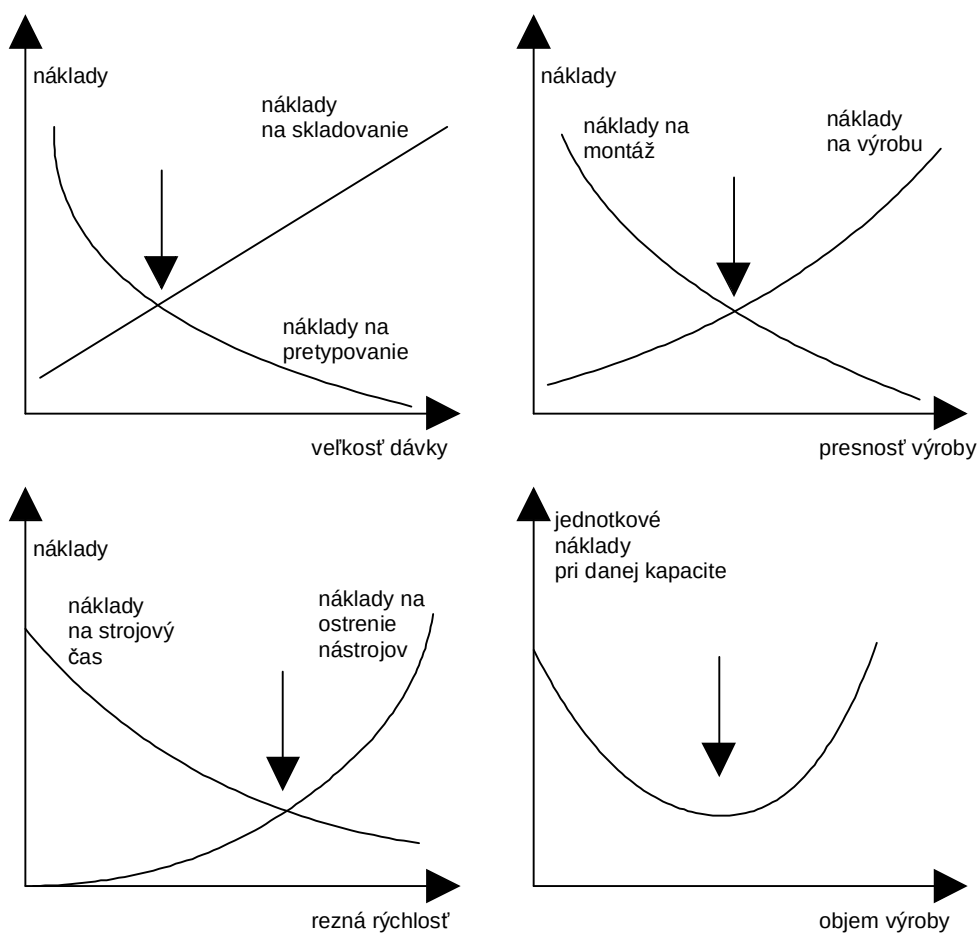
Analýza situácie nám odpovedá na otázku „**Kde sme?**“ a formulácia cieľov by mala zodpovedať otázku: „**Kam sa chceme dostať?**“. V ďalšej fáze projektu navrhujeme koncepty riešenia, čím odpovedáme na tretiu základnú otázku: „**Ako sa tam dostaneme?**“.



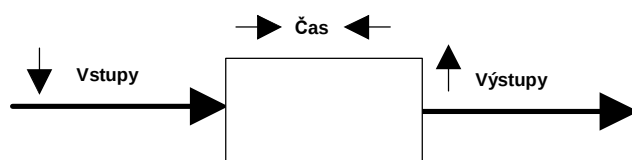
Obr. 3.46. Typické kompromisy vo výrobe

Je pritom dôležité:

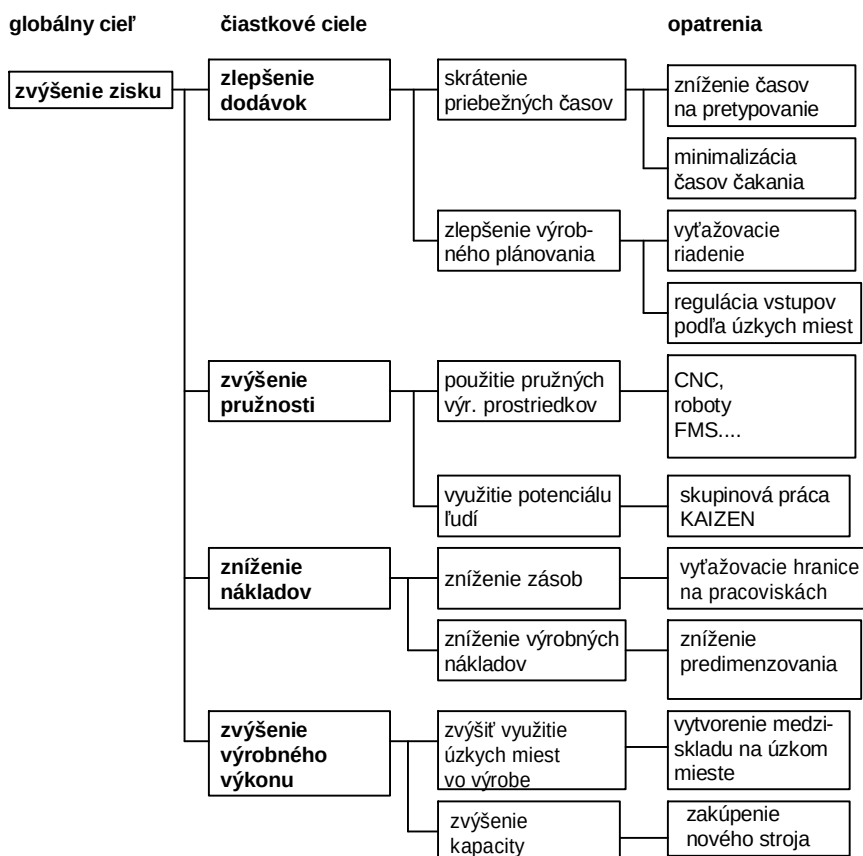
- I Ak identifikujeme lokálny problém, snažiť sa analyzovať jeho súvislosti v širšom kontexte.
- I Identifikovať každý systém v podniku ako súčasť väčšieho systému.
- I Vybrať skutočné potreby podniku.
- I Zaoberať sa aj informáciami v „pozadí“ a možnými vedľajšími efektmi projektu.
- I Identifikovať obmedzenia.
- I Pri definovaní cieľov identifikovať možné konflikty medzi nimi.
- I Definovať jasné a merateľné kritériá na hodnotenie dosiahnutia cieľov.



Obr. 3.47. Typické kompromisy vo výrobe – pokračovanie



Obr. 3.48. Základné možnosti zvyšovania zisku



Obr. 3.49. Globálny cieľ, čiastkové ciele a opatrenia – príklad

Globálny cieľ projektu sa obyčajne rozdeľuje na čiastkové ciele, ktorým sa potom priradujú konkrétne opatrenia, ktoré sa majú v projekte dosiahnuť (pozri obr.3.49).

Parameter	Súčasný stav	Cieľ
priebežné doby výroby	týždne, mesiace	dni
rozpracovaná výroba	týždne, mesiace	hodiny
obrátkovosť zásob	päť krát za rok	dvadsať krát za rok
externé reklamácie	stovky kusov/ milión	päťdesiat kusov/ milión
interné reklamácie	tisícky kusov/ milión	200 - 250 kusov/ milión
dodávky na čas	50 - 80 %	95 - 100 %
náklady na kvalitu	vyše 10 % z predaja	menej ako 5 % z predaja
časy na pretypovanie strojov	hodiny	minúty
percento pracovníkov zaradených v tímoch	0 - 30 %	50 - 90 %

Obr. 3.50. Príklad cieľov projektu

Pri jednotlivých cieľoch projektu je vhodné definovať i ich dôležitosť (napríklad známku od 1 do 5), prípadne môže byť niekedy účelné rozdeliť ciele na povinné (t.j. tie, ktoré je nutné bezpodmienečne splniť) a nepovinné (t. j. tie, ktorých dosiahnutie sa predpokladá ako sprievodný efekt projektu). Na obr. 3.51 je zobrazený formulár, ktorý sa používa pre sumarizáciu základných cieľov projektu. V tomto pláne sú zhrnuté základné stratégie v oblasti predaja nosných výrobkov a z nich sú odvodené požiadavky na výrobné zariadenia, plochy, personál, logistiku, infraštruktúru a investície.

Veľmi dobrou metódou pre definovanie cieľov projektu, zvlášť pri rozsiahlych a nákladných projektoch, je metóda logického rámca.

Táto metóda okrem cieľov projektu definuje aj ukazovatele dosiahnutia cieľov, kľúčové činnosti, kritické predpoklady pre dosiahnutie cieľov, prostriedky overenia dosiahnutých cieľov a vstupy a zdroje na ich realizáciu.

Postup pri tvorbe logického rámca je znázornený na obr.3.52:

1. Najskôr sa stanoví účel.
2. Stanovia sa výstupy na dosiahnutie účelu.
3. Stanovia sa skupiny činností pre dosiahnutie každého z výstupov.
4. Stanoví sa cieľ.
5. Overí sa vertikálna logika testom „ak potom“.
6. Stanovia sa požadované predpoklady na každej úrovni.
7. Stanovia sa objektívne overiteľné ukazovatele na úrovni účelu, výstupov a cieľa.
8. Stanovia sa prostriedky overenia.
9. Určia sa náklady na vykonanie činností – rozpočet na realizáciu.
10. Vykoná sa kontrolný test návrhu projektu podľa kontrolného zoznamu otázok.
11. Prehodnotí sa návrh projektu podľa skúseností z iných podobných projektov.

Zoznam kontrolných otázok pre test z bodu 10:

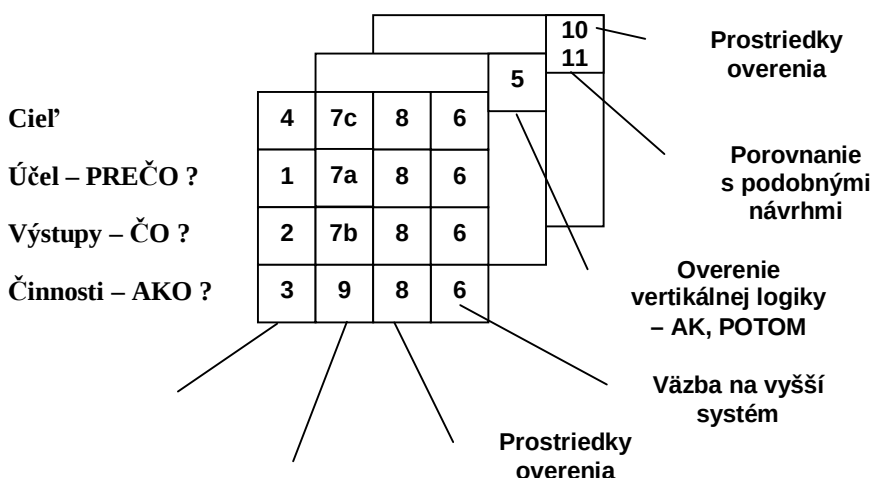
- Má projekt iba jeden účel?
- Nie je účel iba obyčajným preformulovaním výstupov?
- Nie je účel mimo dosahu zodpovednosti projekčného tímu?
- Je účel jednoznačne stanovený?
- Sú výstupy jednoznačne stanovené?
- Je nutné dosiahnutie všetkých výstupov pre splnenie účelu?
- Je z formulácie výstupov zrejmé aké výsledky majú byť dosiahnuté?
- Určujú činnosti postup pre dosiahnutie výstupov?
- Je cieľ jednoznačne určený?
- Je vzťah príčiny a dôsledku medzi účelom a cieľom logický a nie sú vynechané dôležité kroky?
- Nezahŕňajú predpoklady na úrovni činností žiadne z predpokladov, ktoré musia predchádzať začiatku tých činností.
- Vyjadrujú výstupy spolu s predpokladmi na svojej úrovni postačujúce podmienky pre splnenie účelu?

členenie podľa výrobnovo/trhových oblastí		stratégia	kvantifikácia na 5 rokov v množstve alebo v %			rozplánovacie do výrobkov					finančný cieľ
						A	B	C	D	...	
						ks.	m ³	...	...	...	
1			pesimist.	reálna	optimist.						
2											
3											
4											
prevádzkové jednotky		celkový počet výr. jednotiek									požiadavky na plochy v m ²
požiadavky na výrobné zariadenia	príprava materiálu	počet výrobných jednotiek za mesiac									
	obrábanie										
	zváranie										
	povrchové úpravy										
požiadavky na personál	príprava výroby	počet pracovných hodín za mesiac									
	obrábanie										
	montáž										
logistika	materiál	počet miest na palety									
	komponty										
	hotové výrobky										
infraštruktúra	elektrická energia	KVA									
	voda	max m ³ /hod.									
	vykurovanie	max. Kkal									
rozpočet		zariadenia			stavba					spolu	
investície	etapa 1										
	etapa 2										
	etapa 3										
	spolu										

Obr. 3.51. Formulár pre sumarizáciu cieľov projektu [1]

- Vyjadruje účel spolu s predpokladmi na svojej úrovni kritické pripomienky pre dosiahnutie cieľa?
- Je vzťah medzi výstupmi a účelom reálny?
- Je vzťah medzi činnosťami, vstupmi a zdrojmi reálny?
- Je vertikálna logika medzi činnosťami, výstupmi, účelom a cieľom reálna ako celok?
- Sú ukazovatele na úrovni účelu nezávislé od výstupov? Nie sú súhrnom výstupov, ale overujú naplnenie účelu?

- Vypovedajú ukazovatele účelu o tom čo je dôležité?
- Sú ukazovatele účelu cielené, t. j. je stanovené množstvo, kvalita a čas?
- Sú ukazovatele výstupov objektívne overiteľné z hľadiska množstva, kvality a času?
- Sú ukazovatele na úrovni cieľa objektívne overiteľné z hľadiska množstva, kvality a času?
- Stanovujú výstupy popísané na úrovni činností zdroje a náklady požadované na splnenie účelu ?
- Je v stĺpci prostriedkov overenia stanovené, kde nájdeme informácie potrebné pre overenie každého ukazovateľa ?
- Nájdeme medzi činnosťami všetky tie, ktoré sa vzťahujú k získaniu prostriedkov overenia?
- Je zo spôsobu stanovenia výstupov zrejmé rozdelenie zodpovednosti?
- Je z navrhnutého logického rámca zrejmé, podľa čoho bude projekt hodnotený?
- Vypovedajú ukazovatele účelu o dopade projektu, ktorý musí byť vopred odsúhlasený?
- Je súčasťou výstupov aj popis spôsobu riadenia projektu?



Obr. 3.52. Postup zostavenie logického rámca

Na obr. 3.53 je uvedený príklad logického rámca.

Popis projektu	Objektívne overiteľné ukazovatele	Prostriedky overenia	Predpoklady
Cieľ projektu: Stať sa najlepším výrobným systémom v oblasti produktivity na Slovensku v roku 2001	1.1. Do roku 2001 preukázaná najvyššia produktivita medzi výrobnými systémami v danej triede 2.1. Do roku 2001 získaná prvá cena za produktivitu Slovenského centra produktivity SLCP	1.1. Údaje z auditu produktivity 2.1. Informácie o výsledkoch Národnej ceny produktivity v Žiline	1.1. Splnenie ostatných programov
Účel: 1. Zvýšenie produktivity výrobného systému	1.1. Do 31.12.2001 zvýšený integrovaný ukazovateľ produktivity o 35%	1.1. Audit produktivity vykonaný SLCP	1.1. Zaistenie trhového segmentu a stabilných objemov objednávok
Výstupy: 1. Vytvorí sa vyšší prietok za dané časové obdobie 2. Znížia sa zásoby za dané obdobie 3. Znížia sa prevádzkové náklady za dané obdobie	1.1. Do konca 2. kvartálu 2001 sa zvýši prietok o 20% v porovnaní s rokom 2000 2.1. Zásoby sa znížia z hodnoty 50 miliónov Sk na 34 miliónov Sk do konca roku 2001 3.1. Prevádzkové náklady sa budú mesačne znižovať o 2,4 % pri dodržaní požadovanej kvality výrobkov	1.1. Údaje z controllingu 2.1. Analýza stavu zásob 3.1. Nákladové výkazy z výroby	1.1. Udržanie spoľahlivosti procesov 2.1. Zlepšenie spolupráce s dodávateľmi 3.1. Stabilné ceny energie, ... 3.2. Zvýšený záujem o prácu
Činnosti: 1.1 Definovanie úzkych miest 1.2 Príprava ľudí v manažmente úzkych miest a v zlepšovaní procesov 1.3 Aplikácia manažmentu úzkych miest na zvýšenie prietoku 2.1 Reorganizácia výroby 2.2 Zmena systému odmeňovania 3.1 Rozbor plytvania a jeho príčin 3.2 Cielový program Kaizen proti plytvaniu	Vstupy a zdroje: Dvaja pracovníci PI + náklady na externého poradcu 120000.- Sk Náklady na tréning pracovníkov – 250000.- Sk 2 pracovníci PI + externá firma – 300000.- Sk Náklady na odmeny za zlepšenia 500 tisíc Sk Dvaja pracovníci oddelenia PI Oddelenie PI Oddelenie PI + 2 majstri 2 pracovníci PI + externá firma – 300000.- Sk Náklady na odmeny za zlepšenia 500 tisíc Sk	1.1. Analytická správa 1.2. Testy 1.3. Závery z rozboru úzkych miest 2.1. Zavedenie novej organizačnej štruktúry 2.2. Zavedenie nového systému odmeňovania 3.1. Uvedenie manažmentu úzkych miest do prevádzky 3.2. Začatie prevádzky celopodnikového systému Kaizen	1.1. Dobrý výber externého poradcu 1.2. Pomoc IPI Žilina 2.1. Podpora vedenia firmy 3.1. Podpora vedenia firmy 3.2. Pomoc IPI Žilina 3.3. Vôľa pracovníkov zapojiť sa do zlepšovania procesov

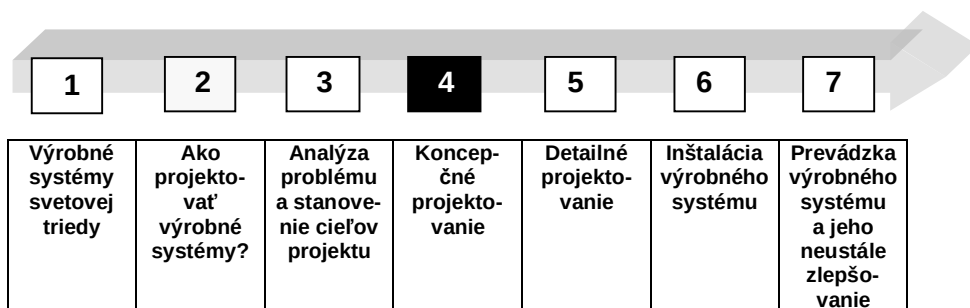
Obr. 3.53. Príklad použitia metódy logického rámca

Kontrolné otázky a úlohy:

1. Predstavte si, že ste dostali za úlohu viesť projekt modernizácie linky na výrobu stoličiek – aké údaje budete požadovať od zadávateľa projektu?
2. Aké druhy analýz spracujete z daných údajov?
3. Spracujte s využitím nástrojov TOC postup premeny typickej slovenskej firmy na podnik svetovej triedy.
4. Pripravte logický rámec projektu výrobného systému, ktorý má zvýšiť pružnosť a sortiment výroby.

Literatúra

1. Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Band 1 - 3. Carl Hanser Verlag, München, 1990
2. Blažek, J.: Navrhování číslicově řízených výrobních systému pro obrábění. SNTL Praha 1983
3. Debnár, R.: Nový prístup k vytváraniu výrobnej dispozície. Dizertačná práca, KPI ŽU Žilina, 1999
4. Durlík, I.: Inżynieria zarządzania - strategie i projektowanie systemow produkcyjnych. Placet Gdansk 1996
5. Hill, T.: Manufacturing Strategy: Text and Cases. Irwin, Homewood 1994
6. Hitomi, K.: Manufacturing Systems Engineering. Taylor & Francis 1996
7. Kuric, I., Matuszek, J., Debnár, R.: Computer Aided Process Planning in Machining Industry. Wydawnictwo Politechniki Lodzkiej, Bielsko Biala, 1999
8. Milo, P.: Technologické projektovanie v praxi. Alfa Bratislava 1989
9. O'Sullivan, D.: Manufacturing Systems Redesign. Prentice Hall 1993
10. REFA: Planung und Gestaltung der Produktionssysteme - Methodenlehre der Betriebsorganisation. Carl Hanser Verlag, München, 1987
11. Sablik, J. Navrhovanie a výstavba strojární. SVŠT Bratislava 1986
12. Schmidt, R.: Produktionsanlagen perfekt planen und beschaffen. Expert Verlag. Ehningen bei Böblingen 1992
13. Slamková, E. a kol.: Priemyslové inžinierstvo. ŽU Žilina 1997
14. Štefánik, J. a kol.: Projektovanie výrobných systémov. Alfa Bratislava 1990
15. Tadiál, M.: Systémové zvyšování zisku a konkurenční schopnosti podniku. Strojírenská výroby 5-6, 1994, s. 18-24, 7-8, 1994, s.8-14
16. Zelenka, A., Král, M.: Projektování výrobních systémů. ČVUT Praha 1995



4. Konceptné projektovanie

Projektovanie výrobného systému nie je jednosmerný proces, ktorým sa dosiahnu stanovené ciele projektu. Vo fáze konceptného a variantného projektovania by mali byť vytvorené a vyhodnotené rozličné možné spôsoby riešenia výrobného systému. Výsledný variant, ktorý najlepšie zodpovedá stanoveným cieľom projektu, je ďalej podrobnejšie rozpracovaný vo fáze detailného projektovania.

Definované ciele projektu je možné obyčajne dosiahnuť viacerými spôsobmi. Ako sme už uviedli, pri systémovom prístupe k projektovaniu je potrebné mať vhodný mechanizmus na vytváranie rozličných variantov (syntéza) a na ich vyhodnocovanie (analýza).

Pri vytváraní variantov sa v projektovaní často používa morfológická tabuľka, s pomocou ktorej je možné vytvárať rôzne kombinácie možných spôsobov riešenia čiastkových problémov v projekte a vytvárať takto jednotlivé varianty riešenia.

V morfológickej tabuľke (obr. 4.1) sa projekt rozdelí na podprojekty, ktoré riešia jednotlivé čiastkové problémy (napr. manipulácia s materiálom, výmena nástrojov, medzisklad súčiastok). K týmto problémom sa v jednotlivých stĺpcoch morfológickej tabuľky priradia rozličné možnosti riešenia. Vzájomným pospájaním čiastkových problémov a navrhnutých možností riešenia môže skúsený projektant vytvoriť viaceré varianty projektu, ktoré sa v ďalšom kroku rozpracujú a vyhodnotia.

Pri vytváraní variantov sa používajú mnohé známe techniky podporujúce tvorivosť v skupine - napr.:

- I **Brainstorming** - spontánne, interaktívne generovanie myšlienok v skupine bez štrukturalizácie diskusie, kritiky alebo analýzy návrhov.
- I **NGT - Nominal Group Technique** - komunikácia v skupine je, na rozdiel od brainstormingu, regulovaná.
- I **Kartičky** - námety sa píšu v skupine na kartičky, pripínajú sa na stenu, kde sa zoskupujú a analyzujú.
- I **Metóda 635** - nazývaná niekedy ako „Brainwriting“ - zo 6 ľudí pripraví každý tri návrhy v čase 5 minút. Tieto námety si napíše každý na papier a podá ich vedľajšiemu kolegovi, ktorý z nich odvodí ďalšie tri námety.
- I **Synektika** - kombinácia systematického a intuitívneho prístupu k tvorivému hľadaniu riešenia vyvinutá W. J. J. Gordonom (pracuje sa v skupine - maximálne 10 ľudí pod

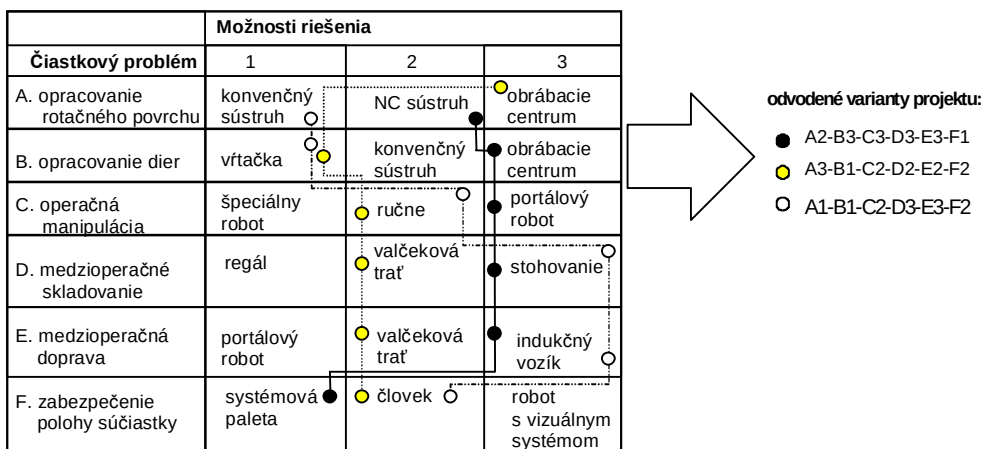
vedením skúseného moderátora, pri hľadaní riešenia sa využívajú rôzne druhy analógií z techniky, prírody a osobných pocitov).

James M. Higgins vo svojej knihe 101 techník pre tvorivé riešenie problémov [14] popisuje 70 rôznych techník pre vytváranie variantov, pričom rozlišuje individuálne techniky a skupinové techniky. Ich podrobnejší popis by však presiahol zameranie tejto knihy.

Pri hodnotení variantov sa pomerne efektívne používa metóda analýzy miery užitočnosti. Táto metóda umožňuje porovnávať viaceré varianty na základe miery splnenia stanovených cieľových kritérií projektu. Typické cieľové kritériá sú napríklad: pružnosť pri zmene výrobného programu, spoľahlivosť, rozširovateľnosť, otvorenosť, výrobný výkon, počet pracovníkov, kvalita výroby, využitie strojov a ich parametrov, zložitosť údržby a opráv, zložitosť organizácie a riadenia, energetická náročnosť, náklady na projekt, stavebné náklady, prevádzkové náklady, veľkosť výrobných plôch, časové využitie výrobných prostriedkov, priebežná doba výroby.

Postup použitia metódy analýzy miery užitočnosti je nasledovný (pozri obr. 4.2):

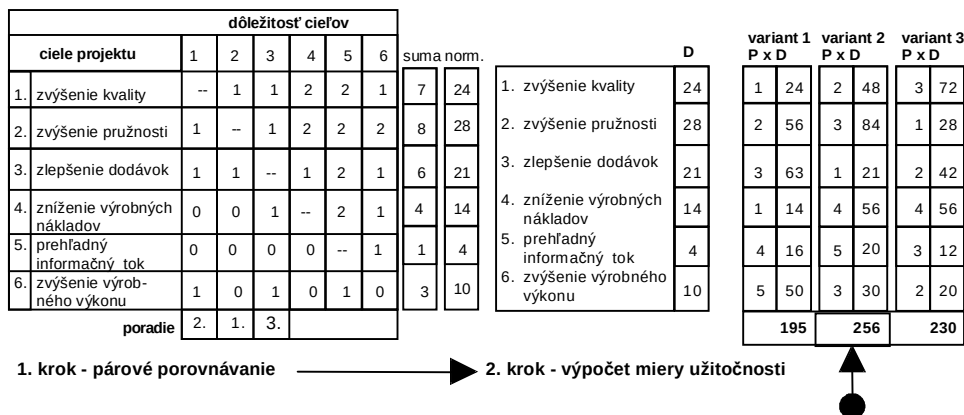
V prvom kroku sa v tabuľke vzájomne porovnávajú jednotlivé ciele projektu z hľadiska ich významnosti (párové porovnávanie). V prípade rovnakej významnosti sa pre obidva ciele zapíše do políčka jednotka, v prípade, že je jeden cieľ významnejší tak získa dvojku a jeho "konkurent" nulu. Nakoniec sa získané body v jednotlivých riadkoch sčítajú a upravia tak, aby ich súčet bol rovný 100 (percentuálna významnosť, váha pre jednotlivé ciele).



Obr. 4.1. Príklad morfologickej tabuľky

V druhom kroku sa najskôr vyčíslí, akou mierou prispievajú jednotlivé varianty ku splneniu definovaných cieľov. Ide vlastne o určitú formu známkovania, ktoré by mali vykonať experti. Vyššia známka znamená, že daný variant lepšie spĺňa príslušný cieľ. Známkovacia stupnica môže byť od 0 do 5 tak, ako je to uvedené na obr. 4.2, alebo od 0 do 10, resp. do 100. Tieto známky sa potom v jednotlivých riadkoch vynásobia s významnosťami jednotlivých cieľov, ktoré sa určili v predchádzajúcom kroku, čím sa získajú tzv. miery užitočnosti. Na koniec sa pre všetky varianty v stĺpcoch spočítajú ich miery užitočnosti a výsledné súčty sa použijú pre záverečné vyhodnotenie.

Metóda miery užitočnosti sa niekedy kombinuje s hodnotením rizík spojených s danými alternatívami projektu. Riziká projektu môžu byť napríklad: oneskorenie realizácie projektu, negatívny postoj pracovníkov k projektu, problémy so získaním úveru, nesplnenie termínov dodávok zariadení. Podobne ako pri hodnotení užitočnosti, aj pri hodnotení rizík sa stanovuje ich závažnosť a miera rizika. Vypočítané miery rizika sa potom odpočítajú od vypočítaných mier užitočnosti.



Obr. 4.2. Príklad použitia metódy miery užitočnosti

V prvej fáze koncepcného projektovania sa obyčajne ešte nepracuje s konkrétnymi typmi výrobných zariadení a ich parametrami, ale projektant definuje tzv. katalóg požiadaviek na zariadenie (check list, nem. - Pflichtenheft), podľa ktorého sa potom vyberá napríklad konkrétny stroj, vozík alebo robot.

Príklad takéhoto katalógu požiadaviek pre výrobný stroj je uvedený na obr. 4.3.

Pri výbere stroja by mali byť analyzované predovšetkým nasledovné skupiny požiadaviek: obrábané rozmery, periférie, časový priebeh obrábania (obrábanie, pretypovanie, výmena súčiastok), odstraňovanie triesok z pracovného priestoru, spôsob výmeny súčiastok, nástrojov a pomôcok, meranie, riadenie (napr. prepojenie na DNC alebo CAD), informačná komunikácia s okolím a možnosť fyzického pripojenia do existujúceho systému, kódovanie nástrojov, monitorovanie priebehu obrábania, nákladové kritériá a i.

S ohľadom na nákladové kritériá výberu výrobných zariadení je vhodné stanoviť ich hodinové sadzby. Je pritom možné vychádzať z nasledovného výpočtu:

1. Cena zariadenia a príslušenstva
2. Náklady na inštaláciu
3. Zaobstarávacie náklady = 1 + 2
4. Ročné odpisy - vypočítajú sa z 3 s ohľadom na odpisové obdobie
5. Ročný kalkulovaný úrok vrátane odvodov z majetku
6. Ročné náklady na údržbu
7. Ročné prevádzkové náklady na plochy
8. Ročné náklady na energie

9. Celkové ročné prevádzkové náklady = 4 + 5 + 6 + 7 + 8

10. Ročné mzdové náklady

11. Ročné prevádzkové a mzdové náklady = 9 + 10

12. Využitelný časový fond stroja

HODINOVÁ SADZBA STROJA = 11/12

Príklad: výpočet hodinovej sadzby stroja

V tomto príklade si ukážeme spôsob výpočtu hodinovej sadzby sústruhu, ktorého zaobstarávacie náklady sú 1 500 000 Sk, jeho príkon je 20 kW a výrobná plocha je 20 m². Ročný časový fond stroja je 2000 hodín.

Výpočet:

Sústruh - zaobstarávacie náklady (1 500 000 Sk)	
I ročný odpis (5 rokov - 1 500 000 : 5)	300 000 Sk/rok
I kalkulovaný úrok na päť rokov (10 % z 50 % investície – 10 % zo 750 tisíc) : 5 rokov)	15 000 Sk/rok
I náklady na údržbu (8 % zo zaobstarávacích nákladov)	24 000 Sk/rok
I náklady na plochy (20 m ² , 1000 Sk/m ² /rok)	20 000 Sk/rok
I energia 20 kW x 0,5 x 2000 h/rok	20 000 Sk/rok
I ročné prevádzkové náklady	379 000 Sk/rok
I ročné mzdové náklady	100 000 Sk/rok
I hodinová sadzba stroja:	479 000 : 2000 = 139,5 Sk /hod.

Pri koncepčnom projektovaní ide hlavne o spracovanie variantov riešenia a výber variantu, ktorý sa ďalej spracováva detailne. Pracuje sa pritom predovšetkým s kapacitami, ktoré definujú počty výrobných a pomocných zariadení v systéme a s vytváraním štruktúry systému, kde sa definuje rozmiestnenie týchto prvkov – výrobná dispozícia (Layout).

Ďalej sa preto detailnejšie pozrieme na problematiku výrobných kapacít a materiálových tokov a rozmiestňovania výrobných zariadení, t. j. vytvárania výrobnéj dispozície (Layout Planning).

4.1. Stanovenie výrobnjej kapacity

Stanovenie výrobnjej kapacity patrí ku klasickým úlohám projektovania výrobných systémov. Pri kapacitných výpočtoch ide predovšetkým o stanovenie počtu strojov, pracovníkov, dopravných a manipulačných prostriedkov, skladov a ich kapacít. V nadväznosti na vypočítané kapacity sa potom určujú výrobné a pomocné plochy v dielni, požiadavky na investície, energie a pod.

Všeobecný vzťah pre výpočet kapacity je:

Počet zariadení =	Celkové kapacitné požiadavky na zariadenie v danom období (prácnosť v normohodinách)
	Efektívny časový fond zariadenia v hodinách

Tento vzťah je v podstate použiteľný všeobecne pri počítaní počtu obrábacích strojov, zväracích pracovísk, lisov, počtu pracovníkov, vozíkov atď. Rozdiely v jednotlivých výpočtoch sú v tom, akým spôsobom sa stanoví efektívny časový fond zariadenia (alebo pracovníka), ale predovšetkým v tom, ako sa vypočíta celková prácnosť. Pri stanovení počtu vozíkov by bolo napríklad potrebné spočítať jazdy vozíka a ich trvanie (nakladanie, vykladanie, jazda) za príslušné obdobie. Pri stanovení prácnosti pri výpočte zväracích pracovísk sa vychádza z dĺžky zvarov a noriem časov, ktoré závisia od druhu elektródy, druhu zvaru, hrúbky materiálu a pod. Pri výpočte kovacích strojov alebo pecí v zlievarňach sa obyčajne vychádza z ročného objemu výroby, ktorý sa delí hodinovým výkonom stroja.

Celková prácnosť teda predstavuje kumulované požiadavky na kapacitu určitého zariadenia, ktoré sa spočítajú obyčajne tak, že sa príslušná norma času N vynásobí plánovaným objemom výroby daného výrobku Q za dané obdobie (napríklad rok).

Pri výpočte normy času pri trieskovom obrábaní sa vychádza z rezných podmienok (otáčky a posuv), dĺžky dráhy nástroja (vrátane nábehu a výbehu) a počtu prechodov nástroja, ktoré súvisia so stanoveným prídavkom na obrábanie. Strojový čas na obrobenie vonkajšej valcovej plochy sústružením podľa obr. 4.4 je možné spočítať napríklad nasledovne:

$$T_s = \frac{l_c \cdot i}{s \cdot n}$$

kde T_s je strojový čas, pri ktorom sa odoberá trieska (min.),
 l_c - celková dráha nástroja v smere posuvu v mm (pozri obr.3.40.),
 i - počet pracovných prechodov nástroja,
 s - posuv na otáčku (mm),
 n - otáčky (min^{-1}).

Z takto stanoveného strojného času sa potom spočíta kusový čas T_{ac} :

$$T_{ac} = T_s + T_v$$

kde T_v je vedľajší čas, potrebný na upínanie a výmenu obrobkov a nástrojov pripadajúci na jeden obrobok (min/ks).

Katalóg požiadaviek na výber stroja	
Základné údaje: Výrobca: Cena stroja: Cena príslušenstva: Cena inštalácie: Veľkosť stroja: Pracovný priestor: X.... Y.... Z.... mm Ďalšie osi: Veľkosť stola: Garantovaná presnosť obrábania: Opakovateľnosť: Výkon stroja: Pohon vretena: kW Typ motora: Otáčky vretena - od - do: Prevodové stupne: Otáčací moment vretena: Sily posuvu v jednotlivých osiach: Posuvové rýchlosti v jednotlivých osiach: Spotreba energií - elektrická kW - vzduch m ³ /hod. - voda m ³ /hod.	Zásobník nástrojov: Typ - reťazový, kazetový, kotúčový... Kapacita: Z toho priamy prístup: Rozšíriteľnosť: Kódovanie nástrojov - pevné, variabilné, mechanické, elektronické... Maximálna veľkosť nástroja: Čas na výmenu nástroja: Spôsob výmeny nástroja: Ďalšie požiadavky: Je vybavený zásobník nástrojov na automatické pretypovanie? Prebieha pretypovanie počas obrábania? Vyhovuje stroj z hľadiska odsunu triesok pri automatickej prevádzke? Je stroj vhodný na automatickú výmenu paliet? Je stroj vhodný na automatickú výmenu súčiastok? DNC integrovateľnosť a i.

Obr. 4.3. Príklad katalógu požiadaviek pre výber stroja

Do celkovej výkonovej normy (normy času) je potrebné ešte pripočítať čas na pretypovanie stroja T_{bc} , ktorý sa vzťahuje na výrobnú dávku. Výsledný vzťah je potom:

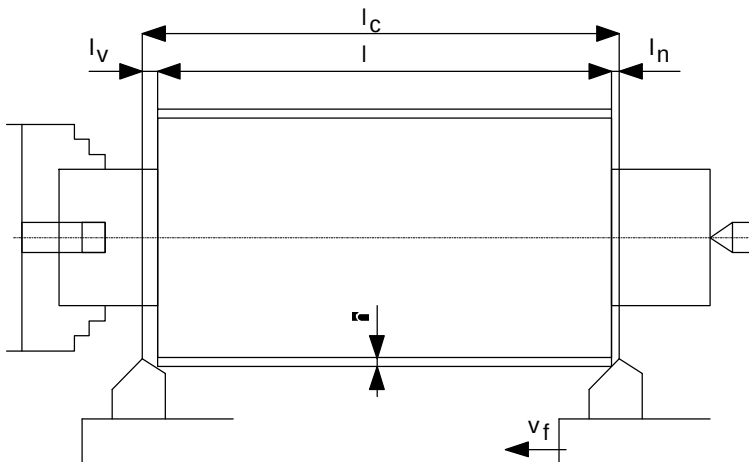
$$N = T_{ac} + \frac{T_{bc}}{D}$$

kde

N je výkonová norma (Nmin/ks),

T_{bc} - čas na pretypovanie stroja pre výrobnú dávku (min./dávka),

D - veľkosť výrobnej dávky (ks).



Obr. 4.4. Určenie dráhy nástroja l_c pri sústružení vonkajšieho povrchu

Tieto vzťahy by nám mali pripomenúť, kde všade sú možnosti na ovplyvnenie celkovej prácnosti a tým i výsledných kapacitných požiadaviek. Dôležité je uvedomiť si aj vzťah času na pretypovanie stroja k celkovej norme času a veľkosti výrobnej dávky. Tieto časy často závisia i od toho, v akom poradí jednotlivé dávky po sebe nasledujú s ohľadom na ich rozmerovú a tvarovú podobnosť. V takomto prípade je vhodné časy T_{bc} spracovať do matice, z ktorej je vždy možné odčítať požadovanú hodnotu. Stanovenie časov na vykonanie operácie a na pretypovanie stroja zásadne ovplyvňuje počet strojov, ľudí, veľkosti plôch, veľkosti dávok, pružnosť výroby, výrobné náklady a v konečnom dôsledku aj predajnosť výrobkov. Ešte predtým ako sa začnú prepočítavať kapacity, je dobré prehodnotiť tieto časy a hľadať možnosti ich skrátenia. Jedna z vhodných metód je uvedená v časti venovanej projektovaniu pracoviska.

Efektívny časový fond predstavuje počet hodín, ktoré má dané zariadenie alebo pracovník v plánovanom časovom období k dispozícii pre prácu. Príklad výpočtu ročných efektívnych časových fondov je uvedený na obr.4.5.

Počet strojov danej profesie pre jeden výrobok je potom možné spočítať podľa nasledovného vzťahu:

$$k = \frac{N \cdot Q}{60 \cdot EF \cdot KPN}$$

kde

k - je teoretický počet strojov alebo pracovníkov (zaokrúhľuje sa na celé číslo smerom hore, pri výpočte počtu pracovníkov sa vo vzorci niekedy používa i koeficient viacobsluhy),

N - výkonová norma (Nmin/ks),

Q - vyrábané množstvo,

EF - efektívny časový fond (hod/rok),

KPN - koeficient plnenia výkonových noriem.

	EFP pracovisko	EFR pracovník	EFS stroj
I Počet pracovných dní v roku:	255	255	255
I Počet hodín v pracovnom dni:	16	8	16
I Počet pracovných hodín v roku:	4080	2040	4080
I Čas na opravy a údržbu (hod/rok):	---	---	288
I Dovolanky a fluktuácie (hod/rok):	---	160	---
I Ročný efektívny časový fond (hod/rok):	4080	1880	3792

Obr. 4.5. Príklad výpočtu ročných efektívnych časových fondov

KPN je podielom plánovaných normohodín pre danú operáciu a skutočne odpracovaných normohodín a pohybuje sa v rozsahu 1-1,2. Týmto koeficientom sa vyjadruje postupné zvyšovanie plnenia výkonových noriem po zabehnutí výroby.

V kapacitných výpočtoch sa niekedy vyskytujú i iné druhy koeficientov, ktoré znižujú alebo zvyšujú plánovanú kapacitu (napr. koeficient znižovaniu prácností, koeficient náhradných dielov, koeficient nepodarkovosti a i.).

Pri viacerých výrobkoch n má uvedený vzorec pre výpočet kapacít nasledovný tvar:

$$k = \frac{N_1 \cdot Q_1 + N_2 \cdot Q_2 + \dots + N_n \cdot Q_n}{60 \cdot EF \cdot KPN} = \frac{\sum_{j=1}^n N_j \cdot Q_j}{60 \cdot EF \cdot KPN}$$

kde N_j je výkonová norma výrobku j pre danú profesiu stroja ($N_{min.}/ks$),

Q_j - výrobné množstvo výrobku j za plánované obdobie (napr. rok).

Pri takomto výpočte je teda potrebné spočítať kapacitné požiadavky všetkých výrobkov pre daný typ alebo profesiu stroja, čo môže byť pri rozsiahlom výrobnom programe veľmi prácne. V takýchto prípadoch sa, hlavne v koncepcnej fáze projektu, používajú kapacitné výpočty podľa predstaviteľov výrobných skupín (reprezentantov).

Postup výpočtu je nasledovný:

1. Výber reprezentantov výrobných skupín.
2. Prepočet výrobných množstiev jednotlivých výrobkov v skupine na reprezentantov:

$$Q_1' = Q_1 \frac{PR_1}{PR_R}$$

Q_1' - prepočítané množstvo prvého výrobku (napr. v ks/rok),

Q_1 - skutočné množstvo prvého výrobku (napr. v ks/rok),

PR_1 - celková prácnosť prvého výrobku (N_{hod}/ks),

PR_R - celková prácnosť pre reprezentanta (N_{hod}/ks).

3. Kapacitný prepočet pre reprezentanta:

$$k = \sum_{i=1}^m \frac{N_{Ri} (Q'_{1i} + Q'_{2i} + Q'_{3i} + \dots + Q'_{ni})}{60 \cdot EF \cdot KPN}$$

N_R - výkonová norma reprezentanta (Nmin/ks),

m - počet reprezentantov,

n - počet typov výrobkov v skupine zastupovaných reprezentantom.

Vráťme sa teraz znova k nášmu príkladu a vypočítajme si potrebné kapacity pre nový výrobný systém.

Príklad: kapacitný výpočet

Pre troch reprezentantov, ktorých výrobné postupy a množstvá sú uvedené na obr. 4.6, spočítame počty strojov. Výsledok kapacitného výpočtu je uvedený na obr. 4.7.

Podobným spôsobom je možné postupovať i pri ďalších prvkoch výroby (napr. pracovníci, manipulačné zariadenia). Treba si však uvedomiť, že vyššie uvedené druhy kapacitných výpočtov majú statický charakter a nie sú schopné zohľadniť mnohé súvislosti, ktoré sa vo výrobe vyskytujú a ovplyvňujú veľkosť kapacít (integračné efekty, stochastické vplyvy, systém riadenia a pod.). Týmito problémami sa budeme stručne zaoberať v ďalších dvoch častiach.

operácie	stroje			výrobné skupiny		
		T_{ac} min.	T_{bc} min.	S1A	S2A-S	S4RA
vrtanie	VR1	40,0	1	●		
vrtanie	VR2	21,0	1	●		
frézovanie	FR-3 osí	42,0	1		●	●
frézovanie	FR-5 osí	14,0	1		●	
práčka	W1	15,0	1	●	●	●
sústruženie	SU1	12,0	1	●	●	●
výrobné množstvá (ks/rok):				3150	2350	2300

Obr. 4.6. Výrobné postupy reprezentantov výrobných skupín

kapacitný prepočet strojov								
pracoviská			výrobky - kapacitné požiadavky			kapacity		
			S1A Q = 3150	S2A-S Q = 2350	S4RA Q = 2300	prácnosť spolu	teoretický počet strojov	skutočný počet strojov
		EFS (hod./rok)	N x Q (Nh)	N x Q (Nh)	N x Q (Nh)	P	P / EFS	INT(P/EFS)
operácie	stroje							
vŕtanie	VR1	3792	2152,5	-----	-----	2152,6	0,57	1
vŕtanie	VR2	3700	1155	-----	-----	1155	0,31	1
frézovanie	FR-3 osí	3800	-----	1684,2	1648,3	3332,5	0,88	1
frézovanie	FR-5 osí	3800	-----	587,5	-----	587,5	0,15	1
práčka	W1	4000	840	626,6	613,6	2079,9	0,52	1
sústruženie	SU1	3750	628,5	509,1	498,3	1689,9	0,45	1

Obr. 4.7. Kapacitný prepočet strojov

Kapacity a výrobné dávky

Problematika výrobných dávok vystupuje v kapacitných prepočtoch predovšetkým vo vzťahu k časom na pretypovanie strojov T_{bc} . Klasický vzťah pre "optimalizáciu" výrobnej dávky, ktorý už v roku 1929 sformuloval Andler, sa používa v rozličných obmenách dodnes a usiluje sa o hľadanie kompromisu medzi nákladmi na skladovanie a viazanie kapitálu, ktoré so stúpajúcimi dávkami rastú, a nákladmi na pretypovanie, ktoré so stúpajúcimi dávkami klesajú (obr. 4.8).

Na obrázku 4.8 sú znázornené dva druhy nákladov:

1. Celkové náklady na skladovanie: $\frac{q}{2} \cdot H$

2. Celkové náklady na pretypovanie: $\frac{Q}{q} \cdot S$

kde

q je veľkosť výrobnej dávky,

H - náklady na skladovanie na jednotku množstva (Sk/ks),

Q - výrobné množstvo za danú periódu (napr. ks/rok),

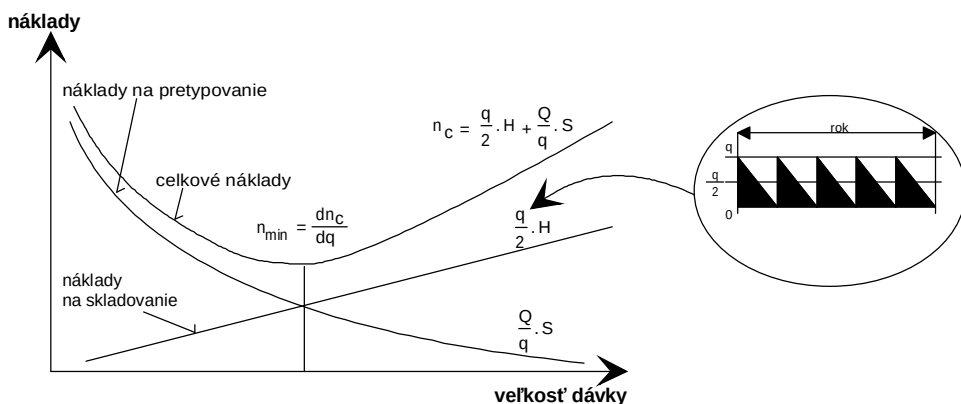
S - náklady na pretypovanie (Sk/dávka).

Celkové náklady je potom možné vyjadriť nasledovne:

$$n_c = \frac{q}{2} \cdot H + \frac{Q}{q} \cdot S$$

Pre minimálne náklady potom platí:

$$n_{\min} = \frac{dn_c}{dq} = \frac{d\left(\frac{q}{2} \cdot H + \frac{Q}{q} \cdot S\right)}{dq}$$



Obr. 4.8. Princíp optimalizácie výrobnjej dávky

Po derivácii uvedeného vzťahu je možné vyjadriť vzťah pre optimálnu výrobnú dávku nasledovne:

$$q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot S}{H}}$$

Podobný princíp sa používa i pri výpočte tzv. "optimálnej" veľkosti objednávky (EOQ - Economic Order Quantity) v oblasti zásobovania.

I keď uvedený vzťah pôsobí z matematického hľadiska veľmi zrozumiteľne, jeho používanie je v praxi problematické, rovnako ako tvrdenie, že tento vzťah umožňuje skutočne „optimalizovať“ veľkosť výrobnjej dávky.

V praxi sa častokrát používa nasledovná modifikácia uvedeného vzťahu pre "optimálnu" výrobnú dávku:

$$q_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot N_{\text{TBC}}}{NK(N_{\text{TAC}} + N_{\text{MAT}})}}$$

kde

N_{TBC} - náklady závislé na čase T_{bc} (na pretypovaní),

NK - koeficient rastu nákladov (v sériovej výrobe sa pohybuje okolo 0,5),

N_{MAT} - materiálové náklady,

N_{TAC} - náklady na výrobu jedného kusa (závislé od času T_{ac}).

Jednotlivé nákladové položky je možné vyjadriť napríklad nasledovne:

$$N_{TBC} = f_N \cdot T_{bcc}$$

$$N_{TAC} = f_N \cdot T_{acc}$$

$$f_N = f_M (1 + f_C)$$

kde

f_N - nákladový faktor (Sk/hod.),

T_{bcc} - celkový čas na pretypovanie (hod.),

T_{acc} - celkový kusový čas (hod.),

f_M - vážený aritmetický priemer mzdových nákladov vo výrobe (Sk/hod.),

f_C - faktor výrobného režie v celkových výrobných nákladoch (Sk/hod.).

Ďalším možným spôsobom vyčíslenia nákladových položiek v pôvodnom vzťahu pre "optimálnu" veľkosť výrobného dávky sú nasledovné vzorce:

Náklady na skladovanie 1 kusa:

$$H = \frac{PP \cdot MU \cdot TU}{60 \cdot Q} \cdot HM$$

PP - počet paliet (ks),

MU - počet manipulačných úkonov s paletou,

TU - čas manipulačného úkonu (min.),

HM - hodinová mzda pomocného robotníka (Sk/hod.).

$$S = \frac{PR \cdot VR \cdot T_{bc}}{60}$$

PR - počet zoraďovačov,

VR - mzda zoraďovača (Sk/hod.).

V nákladoch na skladovanie by bolo potrebné zohľadniť i náklady súvisiace s veľkosťou skladovacích plôch a s úrokmi z viazaného kapitálu v zásobách. Uvedené vzťahy dokumentujú, že vyčíslenie jednotlivých položiek pre výpočet "optimálnej" dávky nie je jednoduché. Prívlastok "optimálna" však používame v úvodzovkách i preto, že náklady na skladovanie i na pretypovanie sú premenlivé veličiny, ktoré závisia od konkrétnej situácie vo výrobe. Výpočet "optimálnej" výrobného dávky iba z vnútropodnikového pohľadu je nesprávny a rovnako dôležitý, alebo ešte dôležitejší, je i pohľad z pozície zákazníkov a trhu. V tejto súvislosti je potom možné vyhlásiť za optimálnu dávku jeden kus, alebo množstvo, ktoré práve požaduje náš zákazník. Problematiku dávky veľkosti 1, o ktorej sa tak často diskutuje v súvislosti s konceptom Just in Time, treba riešiť v nadväznosti na redukovanie časov na pretypovanie strojov, pružné výrobné zariadenia (multifunkčné stroje s extrémne krátkymi časmi na výmenu riadiaceho programu, súčiastok, nástrojov a výrobných pomôcok), ale i celkovú reorganizáciu výroby.

Na doplnenie tejto problematiky uvedme ešte niektoré vzťahy, ktoré sa vzhľadom na svoju jednoduchosť, používajú v praxi pri výpočtoch veľkosti výrobných dávok:

I Minimálna (ekonomická) výrobná dávka:

$$q_{\min} = \frac{T_{bc}}{a \cdot T_{ac}}$$

a = 0,04 pre veľké a zložité súčiastky nad 15 kg,

a = 0,05 pre stredné súčiastky (5-15 kg),

a = 0,08 pre malé súčiastky (2,5-5 kg),

a = 0,1 pre drobné súčiastky vyrábané na automatoch (do 1,5 kg).

I Výrobná dávka stanovená podľa kapacity montáže:

$$q_{\text{mont}} = \frac{Q \cdot k}{P}$$

Q - objem výroby (ks/rok),

k - počet dní pre ktoré je uvažovaná zásoba súčiastok,

P - počet pracovných dní v roku.

Pri projektovaní montážnych liniek, ale i pri harmonizácii materiálových tokov vo výrobe, sa používa vyvažovanie, ktoré sa vykonáva po kapacitných prepočtoch pracovísk. Snahou je rozdeliť jednotlivé operácie na pracoviská tak, aby činnosť na každom pracovisku trvala „približne“ rovnako, t. j. aby linka v stanovenom takte odvádzala výrobky a aby sa medzi pracoviskami nehromadili zásoby. Veľmi jednoduchý postup pre vyváženie linky si ukážeme v ďalšom príklade [25].

Príklad: vyváženie linky

Na linke sa montuje trojkolka zobrazená na obr. 4.9. Je potrebné vyrobiť minimálne 1200 trojekoliek za deň, pri čistom pracovnom čase 420 minút za deň. V príklade si ukážeme výpočet taktu linky, počtu pracovísk na linke a vyváženie linky.

1. Stanovenie taktu linky:

Na linke sa má vyprodukovať minimálne 1200 trojekoliek za 420 min. Minimálny takt linky by mal byť teda $420 \text{ min}/1200 = 0,35 \text{ min} = 21 \text{ sek}$. Tento čas môžeme zaokrúhliť na 20, čím sa vytvorí kapacitná rezerva, pri ktorej bude možné vyrobiť denne teoreticky 1260 trojekoliek ($420 \text{ min}/0,33 \text{ min} = 1260$).

2. Minimálny počet pracovísk na linke:

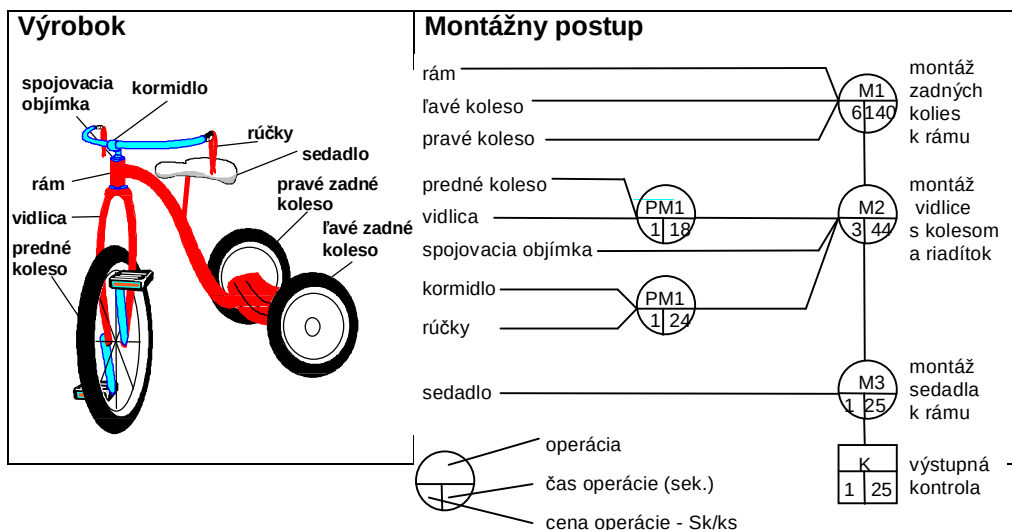
$P_{\min} = \text{celková prácnosť (súčet všetkých montážnych časov) / takt} = 253/20 = 12,65$

Po zaokrúhlení bude $P_{\min} = 13$

3. Vyváženie linky:

Z postupového grafu montáže sa zapíšu do tabuľky čísla operácii a priradia sa k nim počty predchodcov v grafe a montážne časy. Táto tabuľka sa potom zoradí vzostupne podľa počtu predchodcov (obr. 4.10). Do vedľajšej tabuľky sa zaznačia pracoviská, priradia sa im operácie a zapíšu sa časy prestojov. Snahou je zlučovať operácie tak, aby celkový čas po

zlúčení bol menší ako takt linky. Ako vidieť na obrázku (4.10), po vyvážení linky je celkový počet pracovísk 15.



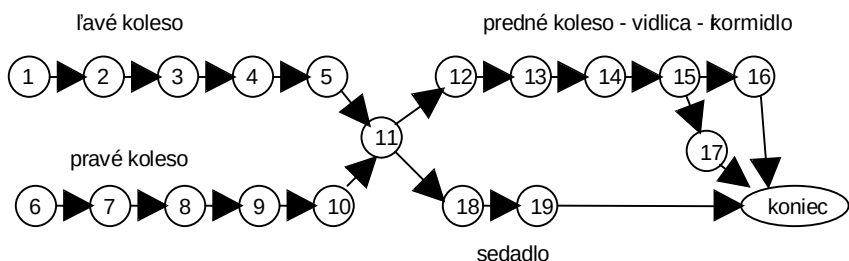
Obr. 4.9. Výrobok a montážny postup

Kapacitné výpočty, integračné efekty a stochastické vplyvy vo výrobe

Hlavným nedostatkom kapacitných výpočtov, ktoré boli prezentované v predchádzajúcej časti je to, že počítajú kapacitu jednotlivých výrobných zariadení izolovane, t. j. ignorujú skutočnosť, že práca jedného stroja v dielni môže ovplyvňovať prácu iného stroja. Ďalším problémom týchto výpočtov je, že ignorujú viaceré náhodné vplyvy, ktoré sa môžu vo výrobe vyskytnúť, ako i to, že tieto výpočty počítajú kapacitu staticky pre pomerne dlhú časovú periódu, t. j. bez zohľadnenia zmien v jednotlivých časových intervaloch (týždne, dni, smeny), medzi ktorými môžu existovať značné výkyvy.

W. Stevenson [27] definuje tri rozdielne definície kapacity:

1. **Projektovaná kapacita** - maximálny výstup (počet kusov za jednotku času), ktorý je možné dosiahnuť.
2. **Efektívna kapacita** - maximálny výstup daný výrobným mixom, ťažkosťami v rozvrhovaní, údržbou strojov, faktormi kvality a pod.
3. **Skutočná kapacita** - výstup, ktorý sa skutočne dosiahne. Tento výstup nemôže dosiahnuť efektívnu kapacitu a je často nižší z dôvodov prestojov, chybných výrobkov, chýbajúceho materiálu a pod.



op.	Popis montáže	čas (s.)	op.	Popis montáže	čas (s.)
montáž ľavého kolesa			montáž pravého kolesa		
1	nasunúť podložku na ľavú os	10	6	nasunúť podložku na pravú osku	10
2	nasunúť ľavé koleso na os	18	7	nasunúť pravé koleso na osku	18
3	nasadiť podložku na ľavú os	10	8	nasadiť podložku na pravú osku	10
4	vsunúť upevňovaciu závlačku	15	9	vsunúť upevňovaciu závlačku	15
5	nasadiť a upevniť kryt	17	10	nasadiť a upevniť kryt	17
montáž predného kolesa a kormidla			montáž sedadla		
12	vložiť vidlicu s kolesom do rámu	18	18	vložiť sedadlo do rámu	9
13	nasadiť upevňovaciu objímku	11	19	upevniť sedadlo skrutkou	18
14	vložiť riadítka do vidlice	15			
15	upevniť objímku	18			
16	nasadiť ľavú rúčku	12			
17	nasadiť pravú rúčku	12			

Celková prácnosť montáže: 253 sek.

Výváženie linky			Takt: 20 sek.		Minimálny počet pracovísk: 13
tabuľka predchodcov			vyváženie linky		
operácia	počet predchodcov	čas	pracovisko	operácie	prestoje - sek.
1	0	10	1	1,6	0
6	0	10			
2	1	18	2	2	2
7	1	18	3	7	2
3	2	10	4	3,8	0
8	2	10			
4	3	15	5	4	5
9	3	15	6	9	5
5	4	17	7	5	3
10	4	17	8	10	3
11	10	-			
12	11	18	9	12	2
18	11	9	10	18,13	0
13	12	11			
19	12	18	11	18	2
14	13	15	12	14	5
15	14	18	13	15	2
16	15	12	14	16	8
17	15	12	15	17	8

Obr. 4.10. Postupový graf montáže, montážny postup a vyváženie linky

Tieto rôzne ukazovatele kapacity sú užitočné pri definovaní dvoch ukazovateľov efektívnosti systému - účinnosti a využitií:

$$\text{účinnosť kapacity} = \frac{\text{skutočný výstup}}{\text{efektívna kapacita}}$$

$$\text{využitie kapacity} = \frac{\text{skutočný výstup}}{\text{projektovaná kapacita}}$$

Dobrá projekt výrobného systému a jeho efektívna prevádzka by mali prispievať k zvyšovaniu účinnosti kapacít i k zvyšovaniu ich využitia elimináciou obmedzení, ktoré bránia dosahovať vysoké využitie systému.

Rozoberme si ďalej stručne problém integračného efektu vo výrobnom systéme, ktorý do značnej miery môže skomplikovať výpočet výrobnej kapacity. Ak pracujú v dielni stroje izolovane, tak je možné ich projektovanú kapacitu skutočne dosiahnuť. Vzájomným prepojením strojov a ďalších komponentov do výrobného systému však ich kapacity klesajú, pretože výpadok jedného zariadenia ovplyvňuje činnosť ďalšieho.

Pre demonštráciu integračného efektu si zadefinujeme najskôr pojem disponibilita. **Disponibilitou (D) zariadenia** budeme označovať pravdepodobnosť toho, že zariadenie v danom časovom intervale môže pracovať (nielen z hľadiska spoľahlivosti, ale i z hľadiska prísunu komponentov, nástrojov, informácií a pod.). Disponibilitu vypočítame:

$$D = \frac{\text{čas práce} - \text{čas prestoja}}{\text{čas práce}} \cdot 100 \quad (\%)$$

Pre viaceré zariadenia v linke (analógia so sériovým zapojením v teórii spoľahlivosti) je možné potom vypočítať celkovú disponibilitu linky nasledovne:

$$D_{\text{CEL}} = D_1 \times D_2 \times D_3 \times \dots \times D_n$$

Pre paralelné zariadenia (obr. 4.11) platí:

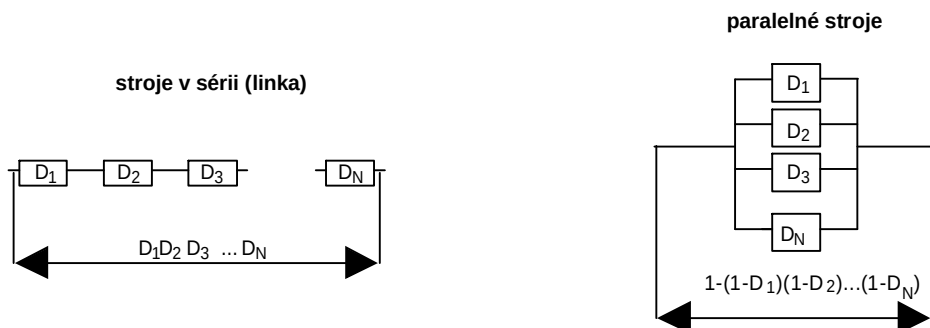
$$D_{\text{CEL}} = 1 - \left[(1 - D_1) \times (1 - D_2) \times \dots \times (1 - D_n) \right]$$

Princíp integračného efektu vo výrobe po prvý krát podrobne analyzoval John Lenz [19]. Podstata integračného efektu je znázornená na obr. 4.12. Na obrázku je znázornená projektovaná (hrubá) výrobná kapacita, ktorú však, ako sme už uviedli, nie je reálne možné dosiahnuť. Ak znížime hrubú výrobnú kapacitu o časy na pretypovanie, ktoré sú zahrnuté vo výkonových normách, časy na odstraňovanie porúch a plánované opravy strojov i ďalšie straty kapacity, ktoré je možné kvantifikovať, tak získame efektívnu výrobnú kapacitu.

Skutočná kapacita je však ešte nižšia, čo je spôsobené stratami v dôsledku integračného efektu, t. j. v dôsledku vzájomného vplyvu disponibilít jednotlivých prvkov vo výrobe navzájom.

Využitie strojov a skutočný výrobný výkon potom závisia predovšetkým od pružnosti výrobných zariadení (časy na pretypovanie stroja a výmenu súčiastok, časy na výmenu nástrojov stroja alebo efektorov robota, kapacity zásobníkov nástrojov a pod.), od výšky

zásob v systéme (okamžitý prísun práce ku stroju), od vyváženeosti vytiaženia výrobného systému, harmonizácie výrobných kapacít a od spôsobu riadenia výroby.



Obr. 4.11. Stroje v linke a paralelné stroje

Obrázok 4.12 zobrazuje tri stupne integrácie výrobného systému. V prvom stupni pracuje jeden samostatný NC stroj, ktorého disponibilita je 90 %. V druhom stupni pridáme k tomuto stroju ďalšie dva prvky s disponibilitou 90 % a 98 % (manipulačný a riadiaci počítačový systém), čím celková disponibilita klesá na 79 %. V treťom stupni spojíme tri takéto bunky do linky, ktorej celková disponibilita klesne na 50 %.

V hornej časti obrázka 4.12 je znázornená tzv. WIPAC krivka (Work in Process Against Capacity), ktorá zobrazuje vzťah medzi výrobným výkonom (počet vyrobených súčiastok, ktoré opúšťajú systém za jednotku času) a výškou zásob vo výrobe (rozpracovanosťou - WIP).

WIPAC krivka sa skladá zo štyroch charakteristických priebehov:

A - V tejto časti krivky je lineárne stúpanie výrobného výkonu v závislosti na zvyšovaní zásob vo výrobe.

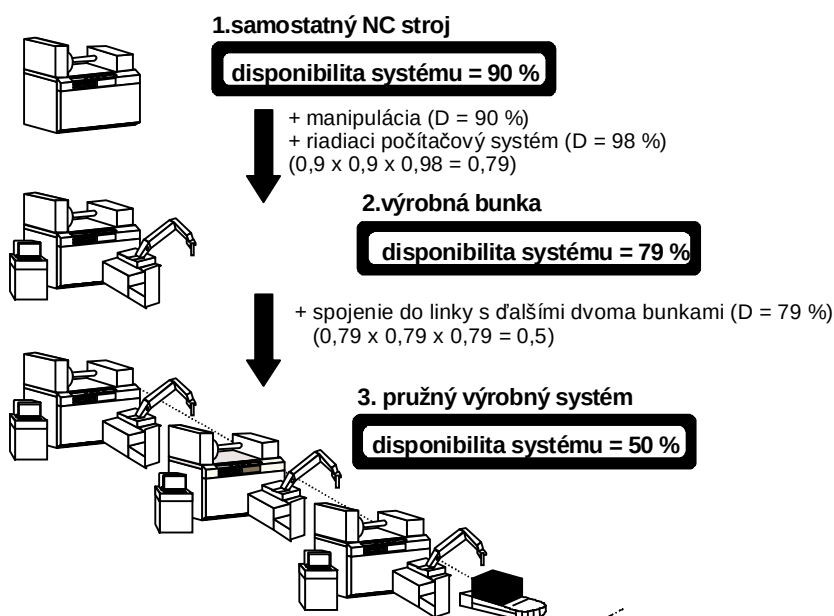
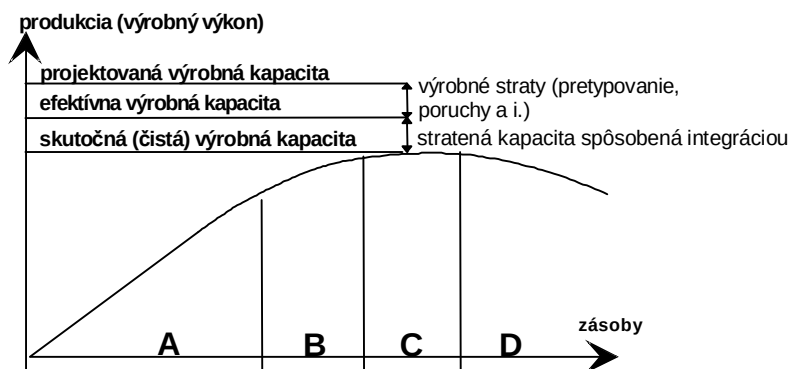
B - Výkon rastie pomalšie ako zásoby - výrobný systém sa začína zaplňovať.

C - Dochádza k zastaveniu stúpania výrobného výkonu pretože sa dosiahli kapacitné hranice výrobného systému (priepustnosť), zásoby ďalej rastú.

D - Zvyšovanie zásob vo výrobe spôsobuje znižovanie výrobného výkonu systému.

WIPAC krivka môže mať rozličnú strmosť s ohľadom na aktuálnu situáciu vo výrobe. Vyjadruje však všeobecne platný fenomén, ktorý si treba uvedomiť tak v projektovaní, ako i v plánovaní a riadení výroby:

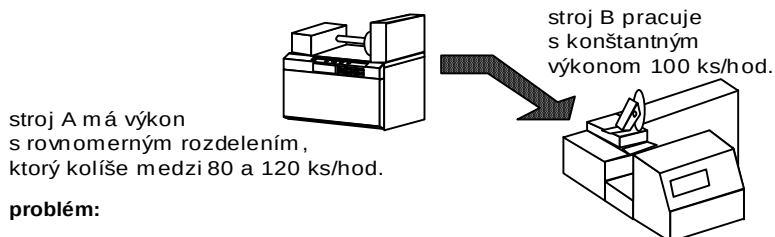
Výrobný systém môže pracovať medzi dvoma extrémami - pri maximálnom využití výrobných kapacít, vysokých výrobných zásobách a dlhých priebežných časoch, alebo pri nízkych zásobách, nízkom využití strojov a krátkych priebežných časoch.



Obr. 4.12. Integračný efekt a strata kapacity spôsobená integráciou

Maximalizácia využitia strojov vo výrobe vyžaduje ich minimálne prestoje, čo závisí od redukovania prípravných a vedľajších časov a okamžitého prísunu materiálu ku stroju. To sa obyčajne dosahuje s pomocou medzioperačných zásob. Zásoby ale na druhej strane spôsobujú zvyšovanie podielu časov čakania (v mnohých prípadoch až 90 %) na celkovom priebežnom čase a jeho značné predlžovanie.

náhodné vplyvy vo výrobe



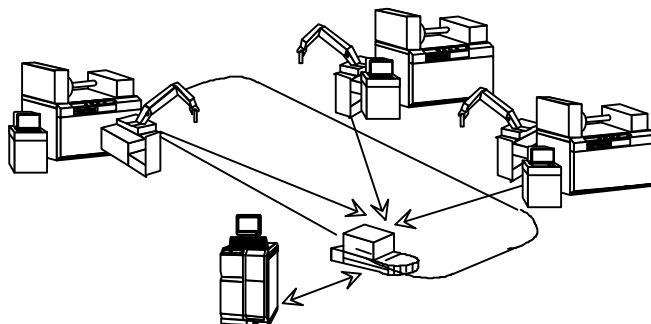
problém:

O 18.00 má byť vyrobených 500 kusov súčiastok a obidva stroje začínajú pracovať o 12.00, pričom nemajú žiadne zásoby.

výsledok:

časový interval	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
výkon - stroj A	100	100	80	100	120	0
výkon - stroj B	0	100	100	80	100	100
celkový výstup	0	100	200	280	380	480

koordinácia paralelných procesov



Obr. 4.13. Stochastické vplyvy v sériových procesoch a koordinácia paralelných procesov vo výrobnom systéme

Výroba, ktorá chce byť reakcieschopná s ohľadom na požiadavky zákazníka, musí teda niekedy obetovať časť výrobnéj kapacity v záujme krátkych priebežných časov. Na druhej strane si však treba uvedomiť, že prílišná honba za maximálnym využitím strojov môže viesť k nezmyselnému hromadeniu zásob vo výrobe, čo má vplyv nielen na priebežné časy, ale i na výrobné náklady (viazaný kapitál, plochy, znehodnocovanie materiálu a pod.).

Niektoré experimenty, ktoré sme vykonávali s rozličnými stratégiami riadenia v projekčnej fáze ukázali, že pri vhodnej riadiacej stratégii je možné dosiahnuť požadovaný výrobný výkon i pri nízkych zásobách, čím je možné výrazne ovplyvniť technicko - ekonomické parametre projektu (minimálne plochy, lacnejší skladovací systém a pod.).

Ďalšie dva fenomény, ktoré súvisia s integračnými efektmi vo výrobe sú:

I **stochastické vplyvy v sériových procesoch a**

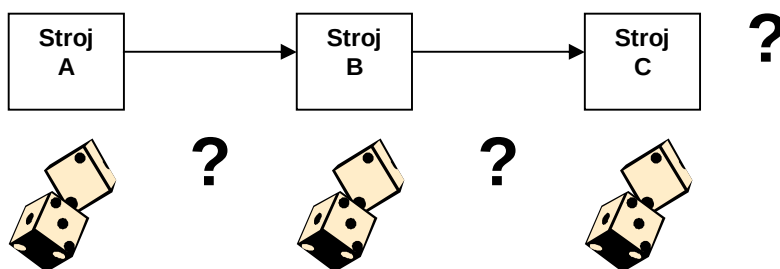
I **problém koordinácie paralelných procesov** (obr. 4.13).

Stochastické vplyvy v sériových procesoch (náhodné poruchy, výkyvy vo výkone pracovníka a pod.) spôsobujú ďalšie znižovanie kapacity, ktoré nie je možné vypočítať s použitím tradičných statických kapacitných výpočtov.

Paralelné procesy sú typické pre všetky typy výrobných systémov. Vozík dostane napríklad súčasne požiadavky od viacerých pracovísk a spôsobí ich blokovanie alebo čakanie. Pre elimináciu tohto problému sú potrebné vyvážené výrobné kapacity a správny systém riadenia výroby.

Ak neveríte na vplyv náhodných veličín, skúsme si malý experiment. Prestaňte na chvíľu čítať, zoberte si do rúk hraciu kocku a simulujte nasledovnú situáciu:

Tri stroje - A, B a C pracujú s výkonom s rovnomerným rozdelením v intervale 1 – 6 kusov za hodinu, t. j. s priemerným výkonom 3,5 kusa za hodinu (tento náhodný proces je možné simulovať hádzaním kocky). Kusy za medzi strojmi odovzdávajú vždy po hodine, t. j. ako premenlivá dávka.



Obr. 4.14. Linka s tromi strojmi

Úloha:

1. Zistite, za koľko hodín táto linka vyrobí 21 kusov?
2. Zistite, aké veľké majú byť zásobníky medzi strojmi A – B a B – C?

Tak aké sú vaše typy? Keby do hry nevstupovali náhodné procesy a stroje by pracovali s konštantným výkonom 3,5 kusa za hodinu, tak by sa 21 kusov vyrobilo za 6 hodín ($21 : 3,5$). Je to tak ? Nie ! Zabudli sme, že na to, aby prvá dávka prešla cez linku, potrebujeme 3 hodiny a potom potrebujeme ešte 5 hodín na urobenie zvyšných 17,5 kusov, t. j. celkom 8 hodín.

Aké by boli zásobníky, ak by linka pracovala s konštantnými časmi? Samozrejme, že žiadne – linka by mala predsa pevný takt 3,5 kusa za hodinu, bola by vyvážená.

Ale vráťme sa späť. Naša linka síce pracuje s priemerným výkonom 3,5 kusa za hodinu na každom stroji, ale slovíčko „**priemerný**“, môže byť pri projektovaní veľmi nebezpečné. Pozrime sa na obrázok 4.15. Je to výsledok jedného experimentu s kockou. Ak urobíme takých experimentov 10, v každom dosiahneme rozličné výsledky. Keby sme kockou simulovali veľmi dlhý čas, priemerné hodnoty výkonov jednotlivých strojov by sa blížili k 3,5.

Z výsledkov vidíme dve dôležité veci:

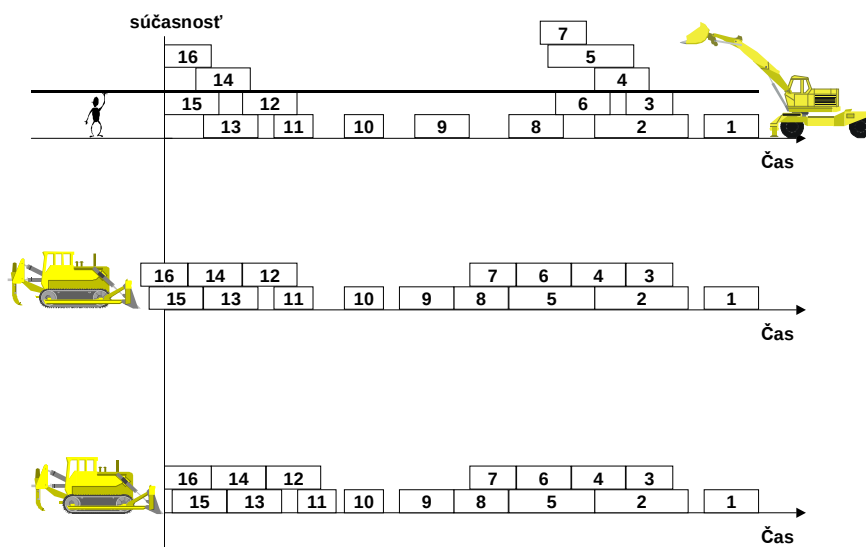
1. Na vyrobenie plánovaného množstva nám nestačilo ani 5 ani 8 hodín, ale 12 ! Ako by sme asi plánovali čas dodávky pre nášho zákazníka v reálnej firme, keď to nedokážeme ani v takomto jednoduchom procese?
2. Ak by sme medzi stroje nedali žiadne zásobníky, tak by dochádzalo k blokovaniu na linke a celkový výkon by bol ešte nižší. Všimnime si, že napríklad v čase 11 je medzi strojom A a B zásoba 9 kusov, v čase 12 je 5 kusov a pod. Ak by medzi strojmi nebol zásobník, stroj A by bol blokovaný a neskôr by mohol jeho stratený výkon chýbať.

Čas - hodiny	Stroj A	Zásoba	Stroj B	Zásoba	Stroj C	Výkon	Celkový výkon	Max. zásoba
1	1	0	-	-	-	-		0
2	6	1	2	-	-	-		1
3	1	3	3	0	-	-		3
4	3	0	4	2	1	1	1	2
5	4	1	2	0	6	1	2	1
6	2	4	1	0	2	6	8	4
7	1	1	5	0	3	2	10	1
8	4	1	1	1	4	1	11	1
9	6	2	3	1	1	4	15	2
10	5	7	1	0	6	1	16	7
11	1	9	3	0	5	4	20	9
12	6	5	5	0	4	5	25	5

Obr. 4.15. Výsledky experimentu s linkou – hádzanie kocky

Uvedené poznámky sú dôkazom, že tradičné kapacitné výpočty nie sú postačujúcim nástrojom na dimenzovanie výrobného systému a mali by mať iba orientačný charakter. Presné preverenie kapacít výrobného systému, vrátane integračných efektov, stochastických vplyvov a vplyvov systému riadenia umožňujú modelovacie techniky - predovšetkým simulácia, ktorej sa venujeme v piatej časti knihy.

S problémom kapacity sa však stretávame aj po inštalácii výrobného systému pri plánovaní a rozvrhovaní výroby. Aj tu musíme počítať s podobnými problémami a praktici z oblasti riadenia výroby nám určite dajú za pravdu, že problém kapacity nespočíva iba v porovnaní kapacitných požiadaviek a existujúcej kapacity. Problém je predovšetkým v časovom rozplávaní kapacitných požiadaviek (výrobných úloh) a dodržiavaní tohto plánu (obr. 4.16).



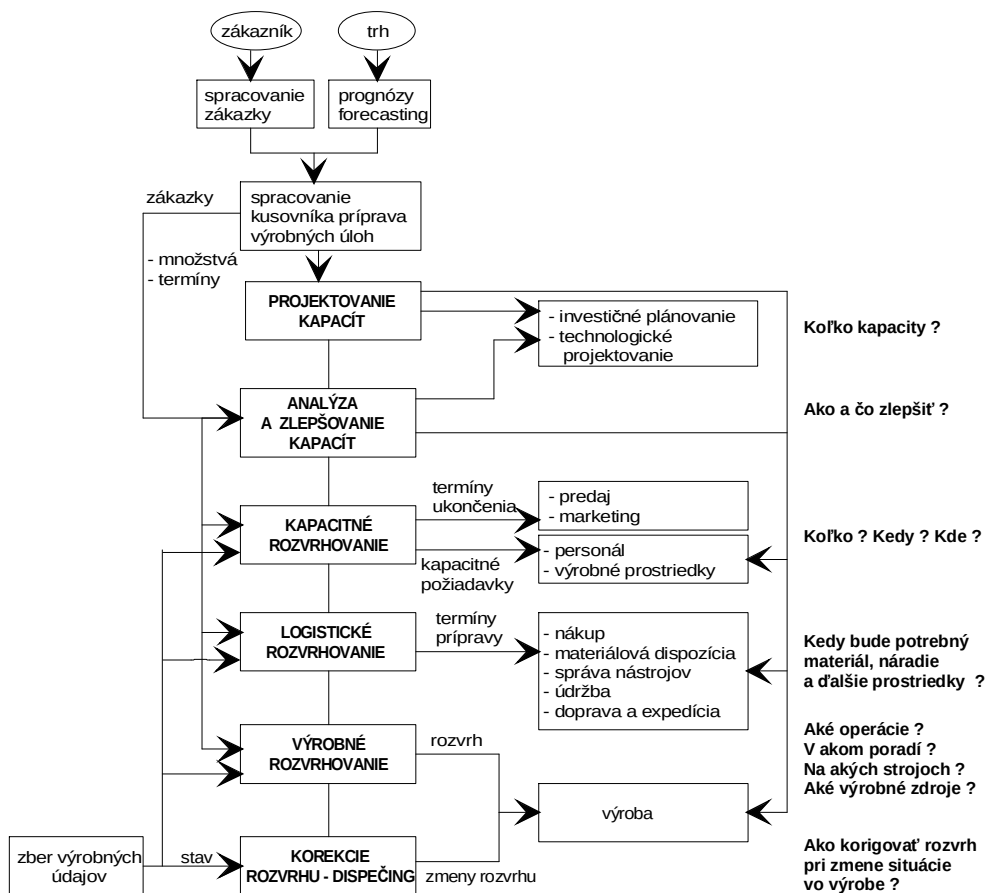
Obr. 4.16. Časové rozvrhovanie výrobných úloh

Na obr. 4.16 je znázornený základný problém, ku ktorému dochádza v kapacitnom plánovaní – kapacitné požiadavky a existujúca kapacita (časový fond) sú napríklad v rámci mesiaca vyvážené a napriek tomu sa neplnia termíny. Problém je v tom, že jednotlivé zákazky nechodia do systému rovnomerne, pôsobia integračné efekty, náhodné procesy a ďalšie faktory. Je dôležité, aby sme 16 zákaziek na obr. 4.16 poukladali pod čiaru, ktorá definuje existujúcu kapacitu. Potom sa môže stať, že sme niektoré zákazky presunuli v plánovacom kalendári až do minulosti a tak musíme jednotlivé „kocky“ posunúť zľava doprava. Aké jednoduché - a napriek tomu to väčšinou v praxi nefunguje. K problému rozvrhovania výroby zameraného na maximalizáciu prietoku cez výrobný systém sa vrátíme ešte v časti venovanej informačnému toku a systému riadenia.

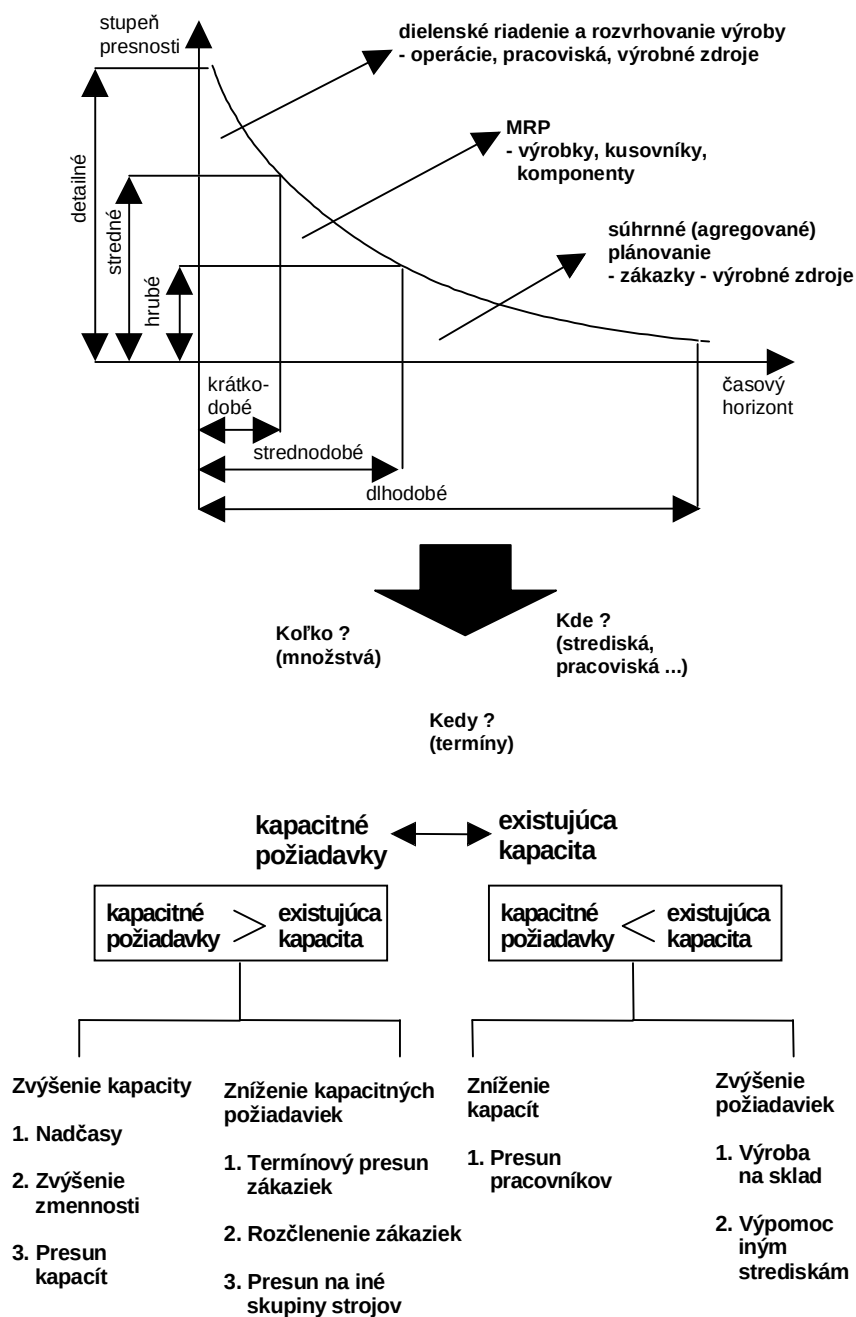
Na obr. 4.17 je zobrazený problém kapacít v rozličných časových horizontoch. Alan Pritsker tento integrovaný prístup nazýva TCM – Total Capacity Management. V dnešnej dobe, keď sa vyžaduje predovšetkým maximálna pružnosť a krátke časy (vývoja, projektovania, výroby i dodávky), je nutné, aby sme dokázali navzájom dynamicky prepojiť projektovanie kapacít s plánovaním a riadením kapacít tak ako je to naznačené na obr. 4.17. Na rozličných úrovniach plánovania a riadenia výroby sa s ohľadom na kapacity vlastne rieši stále ten istý problém – výrobné množstvá, termíny a pracoviská (obr. 4.18).

Na obr.4.19 sú zobrazené základné možnosti, ktoré máme pri vyrovnávaní vyťaženia kapacít – môžeme meniť výrobné množstvá a veľkosti dávok, môžeme časovo presúvať výrobné úlohy, môžeme meniť časy (analýzou a meraním práce, použitím lepších nástrojov, prípravkov a pod.), alebo môžeme presúvať úlohy na iné pracoviská (alternatívne výrobné postupy). Pri simultánnom vyrovnávaní kapacít sa tento postup kombinuje ešte s riadením vstupu výrobných úloh do systému, čím sa dosahujú lepšie výsledky.

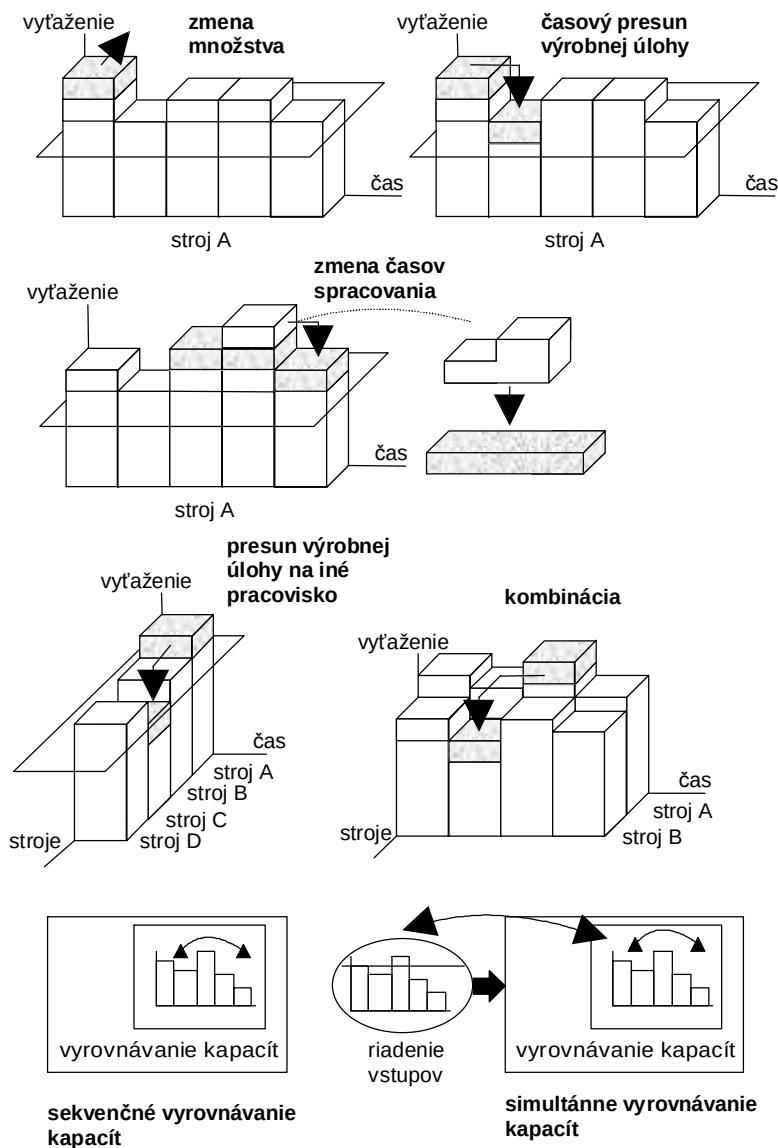
Pri kapacitách si znova musíme pripomenúť to, čo sme si povedali v predchádzajúcej časti – našim cieľom je maximalizovať prietok, minimalizovať zásoby a minimalizovať prevádzkové náklady. Nejde teda o to, aby sme za každú cenu využili kapacity na maximum. Dôležitejšie je, aby cez dané kapacity čo najrýchlejšie „preteklo“ maximálne množstvo výrobkov, ktoré sa predajú. Ak hovoríme o kapacitách, mali by sme mať vždy na mysli úzke miesta a obmedzenia, ktoré nám bránia zarábať peniaze. Ak už v projekčnej fáze urobíme všetko pre to, aby bol počet strojov, ľudí a všetkých výrobných zdrojov minimálny, tak zároveň minimalizujeme budúce zásoby a prevádzkové náklady systému. Je jasné, že v dobrom výrobnom systéme o rovnomerné využitie kapacít. Dosahuje sa to však rovnomerným a plynulým tokom materiálu a nie samoúčelným využívaním kapacít na maximum. Jedným z prístupov ako dosiahnuť rovnomerný tok materiálu aj v kusovej a zákazkovej výrobe, je segmentácia výroby, ktorou sa budeme zaoberať v ďalšej časti.



Obr. 4.17. Problém kapacít na rôznych úrovniach projektovania, plánovania a riadenia



Obr. 4.18. Kapacity z pohľadu systému plánovania a riadenia výroby



Obr. 4.19. Rozličné spôsoby vyrovnávania kapacitného vyťaženia

Uvedené poznámky ku kapacitám možno znejú až príliš triviálne, ale pozrime sa do praxe – koľko zbytočne predimenzovaných výrobných systémov sa vyprojektovalo a postavilo? Všetko to, čo „pre istotu“ vložil do systému projektant, potom ťaží podnik ako zbytočný balast vysokých nákladov. Riadi sa výroba v praxi s ohľadom na prietok a splnenie termínov, alebo s ohľadom na to, aby „všetky stroje a ľudia pracovali naplno“?

4.2. Rozbor materiálových tokov a vytváranie výrobných dispozícií

Vytváranie štruktúry výrobného systému (výrobná dispozícia, layout) sa obyčajne rieši na štyroch základných úrovniach:

1. Výber lokality pre výstavbu výrobného podniku.
2. Usporiadanie jednotlivých prvkov v rámci výrobného podniku.
3. Usporiadanie prvkov v rámci výrobného systému.
4. Usporiadanie prvkov na pracovisku.

Vzhľadom na zameranie tejto knihy sa budeme podrobnejšie venovať posledným dvom skupinám úloh. Podrobný rozbor viacerých metód z tejto oblasti je uvedený napr. v [18], [28].

Pri vytváraní výrobných dispozícií sa obyčajne postupuje nasledovne:

1. Rozborom materiálových tokov a vzťahov medzi pracoviskami
2. Vytvorenie ideálneho usporiadania, v ktorom sa nezohľadňujú plochy pracovísk, vstupné a výstupné miesta a iné obmedzenia.
3. Vytvorenie variantov.
4. Vyhodnotenie variantov, výber a vypracovanie detailného usporiadania.

Niektoré, v praxi osvedčené, pomôcky pre rozbor materiálových tokov sú zobrazené na obr. 4.20.

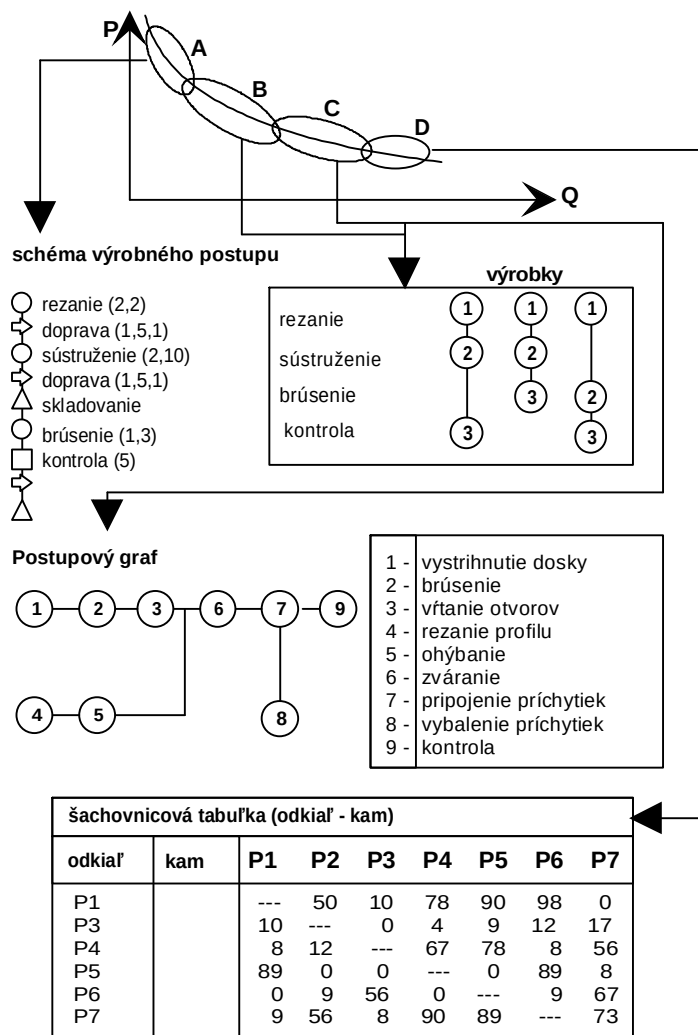
Tieto pomôcky umožňujú prehľadne zobrazit' priebehy materiálových tokov vo výrobe a slúžia väčšinou ako prvé východisko pre ich podrobnejšiu analýzu. V šachovnicovej tabuľke sa kvantifikujú materiálové toky medzi jednotlivými pracoviskami (P1, P2...). V jednotlivých políčkach tabuľky sa obyčajne spočítavajú pre jednotlivé výrobky a komponenty nasledovné veličiny:

- l Počet prepráv za časové obdobie (objem výroby/dopravná dávka).
- l Prepravená hmotnosť za časové obdobie (napr. t/rok).
- l Prepravovaný počet kusov za časové obdobie (napr. ks/rok).

Rozbor materiálových tokov v šachovnicovej tabuľke slúži obyčajne ako podklad pre rozmiestňovanie jednotlivých pracovísk v dielni tak, aby sa minimalizoval počet prepráv (pracoviská s intenzívnymi materiálovými tokmi sa umiestňujú čo najbližšie). Na takomto princípe je založená napríklad známa Trojuholníková metóda, ale i mnohé ďalšie, prepracovanejšie postupy (napr. Modulová metóda).

Vzhľadom na to, že materiálové toky nemusia byť jediným dôležitým kritériom pre rozhodovanie o umiestnení pracovísk v dielni, používa sa často v kombinácii so šachovnicovou tabuľkou i tzv. tabuľka vzťahov (obr. 4.21), do ktorej môže projektant začleniť svoje vlastné ohodnotenie dôležitosti väzieb medzi pracoviskami. Takto je možné definovať napríklad pracoviská, pre ktoré je nevyhnutné, aby boli umiestnené v tesnej

blízkosti z hľadiska technológie (napr. ohrev a kovanie), alebo pracoviská, ktorých umiestnenie v blízkosti je nežiaduce (napr. buchar a pracovisko brúsenia).



Obr. 4.20. Pomôcky pre rozbor materiálových tokov a vhodné oblasti pre ich použitie

Klasické pomôcky pre vytváranie výrobnej štruktúry (šachovnicová tabuľka, tabuľka vzťahov, Sankeyho diagram a i.) sú stále viac kombinované s novými metódami, ktorých použitie väčšinou vyžaduje výpočtovú techniku. Pre vlastné rozmiestňovanie pracovísk vo výrobnom systéme sa používajú predovšetkým skupiny metód zobrazené na obr. 3.50.

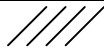
Grafické metódy (Sankeyho diagram – obr. 4.22, kruhový diagram) sú vhodné len pre riešenie veľmi jednoduchých problémov. Použitie **analytických metód** (optimalizačné metódy - lineárne programovanie, nelineárne programovanie, dopravné problémy a i.) je

spojené s vysokými výpočtovými nárokmi a zároveň chýba potrebná interakcia s projektantom.

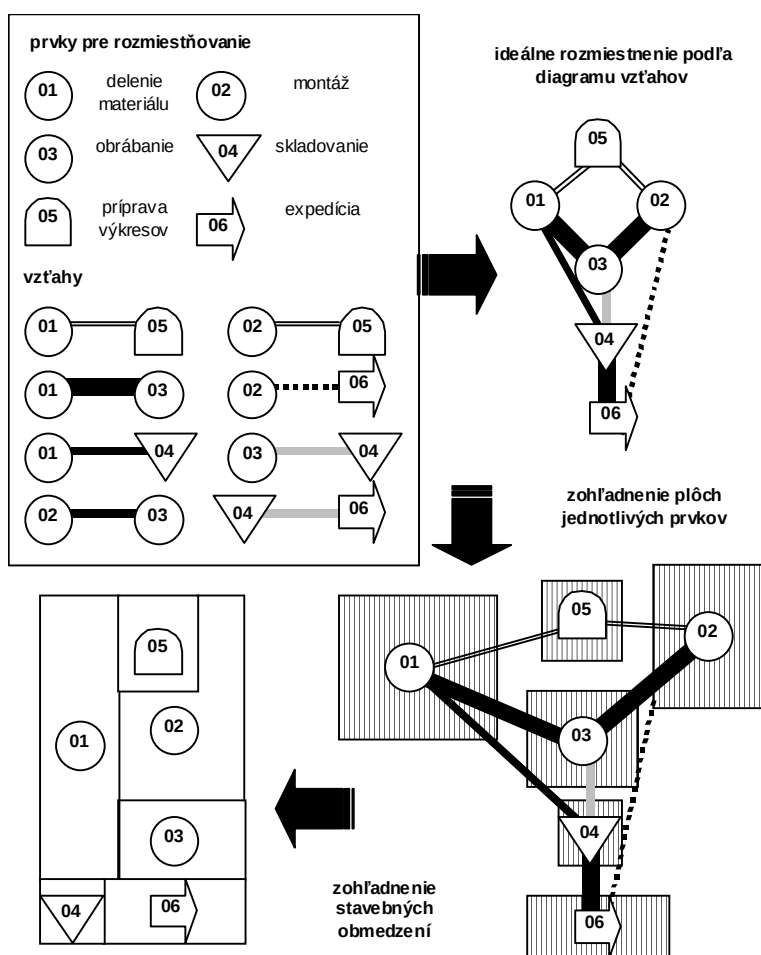
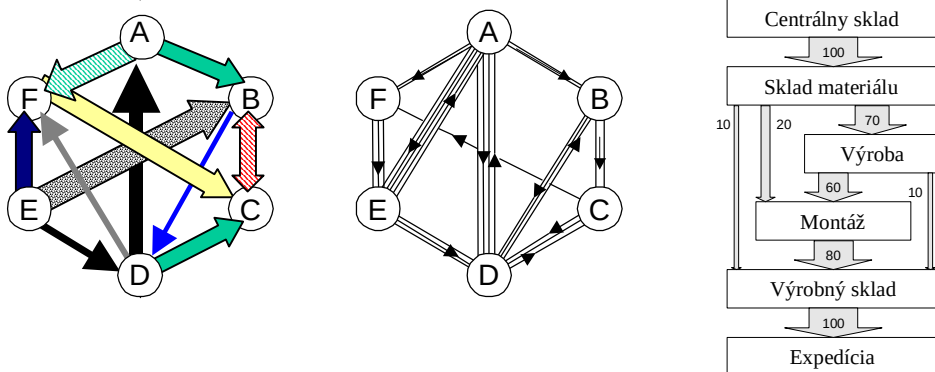
Heuristické metódy sa obvyčajne delia na tzv. konštruktívne alebo výmenné postupy. Tieto metódy umožňujú postupné, interaktívne vylepšovanie riešenia (CORELAP, MODULAP, INTALA, MALAGA a i.) a patria v súčasnosti k najpoužívanejším. Pri algoritmoch výmeny sa vychádza z prvotného riešenia, ktoré môže byť vytvorené napríklad ručne. V tomto riešení sa postupne vzájomne zamieňajú jednotlivé pracoviská a hľadá sa minimálna cieľová funkcia - t. j. minimálny prepravný výkon, minimálne plochy a pod. Pri konštrukčných postupoch sa obvyčajne vychádza zo šachovnicovej tabuľky (matice „odkiaľ - kam“) a matice vzťahov. Pracovisko s najsilnejšími väzbami sa umiestni ako prvé a postupne sa k nemu priradujú ďalšie pracoviská s najsilnejšími dopravnými vzťahmi.

lisovanie					
	3				
tepelné spracovanie		4			
	3	1	4		
sústruženie		2	0	0	
	1	0			
frézovanie					
montáž					

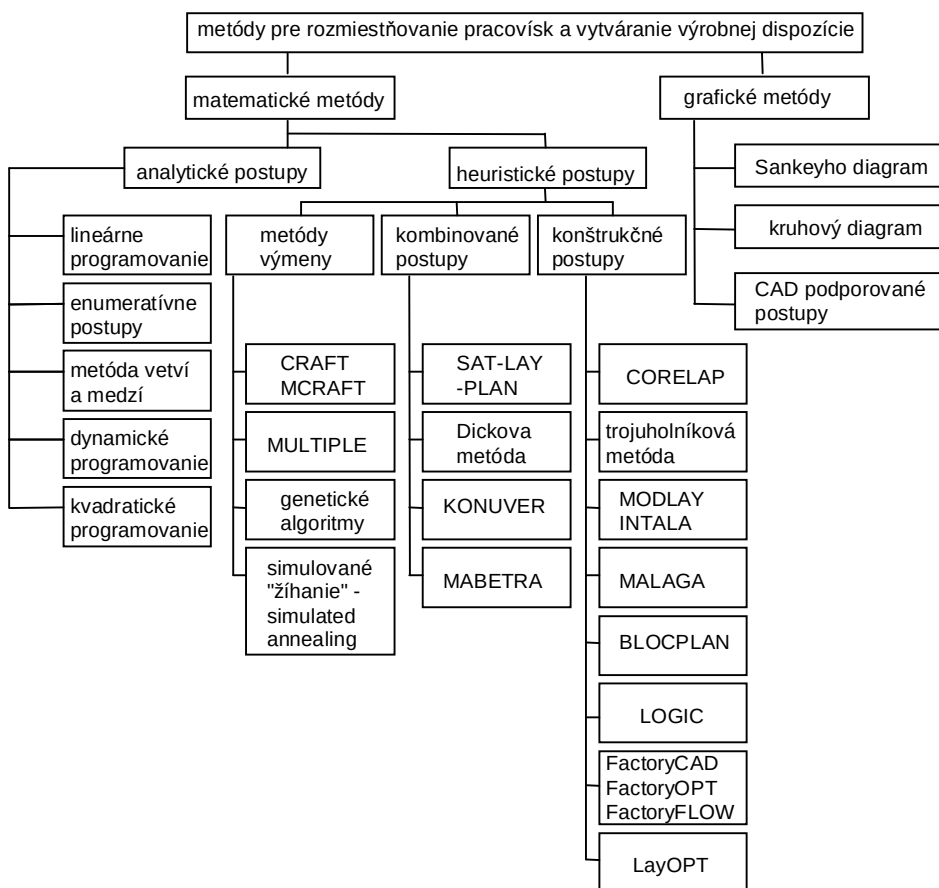
väzba	dôvod
4	technologická nadväznosť
3	

popis - dôležitosť väzby	textové označenie	číselné označenie	ručná grafika	CAD grafika	farba
absolútne nutná	A (Absolute)	4			červená
výnimočná	E (Exceptional)	3			žltá
dôležitá	I (Important)	2			zelená
bežná	O (Ordinary)	1			modrá
nedôležitá	U (Unimportant)	0			
nežiadúca	X (Apart)	N/A			čierna

Obr. 4.21. Tabuľka vzťahov medzi pracoviskami



Obr. 4.22. Sankeyho diagram a postup vytvárania výrobné dispozície



Obr. 4.23. Základné rozdelenie metód pre rozmiestňovanie pracovísk

Najnovšie z týchto postupov (napr. systém Malaga) dnes v sebe spájajú obyčajne nasledovné vlastnosti:

- I Napojenie na podnikový informačný systém (výrobné postupy, objemy výroby a pod.).
- I 2D a 3D grafická podpora, knižnice stavebných prvkov, makety strojov, kontrola vzdialeností medzi strojmi, dopravnými komunikáciami a pod.
- I Prepojenie na simuláciu priebehu výroby s možnosťou dynamického preverenia výrobných dispozícií.
- I Optimalizačné algoritmy.

Nedostatkem mnohých počítačových systémov pre vytváranie výrobných dispozícií bolo, že buď preferovali matematický optimalizačný výpočet, ktorý z procesu tvorby výrobných dispozícií prakticky vylúčil projektanta, alebo sa na druhej strane až príliš spoliehali na skúsenosti projektanta a poskytli mu v podstate prostriedok na počítačové kreslenie výrobných dispozícií.

Systém MODLAY, ktorý bol vyvinutý na partnerskom pracovisku Katedry priemyslového inžinierstva v Žiline – na IPA Stuttgart, pracuje nasledovným spôsobom:

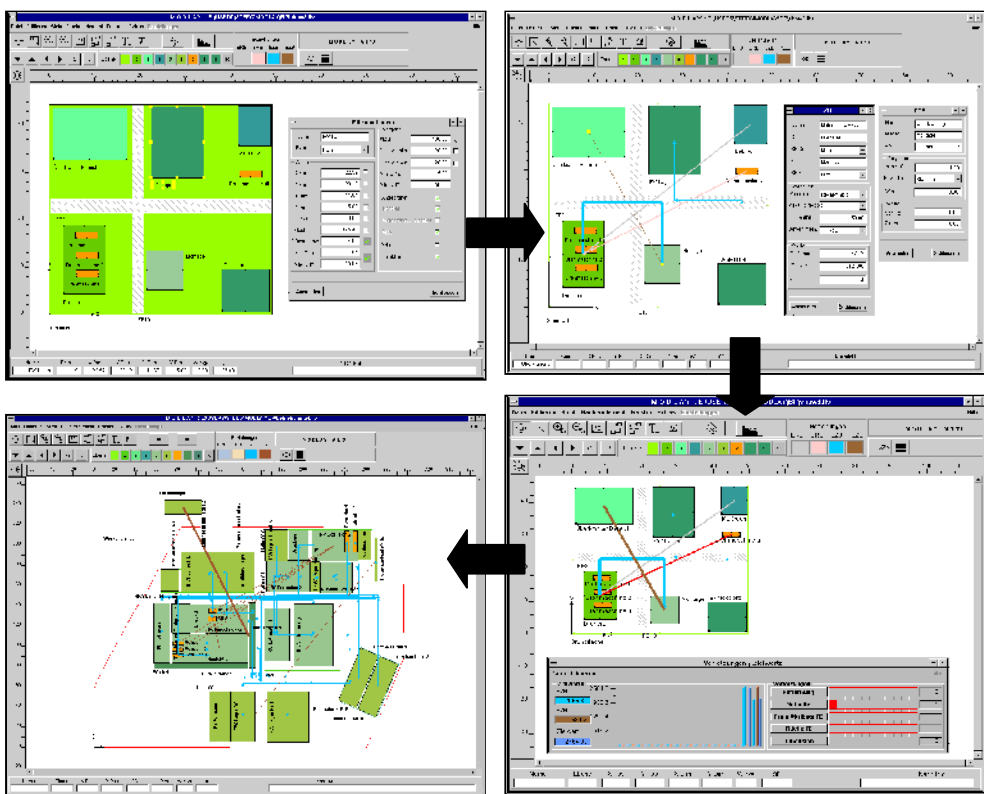
1. Definujú sa prvky, ktoré sa idú rozmiestňovať – tzv. organizačné jednotky, ich funkcie a geometria.
2. Definujú sa vzťahy medzi jednotlivými prvkami a ich atribúty – napríklad maximálne prípustné vzdialenosti, potreba žeriavovej dráhy nad pracoviskom, prípustné zaťaženie podlahy, blízkosť k oknám, klimatizácia v hale, väzba k skladu, komunikačné väzby, typy plôch – napr. výrobné plochy, cesty, zastavané plochy a pod. Tieto obmedzenia sa potom pri vytváraní výrobnéj dispozície automaticky kontrolujú.
3. Interaktívne sa vytvoria varianty, pričom program automaticky prepočítava všetky zmeny (napr. presunutie pracoviska) a ich vplyv na zadané ciele – materiálový tok, investície, využitie plôch a pod.
4. Jednotlivé varianty sa vyhodnotia, vyberie sa najlepšie riešenie a dopracuje sa do detailného projektu. Celý postup je zobrazený na obr. 4.24.

Moderné programové systémy pre podporu vytvárania výrobnéj dispozície nemôžu nahradiť projektanta, ale pomáhajú mu rýchle prepočítať množstvo zložitých vzťahov (predstavme si napríklad prepočítavanie matíc prepravných výkonov so stovkami výrobných postupov), generovať rozličné varianty a vyhodnocovať ich. Tieto systémy bývajú väčšinou integrované aj s modulmi pre rozbor súčiastkovej základne (segmentácia) a dynamickú simuláciu a animáciu činnosti systému (obr. 4.25).

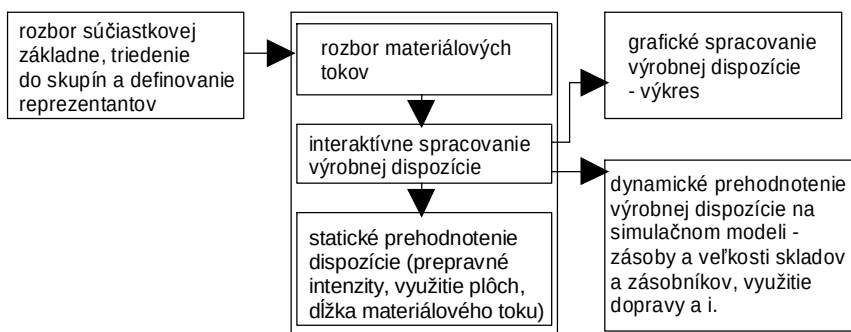
Ďalším trendom pri vytváraní výrobnéj dispozície a usporiadania pracovísk v bunke je, že konečnú podobu riešenia dotvára tím, v ktorom sú okrem špecialistov – projektantov aj ľudia priamo z výrobnéj prevádzky. Prototyp takéhoto systému sa dnes vyvíja na Fraunhoferovom Inštitúte výrobnéj techniky a automatizácie IPA v Stuttgarte. Skupina ľudí na obyčajnom pracovnom stole vytvorí výrobnú dispozíciu, ktorá sa v 3D zobrazení prenáša na stenu kde je možné “prechádzať sa” v tomto virtuálnom priestore. Počítač zároveň vyhodnocuje materiálové toky, simuluje zásoby a vytáženie pracovísk (obr. 4.26).

K vytváraní výrobnéj dispozície na základe analýzy materiálových je potrebné uviesť ešte nasledovné poznámky:

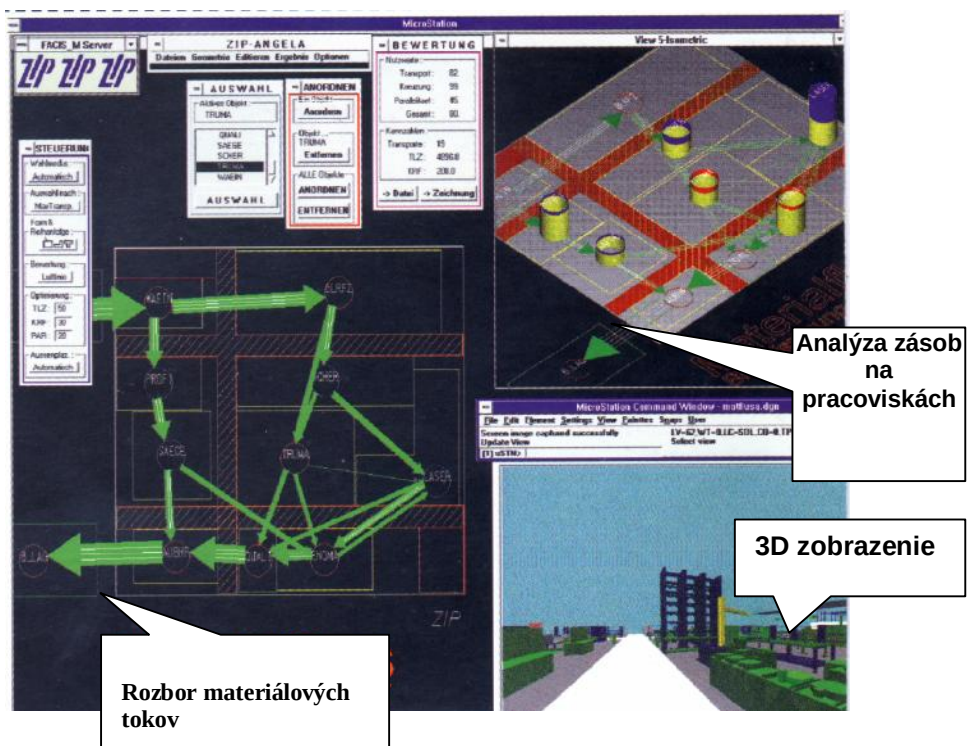
- I Vzťahy medzi pracoviskami nemusia mať iba materiálovú povahu.
- I Materiálový tok nie je jediným kritériom pre rozmiestňovanie strojov - prepravné náklady môžu byť nevýznamné, alebo existujú i ďalšie dôležité kritériá.
- I Do výrobnéj dispozície je treba zakomponovať i služby (údržba, energetika, a ďalšie).
- I Je potrebné rešpektovať i organizačné väzby i vyváženosť kapacít (medzisklady a pod.).
- I Stále väčší význam sa prikladá ľuďom a ich zapojeniu do výrobnéj dispozície – usporiadanie strojov sa preto robí aj s ohľadom na tímovú prácu, dobrú komunikáciu a priamu integráciu podporných útvarov priamo do výrobného procesu. V moderných výrobných systémoch nesedia technológovia a priemyselní inžinieri v kanceláriách na šiestom poschodí, ale priamo vo výrobe, priamo pri procesoch.



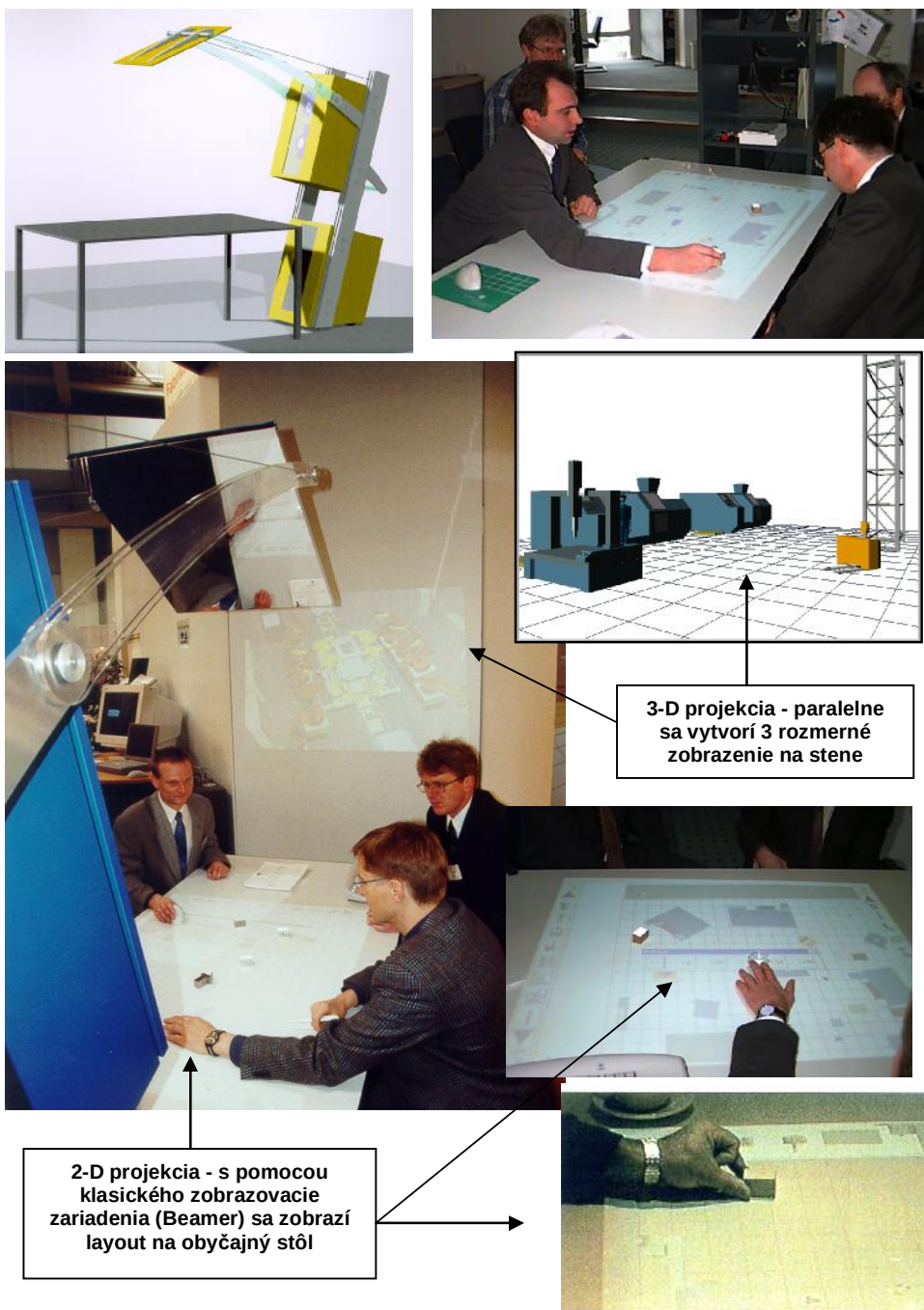
Obr. 4.24. Vytváranie výrobnjej dispozície v systéme MODLAY



Obr. 4.25. Integrácia modulu pre vytváranie výrobnjej dispozície s okolím



Obr. 4.26. Vytváranie výrobnjej dispozície s podporou simulácie – systém Malaga



Obr. 4.27. Interaktívne vytváranie výrobnéj dispozície v tíme s 3D vizualizáciou na stene

Všeobecné zásady pre vytváranie výrobnjej dispozície je možné zhrnúť nasledovne:

- I Minimalizácia prepravných výkonov, minimalizácia prepravných nákladov.

$$PV = \sum_{i,j=1}^n m_{i,j} \cdot s_{i,j} \rightarrow \text{MIN!}$$

kde:

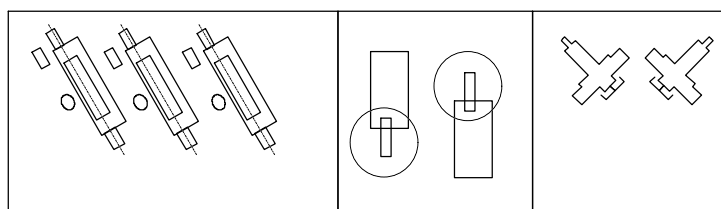
PV - prepravný výkon,

$m_{i,j}$ - počet prepráv medzi strojom i a j v danej perióde (alebo prepravované množstvo),

$s_{i,j}$ - vzdialenosť stroja i a j (rôzne spôsoby merania).

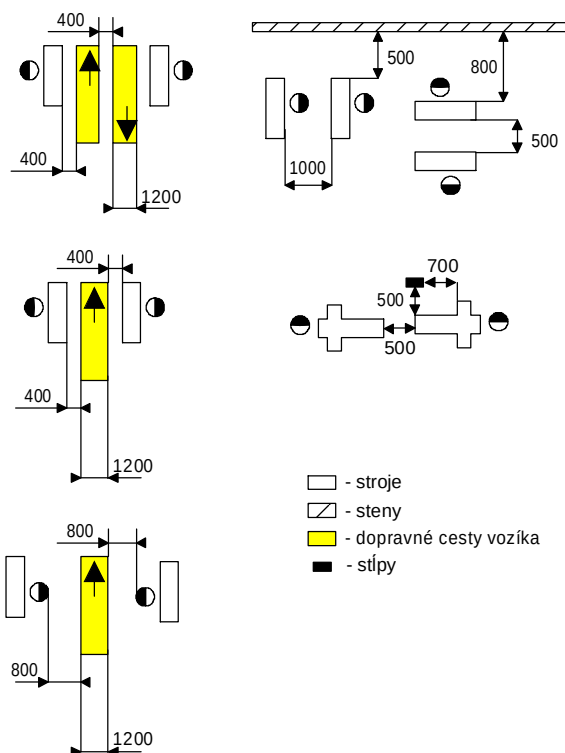
- I Minimalizácia plôch.

Veľkosti plôch sú ovplyvnené zariadeniami a spôsobom ich umiestnenia (obr. 4.28), ale aj spôsobom riadenia výroby a vyváženia kapacít, ktoré ovplyvňujú napríklad veľkosti medziskladov.



Obr. 4.28. Rozličné spôsoby umiestnenia strojov s ohľadom na minimalizáciu plôch

- I Zaistenie bezpečnostných a hygienických pracovných požiadaviek (obr. 4.29).
- I Pružnosť a možnosť zmien v budúcnosti.
- I Vhodnosť pre tímovú prácu – možnosť komunikácie, striedania práce, tímové stretnutia, možnosť vizualizácie procesov.
- I Minimalizácia zásob a priebežných časov.
- I Priamy materiálový tok – túto „klasickú“ požiadavku treba brať trochu s rezervou, pretože priamy tok materiálu môže niekedy znamenať, že na jeho konci sa vykladajú dopravné zariadenia a potom sa musia po dlhej dráhe prázdne vracat' späť. V takomto prípade je vhodnejší materiálový tok napríklad v tvare písmena U alebo N.
- I Napojenie na externý logistický reťazec – najmä pri montáži zložitejších výrobkov (automobily) bývajú dodávatelia priamo integrovaní do montážnych liniek.
- I Je ideálne, ak je možné vždy optimalizovať usporiadanie strojov s ohľadom na zmenený výrobný program. Toto je však väčšinou možné iba pri ľahkých a mobilných pracoviskách – napr. krajčírskych dielní, montáž káblových zväzkov a pod. V mnohých prípadoch existujú obmedzenia ako napríklad vysoké náklady na presuny strojov (ťažké stroje, základy, stavebné obmedzenia), väzby na centrálné technologické strediská (napr. zinkovňa) a iné.



Obr. 4.29. Príklad niektorých vzdialeností, ktoré je potrebné dodržiavať pri vytváraní výrobnej dispozície.

Na obr. 4.30 sú zobrazené tri základné typy výrobných dispozícií:

1. **Technologické usporiadanie**, kde sú pracoviská uložené podľa svojej technologickej špecializácie a súčiastky sa presúvajú medzi nimi v zložitom materiálovom toku. Technologické usporiadanie môže byť výhodné napríklad s ohľadom na údržbu strojov alebo ich obsluhu. Tento spôsob organizácie je však obvyčajne spojený so zložitejšou prepravou materiálu, náročnejším plánovaním a riadením výroby, vysokými zásobami a mnohými ďalšími problémami vo výrobe.
2. **Predmetné usporiadanie** sa usiluje o to, aby umiestnenie jednotlivých pracovísk zodpovedalo postupu výroby výrobku, čo môže byť pri širokom spektre súčiastok problematické. Hlavná výhoda predmetného usporiadania je znázornená na obr. 4.31. Ide o výrobu výrobku, na ktorom je potrebné vykonať operácie A, B, C a D, z ktorých každá trvá jednu minútu. Vo výrobnej dávke je 5 kusov. Ako ukazuje obrázok, v prípade technologického usporiadania, kde sa súčiastky v dávke prepravujú z jedného strediska do druhého, je celkový priebežný čas 20 minút, a to i bez zohľadnenia prepravných časov. Pri predmetnej organizácii je priebežný čas 4 minúty a celá dávka sa vyrobí za 8 minút!

3. Bunkové usporiadanie. V oblasti organizácie výroby je možné v ostatných rokoch sledovať trend k vytváraniu decentralizovaných, modulárnych organizačných jednotiek (výrobné bunky, modulárna organizácia, špecializovaná výroba - Focused Factory, CIM-Islands, Modulare Fabrik, Fraktálový podnik a pod.).

Základnou myšlienkou bunkovej organizácie je rozdelenie výrobného systému na samostatné moduly, ktoré autonómne plnia definované výrobné úlohy a sú navzájom prepojené informačným a materiálovým tokom (obr. 4.32). Takéto „podniky v podniku“ spolupracujú na princípe zákazník – dodávateľ a musia mať preto podmienky – komunikáciu, prepravné spojenia, decentralizáciu skladov a presun položiek s najväčšou intenzitou manipulácie priamo na miesto spotreby.

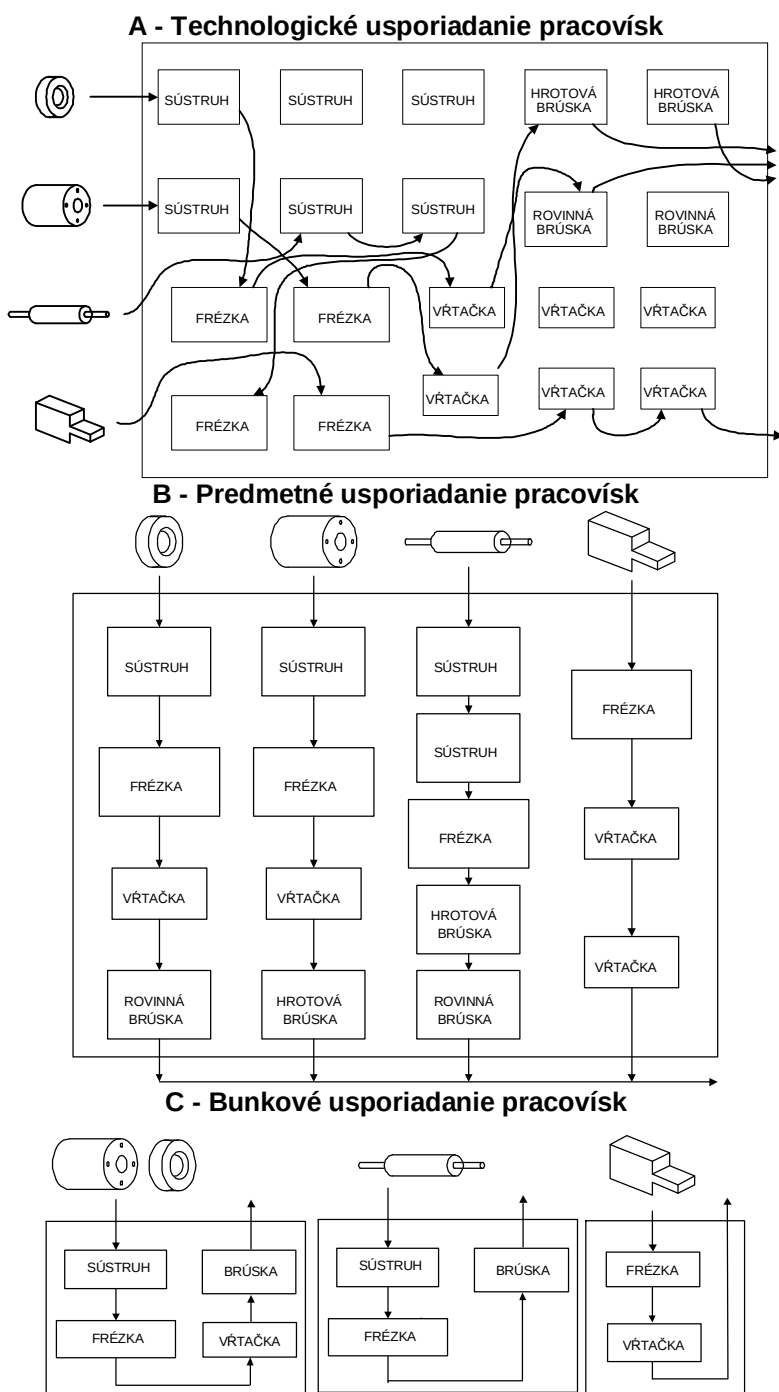
Ďalej si podrobnejšie popíšeme tento koncept a spôsob vytvárania fraktálov tak, ako ich projektuje Inštitút priemyslového inžinierstva IPI Žilina.

Hlavnými výhodami tejto organizácie sú:

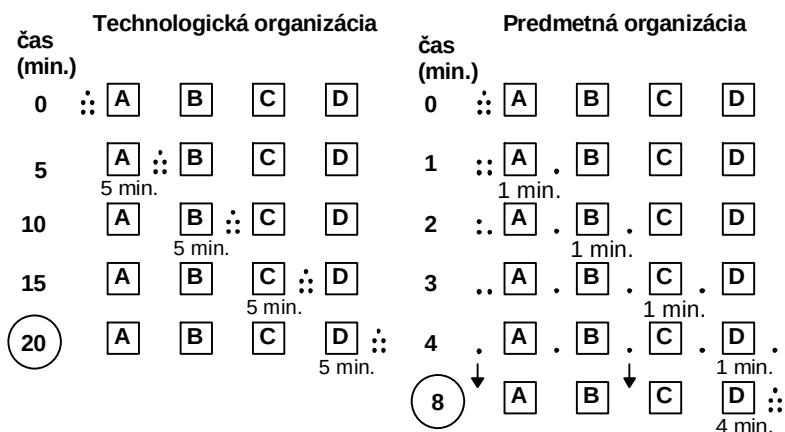
- I Minimálne vzdialenosti.
- I Racionálne a prehľadné materiálové a informačné toky.
- I Dobrá komunikácia, prehľadné riadenie a jasne definované kompetencie.
- I Nízke zásoby a krátke priebežné časy.
- I "Samooptimalizácia" a vysoká pružnosť modulov.
- I Racionálne využitie plôch.

Výrobné bunky zabezpečujú obyčajne pružnosť výrobného systému s ohľadom na meniaci sa výrobný sortiment, rozširovanie a modifikáciu výroby. Príkladom takehoto riešenia je tzv. Tompkinsov spôsob vytvárania výrobnej dispozície nazývaný koncept Spine (chrbtica). Hlavný materiálový tok v takejto výrobnej štruktúre tvorí chrbticu, okolo ktorej sú umiestnené samostatné výrobné bunky (obr. 4.33). Materiálový tok v bunke zodpovedá technológii výroby výrobkovej skupiny, ktorá sa v bunke spracováva a hlavný materiálový tok je jednosmerný. Jednotlivé bunky sa pritom môžu "rozrastať" (rozširovanie výroby), čomu obyčajne zodpovedá i stavebné riešenie výrobnej haly (posuvné priečky, spôsob osvetlenia a pod.).

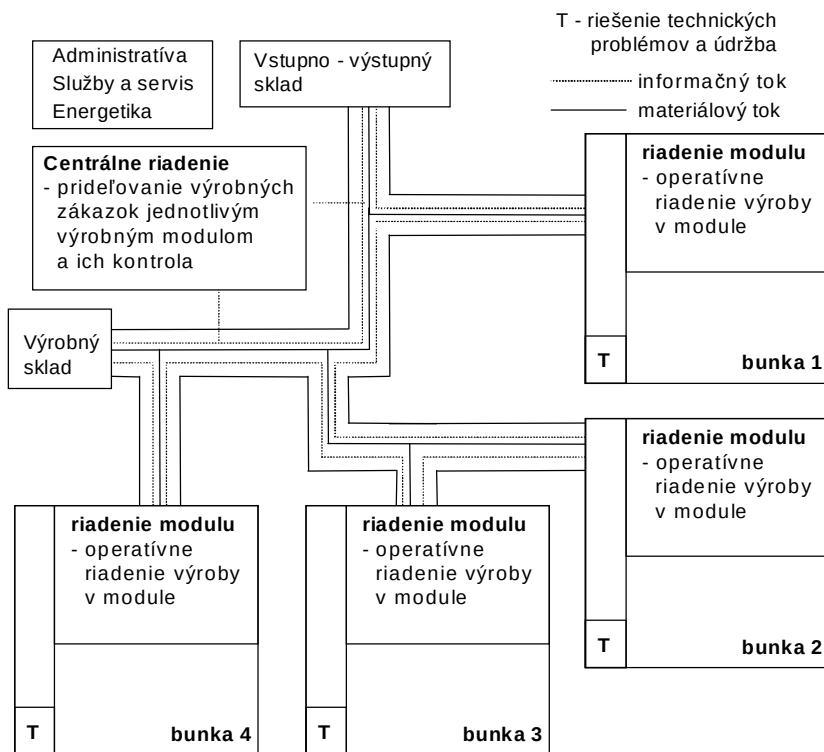
Klasický Tompkinsov Spine koncept bol v roku 1994 rozšírený vo firme Škoda VW na tzv. Fraktálový Spine koncept, kde je chrbtica tvorená priestormi pre ľudí, ich komunikáciu a organizáciu procesov zlepšovania (obr. 4.34). Tomuto bola prispôbena i celá architektúra výrobnej haly (obr. 4.35, obr. 4.36). Častým riešením výrobných buniek býva i výrobná dispozícia v tvare písmena U, ktorá môže poskytovať mnohé výhody, ako je napríklad skrátenie vzdialeností, zlepšenie komunikácie, lepšia možnosť vzájomnej výpomoci a pod. Takéto príklady sú znázornené na obr. 4.37 a 4.38.



Obr. 4.30. Základné spôsoby usporiadania pracovísk

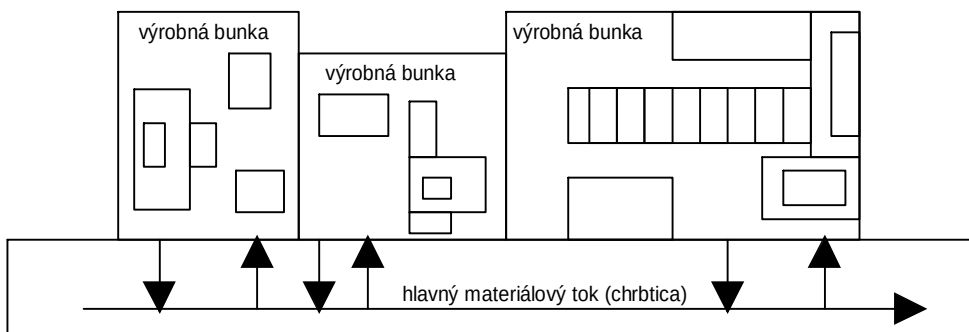


Obr. 4.31. Priebežné doby výroby v technologickej a predmetnej organizácii



Obr. 4.32. Výrobné bunky – podniky v podniku

Cestou zjednodušovania výrobnéj dispozície smerom k výrobným bunkám je tzv. segmentácia výroby. Výsledkom segmentácie je vytvorenie kapacitného kanálu, ktorý je k dispozícii pre spracovanie všetkých výrobkov z priradenej skupiny, čo zvyšuje sériovosť výroby a prináša výhody výroby vo väčších množstvách (pretypovanie strojov).



Obr. 4.33. Tompkinsov spôsob riešenia výrobnéj dispozície

Rozlišujú sa dve základné formy segmentácie:

- I Vertikálna segmentácia podľa jednotlivých typov výrobkov.
- I Horizontálna segmentácia - v rámci vertikálnych segmentov sa tvoria segmenty horizontálne, t. j. znižuje sa počet krokov výrobného postupu a komplexnosť výrobku.

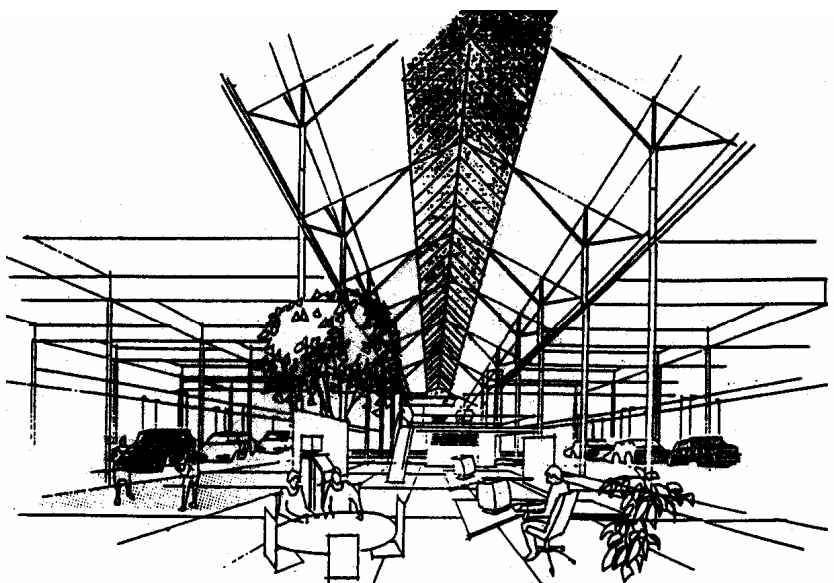
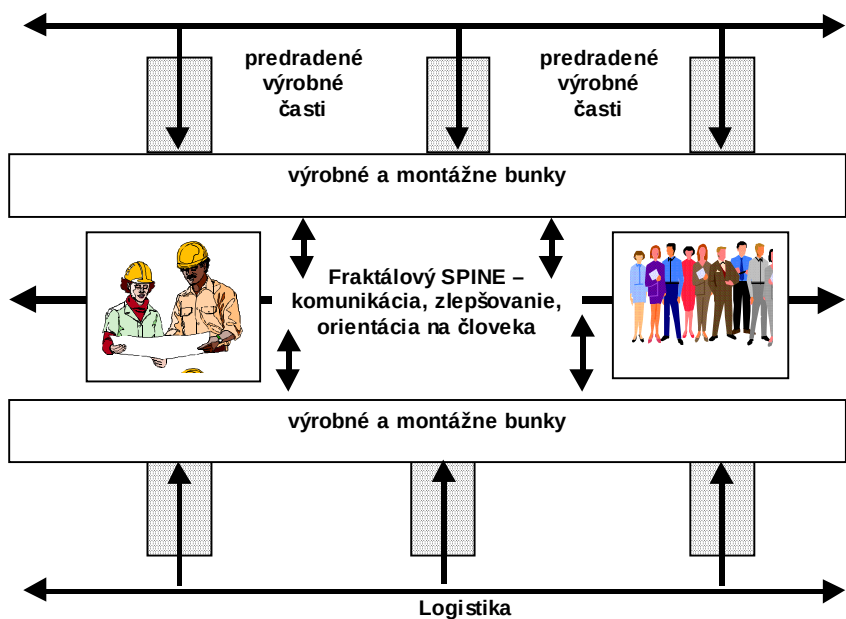
Pri segmentácii sa využívajú predovšetkým nasledovné kritériá:

1. Pri vertikálnej segmentácii sa využívajú hlavne kritériá zamerané na výrobky:

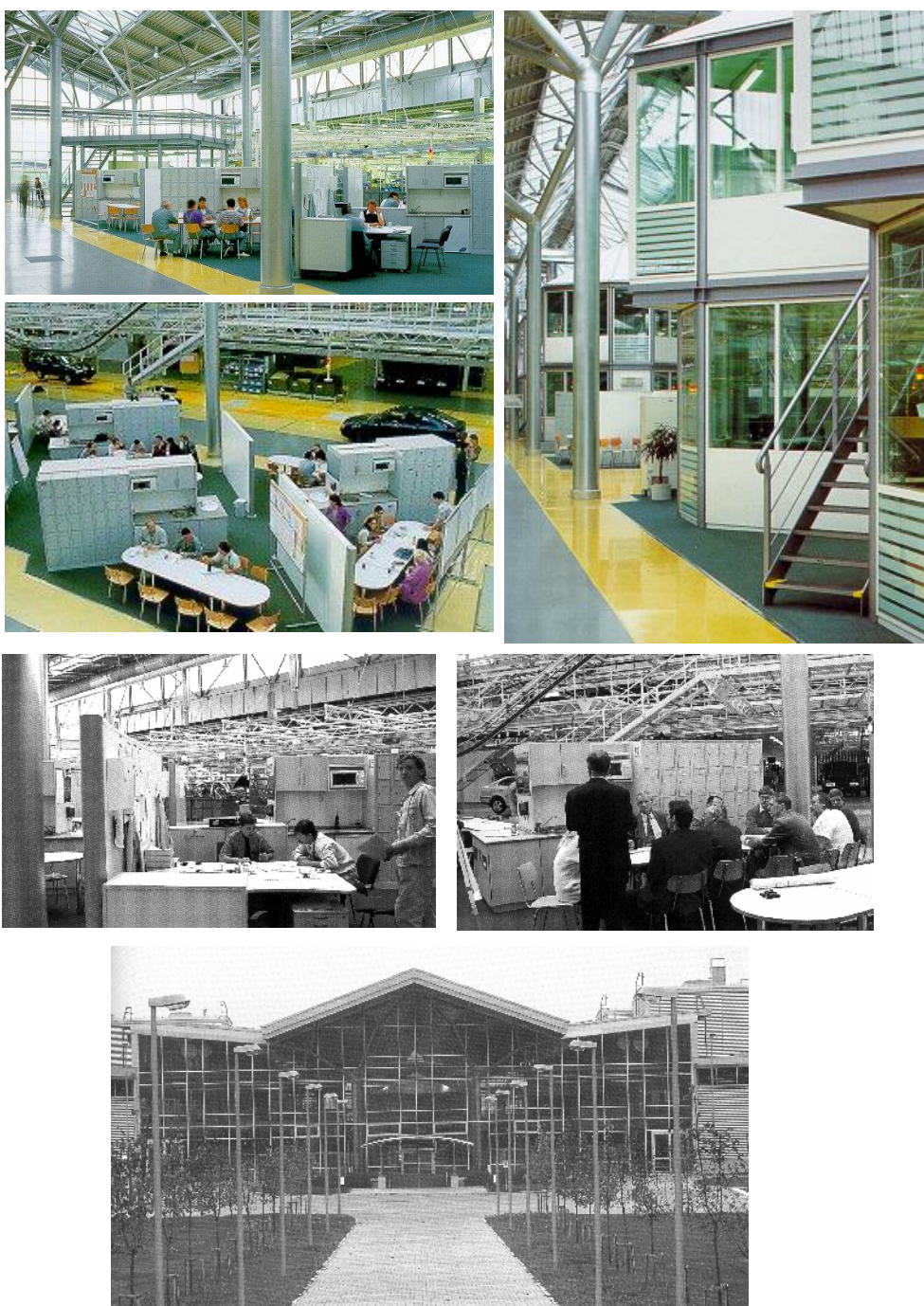
- I Objemy výroby, prognózy dopytu, trendy.
- I Typy výrobkov - funkcie, výrobný postup, montáž a pod.
- I Štruktúra odbytu (výroba na objednávku, výroba na sklad).

2. Pri horizontálnej segmentácii sa využívajú hlavne kritériá vzťahujúce sa na výrobu:

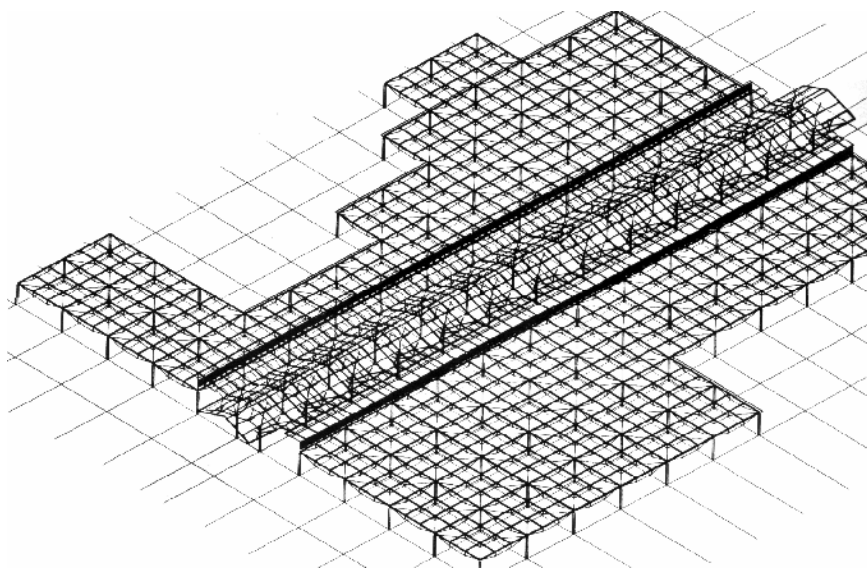
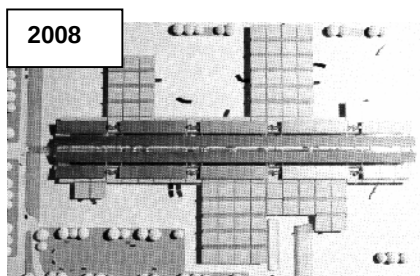
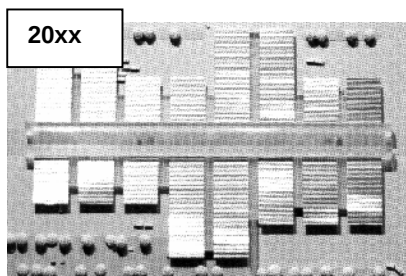
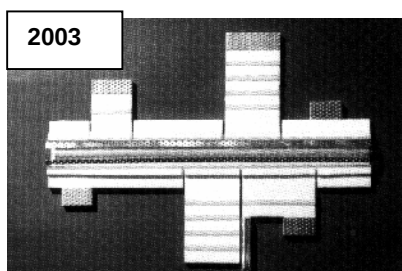
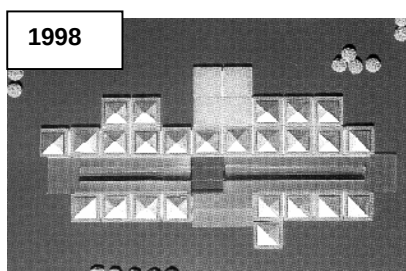
- I Optimalizácia materiálových tokov.
- I Vyhladenie kapacít.
- I Technologické podmienky (napr. existujúce prípravky a pod.).
- I Obmedzenia týkajúce sa výrobného postupu (napr. postupnosť v zoradovaní).



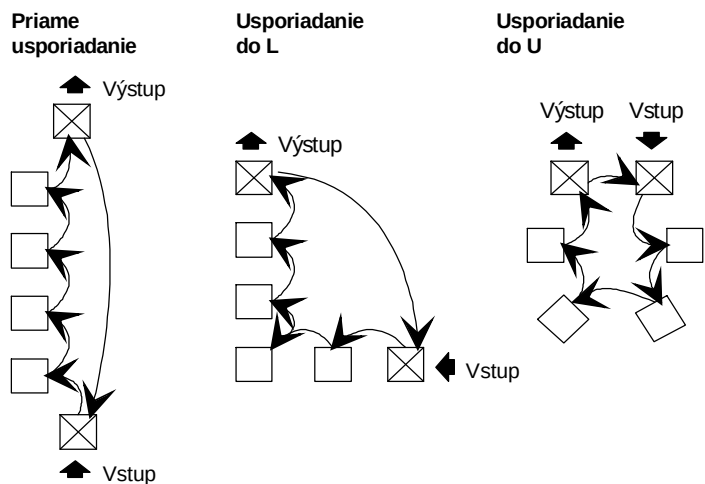
Obr. 4.34. Fraktálový Spine a návrh komunikačného priestoru v hale



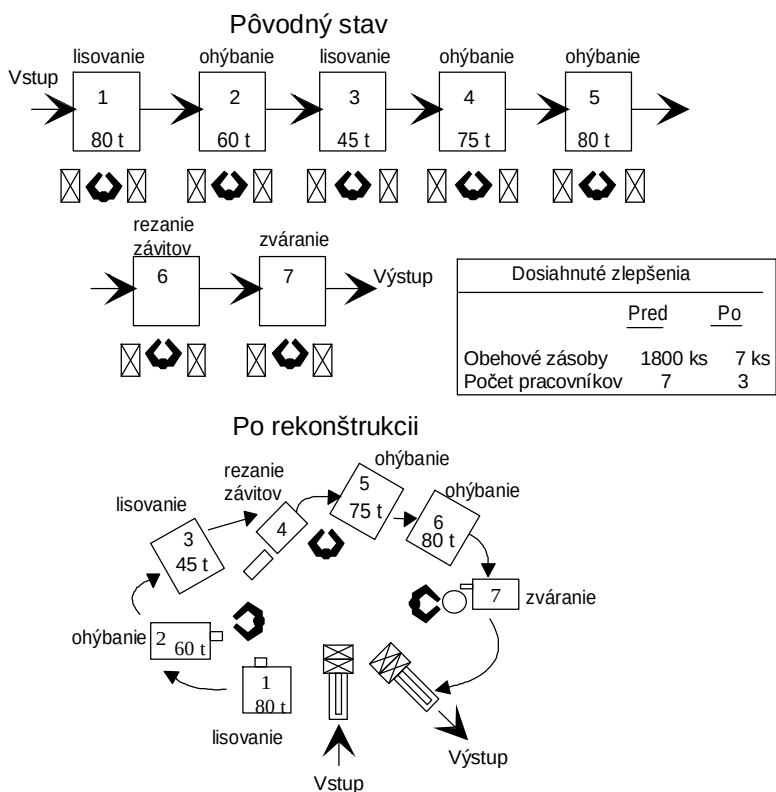
Obr. 4.35. Komunikačné priestory vo firme Škoda VW Mladá Boleslav architektúra haly



Obr. 3.36. Modulárna hala a možnosti rozširovania výrobnjej dispozície



Obr. 4.37. Vzťah medzi usporiadaním pracovísk a pohybom pracovníka



Obr. 4.38. Príklad zmeny výrobnjej dispozície lisovacej linky v japonskej firme na výrobu automobilov

Proces	Typ výrobku					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Hrubovanie						
Sústruženie						
Frézovanie						
Montáž						
Delenie materiálu						
Zváranie						
Spracovanie plechov						

Vertikálna segmentácia - výrobky
Horizontálna segmentácia - procesy

Výroba šiestich výrobkov, ktoré sú reprezentované dvoma rodinami

A - A1, A2, A3

B - B1, B2, B3

Pre rodinu A bude vytvorený jeden vertikálny segment

Pre rodinu B bude vytvorený ďalší vertikálny segment

Výhodne bude vytvoriť z uvedených procesov (delenie materiálu, zváranie, spracovanie plechov) jeden horizontálny segment

Obr. 4.39. Vertikálna a horizontálna segmentácia výroby

Segmentácia je vlastne spôsob riešenia rastúcej variantnosti výrobkov vo výrobe. Počet variantov má veľký vplyv na celkové náklady. Rastom počtu variantov narastajú skokovo hlavne náklady na výber nových dodávateľov. Na dispozíciu s materiálom, intenzívnejšie marketingové činnosti a pod. Asi 15 až 20 % priemerných výrobných nákladov určitého spektra výrobkov je priamo závislých od počtu variantov. Ak uvažujeme priemerné výrobné náklady variantov určitého výrobku ako základňu 100 %, potom tvoria výrobné náklady štandardného riešenia 89 %, ale výrobné náklady zákazníckych variantov sa môžu zvýšiť až na 600 % priemerných výrobných nákladov.

Túto variantnosť možno zvládnuť dvoma spôsobmi :

1. Segmentáciou výroby.
2. Časovým posunom tvorby variantov (presun do finálnej montáže - napr. montáž automobilov).

Na obr. 4.40 je postup projektovania fraktálov, ktorý vo firmách so širokým výrobným spektrom začína obyčajne segmentáciou.

Na segmentáciu vyvinuli pracovníci Katedry priemyslového inžinierstva a IPI v Žiline maticu zobrazenú na obr. 4.41. S použitím algoritmov na segmentáciu, ktoré sú ďalej vysvetlené, je možné v tejto matici vytvoriť skupiny súčiastok, ktoré vyžadujú podobné výrobné zariadenia. Po vytvorení takejto skupiny je možné spočítať kapacity jednotlivých strojov a navrhnúť výrobné bunky.

R. Debnár [10] vyvinul ešte špeciálny algoritmus, ktorý pomáha stanoviť poradie strojov v bunke. Konečné rozhodnutie o strojoch, ktoré budú zaradené do bunky musí urobiť projektant. Je pritom často potrebné riešiť nasledovné problémy:

1. V bunke vyšiel príliš veľký počet strojov – treba ju rozdeliť napríklad vertikálne na niekoľko samostatných buniek.
2. Pri segmentácii sa vyskytli kľúčové pracoviská, ktoré sú potrebné vo viacerých bunkách. Takéto pracoviská je možno vyčleniť von zo skupiny a umiestniť ich ako spoločné kooperačné pracovisko v blízkosti buniek, ktoré ho využívajú. Inou možnosťou je využitie alternatívnych výrobných postupov.



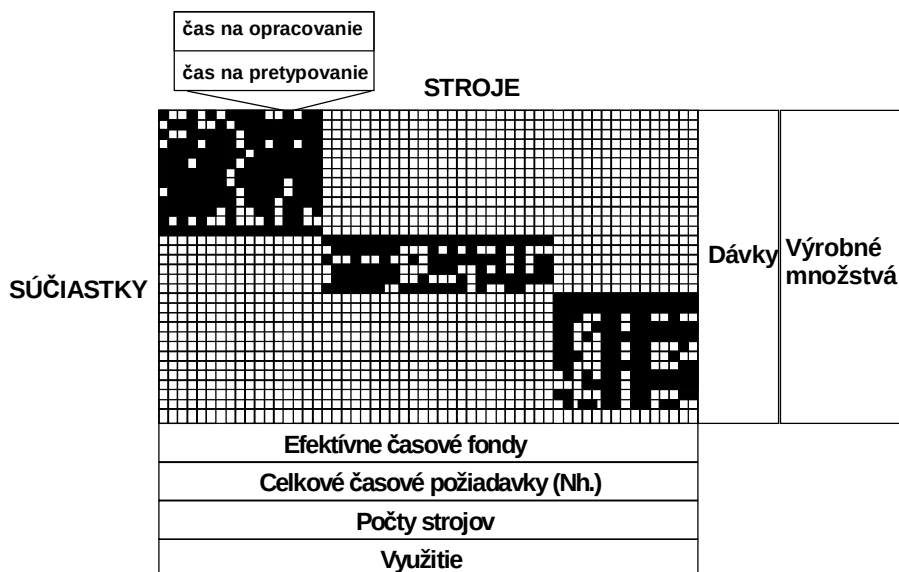
Obr. 4.40. Postup projektovania fraktálov podľa IPI Žilina

Celý tento postup budovania fraktálov môžeme rozdeliť na niekoľkých fáz:

1. Analytická a prípravná fáza. V tejto fáze je potrebné vyriešiť nasledovné úlohy:

- I Vybrať vhodné skupiny súčiastok, výrobkov alebo technologických operácií pre výrobný tím (skupinová technológia, ABC analýza).

- I Vytypovať výrobnú oblasť vhodnú pre úvodný projekt.
- I Začať sériu informačných a tréningových seminárov v malých skupinách pre manažment, líniových a výkonných pracovníkov, v ktorých získajú najmä nasledovné informácie a schopnosti - ciele firmy a význam reorganizácie smerom k segmentácii výroby a tímovej práci, formy komunikácie a spolupráce v tíme, typy osobností a rôzne role členov tímu, etapy formovania tímu, princípy systémov pre kontinuálne zlepšovanie procesov, nástroje a techniky zlepšovania procesov, zvyšovania kvality a produktivity práce a pod.



Obr. 4.41. Segmentácia v matici súčiastky – stroje

2. Projekčná fáza.

- I Pre vybrané skupiny súčiastok vypracovať detailný rozbor materiálových tokov a vykonať segmentáciu.
- I Vypracovať nový systém kalkulácií a odmeňovania v podniku, založený na objektívnych výkonoch a pridanej hodnote každého strediska a bunky.
- I K definovaným skupinám súčiastok vytvoriť výrobné bunky, v ktorých budú definované výrobné zariadenia a pomôcky, ich kapacitné vyťaženie, hodinové sadzby, vstupy a výstupy materiálu, informácií a financií, interní zákazníci a dodávatelia, krátkodobé a dlhodobé ciele a ich meranie, usporiadanie pracovísk v bunke.

3. Realizačná fáza.

- I Pripraviť systém pomôcok a nástrojov pre prácu výrobného tímu (vizuálne pomôcky, ukazovatele práce tímu, konkrétne techniky pre zlepšovanie procesov).

- I Vybrať pracovníkov do tímu a začať systematický výcvik tímu.
- I Vytvoriť infraštruktúru pre prácu tímu (zásobovanie, komunikácia s okolím, finančné toky a pod.).
- I Zahájiť prácu tímu, postupne zdokonaľovať schopnosti jeho členov a rozširovať jeho úlohy.
- I Vyhodnotiť celý projekt a skúsenosti z úvodného projektu preniesť na vytvorenie tímov v ďalších výrobných strediskách.
- I Ak hovoríme o „minifirme“, alebo o „firme vo firme“, tak pre zahájenie jej činnosti je potrebné podrobne spracovať, podobne ako pri založení reálnej firmy, **podnikateľský plán**.

Takýto plán by mal obsahovať najmä nasledovné časti:

1. Misia a ciele minifirmy a ich meranie.
2. Výrobný program (skupiny súčiastok, výrobkov, operácií alebo služieb).
3. Zákazníci minifirmy a ich požiadavky (interní a externí).
4. Výrobné zdroje (výrobné zariadenia, pomôcky a pod.).
5. Personálne obsadenie minifirmy a plán jeho ďalšieho rozvoja.
6. Projekt minifirmy (usporiadanie pracovísk, skladov a pod.).
7. Metódy, pracovné techniky, požadované znalosti a plán ich osvojenia si.
8. Organizácia a riadenie minifirmy.
9. Financovanie minifirmy (nákupné ceny, predajné ceny, spôsob rozdeľovania zisku, finančný plán).
10. Dlhodobý plán rozvoja minifirmy.

Základný roziel medzi segmentom a fraktálom je uvedený v nasledovnej tabuľke:

Segmenty	Fraktály
• výroba	• výroba a služby
• jednorázové vytvorenie novej štruktúry (segmentu)	• neustály proces zmeny
• okolie segmentu sa považuje za stabilné	• okolie fraktálu sa považuje za turbulentné
• segment pracuje s určenými cieľmi	• fraktál sa podieľa na definovaní cieľov
• majú vlastnú zodpovednosť	• majú vlastnú organizáciu a riadenie
• sú hodnotené na základe výsledkov	• sú navigované

Ďalej si uvedieme príklad jednoduchých algoritmov pre segmentáciu, ktoré je vhodné použiť pri rozsiahlejších problémoch, kde je ručné triedenie v matici veľmi problematické. Pracovníci IPI Žilina s použitím týchto algoritmov v systéme SIMPLE++ triedili aj veľmi rozsiahle súbory výrobných postupov.

Algoritmy pre segmentáciu

Analýza výrobného toku - PFA (Production Flow Analysis)

Tento algoritmus vyvinul Burbridge [3] a jeho cieľom je vytvoriť skupiny súčiastok a strojov, ktoré by mohli tvoriť výrobné bunky.

Algoritmus má tri kroky:

1. Vytvorenie zoznamu súčiastok, ktoré prechádzajú cez jednotlivé stroje a výber stroja, cez ktorý prechádza najmenší počet súčiastok. Zo všetkých súčiastok, ktoré prechádzajú cez tento stroj a zo všetkých strojov, cez ktoré tieto súčiastky prechádzajú, sa vytvorí podskupina.
 2. Prehodnotí sa, či cez tieto stroje (okrem prvého) prechádzajú ešte súčiastky z iných skupín. Ak áno, tak sa podskupina strojov rozdelí na ďalšie podskupiny. Podobne, ak je nejaký stroj vložený do podskupiny iba kvôli jednej súčiastke, je z nej vybratý.
1. Tieto dva kroky sa opakujú dovtedy, kým sa všetky stroje nerozdelia do podskupín.
 2. Podskupiny sa navzájom skombinujú do skupín tak, aby v nich bol požadovaný počet strojov, s ohľadom na funkčnosť výrobnéj bunky.

Ukážme si teraz tento algoritmus na príklade (obr. 4.42).

	Súčiastky							
Stroje	1	2	3	4	5	6	7	8
A	1	1	1					
B	1	1	1					
C			1	1	1	1		
D				1	1	1	1	
E							1	1
F							1	1

Obr. 4.42. Matica - stroje - súčiastky

Riešenie

Krok 1. Vyberieme stroj, cez ktorý prechádza najmenej súčiastok. Cez stroj E a F prechádzajú iba dve súčiastky, takže môžeme začať napríklad so strojom E. Cez tento stroj prechádzajú súčiastky 7 a 8. Tieto vyžadujú stroje D, E a F, z ktorých vytvoríme podskupinu.

Krok 2. Preveríme rozdelenie strojov do podskupiny, okrem stroja E. Obe súčiastky prechádzajú cez stroj F, takže túto podskupinu už nie je možné ďalej deliť. Avšak stroj D sa využíva iba pre súčiastku 7, t. j. môžeme ho z tejto podskupiny vybrať.

Krok 3. Vyhľadáme ďalší stroj, cez ktorý prechádza najmenší počet súčiastok zo zostávajúcich šiestich. Vyberieme stroj A, cez ktorý prechádzajú tri súčiastky - 1, 2 a 3. Tieto tri súčiastky vytvoria skupinu strojov A, B a C.

Krok 4. Podskupinu nie je možné ďalej deliť, ale z podskupiny vyčleníme stroj C, ktorý sa využíva iba pre súčiastku 3.

Krok 5. Vyberieme ďalší stroj - zostali nám súčiastky 4, 5, 6 - môžeme vybrať stroj C alebo D, pretože cez oba prechádzajú tri súčiastky.

Krok 6. Túto skupinu nie je možné ďalej deliť ani z nej vybrať stroj. Všetky súčiastky prechádzajú cez všetky stroje, čo je ideálny prípad pre skupinovú technológiu.

Krok 7. Zhrnutie. V tomto kroku môže projektant voľne modifikovať veľkosti skupín, pričom môže zohľadňovať aj niektoré špecifiká použitých technológií - napríklad pracoviská, ktoré sa ťažko začleňujú do buniek - zinkovňa, tepelné spracovanie a pod. V našom prípade by sme mohli vytvoriť napríklad tri bunky:

1 - A, B (1, 2, 3), s doriešením náhrady za stroj C

2 - C, D (4, 5, 6)

5 - E, F (7, 8) s doriešením náhrady za stroj D.

Algoritmus binárneho usporiadania súčiastok v matici

Vyššie uvedená matica bola usporiadaná a bolo z nej na prvý pohľad vidieť, ako by mohli byť bunky vytvorené. Problémom však často býva, ako usporiadať rozsiahlu maticu tak, aby boli spoločne zoskupené príslušné stroje a súčiastky.

Ukážeme si ďalej jednoduchý algoritmus, s pomocou ktorého sa dá takéto usporiadanie dosiahnuť.

Algoritmus

1. Usporiadať riadky. Ku každému stĺpcu k sa priradí hodnota 2^{N-k} . N je počet stĺpcov. Vyhodnotia sa všetky riadky tak, že sa sčítajú súčiny hodnôt v riadku s indexom stĺpca. Napríklad pre prvý riadok matice (obr. 4.43) bude hodnota $128 \times 1 + 64 \times 1 + 8 \times 1 = 200$, pre druhý riadok $16 \times 1 + 1 \times 1 = 17$ a pod. Ďalej sa riadky usporiadajú zostupne podľa vypočítaných hodnôt. Ak sa poradie riadkov oproti predchádzajúcemu zoradeniu nezmenilo, výpočet sa ukončí. Ak nie, pokračuje sa krokom 2.

2. Usporiadajú sa stĺpce. K jednotlivým riadkom sa priradia hodnoty 2^{M-k} . M je počet riadkov. Vyhodnotí sa každý stĺpec - podobne ako riadky v predchádzajúcom kroku. Stĺpce sa zoradia zostupne. Ak sa oproti predchádzajúcemu zoradeniu nič nezmenilo, výpočet končí, ak áno, pokračuje sa krokom 1.

Ukážme si fungovanie algoritmu na príklade:

1. krok: Priradíme hodnoty k jednotlivým stĺpcom a vypočítame hodnoty riadkov (obr. 4.43).

Zmeníme poradie riadkov podľa vypočítaných hodnôt na A, B, C, D, E, F a pokračujeme krokom 2.

2. krok: Priradíme hodnoty k riadkom a vypočítame hodnoty stĺpcov. Podľa týchto hodnôt zmeníme poradie stĺpcov na 3, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 a vrátime sa ku kroku 1, kde sa poradie riadkov nemení, takže triedenie matice je ukončené.

Ukážme si ešte jeden praktický postup na zoskupovanie strojov - triedenie podľa koeficientov podobnosti (Similarity Coefficients). Pri tomto postupe sa zoskupujú stroje do skupín podľa väzieb v materiálovom toku.

Nech máme dvojicu strojov i a j a n_i je počet súčiastok, ktoré prechádzajú strojom i a n_{ij} je počet súčiastok, ktoré prechádzajú strojom i a strojom j . Koeficient podobnosti medzi týmito dvoma strojmi sa potom vypočíta nasledovne:

$$s_{ij} = \text{MAX} \left(\frac{n_{ij}}{n_i}, \frac{n_{ij}}{n_j} \right)$$

Tento koeficient vyjadruje podiel súčiastok, ktoré prechádzajú cez stroj i a cez stroj j (a naopak), pričom hodnoty blízke sa k 1 sú významné a hodnoty blízke sa k 0 sú bezvýznamné. Ak dosiahneme koeficient 1, je účelné umiestniť tieto stroje do jednej skupiny.

Použitie koeficientov podobnosti si ukážeme na algoritme, nazývanom hierarchické zoskupovanie (Hierarchical Clustering):

1. Vytvoríme N východiskových skupín (clustrov) a vypočítame koeficient s_{ij} pre všetky dvojice strojov. Začínáme s prahovou hodnotou koeficientu napríklad 1.
2. Z dvojíc vypočítaných koeficientov vyberieme vždy maximálnu hodnotu a spojíme stroje s rovnakým koeficientom. Ak zostáva viac ako jedna skupina, môžeme prejsť na tretí krok.
3. Z matice odstránime vybrané stĺpce a riadky, prepočítame koeficienty a vrátime sa ku kroku 2.

Použitie algoritmu si ukážeme na matici z predchádzajúceho príkladu.

Najskôr vypočítame koeficienty podobnosti medzi strojmi v matici 6×6 a vyberieme ich maximálne hodnoty. Napríklad pre koeficient S_{AC} platí, že cez stroj A prechádzajú tri súčiastky a cez C štyri súčiastky. Oba stroje navštívi iba jedna súčiastka. Koeficient $S_{AC} = \max(1/3, 1/4) = 0,33$.

Pri hodnote $T = 1$ (východzia hodnota koeficientu pre vytváranie skupín) môžeme v prvom kroku spojiť stroj A so strojom B a stroj E so strojom F .

V ďalšom kroku zmeníme maticu na 4×4 a pokračujeme vo výpočte. Koeficient T sa ďalej zníži na 0,75 a zoskupia sa stroje C a D . Pri ďalšom znížení koeficientu T na 0,5 by bolo možné zoskupiť skupinu CD so skupinou EF .

Takto by sme mohli pokračovať a zostaviť postupne schému spájania strojov podľa koeficientov podobnosti (obr. 4.47).

	Súčiastky								
Stroje	1	3	4	7	2	5	6	8	Hodnota
A	1	1			1				200
E				1				1	17
C		1	1			1	1		102
F				1				1	17
D			1	1		1	1		54
B	1	1			1				200
2^{N-k}	128	64	32	16	8	4	2	1	

Obr. 4.43. Usporiadanie matice - 1.krok

	Súčiastky								
Stroje	1	3	4	7	2	5	6	8	2^{M-k}
A	1	1			1				32
B	1	1			1				16
C		1	1			1	1		8
D			1	1		1	1		4
E				1				1	2
F				1				1	1
Hodnota	48	56	12	7	48	12	12	3	

Obr. 4.44. Usporiadanie matice - 2. krok

	Súčiastky								
Stroje	3	1	2	4	5	6	7	8	hodnota
A	1	1	1						224
B	1	1	1						224
C	1			1	1	1			156
D				1	1	1	1		29
E							1	1	3
F							1	1	3
2^{N-k}	128	64	32	16	8	4	2	1	

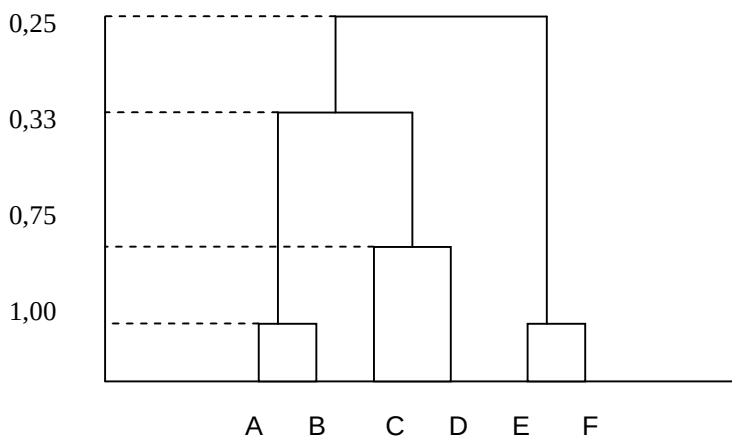
Obr. 4.45. Usporiadanie matice - konečné riešenie

	Stroje					
Stroje	A	B	C	D	E	F
A	-	1	0.33	0	0	0
B	1	-	0.33	0	0	0
C	0.33	0.33	-	0.75	0	0
D	0	0	0.75	-	0.5	0.5
E	0	0	0	0.5	-	1
F	0	0	0	0.5	1	-

	Stroje			
Stroje	AB	C	D	EF
AB	-	0.33	0	0
C	0.33	-	0.75	0
D	0	0.75	-	0.5
EF	0	0	0.5	-

Obr. 4.46. Výpočty koeficientov podobnosti

Bunka	Vybraté stroje	Koeficient podobnosti
1	AB, EF	1
2	CD	0,75
3	ABCD	0,33
4	ABCDEF	0,25



Obr. 4.47. Spájanie strojov podľa koeficientov podobnosti

Kontrolné otázky

1. Pripravte si scenár pre vytvorenie rôznych variantov riešenia distribučného centra cukrovinárskeho výrobkov s využitím brainstormingu.
2. Zostavte svoje požiadavky na ideálnu manželku a s metódou miery užitočnosti vyhodnoťte nasledovné varianty – vaša najväčšia láska v škole, vaša najobľúbenejšia terajšia kolegyňa, vaša súčasná partnerka (výsledky nezverejňujte).
3. Spočítajte hodinovú sadzbu vášho auta, bicykla a manželky.
4. Spočítajte kapacitu strojov (podľa presných výpočtov a podľa reprezentantov), vykonajte vyváženú linku, definujte úzke miesto v linke, vypočítajte výrobné dávky, celkové efektívnosti jednotlivých pracovísk (CEZ) a celkovú efektívnosť linky pre nasledovný prípad:

pracoviská – pracujú 8 hodín denne

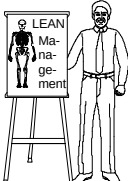
	P1 (TAC/TBC v min.)	P2 (TAC/TBC v min.)	P3 (TAC/TBC v min.)	P4 (TAC/TBC v min.)	P5 (TAC/TBC v min.)	P6 (TAC/TBC v min.)	ročný objem výroby
V1	10/15	-	15/30	12/6	13/9	13/7	10000
V2	5/9	7/9	-	-	9/9	-	12000
V3	12/2	14/6	9/3	9/3	-	15/4	15000
V4	11/12	13/0	14/7	18/9	12/9	13/10	60000
V5	5/6	12/7	-	7/8	-	2/5	50000
V6	7/9	5/1	-	9/2	10/0	7/1	30000
čas na opravy denne v min.	15	12	10	15	40	12	
čas na pretypovanie denne v min.	?	?	?	?	?	?	
čas na prestávky denne v min.	30	30	30	30	30	30	
čas na odstraňo- vanie nekvality denne v min.	15	15	15	20	15	15	

5. Ako by ste postupovali pri projekte rozboru materiálových tokov v podniku – určite postup projektu, vstupné údaje, použité metódy a spôsoby merania materiálového toku na jednotlivých organizačných úrovniach podniku – distribučná sieť, vnútropodniková doprava, materiálový tok v rámci výrobného strediska, materiálový tok vo výrobnej bunke.
6. Pripravte postup projektu segmentácie a vytvorenia fraktálov vo výrobe. Pripravte si krátku prezentáciu, ktorou presvedčíte manažment podniku o prínosoch takéhoto projektu.

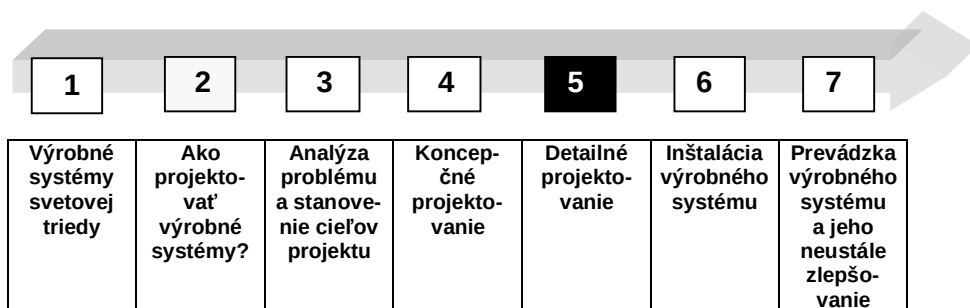
Literatúra

1. Aggteleky, B.: Fabrikplanung 1,2,3. Carl Hanser Verlag München Wien 1987
2. Alsaksen, E., Belcher, R.: Systems Engineering. Prentice Hall Sydney 1991
3. Askin, R.G., Standridge, Ch.: Modeling and Analysis of Manufacturing Systems. John Wiley 1993
4. Beam, W.R.: Systems Engineering - Architecture and Design. McGraw-Hill 1990
5. Békes, J., Andonov, I.: Analýza a syntéza strojárskych objektov a procesov. Alfa Bratislava, 1986
6. Bierman, H., Bonini, Ch.P., Hausman, W.H.: Quantitative Analysis for Business Decisions. Irwin 1991
7. Cohen, L.: Quality Function Deployment. Engineering & Management Press 1995
8. Daenzer, W.F., Huber, F.: Systems Engineering. Verlag Industrielle Organisation, Zürich 1992
9. Dangelmaier, W.: Algorithmen und Verfahren zur Erstellung innenbetrieblicher Anordnungspläne, Springer Verlag Berlin Heidelberg 1986
10. Debnár, R.: Nový prístup k vytváraniu výrobnéj dispozície. Dizertačná práca ŽU Žilina 1999
11. Gregor, M., Košturiak, J.: Just in Time. Elita Bratislava 1996
12. Felix, H.: Unternehmens- und Fabrikplanung. REFA Carl Hanser Verlag München 1998
13. Habr, J., Vepřek, J.: Systémová analýza a syntéza. SNTL Praha 1986
14. Higgins, J.M.: 101 Creative Problem Solving Techniques: The Handbook of New Ideas for Business. New Management Publishing Company, Florida, 1994
15. Kainowski, H.: Probleme lösen mit Wertanalyse. WIFI Wien 1991
16. Košturiak, J., Gregor, M., Matuszek, J., Slamková, E., Chromjaková, F.: Methods and Tools of the Enterprise Logistics. TU Lodz Bielsko Biala 1996
17. Kuric, I., Matuszek, J., Debnár, R.: Computer Aided Process Planning in Machinery Industry. Wydawnictwo Politechniki Lodzki, Bielsko Biala 1998
18. Lee, Q.: Facilities and Workplace Design. Engineering and Management Press 1996
19. Lenz, J.E.: Flexible Manufacturing - Benefits for the Low Inventory Factory. Marcel Dekker Inc., New York, Basel, 1988
20. Patzak, G.: Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1992
21. Refa: Planung und Gestaltung komplexer Produktionssysteme. Carl Hanser Verlag, München, 1987
22. Salvendy, G.: Handbook of Industrial Engineering. John Wiley & Sons. New York 1992
23. Sink, D.S., Morris, W.T., Johnston, C.S.: By What Method ? Engineering & Management Press 1995
24. Schmidt, R.: Produktionsanlagen perfekt planen und beschaffen. Expert Verlag 1992
25. Schroeder, R.G.: Operations Management. McGraw-Hill Publishing Company, 1994

26. Slamková, E. a kol. Priemyslové inžinierstvo. ŽU Žilina 1990
27. Stevenson, W.J.: Production/Operations Management. Irwin Inc., Boston 1990
28. Tompkins, J., White, J.A. a kol.: Facilities Planning. John Wiley 1996
29. Vlček, R.: Příručka hodnotové analýzy. SNTL Praha 1986
30. Vlček, R.: Hodnotový management. Management Press Praha 1992
31. Wrennal, W., Quarterman, L.: Handbook of Commercial and Industrial Facilities Management. Engineering & Management Press 1993
32. Zelenka, A., Král, M.: Projektování výrobních systémů. ČVUT Praha 1995

I poradca, expert 	I analytik, projektant 	I organizátor, manažér 
I motivátor a vodca pri vedení tímov 		I integrátor, inovátor a i. 
I vedúci pracovník na rozličných stupňoch 	I lobbista pri presadzovaní projektov 	I tréner, inštruktór 

Priemyselní inžinieri projektujú, implementujú, plánujú a riadia komplexné integrované výrobné systémy a systémy pre poskytovanie služieb a zabezpečujú ich vysokú výkonnosť, spoľahlivosť, plnenie termínov a riadenie nákladov v nich. Tieto systémy integrujú ľudí, informácie, technologické zariadenia a procesy, materiály a energie v celom životnom cykle daného výrobku alebo služby.



5. Detailné projektovanie výrobného systému

Po vyriešení konceptných otázok, súvisiacich s kapacitami a konfiguráciou výrobného systému, sa spracováva detailný projekt, v ktorom je potrebné venovať pozornosť predovšetkým nasledovným úlohám:

- I Projektovanie pracovísk.
- I Projektovanie pracovníkov.
- I Projektovanie materiálového toku.
- I Projektovanie informačného toku a systému riadenia.
- I Projektovanie servisných činností pre výrobu.

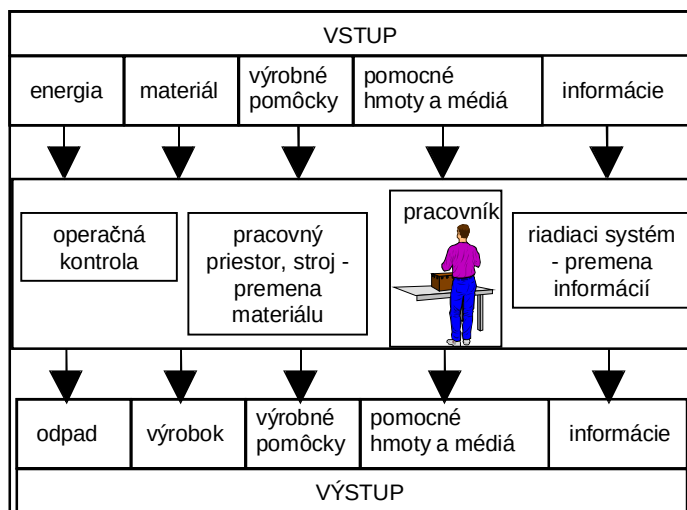
5.1. Projektovanie pracovísk

Klasická štruktúra technologického pracoviska je znázornená na obr. 5.1. Základom pracoviska je obvyčajne stroj, ktorý mení vlastnosti súčiastky. Obrázok znázorňuje i ďalšie prvky, dôležité pre správnu činnosť pracoviska. Ukazuje sa napríklad, že pružnosť výrobného systému nie je daná iba schopnosťou inštalovaných NC obrábacích strojov prestaviť sa na iný typ súčiastky, ale je do značnej miery ovplyvnená napríklad zásobníkmi nástrojov pri strojoch, ich vybavením náradím i správne fungujúcim systémom výmeny nástrojov (tool management).

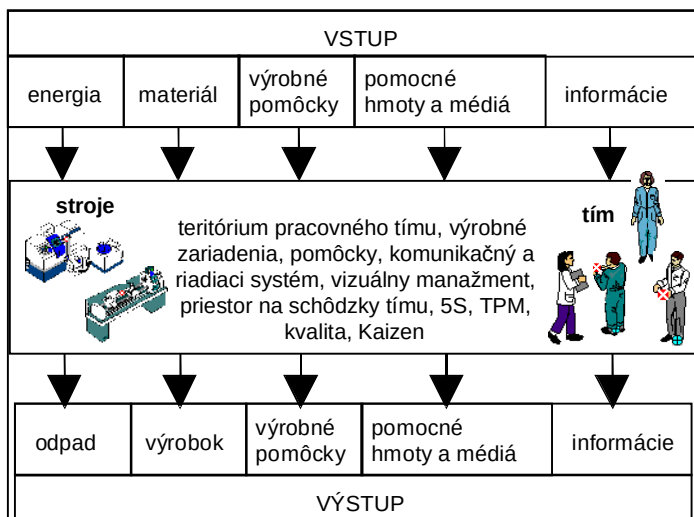
Táto klasická štruktúra pracoviska, kde je v centre pozornosti stroj, ku ktorému je „priviazaný“ pracovník, ktorý v mnohých prípadoch vyše 50 % pracovnej doby iba pozoruje prácu stroja, bola v posledných rokoch prekonaná. Ako už bolo uvedené v predchádzajúcej časti – ak hovoríme o projektovaní pracoviska, tak máme na mysli predovšetkým pracovisko fraktálu, t. j. pracovisko, kde pracuje autonómny tím, v ktorom si ľudia striedajú prácu, často obsluhuje jeden pracovník niekoľko strojov, existuje vlastný riadiaci a komunikačný systém a pod. (obr. 5.2). Dá sa teda povedať, že v centre pozornosti projektanta je pri projektovaní pracoviska hlavne človek, alebo lepšie povedané – samostatný výrobný tím a vytvorenie podmienok pre tímovú prácu. Je vhodné, ak sa na detailnom doriešení usporiadania pracoviska podieľajú priamo jednotliví pracovníci výrobného tímu.

Postupným vývojom obrábacích strojov a zvyšovaním stupňa ich automatizácie začalo dochádzať i k stieraniu rozdielov medzi tradičnou klasifikáciou strojov (napr. hrotové sústruhy, čelné sústruhy, vŕtačky, frézky). Postupne vznikli obrábacie centrá pre opracovanie rotačných alebo nerotačných súčiastok, ktoré sa vyznačujú vysokou pružnosťou

a univerzálnosťou a dokážu opracovať nahotovo i veľmi zložité súčiastky. Ukazuje sa však, že nie vždy musí byť tým najsprávnejším riešením drahé obrábacie centrum. Príkladom môžu byť mnohí nemeckí výrobcovia, ktorí po ére maximálnej automatizácie výroby v osemdesiatych rokoch, začali v deväťdesiatych rokoch úspešne používať jednoduché a lacné univerzálne stroje.



Obr. 5.1. Klasická štruktúra technologického pracoviska

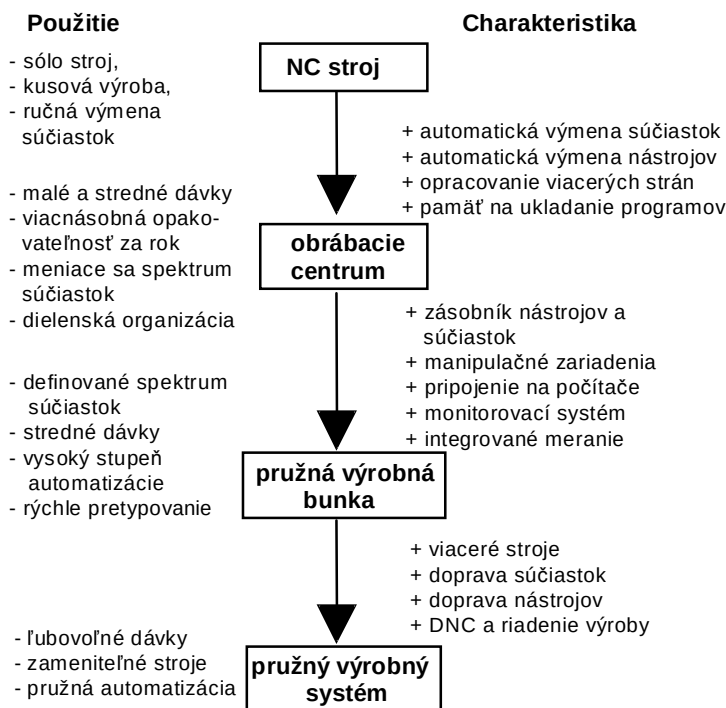


Obr. 5.2. Klasická štruktúra technologického pracoviska

Niektoré základné rozdiely medzi NC obrábacím strojom, obrábacím centrom a pružnou výrobnou bunkou sú zhrnuté na obr. 5.3.

Projektovanie pracovísk v automatizovaných výrobných systémoch musí byť spracované detailnejšie ako pri klasických výrobných systémoch s konvenčnými strojmi. Medzi najdôležitejšie úlohy, ktoré musia byť vyriešené patria:

- I Opracovanie - schopnosti stroja vzhľadom na výrobný profil, presnosť, materiál, opakovateľnosť výroby, hmotnosť a rozmery súčiastok a i.
- I Výmena, kontrola a skladovanie nástrojov - nástrojové hospodárstvo.
- I Výmena a skladovanie výrobných pomôcok (upínacie prípravky, chápadlá a i.).
- I Výmena a skladovanie súčiastok (zásobníky, polohovanie, manipulácia).
- I Odstraňovanie triesok z pracovnej zóny a od stroja.
- I Meranie a kontrola počas opracovania a po skončení operácie.
- I Riadenie a monitorovanie procesu obrábania a komunikácia s nadradeným systémom (DNC).



Obr. 5.3. Klasifikácia systémov stroj, obrábacie centrum, pružná výrobná bunka a pružný výrobný systém [26]

Treba poznamenať, že výrobcovia obrábacích strojov dnes poskytujú stavebnicové, modulárne riešenia a ponúkajú zákazníkovi obvyčajne spracovanie celého projektu, vrátane manipulácie, dopravy a systému riadenia.

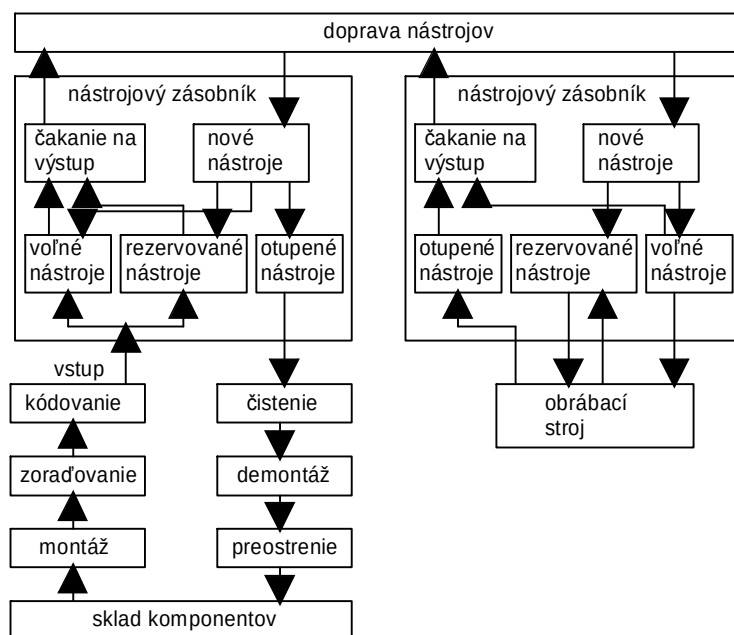
Vysoký nárast výkonov obrábacích strojov sa prejavil i v oblasti rezných materiálov (napr. rezná keramika), ale i v nových konštrukciách strojov, ktoré by mali zvýšiť statickú i dynamickú tuhosť stroja a eliminovať tepelné procesy v zóne rezania (intenzívne chladenie, nové konštrukcie nástrojov, formovanie nárazníka a pod.). Vysoké rezné rýchlosti spôsobujú skracovanie kusových časov a možnosť zvyšovania podielu časov na pretypovanie na celkovej norme času. Tento problém sa môže eliminovať napríklad zlučovaním operácií, zdokonaľovaním periférií strojov (výmena nástrojov a súčiastok) alebo opracovaním viacerými nástrojmi súčasne. Ďalším problémom, ktorý súvisí so zvyšovaním rezných rýchlostí môžu byť intenzívne opotrebovanie nástrojov, vysoké teploty pri obrábaní, vysoký objem triesok, citlivosť s ohľadom na presnosť obrábania a iné.

Okrem klasických požiadaviek na obrábacie stroje, ktorými sú vysoký výkon, stabilita výrobného procesu a vysoká presnosť obrábania, pristupujú i ďalšie, ako sú napríklad odsun triesok a rezných kvapalín, rýchle pretypovanie a výmena nástrojov s centrálnym sklado, schopnosť autonómnej práce počas určitého obdobia, schopnosť komunikácie s okolím (stroj - manipulačný systém, stroj - riadiaci a informačný systém, stroj - kontrolný a merací systém). Za zmienku stojí i vzájomná integrácia rozličných technológií (a to nielen v oblasti trieskového obrábania), používanie ekologických výrobných procesov so snahou o uzatvorený tok materiálov a energií, príprava presných polotovarov a iné zmeny, ktoré výrazne ovplyvňujú i oblasť projektovania výrobných systémov.

Ako už bolo uvedené, na činnosť pracoviska má výrazný vplyv systém nástrojového hospodárstva (tool management), ktorého základná schéma je zobrazená na obr. 5.4.

- Výmena nástroja pre iný druh operácie (používajú sa napríklad otočné alebo lineárne zásobníky pri stroji, veľkokapacitné zásobníky alebo kazety).
- Výmena opotrebovaného nástroja v nadväznosti na systém sledovania stavu nástroja.
- Doprava nástrojov medzi pracoviskom a hlavným sklado nástrojov (jednotlivo, v kazetách, vo vymeniteľných zásobníkoch a pod.).
- Monitorovanie stavu nástrojov (poloha, stupeň opotrebovania, čas práce).
- Kódovanie nástrojov (napr. pevné kódovanie miesta v zásobníku, variabilné kódovanie, mechanické alebo fotoelektrické kódovanie - kódovacie krúžky, čiarkové kódy, elektronické kódovanie - programovateľné nástrojové čipy a i.).
- Skladovanie (centrálny sklad, decentralizované zásobníky a i.).
- Ďalším dôležitým prvkom technologického pracoviska je systém výmeny súčiastok.

Základné konfigurácie systému výmeny paliet medzi dopravným systémom a pracoviskom sú zobrazené na obr. 5.5.



Obr. 5.4. Nástrojové hospodárstvo

Hlavnými úlohami tohto systému sú:

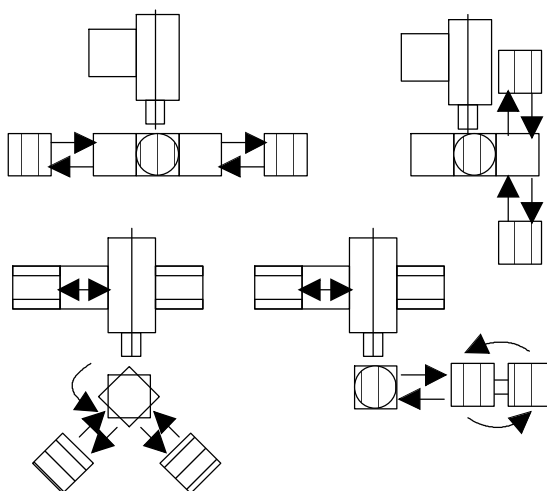
Používanie dvoch základných spôsobov prepravy súčiastok:

- Na systémových paletách, v ktorých je zabezpečená presná poloha súčiastky pri príchode na pracovisko tak, aby ju mohol nájsť manipulátor, ktorý ju vyberá z palety a upína do stroja.
- Na technologických paletách, t. j. na paletách, ktoré vchádzajú priamo do pracovného priestoru stroja a na ktorých sa súčiastka priamo obrába.

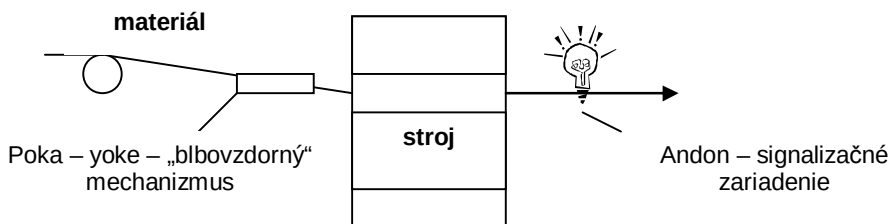
K automatizácii pracoviska treba ešte uviesť, že mnohé automatizované výrobné systémy s robotmi a bezobslužnými strojmi sa ukázali príliš drahé a hospodárne len od určitej sériovosti výroby. V ostatných rokoch sa v mnohých firmách presadil smer lacnej a jednoduchšej **autonomizácie** pracoviska, t. j. dosiahnutie toho, aby stroj dokázal určitú dobu pracovať bez prítomnosti obslužného personálu (pozorovanie stroja je plytvanie). Tento systém, ktorý v Japonsku dostal označenie *jidoka* (obr. 5.6), sa presadil napríklad aj v niektorých našich firmách (napr. Barum Continental). Pri tomto koncepte je možné zvýšiť produktivitu porovnateľne ako pri vysoko automatizovaných strojoch, avšak pri niekoľkonásobne nižších nákladoch. Jirko Jabůrek, ktorý ako výrobný riaditeľ tento systém v Barume zavádzal ho nazýva „automatizácia s ľudskou tvárou“.

- Samostatnou časťou projektovania pracoviska je človek, jeho pracovný priestor a jeho riešenie z hľadiska bezpečnosti, ergonomie a ďalších požiadaviek. Zvláštnu pozornosť pracovnému priestoru pracovníka je potrebné venovať predovšetkým pri projektovaní montážnych pracovísk, kde je nutné vychádzať z fyziologických a antropometrických vlastností pracovníka (obr. 5.7), rozboru jednotlivých pohybov s ohľadom na

vykonávané činnosti (pohyby rúk, hmotnosť a rozmery súčiastok, frekvencie, opakovateľnosť a pod.).



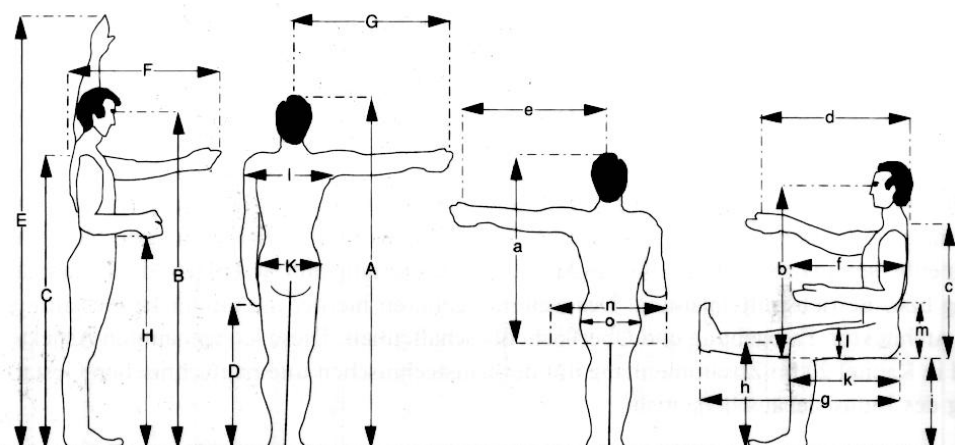
Obr.5.5. Základné spôsoby automatickej výmeny súčiastok medzi pracoviskom a dopravným systémom



Obr. 5.6. Jidoka – autonómne pracovisko

Na základe týchto analýz sa potom pripravia pohybové štúdie a spracováva sa detailný projekt pracovného priestoru s nasledovnými prvkami:

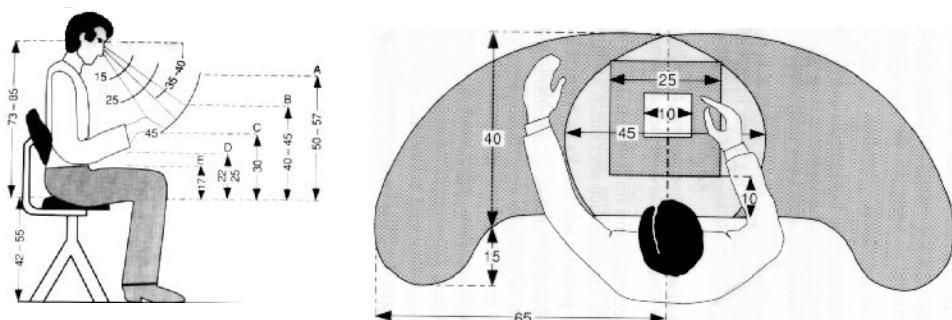
- Umiestnenie pracoviska a návrh manipulačného a pedipulačného priestoru pracovníka.
- Osvetlenie a farebné riešenie pracovného priestoru.
- Umiestnenie pracovných pomôcok a komponentov.



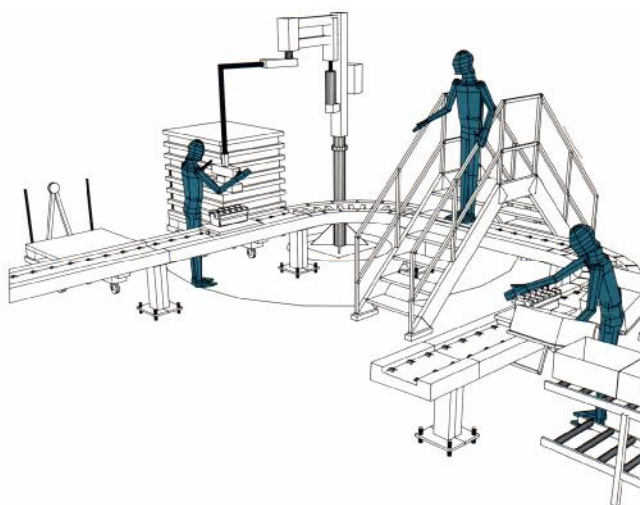
Označenie	Muži			Ženy		
	dolná hraničná hodnota	stred	horná hraničná hodnota	dolná hraničná hodnota	stred	horná hraničná hodnota
stojaca poloha	161	172	183	150	161	172
A - výška tela	150	161	172	139	150	161
B - výška očí	131	142	153	120	131	142
C - výška ramien	69	75	81	64	70	76
D - dosah smerom dole	192	206	220	172	186	200
E - dosah smerom hore	75	82	89	63	70	77
F - dosah dopredu	84	92	100	72	80	88
G - dosah do strany	73	80	87	67	74	81
H - výška lakt'a	98	106	114	89	97	105
I - šírka ramien	41	45	49	36	41	46
K - šírka bokov	31	35	39	33	37	41
sediaca poloha						
a - výška temena hlavy	84	90	96	79	85	91
b - výška očí	73	79	85	68	74	80
c - výška ramien	54	59	64	49	54	59
d - dosah dopredu	73	80	87	67	74	81
e - dosah do strany	75	82	89	63	70	77
f - predlaktie po špičky prstov	43	47	51	38	42	46
g - dĺžka nohy	98	107	116	86	100	114
h - výška predkolenia cez koleno	51	55	59	46	50	54
i - čistá výška predkolenia	42	45	48	40	43	46
k - dĺžka sedenia	54	59	64	52	57	62
l - hrúbka stehna	11	14	17	11	14	17
m - výška lakt'a nad sedením	19	23	27	19	23	27
n - vonkajšia šírka lakt'ov	38	44	50	33	40	47
o - šírka sedenia	33	36	39	43	47	51

* pri topánkach sa pripočítava 2,5 +/- 1 cm u mužov a 4,0 +/- 2 cm u žien, ** Údaje platia pre 95 % mužov a žien v strednej Európe.

Obr. 5.7. Antropometrické údaje pre ergonomický projekt pracoviska



Obr. 5.8. Rozmery pracovných zón na pracovisku pri sedení [1]

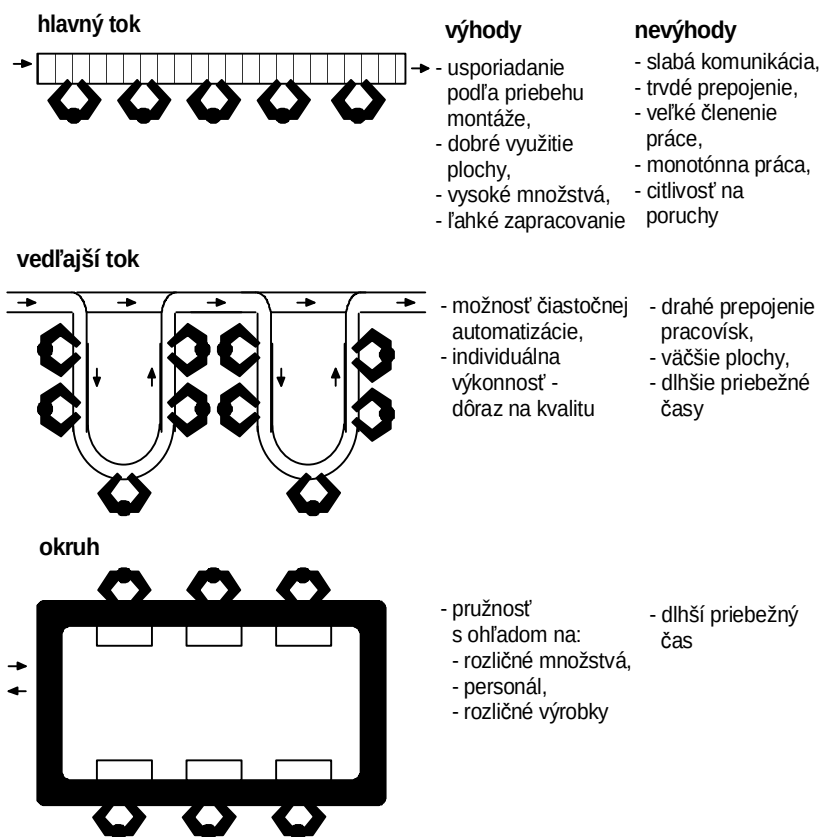


Obr. 5.7. Detailné projektovanie pracoviska s analýzou pohybov v systéme ErgoPlan

Používajú sa pritom napríklad nasledovné metódy:

- Somatografická metóda.
- Simulácia a animácia (analýza kinematiky pohybov – obr. 5.9).
- Virtuálna realita.

Pri rutinných ručných montážnych činnostiach treba venovať pozornosť i tomu, aby boli minimalizované chyby montáže napríklad zámenou komponentov, nesprávnou orientáciou súčiastky a pod. Na obr. 5.10 a 5.11 sú zobrazené základné možnosti riešenia montážnych pracovísk.



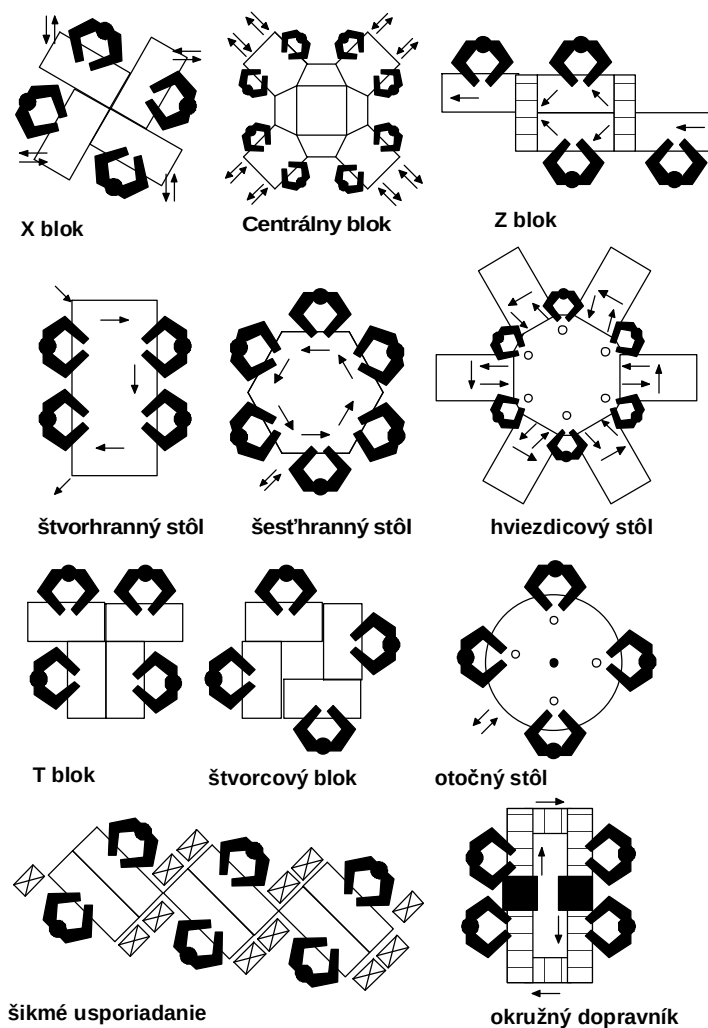
Obr. 5.10. Dispozičné riešenia montážnych pracovísk

5.1.1. Vizuálne pracovisko

Okrem usporiadania strojov a pracovných pomôcok na pracovisku sa v poslednom období kladie dôraz aj na vizualizáciu procesov na pracovisku – vizuálny manažment, vizuálne pracovisko (hlavné ciele vizualizácie sme spomenuli už v prvej časti).

Vizualizácia procesov je prostriedkom zjednodušovania a sprehľadnenia procesov na pracovisku a slúži jednak tomu, aby ľudia nerobili zbytočne chyby (farebné označenie montážnych komponentov, značky pre uloženie náradia a materiálov, obrázkové montážne alebo výrobné postupy, svetelná signalizácia a pod.), ale aj tomu, aby sa zlepšila komunikácia na pracovisku a zviditeľnenie hlavných cieľov a výsledkov.

Príklady vizuálnych pomôcok sú uvedené na obr. 5.13 a 5.14. Príklady pracovísk z niektorých firiem sú na obr. 5.15 – 5.18.



Obr. 5.11. Usporiadanie montážnych pracovísk

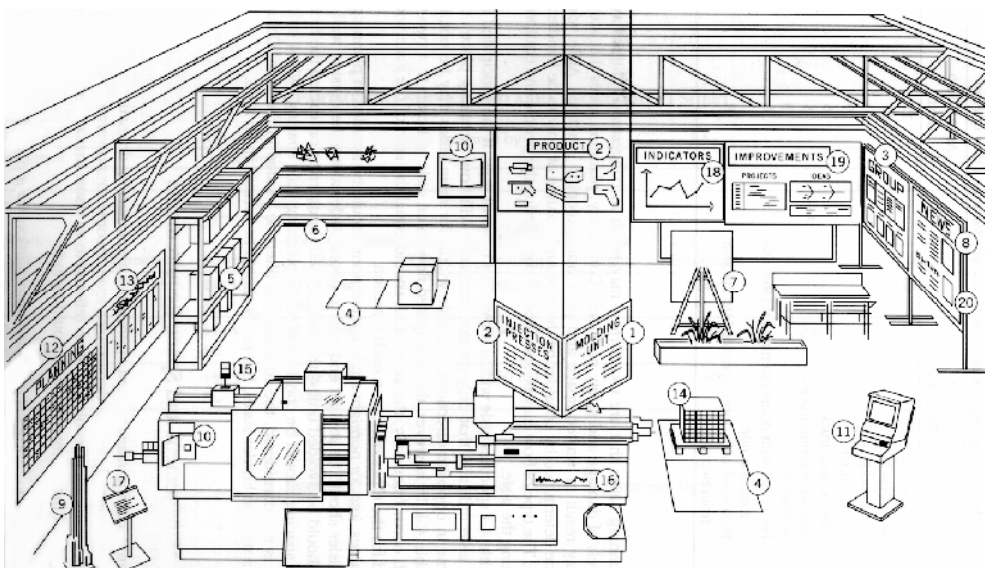
5.1.2. Analýza a meranie práce na pracovisku

Čas je tieňom pohybu, hovorí staré príslovie. V podniku treba ešte dodať, že čas je základom úspechu alebo neúspechu firmy. Už v projektovaní preto treba urobiť všetko pre to, aby všetky činnosti trvali čo najkratšie, aby sa nevykonávali žiadne zbytočné pohyby. Základ konkurencie schopnosti je, aby sme mali časy stanovené tak ako naši konkurenti a aby sme ich dokázali lepšou organizáciou práce neustále skracovať. Metódy pre analýzu a meranie práce už dávno nepatria iba do arzenálu nástrojov pre normovačov, ale používajú sa aj ako súčasť projektovania pracoviska i ako nástroje pre racionalizáciu práce priamo vo výrobnom tíme.

Zatiaľ čo metódy momentového pozorovania, snímka pracovného dňa alebo operácie sú metódami priameho merania a pozorovania spotreby času, metóda MTM (Methods Time Measurement) sa zaraďuje medzi metódy, ktoré pracujú s vopred stanovenými časmi.

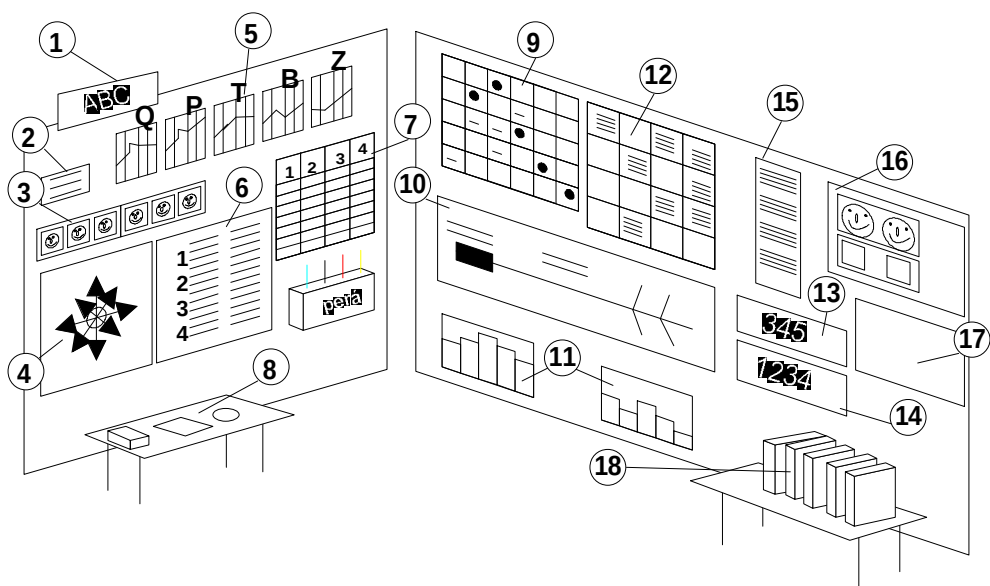


Obr. 5.12. Príklad usporiadania montážneho pracoviska



- 1 - identifikácia pracoviska
- 2 - identifikácia základných činností pracoviska, zdrojov a výrobkov
- 3 - identifikácia tímu
- 4 - značky na podlahe - miesto pre vstup materiálu, plocha pre kanban a pod.
- 5 - nástroje, prípravky a iné pomôcky
- 6 - technická dokumentácia
- 7 - miesto pre komunikáciu, riešenie problémov, oddych
- 8 - informácie a inštrukcie
- 9 - náradie na čistenie pracoviska
- 10 - výrobné inštrukcie - výrobné postupy, tolerancie, kontrolné inštrukcie, výrobná dispozícia bunky, a i.
- 11 - počítačový terminál pre komunikáciu s dispečingom
- 12 - výrobné plány a rozvrhy
- 13 - plán opráv, preventívna údržba
- 14 - sledovanie rozpracovanosti výroby
- 15 - monitorovanie signálov pre stroje
- 16 - štatistické riadenie kvality
- 17 - zaznamenávanie problémov
- 18 - plánované ciele, dosiahnuté výsledky a odchýlky
- 19 - zlepšovacie aktivity
- 20 - podnikové zámery a misia

Obr. 5.13. Pracovisko výrobného tímu a vizuálny manažment [59]



- 1 - označenie minifirmy
- 2 - misia, poslanie, hlavné úlohy
- 3 - mená a fotografie pracovníkov
- 4 - diagram vzťahov medzi dodávateľmi a odberateľmi
- 5 - ukazovatele kvality (Q), produktivity (P), plnenia termínov (T), dní bez úrazov (B), počtu zlepšovacích návrhov (Z)
- 6 - výsledky prieskumu u zákazníkov (napr. týždenné prieskumy od interných zákazníkov)
- 7 - výrobný plán
- 8 - chybné vzorky s komentármi
- 9 - matica schopností pracovníkov (tréningová matica)
- 10 - stav tímových projektov
- 11 - zlepšenie mesiaca (predtým a potom)
- 12 - diagram dochádzok a plán dovolení
- 13 - počet dní bez úrazov
- 14 - počet dní, keď sa nevyskytli nepodarky a nedostatky vo výrobe
- 15 - zlepšovacie návrhy
- 16 - prémie za zlepšenia
- 17 - slogan mesiaca - ťažisková téma
- 18 - dokumentácia (ročná výročná správa minifirmy, mesačná správa, plány na jednotlivé pracovné dni a poznámky zo stretnutí, vzorový príklad zlepšovacieho návrhu, príručky a technická dokumentácia).

Obr. 5.14. Pracovisko „minifirmy“ [55]



Obr. 5.15. Označenie teritória tímu – VW Bratislava



Obr. 5.16. Vizuálne pomôcky tímu – VW Bratislava



Obr. 5.17. Vizuálne pomôcky tímu – Barum Continental Otrokovice



Obr. 5.18. Pracoviská v závode Škoda Mladá Boleslav

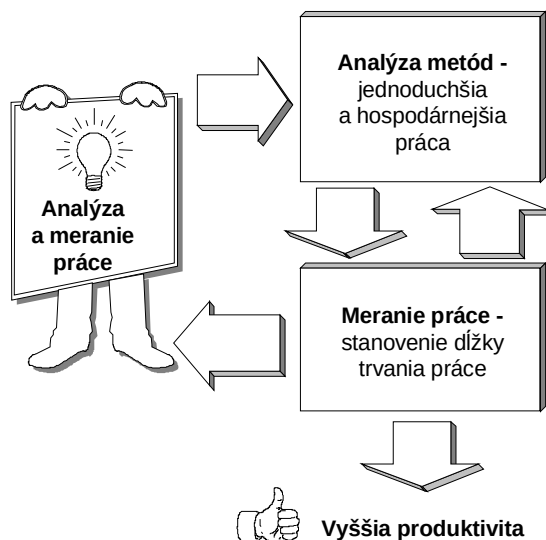
Pri podrobnej analýze ľudskej práce sa ukázalo, že sa skladá zo súboru úkonov a pohybov, ktoré sa pravidelne opakujú. Takéto základné prvky práce nazývame základnými pohybmi - napríklad siahnuť, uchopiť, premiestniť, atď.

Pri výskume takýchto pohybov sa zistilo, že v primeraných toleranciách je čas, ktorý potrebujú zapracovaní robotníci na uskutočnenie základných pohybov rovnaký. Na základe toho je potom možné štatisticky určiť časové hodnoty pre trvanie jednotlivých základných pohybov.

MTM je postup, ktorý analyzuje manuálne činnosti alebo metódy na základné pohyby a priraduje každému pohybu preddefinovanú časovú normu, ktorá je závislá od druhu pohybu a podmienok, v ktorých je pohyb vykonávaný.

MTM analyzuje a poskytuje informácie o:

- obmedzeniach pohybov (pohyby, ktoré obmedzujú iné pohyby)
- možných kombináciách pohybov (kritické a nekritické cesty)
- identifikácií neefektívnych alebo zbytočných pohybov
- zlepšovaní existujúcich metód na zvýšenie výroby a zníženie potreby práce
- vytvorení časových noriem pre odmeňovanie a stimulovanie pracovníkov
- výbere efektívneho zariadenia



Obr. 5.19. Analýza a meranie práce

Metóda je založená na princípe, že každú manuálnu prácu možno rozdeliť na základné pohyby, z ktorých možno utvoriť späť akýkoľvek pracovný postup. Pre tieto základné pohyby sú určené v tabuľkách časové hodnoty pre ich dĺžku trvania. Týmto spôsobom metóda MTM v sebe syntetizuje faktory pohybu i času vo vzájomnej väzbe. To umožňuje pomocou tejto metódy nielen popísať presne vymedzený pracovný postup a jeho podmienky, ale zároveň určiť i jeho časové trvanie. Pri tomto postupe môžeme takmer vylúčiť používanie stopiek pre normovanie práce.

Časové normatívy MTM sú súhrnne spracované a sústredené do prehľadnej tabuľky, pričom jednotlivé druhy a prípady pohybov sú označené dohovorenými symbolmi, ktoré sú jednotné a medzinárodne platné.

Pri analýze pohybov obvykle skúmame tie faktory, ktoré ovplyvňujú čas potrebný na ich vykonanie. Sú to najmä:

- vzdialenosť meraná v cm,
- hmotnosť vyjadrená v kg,
- uhol (meraný v šesťdesiatkovej sústave),
- prípady pohybov.

Pohyby sú rozdelené do troch skupín:

- pohyby horných končatín - 8 pohybov,
- pohyby očí - 2 pohyby,
- pohyby dolných končatín a tela - 15 pohybov.

Existujú symboly, ktorými sú označené základné pohyby. Používa sa 10 základných pohybov (symbolov):

Siahnuť R

Premiestniť M

Uchopiť G

Prehmatnúť G2

Tlačiť AP

Spojiť P

Pustiť RL

Oddeliť D

Otáčať T

Premiestniť zrak ET

Skúšať EF

Pohyby sú určené v časových jednotkách TMU (Time Measurement Unit):

- **1 TMU = 0,0006 min = 1/10⁵ hod**

Táto základná metóda je označená ako MTM 1 a umožňuje podrobne analyzovať prácu na základné pohyby. Treba však mať na pamäti, že získať takéto podrobné a presné hodnoty je pomerne prácná úloha, pričom prácnosť je ovplyvnená podrobnosťou analýz. V praxi sa musíme vždy usilovať o optimálne vyváženie nákladov na analýzu a prínosov z nej vyplývajúcich. Aby bolo možné príslušné požiadavky uspokojiť, nevystačíme iba so základnou metódou.

Pre efektívne využívanie metódy v oblastiach malej opakovateľnosti práce (malosériová a kusová výroba), boli vyvinuté tzv. vyššie stupne. Najznámejšie sú metódy MTM 2 a MTM 3, ktoré sú priamo odvodené z MTM 1.

Doteraz rozoznávame v sústave MTM 5 stupňov. Pri praktickom výbere jednotlivých metód je možné orientačne použiť údaj o dĺžke trvania pracovnej operácie, nakoľko je dĺžka operácie ovplyvnená často typom výroby:

Stupeň MTM	Podrobnosť členenia analýzy	Trvanie operácie v min.
MTM 1	Základné pohyby	0,1 - 0,5
MTM2	Komplex pohybov	0,5 – 3
MTM 3	Úkony operácie	3 – 30
MTM 4	Úseky operácie	30 – 1800
MTM 5	Operácie ako celok	viac než 1800

Rozvoj kusovej a malosériovej výroby vo všetkých priemyselných oblastiach viedol v Nemecku k používaniu štatistických metód v analytických systémoch pre meranie práce. Výsledkom sú napríklad systémy:

- UAS – Universelles Analysierungssystem – pre sériovú výrobu.
- MEK – MTM für Einzel und Kleinserienfertigung – pre kusovú a malosériovú výrobu.

Ďalším využívaným systémom je MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Tento systém pre meranie práce sa sústreďuje na pohyb objektov. Pohyb môže byť uskutočňovaný v podstate dvoma spôsobmi:

- predmety sú uchopené a presúvané voľne v priestore, alebo
- predmety sú presúvané v priestore tak, že sú v stálom kontakte s nejakým iným povrchom

Prehľad porovnania prvkov analytických UAS/MEK systémov MTM je nasledovný:

Základné pohyby MTM - 1	Sled pohybov		Základné úkony UAS/MEK
	Združené údaje	MTM - 2	
R Siahnuť	A Vziať	G Vziať	A Vziať a umiestniť
G Uchopiť			
M Premiestniť	P Umiestniť	P Umiestniť	(P Umiestniť)
P Spojiť			
RL Pustiť			
T Otáčať	GD Otáčať	-	Z Pohybový cyklus
AP Tlačiť	GK Použiť silu	A Tlačiť	-
D Oddeliť			
G2 Prehmatnúť	GT Oddeliť	R Prehmatnúť	-
	GN Prehmatnúť		
ET Premiestniť	GB Premiestniť zrak	E Premiestniť zrak a skúšať	V Vizuálna kontrola
EF Skúšať	GP Skúšať		
Pohyby tela	Pohyby tela	Pohyby tela	Pohyby tela
			H Manipulácia s pomôckami
			B Uviesť do činnosti

Pri každom spôsobe pohybu nastáva reťazec iných udalostí, preto využíva MOST rôzne modely sekvencie aktivít. V podstate sú potrebné len tri základné MOST sekvencie aktivít pre popis manuálnej práce plus štvrtá pre meranie pohybov predmetov s manuálnym žeriavom. Jedná sa o:

- General Move Sequence - voľný pohyb predmetu v priestore
- Controlled Move Sequence - viazaný pohyb predmetu v priestore, počas pohybu zostáva v kontakte s iným povrchom, prípadne je súčasťou iného pohybujúceho sa predmetu.
- Tool Use Sequence - využitie bežných ručných nástrojov.

Základné modely MOST sekvencií

GENERAL MOVE

Pre reprezentáciu všetkých druhov pohybov využíva General Move štyri subaktivity:

- A - Action distance - vzdialenosť akcie - obyčajne horizontálne
- B - Body motion - pohyb tela - obyčajne vertikálne
- G - Gain control – získanie kontroly, riadenie
- P - Placement - umiestnenie

Tieto subaktivity usporiadané v sekvenčnom modeli, pozostávajúcom zo série parametrov organizovaných v logickej sekvencii (viď obr. 5.20).

General Move Sequence model obsahuje nasledovnú sekvenciu:

A	B	G	A	B	P	A
Action	Body	Gain	Action	Body	Place	Action
distance	motion	control	distance		motion	distance

Týmto prvkom sú potom priradené časovo závislé poradové indexy, ktoré vychádzajú z obsahu pohybovej subaktivity.

Pre všetky kombinácie možností boli zostavené tabuľky indexov s číselnými časovými hodnotami. Časové hodnoty sú obsiahnuté v tabuľkách a je možné si ich ľahko zapamätať.

Jedna z takýchto kombinácií pre General Move Sequence by mohla byť napríklad:

A₆ **B₆** **G₁** **A₁** **B₀** **P₃** **A₀**

kde písmená a indexy v znamenujú:

A₆ - Chod' tri až štyri kroky k miestu kde sa nachádza predmet

B₆ - Zohni sa a vstaň

G₁ - Získaj kontrolu nad jedným ľahkým predmetom

A₁ - Presuň predmet na vzdialenosť dosahu

B₀ - Žiaden pohyb tela

P₃ - Umiestni a upevni predmet

A₀ - Bez návratu

Tento príklad by mohol popisovať nasledovnú sekvenciu: chod' tri kroky - zdvihni hriadeľ z úrovne podlahy a vlož ho do diery.

Okolo 50 % všetkých aktivít je možné popísať práve pomocou General Move Sequence.

Druhý typ pohybov je reprezentovaný prostredníctvom Controlled Move Sequence. Táto sekvencia je využívaná pre reprezentáciu takých aktivít, ako stlačenie spínača, tlačidla, pohyb predmetu po povrchu iného predmetu a pod. Rozširujúcimi subaktivitami oproti General Move Sequence sú :

M	X	I
Move	Process	Align
controlled	time	

Príklad možnej sekvencie:

A₁ B₀ G₁ M₁ X₁₀ I₀ A₀

Basic MOST Work Measurement Technique		
Aktivita	Sekvenčný model	Sub-aktivita
General Move	ABGABPA	A - Action distance B - Body motion G - Gain control P - Placement
Controlled Move	ABGMXIA	M - Move controlled X - Process time I - Alignment
Tool Use	ABGABP ABPA	F - Fasten L - Loosen C - Cut S - Surface treat M - Measure R - Record T - Think

Obr. 5.20. Sekvenčné modely pre Basic MOST systém

Okolo jednej tretiny aktivít v oblasti dielenskej výroby možno reprezentovať pomocou Controlled Move Sequence modelu.

Tretí sekvenčný model je Tool Use Sequence Model. Tento model reprezentuje využitie ručných nástrojov a také aktivity ako upevnenie či uvoľnenie, rezanie, čistenie, záznam vykonanej práce a pod. S pomocou tejto sekvencie sa popisujú i niektoré aktivity, ktoré potrebujú uvažovanie, rozmyšľanie a pod. Tento model vznikol ako kombinácia predchádzajúcich dvoch modelov.

Príklad možnej sekvencie pre použitie kľúča pre utiahnutie matice:

A₁ B₀ G₁ A₁ B₀ P₃ F₁₀ A₁ B₀ P₁ A₀

A₁ - Uchop kľúč

B₀ - Bez pohybu tela

G₁ - Drž kľúč

A₁ - Presuň kľúč k matici do vzdialenosti dosahu

B₀ - Žiadny pohyb tela

P₃ - Umiestni kľúč na maticu

F₁₀ - Utiahni maticu kľúčom

A₁ - Presuň kľúč do vzdialenosti dosahu

B₀ - Bez pohybu tela

P₁ - Polož kľúč bokom (odlož kľúč)

A₀ - Bez návratu

MOST používa tiež TMU (Time Measurement Units) s nasledovnými reláciami:

1 TMU = 0.00001 hodiny

1 hodina = 100 000 TMU

1 TMU = 0.0006 minúty

1 minúta = 1.667 TMU

1 TMU = 0.036 sekundy

1 sekunda = 27.8 TMU

Časové hodnoty v TMU pre zvolenú modelovú sekvenciu aktivít sú určené tak, že sa spočítajú hodnoty indexov a ich súčet sa vynásobí desiatimi. Napríklad v našom príklade **General Move Sequence** to bude :

A₆ B₆ G₁ A₁ B₀ P₃ A₀

teda $(6 + 6 + 1 + 1 + 0 + 3 + 0) * 10 = 170$ TMU, teda približne 0.1 minúty. Podobne sa určia časové hodnoty pre ostatné modely sekvencie aktivít.

Controlled Move Sequence :

A₁ B₀ G₁ M₁ X₁₀ I₀ A₀

$(1 + 0 + 1 + 1 + 10 + 0 + 0) * 10 = 130$ TMU

Tool Use Sequence Model

A₁ B₀ G₁ A₁ B₀ P₃ F₁₀ A₁ B₀ P₁ A₀

$(1 + 0 + 1 + 1 + 0 + 3 + 10 + 1 + 0 + 1 + 0) * 10 = 180$ TMU

Všetky časové hodnoty v systéme MOST reprezentujú hodnoty priemerne skúseného operátora, pracujúceho v priemernom výkone, bežným spôsobom. Označujeme to aj ako stopercentný výkon. Skúsenosti a zručnosti možno ďalej diferencovať „faktorom“ rôznej úrovne.

Výsledky analýzy s využitím stopiek, metódy MTM či MOSTU by mali byť približne rovnaké. Potom je ale na mieste otázka prečo vlastne používať systém MOST?

Odpoveďou je rýchlosť s akou je možné navrhnúť časové normy a teda aj produktivita analytika. MOST nejde pri definovaní operácií do takých detailov ako metódy MTM, je zovšeobecnením skúseností, opakujúce sa sekvencie ponúka už ako preddefinované moduly. Toto všetko umožňuje analytikom výrazne zrýchliť ich prácu.

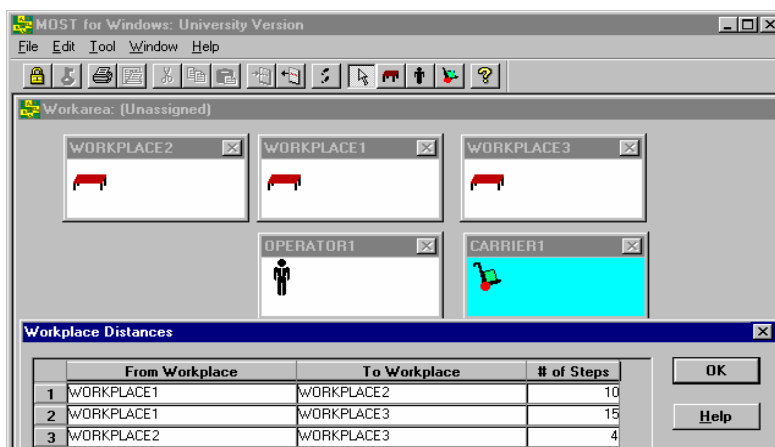
Napríklad vloženie dielca do lisu vyžaduje v systéme MTM identifikáciu 15 odlišných základných pohybov a vyhľadanie časových hodnôt v kartách MTM. V systéme MOST táto aktivita vyžaduje len priame vyhľadanie 7 subaktivít (vhodný sekvenčný model) v pamäti analytika. Formuláre systému MOST majú už predtlačené príslušné sekvencie, takže analytik len dopĺňa príslušné indexy.

Na základe štúdia obrovského množstva aplikácií metód merania MTM uvádza MTM Asociácia v USA, že zavedenie metód MTM do podnikovej praxe umožnilo ušetriť približne 25 USD na 1 USD nákladov na aktivity merania práce.

Porovnanie rýchlosti v systéme MOST a u iných metód ukazuje nasledovná tabuľka.

Technika merania práce	Celkový počet TMU, ktoré vyprodukuje analytik za hodinu práce
MTM-1	300
MTM-2	1 000
MTM-3	3 000
Mini MOST	4 000
Basic MOST	12 000
Maxi MOST	25 000

Firma Maynard vyvinula softvér, ktorý umožňuje výrazne uľahčiť prácu analytika. Tento programový systém je využívaný aj na Katedre priemyslového inžinierstva v Žiline. V tomto programe je nutné definovať pracovnú oblasť (workarea), kde môžeme zadať parametre pracoviska, jeho layout, vzdialenosti medzi pracoviskami a obsah pracoviska (nástroje, súčiastky, zariadenia, vozíky, žeriavy a iné objekty).



Obr. 5.21. Definovanie pracovnej oblasti v systéme MOST

Ku každej pracovnej oblasti môžeme definovať sub-operácie. Tieto sub-operácie sa vytvárajú dvoma základnými spôsobmi:

1. Direct MOST metóda – zapísanie popisu každého kroku, vybratie príslušného sekvenčného modelu a ručné pridelenie indexov k jednotlivým parametrom v modeli.
2. Quick MOST metóda – vybratie danej činnosti z vopred definovaných štandardných údajov v ľavej časti obrazovky.

Všetky informácie o operáciách sa potom udržujú v databáze, ku ktorej má plný prístup len administrátor. Tento administrátor prideluje jednotlivé práva ostatným používateľom, ktorí môžu ukladať svoje údaje ako súkromné (private) alebo dostupné každému používateľovi (public).

S podporou modulov BasicMOST, MiniMOST a MaxiMOST je možné vykonať analýzu ľubovoľného druhu operácie.

Direct MOST: General Move (Basic)

Sequence Model

A 0 B 0 G 1 A 1 B 0 P 0 A 1

Method Desc.: GRASP LIGHT OBJECT AND HOLD

☒ Automatically Generate Method D

Layout Information

Operator: Oper. Location:

Object: From Location:

To Location: Return Location:

Partial Frequencies A 1.00 B 1.00 G 1.00 A 1.00 B 1.00 P 1.00 A 1.00

Partial SIMO A ☐ B ☐ G ☐ A ☐ B ☐ P ☐ A ☐

MiniMOST Sub-Operation: (Unassigned)

Header Detail Reports

General Moves

- RH REACH 10 IN CONT
- LH REACH 10 IN GRAS
- LH REACH 10 IN GRAS
- RH REACH 10 IN GRAS
- LH REACH 10 IN SELE**
- RH REACH 10 IN SELE
- LH REACH 10 IN SELE

Controlled Moves

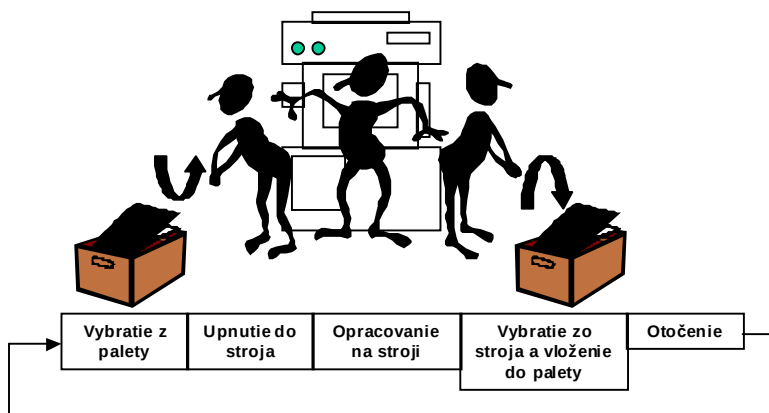
- RH REACH 10 IN AND F
- RH REACH 10 IN AND F
- LH REACH 10 IN AND S
- RH REACH 10 IN AND F
- RH REACH 10 IN AND F
- LH REACH 10 IN AND F
- LH REACH 10 IN AND F
- RH REACH 10 IN AND S

Step	Method Description	Seq. Model	Frc
1	RH REACH 10 IN GRASP PART AND PA	A10 B0 G6 A10 B0 P16 A0	
2	RH REACH 10 IN AND PUSH BUTTON	A10 B0 G3 M3 X0 I0 A0	
3	RH REACH 10 IN AND SMALL-CRANK	A10 B0 G6 M32 X0 I0 A0	
4	LH REACH 10 IN SELECT PART AND PA	A10 B0 G10 A10 B0 P6 A0	
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

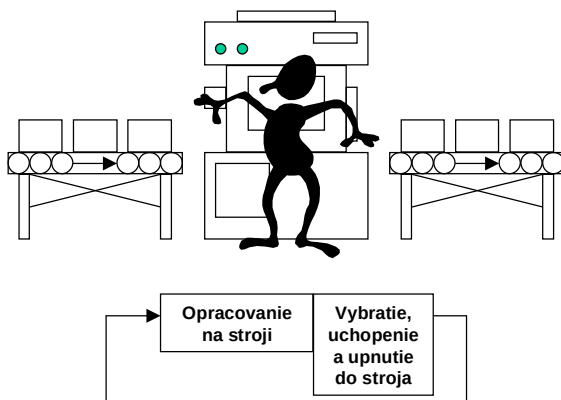
Obr. 5.22. Ukážka metódy Direct MOST

Pozrime sa teraz spolu na obrázok 5.23. Vidíme tam pracovníka, ktorý obsluhuje stroj, pri ktorom má dve palety – na vstupe a na výstupe.

Tento pracovník sa musí najskôr zohnúť aby vybral súčiastku z palety. Súčiastku potom upne do stroja, nasleduje opracovanie, vybratie zo stroja a vloženie do palety. Potom sa otočí a opakuje celý cyklus. Keď naplní celú paletu, tak ešte obyčajne čaká na vozík, ktorý mu dovezie nový materiál a odvezie vyrobené kusy. Keby sme vykonali pohybovú a časovú analýzu takejto práce, boli by sme šokovaní aké je percento neproduktívnych pohybov na tejto operácii, za ktoré musíme pracovníkovi denne platiť, ale na hodnote výrobku nepridávajú ani korunu. K tomu ešte prirátajme namáhavé zohýbanie, otáčanie a čkanie drahého stroja na pracovníka.



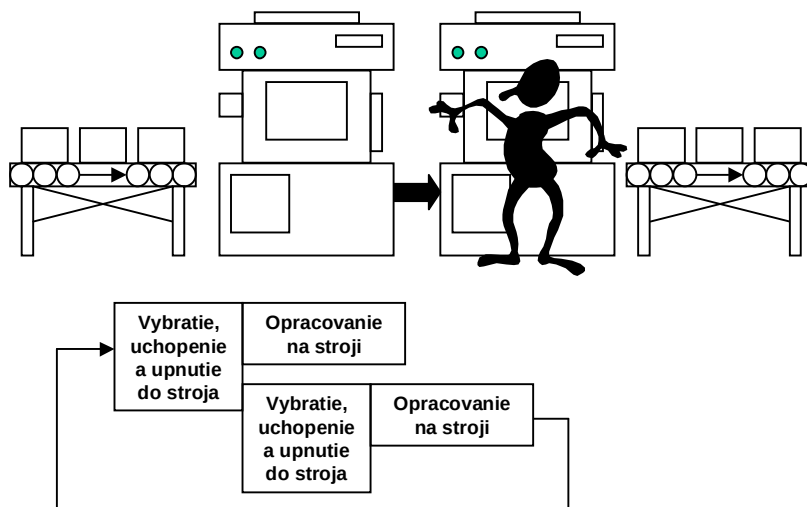
Obr. 5.23. Sekvencia pohybov pracovníka na pracovisku



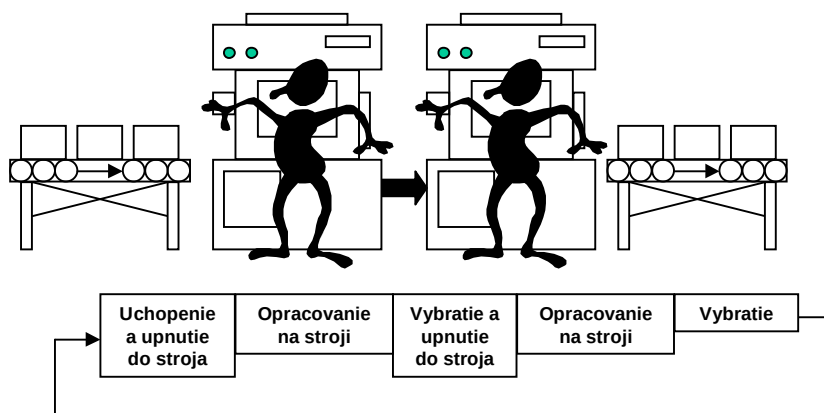
Obr. 5.24. Zmena pracoviska – odstránenie zbytočných pohybov

Na obr. 5.24 sme toto pracovisko zmenili – do výšky pásu pracovníka sme umiestnili dopravníky, ktoré majú aj funkciu zásobníka. Odstránili sa tým zbytočné pohyby a stúpila produktivita. Ale môžeme ísť ešte ďalej – aby pracovník zbytočne nečakal na prácu stroja,

môže obsluhovať aj ďalší stroj (obr. 5.25), čím sa dá zvýšiť produktivita oproti pôvodnému riešeniu o 125 – 150 %.



Obr. 5.25. Zmena pracoviska – paralelná obsluha dvoch strojov

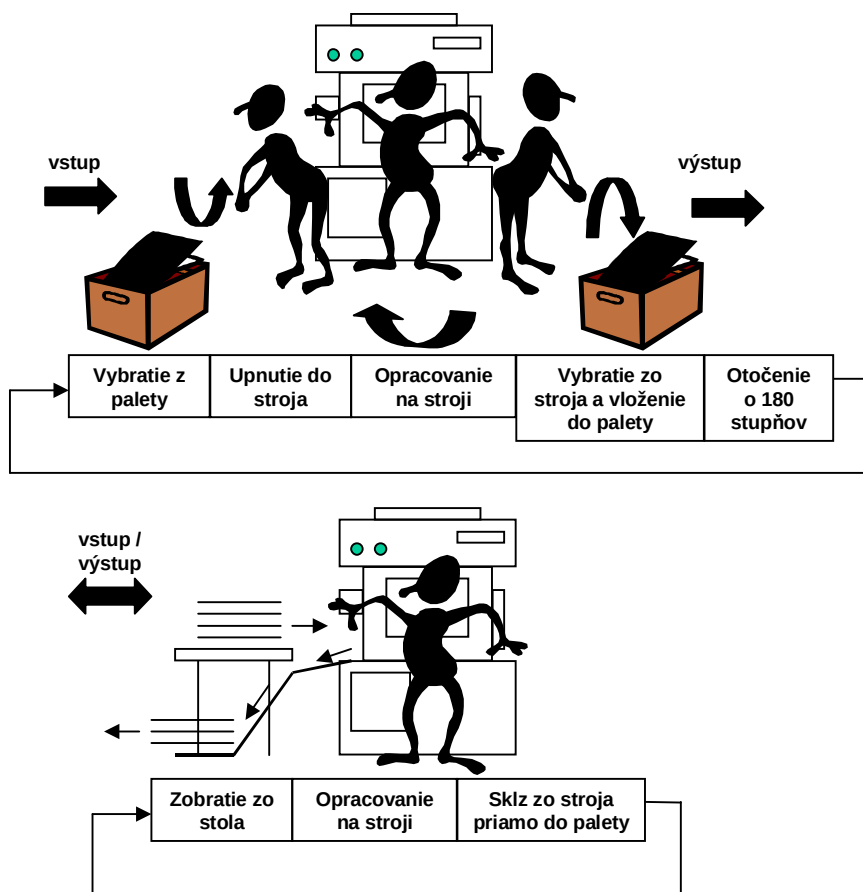


Obr. 5.26. Sekvenčná práca na dvoch strojoch

Na obr. 5.26 je iná sekvencia práce, ktorá by bola vhodná vtedy, ak by boli strojové časy príliš krátke. Operátor upne súčiastku na prvý stroj, potom ju vyberie a upne ju na druhý stroj. Tým, že nie je nutné odkladať súčiastku medzi strojnými operáciami sa ušetrí čas. Využitie strojov je nižšie, ale produktivita pracovníka je oproti pôvodnému riešeniu aj tak vyššia o 50 – 100 %.

Na obr. 5.27 je ďalšia ukážka takejto racionalizácie. Pracovník pracuje na lise. Z jednej strany má vstup materiálu a na druhej strane je výstup. Pri každej operácii sa vykoná

zbytočné otáčanie o 180 stupňov. Spojenie vstupu a výstupu na jedno miesto tento pohyb odstráni. Ak napríklad pripravíme stojan so sklzom, z hornej časti stojanu môže brať pracovník plechy a vkladať ich do lisu a priamo z lisu môžu výlisky po sklze spadať do palety alebo na rošt, z ktorého ich vozík ľahko naloží. Jednoduché riešenie, ktoré ušetrí milióny zbytočných sekúnd a milióny zbytočne vynaložených korún.



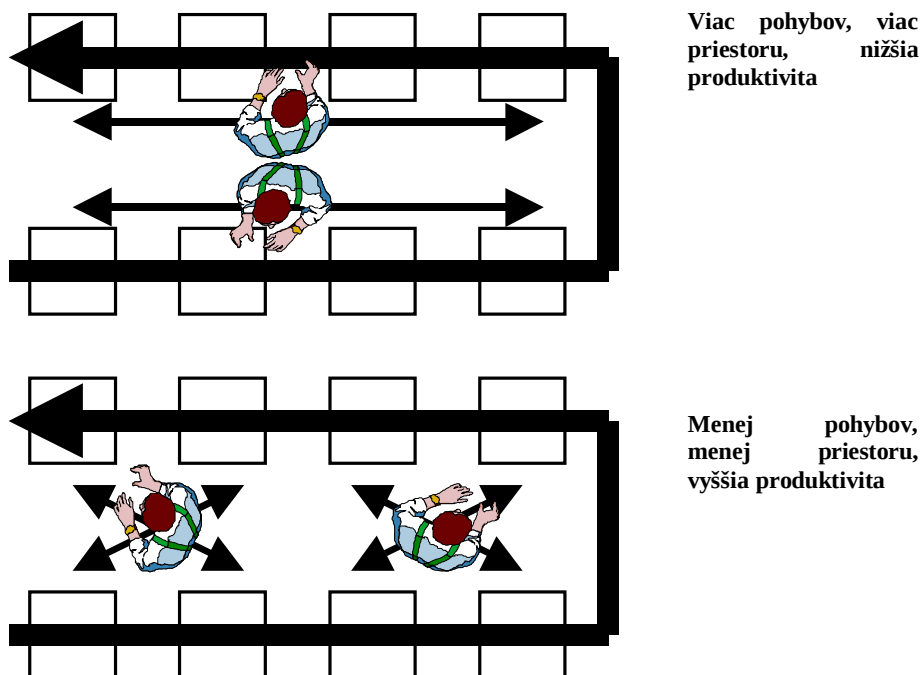
Obr. 5.27. Možnosti racionalizácie lisovacieho pracoviska

Na obr.5.28 je výrobná bunka v tvare U, na ktorej obsluhuje pracovník štyri pracoviská. Aj tu je vidieť, aký je vplyv rozdelenia pracovných zón pracovníka na pohyby, čas i na efektivnosť celej bunky.

Všetko v podniku by sme mali byť schopní odmerať a začať treba s časmi. Po roku 1989 prišlo na Slovensku obdobie, keď sa silne oslabili oddelenia technickej prípravy výroby a normovania práce. Výsledkom je, že dnes mnohé naše firmy riadia procesy, o ktorých nevedia koľko vlastne trvajú. Výkonové normy sa bez problémov plnia na 190 %. Metódy pre analýzu a meranie práce však nie sú iba nástroje „na pritvrdzovanie noriem“. Sú to hlavne nástroje na zvyšovanie produktivity – na oddelenie potrebných a nepotrebných pohybov, na meranie plytvania a hľadanie možností pre jeho odstránenie.

Niektoré skúsenosti pracovníkov Inštitútu priemyslového inžinierstva v Žiline ukazujú, že naše podniky pracujú s 2-3 krát dlhšími časmi ako vychádzajú pri analýzach so systémom MOST. Inými slovami – sme 2-3 krát pomalší ako konkurenti a keď sa naše mzdové náklady priblížia západným firmám tak budeme aj 2–3 krát drahší ako oni.

Ak nemáme správne časovo popísané trvanie procesov, tak už do projektu zabudujeme zbytočné predimenzovanie, ktoré potom neodstránime ani simuláciou alebo dokonalým systémom plánovania a riadenia výroby.



Obr. 5.28. Viacobsluha a minimalizácia pohybov na linke

Je to niekedy bolestivé zaviesť poriadok – hlavne tam, kde ide o zmenu systému, ktorý mnohým ľuďom vyhovuje. Musíme sa však začať merať tak, ako sa merajú svetové firmy.

Ešte raz si pripomeňme, že čas je tieňom pohybu a čas sú peniaze.

5.2. Projektovanie pracovníkov

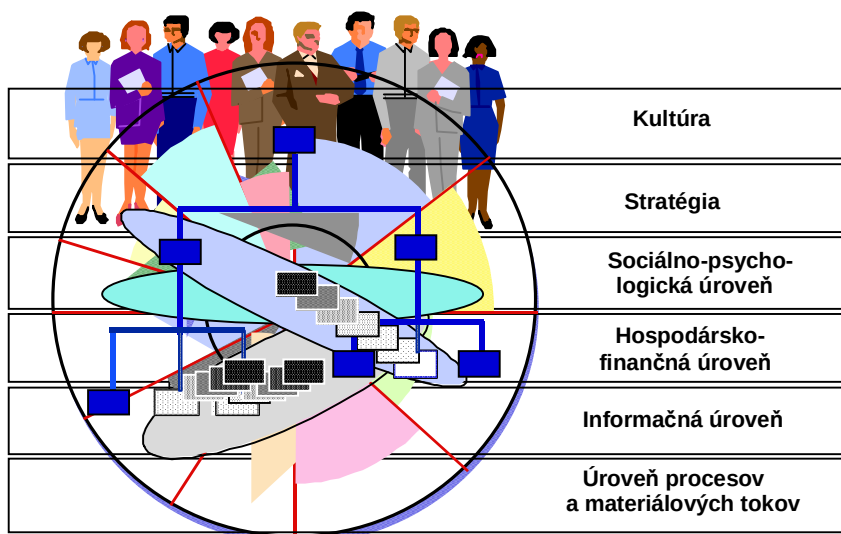
„Pre úspech podniku sú kvalifikácia a kompetencie pracovníkov dôležitejšie ako kapitál a materiál.“ (K. Stoll)

„Vedenie je schopnosť nechať prísť k úspechu iných ľudí.“ (Rotschild)

V časti venovanej výpočtom kapacít sme uviedli spôsob výpočtu potreby výrobných robotníkov. V klasickej literatúre existujú ešte ďalšie vzťahy, s pomocou ktorých je možné vypočítať napríklad počet pomocného a obslužného personálu a pod. V ostatných rokoch však už nepostačuje iba „vypočítať“ počty pracovníkov a zakresliť pre nich v dielni zodpovedajúce sociálne plochy“. Stále viac sa z výrobných dielni vytráca tayloristická organizácia práce, kde bol výrobný proces rozčlenený na množstvo jednoduchých operácií. V takejto deľbe práce bol robotník obyčajne postavený do úlohy vykonávania príkazov, bez väčších požiadaviek na jeho vzdelanie alebo iniciatívu.

Deväťdesiate roky prinášajú renesanciu tímovej práce vo výrobe. Hlavné príčiny tohto vývoja sú:

- I Uvedomenie si, aký významný podiel na japonskej výrobnej dokonalosti má skupinová práca a zapojenie všetkých ľudí do riešenia problémov priamo v dielni.
- I Snaha zvýšiť pružnosť výroby, znížiť náklady, skrátiť priebežné časy a zvýšiť kvalitu decentralizáciou a prenesením niektorých kompetencií priamo na výrobné tímy.
- I Nový hodnotový systém ľudí, ich snaha preberať vyššiu zodpovednosť a vykonávať kvalifikovanejšiu a pestrejšiu prácu.
- I Potreba aktívne zapojiť ľudí do rozvoja firmy, zvýšiť ich motiváciu a záujem na výsledkoch firmy.



Obr. 5.29. Šesť úrovní podniku

Na obr. 5.29 je zobrazených 6 úrovní rozvoja podniku. Pri projektovaní sme sa obyčajne vždy venovali najnižším úrovniam – výrobným procesom, materiállovému a informačnému toku a hospodársko – finančnej úrovni (náklady, návratnosť investícií, ziskovosť).

Ukazuje sa, že ak chceme rozvíjať podnik smerom k svetovej triede, musíme sa oveľa viac venovať aj ďalším podnikovým úrovniam – sociálno-psychologickej, strategickej a kultúrnej.

Sociálno-psychologická úroveň firmy obsahuje rozvoj pracovníkov, vzťahy medzi nimi a rozvoj tejto úrovne je kľúčový pre to, aby sa **podniková stratégia** (strategická úroveň – cesta k podniku svetovej triedy) presadila v podniku na všetkých úrovniach.

Podniková kultúra je najvyššou úrovňou, ktorá sa buduje dlhodobo na základe vzájomnej dôvery, podpory a vzájomných vzťahov medzi pracovníkmi navzájom a medzi pracovníkmi, firmou, zákazníkmi a dodávateľmi. Podniková kultúra je vzor základných návykov, ktoré boli vytvorené v skupine aby riešila problémy svojho prispôsobovania sa na okolie a svojej vnútornej integrácie. Je to súbor noriem, hodnôt a spôsobov myslenia, ktoré uznávajú a používajú pracovníci všetkých úrovní podniku. Podniková kultúra je spôsob, ktorým sa všetko v podniku robí, dôvod prečo sa to robí (alebo nerobí) a pocit z toho keď sa niečo robí.

V mnohých našich podnikoch zaznieva túžba majiteľov alebo vrcholového manažmentu, „aby všetci vo firme ťahali za jeden povraz“ a sledovali podnikovú stratégiu. Problém je však často v tom, že radoví pracovníci ani nemajú šancu „za spoločný povraz potiahnuť“, prípadne vo firme vôbec neexistuje alebo nie je zverejnená spoločná stratégia.

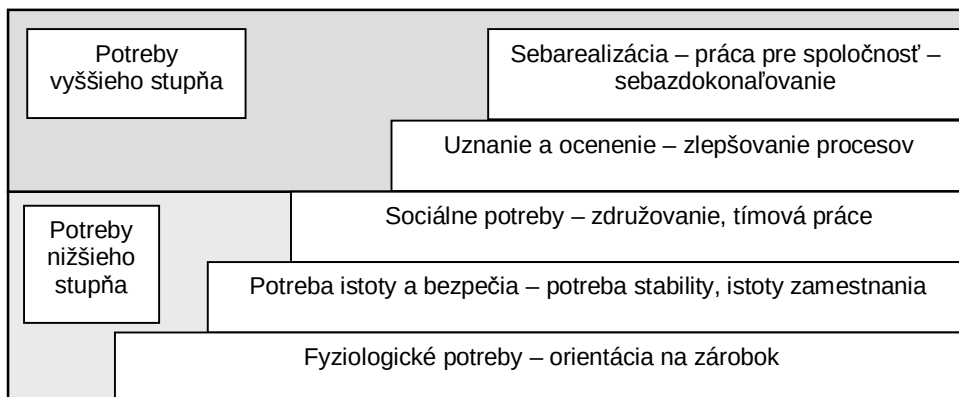
Mnohé audity a projekty, ktoré sme vykonali v priemysle, nás vedú k nasledovnému konštatovaniu:

- Ani ten najlepší projekt neprinesie očakávané výsledky, ak nie sú v ňom správne začlenení ľudia. Môžeme vyprojektovať tie najdokonalejšie segmenty, výrobné bunky alebo fraktálové organizácie – bez podpory ľudí zostanú iba na papieri.
- Väčšina problémov v podnikoch nie je technického alebo finančného charakteru, ale spočíva iba v nedostatočnej komunikácii medzi ľuďmi a rôznymi skupinami v podniku.
- Problém komunikácie nie je iba vo vymieňaní si informácií, alebo v používaní nacvičených komunikačných techník. Nestačí iba zmeniť formu, zmena musí ísť zvnútra – z počúvania a pochopenia druhého a zo snahy nájsť spoločné riešenie typu výhra – výhra.
- Každá zmena v podniku je predovšetkým zmenou ľudí, zvykov, prekonaním odporu, postupným získavaním a motivovaním ľudí. Zmena ľudí je však oveľa ťažšia ako zmena strojov alebo organizačnej štruktúry.
- Ak chceme získať ľudí pre prácu v tímoch a vo fraktálových organizáciách, musíme im pomôcť, aby sa z nich stali naši spolupodnikatelia, aby mali chuť a motiváciu prebrať časť zodpovednosti i rizika. Ak však nemajú ľudia uspokojené svoje základné potreby – finančné zabezpečenie svojej rodiny a pocit istoty vo firme (obr. 5.30), tak nemôžeme od nich očakávať, že budú v podniku hľadať sebauspokojenie napríklad v práci v tíme alebo v zapojení sa do systému zlepšovania.

- Jeden z prvých krokov, ktorý treba urobiť, je začať spolu hovoriť, počúvať sa a vysvetľovať si navzájom svoje postoje – majitelia, manažéri i robotníci, ľudia z výroby s ľuďmi z marketingu, robotníci s údržbármi, výrobní plánovači s obchodom a so zásobovaním a pod.

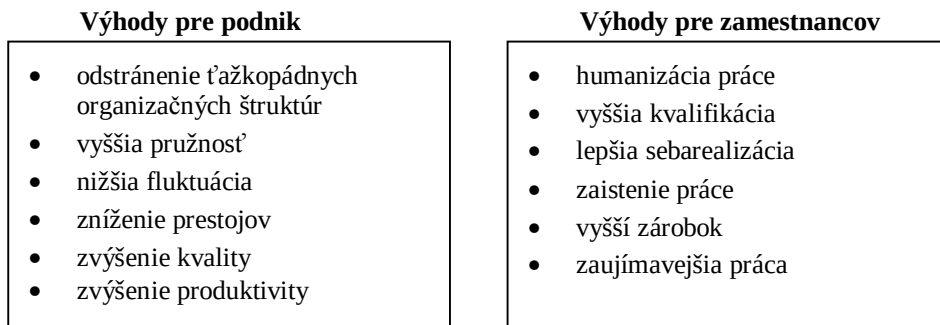
Motivácia je vnútorný stav človeka, ktorý aktivuje alebo uvádza do pohybu všetky vnútorné sily človeka, napr. pranie, túžby, úsilie a pod. Motivácia tak zahŕňa úsilie, vytrvalosť a ciele. Je v nej pranie človeka odvádzať výkon, ktorý môžu manažéri ohodnotiť.

Ak vychádzame z toho, že základom motivácie je neuspokojená potreba človeka, tak Maslowov rebríček potrieb môže byť určitou navigáciou v tomto smere.



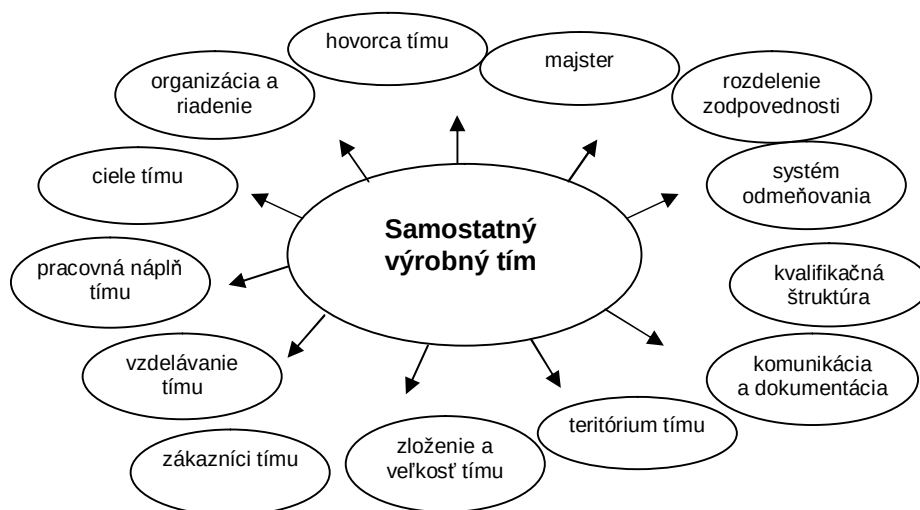
Obr. 5.30. Maslowova hierarchia potrieb a vzťah k postojom ľudí k podnikovým zmenám

Samozrejme, že tieto teórie neplatia absolútne, ľudia sú rôzni, majú viac dimenzií a nie je ich možno posudzovať takto zjednodušene. Ukazuje sa však, že tam, kde pracovníci necítia vo firme zázemie, je ich motivácia i zapojenie sa do zmien nižšie. Na druhej strane však nemusí platiť, že dobre zaplatení pracovníci v stabilnej firme s rozvinutým sociálnym programom sú automaticky vysoko motivovaní (takýchto príkladov je dosť aj na Slovensku). Skúsenosti ukazujú, že tímová práca prináša výhody pre podnik aj pre zamestnancov.



Obr. 5.31. Tímová práca prináša výhody firme aj ľuďom v nej

Vzhľadom na to, že o tímovej práci bolo v posledných rokoch napísaných množstvo publikácií napr. - [24], [33], [37], [44], [63] uvedieme ďalej len stručné poznámky k budovaniu výrobných tímov a začlenení ľudí do fraktálovej organizácie.

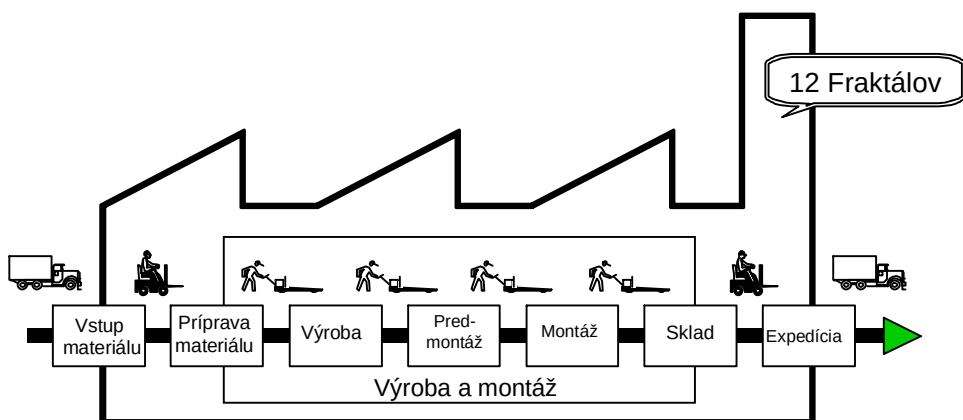


Obr. 5.32. Hlavné okruhy problémov, ktoré musia byť vyriešené pri budovaní výrobných tímov

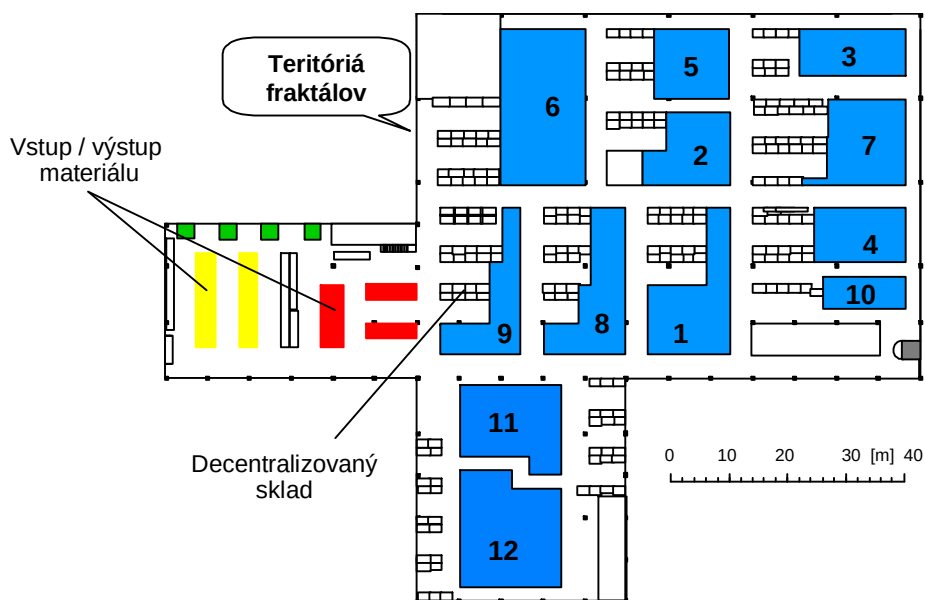
Na obr.5.32. sú zobrazené najhlavnejšie okruhy problémov, ktorými sa treba zaoberať pri projektovaní výrobných tímov.

- Základom pre **teritórium tímu** môže byť segmentácia alebo časť výrobnéj linky (obr. 5.33, obr. 5.34). Teritórium tímu by malo byť jasne označené (pozri napr. obr. 5.15) a malo by sa v ňom okrem výrobných prostriedkov počítať aj s podporou komunikácie a pravidelných tímových schôdzok. Niekedy je potrebné pre schôdzky vyčleniť aj samostatný priestor – napríklad u majstra a pod.
- Správne **zloženie a veľkosť tímu** sú veľmi dôležité. Hlavne v prvých fázach zavádzania tímovej práce je lepšie začať s menším počtom členov tímu (6 - 8) a veľkosť tímu postupne zväčšovať napríklad na 12 - 15 členov. Výber ľudí do tímov a pridelenie im správnej roly v tíme hrá tiež veľmi dôležitú úlohu. Je potrebné poznať ľudí, ich vlastnosti a pôsobenie v skupine (obr. 5.35). Každý človek je iný, nie je nutné pokúšať sa všetkých zmeniť podľa jedného vzoru, ale dôležité je správne využiť individuálne schopnosti každého.
- **Zákazníci.** Tím má definovaných svojich interných a externých zákazníkov a dodávateľov. Jedným z hlavných cieľov je práca pre zákazníka – objednané množstvo, v stanovenom čase, kvalite a pri minimálnych nákladoch. Pracovníci tímu rozvíjajú s dodávateľmi a zákazníkmi partnerské vzťahy a za pomoci majstra riešia niektoré problémy, ktoré presahujú oblasť tímu.
- **Vzdelávanie a rozvoj ľudí** je jednou zo základných podmienok rozvoja tímu. Členovia tímu sa musia pomerne rýchlo naučiť množstvo nových vecí, ktoré predtým nepotrebovali – ovládanie viacerých činností, nástroje na riešenie problémov v tíme,

vizualizáciu práce tímu a pod. Rovnako dôležitý je však neustály rozvoj osobnosti členov tímu po stránke vzájomnej komunikácie, vzájomnej podpory a rozvoja priateľských vzťahov v tíme.



Obr. 5.33. Organizačné vyčlenenie fraktálov



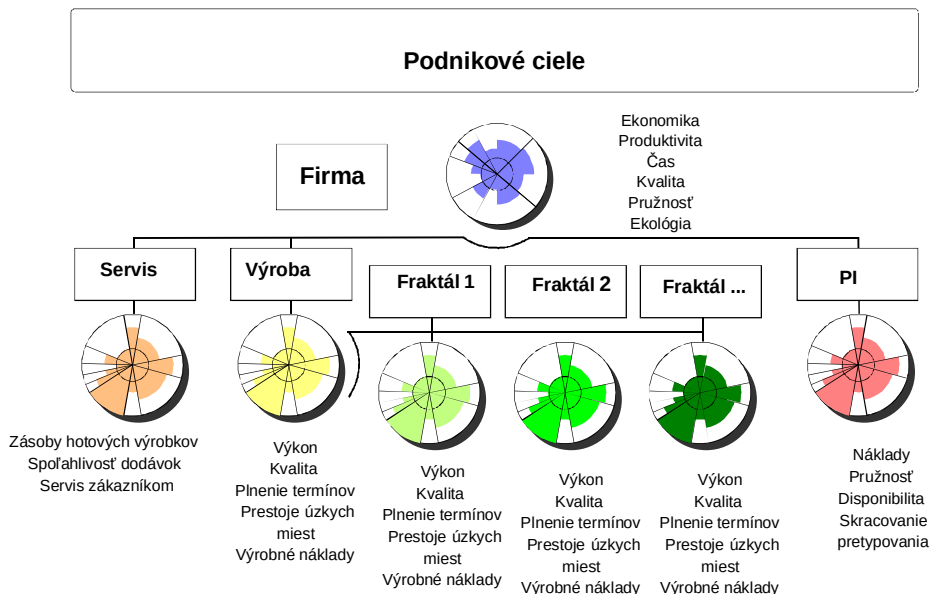
Obr. 5.34. Teritoriálne vyčlenenie fraktálov

Iniciátori Vytvárajú nové myšlienky o tom ako postupovať	Harmonizátori Pomáhajú zbaviť sa napätia a riešenia konfliktov	Brzdiči Ľudia kladúci odpor, negatívne sa prejavujúci pri diskusiách a riešení problémov
Hľadači informácií Hľadajú fakty, údaje a zdroje potrebné k riešeniu problému	Otvárači brán Zapájajú ostatných do diskusií	Hľadači uznania Vychvaľovači a egocentrici, snažia sa upútať na seba pozornosť
Obstarávatelia informácií Poskytujú presné údaje a fakty	Hľadači kompromisov Usilujú o vyjasnenie názorov a dosiahnutie harmónie v skupine	Vládovia Manipulujú s ostatnými a uplatňujú autoritu k tomu, aby sa všetko dialo podľa nich.
Koordinátori Integrujú fakty, nápady a názory	Zlepšovači Navrhujú cesty k zlepšeniu činností	Vyhýbači Izolujú sa od ostatných členov
Podnecovači Podnecujú skupinu k akcii a uvádzajú ju do pohybu		

Obr. 5.35. Hlavné okruhy problémov, ktoré musia byť vyriešené pri budovaní

- **Pracovná náplň.** Pri budovaní tímu sa obyčajne začína s menším rozsahom úloh, ktoré sa neskôr rozširujú. Výrobné tímy napríklad postupne preberajú nasledovné úlohy - obsluha zariadení, zlepšovanie výrobných procesov, riadenie priebehu výroby, starostlivosť o kvalitu vo výrobe, využívanie pracovného času a jeho organizácia, údržba výrobných prostriedkov.
- **Ciele.** Tím má presne vymedzený manévrovací priestor (úlohy, čas, personál, peniaze, kvalita) a nesmie pôsobiť proti celopodnikovým cieľom, prípadne zasahovať do oblastí, ktoré nepatria do jeho pôsobnosti. Podnikové ciele sú rozpracované až na úroveň cieľov tímu (obr.5.36), kde sa uzatvára dohoda o individuálnych cieľoch s každým členom (obr.5.37). Na formulácii cieľov na úrovni tímu sa aktívne podieľajú jednotliví členovia tímu.
- **Organizácia a riadenie.** Správne definovanie úloh a kompetencií tímu tak, aby nedochádzalo ku konfliktom, aby tím zbytočne neplytval energiou na riešenie problémov, ktoré nemôže zmeniť. Hoci je potreba budovania tímov dnes veľmi dôležitá, nie je dobré tento proces násilne urýchľovať. Najskôr treba vytvoriť podmienky pre prácu tímov (organizácia, projektovanie, ekonomický systém, vzdelávanie). Potom je vhodné začať s tímovou prácou vo vybranej oblasti a po získaní skúseností je možné tímy postupne rozširovať. Tímová práca je protikladom taylorizmu, pre ktorý bolo typické rozčlenenie práce na množstvo jednoduchých úkonov. Pri skupinovej práci ide o riešenie komplexných rôznorodých problémov a typické je obohacovanie práce (job enrichment), rozširovanie práce (job enlargement) a rotácia členov tímu medzi rôznymi činnosťami (job rotation). Pri fraktálovej organizácii dochádza obyčajne k budovaniu fraktálov nielen vo výrobe, ale v celej

firme. Fraktály majú vysokú mieru autonómnosti i zodpovednosti – predovšetkým za čas, kvalitu a náklady. Fraktály sa obyčajne prelínajú v organizačnej štruktúre tak, že sú do nich pridelení napríklad pracovníci z centrálnych oddelení priemyselného inžinierstva, technickej prípravy výroby, údržby, kvality a pod. Postupne dochádza k preberaniu mnohých úloh týchto útvarov priamo do fraktálov, ktoré s externými útvarmi spolupracujú pri náročných úlohách presahujúcich ich schopnosti.



Obr. 5.36. Podnikové ciele a ciele fraktálov

- **Hovorca.** Hovorca tímu preberá niektoré úlohy, ktoré predtým vykonával majster – napr. pracovný čas, dochádzka, riešenie drobných problémov. Hovorca v niektorých firmách (napr. Opel Eisenach) nepracuje ako radový člen ale pomáha pri zacvičovaní a zaskakuje pri neúčasti člena tímu. Je to volený člen skupiny, ktorý má schopnosti moderovať diskusie a riešenie problémov v skupine a ktorý je partnerom pre nadriadeného pracovníka pri riešení problémov presahujúcich možnosti pracovnej skupiny.
- **Majster.** Keď niektoré úlohy majstra preberá hovorca a členovia tímu, môže sa majster zaoberať tým, čím by sa v skutočnosti zaoberať mal a nie hasením každodenných problémov – operatívou. Aspoň 50 % svojho času by mal majster venovať práci pre budúcnosť – zlepšovaniu procesov na pracovisku, za ktoré zodpovedá.

Hlavné požiadavky na majstrov sú:

- autorita
- znalosti ľudí + strojov + materiálov = znalosti procesov
- najdôležitejší sú ľudia – ako ich motivovať, ako s nimi komunikovať, ako ich „viesť“, ako ich riadiť, ako ich kontrolovať

Dohoda o cieľoch			Meno: Igor Cetera		
1 . polrok 2000					
V roku 2000 vyrobíme 1 milión automobilov a vybudujeme základ nového výrobného systému					
Oblasť výkonnosti	Metóda merania	Cieľ názov	Termín	Váha - %	Plnenie cieľov
Výkon a produktivita	ks/deň ks/čl.hod.	Zaistiť výrobu 1320 automobilov denne bez navýšenia počtu pracovníkov	20.12.2000	20	
Kvalita	počet reklamácií	Znížiť interné reklamácie na maximálne 1 reklamáciu za mesiac	20.12.2000	20	
TPM	zavedenie a audit	Zaviesť prvý krok TPM v celej prevádzke a úspešne prejsť auditom TPM	20.12.2000	10	
Pružnosť – rýchle pretypovanie strojov	minúty na zmenu	Zaviesť rýchle zmeny sortimentu na všetkých líkách, vykonať tréning zoraďovačov	20.12.2000	10	
Nové metódy	zavedenie	Spolupracovať s dodávateľmi pri JiT logistickom prepojení, zaviesť príklady systému Jidoka v prevádzke	20.12.2000	10	
KANBAN	zavedenie	Zaviesť Kanban plánovanie na montážnej linke, zaškoliť majstrov a operátorov	20.12.2000	10	
Personálna práca	program a hodnotenie	Viesť spolupracovníkov k ďalšiemu vzdelávaniu, rozširovaniu kvalifikácie a rotácii v tíme. Uzatvoriť dohody o cieľoch.	20.12.2000	10	
Fraktál	zavedenie a audit	Viesť fraktál a zlepšovať spoluprácu s ostatnými fraktálmi.	20.12.2000	10	

Tento dokument potvrdzuje výsledky našej diskusie pre obdobie 1.1.2000 - 30.6.2000.

Súhlasím s tým, že budeme priebežne hodnotiť vývoj na kontrolných poradách v týchto termínoch....

Súhlasím s účasťou na akciách v pláne osobného rozvoja:

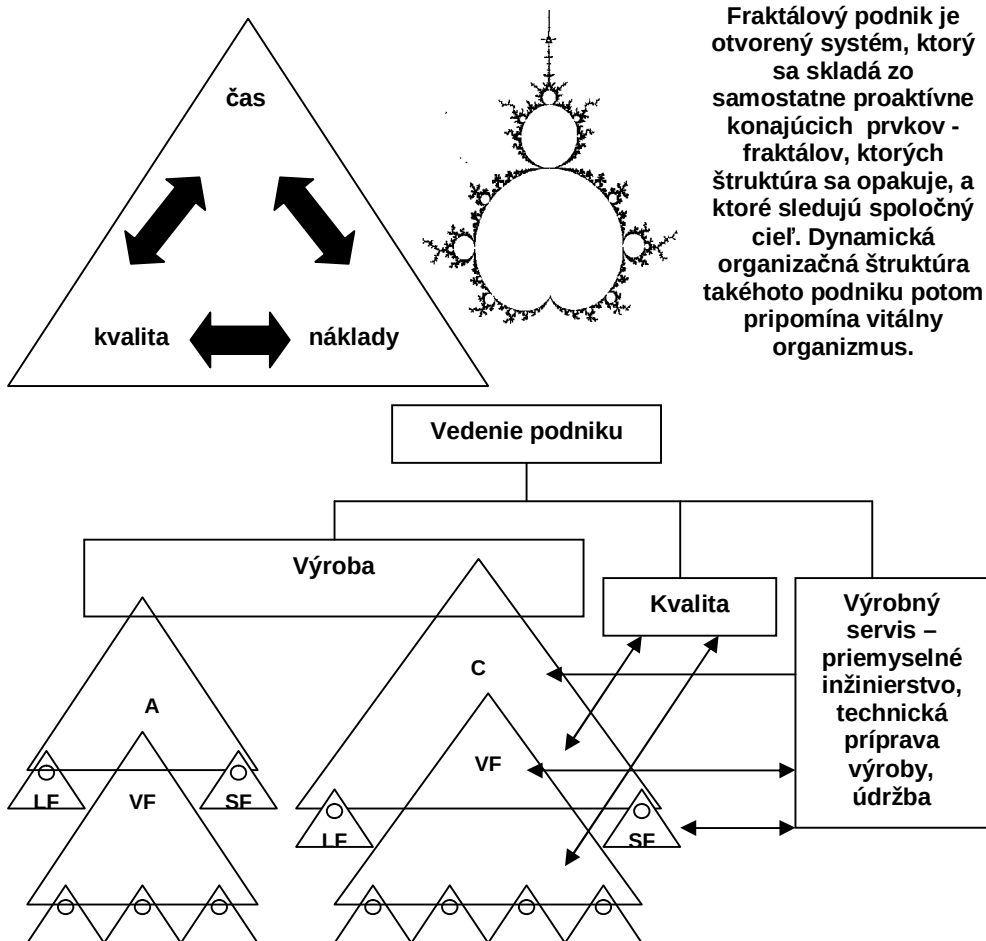
1. Manažérske zručnosti
2. Práca majstra
3. Tréning tímov

Dátum, podpisy

Pracovník.....

Vedúci.....

Obr. 5.37. Príklad dohody o cieľoch



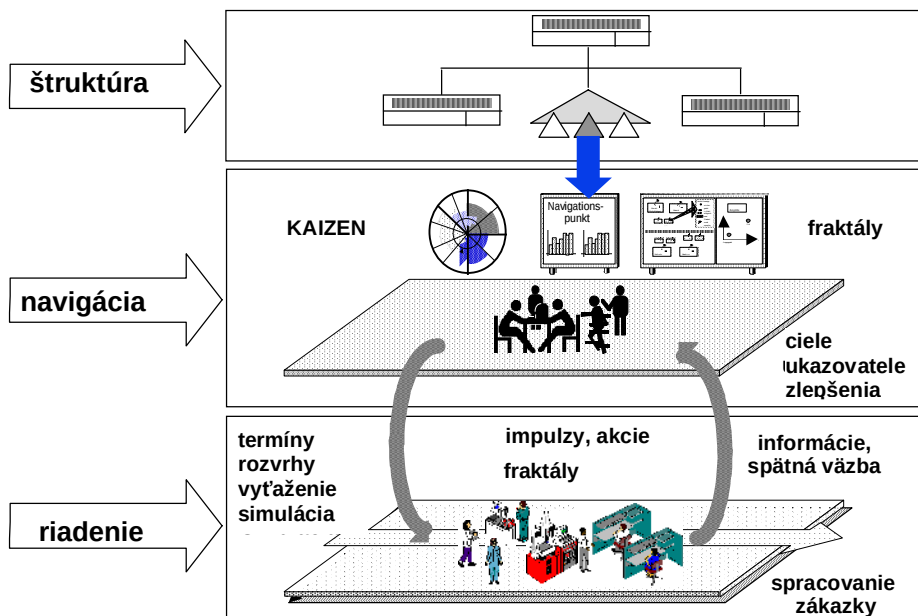
Fraktálový podnik je otvorený systém, ktorý sa skladá zo samostatne proaktívne konajúcich prvkov - fraktálov, ktorých štruktúra sa opakuje, a ktoré sledujú spoločný cieľ. Dynamická organizačná štruktúra takéhoto podniku potom pripomína vitálny organizmus.

VF – výrobný fraktál, SF – servisný fraktál, LF – logistický fraktál.

Obr. 5.38. Fraktálová štruktúra

Zmena úlohy majstra znamená, že majster sa stane:

1. Trénerom výrobných tímov, koučom hovorcov tímov
2. Moderátorom riešenia tímových problémov
3. Koordinátorom riešenia medziútvarových problémov
4. Vedúcou osobnosťou v zlepšovaní procesov
5. Nositeľom dielenského know-how, t. j. odborníkom na svojom úseku (na pol technológom a priemyselným inžinierom)



Obr. 5.39. Komunikácia vo fraktálovej organizácii

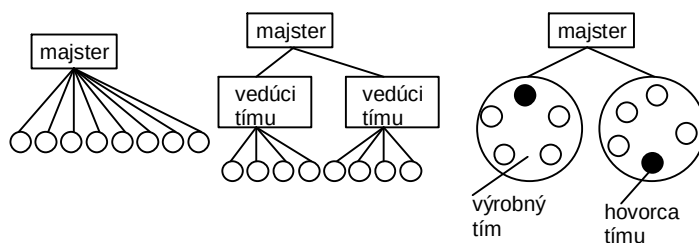
Potrebné znalosti a schopnosti sú hlavne:

- Schopnosť efektívnej komunikácie s nadriadenými, podriadenými i s okolitými útvarmi.
- Schopnosť nadchnúť podriadených a rozvíjať tímovú prácu vo výrobe.
- Schopnosť podporovať/koučovať hovorcov tímov.
- Schopnosť zvolať si medziútvarový tím a rýchle tímovo riešiť operatívne problémy.
- Schopnosť riadiť svoj čas, stanoviť priority, riešiť iba dôležité veci a vedieť delegovať právomoci a zodpovednosť..
- Schopnosť riešiť niekoľko vecí súčasne a pracovať v strese.
- Tvorivosť a praktická realizácia nápadov.
- Prístup k zmenám a podpora zmien.
- Vhodná kontrola podriadených a umenie udržať disciplínu.
- Znalosť práce s PC.
- Práca s informáciami.
- Technické znalosti z odboru výroby a znalosti strojov.
- Technologické znalosti svojho výrobného úseku.

Proces koučovania (trénovanie tímov) si vyžaduje zo strany majstra hlavne:

1. Všimnúť si príležitosti (čo pracovník nevie, čo robí zle).
2. Prispôbiť sa (zistiť, čo už vie a nadviazať na to; vytvoriť podmienky pre učenie).
3. Vysvetliť, predviesť (a spýtať sa, čomu nerozumie, alebo čo mu robí problémy).
4. Povzbudiť (využiť každú príležitosť na pochvalu; ponúknuť pomoc).
5. Kontrolovať (ako to ovláda, aké robí ešte chyby).

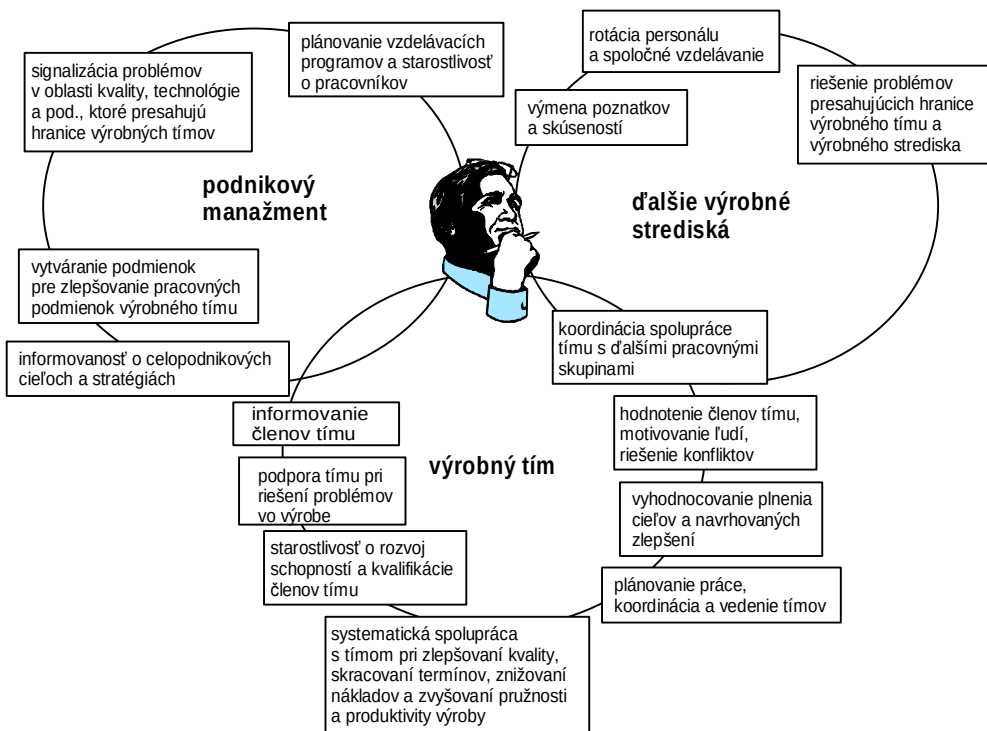
Výrobné tímy môžu byť organizované tak, ako to ukazuje obrázok 5.40.



Obr. 5.40. Spôsoby organizácie výrobných tímov

Prvý spôsob je klasické vedenie tímu, kde každý člen komunikuje priamo s majstrom a majster musí riešiť všetky detaily v organizácii práce, plánovaní a riadení. Druhým stupňom môže byť vytvorenie menších tímov, ktoré majú svojich vedúcich. Tretí stupeň vyžaduje už určitú vyspelosť jednotlivých pracovníkov a ich schopnosť pracovať v tíme a partnerom majstra je volený hovorca tímu.

- **Rozdelenie zodpovednosti.** Pre bezproblémovú prácu tímov je dobré jasne definovať zodpovednosti medzi jednotlivými členmi tímu, hovorcom a majstrom (obr.5.42.).
- **Systém odmeňovania.** Hodnotenie práce tímu a jeho členov. Je dôležité, aby systém hodnotenia podporoval autonómnosť tímu, avšak nesmie viesť ku konkurencii medzi tímami navzájom. Pre jednotlivých pracovníkov v tíme sa obyčajne vedie kvalifikačná matica, práca celého tímu je meraná spoločne a následne vyhodnocovaná a verejne prezentovaná. Časť tímovej odmeny je teda založená na kvalifikácii členov tímu a meraných výsledkoch (výkon, kvalita, zvyšovanie produktivity a pod.), ďalšia časť odmeny má napríklad charakter prémie. Väčšina manažérov zo slovenských alebo českých podnikov sa však zhoduje v tom, že nefinančné formy motivácie sú zatiaľ v našich podmienkach použiteľné len okrajovo a každý pracovník sa pýta „čo za to?“. V takomto prípade je potrebné dobre prepracovať systém vnútropodnikových kalkulácií, odbúrať nepriehľadný systém réžií a hodnotenie a odmeňovanie pracovníkov postaviť na objektívnu bázu. Nebezpečenstvo môže vznikáť napríklad pri ekonomickej autonómii skupiny, kde môže byť snaha „zarábať“ na ďalších kooperujúcich partneroch. Riešenie tohto problému je hlavne v sprehľadnení nákladových položiek (eliminácia režijných nákladov) a v spracovaní celopodnikových kalkulačných sadzieb alebo ich rozpätí pre jednotlivé strediská a skupiny.



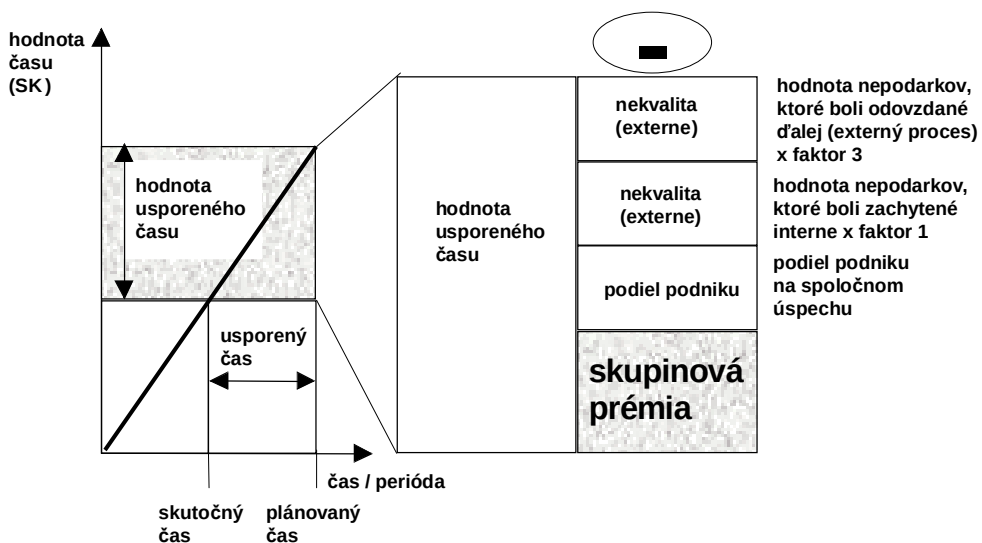
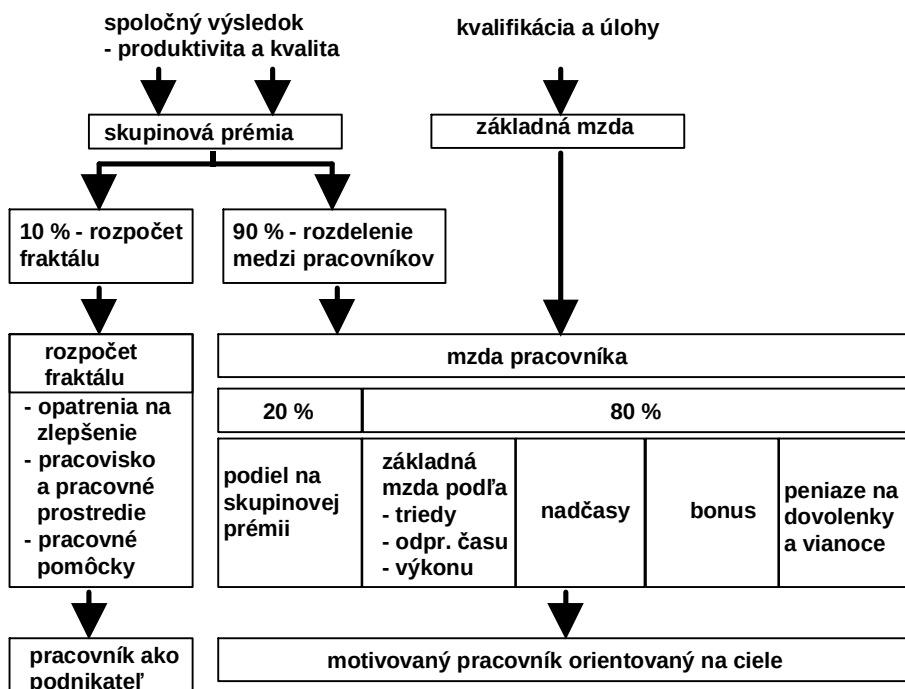
Obr. 5.41. Hlavné úlohy majstra pri vedení výrobných tímov

Matica zodpovednosti

Č.	Oblasť	Majster	Hovorca	Člen tímu
1.	Rozdelenie odmien			
2.	Striedanie na pracovisku			
3.	Zloženie tímu			
4.	Pracovná doba tímu			
5.	Drobné opravy			
6.	Zaškolenie nových členov tímu			
7.	Kontakt s údržbou			
8.	Zlepšovanie pracovného prostredia			
9.	Spolupráca s priemyselným inžinierstvom			
10.	Zlepšovanie procesov – organizovanie workshopov			
11.	Spolupráca s ostatnými útvarmi			
12.	Zastavenie výroby pri výskyte nekvality			
13.	Zaskakovanie pri výpadku pracovníka			
14.	Dodržiavanie bezpečnosti pri práci			
15.	Organizovanie pravidelného vzdelávania			
16.	Životné prostredie, ekológia			
17.	Dohody o cieľoch			
18.	Hodnotenie pracovníkov			
19.	Vyjednávanie s odbormi			
20.	Riešenie konfliktov na pracovisku			
21.	Udržiavanie informačnej tabule			
22.	Vedenie dokumentácie tímu			

23.	Riešenie havárijných situácií			
24.	Tréning pracovníkov v nových metódach			
25.	Vyhodnocovanie drobných zlepšení			

Obr. 5.42. Príklad matice zodpovednosti



Obr. 5.43. Príklad skupinovej odmeny za usparený čas

- **Kvalifikačná štruktúra.** Už bolo povedané, že členovia tímu by sa mali postupne rozvíjať a tento proces by mal byť koordinovaný podľa potrieb rozvoja tímu majstrom a hovorcom. Dobrá kvalifikačná štruktúra je základom pružnosti a výkonnosti tímu. Dobrou pomôckou na vizualizáciu kvalifikačného rozvoja je kvalifikačná matica tímu.

Kvalifikačná matica										
Tím: A		Jednotka: 9								
Členovia tímu	činnosti									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
GT	■		■						■	
NB	■		■	■	■	■	■	■		
OR		■			■			■		
SF		■		■		■		■		
PT		■		■			■	■	■	
VL	■		■	■	■					



- ovládanie opakujúcich sa operácií
- ovládanie opakujúcich sa operácií a kontrola kvality
- operácie, výmena nástrojov, údržba
- úplná autonómia

Podobne môže byť v matici zaznačené napr. úplné zvládnutie operácie, čiastočné zvládnutie, príprava na operáciu a pod.

Obr. 5.44. Kvalifikačná matica tímu

- **Komunikácia a dokumentácia.** Vytvorenie atmosféry, podnikovej kultúry a klímy pre tímovú spoluprácu. Treba upevniť hlavne dôveru medzi manažmentom a výkonnými pracovníkmi, ale i medzi manažmentom a odbormi, ktoré musia pochopiť, že zvyšovanie produktivity a budovanie tímovej spoločnosti nie je iba cesta k zvyšovaniu zisku firmy, ale je to zároveň i cesta k práci, ktorá ľuďom prinesie vyššiu bezpečnosť, radosť, istotu i zárobok. Ľudia by mali najskôr pochopiť zmysel týchto zmien a podnik im musí poskytnúť prípravu pre spoluprácu v tíme a pre zvládnutie nástrojov a techník zlepšovania procesov. V tímoch sa používa jednoduchá dokumentácia v grafickej forme, umiestnená na dobre prístupných tabuliach. Tím by si mal zároveň starostlivo

viest' aj tímovú dokumentáciu – od podnikateľského plánu (rodného listu tímu), cez projekt pracoviska, projekty zlepšovania, zápisy z tímových schôdzok až po dohody o cieľoch a zápisy z hodnotenia pracovníkov.

Hlavné problémy, ktoré sa vyskytli pri zavádzaní skupinovej práce v podnikoch sú:

- I Chýba skutočná podpora vrcholového vedenia – nielen verbálna. Tímová práca musí mať podporu zhora, aj keď sa rozvíja zdola. Aj vrcholový manažment musí pracovať ako zohratý tím.
- I Nedostatočná informovanosť a znalosti o tímovej práci – tímy sa často zakladajú bez dôkladnej znalosti všetkých problémov, ktoré treba riešiť, chýba projekt, zodpovední ľudia, termíny, konkrétne ciele a detailný postup riešenia.
- I Chýbajúce podmienky pre tímovú prácu – napríklad priestory, pomôcky, nefunguje infraštruktúra, chýbajú informácie a pod.
- I Nedostatočná kvalifikácia a niekedy prehnané nároky na pracovníkov na začiatku projektu.
- I Blokovanie práce v skupine a neschopnosť riešenia konfliktov.
- I Nedostatočný čas na riešenie nedostatkov diskusiami.
- I Neberú sa vážne zlepšovacie návrhy pracovníkov.
- I Konkurencia medzi skupinami.
- I Nie všetci pracovníci sú schopní pracovať v tíme.
- I Skupinová práca vyžaduje nový spôsob odmeňovania a motivácie.
- I Problém definovania cieľov a výkonnostných ukazovateľov, ktoré musia byť stanovené ináč ako v tradičnom systéme.
- I Efekty sa prejavujú až po určitom čase (12 mesiacov - 3 roky).
- I Problém niektorých vedúcich pracovníkov, ktorí môžu vidieť v tomto koncepte spochybnenie svojho postavenia.
- I Dočasný pokles výkonnosti, ktorý sa obyčajne dostaví v prvých fázach.

Na záver tejto časti treba poznamenať, že otázka decentralizácie vo výrobe nie je ani tak organizačným problémom, ako skôr problémom rozšírenia informovanosti a znalostí ľudí. Základným východiskom je teda zlepšenie komunikácie a informovanosti medzi manažmentom a ostatnými zložkami a investovanie do vzdelávania a prípravy ľudí. Pozitívne výsledky tímovej práce sa nedostavia okamžite, treba počítať s množstvom problémov, ktoré bude potrebné riešiť.

Pri čítaní všetkých rád a odporúčaní pre budovanie tímov a využívanie ľudského potenciálu v podniku si treba uvedomiť, že neexistujú žiadne zaručené recepty a overené postupy, ktoré automaticky vedú k úspechu.

IPI Žilina

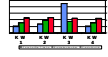
Naša skupina

Naše úlohy a ciele



Tímové pravidlá

Výrobný plán

Prestoje


Pretypovanie
Poruchy
Materiál

Termíny školení

Nemocnosť

Dni bez úrazu

17

Využitie kapacít

Prítomnosť/dovolenka

Kvalita

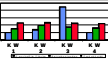

Druhy chýb
Materiál
Proces
Človek

Kto sa zaučča, na ktoré pracoviská ?

	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Jano									
Peter									
Jožo									
Dada									
Nika									

Kto ovláda, ktoré pracoviská ?

	Jano	Peter	Jožo	Dada	Nika
Sústruženie					
Frézovanie	X	X	X	X	
Brúsenie	X	X	X		
Vŕtanie	X				

Produktivita


- Prítomnosť
- Normohodiny
- Správne hlásenia
- Poruchy

Nápady na zlepšenia

Naše opatrenia

Naše nápady

Náš aktuálny problém

nápad
Realizácia:
Efekt:

nápad
Durchführung:
Effekt:

nápad
Durchführung:
Effekt:

nápad
Realizácia:
Efekt:

nápad
Realizácia:
Efekt:

idea
Realizácia:
Efekt:

nápad
Realizácia:
Efekt:

Diagram príčina - následok

človek

 metóda

stroj

 materiál

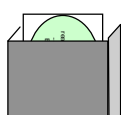
Príliš dlhé prestoje

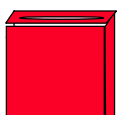
Tvorivosť


Súčet nápadov

Tvorivosť


Porovnanie tímov



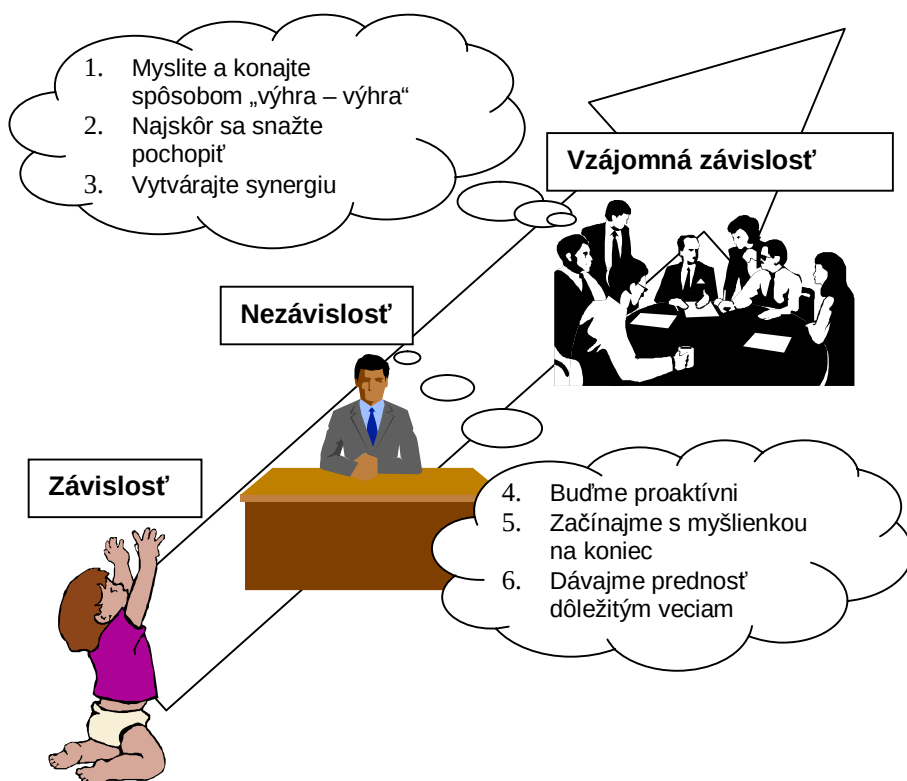


Čo budeme riešiť ďalej:

Obr. 5.45. Pracovné tabule tímov

Dôvod je jednoduchý - každý podnik je iný, pretože v ňom pracujú iní ľudia a vládne v ňom iná podniková kultúra. Je preto veľmi špecifické, aké práce, v akom poradí a v akých časových intervaloch budú delegované na projekčné alebo výrobné tímy v podniku.

Snahou obyčajne je, aby jednotlivé tímy plnili kompletne úlohy, aby sa postupne prehlbovala autonómia tímu a aby sa rozvíjali jeho členovia. Zásadné je však to, aby tímy pracovali v súlade s požiadavkami podniku, pričom treba vziať do úvahy i špecifiká ľudí, technológií, organizácie a celkovej firemnej kultúry.



Obr. 5.46. Vývoj nezávislosti a vzájomnej závislosti - S. R. Covey

Potreby ľudí v podniku sú rôzne. Tí, ktorí nie sú plne využití a cítia potrebu ďalšieho rozvoja a rastu, si obyčajne prajú mať bohatšiu prácu a väčšiu zodpovednosť. Niektorí ľudia dávajú prednosť samostatnej práci, iní radi pracujú v skupine. Treba brať do úvahy aj charakter práce a používanú technológiu. Dôležité sú i náklady spojené so zmenami. Je napríklad rozdiel medzi novým, nedávno vybudovaným závozom a starým podnikom, ktorý má byť zmenený na novú koncepciu práce. Taktiež musí byť rešpektovaná organizačná štruktúra podniku. Autonómne tímy môžu napríklad dobre pracovať v decentralizovanej organizácii, avšak pre centralizované organizácie s autokratickým štýlom riadenia môžu byť nevhodné.

Tak ako sa vyvíja podnik, vyvíjajú sa aj ľudia a tímy v ňom. Stephen Covey vo svojej vynikajúcej knihe Sedem návykov pre úspešný a harmonický život [8], ktorá patrí už niekoľko rokov k najčítanejším knihám na svete, uvádza postup znázornený na predchádzajúcom obrázku. Malé dieťa je závislé na svojich rodičoch a ďalších ľuďoch – psychicky, citovo, finančne a fyzicky. Postupne človek dospieva, vyvíja sa a niektorí jedinci sa stávajú nezávislí. Neznamená to, že sú to individualisti bez citových väzieb a vzťahov k iným ľuďom. Sú to silní ľudia, ktorí si osvojili prvé tri návyky:

1. **Proaktivitu** – nenechať sa unášať vonkajšími okolnosťami ako list vo vetre, ale meniť veci na ktoré máme vplyv a netrápiť sa nad vecami, na ktoré nemáme dosah. Tak ako to povedal sv.František z Assisi: „Bože, daj mi odvahu aby som zmenil veci, ktoré zmeniť môžem a mám, pokoj, aby som prijal veci, ktoré zmeniť nemôžem a múdrosť, aby som to všetko rozoznal“.
2. **Začínanie všetkého s myšlienkou na koniec** – to je základný zákon projektovania, ale i úspešného života. Všetko dôležité, čo robíme, musí mať nejaký cieľ a tento cieľ by mal byť v súlade s našimi princípmi a hodnotami života.
3. **Dávanie prednosti dôležitým veciam** – riadiť svoj čas znamená riadiť svoj život. Musíme odlišovať veci dôležité a nedôležité a veci súrne a nie súrne. Dobrý manažér sa venuje veciam dôležitým, ktoré nie sú súrne, t. j. plánuje, predchádza problémom, pracuje pre budúcnosť.

Až po dosiahnutí tohto štádia možno prejsť k ďalším trom návykom:

4. **Myslite a konajte spôsobom „výhra – výhra“**. Toto je základ riešenia problémov v tímoch a vo firmách s rozvinutou firemnou kultúrou. Len takýmto jednaním sa buduje dôvera, spolupatričnosť a tímový duch.
5. **Najskôr sa snažte pochopiť** – ak chceme dosahovať riešenie typu „výhra – výhra“, musíme pochopiť druhú stranu. Nie podľa nášho uhla pohľadu, nášho scenára, ale podľa optiky nášho partnera.
6. **Vytvárajte synergiu** – spájanie rôznych ľudí, názorov, myšlienok, konceptov s cieľom dosiahnuť výstup celku, ktorý bude niekoľko násobne vyšší ako súčet výstupov jeho jednotlivých prvkov. No a toto je hlavný motív tímovej práce, ku ktorej nejestvuje ľahšia cesta ako je tento postup zmeny a sebazdokonaľovania každého zvnútra. Najskôr musíme zmeniť seba, až potom môžeme skutočne a natrvalo zmeniť naše okolie a firmu.



„Berte ľudí takých akí sú, iní nebudú“. (K.Adenauer)

„Väčšina ľudí je nešťastných, preto, že keď sú šťastní, chceli by byť ešte šťastnejší“. (I.Bergman)

„Väčšina ľudí nie je bohatých len preto, že pri množstve práce nemajú čas zarábať peniaze“. (J. Durante)

5.3. Projektovanie materiálového toku

Do tejto časti projektovania patrí najmä detailné riešenie dopravného, manipulačného a skladovacieho systému vo výrobnom systéme. Ide teda o úlohy, ktoré nadväzujú na analýzy materiálových tokov, na spracovanie výrobnej dispozície a na projektovanie pracoviska. Dopravný systém zabezpečuje prepravu materiálov a komponentov medzi pracoviskami, manipulačný systém prepája pracoviská so systémom dopravy a úlohou skladovacieho systému je plynulé zásobovanie výroby materiálom a výrobnými pomôckami, ako i vyrovňovanie rozdielov v kapacitnom vytížení pracovísk a v ich výkonnosti.

Podľa Tompkinsa [59] oblasť prepravy, skladovania a manipulácie zamestnáva až 25 % pracovníkov, zaberá 55 % plôch a tvorí až 87 % z času, ktorý strávi materiál v podniku. Tieto činnosti tvoria niekedy 15 až 70 % z celkových nákladov na výrobok a značne ovplyvňujú aj kvalitu výrobkov (3 až 5 % materiálu sa znehodnocuje nesprávnou dopravou, manipuláciou a skladovaním).

Všeobecný postup projektovania dopravného, manipulačného a skladovacieho systému je nasledovný:

1. Analýza materiálových tokov a prepočet dopravných výkonov.
2. Spracovanie výrobnej dispozície (rozmiestnenie výrobných prostriedkov).
3. Analýza existujúcich prostriedkov (dopravné zariadenia, pomocné prostriedky, sklady, zásobníky, manipulačné zariadenia).
4. Spracovanie variantov systémov dopravy, manipulácie a skladovania.
 - I Topológia dopravného systému - rozmiestnenie dopravných zariadení, nakladacie a vykladacie miesta, dopravné cesty.
 - I Statické dimenzovanie prvkov materiálového toku (počty dopravných prostriedkov, parametre - rýchlosť, nosnosť, časy na nakladanie a vykladanie a pod.).
 - I Vyriešenie prepojenia dopravného systému s pracoviskami - spôsoby prekladania paliet a nástrojov.
 - I Spracovanie systému riadenia dopravy, manipulácie a skladovania.
5. Simulácia - dynamické dimenzovanie komponentov materiálového toku a optimalizácia dopravného, manipulačného a skladovacieho systému (analýza úzkych miest, blokovania systému, veľkosti zásobníkov, vytíženie dopravných a skladovacích zariadení, riadiace pravidlá).

Pri projektovaní dopravy, manipulácie a skladovania sa rieši tzv. rovnica materiálového toku, ktorá je zobrazená na obr. 5.47.

Táto rovnica býva niekedy formulovaná aj nasledovne:

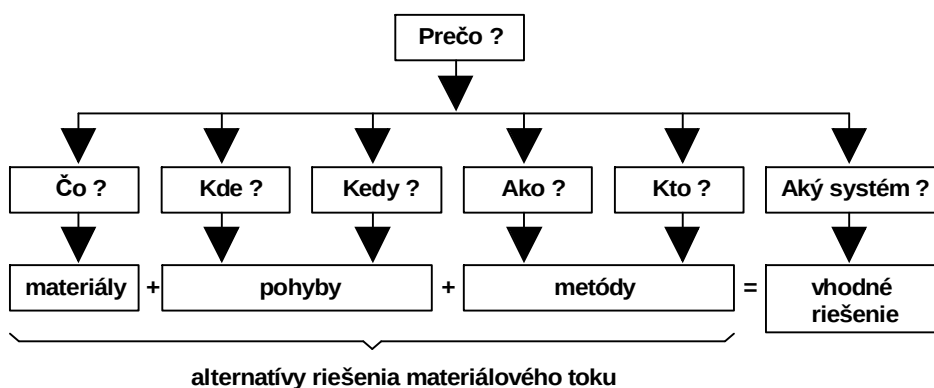
$$\sum_{\text{pohybov}} [\text{PREČO} (\text{KDE} + \text{ČO} + \text{KEDY})]$$

Pri riešení otázok „Čo?“ a „Prečo?“ sa definuje správny materiál, ktorý má byť prepravovaný. Otázky „Kde?“ a „Kedy?“ a „Prečo?“ sa zaoberajú identifikáciou potrebných manipulačných a dopravných činností. Otázky „Ako?“, „Kto?“ a „Prečo?“ definujú správnu

metódu na prepravu, ktorá má byť použitá. Otázky „Aký systém?“ a „Prečo?“ smerujú k návrhu riešenia materiálového toku.

Pri riešení tejto rovnice teda ide o nasledovné skupiny úloh:

- I Typ materiálu a jeho fyzikálne charakteristiky. Základom projektovania materiálového toku je prepravovaná jednotka. Prepravovanou jednotkou môže byť napríklad jeden kus výrobku, jeden kartón súčiastok, paleta a pod. Prepravovaná jednotka môže byť charakterizovaná rozmermi, hmotnosťou, typom materiálu, prípadne ďalšími vlastnosťami.
- I Množstvá, ktoré majú byť prepravované.
- I Vstupné a výstupné miesta pre každý presun materiálu.



Obr. 5.47. Rovnica materiálového toku

- I Frekvencie a rýchlosti prepravy materiálu.
- I Spôsoby prepravy a zariadenia, ktoré pripadajú do úvahy.

Pri projektovaní jednotlivých prvkov materiálového toku si treba uvedomiť, že hlavným cieľom projektu nie je prepravovať alebo skladovať materiál - tieto činnosti sú v podstate iba „nutným zlom“, pretože stoja peniaze a nepridávajú hodnotu k materiálu. Súčasné systémy pre manipuláciu s materiálom, dopravu a skladovanie poskytujú veľké množstvo možností, ktoré môžu zvädzať nadšenca v tejto oblasti projektovať efektné, drahé systémy, pripomínajúce niekedy „technické lunaparky“. Najlepší projekt je taký, kde je minimum skladovania, prepravy a manipulácie. Preto je dobré, ak sa projektant, ešte predtým ako pristúpi k detailnému riešeniu, snaží zjednodušiť systém tak, aby boli tieto činnosti znížené na minimum. Tu si treba uvedomiť i veľmi dôležité súvislosti materiálového toku s nasledovnými prvkami výrobného systému:

- I Pracoviská a ich kapacity - nesprávne navrhnuté kapacity spôsobujú nevyvážený materiálový tok, hromadenie zásob, potrebu medziskladov a zásobníkov a dodatočné manipulačné úkony.
- I Informačný tok a systém riadenia - správne riadenie vstupov výrobných úloh do systému, synchronizácia nákupu, výroby a expedície, koordinácia systému riadenia

výroby s dopravným systémom - to všetko významne ovplyvňuje projekt materiálového toku.

- I Všetky prvky výrobného systému teda musia byť projektované vo vzájomných súvislostiach a je ideálne, ak sú, ešte pred inštaláciou systému, spoločne overené na simulačnom modeli.

Ďalšie princípy, ktoré by mali byť dodržiavané pri detailnom projektovaní prvkov materiálového toku sú:

- I Najskôr sa snažiť detailne analyzovať a zjednodušovať jednotlivé procesy súvisiace s dopravou, skladovaním a manipuláciou s materiálom.
- I Prvky materiálového toku integrovať a koordinovať s ostatnými prvkami výrobného systému (príjem materiálu, kontrola, vychystávanie, výroba, montáž, plánovanie a riadenie výroby, balenie, expedícia).
- I Snaha prepravovať výrobok vo väčších množstvách (palety, kartóny, kontajnery). Tento princíp však môže byť v rozpore s inými cieľmi vo výrobe - napr. minimalizácia rozpracovanosti výroby alebo pružnosť výroby.
- I Maximálne využívať plochy a priestory.
- I Rešpektovať ergonomické a bezpečnostné požiadavky.
- I Minimalizovať spotrebu energie a negatívne dôsledky na životné prostredie.
- I Snažiť sa mechanizovať a automatizovať procesy v materiálovom toku s ohľadom na hospodárnosť a humanizáciu práce.
- I Využívať gravitáciu všade tam, kde je to možné, avšak pri rešpektovaní bezpečnosti a kvality.
- I Integrovat' tok údajov s fyzickým tokom materiálu.

I keď sa v tejto knihe zaoberáme hlavne projektovaním výrobného systému, pri projektovaní materiálového toku sa často riešia nasledovné úrovně:

1. Doprava medzi strediskami v podniku (prípadne až napojenia na externých dodávateľov v systémoch Just in Time).
2. Doprava v rámci výrobného strediska.
3. Doprava a manipulácia v rámci výrobnej bunky.

Pri výbere prvkov materiálového toku sa postupuje obyčajne nasledovne:

1. Zber technických podkladov od výrobcov, spracovanie štúdií a ponúk a užší výber s ohľadom na technické a finančné možnosti firmy. Pri výbere systému sú rozhodujúce prepravované materiály (napr. pevný materiál, sypký, krehký), prepravované množstvá, vzdialenosti, pomocné zariadenia (palety), dopravné cesty (napr. vodorovné, zvislé, šikmé, rovné, kruhové), pružnosť systému (napr. pevné spojenia, premenlivé dopravné miesta).

2. Prepočty kapacít, výkonov a využitia systému

Pri prepočtoch kapacít (napr. počty vozíkov) sa vychádza z dopravných intenzít, t. j. z počtu jász za jednotku času. Je potrebné poznať vzdialenosti alebo časy jász a ich časové rozloženie počas dňa, prípadne týždňa, mesiaca alebo roka (ak sa v doprave vyskytuje

sezónnosť). Ďalej je potrebné poznať prepravnú kapacitu, časy na naloženie a vyloženie a rýchlosti zariadenia (naložené, vyložené, rovný úsek, zatáčka a pod.). Z týchto údajov je možné vypočítať časové požiadavky na vozík napríklad nasledovne:

$$PD = \sum_{j=1}^n (PJ_j \times \check{C}J_j + PNV \times \check{C}NV)$$

kde

PD - časové požiadavky na dopravu (min.),

PJ_j - počet jázd za dané obdobie v danej vzdialenosti j ,

$\check{C}J_j$ - čas na jazdu v danej vzdialenosti j (min.),

PNV - počet nakladaní a vykladaní,

$\check{C}NV$ - čas na naloženie a vyloženie.

Počet vozíkov je potom možné spočítať nasledovne:

$$PV = \frac{PD}{EFV}$$

kde

PV je počet vozíkov,

EFV je efektívny časový fond vozíka, ktorý sa stanoví z teoretického prevádzkového času vozíka, od ktorého sa odčítajú časy potrebné na údržbu a poruchy.

Ako vidieť, tieto výpočty sú veľmi orientačné, pretože pracujú iba s priemernými hodnotami a nie so skutočným priebehom jázd vozíka, ktorý môže počas dňa kolísat'. Detailné dimenzovanie dopravného systému je preto vhodné vykonať s pomocou simulácie, kde je možné zohľadniť aj ďalšie prvky výrobného systému (informačný tok, riadenie, stroje, ľudí a pod.).

Skúsenosti ukazujú maximálne využitie zariadení, ktoré sa dosahuje v praxi nasledovne - vidlicové vozíky (35 - 40 %), priame podlahové dopravníky (40 %), kruhové podlahové dopravníky (60 %).

3. Konečný výber na základe technicko ekonomického porovnania jednotlivých alternatív.

Projektovanie dopravného systému sa odlišuje podľa typu i podľa podmienok, v ktorých daný systém pracuje. Pri dopravníkoch sa napríklad veľká pozornosť venuje dĺžke dopravníka, počtu a kapacite nosičov (paliet), rýchlosti dopravníka, rozmiestneniu nakladacích a vykladacích staníc a časom na prekladanie. Pri projektovaní systému s vozíkmi je dôležitý návrh dráh a rozmiestnenie prekladacích staníc, systém riadenia vozíkov, ich rýchlosti a manipulačné časy a ďalšie parametre.

V ďalšom príklade si ukážeme spôsob dimenzovania dopravného systému s automaticky vedenými vozíkmi.

Príklad: dimenzovanie systému s automaticky vedenými vozíkmi

Tento typ vozíkov pracuje často v jednosmernej prevádzke, vozíky sú riadené automaticky káblom v podlahe alebo na diaľku infračerveným žiarením. Prvou úlohou projektanta je navrhnuť dráhy vozíka tak, aby boli spojené jednotlivé bunky v dielni (obr. 5.48). Je potrebné navrhnuť dva typy bodov:

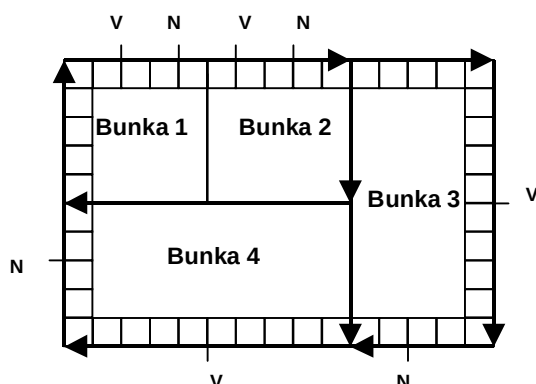
N - body, v ktorých vozík zastaví a naloží paletu.

V - body, v ktorých vozík zastaví a vyloží paletu.

Tieto komunikačné miesta musia byť navrhnuté tak, aby dopravný systém prepájal navzájom všetky výrobné bunky. Na obr.5.48 je zobrazená dopravná dráha s bodmi nakladania a vykladania. Pre návrh dopravnej dráhy existujú niektoré všeobecné zásady:

- I Niekedy je vhodné, aby boli jednotlivé dráhy jednosmerné - zmenší sa tým hustota dopravy a blokovania.
- I Body na nakladanie by mali byť umiestnené za miestami pre vykladanie. Vozík musí mať možnosť najskôr vyložiť náklad a potom naložiť novú paletu.
- I Body nakladania a vykladania umiestňovať na najmenej vytážených úsekoch jednotlivých segmentov dráhy, aby sa zamedzilo blokovaniu. Segment je časť dráhy medzi prechodom z jednej bunky do druhej. Keď vozík vstúpi do segmentu, musí ho celý prejsť.
- I Pre každý bod nakladania v segmente by mal byť celkový počet vykladacích bodov od vstupu do segmentu až po tento bod minimálne taký veľký ako celkový počet nakladacích bodov k tomuto bodu.
- I Maximálne vytáčať vozíky a eliminovať jazdy bez nákladu. Využíva sa na to tzv. dvojpríkazová premávka v segmentoch trate (dual command operation). To znamená, že ak vstúpi do segmentu vozík s nákladom na vyloženie, je snaha využiť jeho „prázdnu“ jazdu po vyložení na odvezenie nákladu zo segmentu (do segmentu sa nepúšťajú iné prázdne vozíky).
- I Využívajú sa skratky, aby sa skrátili vzdialenosti a obchádzky, aby sa zamedzilo blokovaniu vozíkov. Takéto riešenie je ale zároveň spojené so zložitejším riadením dopravného systému.

Vráťme sa však späť k nášmu príkladu. Materiál vstupuje do systému cez bunku 1. Pri zostavovaní dráhy vozíka sa najskôr definujú body vykladania a nakladania, ktoré sa potom spájajú čiarami. Pre definovanie smerov na križovatkách bol vypracovaný špeciálny algoritmus (tzv. 0-1 model [2]). Cieľom je spojiť všetky body tak, aby sa minimalizoval počet jász vozíka bez nákladu. Treba pritom dodržiavať princíp, aby sa z každého bodu dalo dostať do každého iného bodu a zásadu, že ak do bodu vstupuje dráha z križovatky, tak z tohto by mala dráha do ďalšej križovatky vystupovať. Ďalší princíp sme už spomenuli - body nakladania by mali byť na dráhe vždy za bodmi vykladania. Zároveň sa treba snažiť, aby sa na veľmi vytážených úsekoch zbytočne nevytvárali zástavky.



Obr.5.48.: Výrobná dispozícia pre návrh dopravného systému

	1	2	3	4
1	-	2	16	21
2	24	-	12	27
3	24	28	-	7
4	9	13	27	-

+

	1	2	3	4	spolu
1	-	400	400	400	1200
2	700	-	500	100	1300
3	300	400	-	700	1400
4	200	700	300	-	1200
spolu	1200	1500	1200	1200	5100

</

Obr. 5.49. Matica vzdialeností, matica jázd a výpočet prepravných výkonov

Pri výpočte počtu vozíkov musíme zostrojiť maticu jázd medzi pracoviskami, ktorú je možné spracovať z výrobných postupov a z týždenného výrobného plánu. Na obr. 5.49. je takáto matica s dennými jazdami medzi jednotlivými bunkami.

Ďalej sú potrebné nasledovné údaje:

- Naloženie a vyloženie vozíka - 30 sekúnd (vrátane straty času spomalením a zrýchlením vozíka).
- Rýchlosť vozíka 0,5 m/sek.

Celkovú vzdialenosť, ktorú prejde vozík s nákladom potom spočítame z matice jázď a maticou vzdialeností (obr.5.49). Ak vychádzame z rýchlosti 0.5 m/sek tak môžeme počet hodín, ktoré najazdí vozík za týždeň spočítať:

počet hodín najazdených za týždeň = $82700 / 1800 = 45,9$ hodín / týždeň

Z obr.5.49. je vidieť, že počas týždňa sa vykoná celkovo 4900 jázď t.j. na nakladanie bude počas týždňa potrebných $5100 \times 0,5 = 2833$ minút = 47,2 hodiny. S rovnakou hodnotou je potrebné počítať na vykladanie, takže celkovo potrebuje vozík na nakladanie a vykladanie **94,4 hodiny/ týždeň.**

V ďalšom kroku výpočtu je potrebné určiť počet jázď bez nákladu. Vychádza sa zo stavu, keď je výrobný systém naplno vytiažený a ide o jazdy z bodu vyloženia palety do ďalšieho bodu na naloženie palety. Snahou je riadiť dopravný systém tak, aby bola celková dráha týchto jázď minimálna.

Podobne z matice jázď na obr.5.49 vypočítame rozdiel medzi súčtami v stĺpcoch a riadkoch matice jázď:

Bunka	Rozdiel súčtov jázď
1	$1200 - 1200 = 0$
2	$1500 - 1300 = + 200$
3	$1200 - 1400 = -200$
4	$1200 - 1200 = 0$

Obr. 5.50. Nákladové funkcie dopravného problému

Z tejto tabuľky vyplýva, že je potrebné vykonať 200 prázdnych jázď do bunky 3 a 200 prázdnych jázď z bunky 2. Vzdialenosť z bodu vykladanie v bunke 2 do bodu nakladanie v bunke 3 je 22 metrov. Prepravný výkon je potom $22 \times 200 = 4400$ metrov.

Ďalej musíme medzi prázdne jazdy započítať jazdy medzi bodom vykladania a nakladanie v každej bunke:

	Počet jázď	Vzdialenosť V - N	Preprava
Bunka 1	1200	2	2400
Bunka 2	1500	2	3000
Bunka 3	1200	8	9600
Bunka 4	1200	8	9600
			24600

Celková dĺžka, ktorú najazdí prázdny vozík za týždeň je potom:

$4400 \text{ m} + 24600 \text{ m} = 29000 \text{ m}$ z čoho vyplýva, že na prázdne jazdy potrebuje vozík $29000 : 1800 = 16$ hodín/týždeň

Poslednou hodnotou, ktorú je potrebné vypočítať sú časy blokovania. Systém riadenia dopravy rozdeľuje dopravnú trať na úseky rovnakej dĺžky - tzv. zóny, pričom kontroluje, aby do zóny nevstupovalo viac vozíkov kvôli blokovaniu. V [2] je odvodený nasledovný vzťah pre výpočet času blokovania B pre všetky zóny v systéme:

$$B = \sum_z V_z \left[1 - \left(1 - \frac{\bar{T}_z}{N \times S} \right)^{N-1} \right] \cdot \frac{t'_z}{2}$$

$\bar{T}_z$ - priemerný čas v zóne

T_z - celkový čas vozíka v zóne

V_z - počet návštev v zóne počas periódy

N - počet vozíkov

S - dĺžka periódy (napr. 80 hodín týždenne)

ďalej platí: $t'_z = \frac{T_z}{V_z}$

Ak vychádzame z predchádzajúcich výpočtov, tak celkový čas jazd počas jednej periódy (časy na naloženie + časy na vyloženie + časy jazd s nákladom + časy jazd bez nákladu) je :

$$T = 47,2 + 47,2 + 45,9 + 16 = 156,3$$

Ak uvažujeme dĺžku periódy jeden 5 dňový pracovný týždeň = 80 hodín a 4 hodiny denne rezervujeme na údržbu vozíka a vykrývanie premenlivých požiadaviek na dopravu, tak využiteľný čas vozíka počas dňa je 60 hodín.

Počet vozíkov v systéme môže byť teda stanovený nasledovne:

počet vozíkov = čas na jazdy/ čas vozíka = $156,3 / 60 = 2,6$ takže po zaokrúhlení vychádza potrebný počet vozíkov **3**.

Ak stanovíme dĺžku zóny na 2 m, tak počet zón Z bude 35

Z = celková dĺžka dráhy/dĺžka zóny = $70 / 2 = 35$).

Potom

$$\bar{T}_z = \frac{\sum_z T_z}{Z} = \frac{156,3}{35} = 4,4657 \text{ hod}$$

$$V_z = \frac{82700 + 29000}{2} = 97200$$

(82700 - dĺžka jazd s nákladom, 29000 - dĺžka jazd bez nákladu, 2 - dĺžka zóny)

$$t'_z = \frac{T_z}{V_z} = \frac{156,3}{97200} = 0,0016$$

Pre čas blokovania potom platí:

$$B = \sum_z V_z \left[1 - \left(1 - \frac{\bar{T}_z}{N \times S} \right)^{N-1} \right] \cdot \frac{t'_z}{2} = 35 \cdot \frac{97200}{35} \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{4.4567}{3 \times 80} \right)^2 \right] \cdot \frac{0,0016}{2} = 2,86 \text{ hod}$$

Ak tento čas pripočítame k časom jázd počas týždňa, tak dostaneme výslednú hodnotu času vozíka počas periódy 80 hodín. Ak by sme zopakovali výpočet počtu vozíkov s touto hodnotou, ukazuje sa, že 3 vozíky postačujú ($159,16 / 60 = 2,65$).

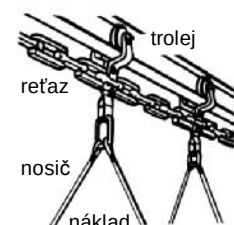
Ďalšou úlohou, ktorú by bolo potrebné riešiť je príprava plánu jázd vozíkov, ktoré budú opakované počas periódy tak, aby sa splnili požiadavky na dopravu. Tento problém je možné riešiť pre stabilný, opakujúci sa, materiálový tok. Je to obdoba plánovania grafikonu dopravy na železnici alebo v mestskej doprave. V skutočnosti sa však materiálový tok dynamicky mení a je problematické vopred pripraviť rozpis jázd. V takomto prípade je potrebné dôkladne prepracovať systém dispečerských pravidiel pre riadenie dopravy.

Existuje množstvo ďalších metód pre projektovanie dopravy, ktoré však presahujú rozsah tejto učebnice. Väčšina z nich, je podobne ako uvedený príklad, pomerne zložitá, práca pri väčšom množstve údajov ale hlavne nepresná. Aj v uvedenom príklade, podobne ako sme to kritizovali pri kapacitných výpočtoch, ignorujeme náhodné vplyvy a všetko počítame s priemernými hodnotami.

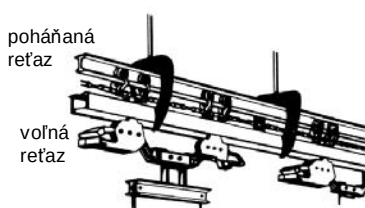
Zatiaľ existuje jediná spoľahlivá metóda, ktorá dokáže, ešte predtým ako bol systém postavený, veľmi presne vyhodnotiť kapacity, výrobnú dispozíciu, činnosť dopravného a skladovacieho systému, informačný tok i systém riadenia súčasne. Je to počítačová simulácia, ktorej sa stručne venujeme v časti 5.6. Moderné simulačné systémy majú obvyčajne vybudované knižnice, podobne ako stavebnica Lego, ktoré umožňujú modelovať činnosť rôznorodých typov dopravných, skladovacích a manipulačných prostriedkov a rôzne riadiace stratégie.

Dopravné prostriedky vo výrobe sa obvyčajne rozdeľujú podľa nasledovných kritérií:

- I Pevné alebo pružné prepojenie pracovísk.
- I Spojité (napr. reťazou ťahané vozíky, poháňané dopravníky) a nespojité (napr. power and free podvesné systémy, pásové dopravníky, elektrické podvesné trate, koľajové vozíky, automaticky vedené vozíky, portálové žeriavy a pod.).
- I Hlavné (napr. vozíky) a pomocné (euro palety – 1200 x 800, špeciálne montážne palety – 600 x 400, 800 x 600, modulárne systémové palety a i.).



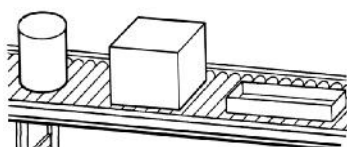
podvesná doprava



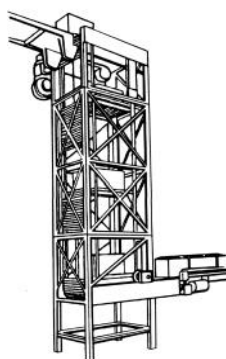
systém power and free



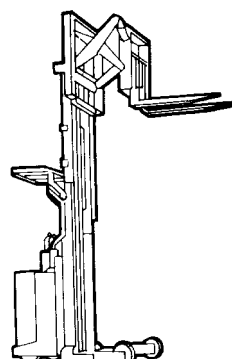
poháňaný valčekový dopravník



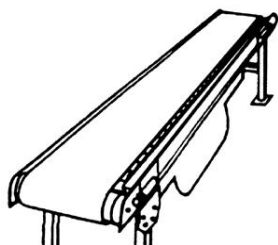
gravitačný dopravník



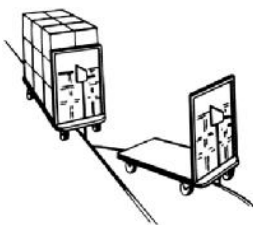
zvislý dopravník



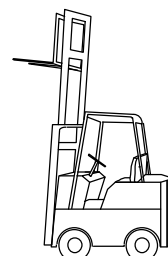
stohovací vozík



pásový dopravník



**podlahový dopravník
s ťahanými vozíkmi**

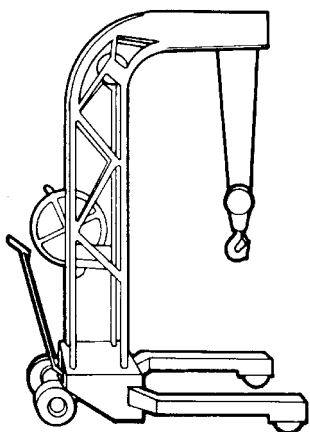


vysokozdvíhový vozík

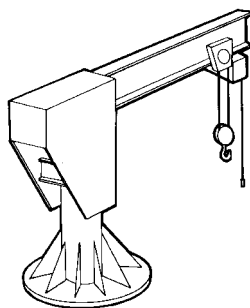
Obr. 5.51. Dopravné zariadenia používané v súčasných výrobných systémoch

Najvýznamnejšie dopravné zariadenia, ktoré sa používajú v súčasných výrobných systémoch sú:

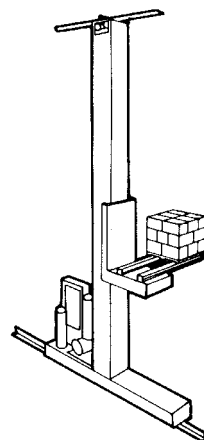
- ! Poháňané valčekové trate.
- ! Koľajové vozíky.
- ! Automaticky vedené vozíky (niekedy označované ako AGV - Automated Guided Vehicles, FTS - Fahrerlose Transportsysteme, IVV - indukčne vedené vozíky, MRS - mobilné robotické systémy).
- ! Závesné dopravné trate.
- ! Regálové zakladače.
- ! Mobilné roboty.
- ! Žeriavy.



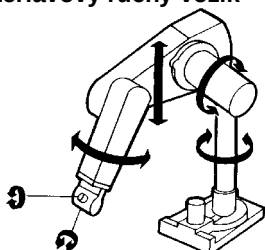
žeriavový ručný vozík



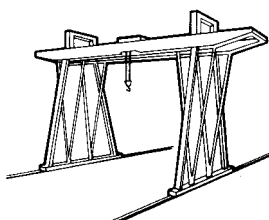
otočný stĺpový žeriav



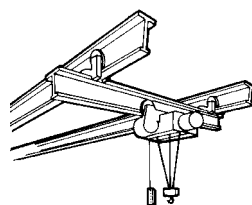
koľajový zakladač



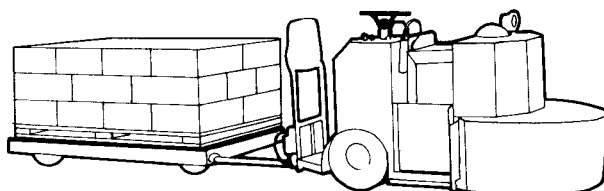
priemyselný robot



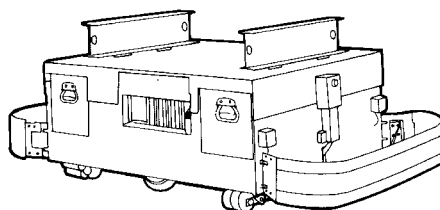
portálový koľajový žeriav



podvesný žeriav



ťahač



automaticky vedený vozík

Obr. 5.52. Niektoré dopravné a manipulačné zariadenia vo výrobe

Niektoré z týchto zariadení sú zobrazené na obr. 5.51 a 5.52. Obrázok 5.53 obsahuje prehľad niektorých kritérií pre výber zo základných skupín dopravných zariadení.

Z manipulačných prostriedkov sa vo výrobe najviac využívajú:

- I Automaty a zakladače.
- I Roboty.
- I Portálové manipulátory (lineárne, plošné).

	Typ dopravného systému							
	1	2	3	4	5	6	7	8
hospodárna dĺžka dráhy (m)	> 200	> 100	> 50	< 50	> 100	< 50	> 100	< 20
možnosti ručného posunu	J	J	K	K	L	J	J	L
rýchlosť (m/s)	0,3	0,4	0,6	0,6	3,0	2,0	1,0	2,0
premenlivá rýchlosť	K	K	K	K	J	J	J	J
teplotný rozsah (°C)	-10/ +100	-30/ +200	-20/ +100	-20/ +50	-10/ +50	-20/ +100	-10/ +50	-10/ +50
spotreba energie	L	L	L	K	J	J	J	J
využitie priestoru	L	J	L	L	J	L	L	J
využitie plochy	K	J	L	K	J	J	J	J
integrovateľnosť s presunom osôb	J	L	J	J	L	L	J	K
rozširovateľnosť	K	L	J	J	L	L	J	L
možnosti zmeny dráhy	K	K	K	K	K	K	J	L
prispôsobenie sa na rôzne prepravné množstvá	J	J	J	J	J	K	J	L
hlučnosť	K	L	J	J	J	J	J	J
možnosť funkcie zásobníka	J	J	J	J	J	L	J	J
1 - vozíky ťahané reťazou 2 - power / free 3 - poháňané valčekové trate 4 - pásové dopravníky 5 - závesné trate 6 - koľajové vozíky 7 - automaticky vedené vozíky 8 - portálové žeriavy						vhodnosť: J - veľmi dobrá K - priemerná L - zlá		

Obr. 5.53. Niektoré kritériá pre výber dopravného systému

V tejto súvislosti je potrebné poznamenať, že roboty sú vo väčšine prípadov príliš drahé zariadenia na jednoduché manipulačné úkony a ich použitie má zmysel iba pri náročnejších činnostiach pri dôkladnej analýze ekonomických prínosov, alebo v prevádzkach, v ktorých je ohrozená bezpečnosť a zdravie pracovníkov.

I pre väčšinu japonských firiem, ktoré sú niekedy hodnotené ako vzory "robotizácie", je charakteristické uprednostňovanie lacnejších a rýchlejších jednoduchých automatov pred drahými robotmi.

Hlavné kritériá pre automatizáciu dopravy vo výrobných systémoch sú:

1. Viac ako 5 % prepravovaných položiek za deň sa prepraví na nesprávne miesto, alebo mešká.
2. V systéme je minimálne 10 prekladacích staníc.
3. Celkový obrat na prekladacích staniciach je väčší ako 35 objektov za hodinu.
4. Automatizáciou je možné ušetriť minimálne tri vysokozdvížne vozíky na dve smeny
5. V systéme je minimálne 100 metrov valčekových tratí alebo power and free.
6. Systém riadenia vyžaduje on - line hlásenia z dopravného systému.
7. V okolí strojov prekáža nahromadený materiál, ktorý je potrebné neustále upratovať.
8. Prepravované objekty sú citlivé na náraz a vyžadujú precíznu manipuláciu.
9. Materiálový tok je možné napojiť na regálový sklad alebo nadradené riadenie výroby.

Niektoré kritériá pre automatickú manipuláciu sú:

- I Rozmery súčiastok 20 - 500 mm.
- I Počet tvarovo rozličných súčiastok je menší ako 10.
- I Tvarová stabilita súčiastky (odolnosť proti deformáciám).
- I Počet manipulačných úkonov na súčiastke je medzi 1 - 4.
- I Požadovaná presnosť je do 0,5 mm.
- I Požiadavka na pretypovanie je menej ako 1-krát za hodinu.
- I Smennosť je vyššia ako 2.

Najdôležitejšie parametre potrebné pre výber jednotlivých dopravných zariadení sú uvedené na obr. 5.54. Niektoré skladovacie systémy a principiálne riešenia skladov vo výrobe sú zobrazené na obr. 5.55 a 5.56.

Všeobecný postup projektovania skladov je:

1. Príprava základných údajov pre projektovanie skladov

- I Skladované položky - tvar, rozmery, hmotnosť, množstvo, frekvencia, ceny.
- I Zásoby - ABC analýza zásob, obrátkovosť zásob, poistné zásoby, vyrovnávacie zásoby a pod.
- I Existujúce plochy, skladovacie, manipulačné a dopravné zariadenia, väzby skladov s výrobnými činnosťami.

2. Definovanie a rozdelenie skladovacích činností

- I Príjem do skladu - časy, množstvá.
- I Vychystávanie materiálu - frekvencia, počty položiek.
- I Skladovanie polotovarov, komponentov, medzisklady, sklady vyrobených komponentov, sklady pomocného materiálu, vyrovnávacie zásobníky.

Spojité dopravné zariadenia Cena Rozmery Hmotnosť objektu Rozmery prepravovaného objektu	Typ Výrobca Výkon - kg/m Spôsob nakladania a vykladania Maximálna rýchlosť Funkcia zásobníka (áno/nie)
Žeriavy Nosnosť Výška zdvihu Rýchlosť m/min	Výrobca Typ Dosah Spôsob upínania Rýchlosť zdvihu m/min
Vozíky Nosnosť Výška zdvihu Rýchlosť m/min (naložený, prázdny, zatáčka, stúpanie) Rozmery Hmotnosť Polomer otáčania	Výrobca Typ Pohon Polohovanie Riadenie (prenos údajov - opticky, indukčne, hľadanie cieľov, výber dopravných úloh...) Dráha Prekladacie miesta
Palety Nosnosť Rozmery Hmotnosť	Výrobca Typ Polohovanie Kódovanie Stohovanie
Manipulačné zariadenia Manipulačný priestor Nosnosť Chápadlá Čas na pretypovanie	Výrobca Typ Pohon Kinematika/osi Rýchlosti osí Presnosť polohovania Riadenie

Obr. 5.54. Základné parametre potrebné pre výber dopravných a manipulačných zariadení

3. Výber skladovacieho systému

- I Typy paliet, typy skladovacích systémov, parametre systémov, špeciálne požiadavky.

4. Dimenzovanie a definovanie štruktúry skladov

- I Štruktúra a výška zásob.
- I Statické a dynamické dimenzovanie prvkov skladu.
- I Plochy a usporiadanie skladov.

5. Príjem materiálu a vychystávanie (vstupy, výstupy)

- I Frekvencie vstupov a výstupov.
- I Dimenzovanie zariadení pre príjem a výdaj materiálu.

6. Organizácia a riadenie skladov

- I Spôsob triedenia zásob, príjmu a vydávania materiálu, prístup ku skladovaným položkám.
- I Riadenie skladu.
- I Evidencia skladovaných položiek.

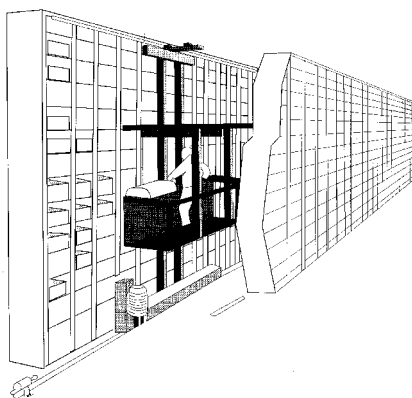
Pri projektovaní skladov treba rozlišovať projektovanie veľkých skladov (napr. vstupný sklad materiálu, sklad komponentov na montáž, distribučný sklad), ktoré je obyčajne samostatným projektom a projektovanie vyrovnávacích medziskladov alebo zásobníkov vo výrobe, ktoré je súčasťou projektu výrobného systému.

Aj keď sa v posledných rokoch veľmi veľa popísalo o negatívach spojených s vysokými zásobami a už sa neprojektujú také skladovacie monštrá ako v minulosti, výroba bez skladov a zásob v duchu Just in Time nie je vždy možná. Takéto výrobné stratégie dnes síce napríklad uplatňujú niektoré veľké automobilky (napr. Volkswagen), ktoré si môžu dovoliť „pritlačiť“ svojich dodávateľov k dodávkam „Just in Time“, ale mnohé podniky sa bez skladov nezaobídu.

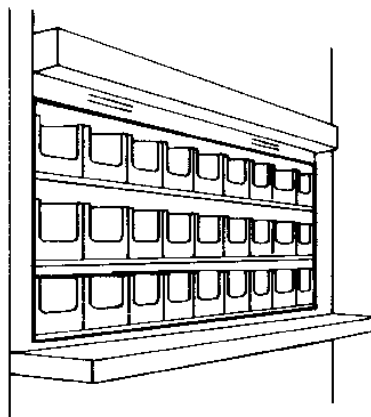
VW Bratislava je napríklad plynulo zásobovaný z Nemecka tromi vlakovými súpravami, z ktorých sa jedna nakladá v Nemecku, druhá sa vykladá v Bratislave a tretia je na ceste. Položky sa objednávajú priamo podľa plánu z Bratislavy s predstihom jedného dňa. Do výrobných hál na výrobu modelu Škoda Octavia priváža denne 100 kamiónov a 7 železničných vozňov 600 ton materiálu – 4000 súčiastok. Dodávatelia sú z Nemecka, Belgicka, Česka, Slovenska, Rakúska, Poľska, Maďarska, Španielska, Portugalska, Talianska, Francúzska, Veľkej Británie a Japonska. Z tejto výrobných hál denne odchádza vyše 500 automobilov Škoda Octavia, ktoré je možné vyrábať v 4 miliónoch rozličných variantov. Jedna minúta prestoja montážnej linky stojí 200 DM, výrobný takt je 2,7 minúty.

Hlavne vo výrobe je dobré snažiť sa eliminovať sklady. Najlepšia zásoba je materiál, pohybujúci sa na dopravnom systéme, ktorý nemusí byť nikde ukladaný, zaskladňovaný alebo vyskladňovaný. Podmienkou takéhoto riešenia je vyváženie kapacít vo výrobe a vytvorenie plynulých materiálových tokov.

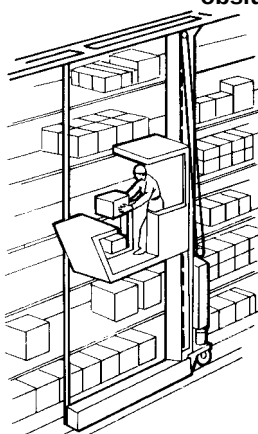
Pri jednom projekte pre podnik na severe Nemecka sme v simulačnom modeli zaviedli vyťažovacie riadenie na reguláciu vstupov materiálu do výroby. Princíp je podobný ako v samoobslužke - podľa dĺžky radu čakajúcich ľudí pri pokladni sa vpúšťajú ďalší zákazníci tak, aby sa rad nezvyšoval. Tento jednoduchý princíp umožňuje držať pod kontrolou zásoby v systéme a zároveň dosahovať krátke priebežné doby výroby. Použitie tohto riadenia v našom projekte viedlo k tomu, že vo firme nebolo potrebné budovať drahý regálový medzisklad podľa pôvodného zámeru, ale menší jednoduchý kontajnerový sklad.



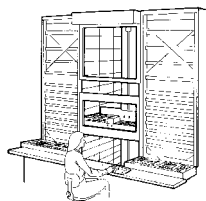
regálový sklad s ľahkým zakladačom a obsluhou



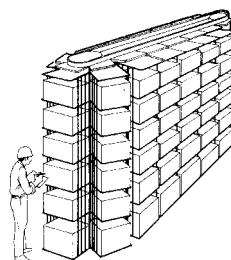
vertikálny karuselový sklad



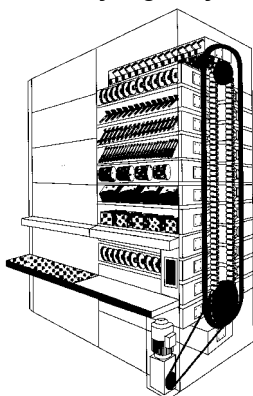
ručný regálový zakladač



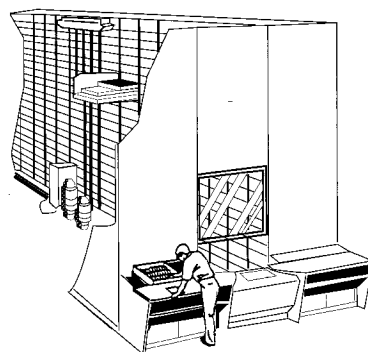
pracovisko vychystávania materiálu a skladovania



horizontálny karuselový sklad



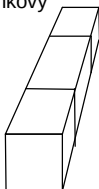
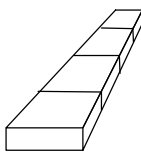
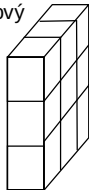
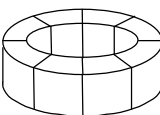
„paternoster“ regál – systém Kordex



automatický regálový systém - Schindler Digitron

Obr. 5.55. Niektoré typy skladovacích systémov

Pri projektovaní skladov je potrebné vychádzať z veľkosti paliet a z plánovaných zásob na sklade. Problematické je dimenzovanie zásobníkov vo výrobe, ktoré majú vyrovnávať výkyvy vo vyťažení kapacít a výpadky zariadení. Je pritom dôležité skúmať nielen priemernú výšku zásob, ale i ich maximálne hodnoty. Dôležitá je výška zásob, ale aj dĺžka časového zdržania v zásobníku. Ideálnym prostriedkom pre podobné druhy analýz je simulácia výrobného systému.

typ skladu alebo zásobníka	linkový 	plošný 	regálový 	okružný 
príklad	sklzy, valčekové trate, žľaby ...	pásový dopravník, plošné zásobníky	regálový sklad, výtahové sklady, paternoster	ťaháče, závesné trate, reťazové zásobníky, blúdacie palety, otáčacie sklzy...
prístup	sekvenčný	voľný	voľný	voľný
hustota skladovania	vysoká	stredná	nízka	nízka
pružnosť s ohľadom na výrobok	nízka	stredná	vysoká	vysoká
investičná náročnosť	nízka	stredná	vysoká	vysoká

Obr. 5.56. Typické riešenia skladovacích systémov vo výrobe

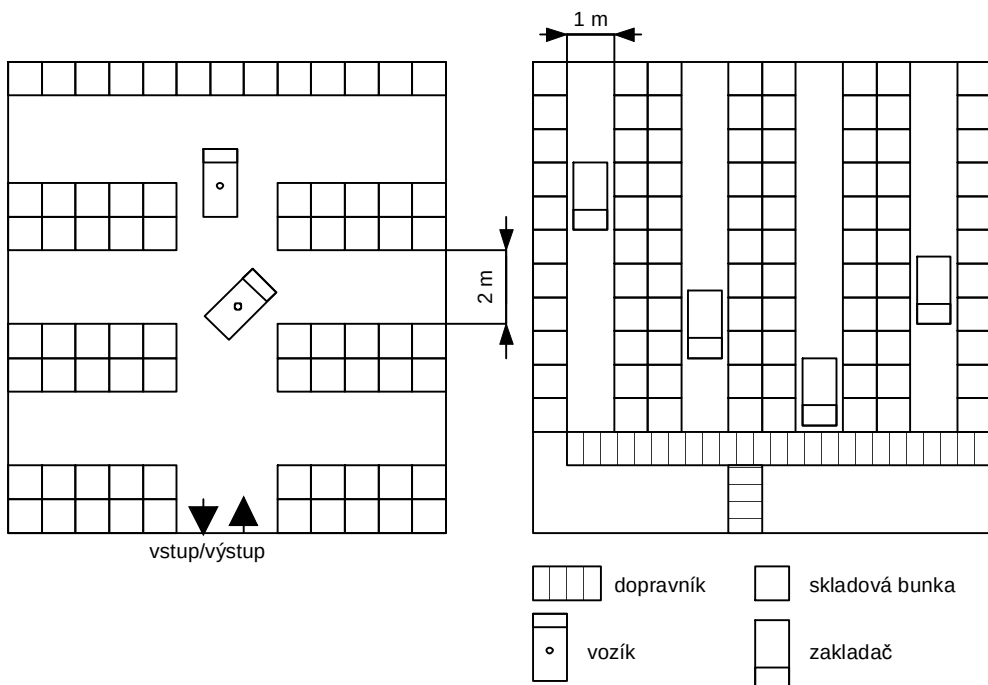


Obr. 5.56. Riešenia skladovacích systémov

Niektoré parametre uvedených skladovacích systémov sú uvedené na obr. 5.57. Rozmery uličiek sa pri rozličných zariadeniach v sklade pohybujú od 0,8 - 1 metra (ručná manipulácia v sklade s regálmi), 0,9 - 1,2 m (ručné vozíky), 1,4 - 1,6 m (automatický zakladač), až po 1,8 - 3,5 m (zakladače na koľajniciach s ručnou obsluhou, vysokozdvížené vozíky).

Konštrukcia	Typ skladu	Manipulácia	Skladovaná položka	Veľkosť sklad. bunky		nosnosť (kg/ miesto)	počet manip. /hod.
				plocha m ²	objem (litre)		
	ručný regál	ručná, príp. vozíky	malé súčiastky, krabičky	0,1-0,5	50-250	100	-
ľahká do 12 kg/ks	posuvný regál s ručnou obsluhou	vozíky	malé súčiastky, krabičky	0,1-0,5	50-250	100	-
	ľahký paternoster	ručne do 6 - 15 kg	malé súčiastky, balíky	0,05-0,2	5-50	150-250	-
	stredný regálový sklad - ľahký	ručne riadený zakladač	malé súčiastky, balíky	0,1-0,5	50-250	250	60-120
	stredný regálový sklad - ľahký	automatický zakladač	zásobníky	0,2-0,3	0,1-0,3 m ³	250	-
	voľný, plošný sklad	zakladací vozík	zásobníky, palety	0,5-1,5	0,5-2 m ³	600	30-40
stredná 600 – 800 kg	poháňaný posuvný sklad	vozík so zakladačom	zásobníky, palety	0,5-1,5	0,5-2 m ³	600	15-20
	stredný regálový sklad ručne riadený	vozík so zakladačom	zásobníky, balíky	0,5-1	0,25-1,5 m ³	600	15-20
	stredný regálový sklad	ručne riadený zakladač	palety	0,5-1,5	0,5-2 m ³	1200	30-34
ťažká do 1 - 2 tony	stredný regálový sklad	automaticky riadený zakladač	palety	0,5-1	0,5-1,5 m ³	1200	32-36
	vysoký regálový sklad - 20 m	ručne riadený zakladač	palety	0,5-1,5	0,5-1,5 m ³	1200	30-34
	vysoký regálový sklad - 30 m	automaticky riadený zakladač	palety	1	0,5-1,5 m ³	1200	32-36

Obr. 5.57. Skladovacie systémy a ich parametre



Obr. 5.58. Klasický sklad (vľavo) a regálový sklad s automatickými zakladačmi

Na záver tejto časti si uvedieme jednoduchý príklad výpočtu skladu.

Príklad: výpočet regálového skladu

Na obr. 5.59 je zobrazený jednoduchý regálový sklad (dva regály a jedna ulička) s dvadsiatimi bunkami. V regáli sa skladujú štyri druhy výrobkov, ktorých objemy počty presunov sú uvedené na obr. 5.60. Prepravné časy medzi jednotlivými bunkami sú uvedené na obr. 5.60 a zodpovedajú proporcionálne vzdialenostiam. Obe strany uličky sú voľne prístupné ale skladník potrebuje stoličku, aby dosiahol do druhého regálu. Tieto úkony sú zohľadnené v prepravných časoch. Bunky na pravej strane sú číslované nepárne a bunky na ľavej strane párne.

Na obr. 5.60 je zobrazený spôsob výpočtu matice prepravných výkonov. Vstupné údaje máme v dvoch maticiach:

1. Matici presunov, ktorá udáva počet presunov medzi vstupmi 1 a 2 a jednotlivými bunkami pre jednotlivé výrobky za danú periódu.
2. Matici časov presunu medzi vstupmi a bunkami.

Z týchto dvoch matíc spočítame maticu prepravných výkonov pre jednotlivé výrobky a bunky nasledovne:

(presuny zo vstupu 1 x čas + presuny zo vstupu 2 x čas) / počet potrebných buniek

Ďalej riešime úlohu tak, že sa snažíme priradiť jednotlivé bunky k výrobkom tak, aby boli medzi nimi minimálne prepravné výkony vyjadrené v matici.

Môžeme postupovať napríklad tak, že v prvom riadku matice vyberieme najnižšie hodnoty – 140, 160 a 180, čo znamená, že

výrobok 1 má priradených **6 buniek - 5, 6, 7, 8, 9, 10**

v ďalšom riadku vyberieme hodnoty 80, 90, 95 a 100 (bunky 1, 2 sme si rezervovali pre výrobok 3, kde je rozdiel medzi prepravnými výkonmi 300 a 400), takže priradenie bude

výrobok 2 – 7 buniek **3, 4, 16, 17, 18, 19, 20**

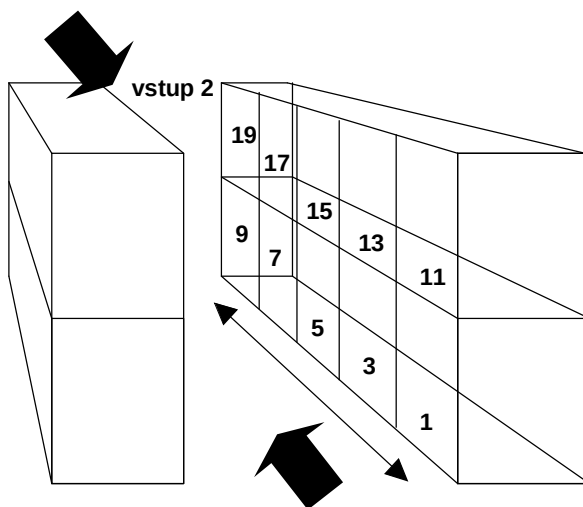
výrobok 3 – 2 bunky **1, 2**

výrobok 4 – 5 buniek **11, 12, 13, 14, 15**

Celkový čas na presuny v sklade je 2454.

Výrobok 1 bude teda uložený v spodnej časti v blízkosti vstupu 2. Výrobok 2 vyžaduje, aby bol v blízkosti vstupu 2, takže bude umiestnený nad výrobkom 1. Výrobok 3 bude umiestnený v blízkosti vstupu 1 a výrobok 4 nad ním.

V literatúre venovanej operačnej analýze je možné nájsť algoritmy i programy pre riešenie takýchto úloh s automatickým hľadaním minimalizácie prepravných výkonov. Takýmito jednoduchými výpočtami je možné zabezpečiť efektívnejšie riadenie skladov a tým i lepšie využitie ich kapacity a možnosť znížiť skladovacie plochy.



Obr. 5.59. Regálový sklad

		počet presunov za periódu	
výrobok	počet potrebných buniek	vstup 1	vstup 2
1	6	120	240
2	7	70	105
3	2	100	100
4	5	20	40

Časy presunov medzi vstupmi a bunkami

vstup	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19*
1	1	2	3	4	5	2	3	4	5	6
2	5	4	3	2	1	6	5	4	3	2

* rovnaké hodnoty platia aj pre protiľahlé bunky s párnym označením

presuny v1 x čas v1 + presuny v2 x čas v2) / počet buniek = $(120 \times 1 + 240 \times 5) / 6$

$(70 \times 2 + 105 \times 4) / 7$

$(100 \times 3 + 100 \times 3) / 2$

bunka											
výrobok	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	počet buniek
1	220	200	180	160	140	280	260	240	220	200	6
2	85	80	75	70	65	110	105	100	95	90	7
3	300	300	300	300	300	400	400	400	400	400	2
4	44	40	36	32	28	52	52	48	44	40	5
kapacita	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20

Obr. 5.60. Dopravná matica

5.4. Projektovanie informačného toku a systému riadenia

„Ked' človek nemá v informáciách poriadok, tak čím ich bude viac, tým väčší zmätok bude vládnuť v jeho myslení“ (H. Spencer)

Podobne ako materiálový tok prepravuje súčiastky medzi pracoviskami, skladuje ich a zabezpečuje manipuláciu s nimi medzi pracoviskami a dopravným systémom, úlohou informačného toku je zabezpečiť spoľahlivý prenos potrebných informácií, v požadovanom čase na požadované miesto. Tak ako nemôžu v ľudskom organizme pracovať svaly a cievny systém bez výmeny potrebných informácií s mozgom, nemôže správne fungovať ani výrobný systém s nevhodne navrhnutým informačným tokom a systémom riadenia. Význam informačného toku vo výrobných systémoch a jeho projektovania v posledných rokoch značne stúpol. Súvisí to najmä s nasledovnými vývojovými trendmi:

- I Automatizácia a integrácia výrobných systémov.
- I Výrobné stratégie Just in Time, synchronizácia činností medzi jednotlivými oddeleniami v podniku i medzi dodávateľmi.
- I Zvýšené nároky na evidenciu informácií o výrobku a výrobnom procese súvisiace s kvalitou, servisom, recykláciou výrobkov, odpadmi a pod.
- I Decentralizácia mnohých rozhodovacích činností z centralizovaných systémov riadenia priamo do výrobných dielní.

Projektovanie informačného toku a systému riadenia dnes tvorí podstatnú zložku v projektovaní výrobných systémov, ktorú nie je možné oddeľovať od projektovania kapacít alebo materiálového toku. Tak ako musíme analyzovať tok materiálu vo výrobe a navrhovať prostriedky pre prepravu a skladovanie súčiastok, musíme analyzovať i tok informácií vo výrobnom procese a navrhnuť spôsob ich prenosu a spracovania. Od spôsobu riadenia výroby potom do značnej miery závisia i kapacity jednotlivých pracovísk, prvkov dopravného systému, veľkosti skladov, zásobníkov a ďalšie časti výrobného systému.

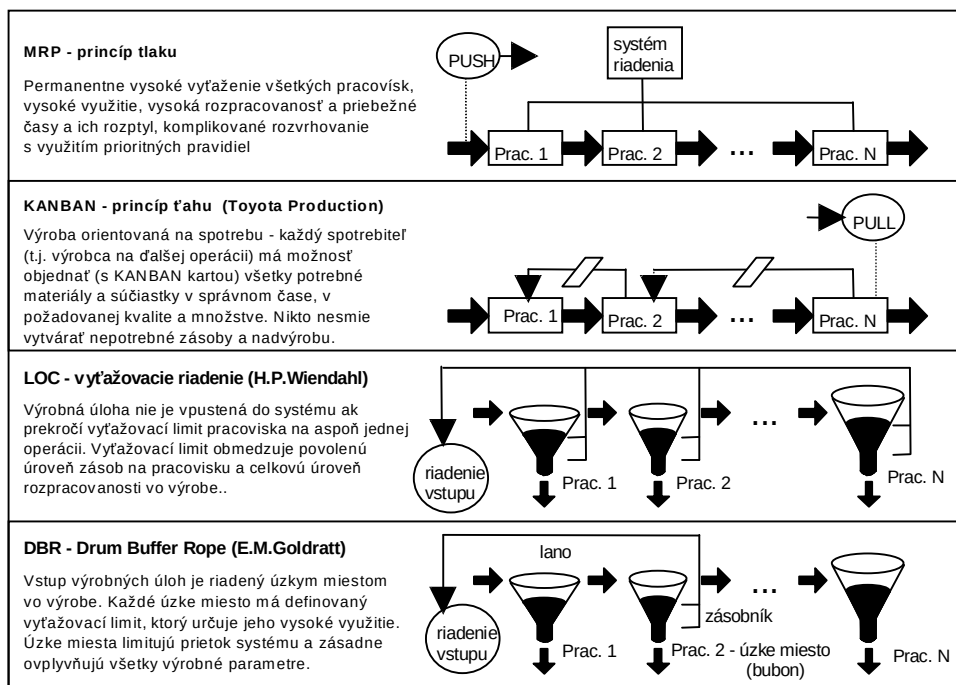
Prístup, pri ktorom sa spracovávajú samostatné projekty technológie, dopravy a manipulácie s materiálom a systému riadenia bez dostatočného vzájomného previazania, nie je správny a spôsobuje obyčajne veľké problémy v prevádzke výrobného systému.

Pri projektovaní informačného toku existuje podobná zásada ako pri projektovaní pracovísk a materiálového toku - projekt musí byť tým detailnejší, čím je vyššia úroveň automatizácie v systéme. Pri klasickom výrobnom systéme, bez počítačovej podpory riadenia je potrebné navrhnuť hlavne tok informácií a základnej výrobnej dokumentácie. Pri počítačom riadenom výrobnom systéme je nutné riešiť i ďalšie problémy - napr. spôsob zberu a prenosu údajov, vzájomné prepojenia medzi technickými a programovými prostriedkami.

Hlavné úlohy, ktoré musí riešiť projektant vo fáze projektovania informačného toku vo výrobnom systéme sú:

1. **Definovanie informačných tokov medzi jednotlivými prvkami** vo výrobnom systéme a medzi výrobným systémom a jeho okolím. Definovanie vlastností jednotlivých informačných väzieb - informačný obsah, frekvencia a spôsob prenosu.

2. **Definovanie jednotlivých funkcií systému riadenia** - príprava výrobných dokumentácie, výrobné rozvrhovanie, sledovanie rozpracovanej výroby a pod.
3. **Výber vhodného systému riadenia.** Táto úloha sa často redukuje na problém výberu niektorého z dostupných programových systémov. Ešte predtým, ako sa podnik rozhodne zakúpiť konkrétny programový systém, je potrebné vyriešiť otázku princípov riadenia, ktoré budú použité (MRP, vyťažovacie riadenie, Kanban, OPT, DBR a i. - obr.5.61.). Tieto princípy a ich modifikácie boli už podrobne popísané a nebudeme sa s nimi v tejto knihe podrobnejšie zaoberať. Výber princípov riadenia závisí hlavne na organizácii výroby (centralizácia/decentralizácia, linka, bunky), opakovateľnosti výroby a na ďalších faktoroch. Napríklad pri projektovaní informačného toku na montážnej linke automobilov je potrebné venovať veľký dôraz prepojeniu s dodávateľmi a vzájomnej synchronizácii v objednávaní a dodávkach komponentov. V opakovanej výrobe s jasne definovanými procesmi, ako je napríklad výroba pneumatík, môže byť vhodné vypracovať rôzne modifikácie Kanban okruhov. Vo výrobe špeciálnych obrábacích strojov na zákazku, kde je potrebné riadiť zložitý tok stoviek komponentov bude potrebné implementovať napríklad rozvrhovací dispečerský systém.



Obr. 5.61. Najvýznamnejšie princípy dielenského riadenia výroby

V centralizovanom riadení výroby riadi centrálny dispečing celú výrobu. Takéto riadenie sa obvyčajne vyznačuje veľkou zložitou, častými chybami a ťažkopádnosťou. Zároveň sa nedostatočne využívajú schopnosti ľudí priamo vo výrobe.

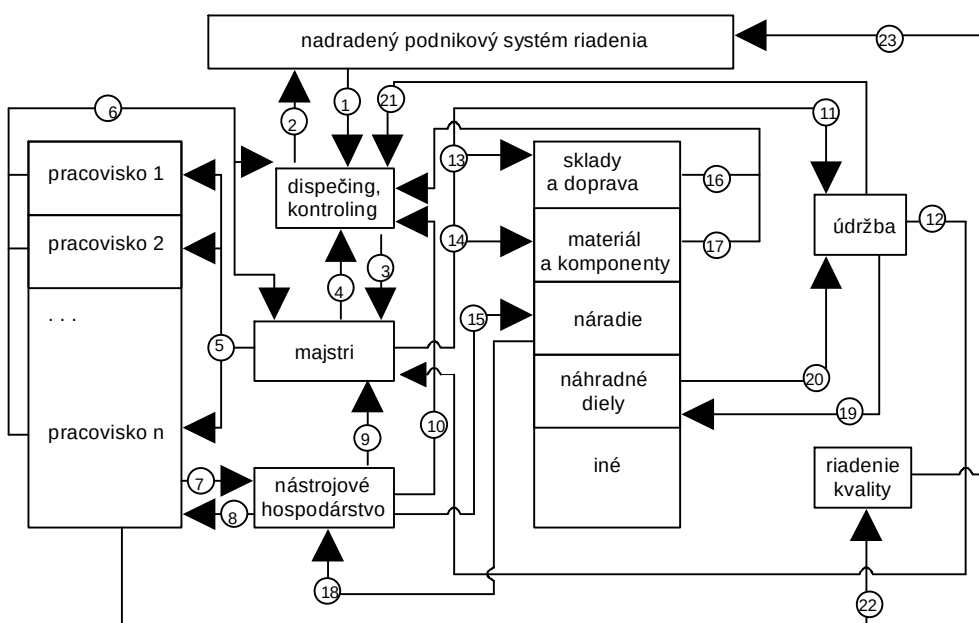
V decentralizovanom riadení výroby sa centrálny dispečing zaoberá iba hrubým plánovaním a rozdeľovaním výrobných úloh na jednotlivé výrobné bunky. Detailné riadenie potom

prebieha priamo v bunke, čím sa zvyšuje prehľadnosť celého systému, ale i jeho pružnosť a kvalita.

Detailné riešenie informačného toku a systému riadenia výroby (programové riešenie, technické prostriedky) je úlohou pre špecialistov z oblasti informatiky, avšak čím lepšie je pripravený projekt informačného toku a požiadaviek na systém riadenia, tým kvalitnejšie bude výsledné riešenie.

Informačný tok vo výrobnom systéme

Neexistuje žiadna šablóna, podľa, ktorej by mal byť navrhnutý informačný tok vo výrobnom systéme. Typická ukážka hlavných zložiek informačného toku vo výrobnom systéme je na obr. 5.62.



Obr. 5.62. Informačný tok vo výrobnom systéme

Naznačený informačný tok sa môže líšiť v konkrétnych prípadoch najmä v závislosti od stupňa centralizácie (väčšina informácií prechádza cez dispečing) i od organizácie práce v dielni a v jej okolí.

Význam jednotlivých šípiek v zobrazenom informačnom toku je vysvetlený na obr. 5.63.

Pre podrobnejší popis informačných väzieb je možné použiť formulár, ktorý sme uvádzali pri analýzach informačných tokov - obr.3.33 v tretej časti knihy (pozri obr. 5.64).

Väzba - číslo	Význam	Obsah
1	výrobné objednávky	číslo, výrobok, termín, množstvo, modifikácie, stredisko...
2	výrobné hlásenia do nadradeného systému	číslo objednávky, termín ukončenia, náklady, množstvo...
3	výrobné plány	objednávka, zodpovedný majster, termín, množstvo, špecifické požiadavky...
4	výrobné hlásenia - majstri - dispečing	objednávka, množstvo, termín, spotrebovaný materiál, odvedené výkony...
5	pridelenie práce	objednávka, meno pracovníka, práca - operácie, termín, množstvo, materiál, stroj, špecifické požiadavky...
6	hlásenia z pracovísk	objednávka, operácia, termín, množstvo, počet nepodarkov, pracovník, odpracované hodiny, spotrebovaný materiál, náradie...
7	žiadanka na náradie	označenie náradia, pracovisko, pracovník, termín...
8	výdajky - náradie	označenie náradia, pracovisko, pracovník, termín...
9	hlásenie o spotrebe náradia majstrovi	náradie, počet kusov, termín, dôvod vydania, cena...
10	hlásenie o spotrebe náradia - dispečing	náradie, počet kusov, celkové náklady, odpracované hodiny...
11	žiadanka na opravu	stroj, pracovník, typ poruchy, termín...
12	hlásenie o oprave majstrovi	typ opravy, stroj, odpracované hodiny, náklady, spotrebované diely, príčina poruchy, termín...
13	požiadavka na dopravu	číslo zákazky, termín, majster, cieľové stredisko...
14	žiadanka na materiál	číslo zákazky, číslo materiálu, množstvo materiálu...
15	žiadanka na výdaj náradia z centrálneho skladu	číslo náradia, množstvo, termín...
16	hlásenie o skladoch a doprave pre dispečing	vydaný materiál, prijatý materiál, materiál na sklade, stav dopravných zariadení...
17	hlásenie o spotrebe materiálu pre dispečing	číslo materiálu, spotrebované množstvo, cena, objednávky, strediská...
18	hlásenie o vydanom náradí z centrálneho skladu	náradie, množstvo, termín, prevzal...
19	žiadanka na náhradné diely	typ náhradného dielu, stroj, príčina, pracovník, termín, množstvo...
20	výdajka náhradných dielov	typ náhradného dielu, stroj, prevzal, množstvo, termín...
21	hlásenie o opravách pre dispečing	typ opravy, odpracované hodiny, stredisko, náklady, spotrebovaný materiál
22	informácie o kvalite z výroby	stroj, meraný rozmer, odchýlky, nepodarky, typ nekvality, príčina...
23	informácie o kvalite pre nadradený systém riadenia	počty nepodarkov, komponenty, stroje, príčiny, náklady...

Obr. 5.63. Informačné väzby vo výrobnom systéme

 Inštitút Priemyslového Inžinierstva Žilina		informačný tok informačná väzba č.:1 označenie: výrobná objednávka		spracoval: I.Lexa dátum: 1.4.1996	
		od:	do:		
údaj č.	obsah	formát	zadávanie	prenos	čas prenosu
1	číslo zákazky	T12	T	P	začiatok smeny
2	výrobok	T30	T	P	začiatok smeny
3	číslo modifikácie	T3	T	P	začiatok smeny
4	číslo výrobnej dokumentácie	Č10	T	P	začiatok smeny
5	množstvo	Č5	T	P	začiatok smeny
6	termín	D-H	T	P	začiatok smeny
7	zodpovedný dispečer	T20	T	P	začiatok smeny
8	výrobné stredisko	T5	T	P	začiatok smeny
...					
použité symboly					
	napr. - číslo zákazky - číslo operácie - počet kusov - číslo stroja a pod.	napr. Č - číslo T - text V - výber položky z menu K - kód H - čas D - deň S - Sk	napr. R - ručne T - terminál TI - tlačidlo Te- telefón - iné	napr. K - kartička P - počítačový prenos Č - čiarkový kód S - svetelný signál Te- telefón - iné	napr. U - pri výskyte udalosti ZS- začiatok smeny KZ- koniec smeny - a pod.

Obr. 5.64. Príklad spracovania informačnej väzby

V automatizovaných výrobných systémoch je potrebné prepracovať informačný tok detailnejšie s ohľadom na štruktúru automatizovaného systému riadenia.

Systém DNC (Distributed Numerical Control) zabezpečuje vo výrobnom systéme predovšetkým nasledovné úlohy:

- I Správa a distribúcia riadiacich programov (programy pre stroj, dopravu, manipuláciu, nástroje a meranie, preberanie programov z CAD, archivácia programov).
- I Monitorovanie stavu stroja (stroj, nástroj, obrobok).
- I Koordinácia riadiacich informácií medzi viacerými CNC strojmi.

CNC riadenie (Computerized Numerical Control) zabezpečuje hlavne nasledovné skupiny úloh:

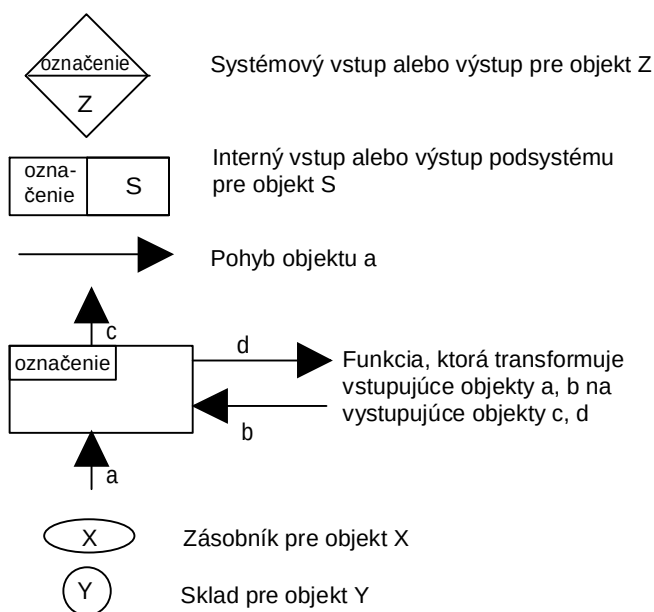
- I Načítanie, ukladanie a spúšťanie viacerých riadiacich programov, podprogramov, cyklov, technologických tabuliek.
- I Komunikácia s DNC.
- I Riadenie stroja (obrábanie, výmena nástrojov a súčiastok, korektúry).
- I Zber údajov z procesu (meranie).
- I Testovanie programov.

Takéto rozdelenie je prvým krokom k tomu, aby bolo možné prejsť k navrhovaniu informačného toku, kde je nutné popísať:

- I Miesto kde vzniká daná informácia.
- I Štruktúru informácie (položky a ich štruktúra).
- I Väzby na ostatné prvky informačného systému.
- I Spôsob aktualizácie danej informácie.
- I Frekvenciu prenosu informácie (časové intervaly).
- I Veľkosť informácie s ohľadom na počítačový prenos.

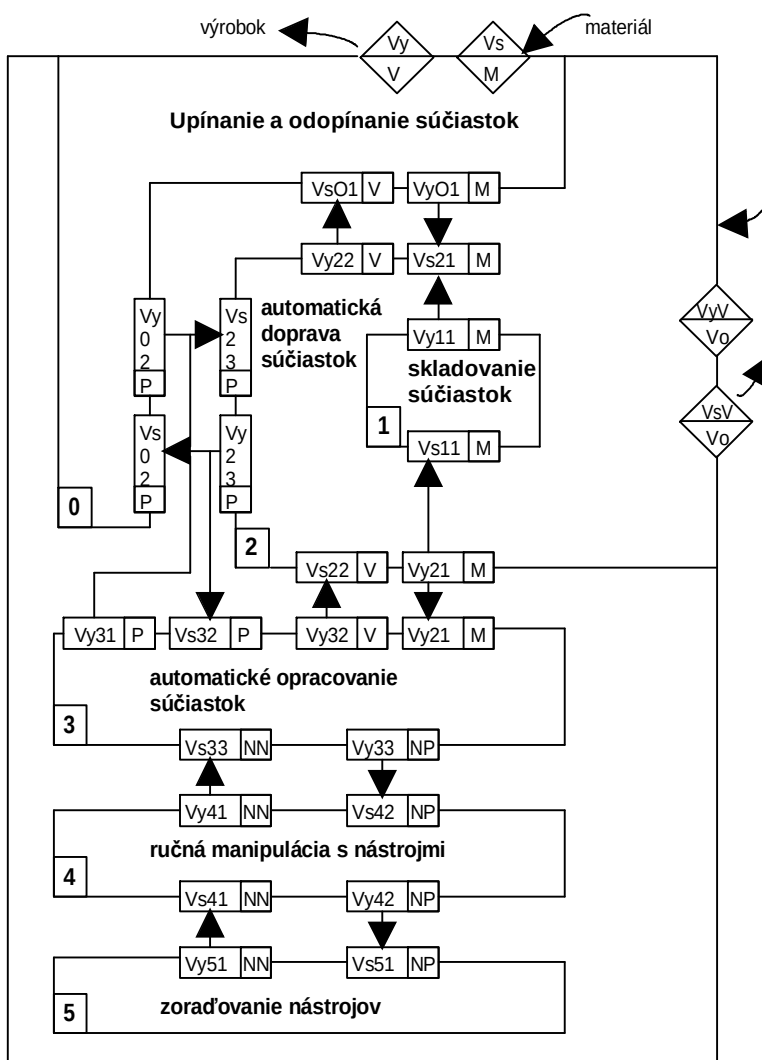
Detailný popis informačných väzieb s pomocou klasických šípiek (obr. 5.62) je vhodný iba pre hrubé znázornenie informačného toku. Pri projektovaní informačného toku v automatizovanom výrobnom systéme, kde je potrebné zachytiť zložitejšie informačné i funkčné väzby sa používajú rozličné prístupy - napr.:

- I Funkčné schémy (obr.5.65, 5.66).
- I ARIS (obr.5.69, 5.70).
- I IDEF₀ (obr.5.71).
- I Ďalšie (CIM-OSA, CAM-I, ICAM, CALP, IMPACS) .



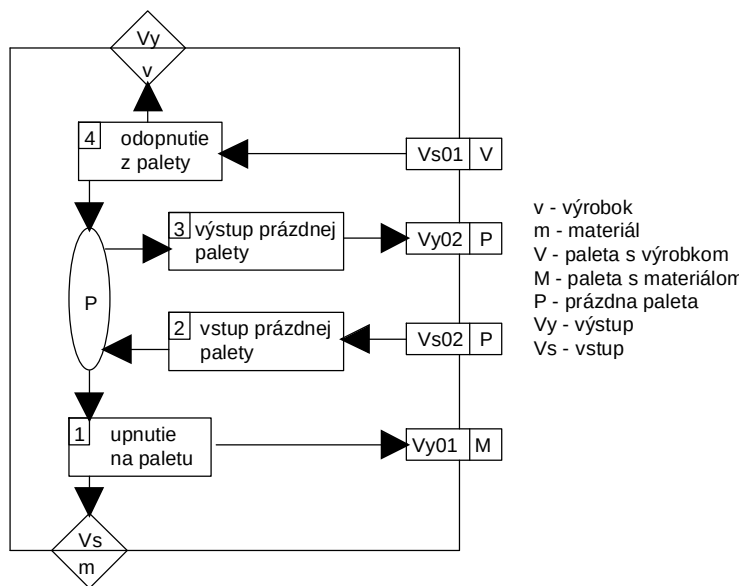
Obr. 5.65. Symboly pre zostavenie funkčnej schémy výrobného systému

S pomocou uvedených symbolov je potom možné zostaviť funkčnú schému výrobného systému tak, ako je to zobrazené na obr. 5.66. Funkčná schéma umožňuje rozdeliť výrobný systém na jednotlivé podsystémy (funkčné bloky) a definovať pohyb objektov a väzby medzi nimi. Pre jednotlivé podsystémy je potom možné definovať podrobnú štruktúru a informačný tok.



Obr. 5.66. Funkčná schéma výrobného systému

Ak si napríklad zoberieme blok "upínanie a odopínanie súčiastok", tak jeho funkčná schéma je znázornená na obr. 5.67. Pre jednotlivé funkčné bloky z tejto schémy (F01 - F04) je potom možné definovať informačný tok, tak ako je to zobrazené na obr. 5.68.



Obr. 5.67. Funkčná schéma podsystemu upínanie a odopínanie súčiastok

F01 - upínanie na paletu

Informácia	Príkaz cez terminál	Potvrdenie terminálom	Tlač formulára
Funkčný kód číslo príkazu	F01 ●	F01 ●	
číslo zákazky počet kusov výr.postup	● ●		● ● ●
číslo stroja číslo palety		● ●	

...

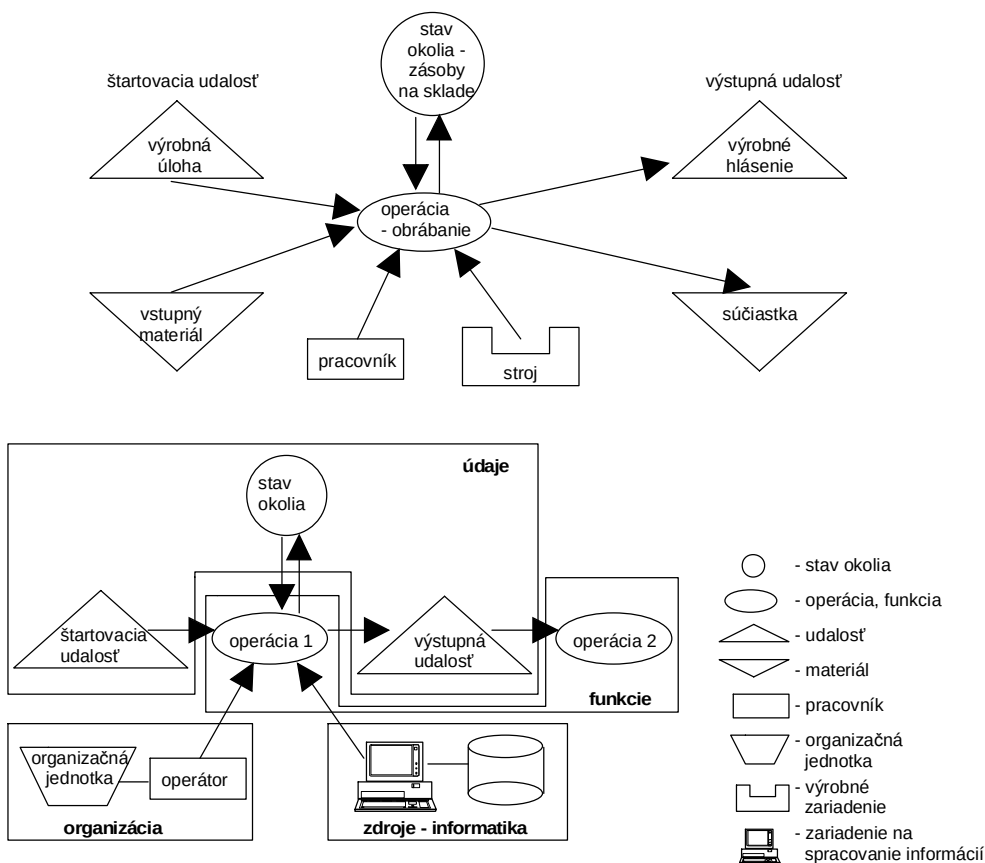
F04 - odopnutie súčiastky z palety

Informácia	Príkaz cez terminál	Potvrdenie terminálom	Tlač formulára
Funkčný kód číslo príkazu	F04 ●	F04 ●	
číslo zákazky počet kusov výr.postup	● ●		● ● ●
číslo zásobníka číslo palety		● ●	

Obr. 5.68. Príklad formuláru pre popis informačného toku z funkčnej schémy

Systém ARIS (**A**rchitektur integrierter **I**nformationssysteme) nie je „iba“ nástrojom na popisovanie informačného toku, ale je to komplexný systém na analýzu, popisovanie a vytváranie architektúr zložitých informačných systémov. Tento známy koncept vyvinul Prof. A. W. Scheer a jeho programové riešenie, ktoré vyvinula firma IDS Prof Scheer, je dostupné aj na Katedre priemyslového inžinierstva v Žiline. Firma AESOP Stuttgart, ktorá vyvíja simulačný systém SIMPLE++ (na KPI v Žiline sú k dispozícii štyri licencie SIMPLE++), vytvorila spolu s IDS Prof Scheer prepojenie týchto dvoch systémov, ktoré umožňuje simulovať nielen výrobné a logistické systémy ale aj architektúru a logiku zložitých informačných tokov v podniku.

Systém ARIS sa snaží definovať funkčnú, organizačnú a údajovú časť informačného systému a popisuje ich v troch základných vývojových fázach - definovanie požiadaviek, definovanie konceptu údajových štruktúr a implementácia. Základnou pomôckou pre popisovanie procesov je tzv. postupový reťazec (obr. 5.69), ktorý sa v systéme ARIS rozdeľuje na štyri základné oblasti - organizácia, zdroje, údaje, funkcie.



Obr. 5.69. Postupový reťazec a rozdelenie oblastí

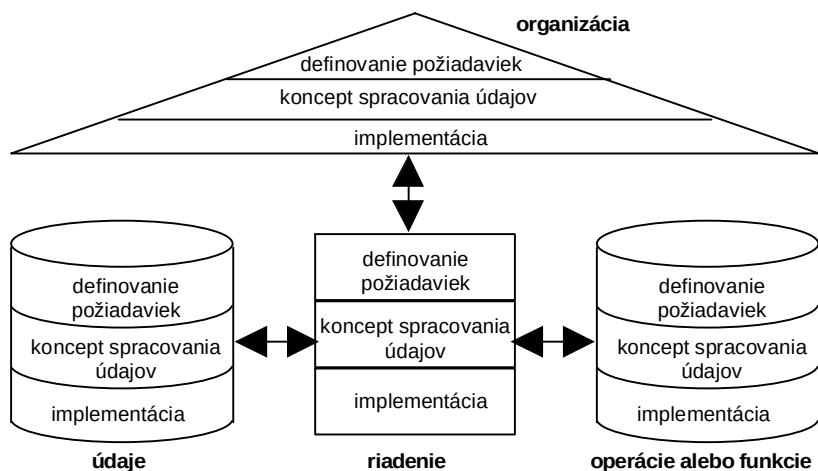
V hornej časti obrázka 5.69 je zobrazený klasický postupový reťazec operácie obrábania. Na začatie tejto operácie je potrebná štartovacia udalosť - výrobná úloha a po jej ukončení sa vykoná výstupná udalosť - výrobné hlásenie. Do operácie vstupuje definovaný materiál a vystupuje z nej opracovaná súčiastka. Pre vykonanie operácie sú potrebné dva zdroje - pracovník a stroj.

V dolnej časti obrázka 5.69 je upravený postupový reťazec tak, ako sa využíva v systéme ARIS. Výrobné zariadenia a materiálové vstupy a výstupy sú zahrnuté do „okolia“, pretože systém ARIS sa sústreďuje na popis informačných tokov. Stav okolia tvorí spolu s udalosťami údajovú časť modelu ARIS. Operácie tvoria funkčnú časť modelu, organizačné jednotky a operátori tvoria organizačnú časť. Technické a programové zariadenia informatiky tvoria časť zdrojov.

Ďalšou časťou systému ARIS je fázový model realizácie celého informačného systému, ktorý má tri hlavné časti:

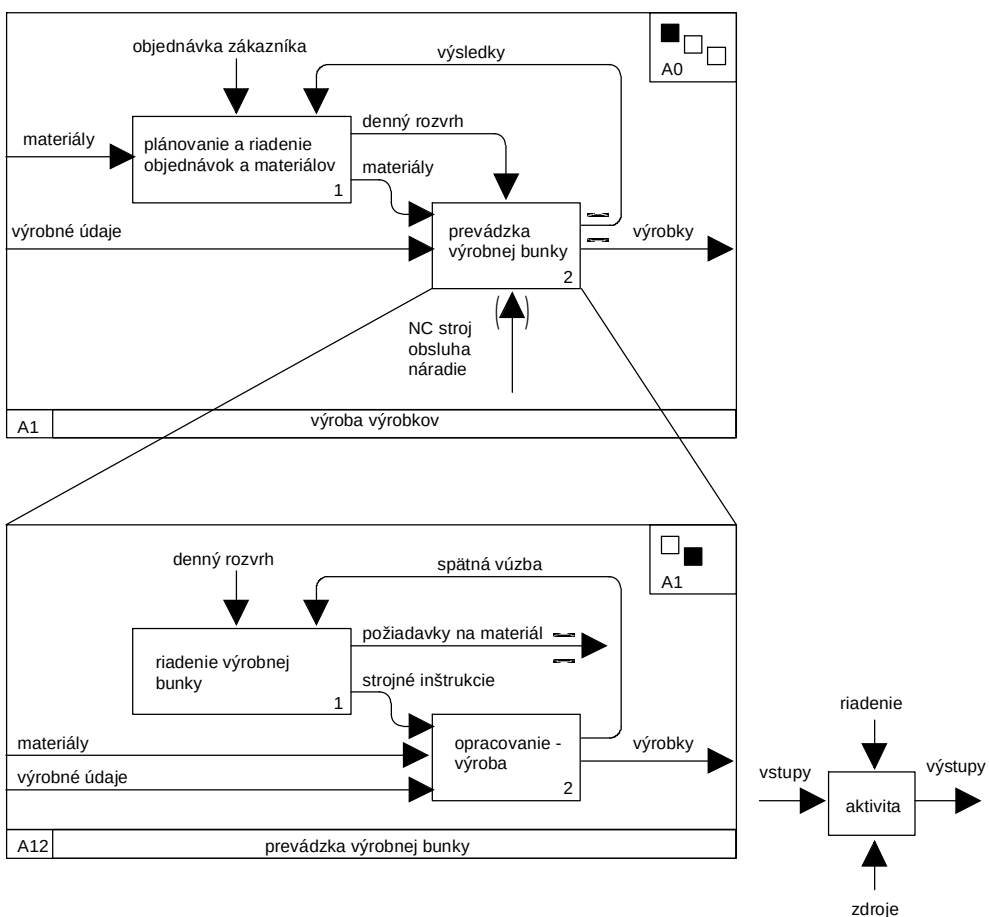
1. Definovanie požiadaviek - bez ohľadu na spôsob realizácie systému sa definujú a modelujú požiadavky na jednotlivé časti informačného systému - organizácia, zdroje, údaje, funkcie.
2. Koncept spracovania údajov - modely definovaných požiadaviek z predchádzajúceho kroku sa prispôbia prostrediu, v ktorom budú pracovať - databázový systém, architektúra siete, programovací jazyk a pod.
3. Technická implementácia - koncept z predchádzajúceho kroku sa implementuje do konkrétneho prostredia (fyzická databáza, hardvér).

Celá architektúra systému ARIS je zobrazená na obr. 5.70.



Obr. 5.70. Architektúra systému ARIS

Systém IDEF₀ je často používaným prostriedkom na vytváranie hierarchických modelov, popisujúcich činnosti vo výrobnom systéme a toky medzi nimi. Činnosti sa znázorňujú obdĺžnikovými blokmi, do ktorých vstupujú šípky. Šípka vstupujúca zhora znázorňuje riadiace vstupy potrebné pre danú činnosť (napríklad potrebný NC program, alebo riadiaci signál pre štart operácie). Šípky zľava sú vstupmi, ktoré sú danou činnosťou transformované (napríklad materiál vstupujúci do operácie) a šípky vystupujúce smerom doprava sú výstupy z činnosti (napr. opracovaná súčiastka). Šípky zdola hore predstavujú potrebné zdroje pre danú činnosť (napríklad náradie, stroje, operátori).



Obr. 5.71. Príklad modelu IDEF₀

Niektoré dôležité problémy, ktoré musia byť vyriešené pri projektovaní počítačom podporovaného informačného toku sú:

- I Informačný systém - premenná/trvalá časť.
- I Prenosová rýchlosť (Baud - Bit/sek).
- I Prípustná dĺžka káblov (bez zosilňovača).
- I Cena - celková, cena na jedno pripojenie.
- I Maximálny počet pripojení.

- I Množstvo údajov a ich charakter (MB, typy a formáty údajov).
- I Frekvencia prenosov.
- I Paralelné/sériové prenosy.
- I Prenos v reálnom čase.
- I Spoľahlivosť pri výpadkoch.
- I Rušivosť.
- I Technické podmienky (ohyb kábla, izolácie a i.).

Zásadný rozdiel, ktorý sa obyčajne prejavuje v informačnom systéme na jednotlivých hierarchiách je, že na vyšších úrovniach riadenia sa väčšinou prenášajú veľké množstvá údajov (MB), avšak požiadavky na rýchlosť prenosu nie sú extrémne (rádovo minúty). Na dielenskej úrovni ide obyčajne o riadenie v reálnom čase, kde sú teda prísne požiadavky na rýchlosť prenosu a deterministický prístup do siete. Na druhej strane sa na tejto úrovni obyčajne prenášajú menšie množstvá údajov (signály).

Z takýchto analýz zameraných na množstvá prenášaných údajov, požadovanú rýchlosť prenosu a požadovaný výkon pre spracovanie informácií sa potom formulujú základné požiadavky na topológiu počítačovej alebo terminálovej siete, jej parametre, komunikačné protokoly a pod.

Samostatnou časťou informačného toku vo výrobnom systéme je zber výrobných údajov, ktorý býva obyčajne jedným z najväčších problémov fungovania väčšiny systémov plánovania a riadenia výroby.

Základné rozdelenie systémov zberu výrobných údajov môže byť napríklad:

- I Centralizovaný alebo decentralizovaný zber údajov z výroby.
- I Automatický, poloautomatický alebo ručný zber.
- I Zber údajov v reálnom čase alebo v dávkach.

Pri projektovaní systému zberu výrobných údajov je potrebné vyjasniť predovšetkým nasledovné druhy otázok:

- I **KTO ?** - Kto hlási?
- I **ODKIAĽ?** - Z ktorého pracoviska, terminálu...?
- I **ČO?** - Aké informácie (iba skutočne nutné!)?
- I **KEDY?** - Čas, operácia...?
- I **AKO?** - Formulár? Terminál? Kód? ...

Najhlavnejšie skupiny údajov, ktoré sa zbierajú vo výrobnom procese sú:

- I **OPERÁCIA** (začiatok, prerušenie, koniec).
- I **MNOŽSTVO** (dobré kusy, zlé kusy, rozpracovanosť).
- I **ČINNOSŤ** (pretypovanie, obrábanie, meranie).
- I **PRACOVISKO** (dielňa, stredisko, pracovisko).

Hlavné funkcie systému dielenského riadenia

Dielenské riadenie výroby nadväzuje na podnikový systém plánovania a riadenia výroby a má obyčajne rozhodujúci vplyv na pružnosť výroby, výrobný výkon, priebežné doby výroby a zásoby.

Základné skupiny úloh, ktoré sa riešia v systéme dielenského riadenia výroby sú zobrazené na obr. 5.72. Detailnosť riešenia týchto úloh, ako i použité metódy a nástroje, sú závislé od viacerých faktorov - napr. opakovateľnosť a sériovosť výroby, stupeň automatizácie výroby, nadradený podnikový systém plánovania a riadenia výroby, organizácia dielenskej výroby (centralizácia, decentralizácia, členenie práce, výrobné tímy a pod.).

V mnohých podnikoch sa spoľahli, že problémy plánovania a riadenia vyrieši nový informačný systém a podnikový systém plánovania a riadenia výroby - PPC. Ukázalo sa však, že mnohé z týchto systémov sú vhodné pre centralizované riadenie v hierarchických štruktúrach a nie sú schopné pružne reagovať na zmeny vo výrobe (súrna úloha, náhla porucha stroja). Medzi klasické nedostatky takýchto systémov patria napríklad konštantné priebežné časy, s ktorými plánujú, neschopnosť reagovať na reálne kapacitné obmedzenia v dielni, nedostatočná interakcia s ľuďmi a s riadeným procesom.

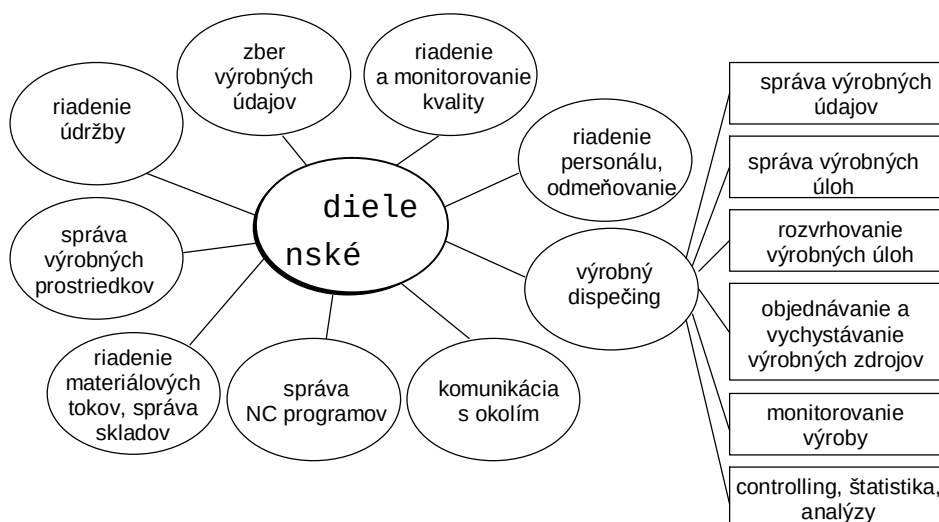
Výsledkom uvedených problémov sú často nasledovné typické charakteristiky výrobných procesov v súčasnosti:

- I Dlhé priebežné časy a ich rozptyl.
- I Dlhé časy na pretypovanie strojov.
- I Vysoké zásoby.
- I Nerovnomerné využitie výrobných zariadení.
- I Nízka pružnosť výroby.
- I Neprehľadnosť výroby.
- I Nepresné sledovanie výrobných nákladov.
- I Výroba súčiastok, ktorých predaj je nejasný.
- I Úsilie o využitie zdrojov namiesto rýchleho plnenia požiadaviek trhu.
- I "Vojny" medzi plánovačom a výrobným dispečerom, marketingom a výrobou a pod.
- I Nejasné sledovanie vzťahu medzi opatreniami a ich účinkami vo výrobe.

V predchádzajúcich častiach sme spomínali trendy smerujúce k segmentácii výroby a k decentralizácii právomocí. Pri týchto konceptoch je potrebné, aby ľudia vo výrobe mali nové nástroje, ktoré im budú pomáhať dynamicky plánovať a riadiť procesy, za ktoré zodpovedajú.

V posledných rokoch vznikli mnohé systémy orientované týmto smerom. Ide o dispečerské pracoviská v dielni, ktoré s pomocou simulácie, plánovacej tabule v prepojení na nadradený systém PPC a systém zberu výrobných údajov, operatívne odstraňujú mnohé zo spomínaných problémov. Veľkou výhodou týchto systémov je ich interakcia a využívanie skúseností a znalostí ľudí vo výrobe. Tieto systémy by mali, okrem podpory každodenných riadiacich činností, pomáhať i pri analýzach priebehu výroby a pri hľadaní možností jej zlepšovania tým, že budú poskytovať informácie o základných charakteristikách priebehu výroby a závislostiach medzi nimi (priebežné časy, kapacity, zásoby, náklady, plnenie termínov).

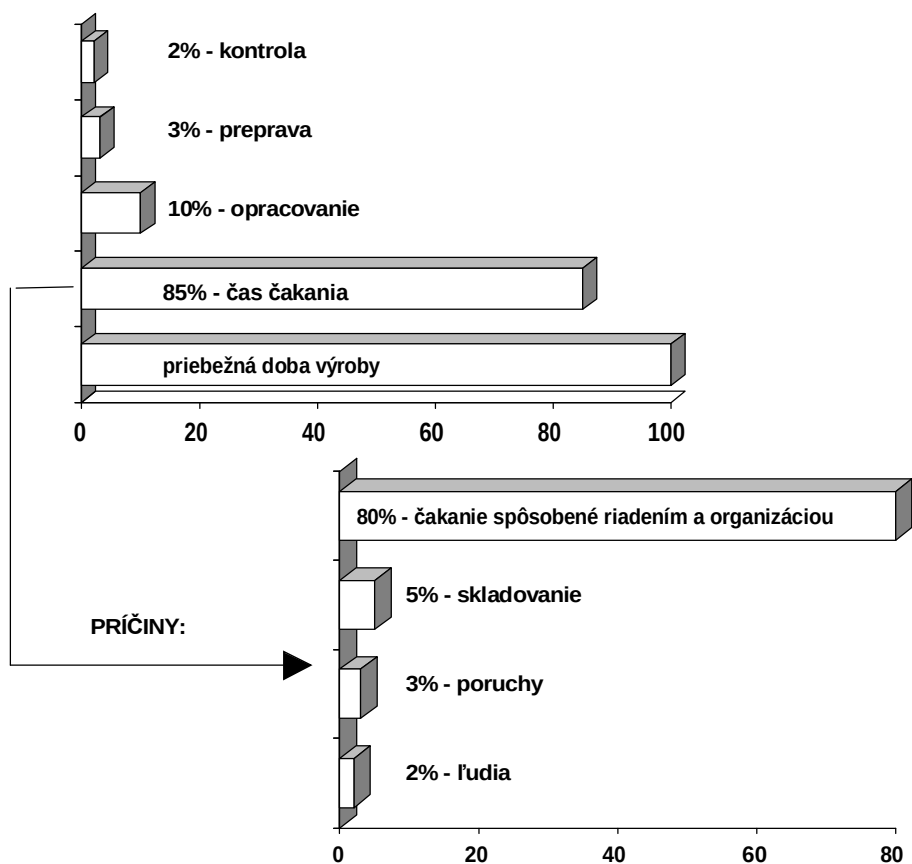
Hlavné úlohy dielenského riadenia	
SKUPINA ÚLOH	HLAVNÉ FUNKCIE
1. Príprava výrobnjej dokumentácie a výrobných zdrojov	materiál, výrobná dokumentácia, výrobné prostriedky, personál
2. Priame riadenie výroby	aktualizácia výrobných množstiev, aktualizácia termínov a kapacitného vyťaženia, rozdeľovanie práce
3. 3. Monitorovanie priebehu výroby	sledovanie množstiev a termínov, kvalita, pracovné podmienky, poruchy
4. 4. Zaistenie chodu výroby a riešenie neštandardných situácií	príčiny porúch a ich analýza, zasahovanie do priebehu výroby, preplánovanie a pod.



Obr. 5.72. Hlavné funkcie a hrubá štruktúra systému dielenského riadenia

Najväčším problémom výrobných dispečerov v zákazkovej výrobe je však určite plnenie termínov a dosahovanie krátkych priebežných časov vo výrobe. Typická štruktúra priebežného času je zobrazená na obr.5.73. Z tohto obrázka je vidieť, že najväčší potenciál existuje v skracovaní časov čakania, ktoré môže mať dispečer, pri dobrom systéme riadenia, pod kontrolou.

Na obrázku 5.74 sú zhrnuté základné problémy, ktoré vznikajú, ak sa vplyv na priebežné časy vymkne spod kontroly.



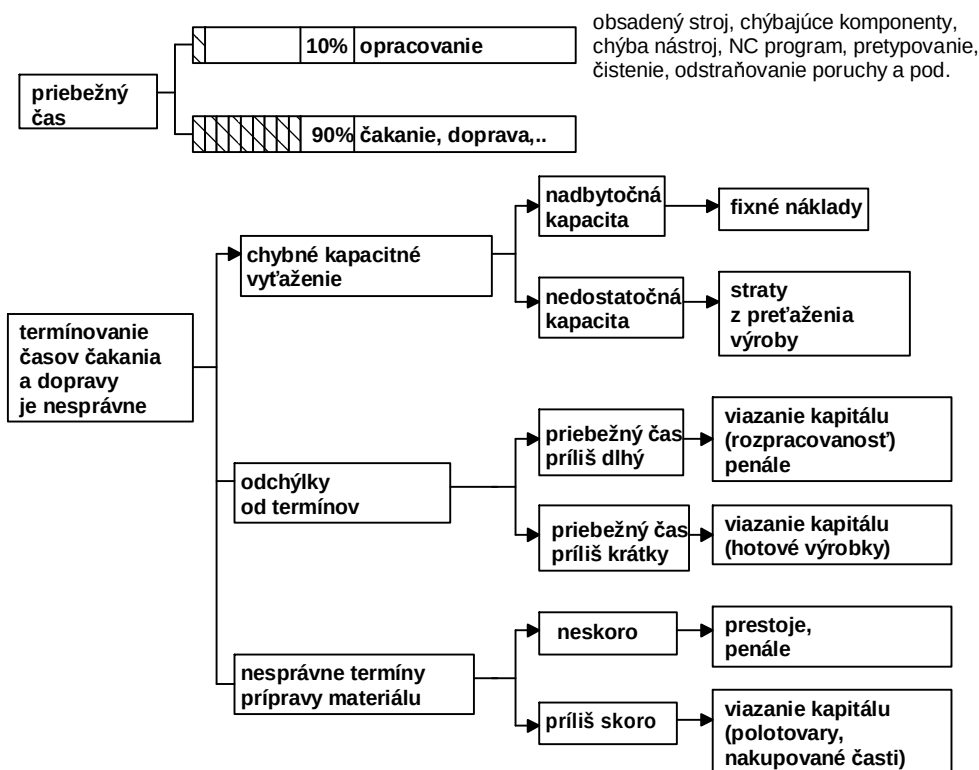
Obr. 5.73. Priebežná doba výroby a jej štruktúra

Hlavné možnosti regulácie priebežnej doby výroby sú:

- I Spôsob odovzdávania dielcov na ďalšiu operáciu
 - postupný
 - súbežný
 - kombinovaný.
- I Veľkosť výrobnéj a dopravnej dávky.
- I Synchronizácia priebehu výroby, skracovanie časov na pretypovanie výrobných zariadení, výrobné predstihy a pod.
- I Organizácia výroby, harmonizácia materiálových tokov.
- I Znižovanie medzioperačných zásob.
- I Eliminácia integračných efektov a stochastických vplyvov vo výrobe.

Uvedené skupiny problémov a mnohé ďalšie (zásoby, údržba, vychystávanie materiálu, sledovanie priebehu výroby a iné) je pri meniacich sa výrobných zákazkách veľmi ťažko zvládnuť s klasickými pomôckami plánovačov a dispečerov (plánovací kalendár, pracovné

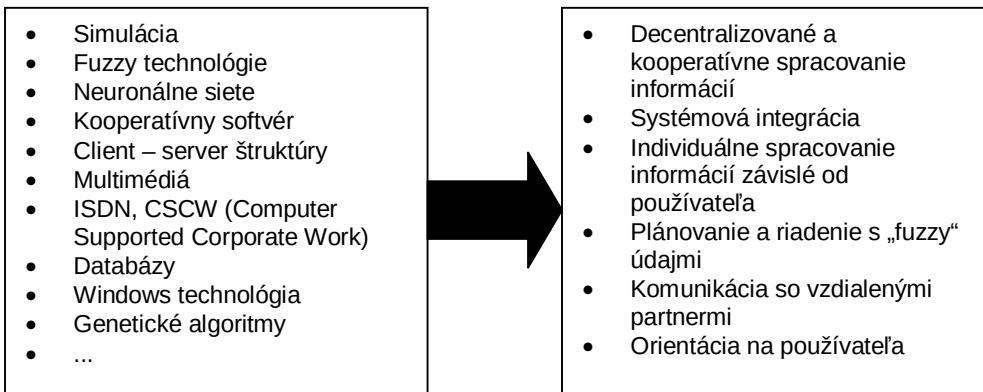
lístky, sprievodky a pod.). Niektoré riešenia s pomocou dispečerských pracovísk si priblížime v ďalšej časti.



Obr. 5.74. Nesprávne termínové plánovanie a jeho vplyvy na priebeh výroby

Fraktály a informačný systém

Doposiaľ sme hovorili o projektovaní výrobných systémov pozostávajúcich z fraktálov. Pokúsme sa teraz zhrnúť niektoré požiadavky na informačný systém a systém riadenia pre takúto organizáciu. Ak sa pozrieme na súčasné informačné a riadiace systémy, tak hneď treba zdôrazniť, že ak fraktály potrebujú informačné systémy, tak predovšetkým jednoduché, zrozumiteľné pre každého, štíhle systémy, ktoré majú iba tie funkcie a údaje, ktoré fraktál potrebuje – žiadne zbytočné monštrá a „cintoríny podnikových údajov“, ale komunikačné systémy, decentralizované dispečingy s podporou simulácie, multimédií a ďalších moderných prvkov. Treba povedať, že súčasná informačné technológie sú zrelé na takéto riešenia (obr. 5.75) avšak výrobcovia informačných systémov sa zatiaľ držia väčšinou svojich vychodených chodníčkov – predávať kolosy pre centrálné riadenie podniku, ktoré výrobe prakticky nepomáhajú.



Obr. 5.75. Nové informačné technológie pre riadenie fraktálov

Na obr. 5.76 je zobrazená zmena štruktúry systému riadenia vo fraktálovej organizácii.

Na obr. 5.77 sú zobrazené hlavné funkcie počítačového pracoviska pre riadenie fraktálu.

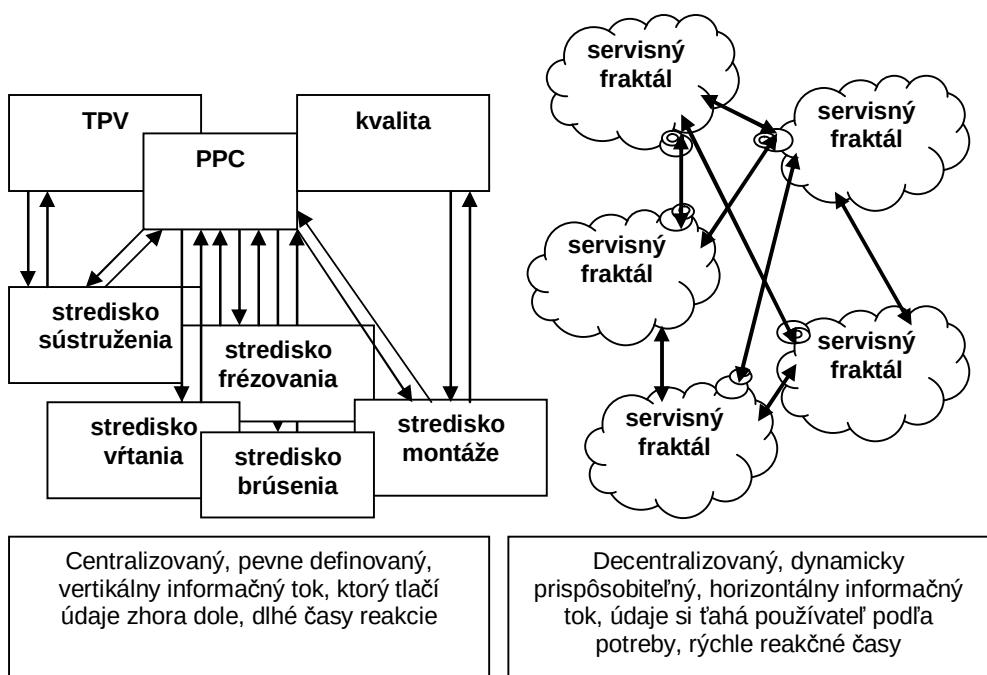
Na obr. 5.78 sú zobrazené dva základné spôsoby použitia dispečerského systému:

- decentralizované riadenie
- centralizované riadenie

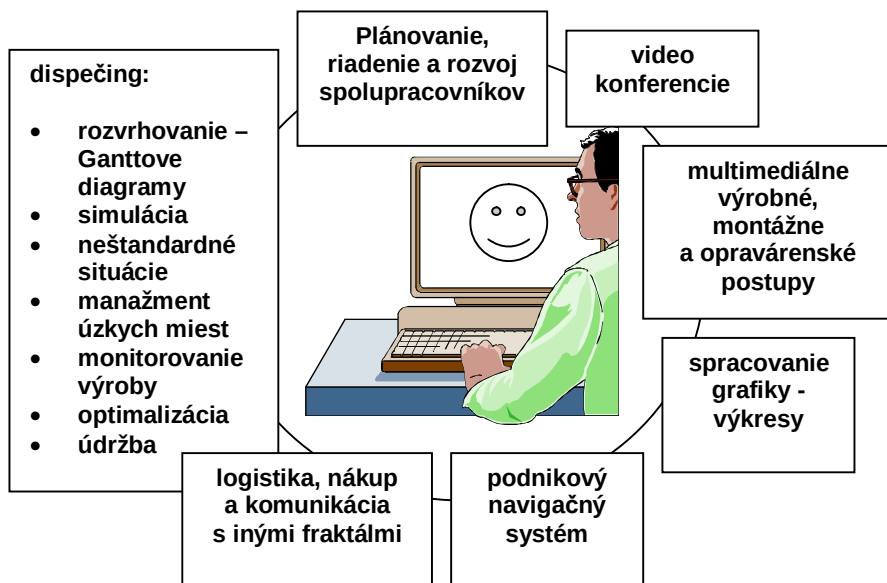
Pri decentralizovanom riadení sa dispečing zaoberá hlavne komunikáciou s nadradeným podnikovým systémom, vyladovaním týždenných plánov, monitorovaním a analýzami priebehu výroby, rozdeľovaním úloh na jednotlivé bunky. Ťažisko riadiacich činností a časť dispečerských úloh sú presunuté na nižšie zložky - obyčajne priamo na majstrov alebo na výrobné tímy v bunkách. Výhodou tohto riešenia je operatívnosť a pružnosť riadenia, ale i to, že sa môže dispečing sústrediť na zlepšenie týždenného plánovania, zdokonalenie výrobných analýz a vytváranie podmienok pre prácu výrobných buniek. Nebezpečenstvom takéhoto riešenia môže byť jeho degenerácia pri nedisciplíne v zadávaní údajov, pri nedostatočnej pripravenosti personálu na obsluhu systému alebo pri nízkej motivácii ľudí vo výrobe.

Centralizovaný systém je výhodný v tom, že udržiava všetky údaje konzistentné, umožňuje priamo zasahovať do ľubovoľnej časti výroby a čiastočne i znižuje náklady na technické a programové vybavenie (dispečingy majstrov). Na druhej strane môže takéto riešenie viesť k preťaženosti dispečerov, slabej kooperácii s ľuďmi vo výrobe ale hlavne k ťažkopádosti v riadení.

Na obr. 5.79 - 5.82 sú niektoré vizuálne pomôcky pre systém riadenia, ktoré sa bežne používajú.

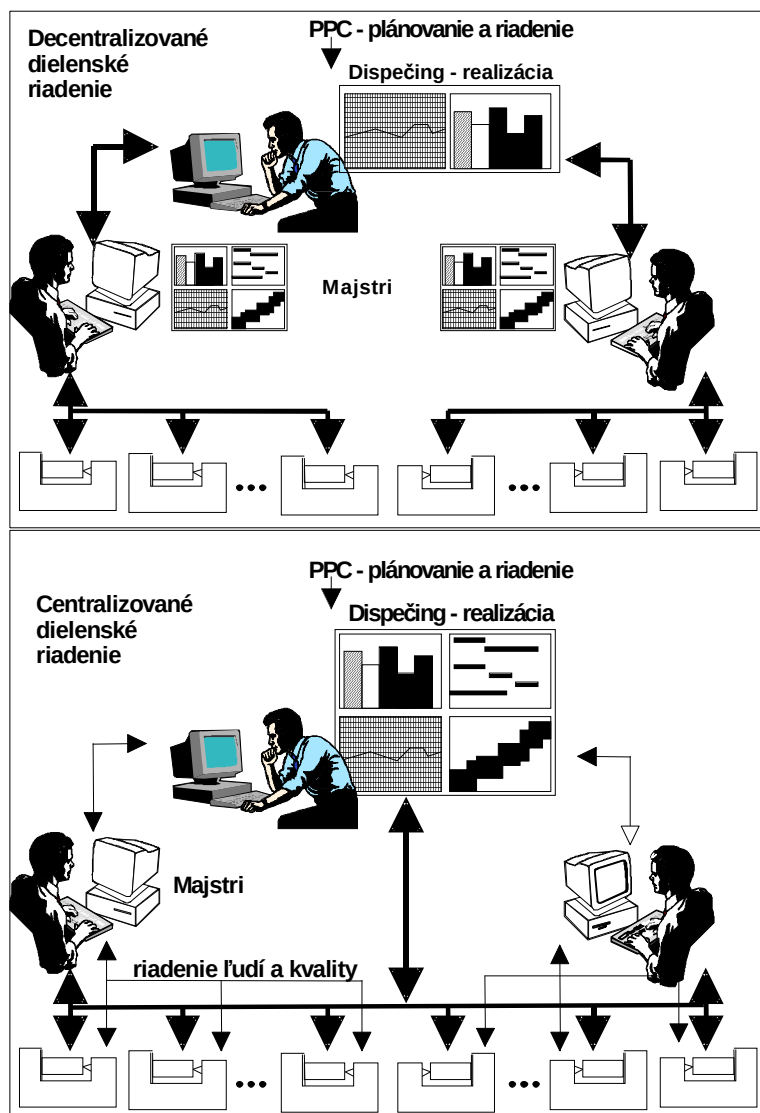


Obr. 5.76. Zmena štruktúry systému riadenia



Obr. 6.77. Funkcie riadiaceho systému fraktálu

Na obr. 5.84 až 5.86 sú ukázané niektoré príklady „elektronických plánovacích tabúl“ z počítačových systémov pre dielenské riadenie výroby. Dispečer môže s takouto tabuľou plánovať ručne - t.j. presúvať úlohy alebo kapacity a počítač prepočítava zmeny v termínoch, vytážení a pod. Tieto systémy však majú zabudované i algoritmy, ktoré umožňujú automaticky nájsť výrobný rozvrh podľa kritérií dispečera, alebo presimulovať priebeh výroby pri zmene stavu v dielni.



Obr. 5.78. Decentralizované a centralizované dielenské riadenie



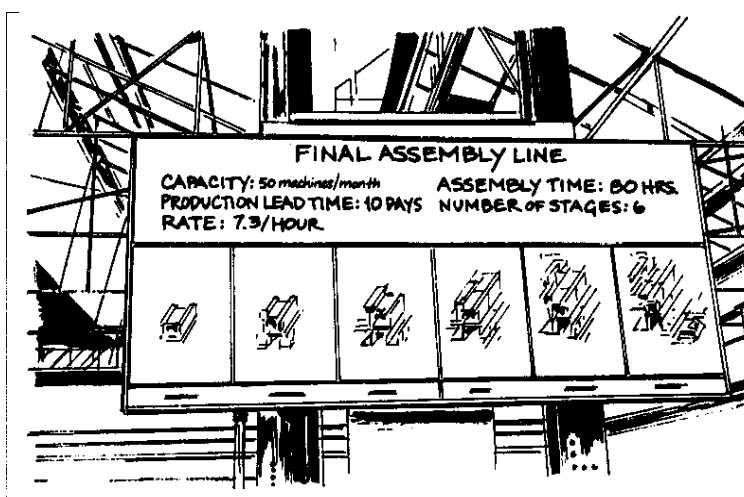
Obr. 5.79. Kanban tabuľa vo firme Barum Continental



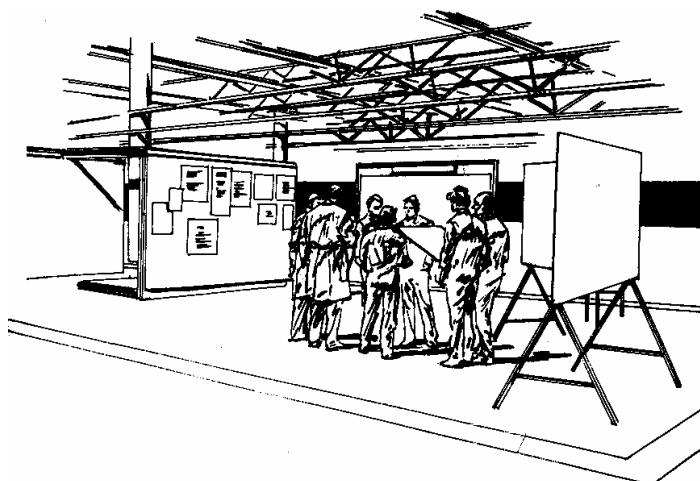
Obr. 5.80. Obrázkový výrobný postup vo VW Bratislava



Obr. 5.81. Taktovací tabuľa vo VW Bratislava

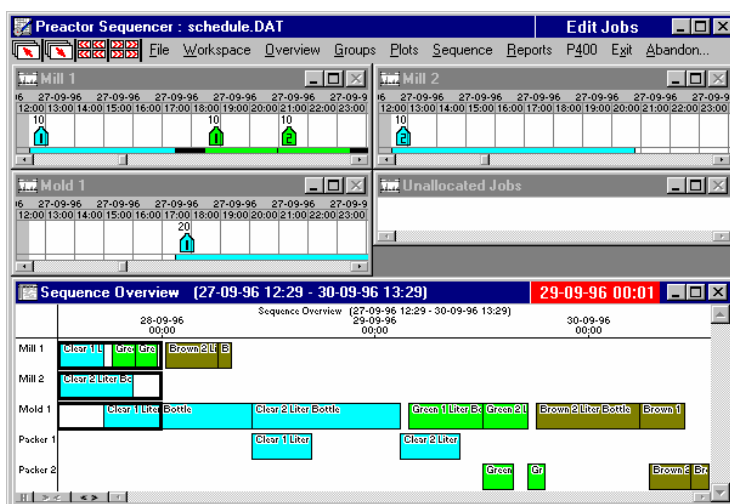


Obr. 5.82. Obrázkové výrobné postupy vo firme Firma Renault v Sandouville



Obr. 5.83. Vizualne a komunikačné pomôcky pre prácu tímov

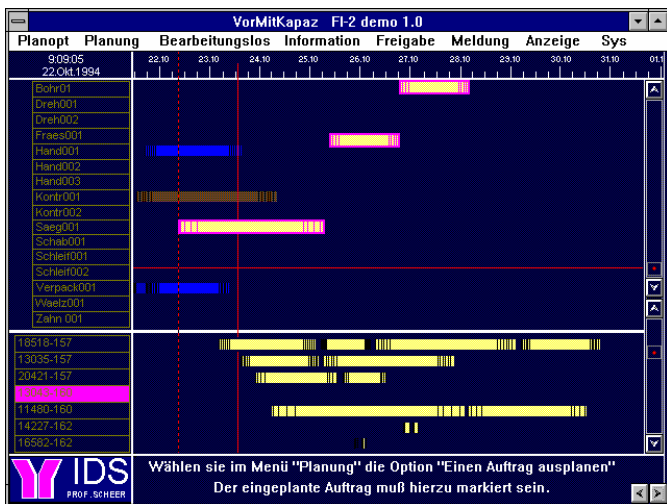
Plánovacia tabuľa v systéme PREACTOR



V horných troch oknách je zobrazené vyťaženie pracovísk na časovej osi. V okne Unallocated Jobs bývajú uložené úlohy, čakajúce na zaradenie do výroby, z ktorých vyberá dispečer ručne, alebo systém automaticky, podľa zadaných kritérií. V spodnom okne je rozvrh výrobných úloh na jednotlivé stroje. Stroje sú v zvislom stĺpci a termíny na vodorovnej osi. Systém je k dispozícii na Katedre priemyslového inžinierstva v Žiline

Obr. 5.84. Plánovacia tabuľa v systéme PREACTOR od firmy Systems Modeling Corporation

Plánovacia tabuľa - Ganttov diagram priebehu výroby

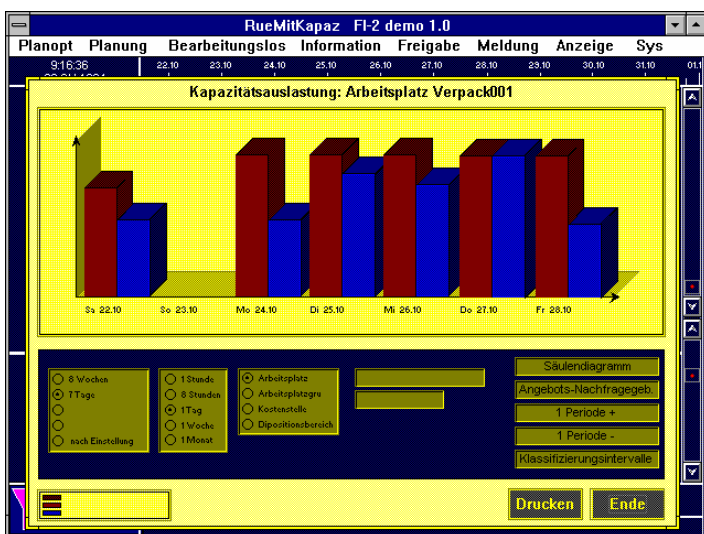


Na vodorovnej osi je časový priebeh, na zvislej osi sú pracoviská. Dispečer môže presúvať úlohy, zobrazovať ich stav rozpracovanosti, meniť stav zariadení (napr. porucha) a pod.

V spodnej časti tabule sú výrobné úlohy, ktoré čakajú na zaradenie do výroby. Označenú úlohu systém automaticky zaplánuje do rozvrhu. Farby výrobných úloh označujú ich stav - čaká na opracovanie, prerušená práca, chyba zdroj a pod.

Kapacitné vyťaženie pracoviska v systéme v jednotlivých pracovných dňoch.

Plánovacia tabuľa - vyťaženie pracovísk

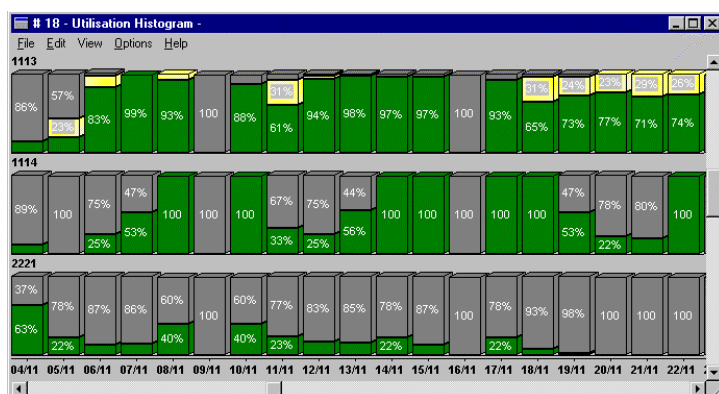


Farebne je možné odlíšiť časy na pretypovanie, časy na opracovanie a rozličné typy zákaziek - potvrdené, nepotvrdené a pod.

V spodnej časti je možné nastaviť periódu, strediská, skupiny pracovísk, zobrazovať pomery - disponibilná kapacita / požiadavky a i.

Systém FI-2 má okrem plánovacej tabule, ktorá umožňuje interakciu s dispečerom, aj ďalšie funkcie - správu kmeňových údajov, prepojenie na nadradený systém a zber výrobných údajov, modul analýz priebehu výroby a ďalšie.

Obr. 5.86. Plánovacia tabuľa v dispečerskom systéme dielenského riadenia výroby Leitstand FI-2 (IDS Prof.Scheer)



Obr. 5.86. Kapacitné vytťaženie a analýza úzkych miest v systéme ST POINT

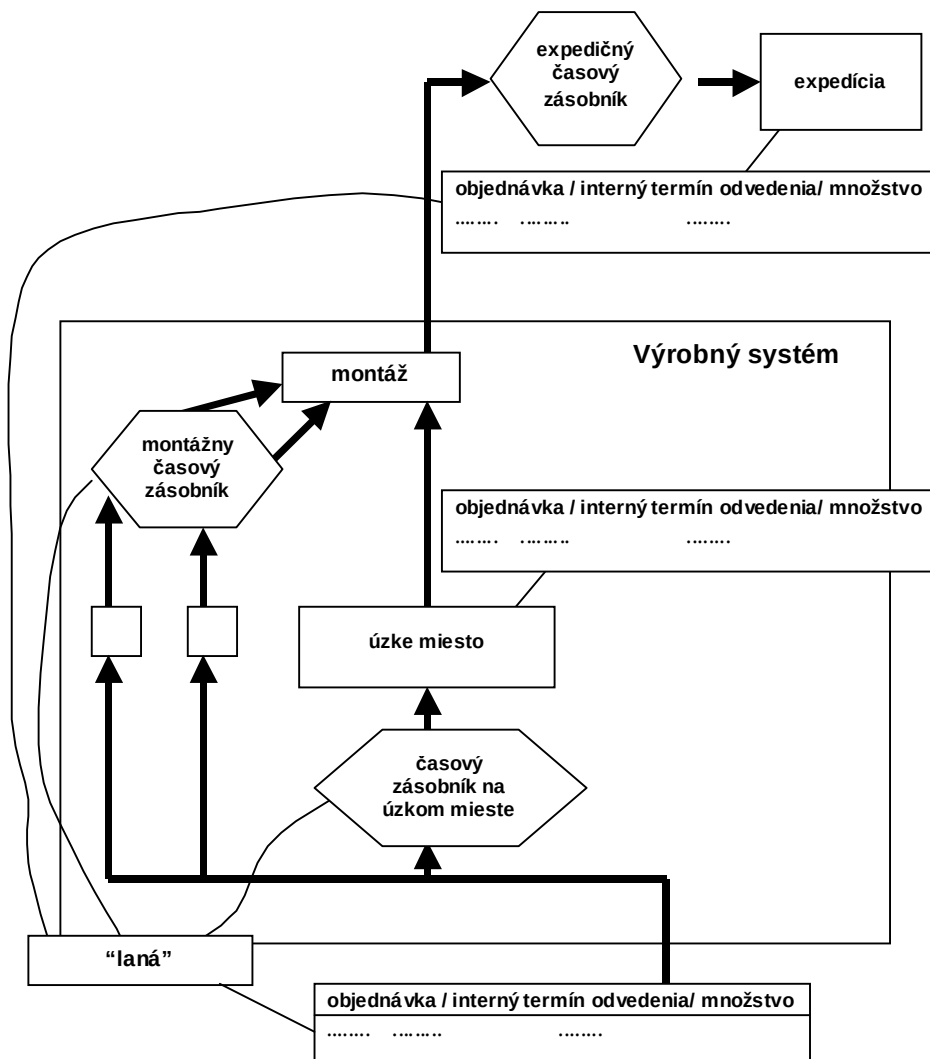
Zjednodušovanie výroby smerom ku fraktálom prináša obyčajne aj zjednodušovanie systému riadenia. Pri zložitejších procesoch a väčšom sortimente výrobkov je však nutná podpora systému, ktorý zistí splnenie termínov a minimálne prevádzkové náklady a zásoby. Na obr. 5.87 je zobrazený takýto prístup, ktorý sa dá pomerne jednoducho aplikovať prakticky v každom type výrobného systému v manuálnej aj v počítačom podporovanej forme – systém manažmentu úzkych miest – DBR (Drum Buffer Rope).

Tento systém sa orientuje na maximalizáciu celkového prietoku cez systém a vyvážený tok materiálu a spomíname ho preto, lebo je ideálny práve pre systémy riadenia fraktálov.

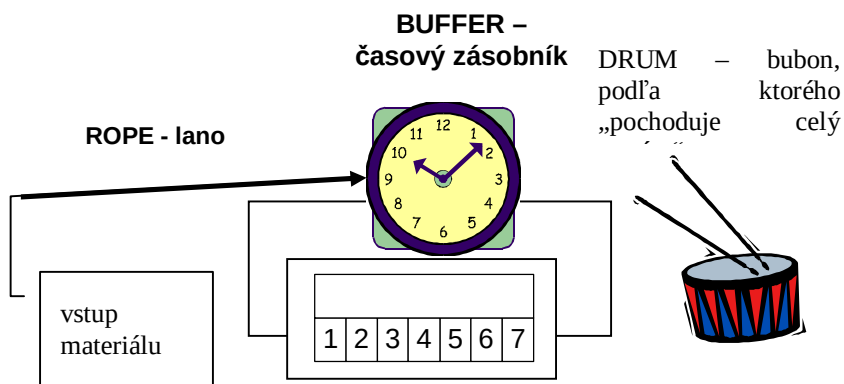
Princíp je veľmi jednoduchý:

1. Plánované termíny odvedenia zákaziek sa rozdelia na interné termíny odvedenia. Znamená to v podstate, že sa výrobná dávka rozdelí na menšie časti, aby materiál prechádzal cez systém plynulejšie. Jednak sa tým zvyšuje istota, že sa splní termín, jednak sa eliminuje šturmovanie, ktoré vzniká, keď sa na konci periódy na posledné pracoviská (napr. na montáž) privezú veľké množstvá komponentov z predchádzajúcich operácií.
2. Aby sme mali istotu, že sa splní termín expedície, pred expedíciou sa zaradí časový zásobník – t. j. časová rezerva. Ak má byť napríklad zákazka hotová v čase 40 hodín a rezervu sme si dali 5 hodín, tak systém bude plánovať s termínom odvedenia 35 hodín.
3. Nájde sa úzke miesto, ktoré obmedzuje prietok (obyčajne stroj kde chýba kapacita, kde sú problémy s kvalitou a pod.). Pred týmto miestom sa urobia rovnaké opatrenia, ako pri expedícii – stanoví sa časová rezerva, pretože úzke miesto musí byť vytťažené a všetky ostatné pracoviská sa mu musia podriadiť.
4. Pripraví sa rozvrh pre úzke miesto – poradie a množstvá v akom pôjdu cez úzke miesto jednotlivé výrobné úlohy. Úzke miesto je potom „bubon“ (drum), ktorý udáva rytmus celému systému.
5. Spočíta sa priebežná doba výroby medzi vstupom materiálu a expedíciou a vstupom materiálu a úzkym miestom.

6. Z takto stanovených priebežných dôb a termínov odvedenia sa spočítajú vstupy materiálu do systému – materiál, množstvo, čas.
7. Systém riadia v podstate dve veličiny – časové zásobníky na expedícii a na úzkom mieste. Niekedy sa využíva ešte montážny zásobník, ktorý zabezpečuje, že keď na montáž príde komponent z úzkeho miesta, všetky ostatné potrebné komponenty už musia byť v predstihu pripravené.



Obr. 5.87. Systém riadenia DBR



Obr. 5.88. Systém riadenia DBR – úzke miesto – bubon riadi prácu celého systému

Zavedenie tohto systému prebieha v nasledovných krokoch:

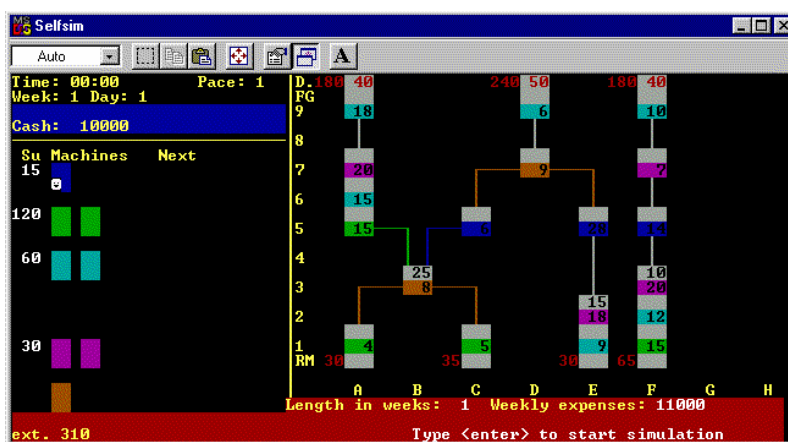
1. Pochopenie princípov DBR a úzkych miest.
2. Vybudovanie systému DBR v podniku – definovanie procesov a úzkych miest.
3. Zmena systému hodnotenia a odmeňovania pracovníkov s cieľom zmeniť lokálny pohľad na globálny.
4. Zavedenie softvéru pre DBR – ak je nutné.
5. Zapojenie ľudí do systému zlepšovania s cieľom odstrániť úzke miesto.

Na analýzu procesov a definovanie DBR systému je nutné niekoľko dní a na uvedenie celého systému riadenia do prevádzky 2 - 3 mesiace.

Celý systém pracuje v piatich krokoch, ktoré sa využívajú v Teórii obmedzení (TOC):

1. Identifikácia úzkeho miesta (preťažené stroje, stroje, ktoré majú problémy s disponibilitou a kvalitou, stroje, kde sa prejavuje šturmovanie – napr. materiál prichádza nerovnomerne a pod.).
2. Rozhodnutie ako maximálne vyťažiť úzke miesto – zásobník a plynulý prísun práce, rozvrh práce pre úzke miesto.
3. Podriadenie všetkého bodu 2 – všetky pracoviská od vstupu materiálu pracujú podľa rozvrhu úzkeho miesta.
4. Odstránenie úzkeho miesta – najlepší pracovníci sú zaradení na úzke miesto, kontrola kvality je pred úzkym miestom, TPM na úzkom mieste, presun niektorých úloh na iné stroje (odľahčenie úzkeho miesta), skrátenie časov na pretypovanie úzkeho miesta, zvýšenie kapacity úzkeho miesta.
5. Návrat do bodu 1.

Pre výcvik ľudí v tomto systéme, ale i pre výpočty správnych veľkostí zásobníkov, používa Inštitút priemyslového inžinierstva v Žiline simuláciu.



Obr. 5.89. Simulátor na výcvik princípov DBR

Otázkou je, ako sa spočítajú časové zásobníky. Ide v podstate o spočítanie priebežnej doby výroby medzi vstupom a expedíciou a medzi vstupom a úzkym miestom.

Pri výpočte musíme brať do úvahy veľkosť prepravnej dávky t.j. počet kusov, ktorý sa presúva medzi pracoviskami, ďalej rozvrh výroby a rozvrh vstupu materiálu ako aj nedostupnosť zdroja a náhodné vplyvy, ktoré E. Goldratt nazýva „Murphyho“ časy.

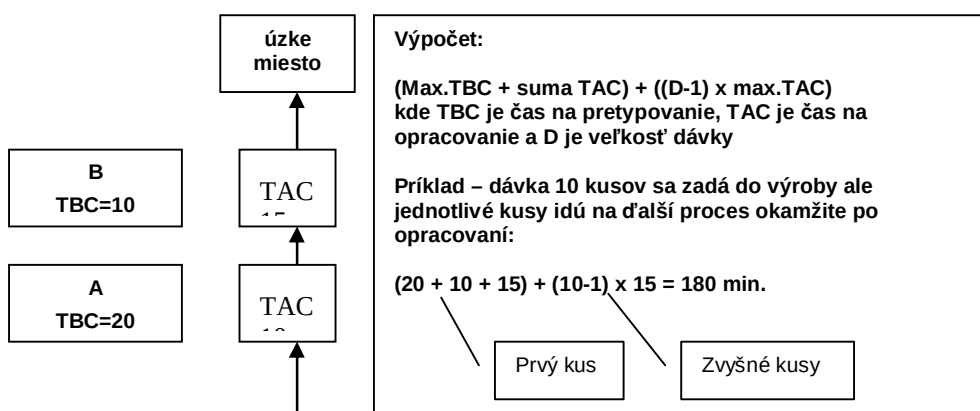
Na obr.5.90. je ukázaný prvý spôsob výpočtu, keď jednotlivé kusy prechádzajú na linke na ďalšiu operáciu okamžite po opracovaní na predchádzajúcej operácii. Prvý kus prejde cez linku za 20 minút (čas na pretypovanie – TBC - na prvej operácii) plus 10 minút (čas opracovania na prvej operácii) plus 15 minút (čas opracovania na druhej operácii). Priebežný čas zvyšných 9 kusov ovplyvňuje najpomalší proces – t. j. 15 minút krát 9 kusov.

Na obr. 5.91 je situácia, keď musíme brať do úvahy, že máme iba jeden zdroj A a jeden zdroj B ale na oba zdroje máme dve paralelné požiadavky.

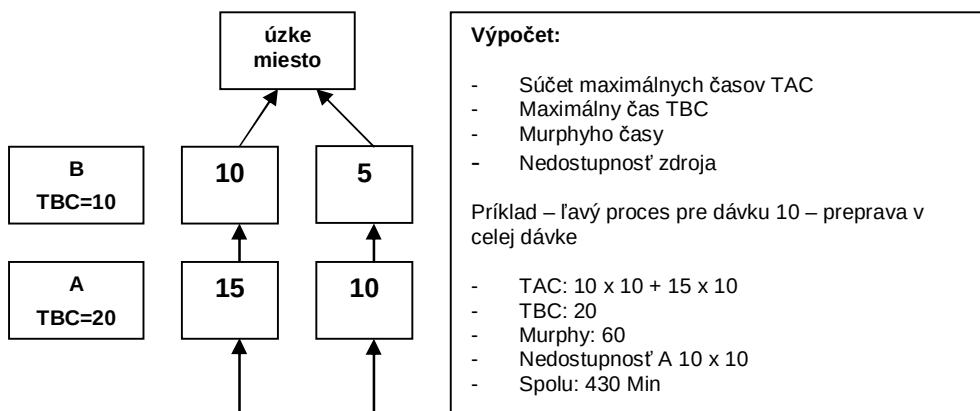
Pri tomto výpočte je teda potrebné brať do úvahy nasledovné parametre:

- časy na opracovanie
- časy na pretypovanie
- veľkosť výrobnej a dopravné dávky
- rozvrh výroby – poradie, v akom sú zdroje priradené k jednotlivým operáciám
- variabilitu časov procesov

Možný spôsob výpočtu je zobrazený na obr. 5.91, kde predpokladáme, že sa prepravuje v dávke 10 kusov. Murphyho čas odhadneme na 1 hodinu a nedostupnosť zdroja A je čakanie na zdroj A, keď opracováva 10 kusov v pravom procese, t. j. 10×10 .



Obr. 5.90. Výpočet priebežnej doby – príklad 1



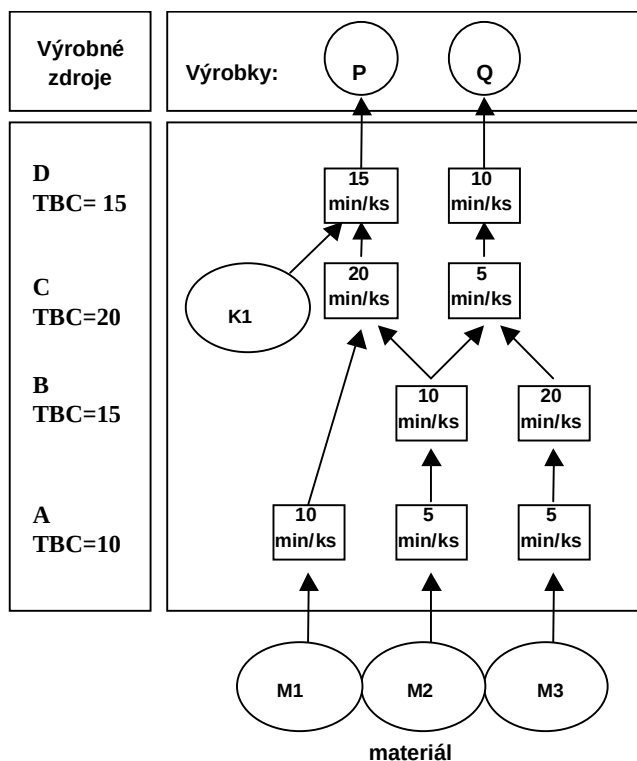
Obr. 5.91. Výpočet priebežnej doby – príklad 2

Použijeme ešte príklad z časti 3 – obr. 5.92. Budeme počítať priebežnú dobu výroby pre výrobky P a Q, ktoré sa vyrábajú a prepravujú v dávke 10 kusov. Operácie budeme označovať označením zdroja a číslami zľava doprava napr. A1, A2, AB a pod. Napr. operácia A2 je spoločná operácie pre výrobky P a Q, takže je možné na nej spracovať dávku 20 kusov naraz. Rozvrh jednotlivých operácií je zobrazený v tabuľke na obr. 5.91.

Na obr. 5.93 je tento priebeh zobrazený graficky na Ganttovom diagrame pre dva prípady – prepravnú dávku 10 kusov a dávku 2 kusy.

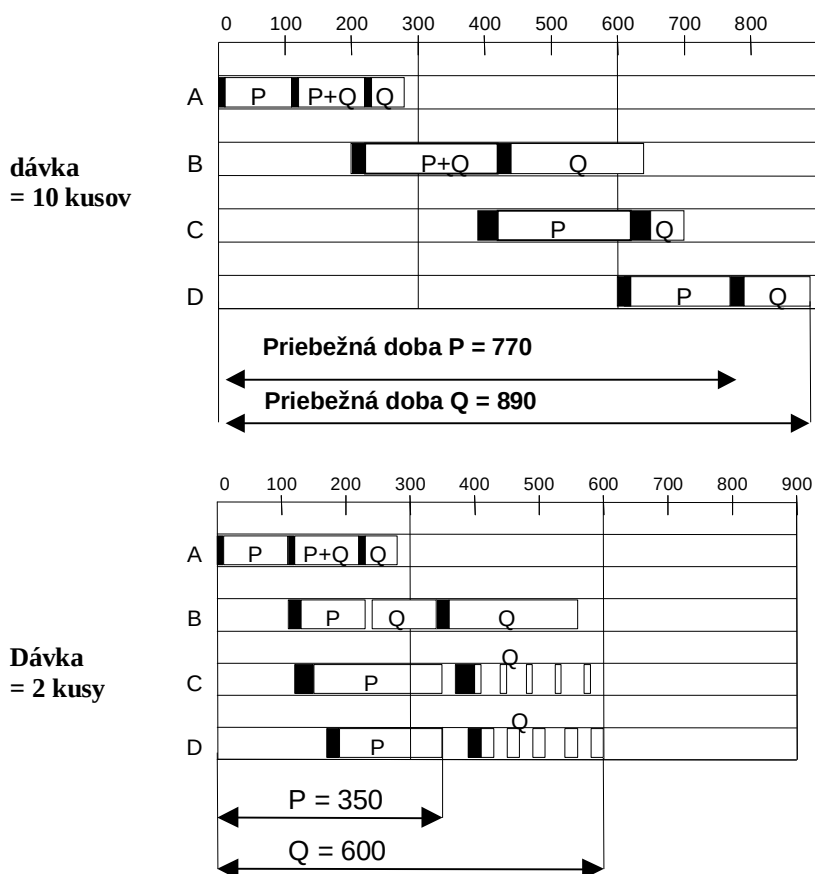
Z vypočítaných priebežných dôb sa potom stanovujú časy vstupov materiálov do systému tak, že sa od interných termínov odvedenia odčítavajú priebežné doby výroby.

Napokon sa stanoví rozvrh výroby pre úzke miesto, t. j. poradie spracovania jednotlivých úloh.



Výrobok	Operácia	Začiatok	Pretypovanie	Proces	Koniec
P	A1	0	10	10x10=100	110
P+Q	A2	110	10	20x5=100	220
Q	A3	220	10	10x5=50	280
P+Q	B1	220	už pretypované	20x10=200	420
Q	B2	420	15	10x20=200	640
P	C1	420	už pretypované	10x20=200	620
Q	C2	640	10 (20 minút už pretypované)	10x5=50	700
P	D1	620	už pretypované	10x15=150	770
Q	D2	770	15	10x10=100	890

Obr. 5.92. Štruktúra procesov a rozvrh výroby



Obr. 5.93. Ganttov diagram priebehu výroby výrobkov P a Q

Keď máme spočítané časové zásobníky, tak môžeme pripraviť plán:

Bubon - Drum			Zásobník - Buffer	Lano - Rope		
Výrobok	Množstvo	Interný termín odvedenia	čas zásobníka	vstup materiálu		
P	10	800	770	materiál	množstvo	čas vstupu
				M1	10	30
				M2	10	30
Q	10	1200	890	K1	10	30
				M2	10	310
				M3	10	310
P	10	1500	770	M1	10	730
				M2	10	730
				K1	10	730

Rozvrh pre úzke miesto: B1 - 10 ks, B2 - 20 ks, B3 - 10 ks

5.5. Projektovanie servisných prevádzok

V tejto časti nebudeme uvádzať podrobnosti o projektovaní logistických dodávateľských reťazcov, údržbárskych dielní a ďalších pomocných a obslužných prevádzok, ale uvedieme iba niektoré základné trendy v tejto oblasti. V učebniciach projektovania sa uvádzajú tabuľky pre výpočet počtu THP pracovníkov vo výrobe, počty strojov v údržbe, počty pracovníkov a plochy na údržbu, veľkosť výdajne náradia a pod.

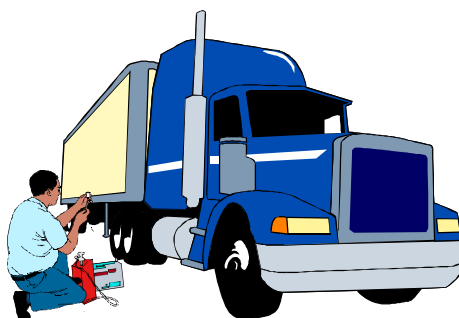
Možno ste si už všimli, že sa zaoberáme výrobnými systémami, ktoré sú iné – modulárne, organizované z dynamických fraktálov, ktoré využívajú tímovú prácu. Preto aj klasické členenie na funkčné útvary vo výrobe prestáva platiť. Výrobné fraktály postupne preberajú mnohé činnosti a zodpovednosť zo servisných stredísk, ktoré im pri tomto prechode aktívne pomáhajú.

Pozrime sa na jeden príklad. Keď sa na ceste pokazí osobné auto, jeho majiteľ obyčajne volá odťahovú alebo servisnú službu a nechá si auto opraviť. Keď sa pokazí kamión vodičovi z povolania, vytiahne z auta náradie a opraví si väčšinou poruchu sám. Pozrime sa teraz do našich domácností – koľko ľudí si opravuje bicykle, autá, vysávače, kotle, stavajú a zateplujú si domy, zvárajú ploty a pália slivovicu na doma vyrobených zariadeniach. Prečo sa takto nesprávajú k zariadeniam a majetku, ktorý im je zverený v podniku ?



Vodič osobného auta:

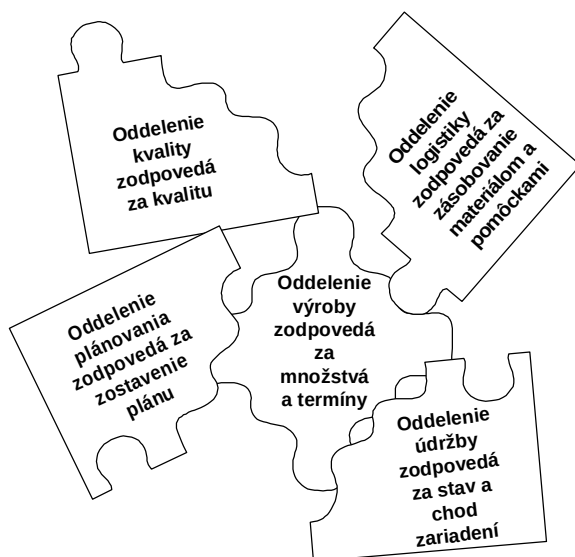
- používateľ
- nemá vzdelanie na opravu auta
- nesleduje detailne stav auta
- nemá dokumentáciu o poruchách
- je bezradný pri poruche na ceste
- čaká na pomoc



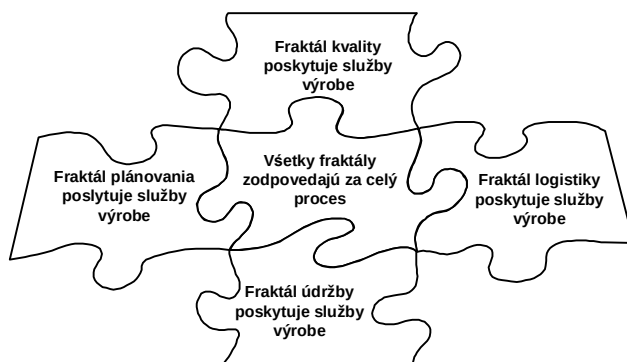
Vodič kamiónu:

- má priamy vzťah k vozidlu
- má zodpovednosť za auto
- má prípravu na opravu auta
- sleduje stav vozidla a vedie o ňom dokumentáciu
- vie diagnostikovať príčinu poruchy a vie ju odstrániť
- aktívne sa zapája do údržby vozidla

Obr. 5.94. Rôzny prístup k poruche automobilu – osobné auto, kamión



Obr. 5.95. Postupne decentralizácia úloh a zodpovednosti a vzájomné prelínanie fraktálov



Obr.5.96. Vzájomné prepojenie servisných fraktálov s výrobou

Prečo je údržba dôležitá a venuje sa jej v posledných rokoch taká pozornosť? Okrem toho, že má priamy vplyv na využitie kapacity stroja (koeficient CEZ), existujú aj ďalšie argumenty:

- Náklady na údržbu výrobných zariadení predstavujú vo vyspelých štátoch 12 - 15 % HDP.
- V západnej časti Nemecka sa ročne vynakladá na údržbu 125 miliárd USD.
- Ročné náklady na údržbu strojov predstavujú 5 – 10 % z obratu firiem.

- Len v západnej Európe pracuje v oblasti údržby vyše 2 milióny ľudí.

Tendencia je v postupnom presúvaní úloh údržby priamo do výrobných fraktálov. Samozrejme, že je možné vymenovať rad argumentov proti tomuto kroku, napr.:

1. strata know – how
2. zvýšenie zásob náhradných dielov
3. chýbajúca pružnosť pri krízových situáciách a pod.

Na druhej strane ale treba vidieť často údržbárske dielne, ktoré sú vzdialené výrobe – nielen svojim sídlom, ale aj myslením a prístupom k práci a na druhej strane operátorov strojov, ktorým na stave stroja záleží minimálne.

Presun úloh z údržby do výroby prebieha postupne v malých krokoch a pri súčasnom školení a výcviku pracovníkov z výroby.

Využívajú sa aj tzv. údržbárske krúžky, ktorých hlavným cieľom je zlepšenie stavu výrobných zariadení, odstránenie konfliktov medzi údržbou a výrobou, zapojenie operátorov do činností údržby a zainteresovanie údržbárov na problémoch dielne.

Princípy práce týchto krúžkov sú:

- Malé zmiešané skupiny robotníkov, majstrov, údržbárov prípadne inžinierov z TPV – 4-10 ľudí pod vedením moderátora.
- Dobrovoľná účasť na základe návrhu.
- Trvanie maximálne 90 minút v rámci pracovného času.
- Maximálne 5 stretnutí na jednu tému.
- Témy definuje zodpovedný manažér.

Hlavné ciele tohto procesu sú: je:

- Údržba musí sledovať celopodnikové ciele.
- Údržba slúži výrobe.
- Centrálna údržba je štíhla, lacná – sú v nej len špeciálne činnosti a najnutnejšie prostriedky.
- Využívanie nápadov všetkých pracovníkov (údržbárov aj operátorov) v údržbárskych krúžkoch.
- Údržba pomáha prevziať výrobe údržbárske úlohy.

Samozrejme, že v podniku aj naďalej zostane centrálna údržba – ako servisné stredisko s nasledovnými úlohami:

- Výpomoc pri krízových situáciách – vysoké požiadavky na údržbu a kapacity.
- Centrálné zásobovanie náhradnými dielmi.
- Informačný systém údržby.
- Centrálné úlohy údržby – napr. doprava, žeriavy, budovy, sklady, dvere, vozíky, softvér, údržbárska dielňa a pod.

- Špeciálne úlohy - elektrické a elektronické zariadenia, nové náročné technológie, štandardizácia, školenia, presadzovanie zákonných noriem, revízie, rozpočty a koordinácie spolupráce s inými servisnými firmami.

Takáto decentralizácia si vyžaduje aj významné zmeny v kvalifikácii operátorov strojov, ktorí sú potom schopní vykonávať aj niektoré diagnostické a údržbárske činnosti v rámci svojho fraktálu, napr. skúšanie a výmena vypínačov, skúšanie a výmena motorov do 1,5 kW, výmena poistiek do 63 A, skúšanie a výmena magnetických ventilov, skúšanie, výmena a čistenie svetelnej signalizácie a i.

Podobným spôsobom ako údržba, aj stredisko kvality prenáša mnohé činnosti priamo do fraktálu a ponecháva si hlavne nasledovné skupiny úloh:

- Podpora výrobných fraktálov novými metódami zabezpečovania kvality.
- Sledovanie a realizácia podnikových cieľov kvality.
- Informačný systém kvality.
- Správa a evidencia skúšobných a meracích zariadení.
- Podpora systému kaizen v oblasti kvality a moderovanie krúžkov kvality.
- Podpora a vykonávanie aktivít FMEA.

Fraktál preberá hlavne nasledovné úlohy:

- skúšky podľa skúšobných plánov.
- skúšanie spôsobilosti a procesov.
- spracovanie interných a externých reklamácií.
- vypracovanie plánov na zvýšenie kvality.
- presadzovanie programov kvality v rámci fraktálu.

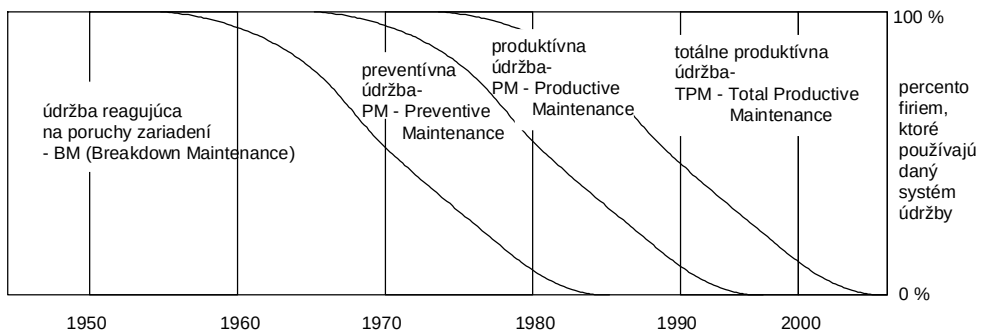
Okrem už uvedených aktivít v oblasti údržby a kvality dochádza aj k presunu ďalších úloh z oblasti logistiky a technickej prípravy výroby priamo do fraktálov. V oblasti TPV ide hlavne o možnosti urýchlenia zmien v technickej dokumentácii, sledovanie nákladov v rámci fraktálu, projektovanie pracoviska a zlepšovanie výrobných postupov, meranie a analýzu práce priamo vo fraktáli.

Z logistických úloh a úloh v oblasti plánovania a riadenia výrobný fraktál preberá potvrdzovanie a uvoľňovanie objednávok do výroby v rámci fraktálu, monitorovanie priebehu výroby, objednávanie materiálu a pomôcok, kapacitné plánovanie, rozvrhovanie výroby a ďalšie úlohy.

Vráťme sa ale ešte stručne k TPM, ktorá má medzi servisnými strediskami pre výrobu kľúčový význam.

Totálne produktívna údržba (TPM - Total Productive Maintenance). TPM sa orientuje na zapojenie všetkých pracovníkov v dielni do aktivít, ktoré smerujú k minimalizácii prestojov zariadení, minimalizácii nehôd a nepodarkov. Pri TPM ide o prekonanie tradičného delenia ľudí na „pracovníkov, ktorí pracujú na danom stroji“ a „pracovníkov, ktorí ho opravujú“. Vychádza sa z toho, že práve pracovník, ktorý obsluhuje stroj má šancu najskôr zachytiť abnormality v jeho práci a prípadné zdroje budúcich porúch zariadenia. Mottom TPM je:

„Ochraňuj si svoj stroj a staraj sa oň vlastnými rukami“. Maximum diagnostických a údržbárskych činností sa teda v TPM prenáša z klasických oddelení údržby priamo na výrobných pracovníkov - výrobné úseky. Začína sa obyčajne so zlepšením poriadku na pracovisku, s čistením strojov a kontrolou ich stavu (uvoľnené skrutky, káble, kryty, čistenie a mazanie trecích plôch a pod.). Ďalej sa obsluha učí „porozumieť svojmu stroju“, tak ako skúsenejší vodič automobilu vie podľa jeho „zvuku“ a správania sa na ceste stanoviť včas správnu diagnózu a vykonať príslušnú opravu, preberá túto úlohu aj operátor stroja, ktorý sa k nemu postupne učí správať ako k svojmu „vlastnému“ zariadeniu. Okrem údržbárov a operátorov sa do systému TPM zapájajú aj ďalšie profesie napríklad z technickej prípravy výroby.



Obr. 5.97. Vývoj systémov údržby a ich využívanie v podnikoch

TPM zapája všetkých ľudí v podniku do procesu maximalizácie celkovej efektívnosti zariadenia (CEZ).

Ide hlavne o elimináciu šiestich základných typov strát na stroji:

1. Prerušenia v práci stroja v dôsledku porúch.
2. Pretypovanie stroja a nastavovanie zariadenia (výmena nástroja, upínača, formy, zoraďovanie a pod.).
3. Krátkodobé výpadky v práci stroja (namotanie triesky, blokovanie sklzov, nesprávna činnosť senzorov, zablokovanie posuvného mechanizmu nečistotami a pod.).
4. Straty rýchlosti - napr. rozdiel medzi stanovenou rýchlosťou obrábania a skutočnou rýchlosťou.
5. Nepodarky a komponenty, ktoré treba dodatočne opracovať (oprava nepodarkov, odstraňovanie materiálu z materiálu s nesprávnymi odchýlkami a pod.).
6. Nízka výťažnosť - výťažnosť materiálu, straty medzi štartom zariadenia a stabilnou výrobou.

Pri produktívnej údržbe sa vykonáva tzv. PM analýza (P - problém, M - Mechanism, Machinery, Manpower, Material, t. j. mechanizmus, zariadenie, pracovník, materiál), ktorá slúži na hľadanie príčin chronických a sporadických strát. Chronické straty sa pravidelne opakujú a sú často skryté v štruktúre zariadenia, alebo v používanej pracovnej metóde. Na ich odstránenie je potrebná obyčajne inovácia, zásadná zmena myslenia alebo spôsobu

práce. Sporadické straty sa vyskytujú obyčajne ako dôsledky zmeny podmienok v prevádzke zariadenia, nástroja, prípravkov a pod. a môžu byť obyčajne eliminované obnovením normálnych prevádzkových podmienok.

PM analýza prebieha v nasledovných krokoch:

1. Vyjasnenie problému - starostlivé preskúmanie problému a porovnanie s iným podobným zariadením alebo procesom.
2. Fyzická analýza problému - sledovanie prírodných zákonov, ktoré súvisia s problémom - napr. kontakt súčiastok, trenie medzi nimi, opotrebenie a jeho príčiny a pod.
3. Spracovanie zoznamu všetkých príčin, ktoré môžu viesť k danému problému.
4. Vyhodnotenie zariadenia, použitých materiálov a metód - zoznam vplyvov a vzťahy medzi nimi.
5. Plán vyšetrenia všetkých faktorov, ktoré vplývajú na zmenu podmienok a môžu viesť k problému - čo sa bude merať, ako sa to bude merať, kedy sa to bude merať.
6. Vyšetrenie chýb a ich príčin podľa plánu v kroku 5. Dodržiavať optimálne podmienky práce a sledovať aj vplyvy nepatrných chýb. Nezanedbávať žiadne chyby - ani tie, ktoré sa môžu na prvý pohľad zdať ako nepodstatné.
7. Príprava plánu zlepšenia.

Celopodnikový systém TPM sa skladá z nasledovných piatich prvkov:

1. TPM sa orientuje na zmenu podnikovej kultúry tak, aby sa dosiahla maximálna celková efektívnosť výrobného systému.
2. TPM sa dôkladne zaoberá celým systémom tak, aby sa predchádzalo všetkým druhom strát na pracovisku alebo na zariadení (nulové prestoje, nulové nepodarky, nulové straty rýchlosti, nulové nehody a úrazy).
3. TPM sa nezavádza iba vo výrobe a v kooperujúcich oddeleniach, ale v celom podniku vrátane oddelení nákupu, predaja, vývoja, administratívy a pod.
4. TPM zapája do svojich aktivít všetkých pracovníkov podniku - od top manažmentu až po robotníkov v dielni.
5. TPM sa usiluje dosiahnuť nulové straty s pomocou činností v malých autonómnych tímoch.

Hlavné aktivity TPM sú zhrnuté na obr. 5.98.

Japonskí odborníci odporúčajú nasledovný postup pri zavádzaní TPM v podniku:

Príprava projektu TPM

1. Príprava projektu TPM oznámenie rozhodnutia zaviesť TPM v podniku. Vysvetlenie cieľov, postupu a princípov v podnikových novinách, na stretnutiach s pracovníkmi a na informačných seminároch.
2. Zahájenie vzdelávania a osvetu na podporu TPM - semináre pre rôzne úrovne personálu - manažment, technickí pracovníci, výrobný personál a pod.

3. Vytvorenie vhodnej organizačnej štruktúry na zavedenie TPM - vytvorenie realizačných tímov na rozličných úrovniach, poverenie zodpovedného manažéra z top manažmentu riadením celého projektu, výber a výcvik vhodného personálu pre implementáciu TPM.
4. Vypracovanie základných cieľov a postupu zavedenia TPM - analýza existujúceho stavu, definovanie konkrétnych cieľov, ktoré sa majú dosiahnuť, časový harmonogram a konkretizácia jednotlivých krokov.
5. Spracovanie detailného, záväzného plánu realizácie TPM v podniku.

Aktivita	Zodpovednosť
1. Eliminácia šiestich hlavných typov plytvania vo využití zariadení - prestoje zariadení, straty pri pretypovaní a nastavovaní zariadenia (výmena prípravkov, foriem, nástrojov), straty spôsobené krátkym výpadkom stroja (zablokovanie stroja deformovaným materiálom, namotanie triesky na nástroj, a pod.), straty rýchlosti (stroj nepracuje pri požadovaných rezných podmienkach), straty spôsobené nepodarkami a ich opravovaním, straty spôsobené zlou výťažnosťou materiálu, nábehom výroby, skúškami a pod. (znehodnotenie materiálu, nesprávna konštrukcia, a pod.).	Tieto činnosti sú založené hlavne na práci výrobných tímov, ktorým pomáha, oddelenie údržby, oddelenie výroby a technickej prípravy výroby.
2. Plánovaná údržba - zber a spracovanie údajov, zníženie variability životnosti súčiastok, zvýšenie životnosti súčiastok, pravidelná obnova opotrebovaných súčiastok, predpovedanie životnosti súčiastok, predpovedanie porúch a identifikácia príznakov potenciálnych porúch, diagnostika strojov a eliminácia chýb.	Oddelenie údržby
3. Autonómna údržba - vykonávaná obsluhou stroja - rozlišovanie normálneho a abnormálneho chodu stroja, zaistenie normálnych podmienok chodu stroja, schopnosť korigovať abnormality v chode stroja, čistenie a cykly mazania, pravidelné prehliadky stroja, štandardy autonómnej údržby, sledovanie kvality komponentov stroja.	Výroba
4. Preventívna technická príprava výroby - konštruovanie výrobkov s ohľadom na ich ľahkú vyrobiteľnosť, výrobné postupy a plány, organizácia a riadenie údržby, sledovanie nákladov, výrobné plány a plány opráv, projektovanie a manažment preventívnej údržby.	Technická príprava výroby, oddelenie údržby
5. Vzdelávanie a tréning vo vyššie uvedených činnostiach.	Oddelenie vzdelávania, výrobné oddelenie

Obr. 5.98. Hlavné aktivity TPM

Skúšobná implementácia TPM

6. Úvodný TPM projekt vo vybranej časti výroby - zapojenie kooperujúcich firiem, externí konzultanti a vzdelávacie firmy, vyhodnotenie prvých skúseností.

Implementácia TPM v podniku

7. Zlepšovanie celkovej efektívnosti zariadení vo výrobe - výber zariadení, formovanie tímov pre TPM.
8. Spracovanie programov autonómnej údržby v jednotlivých tímoch - vytvorenie a rozvoj diagnostických nástrojov a schopností pracovníkov v TPM tíme.
9. Vytvorenie plánov pre oddelenie údržby - periodické a preventívne prehliadky - kooperácia s TPM tímami, hospodárenia s opotrebovanými súčiastkami, zásobovanie a pod.
10. Tréningy zamerané na riešenie detailných problémov v TPM tímoch - tréning vedúcich tímov vo vedení a moderovaní skupiny, tréning v riešení vybraných technických problémov údržby.
11. Zavedenie kompletného TPM programu.

Stabilizácia

12. Vyhodnotenie výsledkov, stanovenie vyšších cieľov, zdokonaľovanie a stabilizácie TPM programu.

Projekt zavedenia TPM je pre každý podnik niečím odlišný. Existuje však päť základných činností, ktoré by sa v každom takomto projekte mali rozvinúť:

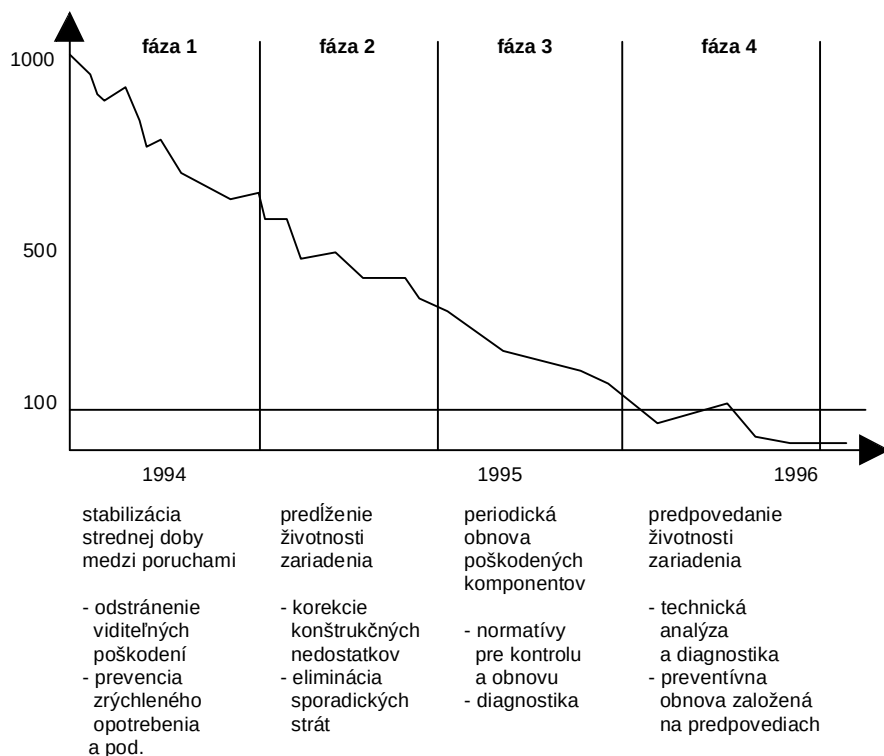
1. Program merania a zlepšovania celkovej efektívnosti zariadení (CEZ)
2. Rozvoj autonómnej údržby u obsluhy zariadenia.
3. Vypracovanie a realizácia programu plánovanej údržby oddelením údržby.
4. Tréning na rozvoj schopností pracovníkov zapojených do TPM.
5. Program preventívnej údržby pri uvedení nového zariadenia do prevádzky.

Jednou z hlavných oblastí, kde je možné zvýšiť disponibilitu výrobných zariadení je eliminácia prerušení v ich práci. Klasická údržba sa zaoberá hlavne prerušeniami, ktoré vznikajú v dôsledku poruchy. Druhou oblasťou, do ktorej zasahuje TPM sú však i straty, keď zariadenie síce pracuje, ale v dôsledku poškodených komponentov alebo nesprávnych pracovných metód dochádza k stratám - napr. zbytočne dlhé časy na výmeny foriem alebo nástrojov, práca pri nižších rezných rýchlostiach a dlhších časoch opracovania a pod.

TPM používa päť základných činností na elimináciu prerušení v práci výrobného zariadenia:

1. Používanie optimálnych podmienok pre prácu zariadenia (čistenie, mazanie, uťahovanie skrutiek, tesnenia a kryty a pod.).
2. Dodržiavanie predpísaných prevádzkových podmienok.
3. Včasný diagnostikovanie a obnova poškodených prvkov.
4. Odstraňovanie konštrukčných nedostatkov v zariadení.
5. Zdokonaľovanie schopností pracovníkov v oblasti obsluhy, diagnostiky a údržby zariadenia.

Všetky tieto aktivity sa vykonávajú v úzkej spolupráci výrobného oddelenia a oddelenia údržby a prebiehajú dlhodobo v štyroch základných fázach podľa príkladu na obr.5.99.



Obr. 5.99. Fázy znižovania prerušení v práci zariadenia

Ďalšou dôležitou súčasťou TPM sú techniky pre diagnostiku podmienok na zariadení. Používajú sa techniky vychádzajúce z analýzy zaťaženia, detekcie a analýzy poškodenia a porúch, a analýzy výkonu a zaťaženia.

Pri diagnostike sa v TPM používajú nasledovné prístupy:

1. Päť zmyslov - vychádza sa z toho, že pracovník na pracovisku najlepšie pozná „svoje“ zariadenia a obyčajne dokáže veľmi rýchlo vizuálne alebo akusticky zaregistrovať abnormalitu v jeho činnosti.
2. Vibračné techniky.
3. Sledovanie triesok alebo úlomkov materiálu v čistiacej kvapaline alebo v mazadlách.
4. Monitorovanie výkonu zariadenia.
5. Techniky založené na únave materiálu, korózii, presakovaní kvapalín a plynov a pod.

Základom TPM sú činnosti autonómnej údržby vykonávané priamo obsluhou stroja, ktoré navrhuje japonský inštitút JIPM zavádzať v nasledovných krokoch:

1. **Počiatkové vyčistenie** - všetko na pracovisku sa očistí od špiny a tekutín, namažú sa potrebné súčiastky, opraví sa poškodené časti stroja, podoťahujú sa skrutky a pod.
2. **Opatrenia proti zdrojom výskytu porúch** - prevencia voči vzniku nečistôt, vlhkosti, prachu, zlepšenie pracoviska s ohľadom na čistenie a mazanie, redukcia času na čistenie a mazanie stroja.
3. **Stanovenie štandardov pre čistenie a mazanie zariadení** - zavedenie štandardov, ktoré zabezpečia pravidelné udržiavanie čistoty a mazania pracoviska a minimalizáciu času na jeho prípravu (nastavenie).
4. **Príprava na komplexné prehliadky pracoviska** - rozvoj schopností pracovníkov vykonávať komplexné prehliadky zariadenia (kontrolné manuály) s cieľom odhaliť poškodenia a potenciálne zdroje porúch.
5. **Autonómne prehliadky** - formulácia implementácia plánov autonómnych prehliadok.
6. **Udržiavanie poriadku a čistoty** - zavedenie štandardného systému usporiadania pracoviska - štandard pre čistenie, prehliadky a mazanie, štandard pre fyzické usporiadanie pracoviska, štandard pre zber a zaznamenávanie údajov na pracovisku, štandard pre usporiadanie náradia, prípravkov a pracovných pomôcok.
7. **Ďalšie činnosti** - rozvoj zlepšovania na pracovisku, zaznamenávania a analýzy stredných dôb medzi poruchami, diagnostika a kontinuálne zlepšovanie zariadenia.

Z hľadiska hospodárnosti je vhodné, ak sa v prvých fázach údržba koncentruje hlavne na dôležité zariadenia, ktoré tvoria úzke miesta v podniku. Z údajov z ostatných 1 - 2 rokov sa zostavuje plán priorít na údržbu zariadení, ktorý môže mať napríklad formu podľa obr. 5.100.

Štandardy pre čistenie a mazanie môžu byť spracované napr. podľa obr. 5.101.

V TPM sa zároveň spracovávajú ročné i dlhšie plány údržby, v ktorých sú definované hlavne nasledovné položky:

1. Zariadenie
2. Údržbárska činnosť
3. Stupeň zložitosti
4. Zodpovednosť
5. Interval
6. Termíny
7. Intervaly medzi poruchami a doby na odstránenie poruchy

Oblasť	Položka	Vyhodnotenie	Štandard pre vyhodnotenie
výroba	1. Ako často sa používa dané zariadenie?	4 2 1	80 % a viac: 4
	2. Existujú náhradné zariadenia?	5 4 2 1	59 % a menej: 1 nie - 5, v inom stredisku - 4, áno, ale vyťažené - 2, áno - 1
	3. Aké je percentuálne zastúpenie výrobkov podobného typu na danom zariadení?	4 2 1	100-75% - 4, 0-35 % - 1, 35 - 75% - 2
	4. Ovplyní porucha zariadenia aj ďalšie procesy?	5 4 2 1	
kvalita	5. Hodnota mesačných strát - opotrebované tesnenia, čistiace prostriedky, nepodarky a pod.		
	6. Ako ovplyvňuje dané zariadenie kvalitu finálneho výrobku?		
údržba	7. Frekvencia porúch za mesiac a náklady na ich odstránenie?		
	8. Stredná doba medzi poruchami		
bezpečnosť	9. Ako ovplyvňuje porucha zariadenia pracovné prostredie? (bezpečnosť pri práci, hlučnosť a pod.).		

Obr. 5.100. Plán priorít pre údržbu zariadení - príklad

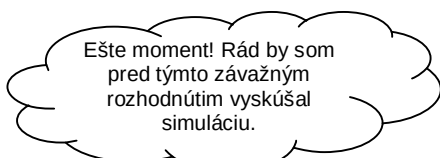
Zobrazenie	štandard pre zariadenie:	zodpovedný TPM pracovník: majster:							
	oblasti čistenia	štandardy čistenia	metóda čistenia	zariadenie na čistenie	čas čistenia	cyklus čistenia			
						deň	týž-deň.	me-siac	
obrázok	rám	žiadne triesky a nečistoty	očistenie oceľovým kartáčom	obrázok	10 min.	X			
obrázok	olejový ventil	žaden olej a nečistota	očistenie utierkou	obrázok	5 min.		X		
	oblasti mazania	štandardy mazania	metóda mazania	zariadenie na mazanie	čas mazania	cyklus mazania			
						deň	týž-deň.	me-siac	
obrázok	mazanie ozubenia	hladina oleja musí byť do polovičky výšky ozubenia	olejnička	obrázok	5. min			X	

Obr. 5.101. Štandardy pre čistenie a mazanie

Ďalšie veľmi dôležité úlohy, ktoré je potrebné v pláne TPM vyriešiť sú: organizácia TPM v rámci podniku, rozpočet na TPM a jeho zložky, plán vzdelávania a spracovanie tréningových programov - nielen všeobecné kurzy o preventívnej údržbe a tímovej spolupráci, ale aj špecializované technické vzdelávanie zamerané na diagnostiku, funkcia strojov, mechanizmy a súčiastky strojov (skrutky, remene, reťaze, ozubenie, ložiská, hydraulika, pneumatika, riadiaci systém a pod.). Ďalej je potrebné vypracovať nový systém pre hodnotenie a odmeňovanie výsledkov údržby, zapracovať činnosti autonómnej údržby do systému hodnotenia a odmeňovania obsluhy strojov, majstrov a pod.

5.6. Simulácia výrobných systémov

Tak ako voľakedy generáli v Pentagone sledovali nový model vojenskej operácie, alebo výskumníci v NASA simulovali ďalšiu cestu astronautov okolo našej Zeme, môžu dnes naši projektanti a manažéri na počítači analyzovať riziká projektu novej výrobnéj technológie. Načo? Tak ako pri vojenskej operácii alebo vesmírnej ceste, aj pri výstavbe výrobného systému pôsobí množstvo rozličných činiteľov, ktoré nie je možné popísať exaktnými matematickými rovnicami. Ešte predtým, ako sa začne stavať, projektanti by chceli vedieť odpovede na nasledovné typy otázok: Kde sú „úzke miesta“ projektu? Kde sú hlavné riziká? Čo sa stane keď ...?“ Ekonomov zase zaujíma, kde by sa ešte dalo v projekte ušetriť, čo je v projekte „navyše“. Manažér sa pýta: Čo sa stane keď zoberiem túto zákazku? Dá sa splniť termín a cena? Prečo mám vyššie náklady ako konkurencia? Máme vysoké zásoby a dlhé priebežné časy? Ale čo je ich príčinou?...



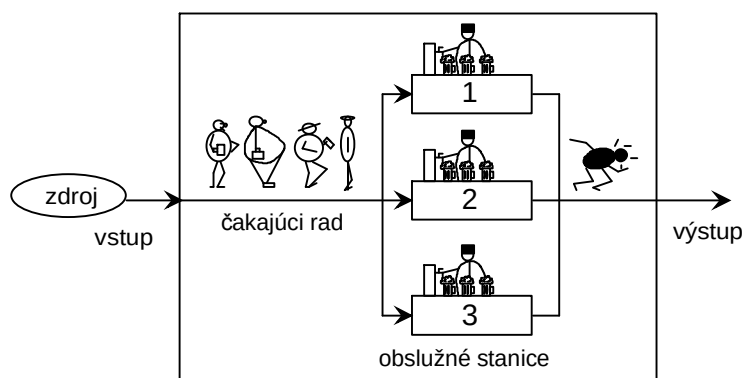
Skrátka - každý z nás, kto stojí pred dôležitým rozhodnutím, by si rád vopred „prehral“ jeho možné dôsledky a až potom sa rozhodol. Život nám túto možnosť nedáva, čo je dobre, pretože inak by bol fádny, bez prekvapení a vzrušenia.

V investovaní a v podnikaní sa však žiadna ľahkovážnosť nevypláca.

Aj preto patrí simulácia k nepostrádateľným nástrojom priemyslových inžinierov - aby sme sa vyhli podobným tragédiám ako na vedľajšom obrázku.

Analytické modelovanie výrobného systému

Ešte predtým, ako sa dostaneme k podstate počítačovej simulácie, krátko predstavíme metódy analytického modelovania. Tieto metódy vychádzajú z princípov systémov hromadnej obsluhy. Štruktúra jednoduchého systému hromadnej obsluhy je zobrazená na obr. 5.102.



charakteristické veličiny

príchody	čakanie	obsluha
stredná doba medzi príchodmi $1/l$ vstupný prúd l	stredná doba čakania čakajúci rad	stredná doba obsluhy $1/m$ počet obslužených položiek za jednotku času m

Obr. 5.102. Štruktúra jednoduchého systému hromadnej obsluhy

Ako je vidieť z obrázka, systém hromadnej obsluhy (zvolili sme príklad, ktorý je nám Slovákom blízky) pozostáva zo vstupného prúdu požiadaviek (zákazníkov), ktoré čakajú v rade pred obslužnými stanicami. Systém hromadnej obsluhy sa charakterizuje dvoma hlavnými parametrami:

λ - definuje počet zákazníkov, ktorí prídu do systému za jednotku času.

μ - definuje počet obslužených zákazníkov za jednotku času.

Podmienkou analytického riešenia tohto systému je:

$$\lambda < \mu.$$

Ďalšími dôležitými charakteristikami takéhoto systému je typ rozloženia náhodnej veličiny, podľa ktorého sa riadi vstupný prúd a obsluha (λ, μ), počet obslužných staníc, ohraničenosť čakacieho radu, spôsob radenia sa položiek v rade.

Základné vzťahy pre riešenie tzv. M/M systémov hromadnej obsluhy t.j. systémov s exponenciálnymi rozdeleniami sú uvedené na obr. 5.103.

Použitie týchto vzťahov si demonštrujeme na príklade.

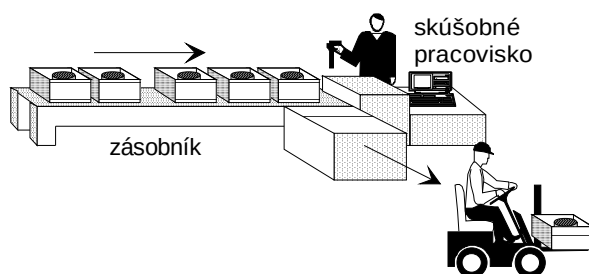
Na konci montážnej linky sa nachádza kontrola kvality, ktorá pozostáva z priestoru na čakanie paliet a zo skúšobného pracoviska (obr. 5.104). Priemerne prichádza 80 paliet v priebehu jednej smeny (8 hod.) a tieto príchody sú exponenciálne rozložené. Kontrola jednej palety trvá priemerne 5 minút a tento čas má exponenciálne rozdelenie.

Úloha

1. Koľko paliet priemerne čaká v zásobníku?
2. Koľko musí priemerne čakať prichádzajúca paleta?
3. Ako sa zmenia parametre systému, pri pridaní druhej skúšobnej stanice a oddeleného zásobníka?
4. Ako sa zmenia parametre systému pri spoločnom zásobníku pre obidve stanice?
5. Ktorý variant je najvýhodnejší?
6. Ako sa menia pomery v systéme, ak je priemerný čas na kontrolu 6 min. a je z rozličných rozdelení náhodnej veličiny?

Systém	M/M/1/∞/∞/FIFO	M/M/s/∞/∞/FIFO
Pravdepodobnosť, že v systéme je 0 objektov	$p_0 = 1 - \frac{l}{m} = 1 - r$	$p_0 = \frac{1}{\frac{r^2}{s! \left(1 - \frac{r}{s}\right)} + \sum_{n=1}^{s-1} \frac{r^n}{n!}}$
Pravdepodobnosť, že v systéme je n objektov	$p_n = \left(\frac{l}{m}\right)^n p = r^n (1 - r)$	$p_n = \frac{r^n}{n!} p_0, \quad 0 \leq n \leq s$ $p_n = \frac{r^n}{s! s^{n-s}} p_0, \quad n > s$
Pravdepodobnosť čakania	$p_w = r$	$p_w = \frac{r^s p_0}{(s-1)!(s-r)}$
Priemerný počet objektov v systéme	$N = \frac{l}{m-l} = \frac{r}{1-r}$	$N = L_q + r$
Priemerný počet objektov v rade	$L_q = \frac{l^2}{m(m-l)} = \frac{r^2}{1-r}$	$L_q = \frac{r^s \frac{r}{s}}{s! \left(1 - \frac{r}{s}\right)^2} p_0$
Priemerný čas čakania v systéme	$V = \frac{N}{l} = \frac{1}{m-l} = \frac{1}{m(1-r)}$	$V = W_q + \frac{1}{m}$
Priemerný čas čakania v rade	$W_q = \frac{L_q}{l} = \frac{l}{m(m-l)} = \frac{r}{m(1-r)}$	$W_q = \frac{L_q}{l}$

Obr. 5.103. Základné vzťahy pre výpočet systémov hromadnej obsluhy



Obr. 5.104. Analyzovaná linka

Zhrnutie vstupných údajov:

$\lambda = 80$ paliet / smena = 10 paliet / hod.

$\mu = 12$ paliet / hod. (priemerne 5 min. na jednu paletu)

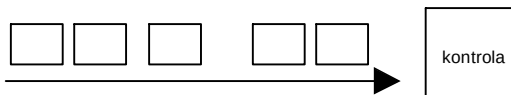
1 kontrolné pracovisko: 1000 Sk/deň

1 pracovník kontroly: 600 Sk/hod.

1 zásobník pre 1 paletu: 800 Sk/deň

250 pracovných dní za rok

1.-2. úloha - M/M/1 systém

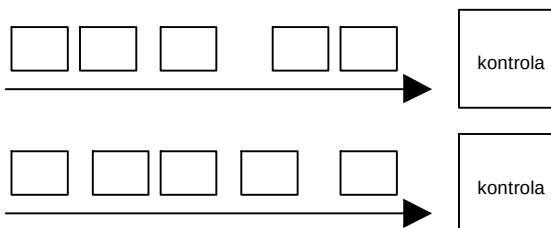


Dopravná hustota: $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{10}{12} = 0,833$

Priemerný počet paliet v zásobníku: $L_q = \frac{\rho^2}{1-\rho} = 4,166$

Priemerný čas čakania v zásobníku: $W_q = \frac{L_q}{\mu} = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)} = 0,413 \text{ hod.} \approx 25 \text{ min.}$

3. úloha - dva paralelné M/M/1 systémy



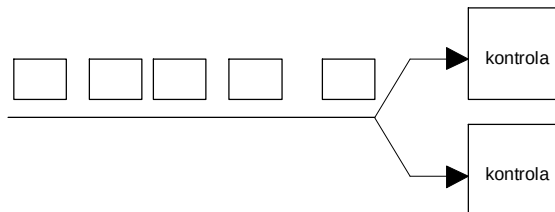
$\lambda = 5$ paliet / hod.

$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{5}{12} = 0,416$

Priemerný počet paliet v zásobníku: $L_q = \frac{\rho^2}{1-\rho} = 0,297$

Priemerný čas čakania v zásobníku: $W_q = \frac{L_q}{1} = \frac{r}{m(1-r)} = 0,059 \text{ hod.} \approx 3,6 \text{ min.}$

4. úloha - jeden M/M/2 systém



$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{10}{12} = 0,833$$

pravdepodobnosť, že v zásobníku nečaká žiadna paleta:

$$p_0 = \frac{1}{s! \frac{r^2}{\left(1 - \frac{r}{2}\right)}} + \sum_{n=1}^{s-1} \frac{r^n}{n!} = 0,417$$

Priemerný počet paliet v zásobníku: $L_q = \frac{r^2 \frac{r}{s}}{s! \left(1 - \frac{r}{s}\right)^2} p_0 = 0,175$

Priemerný čas čakania v zásobníku: $W_q = \frac{L_q}{\lambda} = 0,0175 \text{ hod.} \approx 0,1 \text{ min.}$

5. Ekonomické vyhodnotenie variantov

	počet zásobn.	náklady/rok	počet kontrolných pracovísk	náklady/rok	počet pracovníkov	náklady/rok	Suma
Variant 1	5	1000000	1	250000	1	150000	1,4 mil.
Variant 2	2	400000	2	500000	2	300000	1,2 mil.
Variant 3	1	200000	2	500000	2	300000	1,0 mil.

Variant 3 má lepšie výsledky ako variant 2 (počty a časy čakajúcich položiek) preto, lebo zo spoločného zásobníka si môžu palety „vyberať“ kontrolné pracovisko podľa toho, ktoré je práve voľné. Pri oddelených zásobníkoch môže nastať situácia, že v jednom zásobníku čaká niekoľko paliet a druhé pracovisko kontroly nemá prácu.

V tabuľke na obr. 5.105 sú sumarizované výsledky simulácie vyššie analyzovanej linky pri hodnotách $\lambda = 6$ a $\mu = 6$ (t. j. systém nebolo možné riešiť analyticky) a pri rozličných rozloženiach náhodnej veličiny.

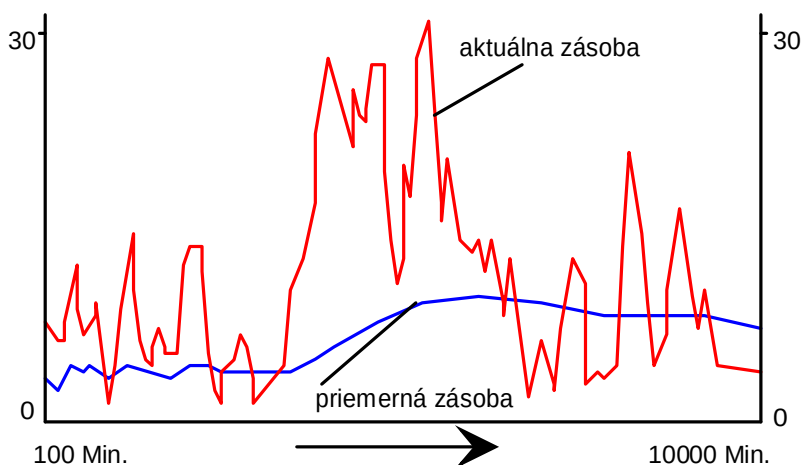
Variant ($\mu=6$)	Parameter											
Rozloženie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Exponenciálne	56,6	0	187,4	8	0	31	50,7	0	181,7	157	5,8	-----
Gama	157,5	3,17	311,6	25	0	55	151,5	0	302,8	164	6,1	+178
Normálne	107,9	0	384,1	17	0	63	102,0	0	377,4	158	6,1	+91
Weibullovo	217,7	2,2	513,0	35	0	82	211,8	0	507,5	145	6,1	+285
Trojuholník.	105,5	2,1	261,7	16	0	44	99,4	0	254,9	145	6,0	+86
Rovnomerné	86,8	1,3	211,4	13	0	36	80,8	0	201,6	147	5,9	+54
Log.-Normal	185,8	27,1	261,7	16	0	85	179,9	21,7	468,9	146	6,2	+228
Gama-poruch.*	499,8	1,3	211,4	13	0	100	494,6	0	721,9	149	-----	+783
μ -Kon/ λ -Exp	129,4	6	275,6	20	0	45	123,4	0	269,6	164	6,0	+129
μ -Kon/ λ -Kon	6	6	6	0	0	1	0	0	0	166	6,0	- 89
1 - priemerný priebežný čas (min.) 2 - minimálny priebežný čas (min.) 3 - maximálny priebežný čas (min.) 4 - priemerný rad 5 - minimálny rad 6 - maximálny rad						7 - priemerný čas čakania (min.) 8 - minimálny čas čakania (min.) 9 - maximálny čas čakania (min.) 10 - prítok 11 - priemerné trvanie operácie (min.) 12 - rozdiel medzi priebežnými časmi (%)						

Obr. 5.105. Charakteristiky linky pri rozličných typoch náhodných rozdelení

Uvedené výsledky sú potvrdením významnosti vplyvu náhodných veličín na činnosť výrobného systému. Tieto údaje sú zároveň varovaním pred neuváženým používaním stredných hodnôt pri popise niektorých procesov vo výrobe bez toho, aby bol podrobne analyzovaný typ náhodného rozdelenia.

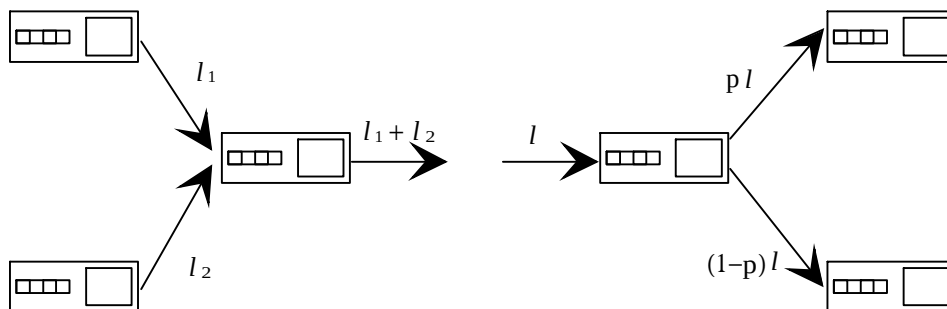
Na obr. 5.106 je uvedený priebeh zásob v zásobníku v závislosti na čase, získaný simuláciou. Obrázok poukazuje na ďalšiu chybu, ktorej sa dopúšťame, ak dimenzujeme zásobník iba na základe vypočítanej priemernej zásoby. Z obrázka je vidieť, že väčšinu času výška zásob prevyšovala hodnotu priemernej zásoby. Ak by bol teda zásobník nadimenzovaný podľa priemernej zásoby, tak by celý tento čas spôsoboval blokovanie. V určitom časovom okamihu sa výška zásob vyšplhala až na hodnotu 30. Projektant má teda niekoľko možností:

1. V uvedenom časovom intervale urobiť opatrenia na zníženie zásoby (napríklad obmedzenie prísunu komponentov).
2. Nadimenzovať zásobník na kapacitu 30.
3. Nadimenzovať zásobník na nižšiu kapacitu s tým, že v daných časových intervaloch bude spôsobovať blokovanie predchádzajúceho pracoviska.



Obr. 5.106. Časový priebeh zásob v zásobníku

Z jednoduchých systémov hromadnej obsluhy je možné zostaviť obslužné siete (obr. 5.107), ktoré sa používajú pri analytickom modelovaní zložitejších štruktúr výrobných systémov.



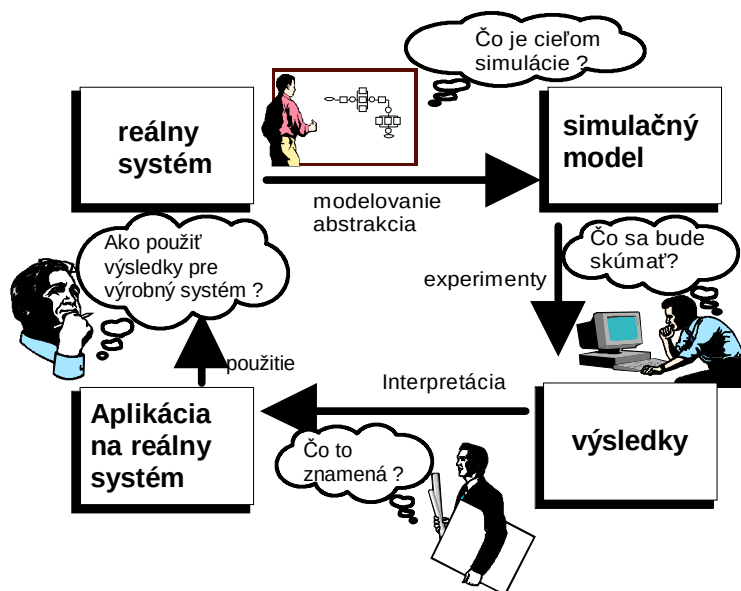
Obr. 5.107. Obslužná sieť

Metódy analytického modelovania vychádzajú z teórie hromadnej obsluhy a z modelov obslužných sietí. Ich výhodou je predovšetkým jednoduchosť a rýchlosť výpočtu. Hlavným obmedzením je, že tieto metódy používajú iba určité typy rozloženia náhodných veličín pri definovaní príchodov položiek a pri obslužných časoch v staniciach. Výsledky výpočtu zodpovedajú stabilnému stavu práce systému, majú väčšinou tvar priemerných hodnôt a nie je obvyčajne možné získať údaje pre jednotlivé časové intervaly alebo pre extrémne hodnoty, ktoré sú dôležité napríklad pre dimenzovanie zásobníkov, sledovanie rozptylu priebežných časov a pod.

Simulácia výrobného systému

Simulácia odstraňuje všetky nedostatky analytických metód, je však zároveň náročnejšia na čas (zostavenie modelu, testovanie modelu, plánovanie a vykonávanie experimentov) i prípravu vstupných údajov a tým je teda i drahšia. Táto metóda prekonáva mnohé okrajové podmienky a obmedzenia analytických modelovacích postupov a jej použitie je opodstatnené hlavne v tých prípadoch ak zlyhali ostatné možnosti riešenia.

Princíp počítačovej simulácie je znázornený na obr. 5.108.

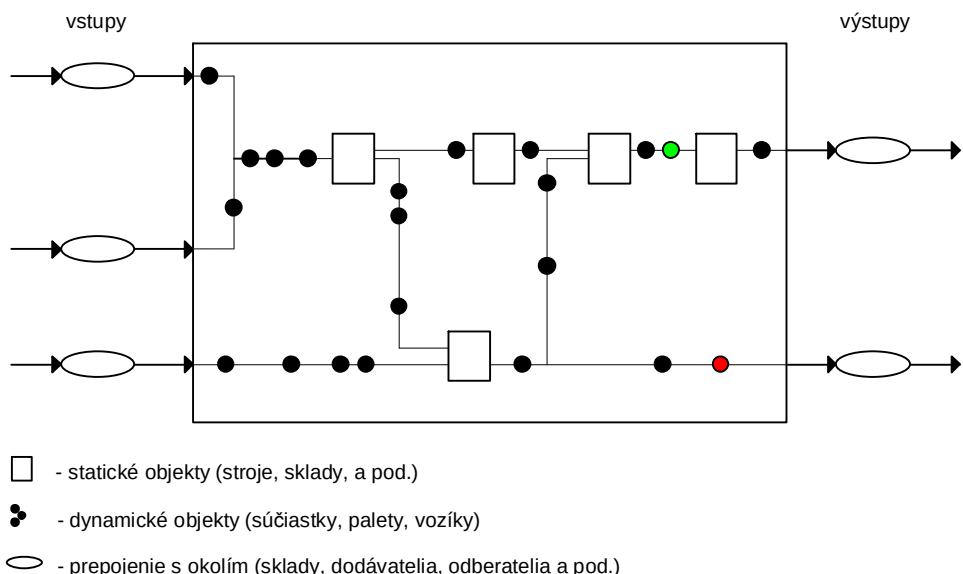


Obr. 5.108. Princíp počítačovej simulácie

Ako je vidieť z obrázka, prvým krokom je zostavenie simulačného modelu výrobného systému. V ďalšom kroku sa vykonávajú so simulačným modelom experimenty, na základe ktorých sa dosiahnu výsledky, ktoré je potom potrebné správne interpretovať a použiť pre zlepšenie reálneho systému. Simulácia je teda experimentálna metóda, pri ktorej sa experimentuje s modelom výrobného systému na počítači.

Model výrobného systému obyčajne pozostáva z nasledovných typov objektov (obr. 5.109):

- I Statické trvalé objekty (nepohyblivé časti systému, ktoré v ňom trvalo pôsobia - stroje, sklady a pod.).
- I Dynamické dočasné objekty (pohyblivé prvky, ktoré vstupujú do systému, pohybujú sa medzi statickými časťami systému a na niektorom mieste systém opúšťajú - súčiastky, palety).
- I Prvky prepojenia s okolím (miesta kde vstupujú dynamické objekty do systému a kde systém opúšťajú).



Obr. 5.109. Objekty modelu výrobného systému

Simuláciu možno zaradiť medzi štatistické experimentálne metódy, pretože pracuje na rovnakom teoretickom základe ako metódy matematickej štatistiky. Keď nemôžeme skúmať celý, rozsiahly súbor, vyberie sa vzorka, ktorá reprezentuje charakteristické znaky celého skúmaného súboru (štatistický výber). Táto vzorka sa štatisticky analyzuje a výsledok analýzy sa potom aplikuje na celý súbor (populáciu).

Podobne aj pri simulácii dochádza k nahradeniu reálneho systému jeho simulačným modelom. Tento model obsahuje len tie vlastnosti reálneho systému, ktoré nás zaujímajú z hľadiska našej analýzy. Na základe experimentov s modelom potom robíme závery o celom reálnom systéme.



kresba: Bruno Horecký

Po preskúšaní modelu sa vykonávajú experimenty, v ktorých sa hľadajú rôzne možnosti vylepšenia systému a overuje sa ich vplyv na modelovaný systém. Ako vidieť, simulácia nie je nástroj, ktorý umožní získať priamo optimálne riešenie. Je to skôr podporný nástroj, ktorý pomáha projektantovi testovať efekty svojich rozhodnutí na simulačnom modeli.

Na základe princípu, ktorý je využitý pri zostavení simulačného modelu rozlišujeme nasledovné typy simulácie:

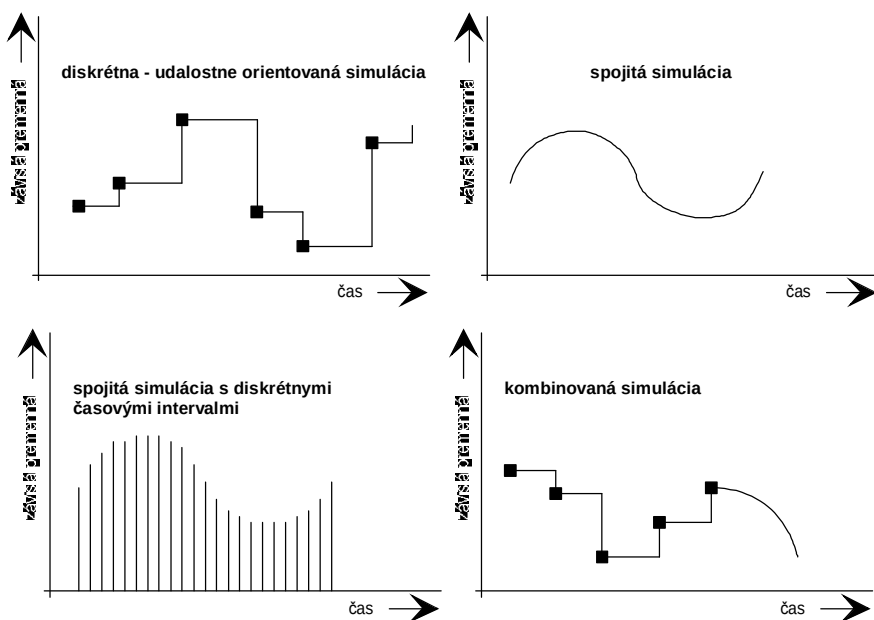
- I **Diskrétna simulácia** - nazýva sa aj udalostne orientovanou simuláciou. Z pohľadu simulácie budeme v tomto prípade simulovať len tie časové okamihy (udalosti), v ktorých dochádza ku zmene stavových veličín systému. Príkladom diskrétnych systémov je väčšina výrobných a logistických systémov.

- I **Spojité simulácia** - hodnoty stavových premenných sa menia spojitou v danom časovom intervale. Hodnoty stavových premenných sú určované riešením diferenciálnych (diferenčných) rovníc, ktoré popisujú správanie sa simulovaného systému, vo veľmi krátkych časových krokoch (numerické riešenie, obyčajne využívajúce metódu Runge Kutta). Príkladom spojitého systému je pohybujúce sa lietadlo, jeho výška, rýchlosť, tlak vzduchu, spotreba paliva a pod., ktoré sa menia spojitou v čase letu.
- I **Kombinovaná simulácia** - obsahuje prvky diskretnej i spojitej simulácie. Základné typy simulácie sú zobrazené na obr. 5.110. Aj pri simulácii výrobných systémov, kde dominujú diskretne procesy, sa niekedy kombinujú princípy diskretnej a spojitej simulácie. Niektoré chemické alebo tepelné procesy vo výrobe sa napríklad menia spojitou. Ale aj mnohé diskretne procesy v hromadnej výrobe (napr. dopravníky, linky s veľkým množstvom plynulo sa pohybujúceho materiálu) sa častokrát s úsporných dôvodov zobrazujú ako spojitú procesy.

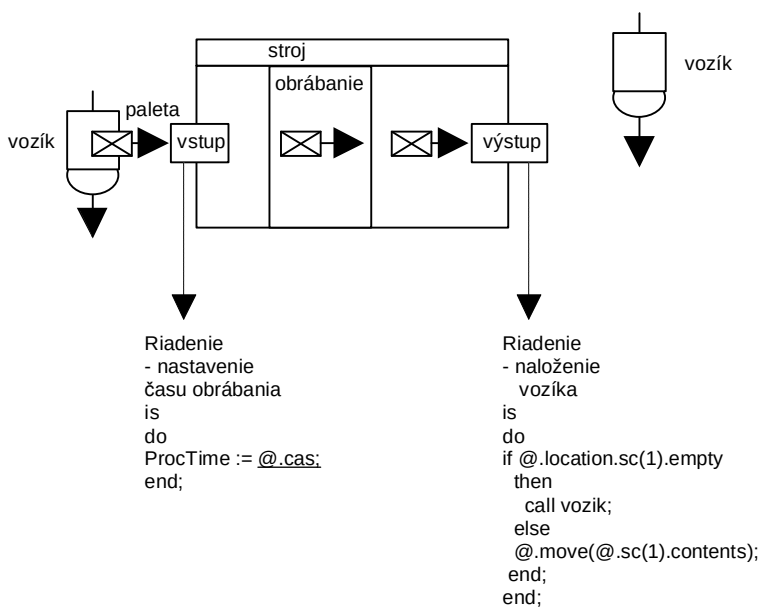
V rozličných simulačných systémoch sa obyčajne pracuje s nasledovnými pojmami:

- I **Entity** (entities) - položky, ktoré prechádzajú cez systém (súčiastky, dokumenty, zákazníci, správy, hlásenia a pod.). Entity sú obyčajne charakterizované tzv. atribútmi, ktoré si nesú so sebou - napr. rozmery, cena, priorita, stav a pod.
 - I **Activity** (activities) - činnosti, ktoré sa v systéme vykonávajú - napr. naloženie vozíka, sústruženie, kontrola súčiastok, oprava stroja a pod. Každá aktivita je obyčajne charakterizovaná časom (na prípravu a na vykonanie aktivity) a zdrojmi, ktoré sú pre ňu potrebné (stroj, pracovník, nástroj a pod.).
 - I **Zdroje** (resources) - prostriedky, ktoré umožňujú vykonávanie aktivít - personál, stroje, priestor, náradie, energia, finančné prostriedky a pod. Jednotlivé zdroje sú obyčajne charakterizované svojou kapacitou, rýchlosťou, časmi, spoľahlivosťou, umiestnením a pod.
 - I **Riadenia** (controls) - pravidlá, ktoré popisujú ako, kedy a kde sa vykonávajú jednotlivé aktivity a za akých podmienok môžu nastať jednotlivé udalosti v systéme (logika). Na najvyššej úrovni riadenia sa jedná predovšetkým o výrobné plány a rozvrhy, výrobné postupy, plány opráv a pod. Na úrovni jednotlivých výrobných zariadení ide o riadiace algoritmy popisujúce napríklad riadenie výrobného zariadenia, hľadanie cieľov pre dopravné zariadenie, riadenie regálového zakladača, riadenie robota a pod. V simulačných systémoch sa jednotlivé riadenia obyčajne spúšťajú prechodom entít cez systém - na vstupe do zdroja alebo na výstupe zo zdroja (obr. 5.111).
- Pri vytvorení modelu výrobného systému ide predovšetkým o definovanie hraníc systému, modelovanie prepojenia na okolie (napr. vstup materiálu, výstup výrobkov a pod.), modelovanie pracovísk a ich prepojenia materiálom a informačným tokom, modelovanie riadiacich pravidiel, porúch, prestávok, pretypovania pracovísk, modelovanie práce ľudí, nákladov a pod.

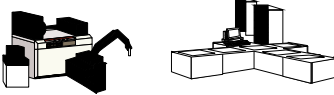
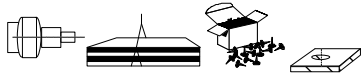
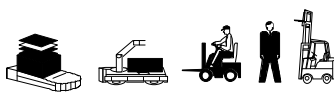
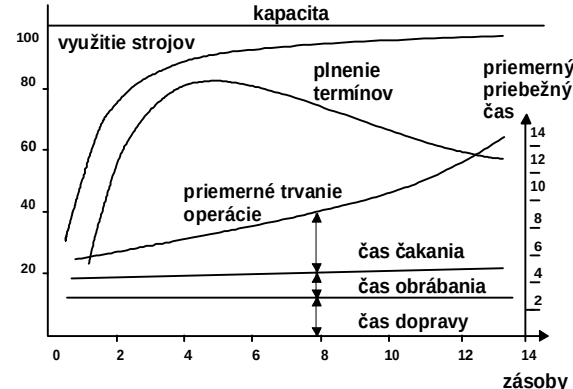
Prehľad základných prvkov simulačného modelu výrobného systému je na obr. 5.112.



Obr. 5.110. Základné typy simulácie



Obr. 5.111. Príklad riadenia v systéme SIMPLE++

prvok modelu	príklad	
komponenty výrobného systému	statické - nepohyblivé	stroje, sklady, cesty, dopravníky a iné 
	pohyblivé	dočasné výrobky, materiál, náradie, rezné kvapaliny, odpad a iné. 
		trvalé vozíky, palety, pracovníci a pod.. 
systémové premenné	vnútorné premenné	výrobný výkon, počet potrebných nástrojov, prípravkov a pod.
	vonkajšie premenné	počet zákazok, poruchy strojov a iné
	parametre	počet strojov, kapacity zásobníkov, počet vozíkov a iné
funkčné vzťahy	$\text{výkon stroja} = F(\text{zásoby, disponibilita})$ $\text{priebežný čas} = F(\text{čas čakania, kapacita})$ $\text{výrobný výkon} = F(\text{využitie, kapacita, zásoby})$ $\text{kapacita} = F(\text{perióda, prácnosť, výrobné množstvo})$ $\text{straty kapacity} = F(\text{pretypovanie, prestoj, integrácia}) \text{ a pod.}$ 	

Obr. 5.112. Hlavné prvky simulačného modelu výrobného systému

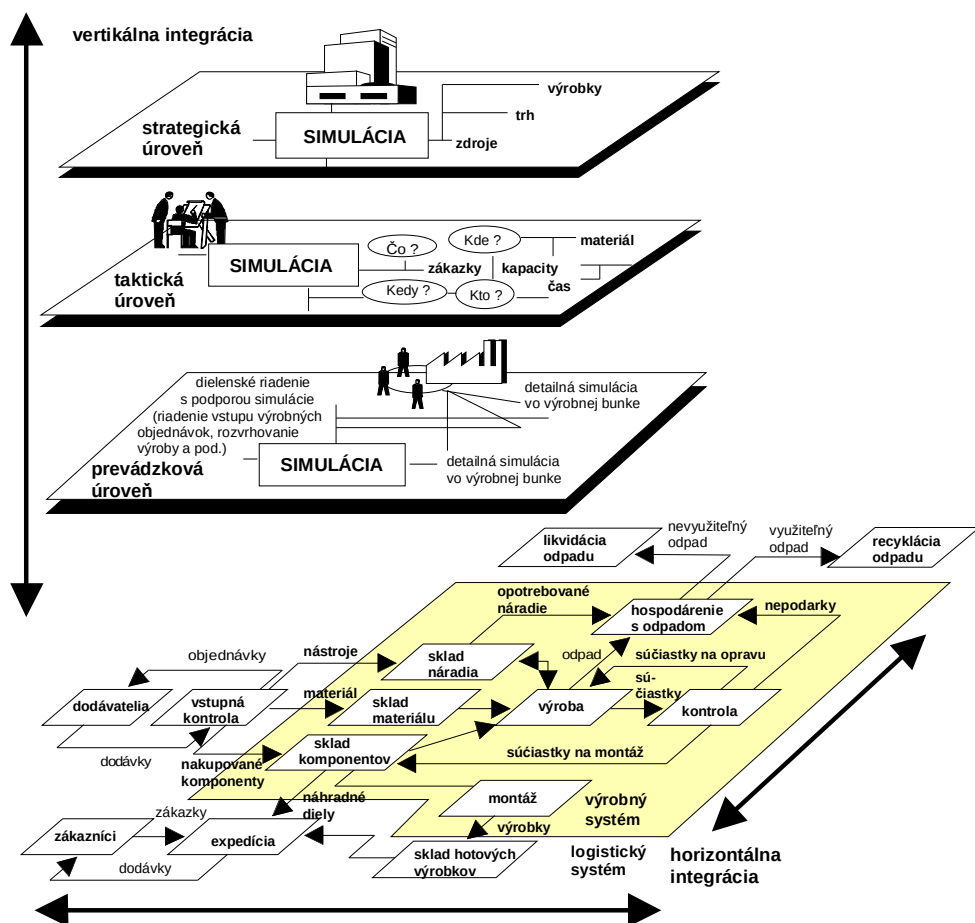
Spôsob ich zobrazenia v modeli a rozsah parametrov a atribútov, ktorými môžu byť popísané je obyčajne daný konkrétnym simulačným systémom. Podrobnejší prehľad jednotlivých objektov pre modelovanie výrobného systému a ich vlastností je uvedený napr. v [26].

Najčastejšie používané charakteristiky výkonu výrobných systémov pri simulácii sú:

1. Výrobný výkon (počet ks/doba simulácie)
2. Priebežná doba výrobu
3. Čas čakania výrobku pred pracoviskom
4. Čas, ktorý výrobok strávil v doprave
5. Veľkosť zásob (rozpracovanosť výroby) - WIP
6. Veľkosti zásob - počty čakajúcich dielcov
7. Využitie zdrojov (zariadenia, personál a pod.)
8. Čas poruchy zariadenia, počet porúch v danom časovom intervale
9. Čas blokovania zariadení
10. Čas nečinnosti zariadení (čakanie na prácu)
11. Čas preventívnej údržby zariadení a jeho vplyv na bezporuchovú prevádzku
12. Počet dielcov, ktoré bolo potrebné opravovať
13. Počet neopraviteľných nepodarkov
14. Nákladové ukazovatele výroby (náklady, zisk ...)
15. Návratnosť investícií (ROI) a pod.

Aplikačné možnosti počítačovej simulácie

Simulácia umožňuje vopred si "prehrať" správanie sa systému po realizácii opatrení, pozrieť sa do budúcnosti a tak v predstihu "vychytať" prípadné problémy. Ako vidieť, simulácia je v mnohých prípadoch vhodným podporným nástrojom pre projektantov i pre riadiacich pracovníkov. S použitím simulácie získava riadiaci pracovník istotu v tom, že plánované úlohy bude možné v danom časovom rámci skutočne realizovať, pričom animácia priebehu výrobného procesu môže pomôcť názorne objasniť a lepšie pochopiť dané procesy. Zároveň je takto možné odhaliť nedostatky výrobného plánu ešte pred jeho realizáciou. Počítačová simulácia výroby predstavuje vlastne "skúšobný výrobný závod" v počítači, ktorý pomáha napríklad overovať efekty rôznych stratégií riadenia. Tri základné úrovne, na ktorých sa využíva simulácia v podniku sú zobrazené na obr. 5.113.



Obr. 5.113. Tri rôzne úrovne využitia simulácie v podniku.

Odpovedzme si ďalej na niektoré zásadné otázky, súvisiace s použitím simulácie:

I Kde sa používa simulácia?

Simulácia našla využitie v oblastiach, ako sú napríklad kozmické lety, vojenské a vojnové operácie, urbanistické systémy, počítačové systémy, logistické a výrobné systémy, podnikateľské hry, finančné modely, ekonometrické modely, ekológia a ochrana životného prostredia, vývoj spoločnosti, biovedy a pod.

I Prečo sa využíva simulácia výrobných a logistických systémov?

Pri projektovaní a prevádzke komplexných logistických a výrobných systémov vzniká množstvo problémov a rizík. Veľký počet variantov a zložitosť ich vyhodnocovania nedávajú pri klasických nástrojoch projektantovi ani riadiacemu pracovníkovi možnosť výberu optimálneho riešenia. Jedná sa o takzvaný efekt lokálnej optimalizácie, ktorá sa vyskytuje nielen v prevádzke logistických a výrobných systémov, ale i pri ich projekte. Uvedený problém je zvlášť zložitý, ak si uvedomíme že o optimalizácii by sme mali hovoriť

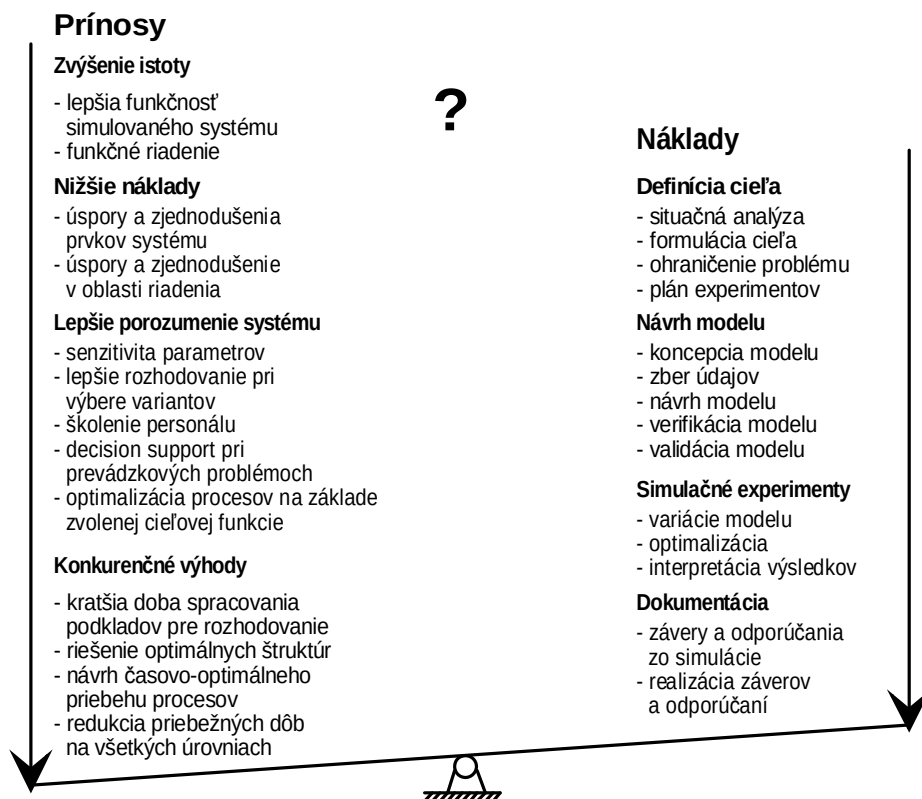
nielen na úrovni výrobného systému alebo dielne, ale že by sa mala sledovať optimalizácia z hľadiska celopodnikových cieľov. Bežne sa stáva, že sa tieto systémy projektujú na základe takto zužovaných pohľadov a kritérií. Ak je projekt príliš nákladný, robia sa jeho úpravy, aby ho bolo možné vôbec realizovať. Pri neurčitosti budúcich požiadaviek na výrobu, pri časovom tlaku, obmedzenosti financií a nedostupnosti moderných projekčných nástrojov je možné len ťažko hovoriť o celkovej optimalizácii parametrov systému. Často sa potom stáva, že už v projekte systému sú nedostatky, ktoré nedovolia plné využívanie všetkých jeho možností. V priebehu prevádzky je potom potrebné riešiť problémy dodatočných úprav systému, čo je spojené obyčajne s ďalším nárastom nákladov. Pre riešenie vyššie uvedených problémov je veľmi vhodné využitie počítačovej simulácie.

I Kedy sa používa simulácia?

Každú simuláciu môžeme chápať ako samostatný projekt a využiť zásady riadenia projektov. Znamená to definovať úlohy, navrhnuť ich logickú a časovú nadväznosť, určiť potrebné ľudské a výpočtové zdroje, finančné nároky a dobu úhrady vložených prostriedkov.

Pri aplikácii simulácie platia dve základné pravidlá:

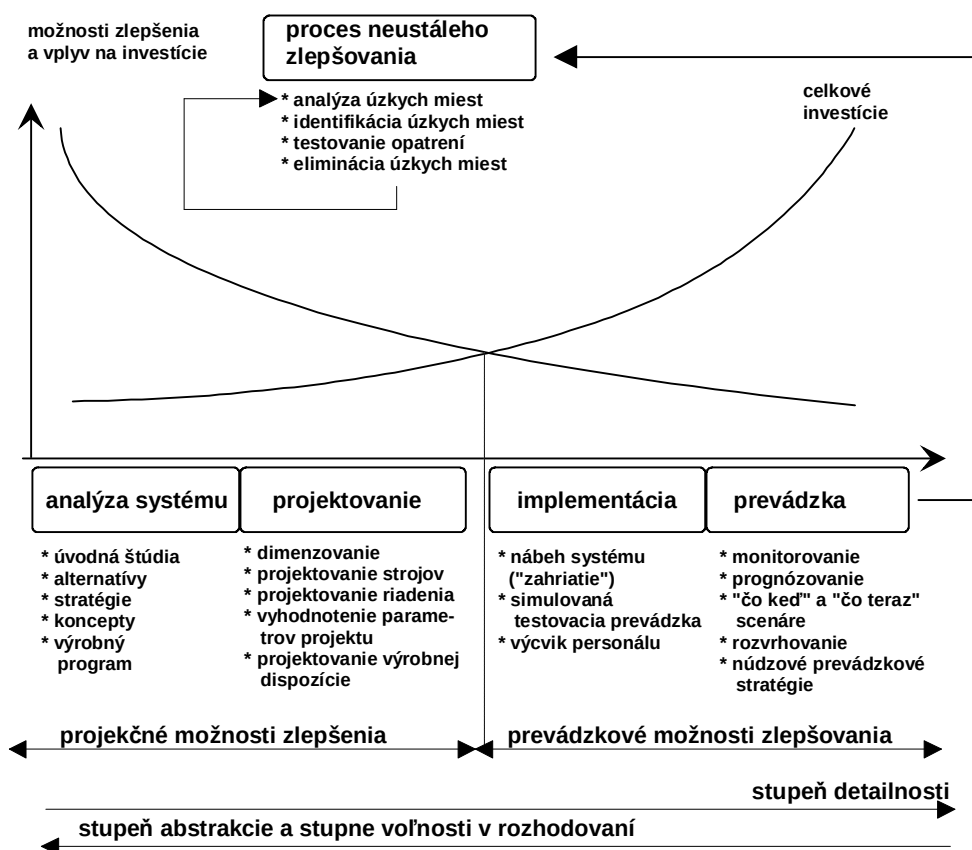
1. Prínosy dosiahnuté aplikáciou simulácie by mali byť väčšie ako náklady potrebné na realizáciu simulácie a zlepšení v systéme (obr. 5.114). Rozhodujúcim kritériom pre to, aby simulácia mohla byť v praxi využitá bude prínos z jej využitia. Prínosy môžeme rozdeliť na kvantitatívne a kvalitatívne. Pri rozhodovaní o simulačnom projekte bude platiť jednoduché pravidlo: simulácia bude opodstatnená v prípade, ak sú priame prínosy zo simulácie väčšie ako náklady na simuláciu. V mnohých prípadoch nie je cieľom simulácie priamy ekonomický efekt. Dodávateľ výrobných alebo dopravných systémov môže s pomocou simulácie napríklad dokazovať ich funkčnosť, výkon alebo spoľahlivosť, čo môže zlepšiť jeho pozíciu na trhu. Na to, aby bol efekt simulácie maximálny do značnej miery vplýva čas, kedy je simulácia realizovaná.
2. Simulácia by mala byť použitá už v počiatočných fázach spracovania projektu.
 - I Ako vidieť z obr. 5.115, najväčšie potenciály pre zlepšovanie parametrov systému sú v počiatočných fázach jeho projektu. V procese realizácie a prevádzky zostáva už len málo stupňov voľnosti pre zmeny a zlepšovanie a väčšina takýchto zlepšení je spojená s vysokými dodatočnými nákladmi, ktoré niekedy môžu prevyšovať prínosy zo zlepšenia.
 - I V súčasnosti existujú viaceré dôvody pre zvýšený význam simulačnej techniky v priemyselných podnikoch:
 - I Známe analytické metódy (teória hromadnej obsluhy, obslužné siete, lineárne programovanie a i.) majú obmedzené použitie pri riešení praktických problémov.
 - I Neustály rast komplexnosti riešení, vysoké investície a vysoké nebezpečenstvo zlých rozhodnutí, ktoré musia byť prijaté v kratších časových intervaloch.
 - I Explózia informácií a poznatkov, rastúci počet alternatív projektov.
 - I Nové požiadavky na pružnosť v celej podnikovej organizačnej štruktúre, nové decentralizované, modułárne organizačné jednotky a nové organizácie práce (tímová práca, simultánne inžinierstvo).
 - I Rýchly vývoj v oblasti počítačovej techniky a software (nové výkonné a lacné počítače, nové simulačné nástroje).



Obr. 5.114. Kedy je vhodné použiť simuláciu ?

Pre ostatné roky vývoja podnikov je zrejmé rozšírenie tradičných aplikačných oblastí simulácie do nasledovných smerov:

- I Nástroj pre analýzy a zlepšovanie výroby.
- I Nástroj pre investičné rozhodovanie.
- I Nástroj pre komunikáciu, vysvetľovanie a výučbu.
- I Nástroj pre podporu myslenia a rozhodovania.



Obr. 5.115. Využitie simulácie v rozličných fázach životného cyklu výrobného systému

V súčasnosti existuje na trhu pomerne široká škála simulačných prostriedkov vhodných pre oblasť výroby (vyše 100 etablovaných programových produktov). Ceny takýchto systémov sa pohybujú, v závislosti od počítačovej platformy, výkonnosti a rozsahu použitia, od 2000 do 200 000 USD. Pre serióznejšie aplikácie treba počítať s cenou od 50 do 100 tisíc \$. Ceny simulačných projektov v špecializovaných firmách sa pritom pohybujú, v závislosti od náročnosti problému, medzi 30-100 tisíc USD.

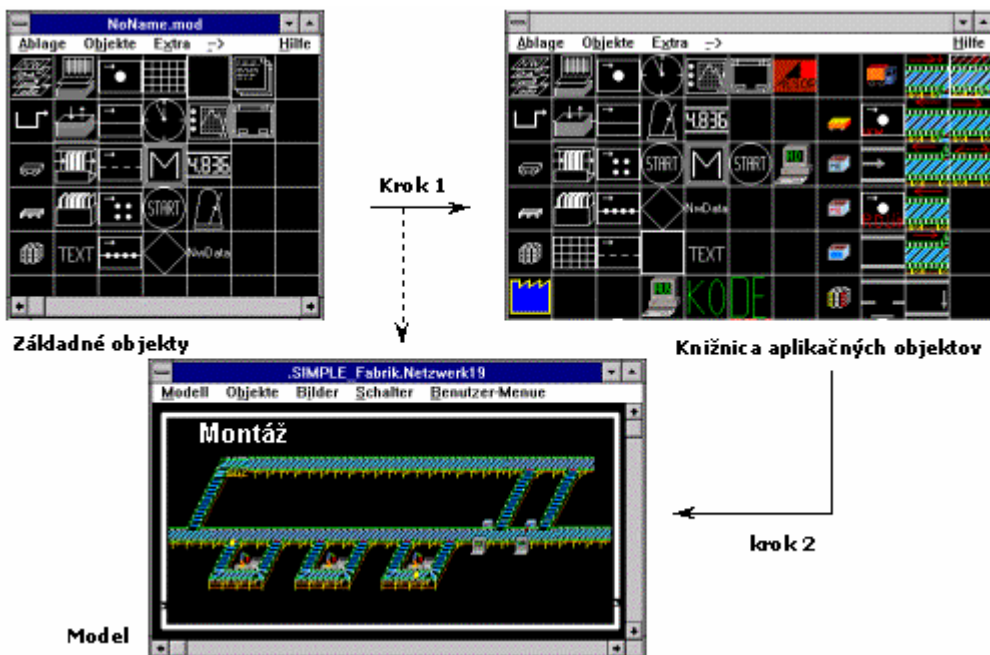
Ročné náklady na simuláciu s využitím systému výkonnejšej kategórie, odhaduje firma AESOP GmbH Stuttgart v podmienkach SRN na 200 tisíc DM, pričom cca 80 % z tejto čiastky tvoria mzdové náklady.

I pri týchto vysokých čiastkach treba poznamenať, že v drvivej väčšine simulačných projektov boli náklady na simuláciu vysoko prevýšené prínosmi, ktoré sú predovšetkým v nasledovných oblastiach:

- I Odstránenie zbytočného predimenzovania niektorých prvkov vo výrobe (sklady, stroje, dopravné zariadenia a pod.).

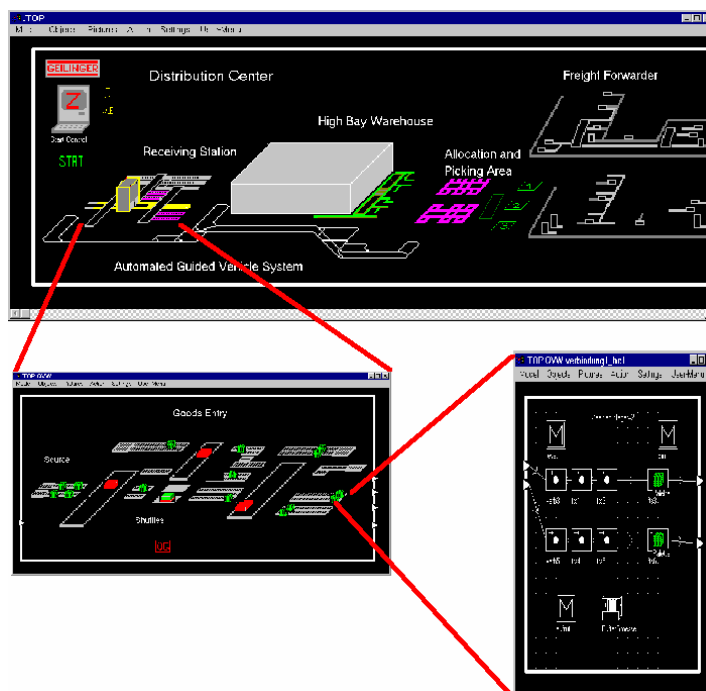
- I Odstránenie nesprávneho návrhu niektorých častí výrobného systému (nesprávne riadenie, nevhodne navrhnuté materiálové a informačné toky, blokovania, poruchovosť a pod.).

Simulačný model sa vytvára z jednotlivých objektov systému (podobne ako stavebnica Lego). Ako je naznačené na obrázku, prvým krokom je vytvorenie aplikačných objektov, poprípade podmodelov, ktoré majú v porovnaní so základnými objektmi odlišné vlastnosti (inú kapacitu skladu, iný čas spracovania súčiastky atď.). Vložením a pospájaním takto pripravených objektov, sa nakoniec vytvorí počítačový model určitého reálneho procesu.



Obr. 5.116. Postup pri vytváraní modelu

Model je možné vytvárať v hierarchickej štruktúre a jednotlivé úrovne pridávať aj počas tvorby simulačného modelu. Napr. model nemocnica je najvyššia úroveň, jednotlivé oddelenia je možné vytvoriť ako podmodely druhej úrovne, v jednotlivých oddeleniach je možné vytvoriť ako podmodely napr. izby, ošetrovňu atď. Z tohto vyplýva, že reálny systém môže byť vytvorený detailnejšie (komplexnejšie), pričom počet úrovní nie je obmedzený. Počas simulačného behu je možné detailne simulovať len určitý podmodel alebo podmodely, ktoré nás momentálne zaujímajú a v druhom simulačnom behu je možné simulovať iné podmodely. Na prezentáciu napríklad pre vrcholový manažment môže byť zaujímavá len najvyššia úroveň, kde je možné prezentovať celkové výsledky, ale počas vývoja simulačného modelu sú zase zaujímavé najnižšie úrovne. Jednoduchý príklad hierarchickej štruktúry je znázornený na obrázku.



Obr.5.116.: Hierarchická štruktúra simulačného modelu

Komunikačné rozhranie SiMPLE++ umožňuje výmenu údajov v reálnom čase, komunikáciu s inými programami alebo spúšťanie existujúcich štandardných programov. Integrované schopnosti SiMPLE++ sú veľmi dôležité pri použití simulácie, napríklad pri podpore každodenných operácií podniku (rozvrhovanie, atď.). Taktiež je možná výmena údajov v reálnom čase pri behu simulačného modelu a úplné riadenie SiMPLE++ inými programovými produktmi. Pracovníci Inštitútu priemyslového inžinierstva v Žiline realizovali vyše 30 simulačných projektov, ktorými sa dosiaholo u zadávateľa nielen zníženie nákladov ale sa zlepšil celý rad ukazovateľov. Išlo napríklad o projekty pre firmy ako Mercedes Benz, Rakúske železnice, ABB, Walterscheid Kiel a iné.

Montáž náprav vo firme Mercedes-Benz.

Tento model bol vytvorený pre optimalizáciu montážnej linky na montovanie náprav automobilov. Jednalo sa o výber najlepšej varianty výrobné dispozície a spôsobu riadenia výroby, pričom sa posudzovali rôzne výrobné dispozície, rovnako ako sa testovali rôzne spôsoby riadenia. V modeli sa robila detailná analýza zásobníkov medzi montážnymi pracoviskami, analýza počtu systémových paliet, rozmiestnenie otočných stolov a optimalizácia spôsobu riadenia montážnych úloh, analýza koordinácie činností montážnych automatov a vplyvu ich poruchovosti na výkon systému a na veľkosti zásobníkov. Takto sa podarilo podstatne vylepšiť pôvodný zámer projektantov, redukovať niektoré drahé zásobníky a minimalizovať riziko pri nábehu celého systému.

Na obrázku sú znázornené dve alternatívy výrobnjej dispozície pracovísk ručnej montáže. Jednotlivé modely sa líšia umiestnením piatich montážnych pracovísk. Na diagrame je znázornená priepustnosť pracovísk jednotlivých modelov.



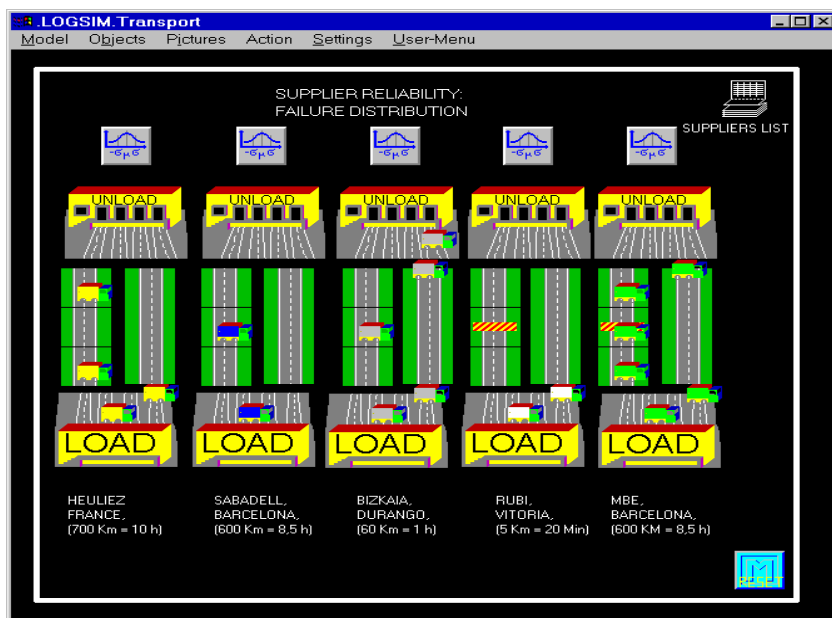
Obr. 5.117. Montážna linka vo firme Mercedes-Benz

Montáž Just-In-Time

Tento model bol použitý na plánovanie dodávok pomocou metódy Just-in-Time od rôznych dodávateľov pre jeden montážny závod. Model obsahoval 5 rôznych dodávateľov prepravujúcich súčiastky na troch rôznych typoch áut. Vzdialenosť medzi dodávateľom a fabrikou sa pohybovala od 5 do 700 km. S pomocou simulácie sa optimalizoval interval dodávok, transportné kapacity a kapacity montážnych zásobníkov, pričom sa zohľadňovali všetky možné nepravidelnosti dodávok.

Distribučné centrum

Veľké distribučné centrum bolo modelované s detailným použitím niekoľkých hierarchických úrovní. Simulácia sa používala počas celého plánovania a procesu implementácie za účelom optimalizácie systému, procesu a komunikácie na všetkých technických a organizačných úrovniach. Optimalizovalo sa zosúladenie vstupujúceho tovaru a automaticky vedeného dopravného systému. Bol redukovaný počet dopravných prostriedkov a usporená čiastka sa pohybovala okolo 250 tisíc DM.



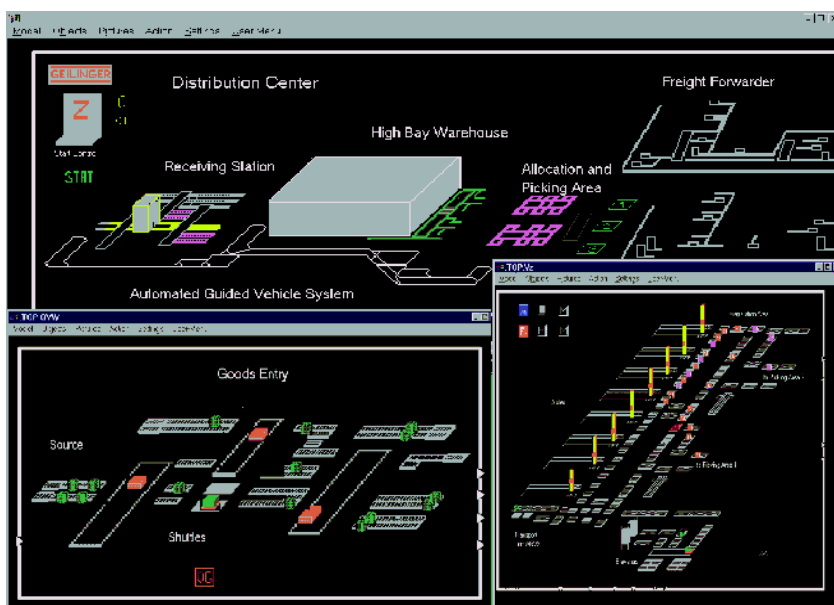
Obr. 5.118. Optimalizácia dodávok

Výroba a logistika v chemickom priemysle

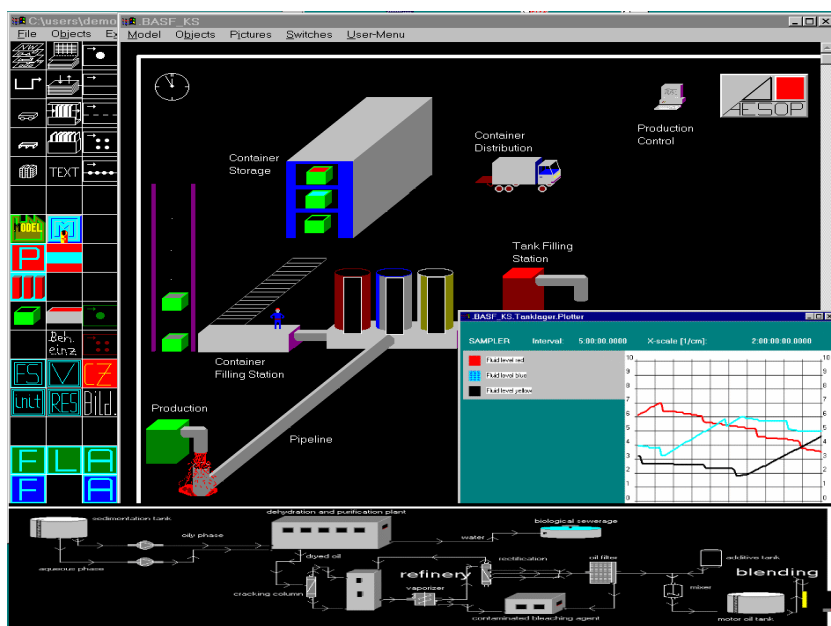
Simulácia vo väčšine chemických spoločností sa používa na overenie kapacít, dimenzovanie výrobných zariadení, optimalizáciu v logistike a overovanie stratégie riadenia.

V ďalšom projekte - vo firme Walterscheid Kiel, sa simuloval materiálový a informačný tok vo výrobe hriadeľov. Posudzovali sa rozličné výrobné varianty, nový koncept usporiadania strojov, nový spôsob riadenia vstupov výrobných úloh do výroby, prepojenie stredísk a pracovísk s rôznym rozsahom indukčne vedenej dopravy alebo regálového zakladača. Simulácia umožnila znížiť zásoby vo výrobe o 50 % a súčasne o cca 40 % redukovať priebežné doby výroby. Podarilo sa ušetriť jedno pracovisko delenia materiálu a budovanie drahého regálového skladu bolo nahradené lacnejšou skladovacou alternatívou.

V simulačnom projekte zlepšenia priebehu výroby vo firme ABB (obr. 5.121) sa podarilo zvýšenie výrobného výkonu o 50 %, skrátenie priebežných časov vo výrobe turbo dúchadiel o 30 %. Testovanie vplyvu rozličných systémov riadenia na výrobné parametre a rôznych návrhov modernizácie systému prinieslo i výrazné zlepšenie ekonomickej bilancie výroby.



Obr. 5.119. Distribučné centrum



Obr. 5.120. Výroba a logistika v chemickom priemysle

výrobný systém TUGEFA firmy ABB

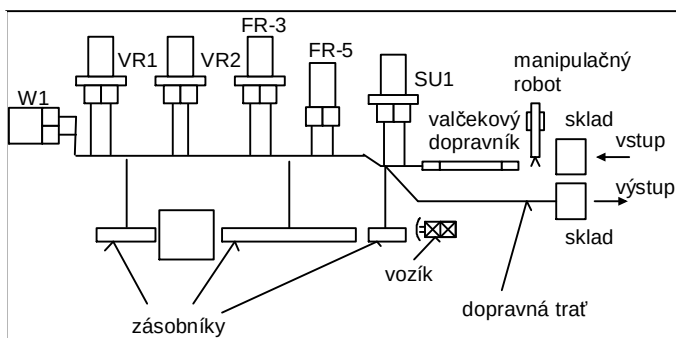
ročná ekonomická bilancia:

pred simuláciou:

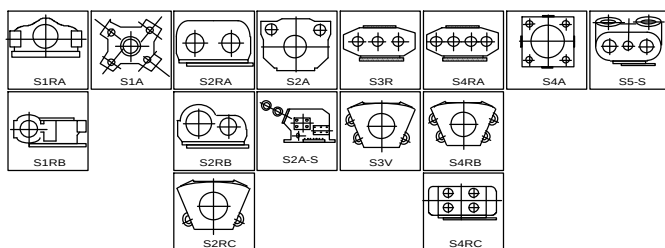
- 80 000 DM

pod simuláciou:

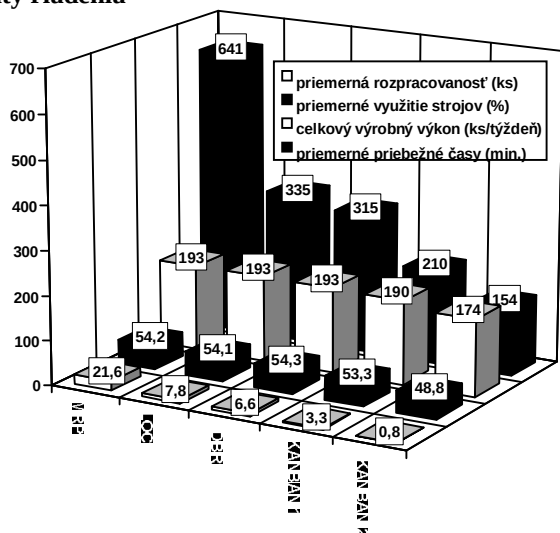
+ 13 000 000 DM



výrobný program:



simulované varianty riadenia



MRP - Material Requirements Planning, LOC - Load Oriented Control - Vytťažovacie riadenie, DBR - Drum Buffer Rope - Riadenie založené na úzkych miestach, KANBAN 1 - 22 Kanban kariet v systéme, KANBAN 2 - 11 Kanban kariet v systéme

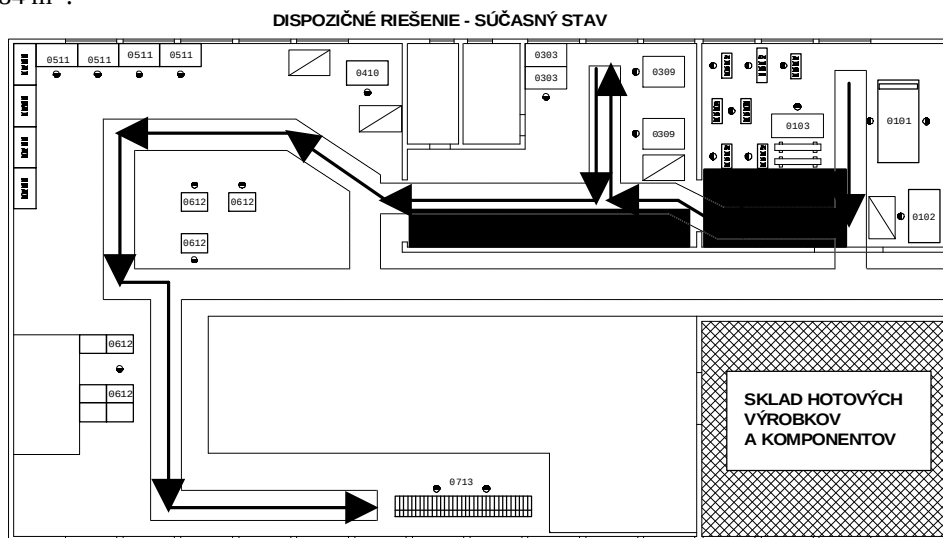
Obr. 5.121. Simulácia systému TUGEFA firmy ABB

Na ďalších obrázkoch sú uvedené niektoré výsledky a možnosti využitia simulácie v slovenských firmách z rôznych výrobných odvetví - výroba kancelárskeho nábytku, výroba elektrických zásuviek, výroba pneumatík pre osobné automobily. Možnosti a hranice simulácie v podnikoch si môžeme zhrnúť nasledovne:

Simulácia umožňuje	Simulácia neumožňuje
! Predpovedanie správania sa systému ! Podporu rozhodovania na rôznych stupňoch ! Lepšie pochopenie fungovania systému a jeho vylepšovanie ! Úsporu peňazí v rôznych oblastiach podniku	! Automatickú optimalizáciu systému ! Kompletne riadenie výroby ! Nahradenie človeka v rozhodovacom procese ! Nájdenie správneho riešenia pri nesprávnych údajoch

Existujúci stav

Z obrázka jasne vidieť neefektívne usporiadanie pracovísk. Veľké vzdialenosti medzi čalúnickými pracoviskami, montážnymi pracoviskami a baliacou linkou predstavujú zbytočné straty. Pracovníci musia prekonávať dlhé vzdialenosti pri preprave výrobkov, čím sa znižuje produktivita ich práce. Dlhé dopravné cesty zaberajú plochu, ktorú by bolo možné využiť efektívnejšie. Dĺžka dopravných trás predstavuje v tomto riešení vzdialenosť 83 m. Plocha, ktorú možno využiť na skladovanie komponentov a hotových výrobkov predstavuje 184 m².



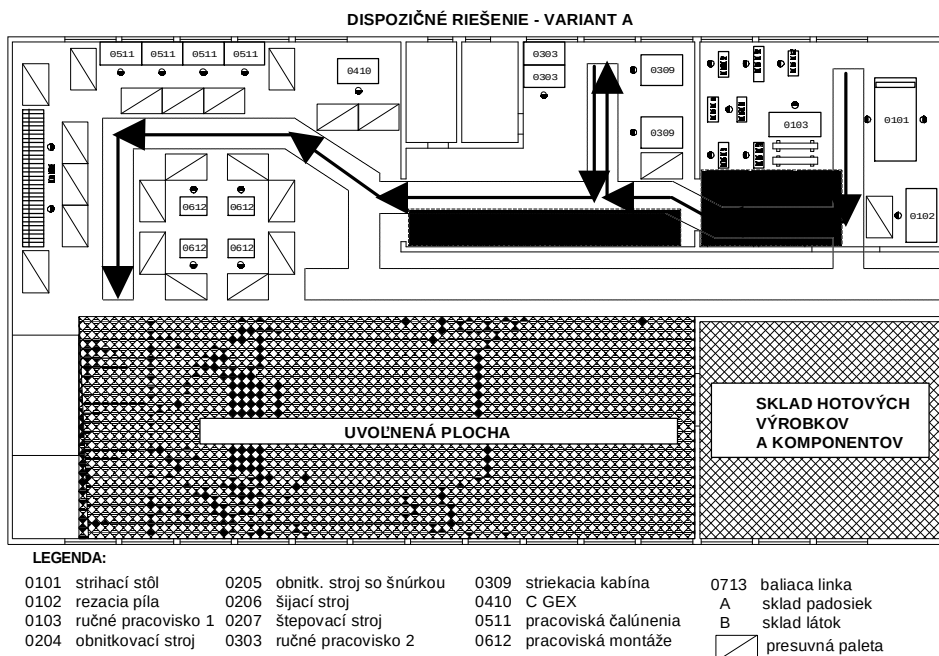
LEGENDA:

0101 strihací stôl	0205 obnitk. stroj so šnúrkou	0309 striekacia kabína	0713 baliaca linka
0102 rezacia píla	0206 šijací stroj	0410 C GEX	A sklad padosiek
0103 ručné pracovisko 1	0207 štepovací stroj	0511 pracoviská čalúnenia	B sklad látok
0204 obnitkovací stroj	0303 ručné pracovisko 2	0612 pracoviská montáže	presuvná paleta

Variant A

Odstránením nevyužívaných čalúnických a montážnych stolov sa vytvorí priestor na umiestnenie baliacej linky. Presunutím baliacej linky sa podstatne skráti prepravné vzdialenosti, skráti sa priebežné doby výroby, zmenší sa dopravná plocha. Lepším usporiadaním montážnych pracovísk sa dosiahne uvoľnenie ďalšej výrobnéj plochy.

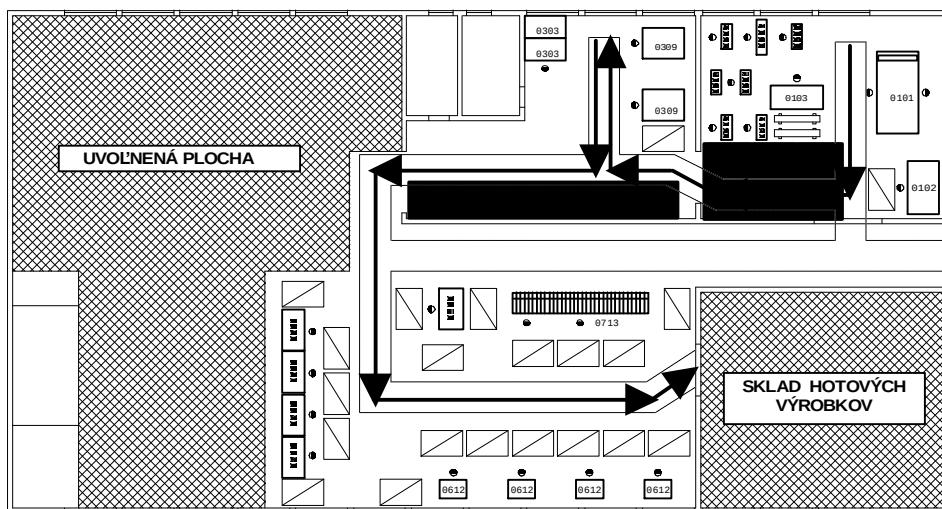
Novým rozmiestnením pracovísk sa uvoľní výrobná plocha veľkosti 319 m². Pôvodné dopravné vzdialenosti, ktorých dĺžka bola 83 m, sa skráti na 59 m. Nevýhodou tohto riešenia je veľká vzdialenosť baliacej linky od expedičného miesta.



Variant B

Nevýhodu veľkej vzdialenosti baliacej linky od expedičného miesta je možné odstrániť tak, že montážne pracoviská, čalúnické pracoviská a C-GEX sa premiestnia spolu s baliacou linkou čo najbližšie k expedičnému miestu. Uzatvorenú časť skladu komponentov a hotových výrobkov je možné využívať len ako expedičný sklad. Novým rozmiestnením sa uvoľní výrobná plocha veľkosti 322 m². Výrazne sa skráti dopravné vzdialenosti (z pôvodných 83 m na 65 m) a tým sa skráti aj priebežné doby výroby. V porovnaní s variantom A je toto riešenie nákladovo náročnejšie, lebo treba prispôsobiť prívod vzduchu k viacerým strojom.

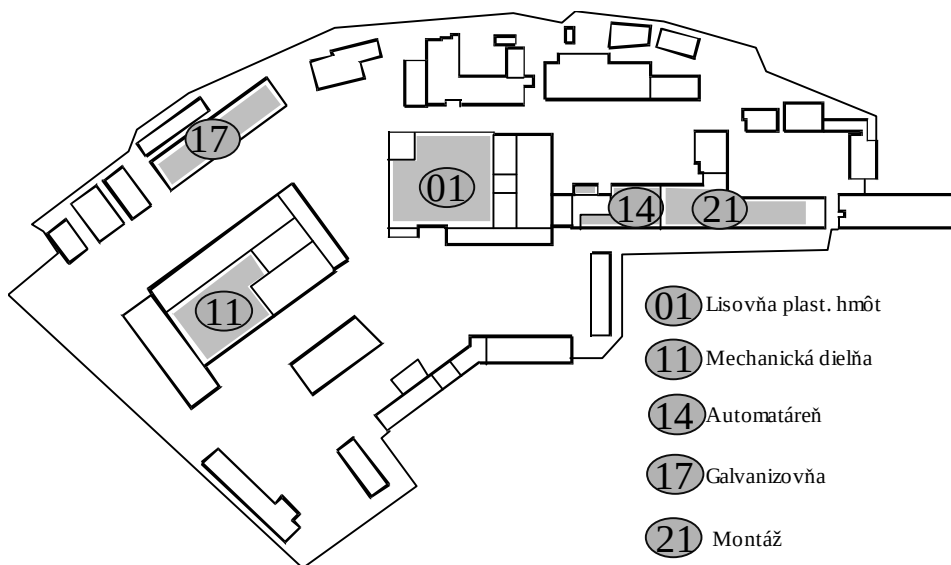
DISPOZIČNÉ RIEŠENIE - VARIANT B



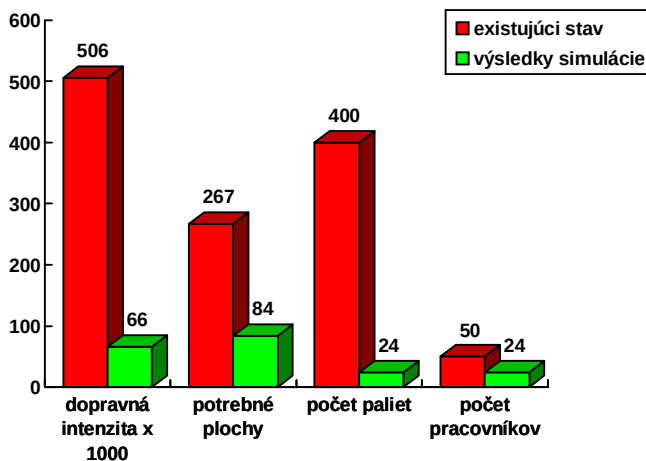
LEGENDA:

0101 strihací stôl	0205 obnitk. stroj so šnúrkou	0309 striekacia kabína	0713 baliaca linka
0102 rezacia píla	0206 šijací stroj	0410 C GEX	A sklad padosiek
0103 ručné pracovisko 1	0207 štepovací stroj	0511 pracoviská čalúnenia	B sklad látok
0204 obnitkovací stroj	0303 ručné pracovisko 2	0612 pracoviská montáže	presuvná paleta

výrobná dispozícia podniku – elektrotechnický priemysel



výsledky simulácie



Projekt - výroba elektrických zásuviek

Redukcia zásob rozpracovanej výroby, reorganizácie montáže a zmena logistiky vo výrobe elektrických zásuviek.

Dosiahnuté ciele:

- pružný montážny systém
- zlepšený logistický reťazec
- zníženie zásob vo výrobe
- skrátenie materiálových tokov
- zvýšenie produktivity výroby
- nová výrobná dispozícia montáže zásuviek
- redukcia výrobných plôch
- zníženie počtu pracovníkov vo výrobe

Simulácia je ideálnym nástrojom na podporu rozhodovania na rozličných úrovniach v podniku. Neexistuje iná „metóda“ alebo „teória“, ktorá by umožňovala experimentovať so zložitým výrobným systémom ešte predtým ako bol uvedený do prevádzky. Neexistuje iný algoritmus, ktorý by umožňoval za niekoľko minút „prehrať“ na počítači zložité výrobné procesy reálne trvajúce týždne a mesiace. Simulácia však nie je všeliek. Treba si uvedomiť, že mnohé problémy je možné riešiť jednoduchšie a pre mnohé úlohy simulácia nie je vhodným nástrojom riešenia. Simulácia nie je taká lacná metóda, ako sa to často uvádza. Vyžaduje drahé programové vybavenie, počítače, čas a hlavne špecialistov, ktorí ju dokážu správne používať. Aj napriek tomu však prínosy zo simulácie niekoľkonásobne presahujú náklady na simulačný projekt. Správna otázka teda neznie: „**Môžeme si dovoliť simuláciu v našom podniku?**“, ale: „**Ako dlho si ešte môžeme dovoliť ignorovať túto techniku, riskovať a prijímať chybné rozhodnutia?**“

Kontrolné otázky a úlohy:

1. Navrhnete pracovisko s ohľadom na tímovú prácu – komunikačný priestor, vizuálne pomôcky a pod.
2. Vyberte si pracovisko v dielni (alebo na video páske) a pokúste sa oddeliť od seba produktívne a neproduktívne činnosti. Odhadnite percentuálne podiel týchto dvoch skupín činností.
3. Vypracuje časový harmonogram projektu na zavedenie tímovej práce v podniku.
4. Spracujte maticu zodpovednosti a kvalifikačnú maticu pre samostatný výrobný tím z vybranej časti výroby.
5. Aké údaje potrebujete a ako budete postupovať pri stanovení počtu dopravných a skladovacích zariadení vo výrobnom systéme?
6. Spracujte analýzu informačného toku z vybranej časti výroby – výrobná dielňa, výrobná bunka.
7. Popíšte postup zavedenia a prevádzky systému riadenia DBR.
8. Aké sú rozdiely medzi súčasnými informačnými systémami a informačnými systémami pre fraktálové organizácie?
9. V čom sa mení postavenie servisných oddelení výroby vo fraktálovej organizácii?
10. Spracujte detailný postup zavedenia TPM v podniku.
11. Aké údaje potrebujete pre spracovanie simulačného projektu výrobného systému?
12. Ďalej si skúsime preveriť nové poznatky na riešení konkrétnych projektov:

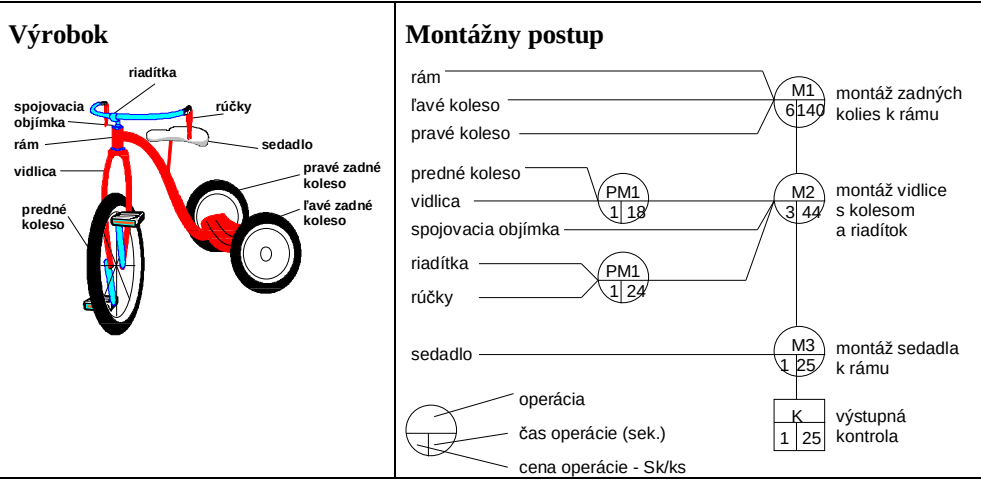
Projekt 1 montáž trojholiek:

Vykonajte analýzu výrobného systému, v ktorom sa vyrábajú trojholky. Aké druhy analýz je možné vykonať?

Jeden raster výrobnej dispozície, predstavuje 1 m². Používajte pravouhlé odmeriavanie vzdialeností vo výrobnej dispozícii.

Vyrába sa v dávke 10 kusov v dvojsmennej prevádzke a ročnom časovom fonde 250 pracovných dní. Plánovaný denný výkon je 4000 kusov trojholiek.

Čas skladovania vo vstupnom sklade je priemerne 8 hodín, čas čakania dávky pred operáciou je priemerne 30 minút. Náklady na skladovanie jedného kusa za hodinu sú 0,1 Sk/hod. Preprava je rýchlosťou 0.2 m/sek. Hodinová sadzba pracovníka je 100 Sk/hod, hodinová sadzba dopravného zariadenia je 50 Sk/hod.

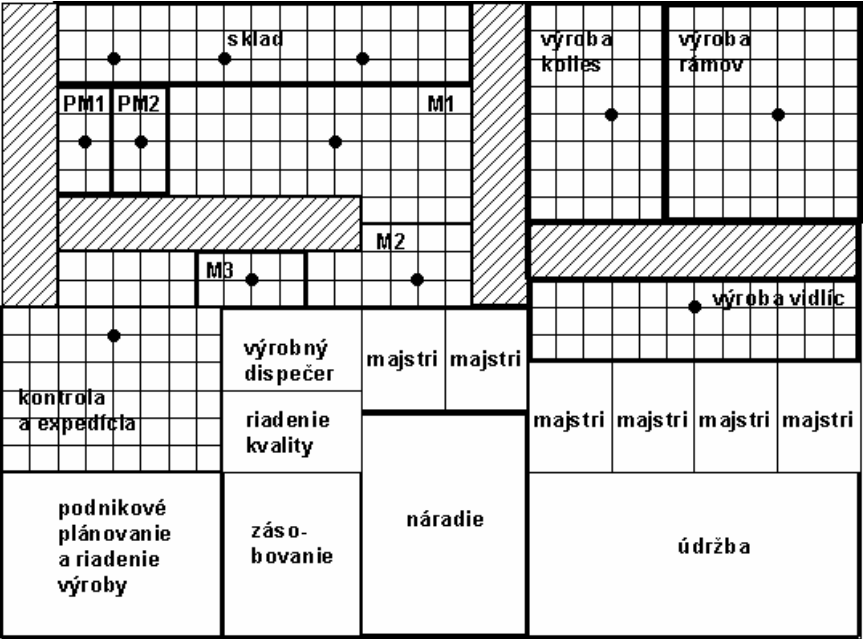


K

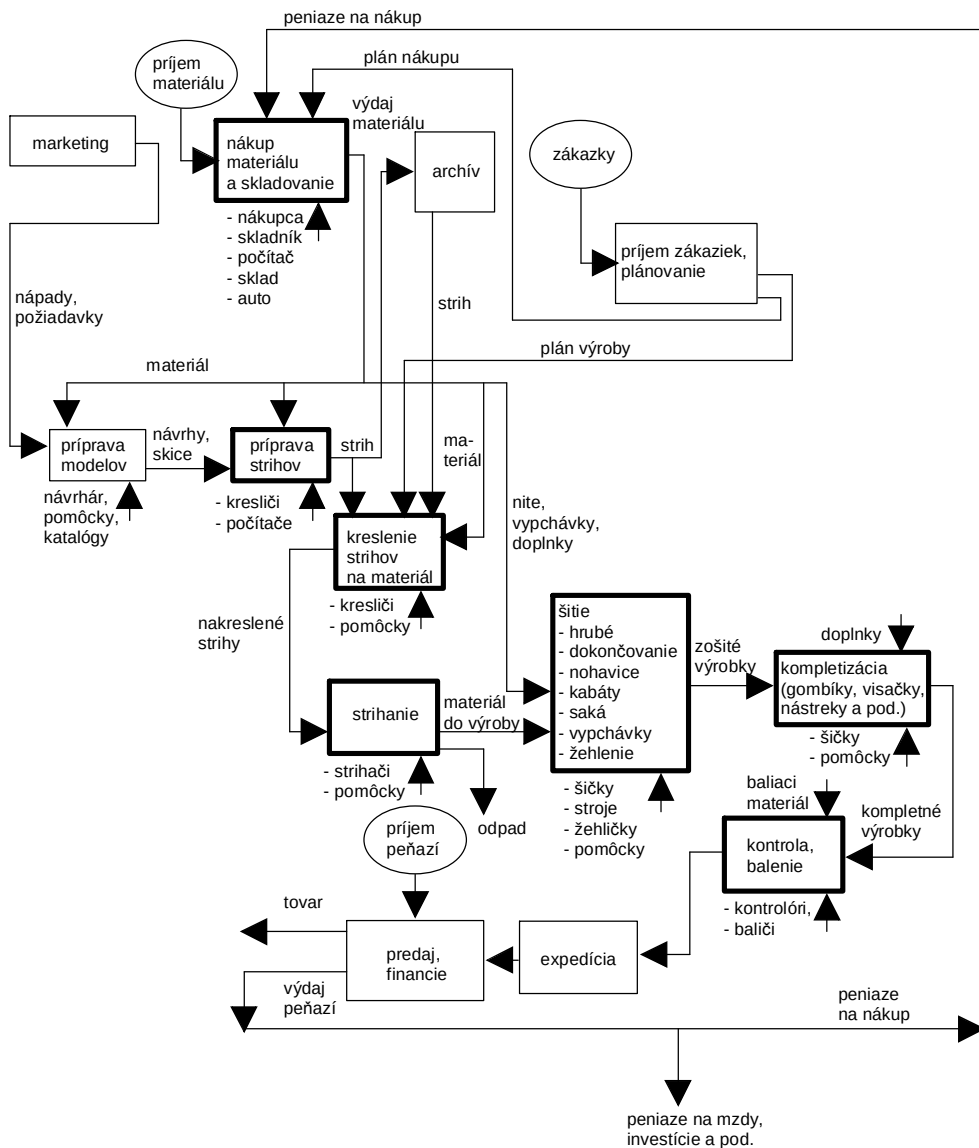
125

výstupná kontrola

Existujúca výrobná dispozícia



Projekt 2 - dielňa na šitie textilnej konfekcie



Úloha:

Vašou úlohou je vyprojektovať systém na výrobu textilnej konfekcie. Hlavné procesy v tomto podniku sú popísané na obrázku.

1. Definujte vstupné údaje, ktoré potrebujete pre kompletné vyprojektovanie výrobnjej prevádzky a skladov.

2. Vypočítajte počty pracovníkov, výrobných zariadení a veľkosti výrobných a pomocných plôch.
3. Rozmiestnite jednotlivé pracoviská a definujte materiálový a informačný tok.

Výrobný plán

výrobok	množstvo	spotreba materiálu	spotreba času (min.)				
			kreslenie	strihanie	zošívanie - hrubé	zošívanie - detailné	dokončovanie
košeľa 	15 000	3	15	8	15	16	10
bundy 	10 000	4	20	9	18	20	8
ženské šaty 	25 000	3	10	5	10	12	9
ženské saká 	17 000	5	14	10	19	23	
pánske saká 	15 000	6	16	12	23	25	12
nohavice 	23 000	4	8	5	10	15	10

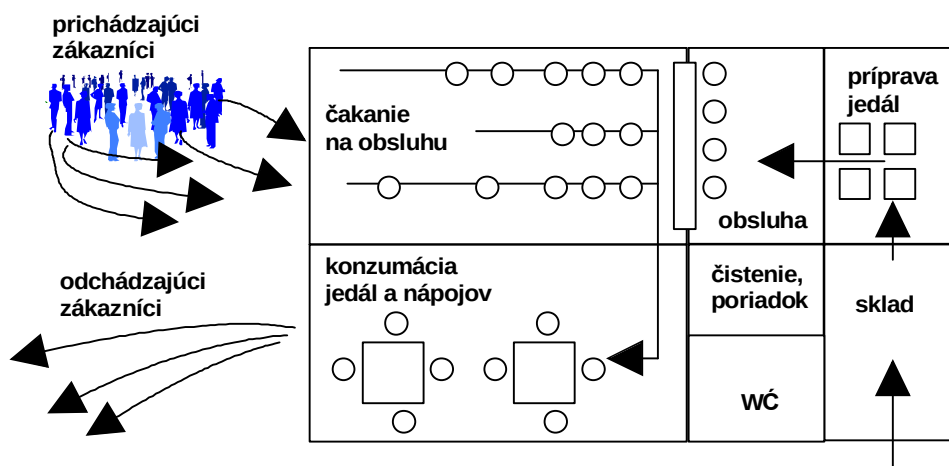
Ďalšie informácie:

Pracuje sa na 2 smeny, pričom každá pracovníčka má nárok na 21 dní dovolenky a priemerný počet nemocenských dní na jednu pracovníčku do roka je 10.

Priemerný počet hodín na opravy a údržbu zariadení (počítače, šijacie stroje, strihačky, plotre a pod.) je 200 hodín za rok.

Každý výrobok sa vyrába v 20 rôznych modifikáciách (farba, materiál), pričom požadovaný sortiment materiálov musí byť vždy na sklade v minimálnom množstve na 1 týždeň. 1 balík materiálu zaberá $0,75 \text{ m}^2$ ($1,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$) a je v ňom 10 m^2 materiálu. Balíky sa ukladajú v regáloch 5 ks nad sebou. Plocha na jednu pracovníčku v dielni je 3 m^2 .

Projekt 3 - rozšírenie reštaurácie rýchleho občerstvenia



Základné úlohy:

1. Vypočítajte počty personálu v nasledovných kategóriách - príprava jedál, vydávanie jedál (obsluha) a pomocný personál (čistenie a udržiavanie poriadku).
2. Vypočítajte potrebné plochy pre čakanie na obsluhu, obsluhu, konzumáciu, prípravu jedál, sklad, čistenie a WC.

Pozorovaním sme zistili, že do reštaurácie prichádzajú zákazníci náhodne podľa Poissonovho rozdelenia v počte 70 osôb za hodinu. Zo štatistiky je známe, že prúd, ktorý sa riadi podľa Poissonovho rozdelenia má časy medzi príchodmi položiek rozdelené exponenciálne (túto informáciu môžeme využiť neskôr pri simulácii systému). Časy na obsluhu zákazníkov sú exponenciálne rozdelené, pričom priemerne sú potrebné 3 minúty na 1 zákazníka. Ako prvú úlohu budeme uvažovať systém hromadnej obsluhy (SHO) M/M/s s neobmedzeným priestorom na čakanie. Predstavme si, že sme postavili prvú reštauráciu McDonald na Červenom námestí v Moskve a trpezliví Rusi čakajú aj v rade vonku.

Ďalej máme dve možnosti riešenia:

1. Počítať systém ako M/M/s systém so spoločným radom čakajúcich zákazníkov

2. Počítať systém ako s nezávislých M/M/1 systémov s oddelenými radmi čakajúcich zákazníkov

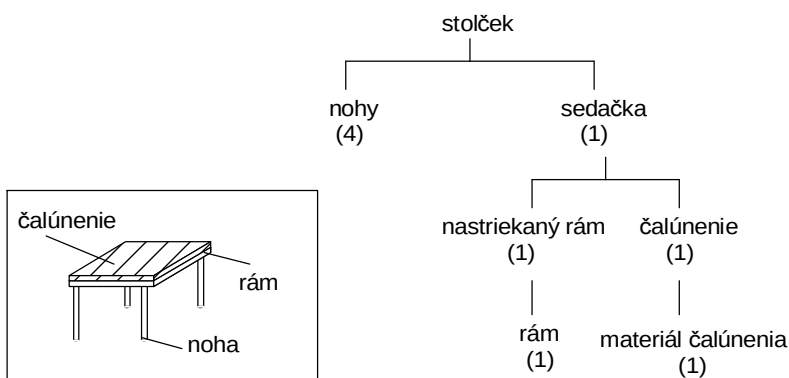
Predpokladajme, že jeden pracovník obsluhy generuje priemerne 20 zákazníkov za hodinu (Poissonovský proces), a že jeden zákazník strávi pri konzumácii v priemere 25 minút (normálne rozdelenie +/- 5 minút).

Ako by ste riešili túto úlohu v nasledovných prípadoch ?

1. Obsluha pracuje s konštantným časom (automat).
2. Priestor na čakanie je obmedzený.
3. Netrpezliví zákazníci, ktorí po určitom čase odchádzajú.
4. Obsluha má Erlangove rozdelenie.
5. Príchody majú vyššiu frekvenciu ako obsluha.
6. Iné typy rozdelenia.

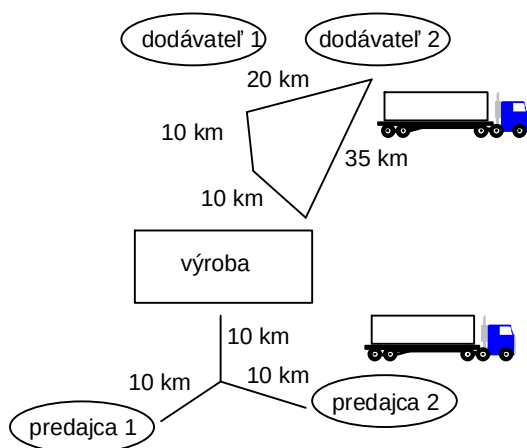
Projekt 4 - výroba nábytku

Vaša firma ide vyrábať stolčeky podľa obrázka. Nohy, rámy a čalúnenia nakupujete od dodávateľov.



Úloha:

1. Vypočítajte počty pracovísk
2. Stanovte veľkosti skladov a zásobníkov
3. Vypočítajte počty dopravných prostriedkov
4. Vypočítajte počty pracovníkov
5. Navrhните informačný tok a systém riadenia



kamión:
priemerná rýchlosť: 60 km/hod.
čas na naloženie a vyloženie: 2 hod
kapacita: 5000 komponentov
 (čalúnenie, nohy, rámy)
 200 stolčekov (2 kontajnéry)

Logistický systém

Interval zásobovania: 1 týždeň		
	množstvo	
komponent	minimum	maximum
rám	2500	10000
čalúnenie	2500	10000
nohy	10000	45000

výrobné postupy:

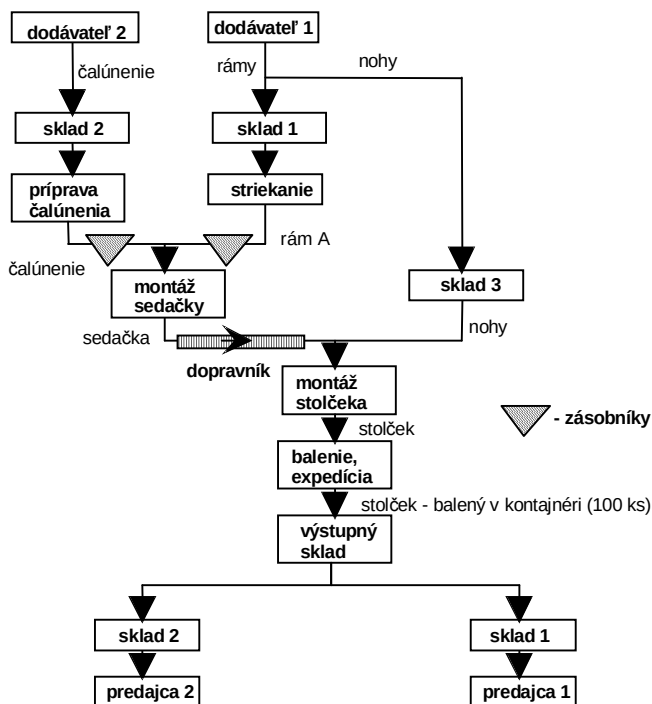
operácia	čas operácie (min.)	vstup	výstup
striekanie	1	rám	rám
príprava čalúnenia	1.6	čalúnenie	čalúnenie
montáž sedačky	1.05	čalúnenie + rám	sedačka
montáž stolčeka	1.06	sedačka + nohy	stolček
balenie	0.5		

nepodarky: príprava čalúnenia - 1%
dopravník: rýchlosť max. 20 m/min
organizácia: 1 smenná prevádzka (1 smena 8 hod.)

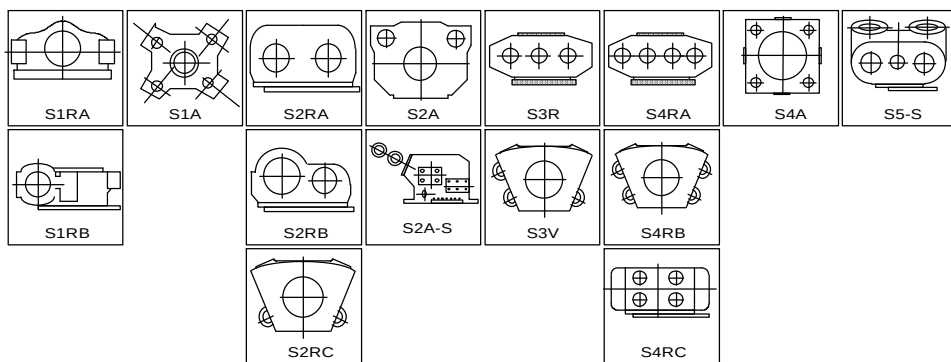
náklady:

rám	3 \$
čalúnenie	2 \$
noha	1 \$
stolček (predajná cena)	200 \$
skladovacie náklady na kus (\$/hod)	2 \$
hodinová sadzba pracoviska (\$/hod)	8 \$
hodinová sadzba kamiónu (\$/hod)	6 \$

Logistický reťazec



Projekt 5 - obrábanie skriňových súčiastok

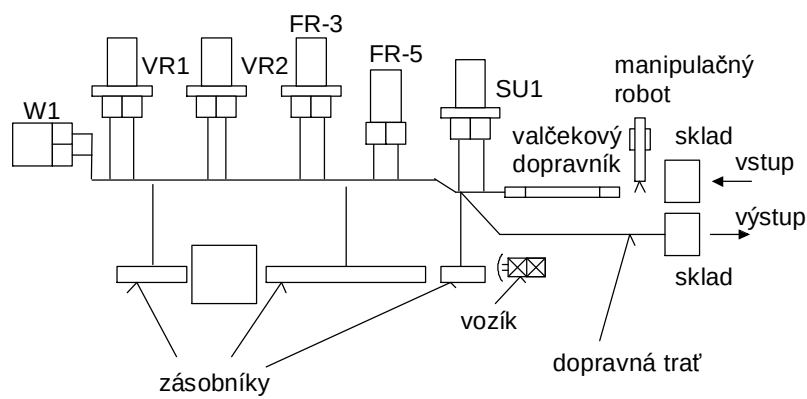


Na obrázku sú predstavitelia výrobného programu firmy.

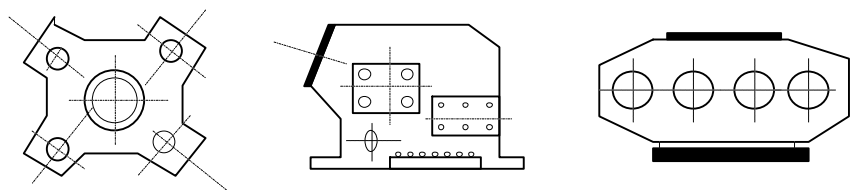
Úloha:

1. Vypočítajte počty pracovísk
2. Stanovte veľkosti skladov a zásobníkov
3. Vypočítajte počty dopravných prostriedkov

4. Vypočítajte počty pracovníkov
5. Navrhnete informačný tok a systém riadenia
6. Vytvorte simulačný model a preverte na ňom celé riešenie



Výrobný systém



Výrobné postupy reprezentantov výrobných skupín

Operácie :			Výrobné skupiny		
	TAC min.	TBC min.	V1	V2	V3
A1 - Vŕtačka 1	40,0	1	○		
A2 - Vŕtačka 2	21,0	1	○		
B1 - Frézka-3-osi	42,0	1		○	○
D1 - Frézka-5-osi	14,0	1		○	
W1 - Práčka	15,0	1	○	○	○
C1 - sústruh	12,0	1	○	○	○

dopravný systém		pracovný režim
Robot - manipulačný čas	2,5 min.	I počet pracovných dní v roku: 250 I dvojsmenná prevádzka I krycí príspevok je rozdiel medzi cenou a variabilnými nákladmi, ktorý prispieva na krytie fixných nákladov.
Valčeková trať - rýchlosť	2,8 m/min.	
vozík -rýchlosť	30 m/min.	
vozík - čas na naloženie/vyloženie	0,5 min.	
I výrobný plán Jednotlivé výrobky sú vpúšťané do systému v intervaloch 50 minút (výrobok S1A) a 69 minút (S2A-S a S4RA) jednotlivo tak ako sú vychystávané na vstupe na technologické palety.		

Projekt 6 - segmentácia/ fraktály

Ste šéfom projektu výroby, ktorá vyrába 15 skupín výrobkov na 15 strojoch. Starý výrobný systém bol navrhnutý pre menšie objemy výroby. Usporiadanie strojov je technologické s dlhými a zložitými tokmi materiálu. Vašou úlohou je navrhnúť nový systém pre objemy výroby dané v tabuľke 2 a mali by ste aplikovať prvky výrobného systému svetovej triedy.

1. Vykonajte analýzu v matici súčiastky - stroje (tab.1) a navrhните segmenty.

2. Vypočítajte počty strojov v bunkách a stanovte výrobné bunky

- Spočítajte výrobné dávky
- Spočítajte kapacity (časový fond je 4000 hod za rok, 300 hod za rok sú straty na údržbu)
- Rozhodnite o počtoch strojov v bunkách a počte buniek

3. Navrhните Tompkinsov model usporiadania buniek

- Na začiatku a konci "chrbtice" umiestnite vstupný/výstupný sklad. Maximálna plocha je 200 x 100 m.
- Priestor pre jeden stroj v bunke je 4 m².
- Definujte vstupy a výstupy do buniek
- Spočítajte počet vozíkov a stanovte dopravné plochy (jeden vozík potrebuje 2 metre na cestu v jednom smere, jeho priemerná rýchlosť je 60 m/min, čas na nakladanie a vykladanie 30 sek.

4. Navrhните usporiadanie strojov v jednej bunke a pomôcky pre pracovný tím

5. Navrhните systém riadenia v bunke a komunikáciu medzi bunkami a okolím

Tab.1.:	stroje														
súčiastky	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
P1		12 20								12 20	10 13	12 13			
P2			10 3		5 10			12 20					5 14		12 30
P3	20 15					12 13			12 13					6 15	
P4	10 11			10 11					12 10					12 12	
P5			13 12		12 5			5 10					7 8		10 12
P6	12 30			20 12		12			30					9 10	
P7		12 3					13 12			3 4	5 6	11 23			
P8			10 12		1 7			14 14					12 13		10 12
P9				12 10		3 4			5 6					7 1	
P10		12 11					12 5			12 9	7 4	6 7			
P11			2 3		5 6			4 5					6 7		8 9
P12					3 4		3 6			10 10	5 6	7 8			
P13	12 10										12 30			12 24	
P14			12 1		34 45					12 13	12 33				12 45
P15		13 24			12 12			12 13					12 12		

X	pretypovanie (min.)
Y	opracovanie (min.)

Tab.2.: Výrobné množstvá

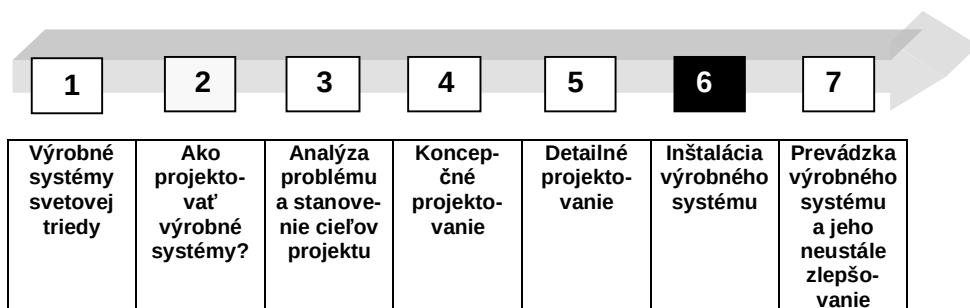
Súčiastka	Ročný objem výroby- Q	Náklady na pretypovanie - (SK/ks)	Náklady na skladovanie- (SK/ks)
P1	10000	25	1
P2	15000	45	2
P3	9000	30	3
P4	12000	30	2
P5	7000	12	3
P6	5000	13	1
P7	18000	45	3
P8	9000	30	1
P9	15000	12	2
P10	17000	45	3
P11	18000	40	1
P12	20000	20	1
P13	30000	30	2
P14	22000	40	3
P15	21000	40	1

Literatúra

1. Aggteleky, B.: Fabrikplanung 1,2,3. Carl Hanser Verlag München Wien 1987
2. Askin, R. G., Standridge, Ch.: Modelling and Analysis of Manufacturing Systems. John Wiley & Sons 1993
3. Acél, P.: Systems-Engineering und Simulation. In.: Simulation - Ein Blick in die Zukunft. BWI, IFOR Zürich 1992
4. AESOP: SIMPLE++ - Schulungsunterlagen. AESOP, Stuttgart 1994
5. Ball, P.: Introduction to discrete event simulation. Dycmans Workshop University Strathclyde 1996
6. Buzacott, J.A., Shanthikumar, J.G.: Stochastic Models of Manufacturing Systems. Prentice Hall New Jersey 1993
7. Carrie, A.: Simulation of manufacturing systems. John Wiley & Sons 1988
8. Covey, S.R.: 7 návykov pre úspešný a harmonický život. Open Windows. Bratislava 1994
9. Felix, H.: Unternehmens- und Fabrikplanung. REFA Carl Hanser Verlag München 1998
10. Fu, C.M.: Optimization in simulation - a review. Annals of Operations Research 53, 1994, 199-247
11. Hušek, R., Lauber, J.: Simulační modely. SNTL/ALFA Praha 1987
12. Goldberg, D.E.: Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Wokingham, Addison-Wesley, 1989
13. Goldratt, E.M., Cox, J.: The Goal. Gower, 1997
14. Goldratt, E.M.: The Haystack Syndrome. North River-Press 1990
15. Goldratt, E.M., Hutchin, T.: Production Application Workshop Avraham Y. Goldratt Institute 1995
16. Gregor, M., Košturiak, J.: Simulationstechnik. Simulation von Produktionssystemen. FH Ulm-Geislingen, BWI -ETHZ, 1992
17. Gregor, M., Košturiak, J., Halušková, M.: Priemyslové inžinierstvo - simulácia výrobných systémov. Blaha Žilina 1997
18. Greif, M.: The Visual Factory. Building Participation Through Shared Information. Productivity Press 1998
19. Harell, Ch., Tumay, K.: Simulation made easy. Industrial Engineering and Management Press 1994
20. Harmon, R. L., Peterson, L. D.: Reinveting the Factory. The Free press 1992
21. Hayes, R. H., Wheelwright, S. C.: Dynamická výroba. Victoria Publishing Praha 1994
22. HENN: Form Follows Flow – Modulare Fabrik Skoda, München 1998
23. Hilgermann, R.H.: Cílový management. Grada Praha 1996
24. Jabůrková, L., Jabůrek, J.: Nová role mistra. Otrokovice 1998
25. Kief, B. H.: FFS-Handbuch 92/93. Carl Hanser Verlag, München 1992

26. Košturiak, J.,Gregor, M.: Simulation von Produktionssystemen. Springer Verlag, Wien, 1995
27. Košturiak, J., Gregor, M.: Podnik svetovej triedy. IPI Žilina, 1998
28. Kováč, M., Buda, J., Šimšík, D.: Projektovanie výrobných systémov. Alfa Bratislava 1991
29. Kuhn, A.,Reinhard, A.,Wiendahl, H. P.: Handbuch - Simulationsanwendungen in Produktion und Logistik. Vieweg & Sohn Verlag 1993
30. Law, A. M, Kelton, W. M.: Simulation Modeling and Analysis. McGraw-Hill, New York, 1991
31. Lee, Q.: Facilities and Workplace Design.Engineering and Management Press 1996
32. Lenz, J. E.: Flexible manufacturing - benefits for the low inventory factory. (Marcel Dekker Inc. 1988)
33. Losoncy, L. E.: The Motivating Team Leader. Engineering & Management Press 1995
34. Mabert, V. A., Jacobs,F.R.: Integrated Production Systems. Engineering & Management Press 1991
35. Monden, Y.: Toyota Production System. Chapman and Hall, 1994
36. O'Sullivan, D.: Manufacturing Systems Redesign. Prentice Hall 1993
37. Parker, G, M.: Cross-Functional Teams. Engineering & Management Press 1994
38. Pritsker, A. A. B.: Modeling for simulation analysis. In.: Handbook of Industrial Engineering (Institute of Industrial Engineers , John Wiley & Sons 1992) 2533 - 2547.
39. REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Carl Hanser Verlag München Wien 1992
40. REFA: Planung und Gestaltung komplexer Produktionssysteme. Carl Hanser Verlag, München, 1987
41. REFA: Den Erfolg vereibaren. Carl Hanser Verlag. München 1995
42. Robinson, Ch. J., Ginder, A. P.: Implementing TPM. Engineering & Management Press 1995
43. Salvendy, G.: Handbook of Industrial Engineering. John Wiley & Sons. New York 1992
44. Salvendy, G.: Handbook of Human Factors. Engineering & Management Press 1993
45. Sihn, W.: Unternehmensmanagement im Wandel. Carl Hanser Verlag München 1995
46. Sihn, W., Stender, S., Wincheringer, W.: Organisation der Instandhaltung in dezentralen Produktionsstrukturen. Königsbrunner Seminare GmbH 1994
47. Singo, S.: Non-Stock Production - The Shingo System for Continuous Improvement. Productivity Press 1988
48. Singo, S.: The SMED System. Productivity Press 1985
49. Singo, S.: The Sayings of Shingeo Shingo: Key Strategies for Plant Improvement. Productivity Press 1987
50. Sink, D. S., Morris, W. T., Johnston, C. S.: By What Method ? Engineering & Management Press 1995
51. Scheer, A. W.: Architektur integrierter Informationssysteme. Springer Verlag 1992

52. Slamková, E. a kol.: Priemyslové inžinierstvo. ŽU Žilina 1997
53. Solberg, J. J.: The optimal planning of computerized manufacturing systems. CAN-Q User's guide. Report 9, Purdue University, 1980
54. Suri, R.: Perturbation analysis: the state of the art and research issues explained via the GI/G/1 queue. Proceedings of the IEE, 77 (1), 1/1989, pp. 114-137.
55. Suzaki, K.: Die ungenutzten Potentiale - Neues Management im Produktionsbetrieb. Carl Hanser Verlag 1994
56. Suzaki, K.: Modernes Management im Produktionsbetrieb. Strategien, Taktiken, Fallbeispiele. Carl Hanser Verlag München, Wien, 1989, 240 s.
57. Tajiri, M., Gotoh, F.: TPM Implementation. McGraw-Hill, 1992
58. Tempelmeier, H., Kuhn, H.: Flexible Fertigungssysteme. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1991
59. Tompkins, J. a kol.: Facilities Planning. John Wiley 1996
60. Yao, D. D., Buzacott, J. A.: Models of flexible manufacturing systems with limited local buffers, In.: IJPR 24 (1987), s.107-118
61. VDI: Simulation von Logistik-, Materialfluß- und Produktionssystemen. VDI 3633, VDI Düsseldorf 1992
62. VDI: Dezentrale Fabrikplanung, VDI Berichte 1299 Köln 1996
63. Vytlačil, M., Mašín, I. Týmová spoločnosť. IPI Liberec 1998
64. Ward, R.: Fundamentals of Inventory Management and Control. Engineering & Management Press 1994
65. Warnecke, H. J.: Aufbruch zum Fraktalen Unternehmen. Springer Verlag 1995
66. Werther, W. D., Davis, K.: Lidský faktor a personální management. Victoria Publishing Praha 1994
67. Wildemann, H.: Die modulare Fabrik – kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung. München gfmt, 1996
68. White, J. A.: Production Handbook. John Wiley & Sons New York, 1987
69. Wrennal, W., Quarterman, L.: Handbook of Commercial and Industrial Facilities Management. Engineering & Management Press 1993
70. Zelenka, A., Král, M.: Projektování výrobních systémů. ČVUT Praha 1995



6. Inštalácia výrobného systému

„Teória je, keď sa vie ako to ide, prax je, keď sa ide, ale nevie sa ako“. (W. Albrecht)

„Neznalý má odvahu, znalý má strach“. (A. Moravia)

„Vždy keď niečo robíš, jednaj rozumne a myslí na koniec. Včerašie víťazstvá sú menej dôležité ako plány na zajtra. Neúspech je šanca urobiť to nabudúce lepšie“ (H. Ford)

„Keď príde vietor, niektorí ľudia stavajú ochranné ploty. Iní stavajú veterné mlyny“.

„Počujem a zabúdam. Vidím a pamätám si. Urobím a pochopím (Konfucius)

Problém nie je v analýze a v projekte, ale v implementácii !

V predchádzajúcich častiach sme naznačili niektoré problémy súvisiace s kapacitnými prepočtami, integračnými efektmi, náhodnými vplyvmi vo výrobe i vzájomnými vplyvmi medzi projektovaním jednotlivých prvkov výrobného systému. Ak sa chceme vyhnúť problémom v prevádzke, je potrebné aby už v projekčnej fáze bolo možné preveriť činnosť systému ako celku - t. j. súčinnosť jeho jednotlivých prvkov - pracovísk, materiálového a informačného toku.

Riešenie zložitých problémov vo výrobnom systéme, pri ktorom je potrebné posudzovať systém ako celok, a to i pri zohľadnení dynamických a protichodných vzťahov medzi jednotlivými veličinami vo výrobe (kapacity, priebežné časy, výrobný výkon, zásoby, náklady), nie je možné s použitím tradičných statických metód. Nie je možné stanoviť napr. "optimálny" počet manipulačných zariadení, bez zohľadnenia systému riadenia výroby a dynamicky sa meniacich výrobných zákaziek, podobne ako nie je možné nájsť "optimálne" rozmiestnenie pracovísk, "optimálne" veľkosti skladov alebo "optimálne" dopravné dávky bez toho, aby sme celý systém „vyskúšali“ ešte pred inštaláciou „na suchu“.

Ideálnym nástrojom, ktorý by mal projektanta podporovať už od prvých fáz projektu je práve počítačová simulácia, ktorej sme sa stručne venovali v predchádzajúcej časti.. Simulačný model môže byť veľmi užitočným nástrojom už pri prvých analýzach výrobného systému a pri vyhodnocovaní variantov navrhovaných konceptov. Detailný simulačný model obsahujúci pracoviská, pracovníkov, poruchy, údržbu, prvky materiálového a informačného toku a ďalšie časti výrobného systému je jediným prostriedkom, ktorý umožňuje preveriť činnosť systému ešte pred inštaláciou a znížiť tak riziká a prípadné korekcie na minimum. Takýto model je možné v ďalšej fáze prepojiť so systémom riadenia

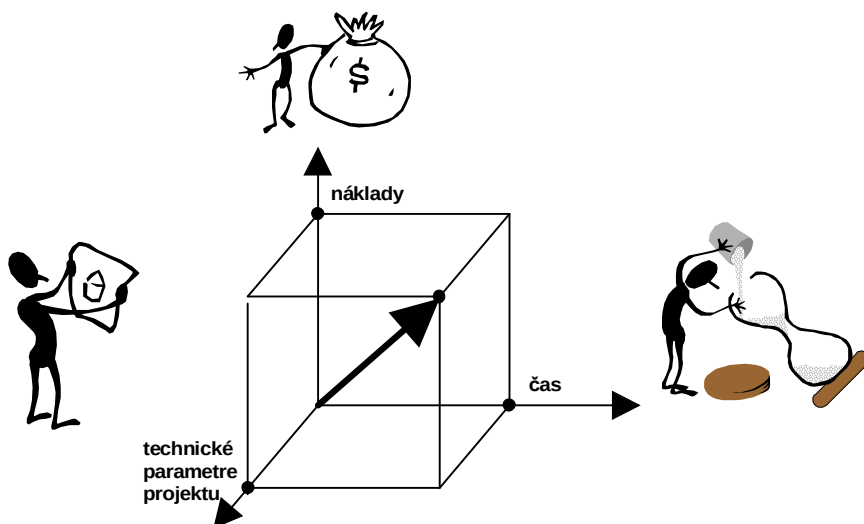
výroby a používať ho pri rozvrhovaní výroby, testovaní výrobných plánov alebo pri riešení neštandardných situácií v prevádzke.

Až doposiaľ sme sa zaoberali hlavne technickou stránkou riešenia projektu. Ako sme však už uviedli - systémové inžinierstvo má i druhú dôležitú zložku, ktorá prebieha paralelne s technickým riešením projektu - **projektové riadenie** (project management).

Projektové riadenie je definované ako umenie a veda na koordináciu ľudí, materiálov, peňazí a časových plánov tak, aby bol daný projekt ukončený v stanovenom čase a pri plánovaných nákladoch (obr. 6.1)

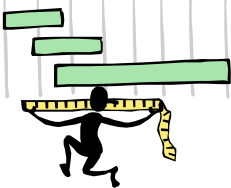
Väčšina projektantov z praxe k projektovému riadeniu poznamená, že je to dobrý nástroj, ale aj tak sa v každom projekte prekročia náklady, termíny a niekedy sa aj v pôvodných cieľoch projektu hľadajú kompromisy.

Úloha projektového riadenia je dôležitá už v prvých fázach projektu, kde je potrebné zostaviť, organizovať a riadiť jednotlivé projekčné tímy tak, aby sledovali harmonogram projektu. Význam a rozsah činností projektového riadenia stúpa s priebehom projektu, kde sa do projektu postupne zapájajú ďalší špecialisti, externé firmy, dodávatelia stavebných prác a zariadení. Základné princípy projektového riadenia sú uvedené napr. v [1], [3], [12], [14], [16] a nebudeme ich opakuvať.



Obr. 6.1. Tri hlavné dimenzie každého projektu

Hlavné úlohy, ktorými sa zaoberá projektové riadenie v priebehu projektu sú uvedené na obr. 6.2.

Plánovanie projektu - identifikácia zákazníka projektu - presné definovanie technických parametrov projektu a cieľov - stanovenie potrebných zdrojov a času na projekt - rozhodnutie o spôsobe organizácie projektu - výber kľúčových pracovníkov v projekte - manažér projektu a i. - definovanie jednotlivých úloh v projekte - vypracovanie rozpočtu na projekt	
časové rozvrhovanie projektu - podrobné definovanie činností a ich štruktúry v projekte - stanovenie času pre každú činnosť - definitívne určenie poradia činností - stanovenie času zahájenia a ukončenia každej činnosti - spracovanie podrobného rozpočtu pre každú činnosť - priradenie ľudí k jednotlivým činnostiam	
riadenie projektu - monitorovanie skutočného priebehu času, nákladov a parametrov projektu - porovnávanie plánovaných a skutočných ukazovateľov - rozhodovanie o potrebe korekcií projektu - príprava a vyhodnocovanie alternatív pre korigovanie projektu - realizácia korekcií projektu	

Obr. 6.2. Hlavné úlohy projektového riadenia

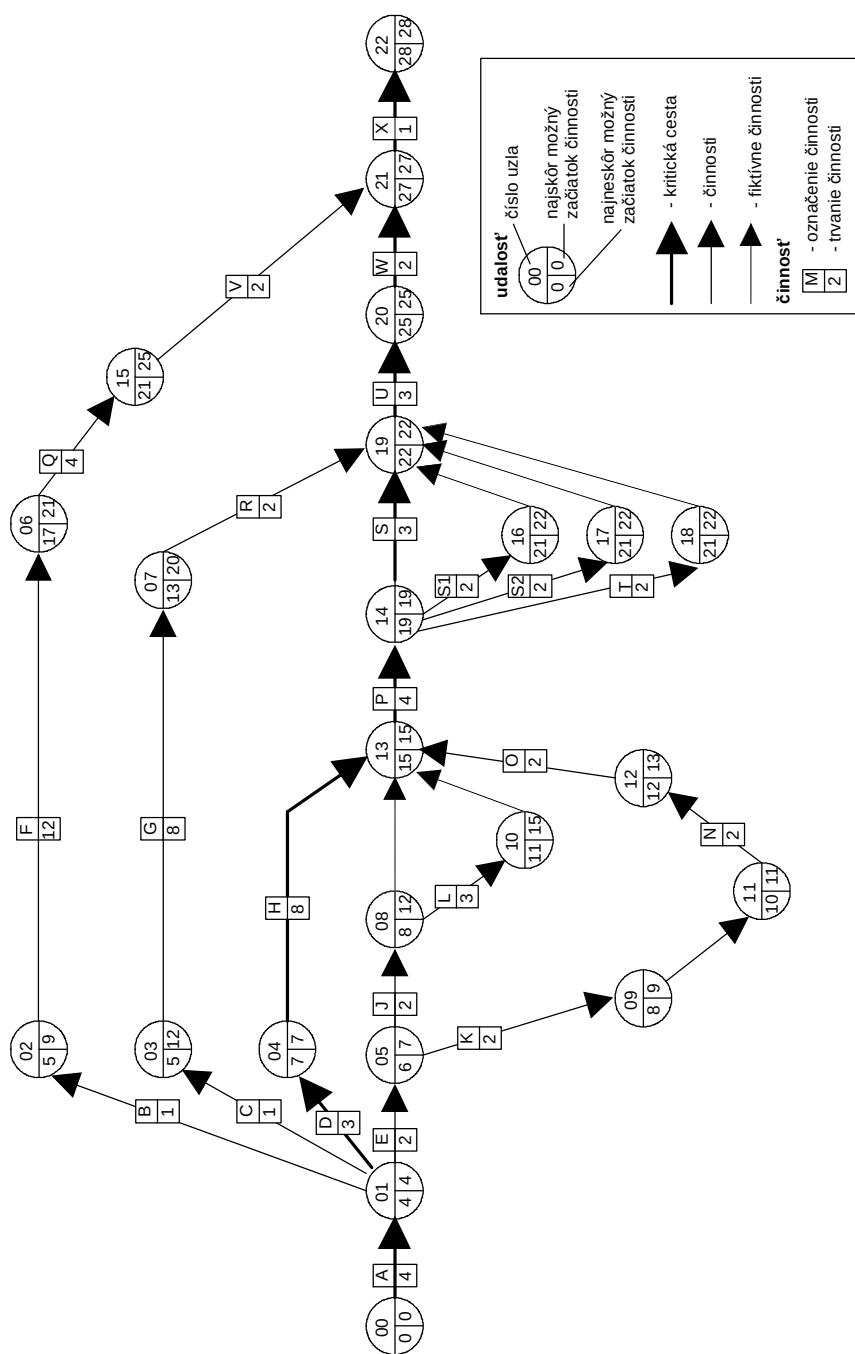
Tento obrázok ukazuje aj typické chyby, ktorých sa často dopúšťajú ľudia v riadení projektov:

1. Prvotné rozhodnutia vo fáze prípravy projektu sa prijímajú autoritatívne, bez dôkladnej analýzy a diskusie v tíme. Unáhlené a často chybné rozhodnutia manažérov musia byť potom korigované v ďalších fázach projektu.
2. Jednotlivé činnosti v projekte sa definujú podľa hrubých odhadov a nepresne. Malá pozornosť sa venuje dôkladnému rozboru časových a finančných požiadaviek. Výsledkom sú ďalšie korekcie vo fáze riadenia projektu.
3. Riadenie projektu je direktívne, bez dobrej komunikácie a spolupráce s jednotlivými pracovníkmi. Jednou z dôležitých vlastností manažéra projektu musí byť jeho schopnosť strhnúť ľudí a aktivizovať ich. Termíny projektu sa obyčajne neplnia len preto, že tak ako je to typické pre nás všetkých, ľudia odkladajú svoje povinnosti a začínajú sa zaoberať danou úlohou až keď termín skutočne „horí“.

Pokúsme sa iba zhrnúť niektoré princípy, ktoré by nám mali pomôcť splniť požadované termíny a ciele projektu a dodržať plánovaný rozpočet na projekt.

- Treba zaistiť aby bol za projekt zodpovedný vždy iba jeden človek.
- Bez ohľadu na nátlak nezačať projekt bez podpísanej zmluvy a vyjasnených parametrov projektu, časového rámca a financií na projekt.
- Od začiatku projektu sa treba držať definovaného rozsahu projektu, ktorý musí byť jasný vlastníčkovi (investorovi) i členom projekčného tímu.
- Treba dôkladne analyzovať, či je rozpočet projektu v súlade s jeho rozsahom.
- Pri organizácii práce na projekte sa treba sústrediť na výsledky a nie na to, aby boli ľudia zamestnaní prácou.
- Rozsiahlejší projekt musí byť rozdelený do menších častí, ktoré sa dajú definovať a merať.
- Dôkladne spracovať organizačnú štruktúru projektu s jasným definovaním zodpovedností a právomocí.
- Venovať dostatok času budovaniu a rozvoju projekčného tímu.
- Sledovať, aby sa pri koncentrácii na termíny a rozpočet neznižovala kvalita projektu.
- Detailne spracovať rozpočet projektu (každá činnosť v projekte znamená určité náklady), časový harmonogram a kontrolný systém pre včasné zachytenie odchýlok v projekte.
- Problémy, ktoré sa v projekte vyskytnú neskrývať, ale otvorene o nich diskutovať a riešiť ich spolu s ostatnými členmi tímu.
- Dokumentovať každú činnosť v projekte - čo sa zdá nepodstatné, môže byť neskôr veľmi dôležité.
- Zmeny v projekte riešiť zmluvami s partnermi.
- Treba mať neustály kontakt a informovanosť medzi projektantom, vlastníčkmi a dodávateľmi.
- V projekte je potrebné zosúladiť činnosť viacerých špecialistov a pohľady rôznych profesií, čo si vyžaduje dobrú komunikáciu..
- Sériové činnosti treba nahradiť paralelnou organizáciou projektu tak, aby jednotlivé činnosti prebiehali súbežne a rýchlo.

Na obr. 6.3 až obr.6.4 sú typické ukážky dokumentácie používanej v projektovom riadení. Pri inštalácii systému dochádza často k mnohým problémom - chýbajú niektoré zariadenia alebo komponenty od dodávateľov, nie je ukončené testovanie programového vybavenia, nie sú pripravené priestory pre inštaláciu systému a pod.



Obr. 6.4. Sieťový graf projektu

aktivity (činnosti)											
Z	K	OZN	popis	T	ZN	KN	ZN N	KN N	CR	VR	KC
00	01	A	projektovanie haly	4	0	4	0	4	0	0	X
01	02	B	objednávky strojov	1	4	5	8	9	4	0	
01	03	C	objednávky okien	1	4	5	11	12	7	0	
01	04	D	príprava staveniska	3	4	7	4	7	0	0	X
01	05	E	záverečné práce - 1.	2	4	6	5	7	1	0	
00	01	F	dodací termín - stroje	12	5	17	9	21	4	0	
00	01	G	dodací termín - okná	8	5	13	12	20	7	0	
00	01	H	výroba konštrukcií haly	8	7	15	7	15	0	0	X
00	01	J	záverečné práce - 2.	2	6	8	10	12	4	0	
00	01	K	výkop základov	2	6	8	7	9	1	0	
00	01	L	kanalizácia	3	8	11	12	15	4	4	
00	01	M	debnenie základov	2	8	10	9	11	1	0	
00	01	N	armovanie základov	2	10	12	11	13	1	0	
00	01	O	betónovanie základov	2	12	14	13	15	1	1	
00	01	P	montáž konštrukcií	4	15	19	15	19	0	0	
00	01	Q	montáž strojov	4	17	21	21	25	4	0	X
00	01	R	montáž okien	2	13	15	20	22	7	7	
00	01	S	montáž strechy	3	19	22	0	4	0	0	
00	01	S1	elektro inštalácia	2	19	21	19	22	0	0	X
00	01	S2	inštalácia vody	2	20	21	19	22	1	1	
00	01	T	kúrenie	2	20	21	19	22	1	1	
00	01	U	príprava podlahy v hale	3	20	25	22	25	0	0	X
00	01	V	zalievanie strojov	2	21	23	25	27	4	4	
00	01	W	natieračské práce	2	25	27	25	27	0	0	X
00	01	X	čistenie a upratovanie	1	27	28	27	28	0	0	X
Z - číslo začiatočného uzla K - číslo konečného uzla OZN - označenie T - trvanie činnosti ZN – najskôr možný začiatok KN – najskôr možný koniec				ZNN - najneskôr prípustný začiatok KNN - najneskôr prípustný koniec CR - celková rezerva VR - voľná rezerva KC - kritická cesta							

Obr. 6.5. Zoznam činností v sieťovom grafe

Všetko vyzerá veľmi pekne – na papieri, v teoretickej rovine. Ale ako je to v skutočnosti s projektovým riadením ?

- Naše projekty sú stále v časovom sklze.
- Často pracujeme v nadčasoch.
- Často prekračujeme rozpočet projektu.
- Často neplníme dohodnuté parametre projektu.
- Všetko čo sa naplánuje vyzerá po čase kriticky.
- Neustále musíme projekt preplánovávať.

Aké sú typické problémy v riadení projektov ? Spoločnosť The Standish Group [15] vykonala prieskum medzi 365 respondentmi, ktorí reprezentovali 8380 projektov v oblasti vývoja software a aplikácii výpočtovej techniky. V USA sa ročne na približne 175000 projektov vynakladá vyše 250 miliárd USD. Priemerné náklady na projekt sú vo veľkých firmách vyše 2,3 milióna, v stredných firmách vyše 1,3 milióna a v malých firmách 434 tisíc dolárov. Iba 16,2 % boli projekty, ktoré sa dajú označiť za úspešné t.j. projekty, ktoré boli ukončené na čas, dodržal sa rozpočet a splnili sa všetky plánované funkcie. 52,7 % boli projekty, kde sa splnili plánované funkcie, ale prekročil sa čas a rozpočet a 31,1 % boli projekty, ktoré sa neukončili – boli prerušené v priebehu projektu.

Ďalšie údaje zo štatistiky Standish Group sú:

- 75 % projektov sa skončí s prekročením plánovaného termínu (Standish Group)
- Priemerné prekročenie nákladov na projekt je 185 %
- Priemerné prekročenie času je 222 %.

Okrem toho, že predlžovanie projektu je spojené obyčajne s vyššími nákladmi na projekt, treba spomenúť aj projekty, kde sú firmy penalizované za každý deň omeškania projektu (napr. stavebníctvo alebo dodávky technologických zariadení) alebo projekty, kde každé meškanie „penalizuje zákazník a konkurencia“ (napríklad oneskorenie uvedenia nového výrobku na trh). Spočítajme si miliardy dolárov, o ktoré ročne prichádzajú firmy len preto, že majú nesprávne riadenie projektov - 81 miliárd dolárov ročne na prerušené projekty a 59 miliárd na projekty, kde sa nedodržali termíny.

V uvedenej štúdii sa ďalej analyzovali hlavné dôvody, ktoré zabezpečujú úspešnosť projektu, a príčiny projektov, kde sa prekročí čas a náklady a neúspešných, predčasne ukončených projektov). Hlavné výsledky tohto prieskumu sú na obr.6.6.

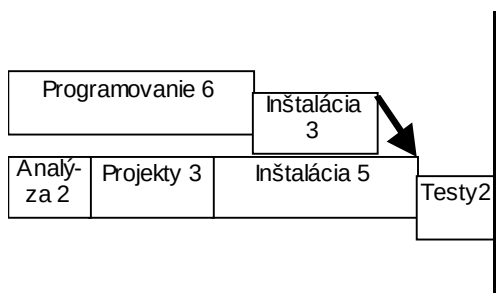
úspešné projekty	projekty s prekročeným časom a rozpočtom	neúspešné projekty
zapojenie zákazníka do projektu (15,9 %)	nedostatočná spolupráca so zákazníkom (12,8 %)	nekompletné požiadavky a špecifikácie (13,1 %)
podpora manažmentu (13,9 %)	nekompletné požiadavky a špecifikácie (12,3 %)	nedostatočná spolupráca so zákazníkom (12,4 %)
jasné definovanie požiadaviek (13 %)	zmena požiadaviek v priebehu projektu (11,8 %)	nedostatok zdrojov (10,6 %)
správne plánovanie (9,6 %)	nedostatočná podpora manažmentu (7,5 %)	nerealistické očakávania (9,9 %)
realistické očakávania (8,2 %)	technická nekompetentnosť (7 %)	nedostatočná podpora manažmentu (9,3 %)

Obr. 6.6. Príčiny úspešných a neúspešných projektov (The Standish Group)

Toto je realita. Čo sa v praxi robí, aby sa zmenila ?

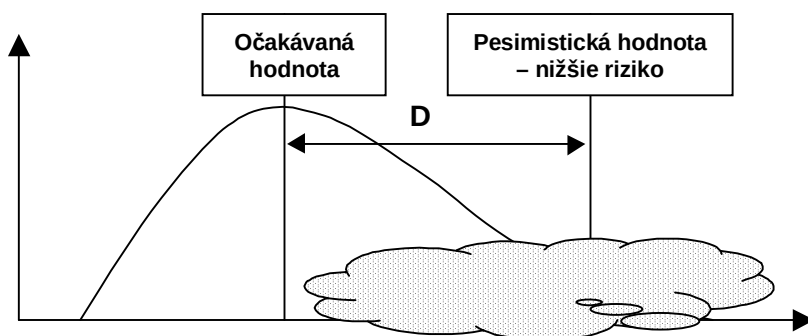
- Ku každej činnosti v projekte pridáme časovú rezervu – ochranu pred neistotou. Každý chce na svoju úlohu viac času, aby mal istotu. Väčšina ľudí však začína pracovať až na poslednú chvíľu a časovú rezervu nevyužívajú, podobne ako študent, ktorému keď dáte na skúšku 6 mesiacov, aj tak sa začne pripravovať až niekoľko dní pred skúškou. Ak aj skončia účastníci projektu svoju činnosť skôr, výsledok odovzdajú až dohovoreným termíne, pretože tí, ktorí plnia úlohy v predstihu sú obvyčajne potrestaní pridelením ďalšej práce. Každý sa preto snaží vybojovať si pre seba maximálny čas na svoju činnosť a tento čas aj vyčerpať (aj keď nie vždy produktívne). Ak sa projekt pretiahol, pri príprave ďalšieho projektu si každý žiada ďalšie predĺženie svojej činnosti. Výsledkom je, že sa projekty predlžujú a a predražujú.
- Neustále robíme preplánovanie v projekte.
- Presúvame ľudí a zdroje medzi viacerými projektmi bez toho aby ukončili svoju predchádzajúcu prácu.
- Zavedieme sa počítačový systém na riadenie projektu, aby sme mohli robiť chyby rýchlejšie a presnejšie.
- Zavedieme štatistické analýzy, ktoré nám povedia, čo už vieme – máme problémy s riadením projektu.

Skúsme si spolu jednoduchý projekt (obr. 6.7). Celý projekt sa skladá z piatich rôznych činností, pre ktoré sú potrebné rozličné zdroje – napr. analytici, programátori, projektanti, pracovníci zaisťujúci inštaláciu zariadení a pracovníci, ktorí vykonávajú testovanie systému. V políčkach na obrázku sú názvy jednotlivých činností a ich trvanie v týždňoch.



Obr. 6.7. Projekt

Ak sa spýtame jednotlivých ľudí, koľko času potrebujú, tak programátor, ktorý vie, že obvyčajne svoju činnosť urobí za 6 týždňov, si bude žiadať viac, aby mal rezervu – napr. 9 týždňov, analytik bude chcieť namiesto dvoch týždňov tri a pod. Šéf projektu chce mať istotu, tak im túto časovú rezervu schváli.



Obr. 6.8. Pridávanie časovej rezervy ku každej činnosti v projekte

Výsledok takéhoto projektu vidíme na obr. 6.9 hore. Vzhľadom na to, že sa prekrývajú činnosti inštalácie, ktoré potrebujú rovnaké zdroje, je potrebné celý harmonogram projektu ešte upraviť (obr. 6.9 - druhý zhora). Ak sa pozrieme na celý projekt, jeho dĺžka je 24 týždňov, ale celková časová rezerva projektu je iba jeden týždeň – t.j. rezerva, ktorá bola pridaná k poslednej činnosti (testy).

V ďalšej časti obrázku 6.9 (druhý zdola) vidíme vyznačenú tzv. kritickú reťaz (Critical Chain) projektu, podľa E.Goldratta [2].

Kritická reťaz je postupnosť závislých činností v projekte, ktoré bránia tomu, aby sa projekt skončil v kratšom intervale pri daných obmedzených zdrojoch. Kritická reťaz nie je totožná s kritickou cestou v klasickom projektovom riadení, ale ťahá sa obvyčajne cez kritické zdroje a najdlhšie činnosti v projekte.

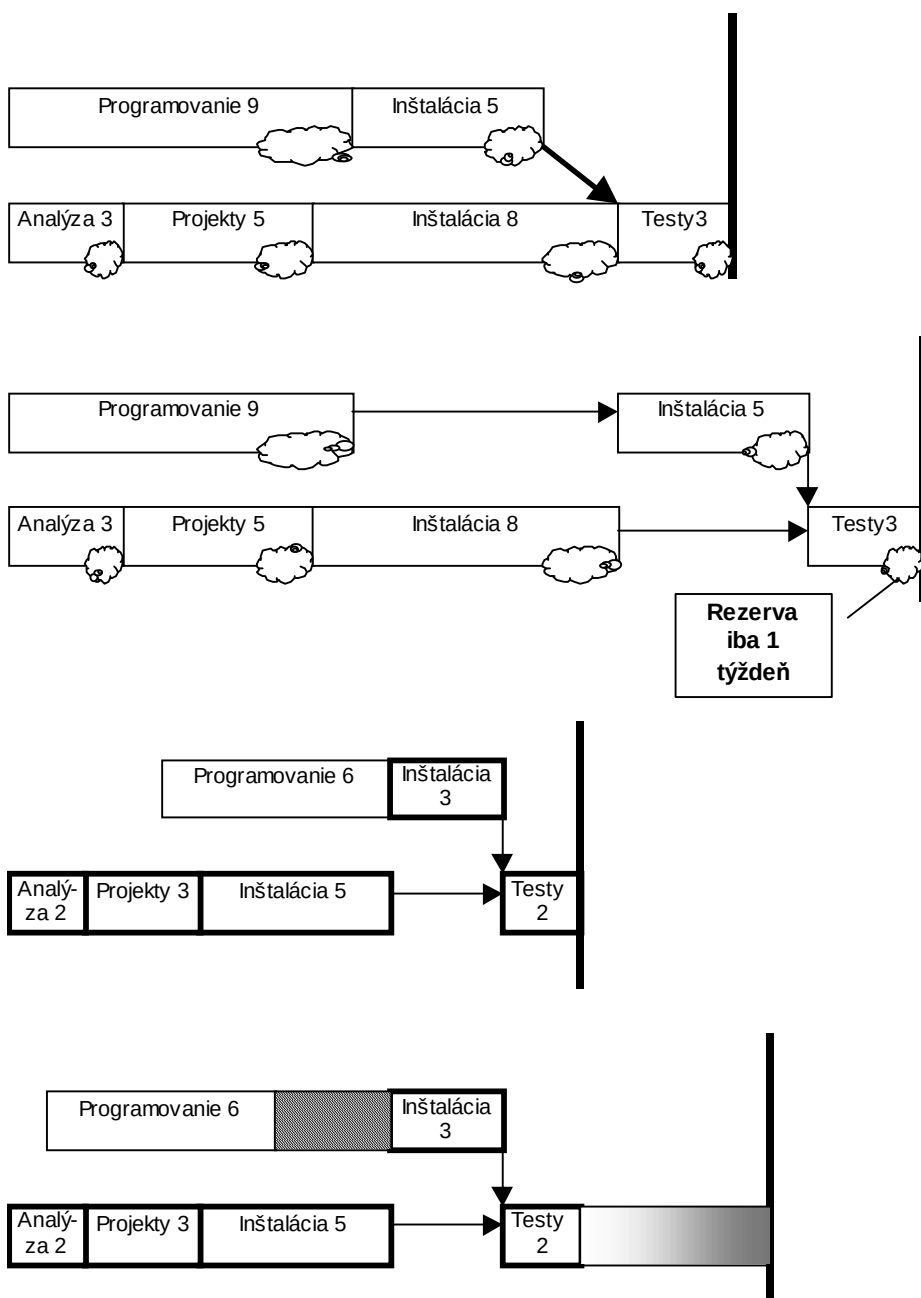
Pozrime sa na časť obr. 6.9 - dole. Časovú rezervu, ktorá má chrániť projekt, sme zaradili na koniec projektu a jej hodnota sa počíta z trvania predchádzajúcich činností, alebo z rozdielu medzi očakávanou a pesimistickou hodnotou D (obr.6.8):

$$\text{zásobník} = \sqrt{D_1^2 + D_2^2 + \dots D_n^2}$$

Iný, jednoduchší, spôsob výpočtu je, že sa veľkosť časového zásobníka stanoví, ako 50 % zo súčtu predchádzajúcich činností. Tento druh časového zásobníka sa nazýva tzv. **zásobník projektu** (project buffer) – časová banka, z ktorej môžu čerpať všetky činnosti, ktoré sa dostali do sklzu. Rozdiel medzi týmito spôsobmi výpočtu zásobníka a vhodnosťou ich použitia je vysvetlený v [9].

Na obr. 6.9 - dole je vidieť aj druhý typ zásobníka – tzv. **napájací zásobník** (feeding buffer) - pred činnosťou inštalácia 3, ktorý zaisťuje ochranu kritickej reťaze, pretože každá činnosť, ktorá vstúpi do kritickej reťaze s oneskorením, spôsobuje posunutie v celej kritickej reťazi.

Ešte existuje tretí druh zásobníka – tzv. **zásobník pred kritickým zdrojom** (resource buffer niekedy nazývaný aj „wake up“ buffer), ktorý sa používa vtedy, ak kritický zdroj (napr. extrémne vyťažенý špecialista) pracuje súčasne na viacerých projektoch. tento zásobník je akýmsi druhom signálu („budičiek“, červená zástavka), ktorý dostáva kritický zdroj vopred o tom, kedy bude potrebný pre vykonanie dôležitej činnosti na kritickej reťazi.



Obr. 6.9. Klasické riadenie projektu (hore) a riadenie s pomocou kritickej reťaze (dole)

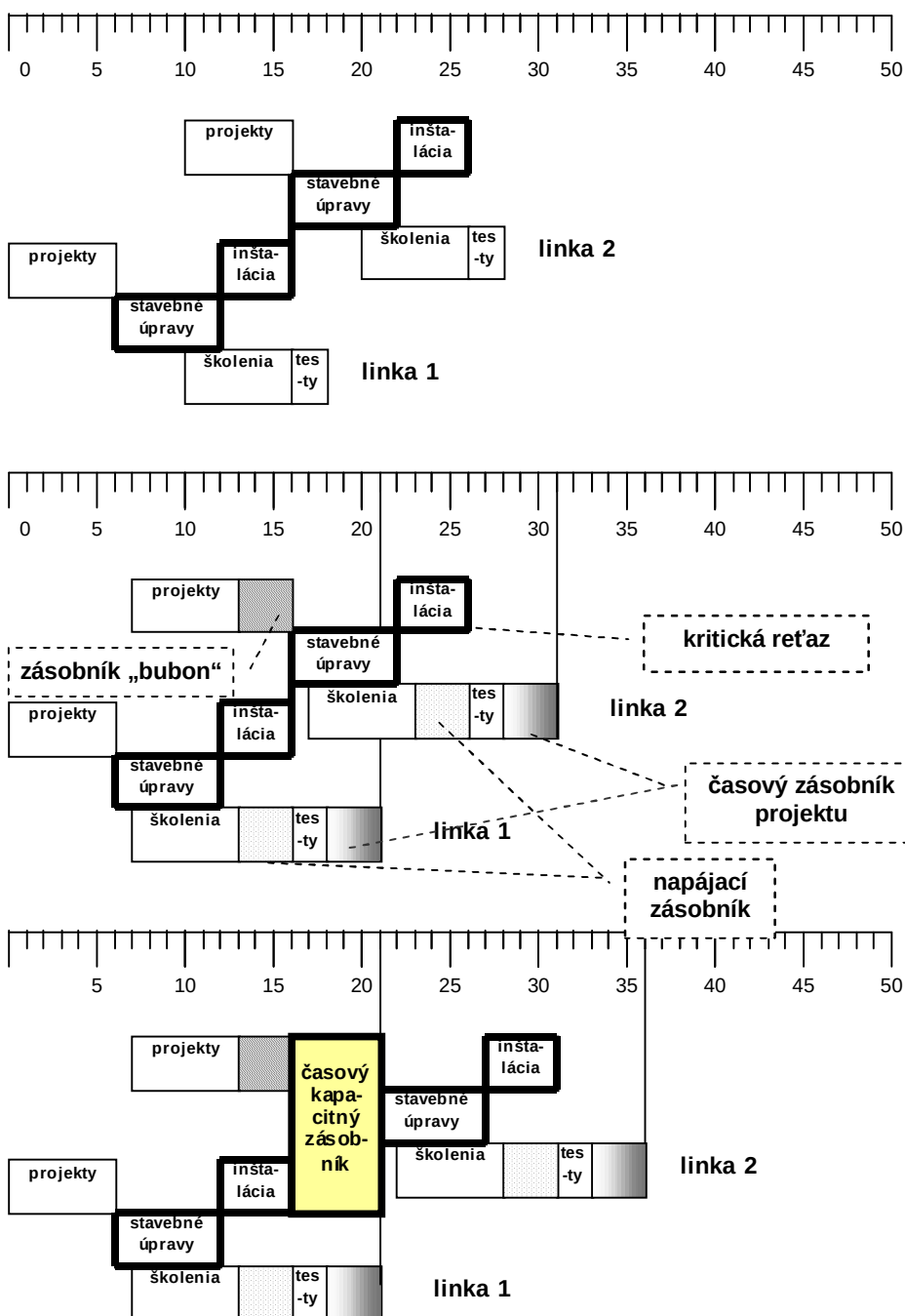
Ak sa pozrieme na výsledný priebeh projektu na obr. 6.9 - dole, tak vidíme rozdiel – projekt sme skrátili z 24 na 15 týždňov a na jeho na konci máme značnú rezervu, ktorá nám umožní ukončiť aj v najpesimistickejšom prípade celý projekt o 4 týždne skôr ako pôvodne. Máme teda kratší projekt s väčšou istotou, ktorá je zaistená časovými zásobníkmi.

Hlavné zásady metódy kritickej reťaze sú:

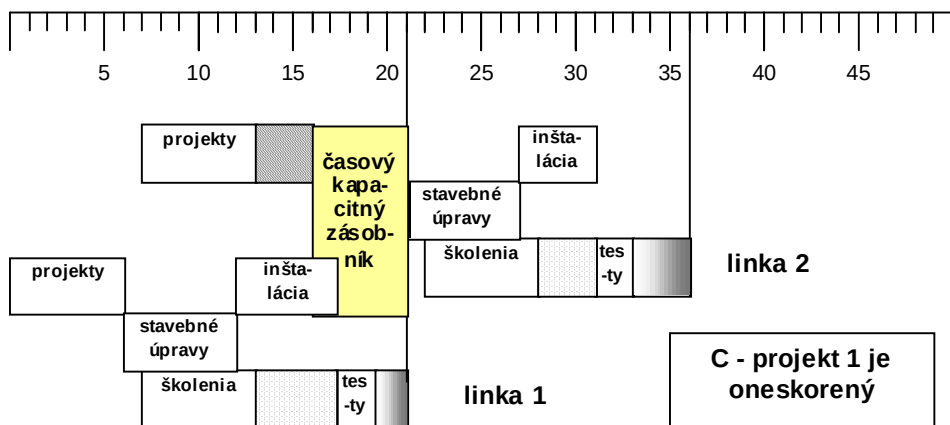
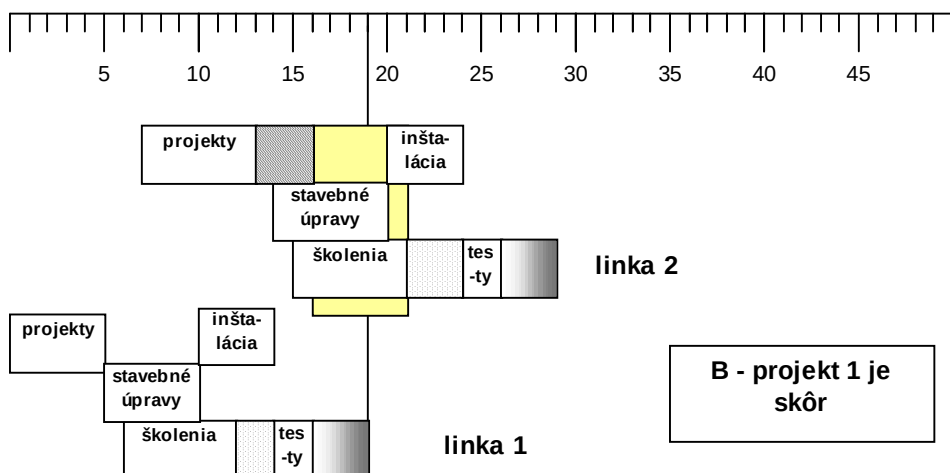
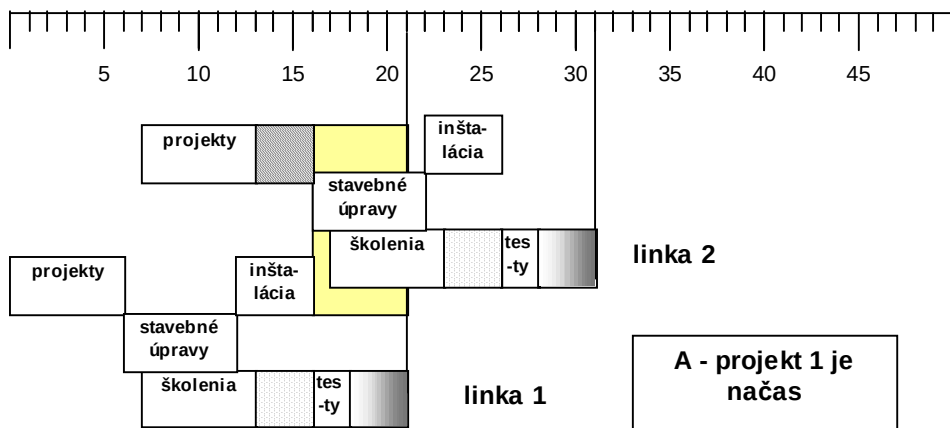
1. Vytvorenie plánu projektu s rešpektovaním obmedzení jednotlivých zdrojov.
2. Prediskutovanie a preverenie logiky projektu priamo s ľuďmi (zdrojmi), ktorí sú v projekte zapojení – vstupy a výstupy z jednotlivých činností, nadväznosť jednotlivých činností, zodpovednosť za jednotlivé činnosti, zdroje, trvanie činností.
3. Vytvorenie časového rozvrhu projektu s očakávanými hodnotami trvania činností, ktoré boli stanovené v spolupráci s inžiniermi z projektu.
4. Eliminácia hlavných príčin problémov s dostupnosťou zdrojov už vo fáze plánovania projektu.
5. Identifikácia kritickej reťaze.
6. Ochrana termínu projektu správne stanoveným časovým zásobníkom projektu, ktorý eliminuje variabilitu trvania činností na kritickej reťazi. Čas, ktorý sa tradične pridáva „pre istotu“ ku každej činnosti sa nepridáva k činnostiam, ale časť z neho sa pridá ako časová ochrana celého projektu.
7. Ochrana termínov začiatku činností na kritickej reťazi správne stanovenými napájacími zásobníkmi.
8. Ochrana termínov začiatku činností na kritickej reťazi, ktoré vykonávajú kritické (preťažené, nedostupné) zdroje s pomocou zásobníkov pred kritickými zdrojmi („budiček“ – predchádzajúci zdroj dáva vždy v dohovorenom predstihu signál ďalšiemu zdroji na kritickej reťazi, kedy skončí svoju činnosť a kedy má byť ďalší zdroj má byť pripravený).
9. Zaistenie, aby mohli ľudia pracovať ne projekte bez prerušení tak, aby splnili svoju úlohu tak rýchlo ako je to možné – hlavne kritické zdroje, ktoré majú na pracovnom stole napr. červenú zástavku, ktorá signalizuje ich prioritu.
10. Riadenie dodávateľov, ktorých výstupy vstupujú do kritickej reťaze, aby ukončili svoju činnosť čo najskôr.
11. Monitorovanie napájacích zásobníkov a ochrana kritickej reťaze.
12. Monitorovanie zásobníka projektu a ochrana kritickej reťaze.

Monitorovanie zásobníkov umožňuje sledovať priebeh projektu a robiť prípadné zásahy na dodržanie termínov na kritickej reťazi.

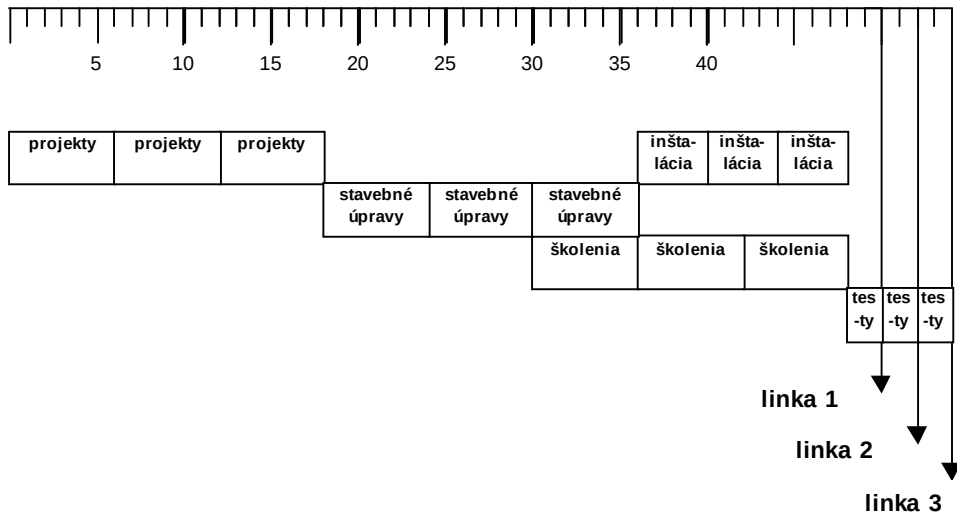
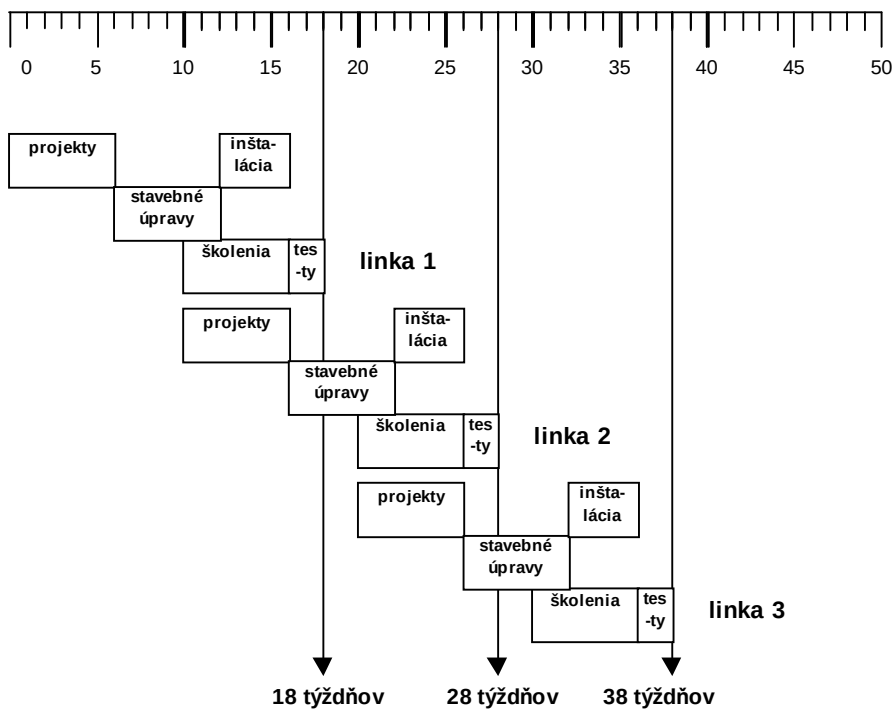
Ďalším problémom projektového riadenia sú tzv. multi projekty. Ide o to, že máme zdroje (hlavne kritická zdroje) viazané na prácu na viacerých projektoch súčasne. Na obr. 6.10 sú zobrazené dva projekty inštalácie liniek. Kritická reťaz sa ťahá cez činnosti stavebné úpravy a inštalácia. V strednej časti obr. 6.10 je vidieť ochranné zásobníky – časové zásobníky na konci každého projektu, napájacie zásobníky a tzv. zásobník „bubon“ (drum buffer), ktorý je umiestnený pred obmedzením projektu a zabezpečuje, že nový projekt nemôže začať skôr, ako mu to dovoľí obmedzenie (podľa toho ako „bubnuje obmedzenie projektu, pochoduje celý systém“).



Obr. 6.10. Riadenie multi projektov s pomocou kritickej reťaze



Obr. 6.11. Kritická reťaz a posuny v projekte



Obr. 6.12. Čo je lepšie z hľadiska termínu projektu a toku peňazí – situácia v hornej časti obrázka, alebo v dolnej časti?

V spodnej časti obrázka j ešte uvedený tzv. časový kapacitný zásobník (capacity buffer), ktorý oddeľuje oba projekty a chráni takto druhý projekt pred časovými meškami na kritickej reťazi prvého projektu. Na obr. 6.11 potom vidíme tri možné situácie, ktoré sa môžu vyskytnúť:

- A. Prvý projekt sa ukončí načas t.j. ako bolo plánované. Druhý projekt potom môžeme posunúť do vnútra časového kapacitného zásobníka na skorší termín a oba projekty skončia skôr ako sa plánovalo.
- B. Prvý projekt skončí skôr ako sa plánovalo. V tomto prípade môžeme začiatok druhého projektu posunúť na ešte skorší termín až do zásobníka – „bubna“.
- C. Prvý projekt má meškanie. Ani v tomto prípade sa nič nedeje. Zásobník prvého projektu chráni jeho termín. časový kapacitný zásobník chráni začiatok druhého projektu – aj v tomto prípade sa plánované termíny bez problémov splnia.

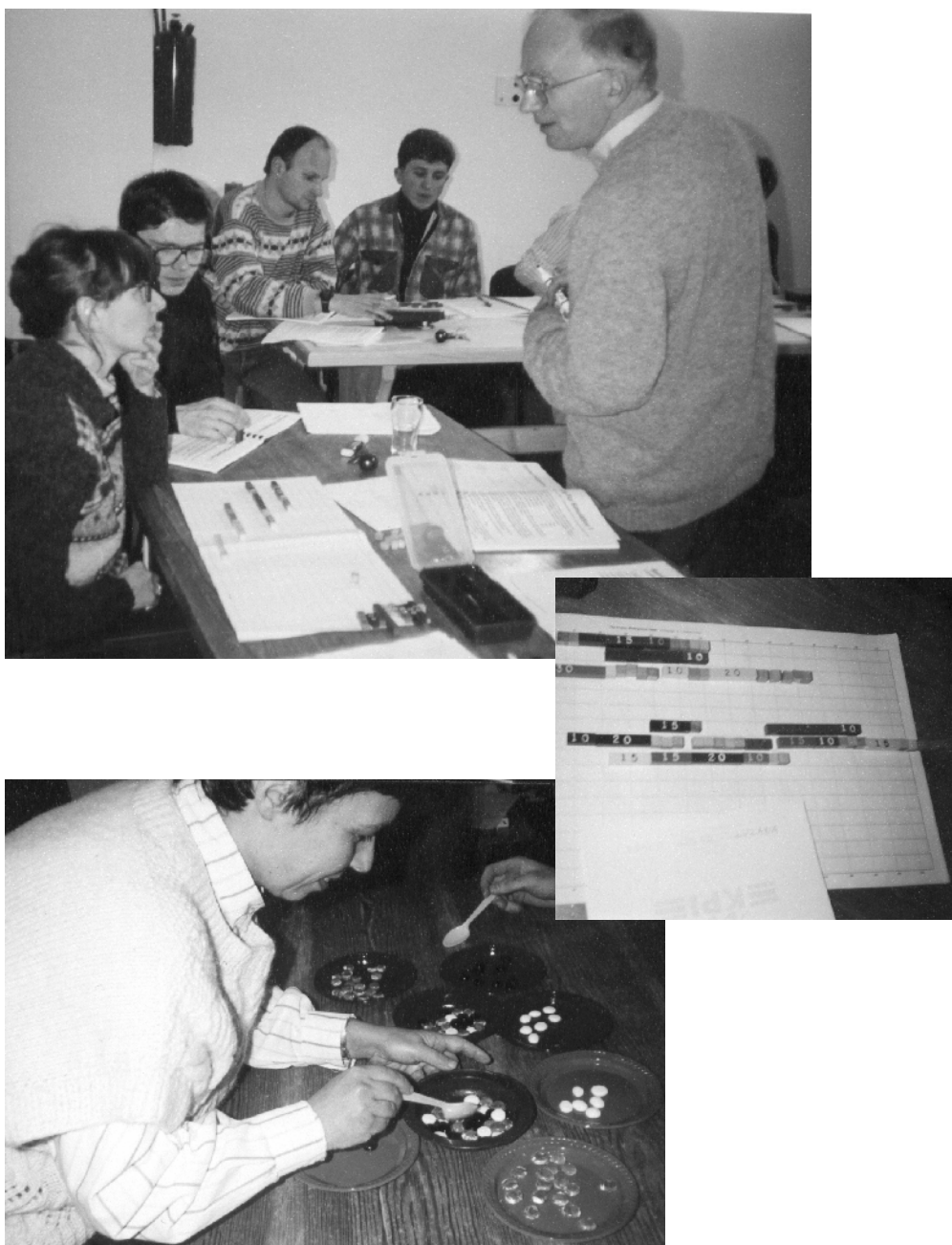
Na obr. 6.12 vidíme aj ďalšie výhody tohto prístupu. V hornej časti obrázka sú tri projekty riadené s pomocou kritickej reťaze. Predpokladajme, že projekt každej linky prinesie prietok 18 miliónov korún. V prvom prípade sme všetky tri linky skompletizovali za 38 mesiacov. Ak sa pozrieme na tok peňazí, tak už za 18 mesiacov sme získali 18 miliónov korún, za 28 mesiacov ďalších 18 miliónov a za 38 mesiacov zvyšných 18 miliónov.

V spodnej časti obrázka vidíme tradičný spôsob riadenia multi projektu, keď jednotlivé zdroje pracujú paralelne na troch projektoch. Okrem časových strát, ktoré vznikajú presunom medzi projektmi, stratou informácií a pod., iba tento spôsob riadenia vedie k tomu, že tri linky skompletizujeme až za 54 mesiacov a až v termínoch 50, 52 a 54 týždňov získame čiastky 18 miliónov. Projekt je dlhší, tok peňazí horší, riziko vyššie a obyčajne aj ľudia, ktorí prechádzajú z projektu na projekt sú viac frustrovaní a robia viac chýb.

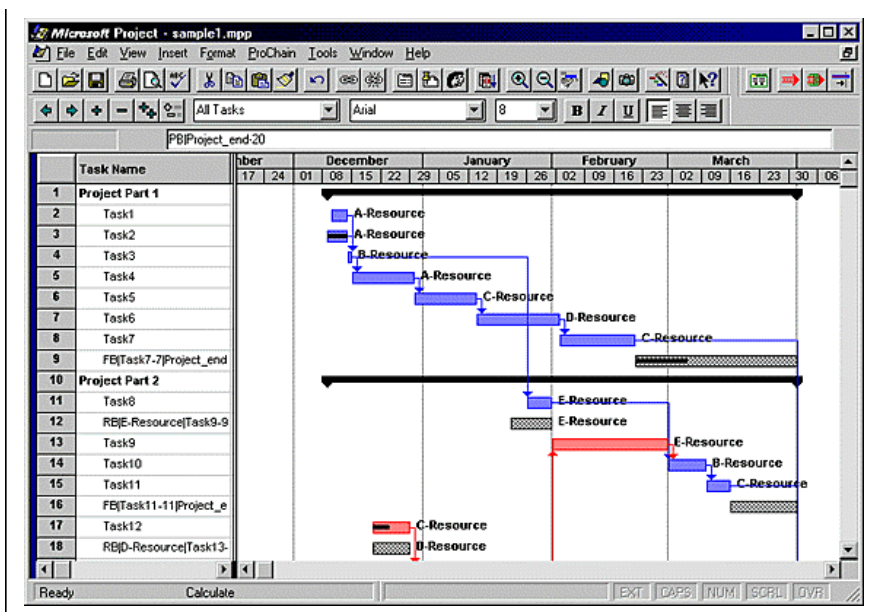
Riešenie multi projektov sa teda začína nájdením zdroja, ktorý je obmedzením (bubon) a od tohto miesta sa začína vytváranie celého časového rozvrhu projektu, do ktorého sa postupne vkladajú jednotlivé časové zásobníky – projektu, „bubna“ a napájacie zásobníky. Projekty navzájom sa ešte oddeľujú tzv. časovým kapacitným zásobníkom.

Po prekonaní všetkých prekážok, stresu, po veľkej námahe a prebdených nociach je systém napokon konečne uvedený do prevádzky. Aj napriek v tomu, že boli všetky úlohy v projekte stopercentne splnené, v prvých týždňoch prevádzky nového systému dochádza obyčajne k problémom, sú nutné niektoré úpravy a zlepšenia.

Aj v tejto fáze je potrebná asistencia projektantov, technikov a špecialistov, ktorí by mali pomôcť robotníkom, údržbárom a ďalším ľuďom z výroby pri riešení počiatočných problémov. Je veľmi zlé, ak sa členovia projekčného tímu po inštalácii systému skryjú späť do svojich kancelárií. Aj ten najdokonalejší vyprojektovaný systém má obyčajne v prvých týždňoch svojej prevádzky mnohé problémy. Časť z nich môže vznikať ako dôsledok neznalosti personálu, niektoré problémy môžu byť výsledkom vplyvov, s ktorými sa v projekte nedostatočne počítalo (nekvalitné polotovary, chyby pri prenose údajov, znečistenie spôsobujúce problémy s polohovaním súčiastky a pod.). Sú mnohé maličkosti, ktoré môžu znehodnotiť výsledok projektu, ak sa im projektanti v spolupráci s ľuďmi vo výrobe v prvých fázach prevádzky nevenujú. Na druhej strane je takýto postup aj dobrou školou pre projektantov.



Obr. 6.13. Tréning princípov kritickej reťaze v projektoch a v multiprojektoch na seminári organizovanom IPI Žilina v spolupráci s TOC expertmi z Veľkej Británie

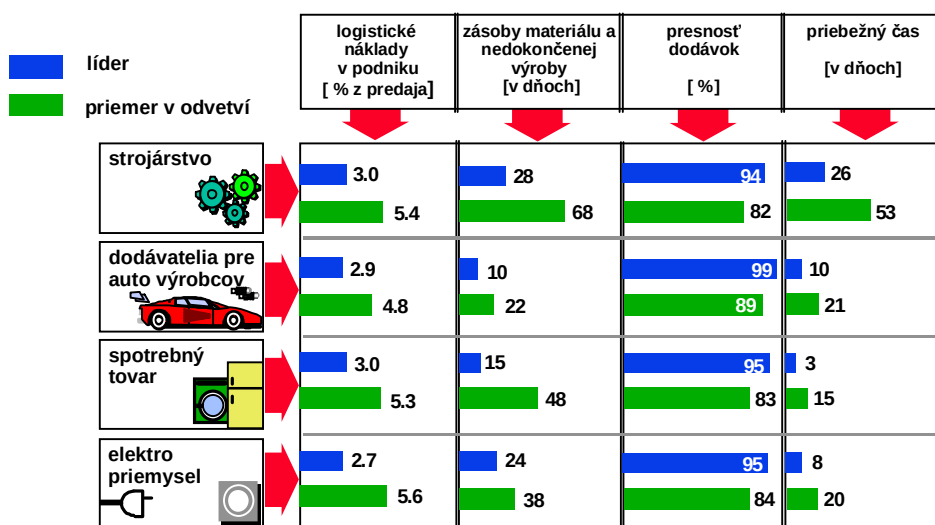


Obr. 6.14. Zložitejšie projekty vyžadujú počítačovú podporu pri aplikácii kritickej reťaze systém ProChain

Po uvedení výrobného systému do prevádzky nastáva jeho doladovanie a meranie projektovaných parametrov. V tejto fáze je možné definitívne skontrolovať, či sa dosiahli projektované parametre. Ale ani to nestačí. Je nutné používať správnu mierku na meranie výkonnosti systému a táto mierka sa veľmi rýchlo mení. Už na začiatku knihy sme hovorili o tom, že sa budeme zaoberať výrobnými systémami svetovej triedy. Tak ako špičkoví športovci, aj my teda musíme poznať parametre špičkových výrobných systémov, porovnávať s nimi náš výrobný systém a neustále ho vylepšovať smerom k svetovej triede. Musíme teda vykonávať audity vývoja výrobného systému a benchmarking, t. j. porovnávanie sa s najlepšimi výrobcami.

V ostatných rokoch sa rozvinuli nasledovné skupiny benchmarkingových analýz:

1. **Interný benchmarking** – ide v podstate o pravidelné vyhodnocovanie (audit) vývoja výrobného systému . zlepšovanie alebo zhoršovanie vybraných ukazovateľov.
2. **Benchmarking zameraný na konkurenciu** – porovnávajú sa vybrané ukazovatele s konkurentmi (priekopníkom v tomto smere bola firma Xerox).
3. **Benchmarking zameraný na priemyselné odvetvie** (napr. Štúdia automobilových výrobcov od MIT – štíhla výroba – Womack, Ross).
4. **Benchmarking zameraný na najlepších na svete** bez rozdielu odboru podnikania – globálny benchmarking zameraný na svetovú triedu.



Obr.6.15. Príklad porovnávania niektorých ukazovateľov v odvetviach (zdroj - Wirtschaftswoche)

Povedali sme si, že nám ide o svetovú triedu. Otázka teda znie: Čo merať vo výrobných systémoch svetovej triedy?

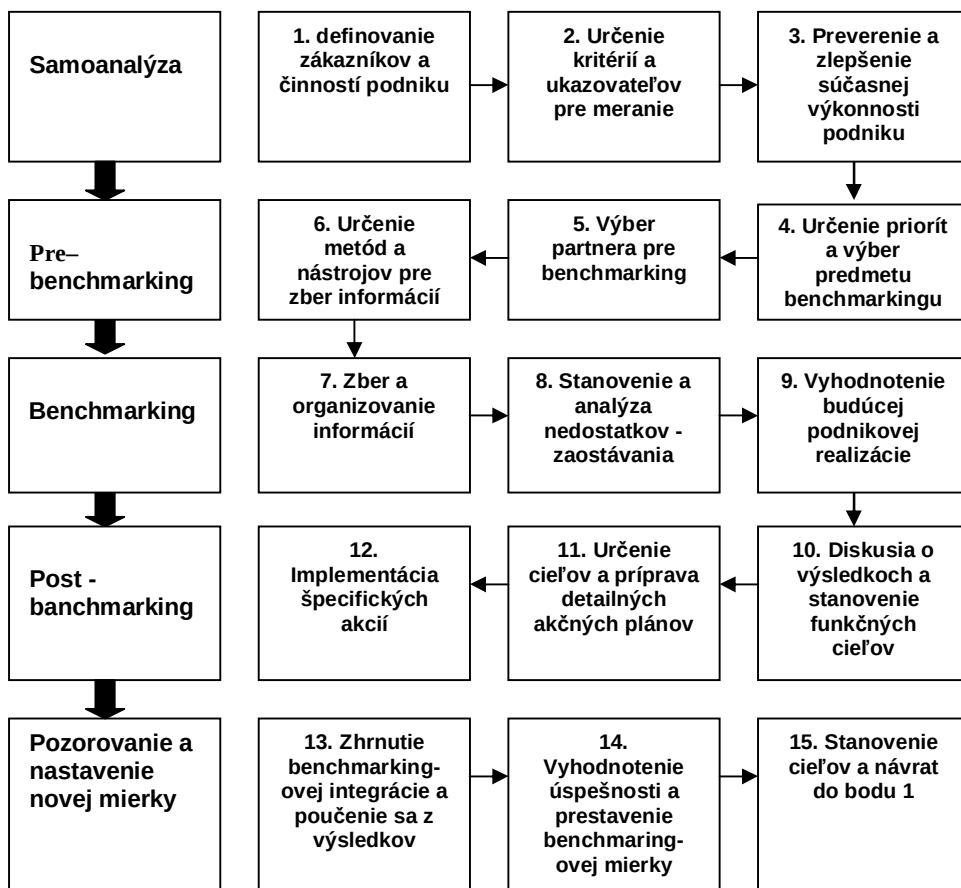
Slack [13] definuje päť hlavných oblastí na vytvorenie konkurenčnej výhody vo výrobe:

1. kvalita
2. náklady
3. čas reakcie
4. presnosť plnenia termínov
5. pružnosť

Tieto oblasti sa v podstate zhodujú so systémom parametrov, ktoré navrhuje merať vo výrobných systémoch svetovej triedy aj H. B. Maskel [8]:

1. **Kvalita:** Kvalita vo výrobe a od dodávateľov (SPC...), kvalita údajov v systéme – zásoby, kusovníky, postupy, predpovede, účinnosť TPM, náklady na kvalitu.
2. **Náklady:** Odpad v nepodarkoch a na repasy, obrátkovosť zásob, pridaná hodnota, nákladová produktivita – produktivita na jednotku, náklady na pridanú hodnotu na jednotku produkcie, celkové náklady/ hodnota výstupu, réžia.
3. **Spol'ahlivosť dodávok:** Výkonnosť a kvalita predajcov, dodržiavanie rozvrhov, zmeny v objednávkach a v rozvrhoch, stupeň spokojnosti zákazníckeho servisu, analýza stratených predajov.
4. **Priebežné časy:** Výrobný čas, pomer medzi priebežným časom dodávka a priebežným časom výroby, disponibilita materiálu, vzdialenosti na prepravu materiálu počas výroby, prestavovanie strojov, dodací čas zákazníkovi.

5. **Pružnosť:** Počet rozličných súčiastok v kusovníku, percentá štandardných, spoločných a špeciálnych súčiastok, počet rozličných výrobných procesov, počet úrovní v kusovníku, pozície kde sa diferencuje výrobný proces, počet nových výrobkov uvedených ročne na trh a čas na uvedenie, pružnosť personálu – tréning, porovnanie výrobného výstupu a kapacity
6. **Vzťahy medzi pracovníkmi** –morálka a pracovná disciplína, fluktuácia,, tímová práca, zapojenie sa ľudí do stratégie svetovej triedy a zlepšovania, vodcovstvo manažérov, vzdelanie a tréning, bezpečnosť pri práci.



Obr. 6.17. Všeobecný postup benchmarkingu

Uvedme si ďalej niektoré kritériá pre jeden z hrubých testov, ktoré vykonáva Inštitút priemyslového inžinierstva v Žiline. Výrobný systém sa hodnotí v nasledovných oblastiach:

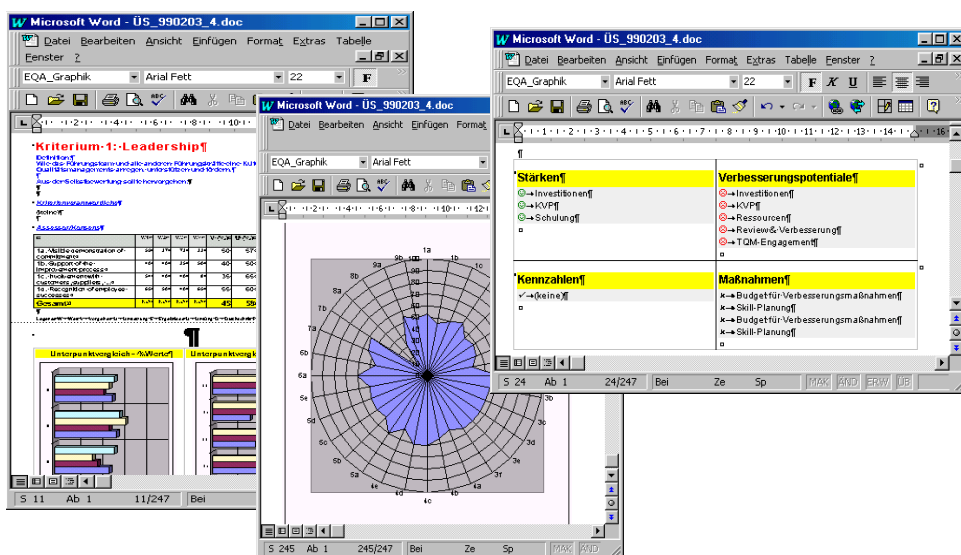
1. Manažment.
2. Podniková kultúra.
3. Výrobné a obslužné činnosti.

4. Organizácia a zvládnutie nosných procesov.

V každej z uvedených oblastí je definovaných 8 ukazovateľov, ktoré môžu mať 4 stupne.

1. Stupeň zodpovedá najnižšej úrovni, ktorá sa prejavuje neznalosťou alebo absenciou danej problematiky v podniku.
2. Stupeň zodpovedá čiastkovému snaženiu zaviesť niektoré prvky v rámci podniku.
3. Stupeň zodpovedá čiastočnému zavedeniu daného prvku v podniku.
4. Stupeň zodpovedá úplnému zavedeniu daného prvku v podniku tak, že je tento prvok samozrejmosťou, je akceptovaný pracovníkmi a je neoddeliteľnou súčasťou podnikových procesov.

Prvý stupeň zodpovedá obvyčajne veľkým štátnym podnikom na Slovensku, ktorým sa nedarí vymaniť sa z centralizovanej, byrokratickej štruktúry riadenia. Vyznačuje sa ťažkopádnosťou, nízkou motiváciou ľudí a nepružnosťou smerom k okoliu. Druhý stupeň je typický pre mnohé slovenské podniky, ktoré začali s procesmi re-inžinieringu a racionalizácie, sú však zatiaľ v štádiu pilotných projektov. Tretí stupeň predstavuje solídnu úroveň, ktorú v súčasnosti dosahujú vyspelé podniky na Slovensku a v zahraničí. Štvrtý stupeň predstavuje firmy, ktoré je možné zaradiť medzi „podniky svetovej triedy“ (world class business, world class manufacturing), t. j. podniky, ktoré patria ku svetovej špičke.



Obr. 6.18. Počítačová podpora benchmarkingu

1. Manažment

Oblasť	1. Stupeň	2. Stupeň	3. Stupeň	4. Stupeň
Podniková vízia a stratégia	je nejasná a nevychádza z podrobnej analýzy	čiasťkové stratégie spracované na jednotlivých úsekoch	podrobne spracovaná a podložená stratégia, ktorú si osvojil manažment	podrobne spracovaná a podložená stratégia, ktorú si osvojili všetci pracovníci
Porovnávanie sa s najlepšimi v odbore – benchmarking	neexistuje	porovnávanie čiasťkových ukazovateľov s vybranými firmami	porovnávanie komplexných ukazovateľov s najlepšimi firmami v odbore vo svete	komplexný benchmarking s najlepšimi v odbore a akčné plány zlepšenia
Spôsob riadenia	smernice, príkazy	participácia pracovníkov na riadení	presun niektorých právomocí smerom dole	navigácia, riadenie podľa cieľov, samoorganizácia
Systém riadenia kvality	nie je zavedený, ani sa s nim neuvažuje	prípravuje sa certifikácia podľa ISO 9000	prípravuje sa systém TQM	plne zavedený systém TQM
Vzťah k životnému prostrediu	neexistuje	formálny, v rámci požadovanej legislatívy	dobrovoľné aplikácie niektorých ekologických princípov - príprava na ISO 14000	totálne myslenie a konanie s orientáciou na životné prostredie - plne zavedené ISO 14000
Systém riadenia podnikových ukazovateľov	sledujú sa štandardné ekonomické ukazovatele s ohľadom na účtovníctvo a požiadavky z podniku	okrem štandardných ukazovateľov sa sledujú i náklady na kvalitu, rast produktivity práce, štruktúra nákladov, náklady na zásoby, štruktúra prevádzkových nákladov, náklady na fluktuáciu a i.	je vypracovaný a pravidelne sa sleduje integrovaný systém ukazovateľov výkonnosti, efektívnosti a produktivity závodu	integrovaný systém ukazovateľov slúži na neustále zlepšovanie ekonomických výsledkov závodu
Starostlivosť o ľudské zdroje	formálna - založená na organizovaní legislatívou alebo certifikáciou vynútených školení, nedostatok času a peňazí na vzdelávanie	rozšírené možnosti vzdelávania, poskytovanie rozšírených rekreačných, zdravotníckych a rehabilitačných služieb	plány osobného rozvoja pracovníkov, podpora vzdelávania a rozvoja osobnosti	učíaca sa spoločnosť, pravidelný tréning pracovníkov, pružní pracovníci s individuálnymi kariérnymi plánmi, seniorský program
Informačný a komunikačný systém	prevláda „papierové“ prikazovanie, zakazovanie a chýba osobná komunikácia medzi rôznymi úrovňami a úsekmi v podniku, častokrát sú ľudia zavalení nepotrebnými údajmi, ale chýbajú im potrebné informácie	štandardizované komunikačné kanály, v ktorých sa však obyčajne strácajú a deformujú mnohé informácie, neexistuje osobný kontakt	informácie sú dostupné pre všetkých ľudí v rozličných formách, niektoré informácie sú nezrozumiteľné alebo prichádzajú oneskorene	všetky informácie sú k dispozícii včas, v požadovanom množstve a kvalite, sú zrozumiteľné všetkým, dominuje osobná komunikácia medzi rôznymi útvarmi a riadiacimi úrovňami, orientovaná na riešenie aktuálnych problémov

2. Podniková kultúra

Oblasť	1. Stupeň	2. Stupeň	3. Stupeň	4. Stupeň
Medziľudské vzťahy	konkurencia medzi oddeleniami, narušené medziľudské vzťahy, hľadanie vinníkov a represie, konflikty medzi oddeleniami, snaha hľadať vinu vždy na druhom	vzájomný rešpekt a akceptovanie sa, formálne vzťahy, riešenie odborných problémov je povýšené nad medziľudské konflikty, existujú napätia medzi útvarmi a oddeleniami	úprimná snaha riešiť odborné problémy a hľadať kompromisy, občasné konflikty medzi oddeleniami sú v zárodku eliminované	prevláda pocit súdržnosti a spolupráce medzi všetkými úrovňami a úsekmi v podniku, vzájomná dôvera, podpora a harmonické, priateľské medziľudské vzťahy
Komunikácia	dominuje prenos informácií zhora dole vo forme príkazov a smerníc	obojsmerná, avšak väčšinou formálna komunikácia, vybrané informácie pre vybrané skupiny ľudí	priama osobná komunikácia s podriadenými, pravidelné informovanie ľudí o všetkých dôležitých otázkach podniku	množstvo informácií a nápadov smeruje zdola hore, otvorené informovanie a diskutovanie o všetkých problémoch v tímoch, vizualizácia všetkých podstatných informácií
Čistota a poriadok	na poriadok a dodržiavanie čistoty nie je čas - prevláda neporiadok na pracoviskách a znečistené pracovné prostredie	existujú veľké rozdiely medzi rôznymi útvarmi – vyskytuje sa neporiadok a zanedbané priestory, ale i pracoviská so vzorným poriadkom	snaha štandardizovať poriadok a čistotu v celom podniku, odstrániť z pracoviska všetko nepotrebné a udržiavať ho v čistote	v rámci celého podniku je vypestovaný silný zmysel pre poriadok, čistotu a dodržiavanie štandardov
Vzťah ľudí k podniku	väčšina pracovníkov nemá žiaden vzťah k podniku, niektorí cítia k nemu averziu	vzťah k podniku je neutrálny, založený väčšinou na výške odmeny za prácu	ľudia cítia v podniku istotu a záujem a oceňujú to	ľudia majú k podniku vzťah ako k vlastnej firme, nachádzajú v ňom sebarealizáciu a celoživotnú istotu
Motivácia ľudí	vynútená disciplína	finančné motivovanie ľudí	finančné a nefinančné motivačné nástroje	motivovaní spolupracovníci, ktorí nachádzajú v práci sebarealizáciu
Informácie o cieľoch	pracovníci nemajú informácie o cieľoch podniku a závodu	pracovníci majú informácie o základných cieľoch podniku, avšak v príliš všeobecnej forme	konkrétne ciele podniku sú všetkým známe, chýba však ich rozpracovanie na konkrétne ciele jednotlivých úsekov a oddelení	podnikové ciele sú jasné a sú plne integrované s cieľmi úsekov a oddelení, ktoré sa podľa nich správajú
Zapojenie sa do podnikových zmien	podnikové zmeny pripravuje a realizuje úzka skupina ľudí a presadzuje ich autoritatívne zhora dole	pracovníci sú zapojení do podnikových zmien, ale až vo fáze realizácie, takže nemôžu ovplyvniť prípravnú etapu	do podnikových zmien sú plne zapojené vybrané profesie špecialistov	do podnikových zmien sú od začiatku zapájaní všetci pracovníci
Vzdelávanie	vzdelávanie sa považuje za zbytočné mrhanie peniazmi, vládne obava, že vzdelaní pracovníci opustia podnik, alebo budú svoje vzdelanie „zneužívať“	vzdelávanie prebieha podľa zaužívaných ročných plánov vzdelávania	na príprave plánov vzdelávania sa podieľajú jednotlivé odborné útvary, vzdelávanie je súčasťou projektov zmien v podniku	vzdelávanie má v podniku najvyššiu prioritu, sú do neho zapojení všetci pracovníci od top manažmentu až dole, dominujú tréningy a workshopy, pri ktorých sa riešia podnikové problémy a nacvičuje sa tímová spolupráca

3. Výrobné a obslužné činnosti

Oblasť	1. Stupeň	2. Stupeň	3. Stupeň	4. Stupeň
Znalosť procesov	procesy nie sú jasne definované, zamieňajú sa s popisom činností a s organizačnou štruktúrou	sú definované iba vybrané procesy	procesy sú definované, avšak organizačná štruktúra ich plne nerešpektuje	podnik má presne popísané procesy, procesnú organizáciu a usiluje sa o jej zdokonaľovanie
Zlepšovanie procesov	zlepšovanie procesov je neznámy pojem	zlepšovanie procesov sa deje iba nárazovo, keď niektorý proces neúnosne zdegeneroval	v pravidelných auditoch sa analyzujú nosné procesy a navrhujú sa plány pre ich zlepšenie	v podniku je zavedený systém kontinuálneho zlepšovania procesov, do ktorého sú zapojení všetci pracovníci
Využívanie základných prostriedkov a materiálu	predimenzované výrobné kapacity, plochy, nízke využívanie materiálu a pod.	vysoké využívanie kapacít, ktoré však často krát vedie k nadbytočným zásobám	snaha dobre využívať základné prostriedky a eliminácia nadbytočných prostriedkov	vyvážené kapacity a materiálové toky, ktoré zodpovedajú požiadavkám trhu
Zásoby a dodávateľský systém	množstvo neidentifikovaných položiek v zásobách, zlá štruktúra zásob, nízka obrátkovosť, veľké finančné prostriedky v zásobách	zásoby sú vysoké, ale je v nich poriadok a pravidelne sa vykonávajú programy pre ich znižovanie	zásoby sa udržiavajú na minimálnej úrovni s ohľadom na kľúčové položky a služby zákazníkom	Just in time dodávateľský systém, systém blížiaci sa k nulovým zásobám
Hodnotenie a odmeňovanie pracovníkov	neprehľadný systém, ľudia nechápu diferencie v mzdách a majú pocit nespravodlivosti	odmeňovanie zamerané výlučne na výkon, bez ohľadu na skutočné potreby podniku, kvalitu a pod.	spojenie odmeňovania orientovaného na výkon s motivovaním pracovníkov s ohľadom na zlepšovanie	cieľovo orientované odmeňovanie, spojenie individuálnej a skupinovej odmeny, podpora pracovníkov ako „podnikateľov“
Eliminácia plytvania	pojem plytvanie je nejasný	ľudia chápu pojem plytvanie, avšak majú problémy s jeho identifikáciou alebo nemajú kompetencie pre jeho odstraňovanie	občasné, nárazové akcie zamerané na elimináciu plytvania	zavedené zlepšovateľské hnutie, ktoré sa systematicky orientuje na odhaľovanie a odstraňovanie všetkých druhov plytvania
Organizácia a riadenie výrobných a obslužných činností	autoritatívne, centralizované direktívne riadenie zhora dole	decentralizácia riadenia a participácia pracovníkov na riadení	decentralizácia riadenia na nižšie úseky, snaha budovať autonómne tímy	tímovo orientované riadenie, centrum tvorí navigačný systém
Autonómne výrobné tímy	neznámy pojem, prípadne odmietanie	vo fáze vzdelávania a úvah, formálne zavádzanie „tímov“	skúšobné výrobné tímy a ich pravidelné audity	samostatné výrobné tímy sú samozrejmosťou zložkou podniku

4. Organizácia a zvládnutie nosných procesov

Oblasť	1. Stupeň	2. Stupeň	3. Stupeň	4. Stupeň
Organizačná štruktúra	centralizovaná, funkcionálna organizačná štruktúra, rozdrobenie oddelení s duplicitami	čistočná decentralizácia, orientácia na procesy	dynamická štruktúra so silnými vzťahmi medzi oddeleniami s vytváraním dočasných tímov	tímovo organizovaná spoločnosť
Marketing	marketing plní úlohy obchodného a reklamného oddelenia	marketing čiastočne spracováva informácie z trhu a od konkurencie	marketing sa systematicky venuje príprave marketingových plánov, pravidelný výskum trhu	marketing systematicky sleduje požiadavky zákazníkov, komunikuje s nimi a spolupracuje na vytváraní stratégií a vývoji, analyzuje sa konkurencia
Kontrolné činnosti	neexistuje kontrola ani disciplína, neplnia sa smernice a normy, nárazové kontrolné a represívne akcie	veľké množstvo kontrolných činností a administratívy, hľadanie a postihovanie vinníkov	každý pracovník je zapojený do kontroly s cieľom nájsť príčinu problému (nie vinníka) a odstrániť ju	samokontrola, sebadisciplína, plnenie štandardov a noriem je samozrejmosťou, ďalší proces je zákazník
Fluktuácia	vysoká fluktuácia pracovníkov, vysoký podiel práceneschopnosti a absencií - príčiny týchto javov sa nesledujú	vysoká fluktuácia, ale robia sa rozbery príčin tohto stavu	opatrenia smerujúce k zníženiu fluktuácie	minimálna fluktuácia v porovnaní s inými podnikmi
Technická príprava výroby	je zavalená rutinnými činnosťami, chýba komunikácia s okolitými útvarmi, chýbajú požadované informácie, normy a nástroje	technická príprava výroby pracuje sekvencne, využíva moderné počítačové prostriedky a má čiastočne problémy s komunikáciou s okolím	paralelizácia činností v technickej príprave výroby - spolupráca s marketingom, investičným oddelením, vývojom a pod.	simultánne inžinierstvo v technickej príprave výroby, tímová práca, projektové riadenie
Strategické plánovanie	neexistuje, alebo sa vykonáva iba formálne vo všeobecnej rovine	prípravujú sa strategické plány, avšak chýbajú kvalitné podklady a údaje	stratégie sa nepremietajú do funkčných a ročných plánov	strategické plánovanie je základom celopodnikového plánovania a riadenia
Preventívna údržba a diagnostika	preventívna údržba a diagnostika neexistuje	špecializovaná skupina vykonáva pravidelné prehliadky a údržbárske činnosti	časť diagnostických a údržbárskych činností preberá obsluha	v celom podniku je prepracovaný systém totálne produktívnej údržby so zapojením obsluhy, údržby, technickej prípravy a ďalších úsekov
Medziprocesná komunikácia	absolútna izolácia	formálna komunikácia s množstvom nepresností	rotácia pracovníkov, pravidelné stretnutia a spoločné riešenie problémov	vznikajú medziprocesné tímy na odstránenie problémov

Na záver si uvedieme niektoré dôležité ukazovatele, ktoré sa vyhodnocujú vo výrobnom systéme a je možné používať ich aj ako benchmarkingové kritériá.

Ukazovatele zariadení a technológie				
Ukazovateľ	jednotka	podnik	hlavný konkurent	štandard v priemysle
Teoretické využitie stroja = (normovaný čas/časový fond) x 100	[%]			
Skutočné využitie = (čas práce/časový fond) x 100 čas práce = výroba dobrých kusov + výroba nepodarkov + pretypovanie	[%]			
Skutočné pracovné využitie = (čas výroby dobrých kusov/časový fond) x 100	[%]			
Výrobný výkon pracoviska - množstvo vyrobených kusov na pracovisku za jednotku času	ks/perióda			
Prietok - množstvo peňazí, ktoré výrobný systém vyprodukuje za jednotku času - t.j. fyzicky vyprodukované a predané výrobky.	Sk/perióda			
Účinnosť = (výstup / vstup) x 100 = (priame náklady / priame náklady + nepriame náklady + réžia) x 100 Účinnosť udáva, koľko vstupov „stratí“ na vyprodukovanie daného výstupu. Účinnosť (efficiency) znamená robiť veci správne, efektívnosť (effectiveness) znamená robiť správne veci.	[%]			
Efektívnosť zariadenia = miera využitia x miera výkonu x miera kvality x 100 (OEE - Overall Equipment Effectiveness) miera využitia = (časový fond - prestoje) / časový fond miera výkonu = (počet vyrobených kusov x cyklový čas) / (časový fond - prestoje) miera kvality = počet vyrobených kusov - (nepodarky + nadpráca) / počet vyrobených kusov	[%]			
podiel nových a starých zariadení				
veková štruktúra zariadení				
kapacita úzkych miest				
zariadenia a ich štruktúra - profesie				
časy na pretypovanie na danom stroji	min.			
priebežný čas pracoviska, bunky	min.			
hodinová sadzba pracoviska	Sk/hod			
koeficient plnenia výkonových noriem = normované hodiny / skutočne odpracované hodiny				
stupeň automatizácie				
poruchovosť - počet výskytov, časy medzi poruchami, čas na odstránenie poruchy				
kvalita - stabilita procesov, nepodarkovosť				

Ukazovatele produktivity				
ukazovateľ	jednotka	pod-nik	hlavný kon-kurent	štandard v priemysle
Produktivita pracovníka = počet vyrobených kusov/počet hodín práce pracovníka alebo počet vyrobených kusov/počet pracovníkov				
Produktivita stroja = počet vyrobených kusov/počet hodín práce stroja				
Produktivita materiálu = počet vyrobených kusov/spotrebovaný materiál				
Celková produktivita = celkový merateľný výstup/vstupy na pracovnú silu, materiál a výrobné prostriedky				
Produktivita kapitálu = počet vyrobených kusov/vložený kapitál				
Výťažnosť materiálu = (výstup/množstvo vstupného materiálu) x 100	[%]			
Pridaná hodnota na pracovníka = Výnosy – (Náklady na materiál, dodávky, kooperácie) / počet pracovníkov				
Pridaná hodnota na mzdy = Výnosy – (Náklady na materiál, dodávky, kooperácie) / celkové mzdové náklady				
Vyprodukované kusy / celkové mzdové náklady				

Ukazovatele nákladov				
ukazovateľ	jednotka	podnik	hlavný konkurent	štandard v priemysle
spotreba energie na výrobok	Sk			
jednotkové materiálové náklady	Sk			
jednotkové mzdové náklady	Sk			
jednotkové výrobné náklady na výrobok	Sk			
celkové materiálové náklady/predaj za týždeň	Sk			
mzdy/predaj za týždeň	Sk			
podieli na jednotkových nákladoch (materiál, mzdy, kapitálové investície a pod.)	%			
percento nákladov oddelení podieľajúcich sa na príjmoch - predaj, servis, distribúcia, výroba...	%			
výrobná réžia	%			
zisk/výrobok (spriemerovaný za všetky výrobky vo firme)	Sk			
zisk/výrobok (pre jednotlivé typy výrobkov)	Sk			
priemerná mzda na pracovníka	Sk/hod.			
priemerná hodinová sadzba pracovníka	Sk/hod.			
priemerná hodinová sadzba pracoviska	Sk			
priemerný hodinový zisk vytvorený jedným pracovníkom firmy	Sk			
náklady funkčných jednotiek (oddelení)	Sk			
náklady na údržbu/obrat vo vnútri podniku	Sk			
náklady na spracovanie zákazky	Sk			
hodnota rozpracovanej výroby	Sk			

Ukazovatele výrobnéj dispozície a materiálového toku				
ukazovateľ	jednotka	podnik	hlavný konkurent	štandard v priemysle
plochy a ich štruktúra	m2			
podiel produktívneho (pridáva sa hodnota) a neproduktívneho času (čakanie, opravy), ktorý strávi výrobok v systéme				
počet dní držania zásob na sklade				
zásoby vo výrobe/ náklady na nákup materiálu za týždeň				
veľkosť skladovacích plôch / veľkosť výrobných plôch				
obrátkovosť zásob = celkový predaný tovar za danú periódu / priemerná zásoba v perióde				
hodnota rozpracovanej výroby	Sk			
veľkosti dávok				
dĺžka materiálového toku na výrobok	m			
veľkosti zásobníkov v jednotlivých procesoch				
komplexnosť procesov - počet prepojení medzi jednotlivými procesmi alebo operáciami vo výrobe				
komplexnosť výroby = počet nakupovaných komponentov / počet komponentov vo výrobku				

Ukazovatele kvality				
ukazovateľ	jednotka	podnik	hlavný konkurent	štandard v priemysle
percento nepodarkov vo výrobných skupinách				
percento nepodarkov v jednotlivých technológiách a zariadeniach				
počet interných a externých reklamácií = počet reklamácií za týždeň / celkový objem výroby za týždeň	%			
náklady na nekvalitu	Sk			

Ukazovatele pružnosti a systému riadenia				
ukazovateľ	jednotka	podnik	hlavný konkurent	štandard v priemysle
časy na pretypovanie	min.			
počet pretypovaní za smenu				
čas dodávky	min.			
priebežný čas spracovania zákazky - od príjmu až po expedíciu	min.			
priebežný čas zákazky vo výrobe	min.			
štruktúra priebežného času - opracovanie, čakanie, doprava, kontrola				

Ukazovatele personálu				
ukazovateľ	jednotka	podnik	hlavný konkurent	štandard v priemysle
počet vyrobených kusov/počet pracovníkov				
počet pracovníkov vo výrobe a ich štruktúra				
počet zlepšení na pracovníka				
počet prác (kvalifikácia) na pracovníka				
časový fond pracovníka	hod.			
počet odpracovaných hodín za mesiac	hod.			
využitie pracovníkov = (odpracované hodiny/časový fond) x 100	%			
počet vymeškaných hodín za mesiac - choroba, absencie, štrajky a pod.	hod.			
priemerná mzda na pracovníka	Sk			
priemerná hodinová sadzba pracovníka	Sk			
koeficient plnenia výkonových noriem = normované hodiny/ skutočne odpracované hodiny				
počet hodín pracovníka na výrobok				
podiel kvalifikovaných a nekvalifikovaných pracovníkov				
počet hodín vzdelávania a tréningu/pracovníka				
percento viackvalifikácie pracovníka (počet prác, ktoré daný pracovník ovláda/celkový počet požadovaných prác v danej bunke)				

Ukazovatele údržby				
náklady na údržbu/ obrat vo vnútri podniku	Sk			
náklady na údržbu/ predaj	Sk			
počet pracovníkov v údržbe				
počet pracovníkov v údržbe/celkový počet pracovníkov vo výrobe				
počet hodín opráv/mesiac				
poruchovosť = súčet časov porúch/prevádzkový čas				

Ukazovatele použitých systémov a metód				
ukazovateľ – používanie systému v podniku	jednotka	podnik	hlavný konkurent	štandard v priemysle
počítačová podpora v príprave výroby - CAD/CAPP/CAM				
počítačová podpora v plánovaní a riadení výroby - PPC				
systém plánovania a riadenia výroby - MRP II, Kanban a pod.				
systém dielenského riadenia výroby - dispečing, zber výrobných údajov, rozvrhovanie výroby, simulácia a pod.				
systém zabezpečovania kvality - SPC, TQM, ISO 9000				
úroveň zavedenia JiT				
úroveň kooperácie s dodávateľmi - JiT dodávky				
TPM				
kontinuálne zlepšovanie procesov - Kaizen, KVP a pod.				
tímová práca				
počítačová integrácia a komunikácia - integrovaný podnikový informačný systém, EDI, komunikačné štandardy, Internet a pod.				
vizuálne pomôcky v dielni, signalizačné zariadenia				

Finančné ukazovatele - príklady

ROA – rentabilita aktív	Zisk na výrobok alebo výrobovú skupinu
ROS – rentabilita výnosov	Počet zamestnancov
ROI – návratnosť vloženého kapitálu	Priemerná hodinová mzda
Jednotkové náklady na výrobok	Priemerný plat na zamestnanca
Prietok na čas úzkeho miesta	Priemerný hodinový výnos na zamestnanca
Zisk na čas úzkeho miesta	Cash flow
Podiel nákladových položiek na nákladoch na výrobok – mzdy, materiál, kapitál a iné	Ročný objem pre dosiahnutie bodu zlomu (break even point)

Ukazovatele prevádzkovej jednotky - príklady

čas procesu	využitie strojov
pomer času procesu k neproduktívnemu času	nepodarkovosť procesu
veľkosti zásobníkov pred procesmi	odpracované hodiny na jednotku procesu
disponibilita strojov	spotreba energie na jednotku procesu
výťažnosť kvality v procese	čas na zmenu procesu (pretypovanie)

Ukazovatele výrobného systému - príklady

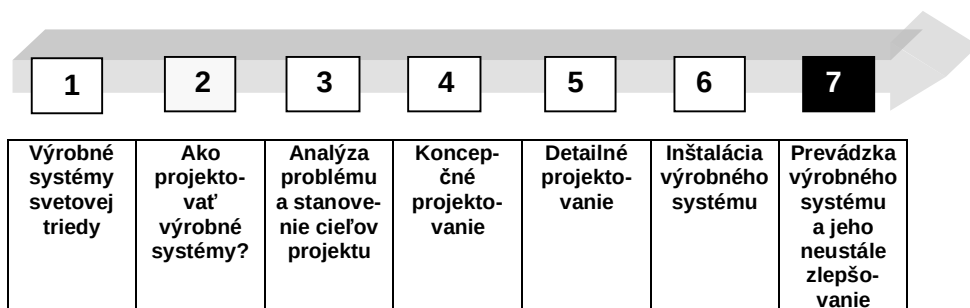
produktivita systému	percento reklamácií od interných a externých odberateľov
počet vyprodukovaných kusov za jednotku času	obrátkovosť zásob
počet vyprodukovaných kusov na celkový vložený kapitál	priebežný čas a jeho štruktúra
priame výrobné odpracované hodiny k nepriamym odpracovaným hodinám	rozpracovanosť výroby
pomer opravovaných kusov k celkovému počtu vyrobených kusov	pridaná hodnota vo výrobe

Kontrolné otázky a úlohy:

5. Aké sú hlavné dimenzie projektu a aké sú hlavné úlohy projektového riadenia?
6. Pripravte si časový rozvrh projektu z obr.6.4. a 6.5. s použitím kritickej reťaze.
7. Aké typy časových zásobníkov sa používajú pri kritickej reťazi?
8. Aké ďalšie zásady platia pri inštalácii výrobného systému?
9. Aké sú hlavné príčiny neúspešných projektov?
10. Aké sú hlavné rozdiely medzi klasickým riadením projektu a kritickou reťazou?
11. Aké zásady platia pri riadení multi projektov?
12. Ako by ste postupovali pri benchmarkingu výrobného systému na výrobu osobných automobilov? Aký postup a kritériá by ste zvolili?
13. Pripravte si benchmarking procesov, ktoré sú vo Vašej náplni práce.

Literatúra

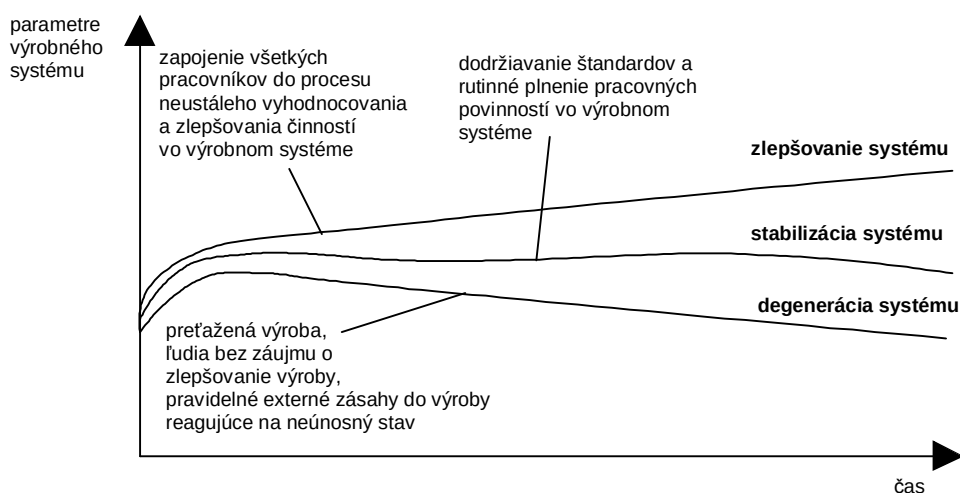
1. Duncan, W. R.: A guide to the project management body of knowledge. PMI 1996
2. Goldratt, E.: Critical Chain. The North River Press 1997
3. Hackney, J. W.: Control & Management of Capital Projects. McGraw Hill New York 1994
4. Hutchin, T.: The TOC Solutions for Multi-Project Organisations. I&J MUNN Barleythorpe 1998
5. Kassay, Š.: Marketingová stratégia firmy holdingového typu. Strateg, Bratislava 1999
6. Košturiak, J., Gregor, M., Matuszek, J., Slamková, E., Chromjaková, F.: Methods and Tools of the Enterprise Logistics. TU Lodz Bielsko Biala 1996
7. Košturiak, J., Gregor, M., Halušková, M.: Systémové inžinierstvo – projektovanie výrobných systémov. Blaha Žilina 1997
8. Maskell, H. B.: Performance Measurement for World Class Manufacturing. Productivity Press, Cambridge 1991.
9. Nicolas, J. M.: Managing Business and Engineering Projects. Prentice Hall 1990
10. Newbold, R. C., Introduction to Critical Chain Project Management. Pro Chain Solutions 1998
11. Oberlender, G. D.: Project Management for Engineering and Construction, McGraw 1993
12. Moore Ch.: Calculating Buffers Using Percentage vs. Sum of Squares methods. ProChain Solutions 4 / 1999, s.5-7.
13. Slack, N., a kol.: Operations Management. Pitman London 1995
14. Slamková, E. a kol.: Priemyslové inžinierstvo. ŽU Žilina 1997
15. Standish Group: Chaos Research – Sample Research Paper. The Standish Group 1996
16. Walter, J., Vejmla, S.: Síťová analýza. Praha, SPN 1978
17. Watson, G. H.: The Benchmarking Workbook. productivity Press 1992
18. WIFI: Werkstättenplanung. WIFI Wien 1991
19. Zairi, M.: Benchmarking for Best Practice. Butterworth Heinemann 1998



7. Prevádzka výrobného systému a jeho neustále zlepšovanie

Po „vychytaní múch“ v prvých fázach nábehu výroby nastáva rutinná prevádzka, keď začne výrobný systém pracovať podľa projektovaných parametrov. Sú tri možnosti, ako sa bude ďalej výrobný systém vyvíjať (obr. 7.1):

1. Systém postupne degeneruje, ľudia nemajú čas ani potrebné prostriedky na dodržanie stabilného procesu - postupne sa zvyšuje rozpracovanosť vo výrobe, znižuje sa výrobná kapacita (poruchy strojov, nepodarky, úzke miesta), neplnia sa termíny a pod. V periodických cykloch potom dochádza k zásahom do systému zvonka a k riešeniu nahromadených nedostatkov.



Obr. 7.1. Tri možné fázy vývoja výrobného systému v prevádzke

2. Projektované parametre systému (výrobný výkon, prevádzkové náklady, zásoby, priebežné doby výroby) sa udržia na požadovanej úrovni až do obdobia novej zmeny (napr. modernizácie) systému. Ľudia vo výrobe si zodpovedne plnia svoje úlohy, dodržiavajú predpísané štandardy, ale nezapájajú sa do procesov racionalizácie výrobného systému.
3. Vo výrobnom systéme sa postupne rozvinie proces neustáleho zlepšovania, ktorý vedie k systematickému vyhľadávaniu a odstraňovaniu nedostatkov a zlepšovaniu výrobných

ukazovateľov. Do tohto procesu sú postupne vtiahnutí nielen projektanti a pracovníci z technickej prípravy výroby, ale predovšetkým ľudia priamo vo výrobe, ktorí sú pri zdroji potenciálnych problémov. Ak majú títo pracovníci dostatočnú motiváciu zlepšovať výrobný systém a ak im na to podnik poskytne i potrebné pomôcky a dostatočný priestor, je možné dosiahnuť prekvapujúce zlepšenia. Výrobný systém sa takto vyvíja ďalej na základe námetov a riešení, ktoré prichádzajú „zvnútra“ systému.

Je jasné, že tretia alternatíva je najvýhodnejšia z viacerých dôvodov:

- Zameriava sa na zlepšenia, ktoré vychádzajú z lokálnych znalostí a skúseností ľudí vo výrobe, ktoré sú obyčajne ľuďom v manažmente firmy, ale niekedy aj projektantom, vzdialené. Kombinácia takýchto drobných zlepšení, s väčšími systémovými zmenami pri modernizácii systému je ideálnym riešením parametrov systému a nákladov na ich dosiahnutie. Až 99 % problémov vo výrobnej dielni manažment firmy prakticky nepozná, 60 – 70 % z týchto problémov sa dá odstrániť bez vynaloženie jedinej koruny.
- Zapojenie ľudí do zlepšovania procesov prináša ľuďom vyššie uspokojenie z práce a prispieva k rozvoju ich schopností i k zlepšovaniu podnikovej kultúry.
- Zmeny systému, ktoré iba reagujú na vznikajúce problémy vo výrobe „zvonka“ (administratívne rozhodnutia v manažmente, prizvanie externej konzultačnej firmy, racionalizácia „zhora“ z technických oddelení) sú väčšinou spojené s vyššími nákladmi a sú menej stabilné. Ak sa takéto zmeny vykonávajú bez priamej účasti výrobného personálu, sú obyčajne aj ťažšie vo výrobe prijímané. Prečo nenechajú firmy rozmýšľať a zlepšovať vlastných ľudí, prečo nerozdelia peniaze pre externých konzultantov (ktorí aj tak vychádzajú z toho čo im povedia ľudia vo firme) radšej svojim vlastným ľuďom ?
- Tradičný pohľad na výrobný systém, ktorý vyžaduje od ľudí vo výrobe iba „disciplínu a stopercentné plnenie príkazov a predpisov“, síce môže zabezpečiť stabilitu parametrov systému, ale zanedbáva to najcennejšie vo výrobe - ľudský potenciál. Ľudia by nemali byť vo výrobe platení len za plnenie výkonov, dodržiavanie noriem a predpisov. Treba od nich požadovať aby sa okolo seba pozerali, aby odhaľovali všetky formy plytvania, aby hľadali možnosti, ako sa dá daná práca urobiť rýchlejšie, lepšie a lacnejšie - a treba ich za túto činnosť aj odmeňovať.

Zlepšovanie sa zameriava hlavne na základné oblasti plytvania (obr. 7.2). Ako sme už uviedli, plytvaním v dielni sú všetky činnosti, ktoré nepridávajú hodnotu k výrobku. Štatistické údaje ukazujú, že napríklad až 80 - 95 % z času výrobných zariadení, pracovníkov a z času, počas ktorého sa nachádza materiál v dielni, sú práve takéto činnosti. Pri ich odstraňovaní je potrebné vedieť ich najskôr nájsť a definovať ich príčiny, v ďalšom kroku nájsť riešenie, vyhodnotiť ho a ak sa osvedčí, tak ho postupne rozšíriť v celom podniku. Aj pri hľadaní a odstraňovaní plytvania si však treba uvedomiť, že to nie je samoúčelný proces, pretože aj sama táto činnosť sa môže stať plytvaním. Musíme rozlišovať významnosť daného plytvania vo výrobe. Ako sme už viackrát poznamenali - treba sa sústrediť hlavne na úzke miesta.

Forma plytvania	Materiál	Človek	Stroj
Nadvýroba	- plánovaná výroba/skutočná výroba - finálne výrobky - rozpracovanosť - „mŕtve“ zásoby podľa dátumov - obrátkovosť zásob	- využitie pracovnej doby - účinnosť práce = $(\text{výstup/vstup}) \times 100 \%$ - nadčasy - absencie	- pomer vstupov a výstupov - účinnosť práce = $(\text{výstup/vstup}) \times 100 \%$ - skutočný výkon/ požadovaný výkon
Čakanie	- stabilita rozvrhu - časy čakania výrobných úloh - čas pri ktorom sa pridáva hodnota/ celkový priebežný čas - čakanie kvôli nesplneným termínom	- čas práce, kde sa pridáva hodnota / celkový pracovný čas - čas čakania na údržbu - čas prestávok pri krátkych výpadkoch stroja - časy na pretypovanie - časy na odstránenie poruchy	- čas práce pri ktorom sa pridáva hodnota / celkový čas práce - využitie zariadenia - disponibilita
Doprava	- dĺžka dráhy, kde sa pridáva hodnota k celkovej dráhe - celkové dopravné dráhy za periódu a za výrobok	- čas alebo vzdialenosť mimo pracoviska	- vzdialenosti k nástrojom, prípravkom, upínačom, zásobám
Nadbytočné výrobné operácie	- percento súčiastok, ktoré nie sú na svojom mieste - podobnosti súčiastok - počet konštrukčných zmien	- čas pri stroji, ktorý sa nepracuje - audit čistoty - audit bezpečnosti - audit štandardov na pracovisku	- výkon stroja/ plán - čas, keď stroj nie je k dispozícii a jeho príčiny - životné cykly nástrojov
Zbytočné pohyby	- celková energia na prepravu súčiastok vo vertikálnom smere	- audit ergonómie - analýza pohybov pracovníka - audit poriadku na pracovisku	- audit ergonómie stroja
Nadbytočné zásoby na sklade	- bezpečnostné zásoby a ich analýza - presnosť zásobovania - presnosť kusovníkov a materiálových plánov	- rozpracovanosť vo výrobe spôsobená kontrolou a údržbou	- Paretova analýza náhradných dielov, prípravkov, náradia a mazadiel na sklade
Chybné súčiastky	- percento nepodarkov a ich príčiny - repasy a reklamácie od zákazníkov	- percento nepodarkov spôsobené pracovníkmi, - chyby v zadávaní údajov, preklepy	- percento nepodarkov spôsobené strojmi

Najväčším plytvaním je však nevyužívanie potenciálu, schopností a tvorivosti vlastných ľudí v podniku !

Obr. 7.2. Plytvanie vo výrobe - formy a spôsob merania

Neveríte, že tento potenciál existuje ? Dajte vašim pracovníkom do rúk kartičky a nechajte im 5 minút na to, aby napísali 5 problémov z vášho podniku, ktoré by chceli odstrániť. Na stene zoradíte kartičky podľa tematiky a máte urobený prvý krok – lokalizované problémy firmy.

Podstata systému Kaizen je jednoduchá a zrozumiteľná – Kaizen znamená zlepšovanie. Ale nie len to - Kaizen znamená neustále zlepšovanie, do ktorého je zapojený každý - od manažérov až po robotníkov. Ani deň by nemal prejsť bez toho, aby sme niečo nezlepšili niekde v našom podniku, ale aj v našom živote. Tradičný manažment hovorí, že v podniku sú dve skupiny ľudí – tí, ktorí premýšľajú, projektujú a inovujú, a tí, ktorí pracujú. Hovorí sa, že robotníci by nemali premýšľať nad ničím okrem práce, práce a práce...

Kaizen je založený na tom, že ľudia v podniku musia používať svoj rozum rovnako dobre ako svaly a ruky.



Masaaki IMAI

Najznámejšie formy systémov zlepšovania sú:

改善

Kaizen znamená kontinuálne zlepšovanie v osobnom, spoločenskom a pracovnom živote ako v celku – Toyota, Nissan, Honda a i.

改善

KVP – Kontinuierlicher Verbesserungsprozess – VW, Opel,

KVP², KVP2000 - Kontinuierlicher Verbesserungsprozess - VW

CIP – Continuous Improvement Process – Bosch, Ford

改善改善

OIP – Ongoing Improvement Process – TOC, A.Y.Goldratt Institute

Ideen Management – Audi, VW

Dynamické zlepšování procesů – Barum Continental

Kaizen orientovaný na manažment

Nástroje	sedem základných nástrojov riadenia kvality, sedem nových nástrojov riadenia kvality, TOC, hodnotová analýza, systémové inžinierstvo, projektové riadenie, QFD
Zapojení pracovníci	manažment a špecialisti
Oblasti riešenia	zavádzanie nových systémov a postupov v podniku, reorganizácia, zmena firemnej kultúry a komunikácie
Trvanie riešenia	mesiace
Trvanie zavedenia	mesiace
Organizácia	zlepšovacie tímy manažmentu
Náklady	väčšinou menšie investície
Typické výsledky	nové systémy, zlepšený systém organizácie a riadenia, lepšia komunikácia a podniková kultúra

Gemba Kaizen

Nástroje	sedem základných nástrojov riadenia kvality, sedem nových nástrojov riadenia kvality, TOC, brainstorming, 5S, MOST,
Zapojení pracovníci	pracovníci z příslušných pracovišť a přizvaní specialisti
Oblasti řešení	obsah pracovnej oblasti – napr. kvalita, znižovanie nákladov, skracovanie časov, usporiadanie pracoviska, zvyšovanie produktivity
Trvanie riešenia	týždne, dni
Trvanie zavedenia	maximálne 4 - 6 týždňov
Organizácia	moderované workshopy
Náklady	minimálne
Typické výsledky	skrátene časov na pretypovanie zariadenia, skrátene času na operáciu, optimalizácia layoutu pracoviska, zníženie nepodarkovosti

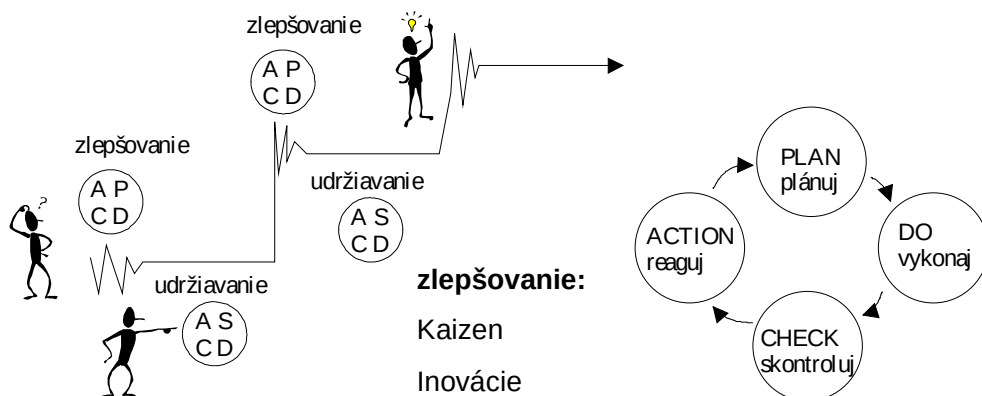
Engineering Kaizen – projekčný Kaizen

Nástroje	sedem základných nástrojov riadenia kvality, sedem nových nástrojov riadenia kvality, TOC, hodnotová analýza, systémové inžinierstvo, projektové riadenie, simulácia, analýza a meranie práce (MOST/MTM), QFD, FMEA
Zapojení pracovníci	špecialisti, projektanti, priemyselní inžinieri, ľudia z výroby, ekonómovia
Oblasti řešení	znižovanie zásob a nákladov v logistickom reťazci, optimalizácia podnikového layoutu, zavedenie novej výrobnéj technológie, implementácia systému Kanban alebo DBR
Trvanie riešenia	mesiace
Trvanie zavedenia	mesiace
Organizácia	projekčné tímy
Náklady	podľa typu projektu
Typické výsledky	Optimalizácia materiálových tokov, zníženie zásob, skrátene priebežných časov, zlepšenie plnenia termínov

Kaizen založený na zlepšovacích návrhoch

Nástroje	sedem základných nástrojov riadenia kvality, sedem nových nástrojov riadenia kvality, hodnotová analýza, systémové inžinierstvo, QFD
Zapojení pracovníci	všetci pracovníci
Oblasti řešení	rozličné
Trvanie riešenia	dni, týždne
Trvanie zavedenia	do 4 týždňov
Organizácia	podanie zlepšovacieho návrhu, vyhodnotenie, zavedenie, prémie
Náklady	minimálne
Typické výsledky	zlepšenie pracoviska a uľahčenie práce, odstránenie plytvania

Môže byť nebezpečné orientovať sa iba na lokálne zlepšovanie. Kontinuálne zlepšovanie musí byť kombinované s inováciami procesov. Ďalším rizikom je, ak sa zlepšovanie orientuje na oblasti, ktoré podniku neprinášajú zvýšenie prietoku, zníženie prevádzkových nákladov a zásob (TOC). Rovnako dôležité je aj úsilie udržiavať dosiahnuté zlepšenia v štandardoch, čo je u nás väčšinou ťažšie ako vlastné riešenie (obr. 7.3).



Obr. 7.3. V podniku musia prebiehať paralelne tri procesy – inovácie, Kaizen a udržiavanie štandardov:

Uveďme si ešte stručne niektoré koncepty, ktoré sa presadili v Európe pod inými názvami, ale sú v podstate len rozličnými formami systému Kaizen.

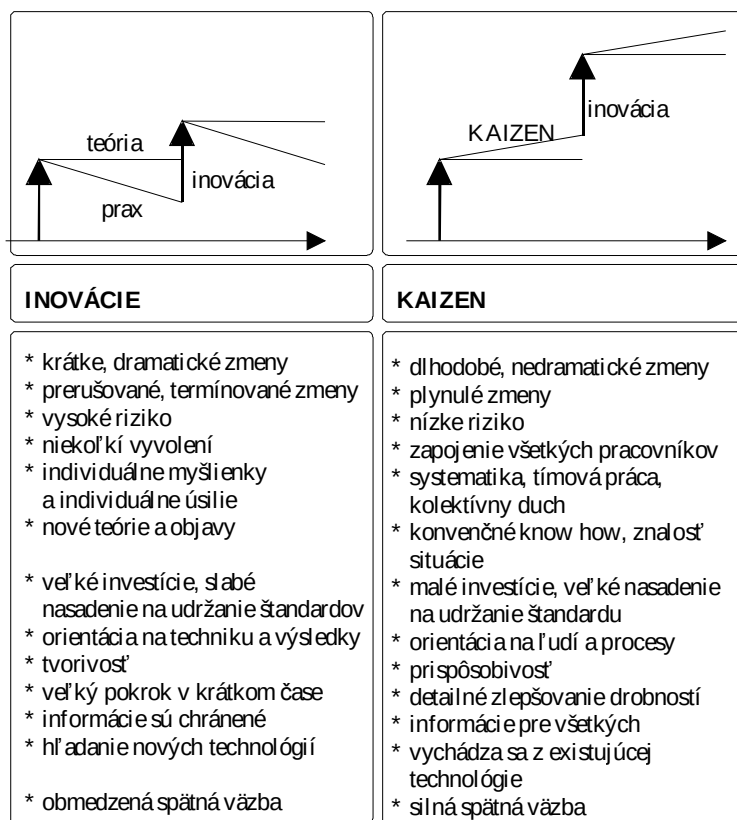
Zásady KVP (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)

- Nie je žiadne obmedzenie alebo problém, ktoré by nebolo možné odstrániť.
- Neustále zlepšovanie nikdy neprestáva.
- Všetky operácie a procesy sú neustále „spochybňované“.
- Každý je zodpovedný za zlepšovanie vo svojej oblasti.
- Šéf aj pracovník – obaja sa aktívne podieľajú na zlepšovaní a spájajú svoje skúsenosti.
- Treba plánovať budúcnosť namiesto vyhodnocovania minulosti (čo na to podnikoví účtovníci a ekonómovia?).
- Zlepšenia realizovať v rozumných krokoch.
- Malé nedostatky odstraňovať okamžite.
- Pri chybách nehľadať zbytočne vinníkov, ale využiť ich ako novú skúsenosť, poučiť sa.
- Spoločne oslavovať úspechy.

6 krokov KVP

1. Delegovanie právomocí a zodpovednosti.
2. Prekonanie odporu voči zmenám, presvedčenie všetkých spolupracovníkov – aj finančne.
3. Príprava ľudí – testy, tréning nástrojov zlepšovania, komunikácie, moderovania.
4. Informovanie a komunikácie – krátke informačné cesty, rýchly prenos informácií.

5. Vybudovanie vzťahov dodávateľ – zákazník.
6. Rozvoj podnikovej kultúry.



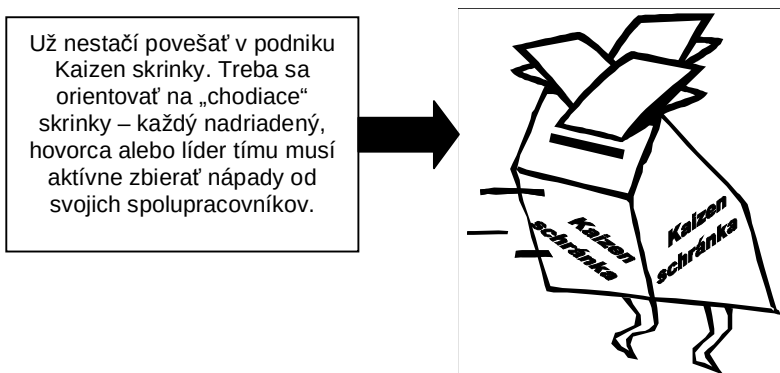
Obr. 7.4. Zásadné rozdiely medzi inováciami a systémom Kaizen

Manažment nápadov – Ideen Management

- Žiaden nápad sa nesmie stratiť, každý môže byť dôležitý a s každým je potrebné zapodievať sa.
- Záväzné rozhodnutie o každom nápade – žiadne neurčité formulácie – „možno“, „uvidíme“ a pod.
- Vyberajú sa nápady mimo pracovnej náplne, ktoré posudzujú kompetentní odborníci.
- Nadriadený podporuje dosahovanie svojich cieľov – kvalita, náklady, bezpečnosť a pod.
- Za realizovaný nápad sa vypláca prémie.

Ciele:

- Zvýšiť počet nápadov.
- Zvýšiť počet nápadov z tímov na 50 %.
- Urýchliť realizáciu dobrých nápadov – zlepšenia procesov maximálne do 4 týždňov, zlepšenia výrobkov – maximálne do 6 mesiacov.
- Zvýšenie participácie pracovníkov.
- Vytváranie nápadov z vlastnej pracovnej oblasti (90 %).
- Zapojenie nadriadených do rozhodovacieho procesu.
- Využívať priamy kontakt so zlepšovateľmi.
- Zvýšiť počet realizovaných námetov nad 60 %.



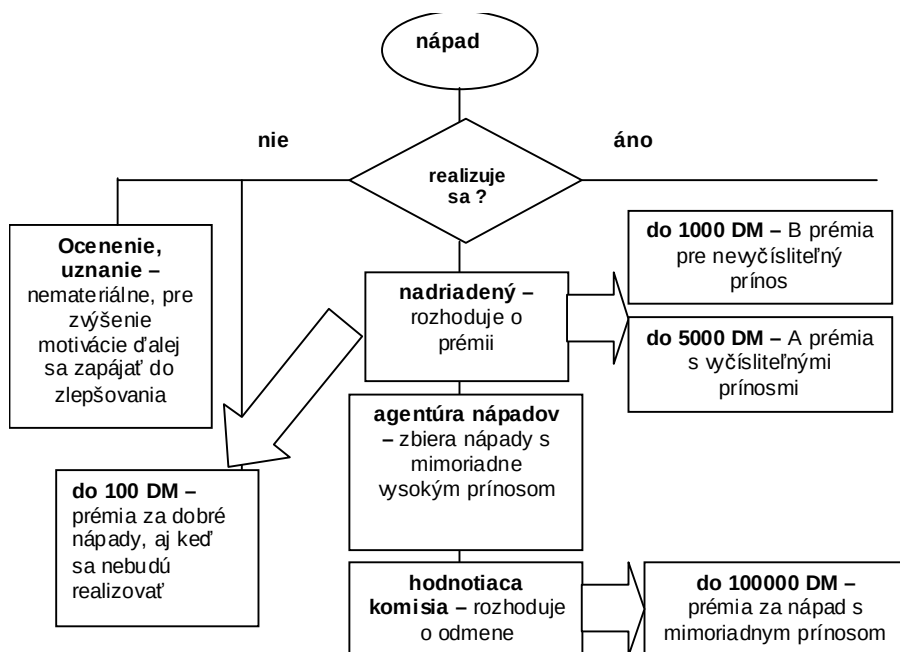
Obr. 7.5. Aktívne vyhľadávanie nápadov na zlepšenie

Organizácia zlepšovania:

1. **Pracovník** – poukazovanie na možnosti zlepšenia, nápady, návrhy, realizácia, prezentácia.
2. **Nadriadený** – preberanie a prvé posudzovanie nápadov a návrhov, rozhodovanie o realizácii a odmene, vyhodnotenie návrhu a vyplatenie prémie, určenie zodpovednosti za realizáciu, motivovanie, podpora a oceňovanie pracovníkov pri zlepšovaní.
3. **Koordinátor nápadov** – podpora zlepšovania medzi pracovníkmi v zverenom oddelení, informovanie o cieľoch a realizovaných zlepšeniach, spolupráca s ďalšími oddeleniami, kontakt s agentúrou nápadov.
4. **Hodnotiaca komisia** – rozhodovanie o konfliktných prémiech, rozhodovanie o vyplatení prémie pri mimoriadnych úsporách (napr. posúdenie skutočných úspor po roku).
5. **Agentúra nápadov** – centrálna podpora zlepšovania, poradenstvo a vedenie ľudí, ďalší rozvoj systému, motivačné súťaže, ťažiskové témy, sprehľadňovanie systému, konzultácie, formuláre, príručky, vzdelávanie, informácie v intranete a pod.

Škoda VW – systém ZEBRA (Zlepšenie Ekonomickej Budúcnosti Realizáciou Aktuálnych nápadov):

- I **Iniciatívny návrh** – niektorý z autorov má predmet zlepšenia ako súčasť svojich pracovných povinností
- I **Optimalizačný návrh** – návrh podaný tímom KVP²

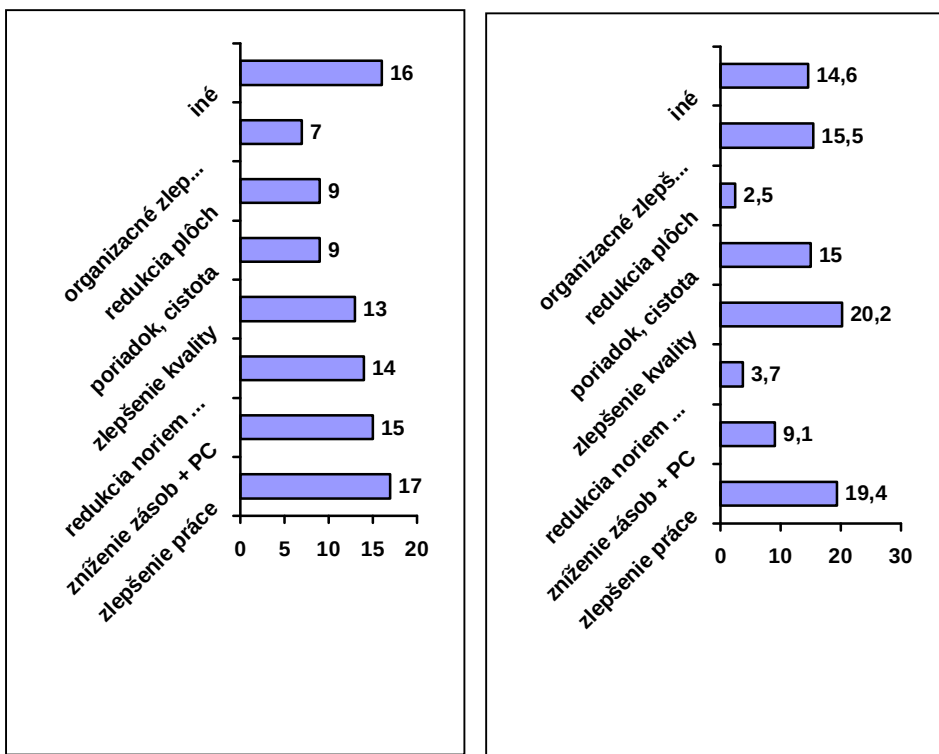


Obr. 7.6. Vyhodnocovanie nápadov vo firme Audi

Typické oblasti pre systém Kaizen sú:

- I Zlepšovanie procesov na strojoch
- I Zdokonaľovanie výrobných metód a postupov
- I Zlepšenie manipulácie s materiálom
- I Zvýšenie kvality
- I Zlepšenie pracovných podmienok
- I Eliminácia poškodenia nástroja
- I Redukcia odpadu
- I Redukcia normy času
- I Odstránenie zbytočných prác
- I Odstránenie „papierovania“
- I Zlepšenie pracovnej klímy, komunikácie a spokojnosti pracovníkov

I Zvýšenie bezpečnosti pri práci

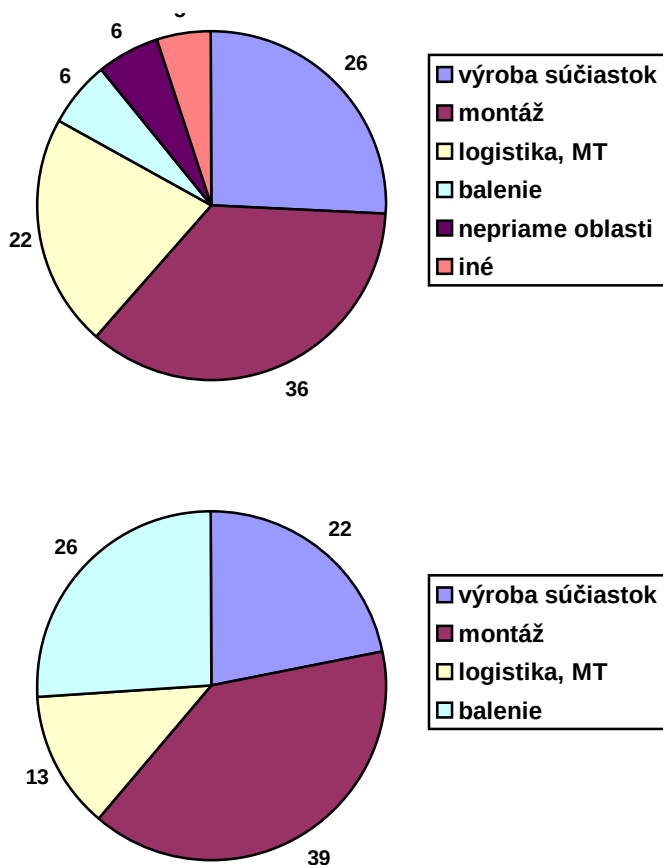


Obr. 7.7. Oblasti zlepšení systémom CIP vo firme Bosch - vľavo – pilotné projekty (288), vpravo – projekty (1045)

	Japonsko	Nemecko
Počet podaných zlepšovacích návrhov na 100 pracovníkov	3235	14
Realizované návrhy na 100 pracovníkov	2815	5,5
Čisté úspory na 100 pracovníkov v DM	588200	20856
Čisté úspory na realizovaný návrh v DM	209	3792
Prémia na jedného pracovníka v DM	129,40	120,54
Prémia na jeden návrh v DM	4	861

Obr. 7.8. Zlepšovanie v Japonsku a v Nemecku (zdroj: UNIC Strategy + Marketing)

Obr. 7.10 ukazuje postupnosť, v ktorej sa zlepšovanie v podniku rozbieha. Ľudí treba najskôr zmeniť z pasívnych a ľahostajných pracovníkov, na pracovníkov, ktorí začnú aspoň poukazovať na problémy. V ďalšej fáze môžeme od nich očakávať námety na zlepšenia, prípadne aktívnu účasť v procese zlepšovania. Spodná časť obrázka je, s malou nadsádzkou, určitým varovaním predtým, aby sa zlepšovanie nerobilo v kanceláriách – ďaleko od skutočných procesov, bez reálnych znalostí o procesoch.



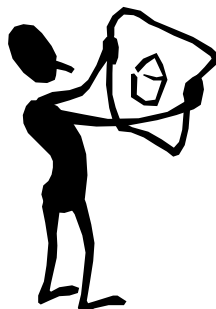
Obr. 7.9. CIP (Continuous Improvement Process) vo firme Bosch – oblasti zlepšovania v %. Hore – pilotné projekty, dole 1000 projektov, v ktorých bolo zapojených vyše 6000 pracovníkov

Pri práci v zlepšovacích tímoch sa hovorí aj o pravidle 2 – 6 – 2. Dvaja ľudia sú pasívni, majú negatívny a kritický postoj ku všetkým zmenám, dvaja sú „hyperaktívni“ a okamžite chcú všetko realizovať, bez toho aby to bolo pripravené a šiesti sú „normálni“. Ľudia nezačnú podávať dokonalé zlepšovacie návrhy zo dňa na deň. Je cenné, ak začnú aspoň

poukazovať na problémy a pokúsať sa hľadať ich príčiny. Postupne by sa mali zapájať do prípravy zlepšovacích návrhov a ich realizácie.

Príklad Kaizen protokolu na riešenie problémov je na obr.7.11.

0. Nezáujem, žiadna iniciatíva, chýbajúca zodpovednosť



1. Poukazovanie na problémy

2. Námety na riešenie, návrhy

3. Zapojenie sa do realizácie a vyhodnocovania zlepšení

1. Informácia -
„Z podlahy trčí klinec“

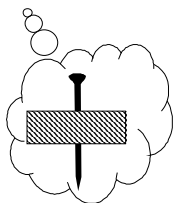
2. Požiadavka - „Mohol by niekto odstrániť ten klinec ?“

3. Názor - „Ak ten klinec neodstránime, môže sa stať úraz na pracovisku“

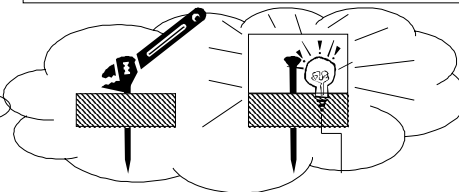
4. Zlepšovací návrh na dielni - „Jožo ak niekde uvidíš klinec, zober kliešte a vyber ho, aby sa nestal úraz“

5. Zlepšovací návrh od stola inžiniera na šiestom poschodí - výstražná signalizácia - „Pozor z podlahy trčí klinec !“

problém



riešenie



Obr. 7.10. Stupne zlepšovania

Vo VW Bratislava sa už roky používa zlepšovanie formou workshopov (WS) v tímoch. Zloženie WS tímu: promótor, moderátor, zástupca interného dodávateľa, vybraní členovia stáleho tímu, zástupca interného odberateľa. Hlavný koordinátor systémov zlepšovania vo VW Bratislava – Ing. Ľudovít Boledovič používa nasledovný postup:

1. Plánovanie WS
2. Príprava WS
3. Úvod do WS
4. Vizualizácia a pochopenie priebehu procesu
5. Analýza skutočného stavu a definícia veličín
6. Brainstorming plytvaní
7. Brainstorming zlepšení
8. Vypracovanie návrhu riešení
9. Zostavenie katalógu opatrení
10. Simulácia a realizácia opatrení
11. Prezentácia
12. Realizácia opatrení

KAIZEN Protokol

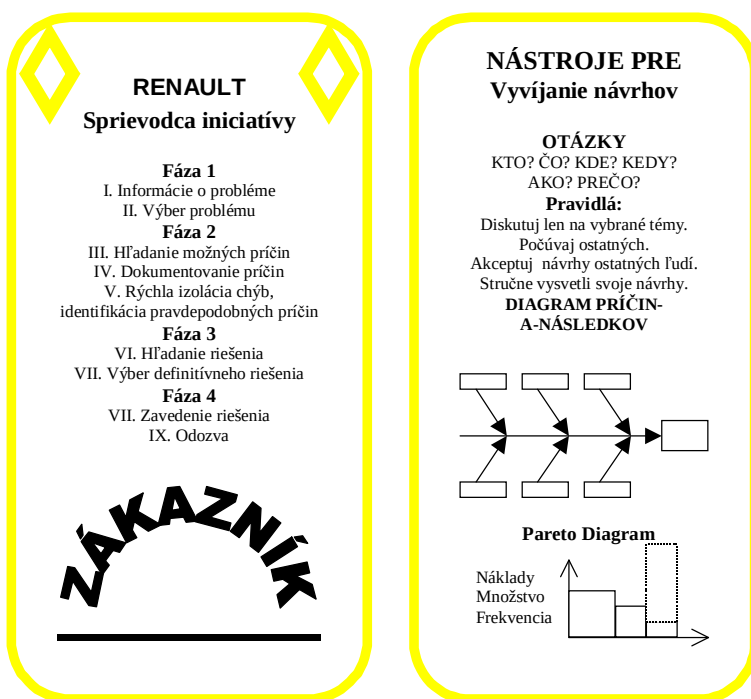
2.1 IDENTIFIKÁCIA PROBLÉMU		TÉMA DISKUSIE	TÉMA
2. PORADCA : _____ 3 : _____ VEDÚCI : _____ 4 : _____ ČLEN 1 : _____ 5 : _____ 2 : _____ 6 : _____			
2.2 NÁZOV TÍMU			
3.3 Vypísanie problému 3.4	3.5 Hlavný problém		
3.6 CIEĽ			
3.7 PLÁN ČINNOSTI			
4. ROZBOR PRÍČIN			
		7. OVERENIE	

Obr. 7.11. Kaizen protokol

Hlavné chyby pri realizácii WS sú podľa L. Boledoviča:

- I Rádoví a vedúci pracovníci nepoznajú nutnosť zmeny
- I Na miesta koordinátorov či moderátorov sú vybraní nevhodní zamestnanci
- I Chybná téma WS
- I Zlá príprava WS
- I Nie sú presné čísla, údaje, fakty
- I Opatrenia neodsúhlasené zodpovedným zamestnancom
- I Opatrenia nie sú realizované
- I Nový štandard nie je presne stanovený

Kritériá ohodnotenia a odmena sa javia ako veľmi dôležitý prvok v celom procese zlepšovania. Pri zle postavenom modeli ohodnotenia a odmenenia zlepšení spravidla prichádza k negatívnemu postoju pracovníkov k procesu zlepšovania.



Obr. 7.12. Karta zlepšovania vo firme Renault

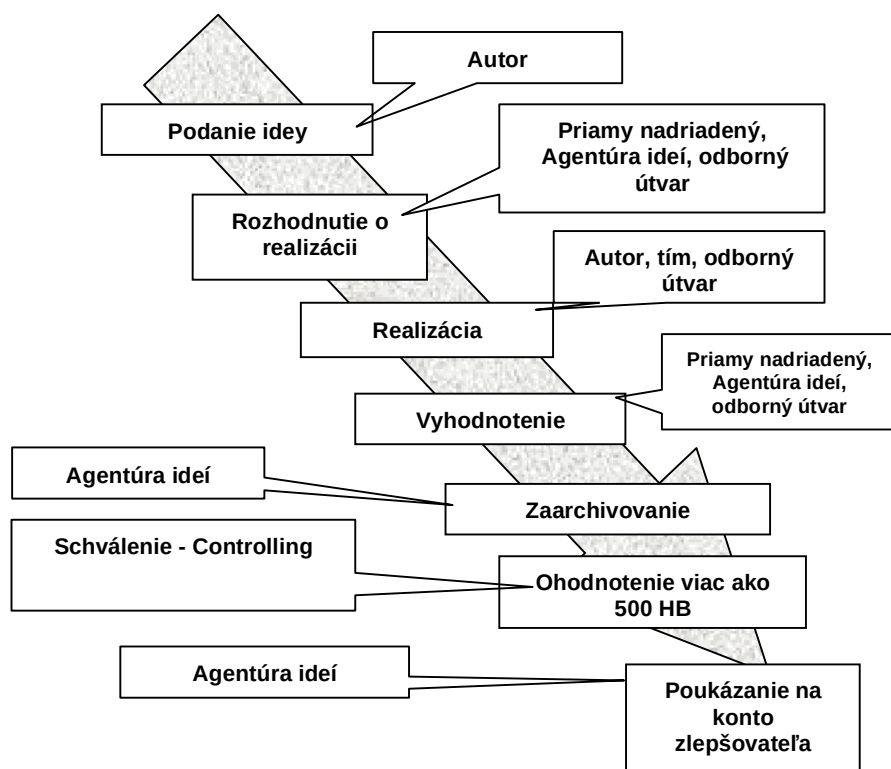
Navrhovaný model vo VW Slovakia vychádza z dvoch stránok hodnotenia zlepšenia:

1. Prínos pre podnik zo zlepšenia:

- q merateľné finančné prínosy
- q nemerateľné prínosy - idea zlepšujúca pracovný proces a/alebo kvalitu produkcie

2. Výkon vložený do zlepšenia z hľadiska zlepšovateľa:

- q výkon na spoznanie možnosti zlepšenia
- q výkon vynaložený na vypracovanie a nasadenie
- q originalita



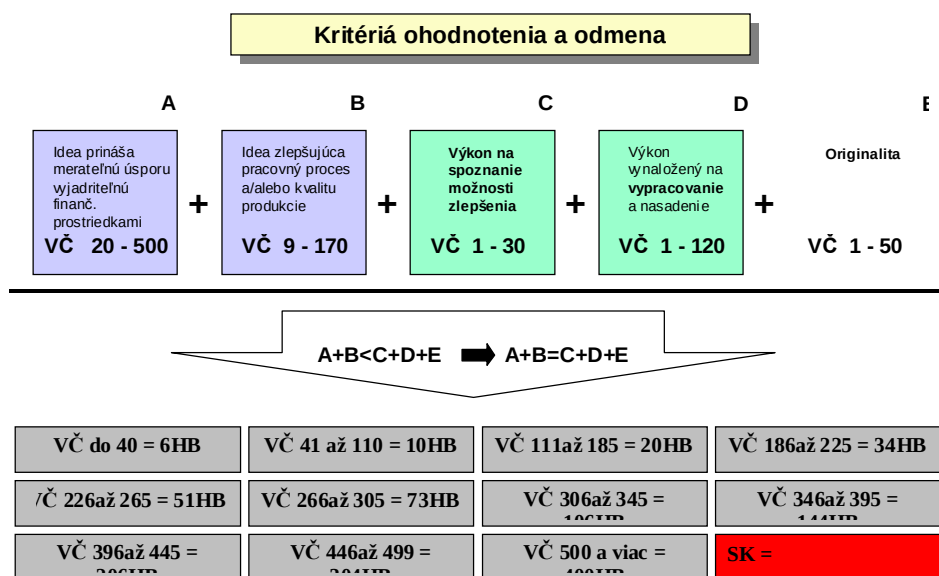
Obr. 7.13. Podávanie nápadov (ideí) na zlepšovanie v novom systéme VW Bratislava

Agentúra ideí (AI) je útvar alebo tím, ktorý má za úlohu organizovať zlepšovanie procesov v podniku.

Úlohy AI:

- q Riadenie a koordinácia procesu zlepšovania vo VW Slovakia, a.s.
- q Poradenstvo a metodika riadiacim pracovníkom
- q Spracovanie ideí
- q Podpora pri rozhodovaní o realizácii
- q Odborná podpora pri hodnotení
- q Spravovanie databázy ideí
- q Informovanie riadiacich pracovníkov o výsledkoch

- q Vizualizácia výsledkov
- q Rozhodovanie o prémiech v prípade sporu
- q Organizovanie motivačných podujatí
- q Vizualizácia ťažiskových problémov prevádzok ako námetov na riešenie
- q Organizovanie rozhovorov v prevádzke
- q Zabezpečenie dodržiavania pravidiel
- q Moderovanie WS – pomoc pri zabezpečení moderátorov



Č - výkonnostné číslo stanovené na základe hodnotiacich tabuliek
 B - hodnotový bod - dosiahnuté VČ číslo je prevedené do HB (viď tabuľka)

1HB = 10,- Sk

Obr. 7.14. Vyhodnocovanie zlepšení v novom systéme VW Bratislava - návrh

Pri vyhodnocovaní zlepšenia sú za jednotlivé kritériá udeľované výkonnostné čísla, ktoré sa sčítavajú. Súčet sa pomocou tabuľky hodnotových bodov prevádza na konkrétnu finančnú hodnotu.

Ak je súčet VČ za výkon vložený do zlepšenia z hľadiska zlepšovateľa väčší ako súčet VČ za prínos pre podnik zo zlepšenia, potom sa súčet VČ za výkon vložený do zlepšenia z hľadiska zlepšovateľa sa upravuje na hodnotu súčtu VČ za prínos pre podnik zo zlepšenia.

Príklad: Pracovník navrhol odtokovú vaničku pod dopravník zreťazujúci dva obrábacie stroje za účelom zabránenia odkvapkávania oleja z dopravníkového pásu.

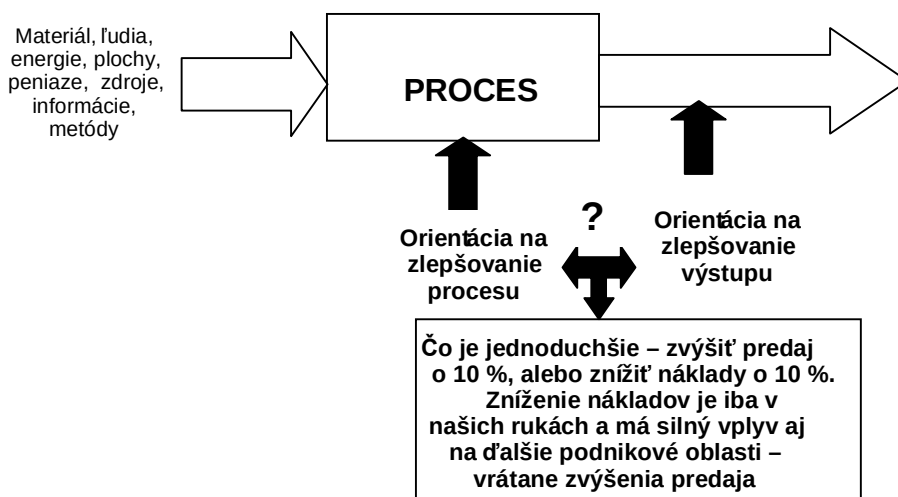
Očakávaný výsledok: zníženie rizika pošmyknutia sa – bezpečnosť práce.

Charakteristika zlepšenia – veľmi jednoduché zlepšenie s nemerateľnými úsporami, malá originalita.

Hodnotenie podľa tabuliek na obr.7.14.

		C: 5 VČ	
A: 0	VČ	D: 30 VČ	
B: 30	VČ	E: 10 VČ	
ã 30	VČ	+	ã 45 VČ
			30
			= 60 VČ

Za 60 VČ prináleží 10 HB, čo predstavuje odmenu 100,- Sk



Obr. 7.15. Kaizen sa orientuje na zlepšovanie procesov

Pri systéme Kaizen sa väčšinou zdôrazňuje jeho primárny cieľ – zlepšovanie procesov vo výrobe. Treba však poznamenať, že v podniku sa plytvanie vyskytuje všade – nielen vo výrobe. Na výrobu sa väčšinou pritlačí, keď má firma problémy a rýchlo sa na ňu zabudne, keď sa firme vedie dobre a výroba potrebuje napríklad investície. Zlepšovanie treba zamerať aj do oblasti ľudských vzťahov a vzájomnej komunikácie – tam je tiež obrovský potenciál, ktorý sa dá využiť v prospech firmy.

Zlepšovanie je v našom záujme – pozrime sa na to, koľko času denne venujeme haseniu každodenných problémov (nie riešeniu ich príčin), administratíve, riešeniu toho, čo malo normálne fungovať. Koľko času venujeme zlepšovaniu? Jasné, nemáme na to čas, lebo sme príliš zaneprázdnení každodennou rutinou. Nemáme čas na to, aby naša práca a náš život prebiehali tak, ako si to predstavujeme? Nemusíme urobiť žiadne revolučné zmeny – začnime od seba, od toho, čo môžeme zmeniť. A neprestávajme v drobných zmenách, možno, že postupne zmeníme aj ostatných ľudí okolo seba...

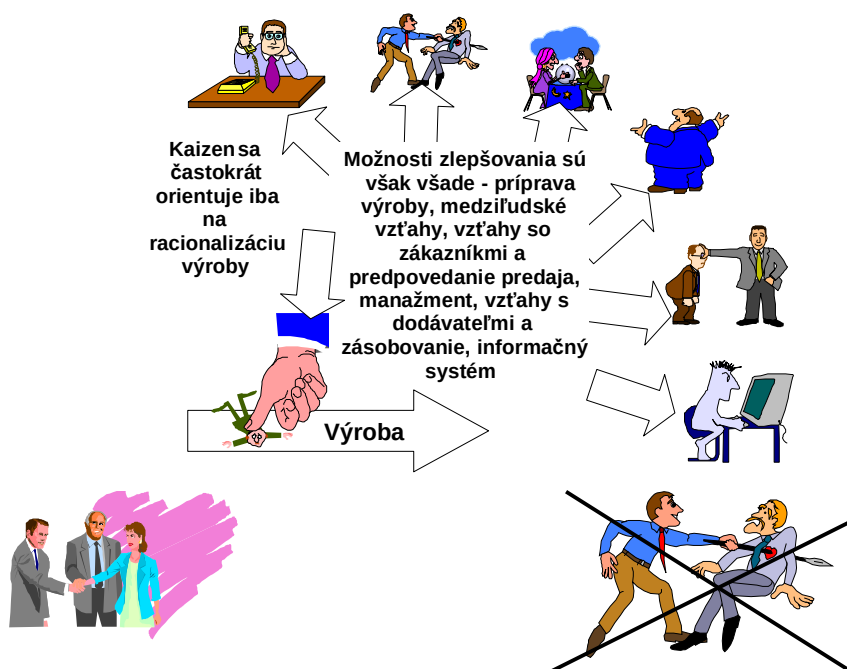
Včerajší a dnešný úspech je základom zajtrajšieho neúspechu.



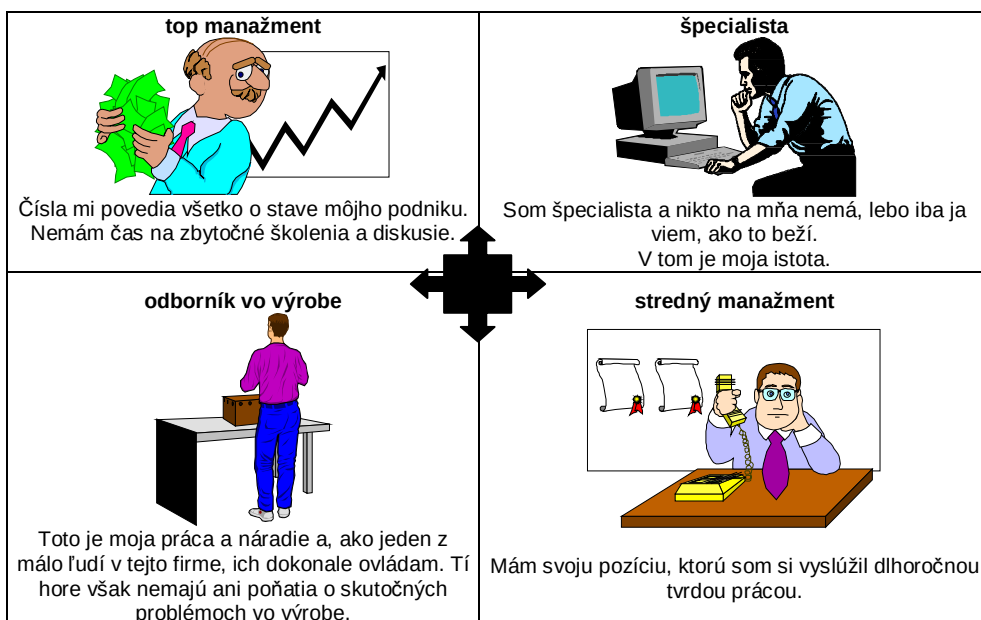
Obr. 7.16. Najefektívnejšie je zlepšovanie v skupine priamo v procese

Zlepšovanie sa nerozbehne samo. je to systém, ktorý je postavený na iniciatíve zdola, ale najskôr musí mať podporu a podmienky vytvorené zhora. Veľa času a trpezlivosti treba investovať do ľudí – musia sa naučiť komunikovať pri riešení problémov, neodbiehať od témy, prijímať a rešpektovať názory druhých, osvojiť si základné nástroje pre riešenie problémov v skupine a pod. Základom celého systému je však **realizácia** nápadov a dobrých riešení.

Existuje veľa ďalších foriem zlepšovania a motivácie ľudí. V európskych podmienkach sa viac presadzujú systémy, keď sú pracovníci odmeňovaní za zlepšenia finančne. Aj na Slovensku by asi nebol veľký efekt z toho, že si môže pracovník zaparkovať svoje auto (ak nejaké vôbec má) vedľa prezidenta firmy, čiapka s logom firmy alebo večera s riaditeľom. V Barume Continental napríklad pravidelne žrebujú zo všetkých zlepšení zaujímavé vecné ceny. Vo VW v Nemecku majú napríklad katalóg cien, z ktorých si môže pracovník podľa počtu bodov vybrať – od trička alebo večere pre dve osoby až po zájazd do miest kde má VW svoje závody (napr. Belgicko, Slovensko, Južná Afrika, Brazília).



Každá rozhodovacia úroveň sa v tradičnej organizácii koncentruje na vlastné záujmy v definovanej oblasti zodpovednosti.



Obr. 7.17. Zlepšovanie nie je iba záležitosťou výroby



V Inštitúte priemyslového inžinierstva v Žiline vznikol špecializovaný tím zameraný na zavádzanie systému neustáleho zlepšovania s využitím aktívneho manažmentu nápadov. Tento tím vypracoval a overil ucelenú metodiku implementácie takehoto systému v špecifických podmienkach slovenských podnikov aj s nadväznými oblasťami ako sú – tímová práca, nové systémy hodnotenia a odmeňovania pracovníkov (napr. gainsharing), TPM, TOC, TQM, manažment rozvoja ľudských zdrojov a ďalšie.



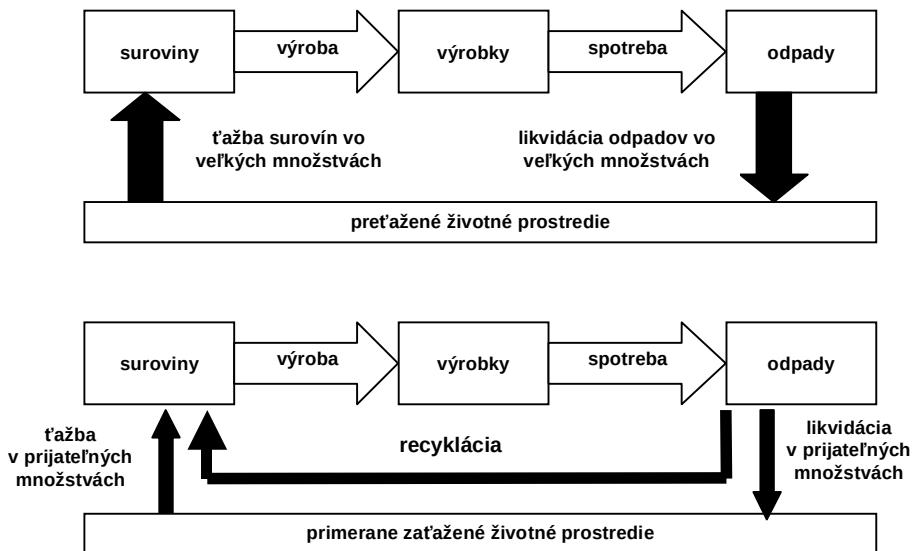
Obr. 7.18. Výcvik pracovníkov pre Kaizen s pomocou interaktívnych hier

Na záver tejto časti sa ešte dotkneme jednej oblasti – ak hovoríme o projektovaní výrobných systémov pre 21. storočie, tak nemôžeme obísť asi najdôležitejší faktor rozvoja priemyslu a spoločnosti – projektovanie a prevádzku výrobných systémov s ohľadom na životné prostredie.

Ako ukazuje obr.7.19. prvky podniku svetovej triedy a environmentálna problematika nie sú v rozpore, pretože úspornosť, zoštíhľovanie a samooptimalizácia v moderných výrobných systémoch majú aj pozitívny vplyv na životné prostredie.

Prvok podniku svetovej triedy	Vzťah k EMS
Stabilizácia procesov, štandardy, analýza a meranie práce	EMS vyžaduje stabilné procesy a štandardy pre ne
Audity, benchmarking, stratégia a vízia	EMS audity, certifikácia podniku musí byť súčasťou podnikovej stratégie
Zapojenie ľudí do zmien	Nie len vrcholový manažment alebo oddelenie EMS zodpovedajú za ekologické správanie podniku – každý člen podniku nesie časť zodpovednosti
Posun od ISO noriem kvality k TQM a k integrovaným celopodnikovým systémom	Trend smerom k integrácii noriem kvality, ekológie a bezpečnosti (ISO 9000, ISO 14000, ISO 18000)
Just in Time logistika – vyvážené materiálové toky, Teória obmedzení (TOC Theory of Constraints) v logistike a ťahové systémy riadenia	Identifikácia a eliminácia plytvania, redukcia zásob, prehľadnosť systému – to všetko pozitívne vplyva na životné prostredie. Na druhej strane JiT koncept prináša so sebou viac medzipodnikovej prepravy
TPM – Total Productive Maintenance – totálne produktívna údržba	5S na pracovisku vedie k vyššej čistote, bezpečnosti, k rýchlejšej identifikácii abnormalít, emisií, úniku oleja a pod.
SMED – redukcia časov na pretypovanie strojov, minimalizácia výrobných dávok	Menej zásob, lepšie využitie kapacity, menej spotreby energie – napr. predohrev foriem s využitím zvyškovej pary
Zjednodušovanie, segmentácia, bunková organizácia podniku	Vyššia prehľadnosť, menšie výrobné jednotky, jednoduché toky materiálu, viac autonómnosti – jednoduchšie a efektívnejšie sledovanie ekologických parametrov výroby
Nový komunikačný systém, vizuálny manažment	Vizualizácia procesov, vyššia čistota, menej odpadov, vyššia motivácia ľudí, sklenené kryty na strojoch – rýchlejšia identifikácia abnormalít
Fraktály a samostatné výrobné tímy	Samooptimalizácia, samoorganizácia a autonómnosť fraktálov – aj s ohľadom na životné prostredie
Inovácie a simultánne inžinierstvo	Rýchlejšie a účinnejšie navrhovanie nových ekologických riešení, zelené výrobky, čistá výroba

Obr. 7.19. Podnik svetovej triedy a EMS



Obr. 7.20. Tradičné procesy v životnom cykle výrobku a nová orientácia podnikov

Nová orientácia výrobných systémov musí vychádzať z princípov zobrazených na obr.7.20. Je neúnosné, aby sa ďalej zvyšovala priemyselná výroba tak, že na jednej strane sa spotrebúva stále viac materiálov, surovín a energií a na druhej strane sa hromadí stále väčšie množstvo odpadov, ktoré dlhodobo poškodzujú a zaťažujú životné prostredie. Ak sa nespamätajú ľudia predovšetkým v bohatých krajinách ako sú USA a Japonsko a nezačne sa vytvárať silný tlak zákazníkov a legislatívy na veľkých znečisťovateľov životného prostredia, tak ľudstvo bude čakať nasledovný scenár:

Z knihy EXITUS: Znetvorenie sveta

Nakoniec zničil človek nebesia i zem.

A zem spustla prázdnotou, len smog sa prevalľoval nad priepasťou a mŕtvymi vodami.

Človek totiž povedal: „Vytvoríme priemyselné podniky, rozmanité elektrárne a dopravné prostriedky valiace sa pod diaľnicami, z ktorých budú stúpať oblaky dymu a škodlivých plynov až do nebies.“

I stalo sa. A nebolo svetlo ráno ani večer pre hustotu smogu.

A človek videl, že nie je dobré to, čo urobil, no povedal: „To je cena za úspech a pokrok.“

Ďalej človek povedal: „Umocníme naše výdobytky výbuchmi atómových zbraní v atmosfére.“ I stalo sa. A rádioaktívny spad sa miesil s dymom a škodlivými plynmi pod klenbou nebeskou. A nebo nad zemou zjalovelo vydajúc otrávený dážď.

A človek povedal: „Je to v záujme našej národnej bezpečnosti“.

To bolo šiesty deň pred koncom.

A smog s rádioaktívnymi látkami padal na moria i na súš a otrávil každú rastlinu nesúcu semeno i každý strom plodiaci ovocie.

A človek povedal: „Nie je to veľmi dobré, no vývoj nemožno zastaviť.“

To bolo piaty deň pred koncom.

Usilovnou prácou stvoril človek veľké púšte a zmenil podnebie tak, že mocný vietor dvíhal prach zeme k oblohe, kde sa miešal so smogom, zatemniac slnko uprostred dňa a mesiac s hviezdami v noci, takže noc a deň jedno boli.

I videl človek dielo svojich rúk a povedal: „Podmanili sme si prírodu naozaj dôkladne.“

To bolo štvrtý deň pred koncom.

Tretí deň pred koncom povedal človek: „Zahrabme naše priemyselné odpady pod zem, vypusťme kaly a špinu do potokov, riek a morí.“

I stalo sa. A vody zeme splaneli tak, že v nich vyhynul všetok život.

Zvyšné tvory morské vylovil človek veľkými sieťami a spracoval v plávajúcich továrňach. Na obrovské veľryby poľoval radarom a výbušninami, takže nebolo už veľrýb v moriach.

I videl človek, čo urobil a povedal: „Nebolo to veľmi dobré, no rast nášho národného dôchodku vyžaduje dôsledné využívanie všetkých zdrojov výživy.“

A pod otrávenou oblohou na vykradnutej zemi a umŕtvených moriach sa prestal množiť všetok dobytok i tvory plazivé, krídelnaté a vodné i každá zver podľa jej druhu a život vymieral na celej tvári zeme.

To bolo tretí deň pred koncom.

A človek povedal: „Situácia je naozaj vážna – malo by sa s tým niečo robiť.“

Druhý deň pred koncom zistil človek, že už je pozde na záchranu tvorstva i seba. Dusil sa otráveným vzduchom a umieral od hladu, lebo továrne a ostatné veľdiela boli opustené a rozpadávali sa. A nenašiel sa nik, kto by za ním smútil na tvári zeme.

Posledný deň pred koncom si spustošený svet oddýchol od ľudského diela a preklínal na ruiny premenené stvorenie.

A na samom konci sa zem stala obyčajnou planétou, naveky a nezmyselne sa točiacou na ceste prázdny priestorom.

(Prof. E. Just, preklad Dr. D. Užák, [15])

Kontrolné otázky a úlohy:

1. Aké formy systému Kaizen poznáte?
2. Pripravte si plán workshopu na zlepšenie z vašej oblasti práce.
3. Popíšte systém manažmentu nápadov – Ideen Management.
4. Ako sa vyhodnocujú zlepšovacie návrhy?
5. Aký je postup podanie a vyhodnotenie zlepšovacieho návrhu?
6. Aké úlohy má agentúra ideí?
7. Aké nástroje a metódy sa dajú využiť pri riešení problémov v rámci systému Kaizen?
8. Pripravte protokol Kaizen (Kaizen kartu).
9. Zostavte postupnosť krokov pre zavedenie systému Kaizen v podniku.
10. Zostavte plán vzdelávania pracovníkov pri zavádzaní systému Kaizen.
11. Aké sú väzby medzi podnikom svetovej triedy a výrobnými systémami orientovanými na životné prostredie?

Literatúra

1. Boledovič, L.: Koncepty zlepšovania v automobilovom priemysle – KVP, Kaizen, Manažment ideí. 2. Národné fórum produktivity. Žilina 1999
2. Bosenberg, D., Metzen, H.: Lean manažement. Náskok pomocou štíhlych konceptov. Slovo, s.r.o., Bratislava, 1997
3. Dryer, C. E.: Canon Production System. Productivity Press 1987
4. Easdale, W. J.: Jak se stát světovým podnikem, schopným konkurence v 21. století. Cesty k vyšší produktivitě. Zlín 1996
5. Enkelmann, N. B.: Sila motivácie. Ako motivovať seba aj iných. Slovo, s.r.o., Bratislava, 1997.
6. Greif, M.: The Visual Factory. Building Participation Through Shared Information. Productivity Press 1998
7. Gregor, M., Košturiak, J.: Just in Time. Elita Bratislava 1994
8. Chebeňová, D., Košturiaková, M., Mičieta, B.: Environmental Aspects in Design and Operation of Manufacturing Systems. Dycmans Workshop Bled 1999
9. Imai, M.: KAIZEN - Der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb. Wirtschaftsverlag Langen, Müller Herbig, München 1992
10. Imai, M.: The Key to Japan's Competitive Success McGraw-Hill, New York, 1986
11. Kassay, Š.: Reinžiniering podnikových procesov. Strateg Bratislava 1999
12. Košturiak, J. – Gregor, M.: Podnik v roce 2001. Revoluce v podnikové kultuře. Grada, a.s., Praha, 1993.

13. Mašín, I., Vytlačil, M.: Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství. Institut průmyslového inženýrství Liberec 1996
14. Nenádál, J., Noskiewičová, D., Petříková, R., Plura, J., Tošenovský, J.: Moderní systémy řízení jakosti. Management Press 1998
15. Nováček, P., Huba, M., Mederly, P.: Ohrožená planeta na prahu 21. Století. Olomouc 1998.
16. Seikine, K.: Kaizen for Quick Changeover. Productivity Press, 1992.
17. Slamková, E. a kol.: Priemyslové inžinierstvo. ŽU Žilina 1997
18. Suzaki, K.: Modernes Management im Produktionsbetrieb. Strategien, Taktiken, Fallbeispiele. Carl Hanser Verlag München, Wien, 1989, 240 s.
19. Suzaki, K.: Die ungenutzten Potentiale - Neues Management im Produktionsbetrieb. Carl Hanser Verlag 1994
20. Vytlačil, M., Mašín, I.: Týmová spoločnosť v globálnom prostredí. Institut průmyslového inženýrství Liberec 1998
21. Vytlačil, M., Mašín, I., Staněk, M.: Podnik světové třídy – geneze produktivity a kvality. Institut průmyslového inženýrství Liberec 1997
22. Warnecke, H.,J.: Die Fraktale Fabrik. Springer Verlag, 1992



Záver

Výrobný systém a jeho projektovanie a prevádzku je potrebné posudzovať v nadväznosti na marketingové a podnikateľské stratégie podniku, technickú prípravu výroby, ekonomické možnosti firmy, celopodnikový logistický systém a ďalšie faktory. Neexistujú jednoznačné návody a vzorce, ktoré zaručia „optimálne“ parametre výrobného systému. Existuje len jedna istota - svet a podnikové prostredie sa menia s obrovskou rýchlosťou. Nemáme šancu zastaviť alebo spomaliť tento vývoj, tak ako nemáme možnosti ovplyvniť kroky našej konkurencie. Jedinou šancou je neustále analyzovať činnosť výrobného systému, porovnávať ho s vývojom na trhu a zlepšovať všetko čo sa zlepšiť dá. Skúsenosti ukazujú, že problém nie je iba v zvládnutí technológií a moderných metód organizácie a riadenia, ktoré sú dnes dostupné pre všetkých. Hlavnou konkurenčnou zbraňou v budúcnosti budú pravdepodobne ľudia - ich vzdelanie, schopnosti, motivácia, tvorivosť a skúsenosti.

Treba si však uvedomiť aj ďalšiu skutočnosť - postupy a spôsob práce, ktoré boli dostatočné pred niekoľkými rokmi, nemusia stačiť dnes. Nemali by sme sa uspokojovať s konštatovaním „takto to vždy bolo, tak prečo by sme to mali meniť?“, alebo „takto by to mohlo fungovať“. Mnohé projekty výrobných systémov síce vedú k „funkčnému systému“, ich detailná analýza však často ukazuje, že mohli byť navrhnuté lepšie a úspornejšie. Uspokojovanie sa s priemernosťou je veľmi nebezpečné - ak chceme zlepšiť pozíciu našich podnikov a našu životnú úroveň, musíme projektovať a prevádzkovať systémy, ktoré obstoja aj v najnáročnejšej svetovej konkurencii. Ani to však nestačí - musíme to dokázať veľmi rýchlo a s oveľa väčšou dôkladnosťou a precíznosťou, na akú sme boli v minulosti zvyknutí.

„Slová Disraeliho, že život je príliš krátky na to, aby si všimol maličkosti, mi pomohli preniesť sa cez mnohé bolestivé zážitky. často nás vyvedú z rovnováhy drobnosti, ktoré za to vôbec nestoja, ktoré si preto netreba všimnúť... Žijeme tu na tejto Zemi a čaká nás už iba zopár desaťročí života. A my pritom strácame mnoho nenahradiateľných hodín umáraním sa nad rôznymi krivdami, na ktoré si po roku ani vy, ani nikto iný nespomenie. Venujme radšej svoj život hodnotným činom, citom a myšlienkam, veľkým láskam a stabilným projektom. Pretože život je skutočne príliš krátky na to, aby sme si všímali maličkosti“.

(André Maurois).

Milí čitatelia, ktorí ste si prečítali túto knihu. Budúci i súčasní inžinieri, projektanti, manažéri, podnikatelia. Neuspokojte sa s priemernosťou a vychodenými chodníkmi. Stanovte si veľké ciele a vytrvalo za nimi kráčajte. Nestačí mať množstvo dobrých nápadov a plánov - dôležitá je vytrvalosť a dôslednosť pri ich realizácii. Ako sme povedali v úvode - úlohy, ktoré riešia inžinieri na prahu 21. storočia sú oveľa zložitejšie ako pred niekoľkými desiatkami rokov. Dostávame sa do obdobia, keď nadšenie z technických objavov, kozmických letov a „neobmedzených“ možností človeka začínajú nahrádzať obavy z následkov nerozumného správania sa ľudí na tejto Zemi. V konštrukciách nových výrobkov a projektoch výrobných systémov budú musieť byť stále viac zohľadnené ekologické požiadavky. Treba počítať s tým, že v krátkej budúcnosti budú musieť výrobcovia zodpovedať nielen za výrobu výrobkov, ale i za ich likvidáciu. Aj ľudia však budú musieť zmeniť svoje správanie - honbu za bohatstvom, ziskom a hromadením vecí bude musieť nahradiť zodpovednosť a úspornosť v spotrebe. Prírodné katastrofy v ostatných rokoch sú varovaním - pred nekontrolovaným rastom spotreby, výroby a devastácie prírody i ľudského myslenia. Len mŕtve ryby plávajú po prúde, hovorí staré čínske príslovie. Je to výzva pre vás študenti - vidieť veci v súvislostiach, nepodľahnúť primitívnym a prázdny lákadlám

globálnej manipulácie s ľuďmi - konzumentmi, hľadať nové myšlienky, riešenia a východiská.

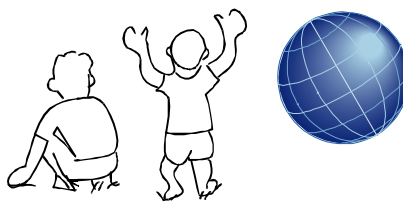
„Všetky fordy sú úplne rovnaké - na rozdiel od ľudí. Každý nový život je novým javom pod slnkom. Nikdy nič rovnaké pred ním nebolo a nikdy nebude. Každý mladý človek by si toho mal byť vedomý. Mal by sa usilovať objaviť v sebe tú jedinečnú isku, ktorou sa odlišuje od iných ľudí, a fúkať do nej zo všetkých síl, aby sa rozohorela. Spoločnosť a školy ju v ňom možno budú chcieť udušiť, pretože ich snahou je sformovať nás všetkých narovnať. Ja však hovorím: nenechajte tú isku zhasnúť - tá jediná z vás môže niečo urobiť“.

(Henry Ford).

Nasledovná báseň nech je pre nás pripomenutím, že aj nové fabriky stavíme pre ľudí, pre vyššiu kvalitu ich života a zodpovednosť človeka nikdy nenahradia počítače a iné stroje.

Daniel Hevier:

Hamlet ako vždy šialený



Počítač J.S.Bach
skladá hudbu
k televíznym reklamám
na protiobézne kreslá.

Počítač Leonardo
mal'uje tisíci prvý originál
Mony Lisy
a zásielky podľa subskribčného zoznamu
odosiela prvým milionárom.

Počítač Hemingway
píše memoáre
skrachovaným politikom.

Počítač Napoleon
pripravuje
materiály pre nový variant
psychedelickej vojny.

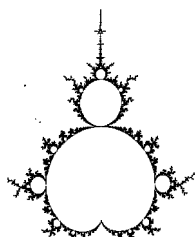
Počítač Galileo
odvoláva svoju teóriu
elastického vesmíru.

Počítač Seneca
reční v OSN o ženskej otázke
a hromadných samovraždách
veľrýb.

Počítač Adam
a počítač Eva
vyrábajú nové počítače.

Počítač Hamlet
sa zasekol,
donekonečna opakuje
akúsi nezmyselnú otázku.

Všetko to, čo je popísané v tejto knihe môžu realizovať vo vašom podniku pracovníci spoločného pracoviska Fraunhoferovho inštitútu výrobnéj techniky a automatizácie IPA Stuttgart, Inštitútu priemyslového inžinierstva v Žiline a Katedry priemyslového inžinierstva Žilinskej univerzity, ktorých môžete nájsť na nasledovných číslach a adresách:



089-513-2703, 513-2700, 513-2702, 513-2701,

089-5253541,

0903-500 054, 0903-500 054, 0903-542266, 0903-522151

089-667205, 0049-711-970-1964

kostur@fstroj.utc.sk, gregor@fstroj.utc.sk,



**pomôžeme
vám v
jednotlivých
krokoch na
tejto ceste**

Prínosy

- Produktivita
- Kvalita
- Dodávateľská schopnosť
- Servis

Kontinuálny rozvoj podniku

Aktívny manažment nápadov, rozvoj ľudí, podnikový navigačný systém

Informačný a komunikačný systém

Fraktálový informačný systém, multimédiá, simulácia, human networking, tele working

Motivácia a integrácia ľudí

Nový systém hodnotenia a odmeňovania ľudí, riadenie podľa cieľov, pružné modely pracovného času

Reštrukturalizácia podniku

Segmentácia, vytváranie fraktálov, projektovanie tímov

Analýza kľúčových procesov

Analýza a re-engineering procesov, analýza a meranie práce, kalkulácie

Ciele a stratégie

Definovanie stratégie, pyramída cieľov, benchmarking

Vzory a vízie

Vytvorenie vízie, podniková kultúra, informovanie pracovníkov, inovačná kultúra

Čas