

Kybernetika a manažment

J. Sarnovský

J. Liguš

P. Benko

6. novembra 2001

Obsah

1	Manažment	3
1.1	Podstata, významy a systémy manažmentu vo svete	3
1.1.1	Podstata a významy manažmentu	3
1.1.2	Systémy manažmentu vo svete	4
1.2	Vznik, vývoj a prístupy k formovaniu manažmentu na Západe	5
1.3	Tradičná (klasická) teória manažmentu	8
1.3.1	“Vedecké riadenie” (taylorizmus)	8
1.3.2	Procesný prístup k manažmentu	10
1.3.3	Byrokratický prístup k organizácii	12
1.3.4	Spoločné a špecifické znaky tradičnej teórie manažmentu	13
1.4	Teória medziľudských vzťahov (behavioristická, neoklasická teória manažmentu)	14
1.4.1	Počiatky a zásady teórie medziľudských vzťahov	14
1.4.2	Vývoj teórie medziľudských vzťahov pred druhou svetovou vojnou a po nej	15
1.5	“Nová” resp. “moderná” teória manažmentu	17
1.6	Rozhodovací prístup k manažmentu	17
1.6.1	Matematický prístup k manažmentu	18
1.6.2	Systémový prístup k manažmentu	18
1.7	Empirizmus (pragmatizmus) v manažmente	21
1.7.1	Peter F. Drucker - významný predstaviteľ empirického prístupu	21
1.7.2	Názory a odporúčania empirikov zaoberajúcich sa stratégiou a podnikovou kultúrou	22
1.7.3	Názory a odporúčania pragmatikov osemdesiatych rokov analyzujúcich zdroje úspešnosti firiem	24
1.8	Japonský manažment	27
1.8.1	Úloha štátu v rozvoji japonského hospodárstva (manažment japonskej ekonomiky)	27
1.8.2	Vývoj a podstata japonského manažmentu podnikov	28
2	Princípy kybernetiky	31
2.1	Kybernetika: história a súčasnosť	31
2.2	Principia Cybernetica Project (PCP)	32
2.2.1	Kybernetické systémy (KS)	32
2.3	Filozofia v kybersvete	32
2.3.1	PCP (Principia Cybernetica Project)	33
2.3.2	Princípy kybernetiky	33
2.3.3	Konštruktívna kybernetická filozofia	35
2.3.4	Od WWW ku supermozgu (super-brain)	35
2.3.5	Integrácia jednotlivcov do supermozgu	36
2.3.6	Metasystémová tranzícia	36
2.3.7	Metafyzika	37
2.3.8	Konštruktívna epistemológia	37
2.3.9	Evolučná etika	38
2.3.10	Metódy a prostriedky budovania kybernetickej filozofie	38
2.3.11	Získanie rôznych názorov	38
2.3.12	Reprezentácia vedomostí (filozofických) v počítači	38
2.3.13	Informačná spoločnosť	39
2.3.14	Problémy moci, politiky a štrukturálnych zmien	39
2.3.15	Tienisté stránky informačnej revolúcie	39
2.4	Kyberokracia	40

2.4.1	Úvod	40
2.4.2	Posun moci	41
2.4.3	Vznik kyberokracie	42
2.4.4	Nové infraštruktúry	43
2.4.5	Technické a programové prostriedky	43
2.4.6	Komunikačné siete	43
2.4.7	Databázy	43
2.4.8	Na ceste ku kyberokratickému štátu	44
2.4.9	Vznik nových elít	45
2.4.10	Organizačná reštrukturalizácia	45
2.4.11	Verejný a súkromný sektor	45
2.4.12	Od hierarchií ku sieťam	45
2.4.13	Kyberológia	46
2.4.14	Metodológia pre prognózovanie informačných a komunikačných infraštruktúr	46
2.4.15	Globálne interakcie. Nové zdroje a formy konfliktov.	46
2.5	Veda a vzdelávanie v 21. storočí	46
2.5.1	Newtonovská veda	47
2.5.2	Elektromagnetizmus, termodynamika, evolúcia	47
2.5.3	Teória relativity a kvantová mechanika	47
2.5.4	Chaos, zložitosť, komplexné adaptívne systémy	48
2.5.5	Vzdelávanie a veda v 21. storočí	48
2.5.6	Univerzita ako komplexný adaptívny systém	49
3	Štruktúra a modelovanie zložitých systémov	51
3.1	Štruktúra rozsiahlych zložitých systémov	51
3.1.1	Matica interakcií	51
3.1.2	Štruktúralne interakčné matice	53
4	Rozhodovacie procesy	55
4.1	Úvod	55
4.2	Elementárne rozhodovacie procesy	56
4.2.1	Štruktúra rozhodovacích problémov	56
4.2.2	Rozhodovacia analýza bez prvotnej informácie	57
4.2.3	Rozhodovanie s rizikom	58
4.3	Teória hier	62
4.3.1	Základné pojmy	62
4.3.2	Hry so sedlovým bodom	63
4.3.3	Hry bez sedlových bodov	64
4.3.4	Hry s prírodou	64
4.3.5	Modely teórie hier	65
4.4	Rozhodovacie procesy bez prvotnej informácie a s rizikom	66
5	Matematické modely globálneho rozvoja	69
5.1	Metóda systémovej dynamiky	69
5.2	Štruktúra a rovnice Forresterovho globálneho modelu	70
5.2.1	Materiálna úroveň života a rovnice spotreby neobnoviteľných zdrojov	70
5.2.2	Rovnice pre kapitál a zamorenie	71
5.2.3	Úroveň zásobovania a rovnice poľnohospodárskeho sektora	72
5.2.4	Rovnice demografického sektora	73
5.2.5	Modelovanie znečistenia vodných zdrojov	74
6	Matematické modely ekonomických systémov	77
6.1	Štatistické štruktúralne modely	77
6.1.1	Dynamické štruktúralne modely	79
6.2	Modely systémovej dynamiky	82
6.2.1	Ekonometrické modely	83
6.2.2	Identifikácia parametrov	84
6.3	Hierarchické modely ekonomiky	86
6.3.1	Riadenie pomocou stimulov a pokút	87

6.3.2	Dynamické systémy s dvojúrovňovou hierarchiou	87
6.3.3	Všeobecná schéma diferenciálnej hry	88
6.3.4	Trojúrovňový systém	88
6.3.5	Činnosť centra	90
6.3.6	Možnosť koalícií	91
6.4	Riadenie a rozhodovacie procesy v ekonomike	92
7	Teória automatického riadenia	93
7.1	Úvod do teórie automatického riadenia	93
7.1.1	Princíp automatického riadenia	93
7.1.2	Problémy riadenia	94
7.1.3	Stručný prehľad vývoja riadenia	96
7.1.4	Matematický popís sústav	96
7.2	Jednoperametrové regulačné obvody a regulátory (ústredné členy)	104
7.2.1	Regulované sústavy a regulátory	104
7.2.2	Regulačné obvody	105
7.2.3	Stabilita regulačného obvodu	108
8	Informačné systémy	113
8.1	Úvod	113
8.2	Počítačová bezpečnosť	113
8.2.1	Ciele	113
8.2.2	Hrozby	114
8.2.3	Bezpečnostné služby	114
8.3	Šifrovanie	115
8.3.1	Symetrické šifrovanie	116
8.3.2	Asymetrické šifrovanie	116
8.3.3	Hašovanie a digitálny podpis	116
8.3.4	Digitálne certifikáty	117
8.4	Praktické aspekty šifrovania	117
8.4.1	Heslá	120
8.5	Počítače a právo	120
8.5.1	Právo vyhľadávať, prijímať a rozširovať informácie	121
8.5.2	Právo na ochranu informácií súkromnej povahy pred neoprávneným využitím	121
8.5.3	Právo na výsledky tvorivej duševnej činnosti späté s využitím počítačov	122
8.5.4	Počítačová kriminalita	123

Predslov

Názov knihy Kybernetika a manažment je pre mnohých zaujímavý. Nie je však originálny. Presne takýto názov má klasická kniha Stafforda Beera, *Cybernetics and Management*, ktorá vyšla v roku 1960 vo vydavateľstve The English Universities Press LTD v Londýne. V roku 1966 vyšiel jej český preklad pod názvom *Kybernetika řízení* vo vydavateľstve Svoboda v Prahe.

Predložený text je určený pre študentov tretieho ročníka FEI a je základným študijným materiálom pre predmet Kybernetika a manažment. Ale s chuťou si ho môžu prečítať aj ostatní čitatelia. Základným zámerom knihy je poukázať na nie vždy známy fakt, že fakticky jediným vedeckým zdrojom formálnych metód manažmentu, teórie rozhodovacích procesov, (teda nie manažmentu ako umenia riadiť najmä kolektívy ľudí) je kybernetika. Ale aj umenie riadiť (tým sa najviac zaoberá psychológia, fyziológia, ap.) môže nájsť, okrem formálnych metód, nájsť v kybernetike, najmä v jej základných princípoch, celý rad podnetov, inšpirácie a užitočných analógií. Zložité technické systémy, napr. veľké podniky a siete ako sú energetický systém, ap., riadia, najmä na stredných stupňoch profesionáli, väčšinou inžinieri, ktorí okrem odborných schopností preukazujú aj schopnosti umenia riadiť. Práve v riadení zložitých technických systémov možno nájsť inšpirácie a analógie aj pre riadenie sociálno-ekonomických a aj politických systémov.

Prvá kapitola knihy obsahuje hlavné smery a históriu moderného manažmentu. Ide o materiál prebratý z kníh o manažmente a jej úlohou je oboznámiť študentov a čitateľov najmä s históriou moderného manažmentu. Pri tejto príležitosti načím zdôrazniť fakt, že najautentickejšie poznatky možno získať od autorov, ktorí viedli nejaké spoločnosti a napísali o tom svoje názory (viď napr. knihu Sloana *Môj život s General Motors*). V druhej kapitole sú uvedené základné poznatky o kybernetike, je predstavený Principia Cybernetica Project ako aj niektoré súvislosti s modernou informačnou spoločnosťou, vedou a vzdelávaním. Tretia kapitola predstavuje štrukturálne modely, na ktorú nadväzuje kapitola päť a šesť, kde sú predstavené niektoré ekonomické a ekologické globálne modely. V štvrtej kapitole sú obsiahnuté základy rozhodovacích procesov. Pre úplnosť sú v siedmej kapitole sú základné poznatky z teórie regulácie, ktoré môžu slúžiť ako dobrý základ pre analógie princípov kybernetiky. V poslednej ôsmej kapitole sú uvedené niektoré poznatky z informačných systémov súvisiacich s manažmentom.

Kapitola 1

Manažment

1.1 Podstata, významy a systémy manažmentu vo svete

1.1.1 Podstata a významy manažmentu

Manažment je riadenie organizácií fungujúcich v podmienkach trhového hospodárstva, ktoré sa vyznačuje dostatočne pružnou konkurenčnou štruktúrou a nezablokovanými cenovými mechanizmami, schopnými poskytnúť kritériá pre objektívnu kalkuláciu nevyhnutnú na efektívnu alokáciu disponibilných zdrojov, ako aj spontánne impulzy pre ekonomický rast.

Pre manažment je charakteristická jeho podnikateľská orientácia na rozdiel od metód podnikového riadenia, ktoré vychádzali z centrálného rozpisu národohospodárskeho plánu.

Hoci poznatky manažmentu sú podstatnou časťou podnikateľskej činnosti a majú prispieť k tomu, aby sa podnikateľské správanie racionálne uvádzalo do života a prinášalo zisk, manažment neslúži len podnikaniu, ale uplatňuje sa aj v nepodnikateľských organizáciách, v ktorých je nevyhnutná racionalita konania.

Pojem manažment má rozličné významy, preto je potrebné, aby sme ich rozoznávali a rozumeli im. Sú to najmä tieto významy:

- manažment ako praktická činnosť,
- manažment ako teória či vedná disciplína,
- manažment ako osobitná skupina ľudí.

Manažment ako praktická činnosť predstavuje druh práce alebo sústavu kvalít, ktoré manažéri vykonávajú, resp. musia vykonávať na dosiahnutie cieľa.

Manažment znamená koordináciu aktivít iných ľudí, aby sa dosiahli také výsledky, ktoré nie sú dosiahnuteľné jednotlivcami konajúcimi samostatne.

V literatúre je mnoho definícií manažmentu. Dokonca možno povedať, že čo autor, to definícia. Bez ohľadu na to možno manažment charakterizovať ako sústavu princípov, metód, techník a postupov, ktoré používajú manažéri pri výkone svojej profesie.

Konkrétne systémy manažmentu v organizáciách sú výsledkom intelektuálneho procesu manažérov, vyplývajúceho z ich teoretických poznatkov, skúseností a schopností.

Manažment ako vedný odbor či vedná disciplína predstavuje naakumulovaný a logicky usporiadaný súbor poznatkov o princípoch, metódach a postupoch riadenia a pod., vypracovaných na základe abstrakcie a empirie, ktorým sa možno učiť a aj ich vyučovať. Hlavným účelom štúdia manažmentu je preto učiť sa a porozumieť týmto princípom, metódam a pod., ako aj to, ako ich aplikovať v praxi.

Na manažment ako vedný odbor sú rôzne názory. Podľa P. DRUCKERA "manažment nie je a nikdy nebude vedou v tom zmysle, v akom sa dnes chápe toto slovo v Spojených štátoch. Manažment nie je vedou o nič viac ako je medicína: v oboch prípadoch ide o praktické odbory. Každý praktický odbor čerpá z veľkého súboru skutočných vied. Práve tak ako medicína čerpá z biológie, chémie, fyziky a radu ďalších prírodných vied, manažment čerpá z ekonomiky, psychológie, matematiky, politickej teórie, histórie a filozofie. Rovnako ako medicína aj manažment je samostatným odborom s vlastnými predpokladmi, zámermi, výkonnosťnými cieľmi a kritériami".¹

¹DRUCKER, P.F.: Management. Budoucnosť začína dnes. Praha, Management Press 1992, s. 105.

Manažment je interdisciplinárny vedný odbor a patrí medzi praxeologické disciplíny. Zaoberá sa riadením ako cieľavedomou činnosťou ľudí a jeho poslaním je vytvoriť metodológiu riadenia s dôrazom na dosiahnutie efektívnosti tejto činnosti vo vzťahu k vopred určenému cieľu.

Pojem manažment sa používa i na označenie ľudí, ktorých poslaním je plniť manažérske funkcie. Vzťahuje sa buď na všetkých manažérov alebo len na ich časť, tj. na vrcholových manažérov organizácií.

1.1.2 Systémy manažmentu vo svete

Manažment vznikol v Spojených štátoch amerických. Americký manažment má od svojich počiatkov dodnes veľkú autoritu nielen doma, ale aj vo svete. Jeho príťažlivosť vzrástla najmä po druhej svetovej vojne.

Positívny vzťah k americkému manažmentu vyplýva z toho, že takmer polovicu storočia - zhruba od desiateho do šesťdesiateho roku tohto storočia - Spojené štáty americké dodávali viac ako 50 % svetovej produkcie. Ich prevaha po druhej svetovej vojne sa len utvrdila.

Teória a prax amerického manažmentu prešla od svojho vzniku značným historickým vývojom. Najnovšie trendy manažmentu sa však neustále vracajú k poznatkom predstaviteľov tzv. klasickej a neoklasickej školy manažmentu. Americký priemysel v zásade pokračuje na tých základoch, ktoré sa vyvinuli v povojnovom období. Jeho silnou stránkou sú počítače, ktoré sa tu používajú vo väčšej miere ako kdekoľvek inde.

Moderná americká priemyselná výroba uplatňuje rôzne metódy, napríklad pružnú automatiku a robotiku (CAD/CAM), horizontálnu (kooperatívnu) organizáciu výroby, totálne riadenie akosti (TQM), totálne riadenie údržby (TIM), logistiku (s tendenciou k synchronizovaným dodávkam - SIT), participatívne riadenie a pod.

Niektoré z týchto racionálnych metód, ako napríklad totálne riadenie akosti, metóda just in time, participatívne riadenie vznikli pôvodne v USA, ale dlhší čas nenašli náležité uplatnenie. Zaujímavé je i to, že po vojne bola v USA snaha rozvinúť participatívne riadenie, ale kapitál sa tomu ubránil.

Nedotknuté panovanie USA na trhu po druhej svetovej vojne ich nenútilo k inováciám a tvorivému úsiliu. Umožňovalo im to pohodlne "zbierať" veľké zisky. Bolo to len dovtedy, kým sa nespamätala európska a japonská konkurencia.

Americké firmy už nemajú zakaždým vedúce postavenie. Znamená to, že americký manažment mal a má isté úskalia a problémy. Pod tlakom svetovej konkurencie sa americký priemysel vracia k vymoženostiam, ktoré niekedy proklamoval, a tak v poslednom čase znova nachádzajú "cestu domov", keď sa inde overili a zdokonalili. Príkladom sú metódy just in time, totálneho riadenia kvality, totálnej údržby a iné.

Po druhej svetovej vojne vyspelosť amerického priemyslu upútala pozornosť celého sveta. Západná Európa, Japonsko a tzv. novoindustrializované krajiny sa amerikanizovali, rýchlo preberali americkú technológiu, priemyselné vedomosti a osvojovali si americký manažment spolu s jeho technológiou.

Výsledkom nebola len jednoduchá kópia amerického manažmentu. Pri jeho aplikovaní v Európe sa v každej krajine prejavili a prejavujú i určité národné odlišnosti.

Napriek istým národným osobitostiam má manažment západoeurópskych krajín v podstate rovnaké alebo podobné princípy, metódy a postupy ako americký manažment, preto sa zvykne označovať spoločným názvom ako euro-americký alebo západný manažment. Určité osobitosti nájdeme aj v manažmente jednotlivých európskych krajín. Rozdiely sú v manažmente Nemecka, Francúzska, Talianska, severských krajín a pod.

V jednotlivých krajinách sa odlišne riešia napríklad vzťahy medzi ekonomickou a sociálnou stránkou. Na sociálne istoty a vymoženosti sa kladol najväčší dôraz v škandinávskych krajinách. Malo to však aj tienisté stránky, predovšetkým v dĺžke odpracovaného času a pracovnej výkonnosti, čo sa stalo predmetom kritiky.

O nemeckom výrobnom systéme (ako významnom európskom reprezentantovi) sa dosiaľ hovorí málo. Ako napísal J. JIRÁSEK², príťahuje na seba pozornosť, lebo v produktivite vyniká, je rovnocenný americkej a japonskej produktivite práce, a to pri najkratšom povinnom pracovnom čase, a má aj najmenej narušovaný pracovný režim štrajkami a inými poruchami.

Nemecko prevzalo po druhej svetovej vojne americké poznatky a uplatnilo ich vo svojich podmienkach. Vznikol odlišný systém výroby. Za jeho najväčšiu zvláštnosť sa dá považovať vedecky (nielen technicky) vzdelaný inžinier, továrenský majster (s priemyselnou školou) a kvalifikovaný robotník. Ak sa americký systém výroby najviac opiera o techniku, nemecký hlavne o ľudí. Kým v USA sa človek stane robotníkom, keď nastúpi do práce a zaučí sa, v Nemecku podstúpi najprv niekoľkoročnú učebnú prípravu a dostane diplom.

Jedine v Nemecku sa podarilo zaviesť spolurozhodovanie pracovníkov, ktoré po určitom experimentovaní našlo svoje miesto a viedlo k "priemyselnej spolupráci kapitálu a práce".

Viacerí autori konštatujú, že nemecký priemysel stále len nabera silu, pričom zaujíma čoraz významnejšie postavenie v Európe. Jeho expanzia na východ sa prejavuje najenergiejšie.

Po druhej svetovej vojne sa nesmierne urýchlilo preberanie poznatkov amerického manažmentu v Japonsku. Uplatňovali sa však s prihliadnutím na iné podmienky. Japonský manažment vznikol a rozvíjal sa ako výsledok

² JIRÁSEK, J.: Jak se ve svete pracuje, vyrábí a řídí. Hospodářské noviny, č. 44/1992, s. 98.

svojráznosti historického vývoja a kultúry Japonska. Japonský systém manažmentu sa zrodil ako protiváha amerického či západného manažmentu.

Impozantný hospodársky rozvoj v Japonsku pripisujú ekonómovia západných krajín práve systému manažmentu, ktorý reaguje na zmeny skôr a energickejšie, čiže úspešnejšie sa prispôsobuje zložitým problémom industriálnej a postindustriálnej spoločnosti.

Hlavné odlišnosti medzi americkým a japonským manažmentom možno zhrnúť takto:

1. Sú podstatné rozdiely vo vykonávaní ekonomických funkcií vládami, tj. v miere a metódach ovplyvňovania činností podnikov vládami. Zatiaľ čo v Spojených štátoch amerických stále veria v liberalizmus, v minimalizáciu ovplyvňovania činnosti podnikov vládami (hoci aj tu plnia ekonomické funkcie), v Japonsku má významnú úlohu vysokokvalifikovaná centrálna regulácia ekonomiky.
2. Jestvuje badateľný rozdiel medzi riadením amerických a japonských firiem. Kým americký, resp. západný manažment spočíva najmä vo vedeckej a skúsenostnej racionalite, pragmatickosti a pod., odvodzovanej z nových teórií a ich uplatňovania či preverovania v praxi, výraznou vlastnosťou japonského manažmentu je, že sa usiluje osloviť celého človeka, a to nielen svetom jeho skúseností a rozumu, čiže svetom múdrosti, ale i svetom sociálnym, morálnym, estetickým a citovým.

Veľkolepý hospodársky úspech Japonska po druhej svetovej vojne bol dôvodom, prečo sa japonský manažment stal predmetom veľkého záujmu odborníkov z USA a západnej Európy, prečo sa prejavil záujem o “japonské lekcie” a snaha využiť japonské poznatky v iných krajinách. Američania, Európania a Japonci sa v oblasti manažmentu navzájom od seba učia a snažia sa prebrať to, čo sa inde osvedčilo. Tým dochádza k určitej konvergencii v riadení podnikov vo svete. Preberanie cudzích poznatkov a vzorov má však isté obmedzenia, hranice. Pokiaľ získavané poznatky nie sú kompatibilné s domácimi podmienkami, tj. hospodárskym potenciálom, kultúrou a zvyklosťami, zostávajú v mnohom len zaujímavou informáciou, ale nevstupujú do domáceho organizmu. Pri výbere poznatkov manažmentu treba preto rešpektovať tieto skutočnosti. Zabezpečenie efektívneho fungovania slovenských privatizovaných podnikov vyžaduje osvojiť si manažment. Manažment ako teóriu a prax riadenia vyspelých krajín musíme teda študovať, zvládnuť a uplatňovať v podnikoch. Z rozboru podmienok vyplýva, že pre naše podniky sú viac prijateľné poznatky západného manažmentu než východoázijského (napr. z Japonska), hoci sa mnohému môžeme priučiť aj od ázijských krajín.

Pri preberaní poznatkov manažmentu musíme rešpektovať vlastné sociálno-ekonomické a kultúrno-historické podmienky a v súlade s nimi ho tvorivo prispôsobovať. Situácia je jednoduchšia vtedy, keď ide o uplatňovanie technických prostriedkov a techník manažmentu, ktoré nie sú také citlivé na sociálno-ekonomické a kultúrno-historické zázemie myslenia a konania ľudí v rozličných krajinách.

1.2 Vznik, vývoj a prístupy k formovaniu manažmentu na Západe

V súvislosti so štúdiom a osvojovaním si poznatkov manažmentu môže vzniknúť “... oprávnená otázka, prečo vôbec... venujeme pozornosť jeho histórii, a prečo sa priamo nevenujeme manažmentu posledných dvoch či troch desaťročí... Musíme pritom zdôrazniť životnú nevyhnutnosť historického prístupu ku skúmaniu spoločenských procesov... Bez pochopenia vývoja manažmentu, jeho koreňov a živnej pôdy vzniku nemožno zvládnuť celok tejto disciplíny v jej komplexnosti, vnútorných súvislostiach a rozporoch”.³

Treba si pripomenúť aj skutočnosť, že súčasné nové trendy v manažmente sa opäť vracajú k poznatkom predstaviteľov klasickej, resp. neoklasickej školy manažmentu, a že zaznamenávajú renesanciu a nový rozvoj. Preto naši manažéri, ako aj tí, ktorí sa pripravujú na manažérsku profesiu, musia poznať korene a vývin manažérskeho konania a myslenia.

Kapitalizmus ako spoločenský a ekonomický systém, založený na ideách trhu, ceny, ponuky a dopytu, prešiel postupne rôznymi zmenami. So zmenami jeho spôsobu výroby sa menilo aj samotné riadenie a zvyšoval sa jeho význam.

Mnoho desaťročí po vzniku kapitalizmu, ba ešte aj v minulom storočí, sa vedci držali bokom od skúmania a teoretického rozpracovania otázok riadenia, a to v dôsledku:

- vtedajších objektívnych podmienok, tj. charakteru a rozvoja výroby, vlastníctva jednej osoby, resp. rodiny, malej koncentrácie výroby, nízkej technickej úrovne, voľnej konkurencie a pod.;
- subjektívnych predstáv, tj. názoru rozšíreného medzi podnikateľmi, že riadenie je umenie, ktoré závisí od jednotlivých osôb, že v ňom nejestvujú zákonitosti a že sa nezakladá na vedeckých princípoch.

³VODÁČEK, L. - DVOŘÁK, V.: Management v USA. Praha, Institut řízení 1989, s. 10.

Vývojom kapitalizmu postupne vzrástla zložitnosť a význam riadenia natoľko, že iba tradície a zvyklosti v riadení už nestačili zabezpečiť potrebné správanie sa jednotlivcov a skupín vo firmách.

Začiatky manažmentu sa spájajú najmä s procesmi rozvoja deľby práce v období priemyselnej revolúcie v druhej polovici minulého storočia. Na konci 19. storočia sa k tomu priradil nedostatok pracovných síl a dosť nízke pracovné tempo v USA. Podnikateľov to podnietilo k tomu, aby sa zaoberali otázkou, ako čo najlepšie využiť pracovnú silu.

Koncom minulého storočia dospeli niektorí podnikatelia k presvedčeniu, že v riadení je nevyhnutný prechod od empirie k vede, resp. prechod od riadenia od oka k vedeckému riadeniu.

Na prelome 19. a 20. storočia sa začal intenzívnejšie prejavovať záujem o rozpracovanie teoretických a praktických otázok riadenia, objavili sa a množili pokusy o jeho zdokonalenie. Nastalo obdobie prvých pionierov - praktikov, ktorí sa usilovali o vedeckosť riadenia. Teoretické poznatky o riadení výroby sa začali skúmať a rozpracúvať v Spojených štátoch amerických, kde sa rozvíjali pod názvom "management" a odkiaľ sa neskôr šírili do iných krajín.

Za dôležité stredisko novovznikajúceho odboru, tj. manažmentu priemyselných podnikov, sa často pokladá Americká spoločnosť strojní inžinierov ASME (American Society of Mechanical Engineers), ktorú založili roku 1886. HENRY R. TOWNE na prednáške v roku 1886 dokazoval, že inžinier sa nemôže zaoberať iba technickými otázkami, ale musí vedieť aj rokovať s robotníkmi, starať sa o to, aby výroba bola hospodárna, čiže mal by byť zároveň ekonómom, zaujímať sa o spôsob vedenia závodu atď. Program tejto spoločnosti sa preto doplnil o štúdium riadenia. Stanovy ukladali členom povinnosť predniesť na zhromaždení ASME práce, ktoré chceli uverejniť. Spoločnosť sa tak stala miestom, kde sa prerokúvali a diskutovali rôzne návrhy na zlepšenie riadenia.

Prvým problémom z oblasti riadenia, ktorým sa v ASME začali zaoberať, bola možnosť zvýšiť výkon robotníkov, a teda výrobu. Za hlavný prostriedok, ktorý to mal zabezpečiť, sa pokladali mzdové stimuly, a to využitím dovtedajších, ale najmä novovypracovaných mzdových sústav.

V súvislosti so vznikom manažmentu sa často uvádza, že cestu k štúdiu riadenia a jeho vedeckému rozpracovaniu otvoril FREDERICK WINSLOW TAYLOR, a preto ho nazvali otcom, resp. zakladateľom vedeckého riadenia. Mnohí odborníci v USA mu však až takú dôležitú úlohu pri vytváraní manažmentu neprisudzujú a ani ho nepokladajú za jeho hlavného tvorca. Odôvodňujú to tým, že F. TAYLOR sa riadením firmy ako celku nezaoberal a ani ho nerozpracoval.

V Európe získal veľké uznanie Francúz HENRI FAYOL. Práve jeho mnohí považujú za tvorca koncepcie manažmentu. "Slávu priekopníkov tohto hnutia," napísal J. PÁZMÁN, "si začiatkom nášho storočia získali Američan F. W. TAYLOR a Francúz H. FAYOL. Obidvaja priekopníci si všimli veľký význam úrovne riadenia pre úspešný priebeh a dobré výsledky činnosti priemyselného podniku. Spoločným obsahovým prvkom ich učenia je práve vedomá, hierarchicky chápaná deľba práce v podnikoch, a to najmä odčlenovaním riadiacej činnosti od činnosti výkonnej, a snaha o zvýšenie úrovne riadiacich činností v priemyselnom podniku. . . Samotnú vedeckosť riadenia zdôrazňoval iba TAYLOR. . . Na rozdiel od TAYLORA FAYOL sa inšpiroval a vyzbrojil nie pokusmi, ale svojimi dlhoročnými skúsenosťami pri úspešnom plnení riadiacich funkcií v baníckom podniku a vyvodil z nich cenné teoretické poznatky. . ." ⁴

Začiatky rozvíjania manažmentu sa vyznačujú tým, že takmer všetci, ktorí sa vtedy usilovali analyzovať riadenie a hľadať teoretické odôvodnenie a zdokonalenie, aby pomohli praxi riadenia a príprave riadiacich kádrov, boli praktici. Podľa svojich dlhoročných skúseností a pozorovaní robili zovšeobecnené závery a odporúčania. V tom čase neboli akademické práce a chýbal sústavný teoretický výskum.

Postoj akademických kruhov k riadeniu sa postupne začal meniť, čo sa prejavovalo ich čoraz väčšou angažovanosťou pri riešení otázok riadenia. Veľký záujem to vyvolalo na univerzitách. Výskum a diela vzniknuté na ich pôde začali zaplavovať Spojené štáty americké.

Charakteristické je aj to, že manažment sa stal predmetom štúdia nielen tých, ktorí sa priamo špecializovali na riadenie, ale aj vedcov rôznych disciplín, tj. psychologov, sociológov, ekonómov, antropológov, matematikov, fyzikov, biológov a podobne.

V dvadsiatych rokoch, ale najmä neskôr, bola dôležitá psychológia a sociológia, na ich základoch sa formoval behavioristický prístup v manažmente.

Rozvoj teórie manažmentu sa zintenzívnil po druhej svetovej vojne. Rast záujmu o manažment bol výsledkom uvedomovania si významu racionálneho riadenia pre efektívnosť podnikového organizmu, ako aj dôsledkom zvyšovania rivality v boji o trhy, moc a pokrok, čiže rastu celosvetovej konkurencie nielen v hospodárstve, ale v rôznych sférach ľudskej činnosti.

Významným zdrojom rozvíjania manažmentu bola kybernetika, ktorej zakladateľom bol americký matematik NORBERT WIENER, a všeobecná teória systémov, ktorá sa spája najmä s menom L. von BERTA-

⁴PÁZMÁN, J.: Pojmová a obsahová podstata riadenia a fázy riadiaceho procesu. Aktuálne otázky riadenia priemyselných podnikov (zborník). Bratislava, VŠE 1969, s. 44-45.

LANFFYHO.

Veľký záujem o riadenie v USA, ako aj zapojenie sa rôznych vedných odborov do skúmania a rozpracúvania týchto problémov, umožnili komplexnejší pohľad na riadenie a znamenali začiatok uplatňovania exaktnejších metód v praxi riadenia. Prispelo to k rozvíjaniu a zdokonaľovaniu teórie a praxe manažmentu z obsahovej a metodologickej stránky a zvyšovalo exaktnosť jeho poznatkov.

Nedostatkom tohto vývoja bolo, že v USA vznikli a aj existujú rôzne nazerania a vysvetlenia teórie manažmentu. Prejavilo sa to najmä v odlišnom vymedzovaní jej predmetu a obsahu, v rozličnej interpretácii používaných pojmov, resp. v uplatňovaní nových pojmov, ako aj v tom, že sa sformovali rôzne prístupy v manažmente. Zároveň sa preceňoval jeden prístup k manažmentu na úkor iných, ba negovali sa ostatné prístupy.

V dôsledku týchto skutočností, ktoré zahmlievali manažment, HAROLD KOONTZ, profesor kalifornskej univerzity v Los Angeles, vo svojom podnetnom článku z roku 1961 charakterizoval situáciu v teórii manažmentu ako džungľu.⁵ Článok mal veľkú odozvu.

Mnohí odborníci v USA si to uvedomili a usilovali sa odstrániť nedostatky manažmentu, prekonať roztrieštenosť a zjednotiť názory na teóriu a na pojmy manažmentu. Príkladom tohto snaženia bolo sympózium pod názvom Dopredu k unifikovanej teórii manažmentu, ktoré sa uskutočnilo 8. a 9. Novembra 1962 za účasti významných predstaviteľov jednotlivých "škôl" manažmentu na Kalifornskej univerzite v Los Angeles.⁶

H. KOONTZ v článku odôvodnil rôznosť výkladu manažmentu, resp. niektorých jeho stránok odlišným prístupom autorov k štúdiu riadenia, vyplývajúcim zvyčajne z osobitostí príslušnej vednej disciplíny. Podľa toho vymedzil a charakterizoval šesť základných prístupov v teórii manažmentu, ktoré nazval školami.

Článok podnietil ďalších autorov, ktorí prišli s vlastnou klasifikáciou prístupov a teórií v manažmente.

V teoretickom rozpracúvaní manažmentu možno preto nielen v historickom vývine, ale aj v súčasnosti považovať podstatne odlišné prístupy a rôzne obsahové interpretácie, ktoré vyjadrujú rozdielne chápanie podstaty, obsahu a nástrojov používaných v riadení.

Otázka klasifikácie prístupov či "škôl", resp. koncepcií manažmentu, a to pokiaľ ide o ich počet, pomenovanie, vymedzenie podstaty, ale aj o zaradenie jednotlivých predstaviteľov, je diskutabilná. V tomto ohľade sa vyskytujú rozličné názory.

Hlavné prístupy, resp. "školy" či koncepcie teórie manažmentu môžeme rozdeliť do týchto skupín:

1. tradičná (klasická) teória manažmentu,
2. behavioristická (neoklasická) teória manažmentu, resp. teória medziľudských vzťahov,
3. "nová", nazývaná aj "moderná" teória manažmentu,
4. pragmatický (empirický) prístup k manažmentu.

Niektoré z týchto skupín nie sú vnútorne celkom homogénne, ale tvoria ich viac-menej príbuzné smery.

Diskutabilné môže byť osobitné vyčlenenie štvrtej (poslednej) skupiny teórie manažmentu. Problematickosť vyplýva z toho, že nadväzuje na procesný smer tradičnej teórie manažmentu, ktorý sa rozvíja v súčasných podmienkach riadenia firiem. Tým sa však nepopiera význam empirických poznatkov v manažmente a potreba ich štúdia.

Poradie jednotlivých "škôl" teórie manažmentu vyjadruje chronológiu ich vzniku a vývoja. Sú to prístupy, ktoré jestvujú aj v súčasnosti a tvoria organickú súčasť teórie a praxe manažmentu.

Teória manažmentu v USA a vo svete nepredstavuje jednotnú, obsahovo celkom vykryštalizovanú a dôsledne prepracovanú sústavu vedeckých poznatkov. Sú v nej rôzne prístupy k riadeniu, založené na využívaní poznatkov širokého spektra vied, aj empirie či pragmatizmu a rôzne predstavy o spôsoboch jeho zdokonaľovania.

Súčasný manažment je množinou rôznorodých teórií a skúseností, pričom jedny sa sústreďujú na odlišné oblasti manažmentu, ktoré podrobne skúmajú a rozpracúvajú, a iné zasa predstavujú odlišné pohľady na rovnaké pole manažmentu. V dôsledku toho niektoré poznatky manažmentu sa navzájom dopĺňajú, resp. prekrývajú, a niektoré majú opačnú orientáciu a odporujú si. Preto nielen klasifikácia prístupov manažmentu, ale aj ich obsahové zameranie sú predmetom diskusií.

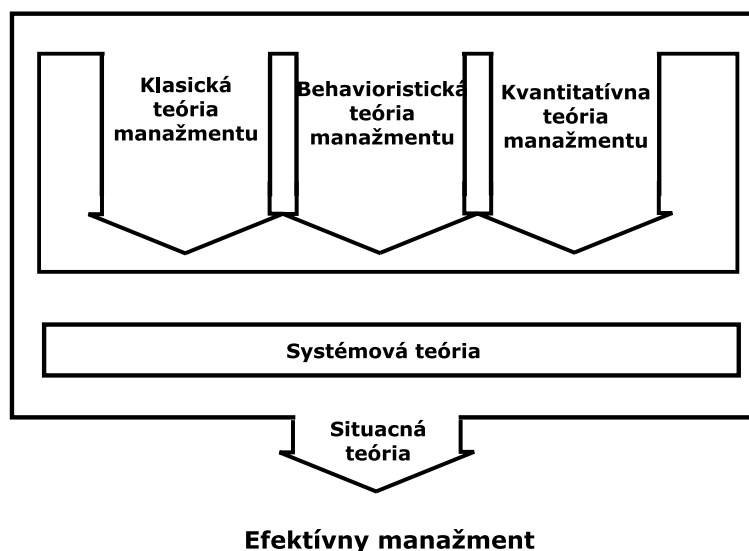
R. W. GRIFFIN uvádza tieto teórie manažmentu, ktoré sa čiastočne odlišujú od predchádzajúcej klasifikácie, tvoria však spolu integrálny rámec manažmentu (obr. 1.1).⁷

Analýza obsahu teórie manažmentu ukazuje, že vznik a vývoj jej jednotlivých prístupov a smerov bol a je podmienený objektívnymi potrebami čoraz zložitejšej praxe riadenia výroby, preto jednotlivé poznatky majú svoj vedecký a praktický význam. Do značnej miery sa v nich odrážajú podmienky rozvoja riadenia modernej

⁵KOONTZ, H.: The Management Theory Jungle. Journal of the Academy of Management, December 1961, s. 171-188.

⁶Zo sympózia vyšiel zborník Toward a Unified Theory of Management (vydaný H. KOONTZOM). New York, McGraw - Hill Book Company 1964.

⁷GRIFFIN, R. W.: Management. Boston, Houghton Mifflin Company 1987, s. 59.



Obr. 1.1: Integrovaný rámec teórií manažmentu

výroby. Každý prístup a smer teórie manažmentu je opodstatnený a má svoj význam, pričom hypertrofia žiadneho z nich nie je na mieste. To si vyžaduje ich štúdium ako komplexu poznatkov.

1.3 Tradičná (klasická) teória manažmentu

Príspevky na formovanie tradičnej teórie manažmentu pochádzajú z rozličných prameňov, ktoré vyplývajú z použitia rozdielnych metód a skúseností a týkajú sa aj rôznych objektov riadenia. Napriek tomu všetky majú spoločné črty, a preto sa spájajú do jednej skupiny. “Tradičná teória organizácie a manažmentu sa zakladá,” napísal F. E. KAST a J. E. ROSENZWEIG, “na príspevkoch z početných zdrojov vrátane vedeckého riadenia” administratívneho riadenia, byrokratického modelu, mikroekonomiky a verejnej administrácie.⁸

Za hlavné smery tradičnej teórie manažmentu sa zvyčajne považujú:

1. “vedecké riadenie”, resp. taylorizmus,
2. procesný prístup k riadeniu, ktorého základom je teória administratívneho riadenia,
3. byrokratický prístup k organizácii.

1.3.1 “Vedecké riadenie” (taylorizmus)

“Vedecké riadenie” sa zameriava na racionálnu prípravu a racionálne vykonávanie výrobných a obslužných procesov na najnižších úrovniach podniku (pracovné miesto, dielňa); podľa toho sa nazýva aj inžiniersky prístup. Stredobodom jeho pozornosti je človek, výrobok a stroj. Pomocou pohybových štúdií využíva overené postupy práce najlepších robotníkov, resp. postupy založené na exaktnom meraní času potrebného na vykonanie pracovnej operácie. Takto odôvodnené časové nároky sa stávajú podkladom pre dielenské plánovanie, ako aj pre odmeňovanie (pri úkolovej mzde).

Základy “vedeckého riadenia” položil inžinier FREDERICK WINSLOW TAYLOR (1856-1915) začiatkom 20. storočia. Jeho myslenie podnietil rad predchodcov, najmä americký priemyselník a inžinier Henry R. Towne, ktorý vyhlásil, že riadenie továrne nie je menej dôležité ako technika.

F. W. Taylor začal svoje experimenty v roku 1883. Cestu k štúdiu riadenia a jeho vedeckému spracovaniu otvoril v roku 1903 vydaním prednášky Shop Management⁹, ale najmä prácou The Principles of Scientific Management,¹⁰ publikovanou roku 1911.

Taylor nevytvoril všeobecnú teóriu riadenia firmy. Nezdôrazňoval jej celkové riadenie a ani sa ním nezaoberal, ale orientoval sa na riadenie na úrovni dielne.

⁸KAST, F. E. - ROSENZWEIG, J. E.: Organization and Management: A Systems Approach. New York, McGraw-Hill Book Company 1970, s. 80.

⁹TAYLOR, F. W.: Řízení dílen. Praha, Technicko-hospodářská jednota 1947

¹⁰TAYLOR, F. W.: Zásady vědeckého řízení. Praha, Technicko-hospodářská jednota 1947

F. W. Taylor sa zamerával na skúmanie človeka predovšetkým ako objektu riadenia, tj. na možnosť zvýšiť účinnosť práce robotníkov. Jeho cieľom bolo maximalizovať výsledok ich práce pri minimalizácii jej spotreby. Nazdával sa, že práca sa môže vedecky analyzovať a že úlohou riadenia je pripraviť osobitný návod pre prácu robotníka. Preto sa sústredil na metódy práce a techniku jej skúmania, čiže na uplatnenie analýzy a merania výkonov a na základe toho na zdokonaľovanie práce robotníkov. Vypracoval metódu štandardizácie, resp. normovanie práce. Vychádzal pritom z toho, že robotník je lenivý, preto rast produktivity práce a zvyšovanie tempa výroby sa môže dosiahnuť iba donútením prostredníctvom štandardizácie nástrojov, podmienok a metód práce.

Za dôležitú skutočnosť pokladal materiálnu motiváciu robotníkov. Človeka chápal ako ekonomickú bytosť, ktorú motivujú predovšetkým peniaze.

Taylor sa nazdával, že robotník nemôže chápať zložitú organizáciu výroby a že nemôže sám racionálne organizovať svoju prácu. Preto vyžadoval a presadzoval dôslednú deľbu medzi fyzickou prácou (robotníkom) a duševnou prácou, tj. riadením.

Podľa neho sa v porovnaní s minulosťou podstatne zmenila úloha riadenia a s ňou aj súvisiace nové povinnosti. Zároveň zdôrazňoval, aby sa riadenie stalo vedou a nezakladalo sa na individualistickom prístupe, aby sa pri ňom nepostupovalo "od oka". Vytvoril a uplatnil funkčný systém riadenia namiesto líniového systému.

Učenie a obsah taylorizmu súhrnne vyjadrujú štyri princípy, uverejnené v knihe Základy vedeckého riadenia, ktoré označil ako teóriu tvoriacu podstatu vedeckého riadenia. Sú to:

- vytvorenie skutočnej vedy o riadení,
- vedecký výber robotníkov,
- vedecký výcvik a zdokonaľovanie robotníkov,
- čo najpriateľskejšia spolupráca vedúcich s robotníkmi.

Taylorizmus postupne získal široké uznanie a v prvých troch desaťročiach tohto storočia sa značne rozvinul. Hnutie za vedecké riadenie prerástlo hranice USA a uplatňovalo sa aj v popredných európskych krajinách. Položili sa tak základy medzinárodného hnutia za vedecké riadenie.

TAYLOR mal v USA mnoho stúpencov, ktorí v dvadsiatych a tridsiatych rokoch jeho učenie propagovali. Začiatky "vedeckého riadenia" sa preto spájajú s takými ďalšími menami, ako sú HENRY L. GANTT, FRANK B. GILBRETH, LILIAN GILBRETHOVÁ, HARINGTON EMMERSON, HORACE HATHAWAY, STANFORD THOMPSON atď.

Taylorov systém narazil aj na odpor, a to predovšetkým robotníkov a odborových organizácií, ktoré v ňom videli prostriedok na zvýšené vykorisťovanie pracujúcich a zatlačenie ľudí do postavenia stroja. V správe osobitnej komisie,¹¹ ktorú v tom čase ustanovil výbor Kongresu pre priemyselné vzťahy a viedol ju ROBERT FRANKLIN HOXIE, profesor politickej ekonómie na Chicagskej univerzite, sa zdôrazňovalo, že TAYLOROV systém sústreďuje pozornosť iba na mechanické, a nie na ľudské aspekty pracovného procesu.

Proti taylorizmu vystupovali zo začiatku aj veľkí podnikatelia a mnohí manažéri. Nový prístup k riadeniu znamenal všeobecné preskúmanie a revíziu tradičných riadiacich praktík, preto mnohí manažéri boli proti tomu, aby svoje vlastné úsudky a voľnosť v konaní nahradili metódami a technikami, ktoré požadoval TAYLOR.

Do tohto obdobia v USA spadajú dôležité inovácie v organizácii a riadení priemyselnej veľkovýroby, ktoré uplatnil HENRY FORD a ktoré sú známe pod názvom fordizmus. Sú to predovšetkým tri druhy inovácií, a to hromadnosť, technická normalizácia a pásová výroba.

Skúsenosti fordizmu sa stali vzorom pre TOMÁŠA BAŤU, ktorý v bývalej ČSR vytvoril a rozšíril československú verziu "vedeckého riadenia" firmy, čím vznikol batizmus. Fordov systém masovej výroby sa v súčasnosti charakterizuje tak, že je schopný dodať na trh veľké množstvo rôznych štandardných, pomerne lacných, ale často nekvalitných výrobkov, a že je málo racionálny a neposkytuje priestor pre tvorivú prácu ľudí. Za hlavný dôvod sa pokladá to, že továrenská práca je veľmi "rozškatulkovaná".

Podľa K. DOHSEHO, U. JÜRGENSA a T. MALSCHA autori, ktorí vysvetľujú japonský model organizovania pracovného procesu na základe prístupu ľudských vzťahov a participácie, tvrdia, že "... klasická tradícia fordizmu, a to prinajmenšom v Spojených štátoch, podcenila význam tvorivého potenciálu zamestnancov pre rast produktivity... Fordizmus sa zakladá na dvoch princípoch, ktoré bránia tvorivosti:

- na filozofii Taylorovho oddelenia intelektuálnej a manuálnej práce, ktorá vedie k teórii vyššieho inovatívneho a produktívneho potenciálu organizácie pracovného procesu pomocou osobitných štábných útvarov;

¹¹In: HOXIE, R. F.: Scientific Management nad Labor. New York 1915.

- na špecializácii pracovných aktivít, čo znamená ľahké naučenie sa opakovaných pracovných na montážnej linke vytvára praktickú základňu na jej realizáciu.

... Pretože Fordov systém manažmentu zaobchádzal s robotníkmi ako s jednoduchým prídavkom výrobného zariadenia, sprevádzali ho určité problémy, ktoré v dôsledku špecifických podmienok trhu práce zostali v priebehu desaťročí latentné, ale koncom sedemdesiatych rokov sa stali zjavné v podobe konkurenčnej nevýhody oproti japonskému automobilovému priemyslu.¹²

Namiesto fordizmu sa začal uplatňovať toyotizmus (podľa japonskej automobilky Toyota), keď táto firma ako prvá formulovala „štíhlu“ výrobu (Američania ju nazývajú „chudou“). Rozumie sa tým súbor zásad na vedenie podniku, ktorých cieľom je vylúčiť akékoľvek plytvanie pri výrobných vstupoch a výstupoch, pričom sa rovnako zdôrazňuje a Fordovej masovej výroby, čiže spája pružnosť a akosť ručnej práce s rýchlosťou a nízkymi nákladmi veľkovýroby. Výsledkom je, že potrebuje oveľa menej, asi polovicu, ľudského úsilia, výrobného priestoru a nástrojov a zároveň umožňuje znížiť počet nepodarkov na minimum a spestriť paletu výrobkov na maximum. Citovaní autori charakterizujú toyotizmus takto: „Je to jednoducho prax organizačných princípov fordizmu v podmienkach, keď práva manažmentu sú do veľkej miery neobmedzené. Podobne ako na Západe je práca organizovaná podľa princípu montážnej linky, je opakovaná, pozostáva z krátkych cyklov a je podriadená centrálne plánovaným časovým štandardom. Často prehnané rozdelenie nepriamych výrobných úloh na výrobných robotníkov nemení zásadne charakter práce a môže sa považovať za zdokonalenú racionalizáciu nepriamych výrobných činností. Funguje s malými ťažkosťami preto, že japonský manažment je schopný využívať skupinu ako riadiaci nástroj. Toto riadenie sa zakladá na organizácii silnej konkurencie medzi jednotlivými robotníkmi, ktorým chýbajú efektívne kolektívne prostriedky odporu. Tlak na jednotlivca - sprostredkovaný pracovnou skupinou. ... je ústredným prvkom, ktorý robí japonský systém schopný fungovať tak, ako funguje.“¹³

Súhrnne možno konštatovať, že „... vedecké riadenie ani vo svojich začiatkoch v rokoch 1900 až 1920 nevytvorilo názorovo celkom homogénnu školu. ... Známe sú spory a nesúhlas medzi jeho predstaviteľmi (napr. medzi F. W. TAYLOROM a F. B. GILBRETHOM). Spoločný je pre inžinierky... prístup k racionalizácii spoločnej práce, o evidenciu nákladov a výsledkov, motivačné odmeňovanie. Pritom je zrejماً jeho jednostranná orientácia na výrobu, techniku práce a formálne organizovanie.“¹⁴

Taylorove publikácie sú dodnes súčasťou učebníc amerického manažmentu. Boli zdrojom myšlienkových podnetov nielen v dobe, v ktorej žil, ale aj v ďalších desaťročiach. Napríklad hlavní predstavitelia empirických (pragmatických) prístupov často nadväzovali a nadväzujú na TAYLOROVE práce. Podľa nich TAYLOR dosiahol revolúciu vo vedomí, keď presadzoval myšlienku nahradiť subjektívne poznačené individuálne odhady v organizácii práce vedecky založenými postupmi.

1.3.2 Procesný prístup k manažmentu

Procesný prístup k manažmentu sa zakladá na skúmaní organizácie tak z hľadiska objektu jej riadenia vyjadreného pomocou činností (základom čoho je transformačný proces podniku), ako aj z hľadiska činností vykonávaných subjektom riadenia (manažérmi). Podstatou tohto prístupu je vypracovanie a odporúčanie hlavných manažérskych funkcií tvoriacich obsah manažmentu. Procesný prístup k manažmentu má svoj pôvod v teórii administratívneho riadenia,¹⁵ ktorá sa začala formulovať začiatkom 20. storočia a tvorí významný príspevok v rozpracúvaní poznatkov manažmentu.

Hlavným predstaviteľom teórie administratívneho riadenia bol Francúz HENRY FAYOL (1841-1925), ktorý bol tridsať rokov vedúcim veľkej francúzskej banskej a hutníckej spoločnosti Comambault.

Pri jeho vymenovaní do funkcie generálneho riaditeľa (r. 1888) bola firma na pokraji bankrotu, kým v čase odchodu z nej (r. 1918) to bol jeden z najmocnejších francúzskych koncernov. H. FAYOL sa preslávil svojou knihou *Administration Industrielle et Générale*,¹⁶ ktorá bola po prvý raz publikovaná v roku 1916.

V tom čase mal H. FAYOL skutočne najväčší význam pre rozvíjanie poznatkov o riadení firiem v Európe. Bol však rozdiel v jeho popularite. Kým F. W. Taylor sa veľmi rýchlo dostal do povedomia verejnosti, H. FAYOL bol za svojho života omnoho menej známy. V USA ho „objavili“ a docenili v podstate až po druhej svetovej vojne, keď sa jeho kniha stala všeobecne prístupnou v roku 1949. Aj keď neskoro, predsa sa mu dostalo v USA veľkého uznania.

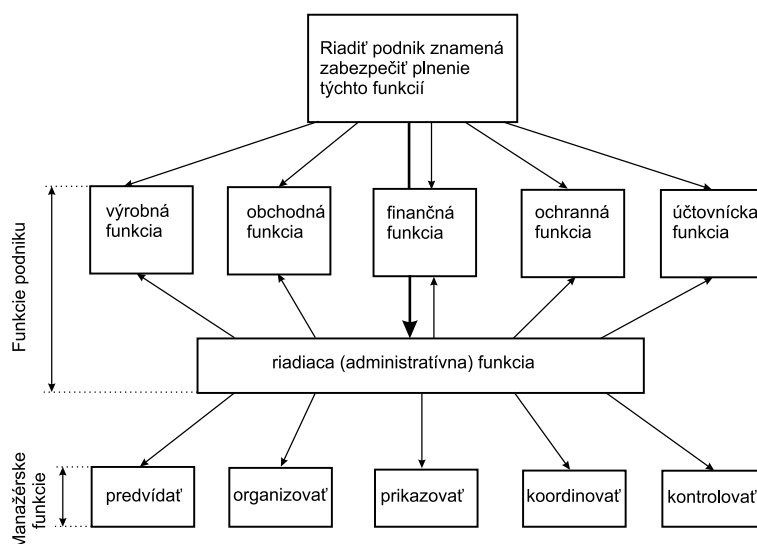
¹²DOHSE, K. - JÜRGENS, U. - MALSCH, T.: From “Fordism” to “Toyotism”? The Social Organization of the Labor Process in the Japanese Automobile Industry. *International Review of Economic, Political and Social Development* 1989, Vol. 5, č.9, s. 19.

¹³DOHSE, K. - JÜRGENS, U. - MALSCH, T.: From “Fordism” to “Toyotism”? The Social Organization of the Labor Process in the Japanese Automobile Industry. *International Review of Economic, Political and Social Development* 1989, Vol. 5, č.9, s. 38.

¹⁴VODÁČEK, L. - DVOŘÁK, V.: *Management v USA*, Praha, Institut řízení 1989, s. 15.

¹⁵8 Tento názov použili autori MARCH, J. G. a SIMONS, H. A. v knihe: *Organizations*. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1958.

¹⁶FAYOL, H.: *Zásady správy všeobecné a správy podniku*, Praha, Orbis, 1931.



Obr. 1.2: Základné funkcie (činnosti) podniku a obsah riadenia (správy) podľa H. Fayola

H. FAYOL sa orientoval na človeka ako na subjekt riadenia. Pozornosť sústredil na riadenie firmy ako celku a na sformulovanie jeho všeobecných princípov. Neopieral sa o pokusy, ale o svoje vlastné dlhoročné poznatky. Práve preto ho považujú mnohí odborníci za tvorca tradičnej teórie manažmentu.

Podľa H. FAYOLA výrobné podniky vykonávajú šesť činností, funkcií, ktoré tvoria objekt riadenia, a to:

- technickú (ťažba, výroba, premena),
- obchodnú (nákup, predaj, výmena),
- finančnú (obstarávanie, spravovanie a využívanie kapitálu),
- ochrannú (ochrana statkov a osôb),
- účtovnú (inventarizácia, bilancovanie, určovanie predajnej ceny, náklady, štatistika, a pod.),
- riadiacu (administratívnu, resp. správnu).

Osobitné miesto medzi nimi má riadenie (správa). Zasahuje do všetkých ostatných funkcií podniku a spája ich do jedného celku. Obsah riadenia (manažmentu) H. FAYOL vymedzil pomocou piatich prvkov (činností), ktoré predstavujú manažérske funkcie. Sú to:

- predvídanie,
- organizovanie,
- prikazovanie,
- koordinovanie,
- kontrola.

Základné funkcie (činnosti) podnikov a obsah riadenia (správy) či manažérske funkcie, vypracované H. FAYOLOM, sú znázornené na obr. 1.2.

Základy FAYOLOVEJ "administratívnej teórie" tvorí ďalej štrnásť zásad, ktoré sa chápali ako návod pre riadiacich pracovníkov. Sú to: deľba práce, autorita, disciplína, jednotné prikazovanie, jednotné vedenie, podriadenie čiastkových záujmov spoločnému záujmu, odmena, centralizácia, stupnica hodností, poriadok, slušnosť, stálosť zamestnancov, iniciatíva, súlad, jednota zamestnancov (kooperatívny duch).

Ako najdôležitejšiu z nich vyčlenil predovšetkým zásadu "jednoty prikazovania" a zásadu "jednoty vedenia", čo znamená, že pracovník musí dostávať príkazy iba od jedného vedúceho. K dôležitej zásade patrila aj centralizácia riadenia.

H. FAYOL nevzťahoval tieto zásady iba na sféru výroby, ale na rozličné objekty a procesy. Riadenie (správu) považoval za univerzálnu činnosť. Vychádzal z toho, že všetky sociálne organizmy sú rovnaké, a preto

sociálny organizmus ktoréhokoľvek druhu podnikov sa vytvára podobne ako sociálny organizmus priemyselných podnikov.

Vypracované “zásady správy” nepovažoval za konečné, ale tvrdil, že je ich neobmedzený počet a nechápal ich ani ako nejaké absolútne, strnulé, ale pružné a prispôsobiteľné. Napísal, že takmer nikdy sa nedarí použiť tú istú zásadu rovnako, a že preto sa musí prihliadať sa rôzne a meniace sa okolnosti, ako aj na ľudí a iné premenné veličiny.

Teóriu “administratívneho riadenia” rozvíjali aj mnohí ďalší autori, a to predovšetkým tí, ktorí sa aktívne zúčastňovali na praxi riadenia alebo poradenskej činnosti. Vo svojich prácach nasledovali Fayola, jeho učenie však v niektorých prípadoch modifikovali a rozvíjali. Významnými predstaviteľmi tohto smeru pred druhou svetovou vojnou boli L. GULICK, L. URWICK, J. D. MOONEY, A. C. REILEY, R. C. DAVIS a iní.

Po druhej svetovej vojne to boli P. F. DRUCKER, A. SLOAN ml., E. DÁLE, A. CHANDLER, H. KOONTZ, C. O'DONNELL, G. DESSLER, A. PEARCEK, R. B. ROBINSON a ďalší.

Mnohí americkí autori konštatujú, že najvýznamnejšie príspevky k rozvoju teórie administratívneho riadenia pochádzajú od dvoch vedúcich osobností General Motors Corporation, ktorými boli JAMES D. MOONEY a ALAN C. REILEY. Ich princípy mali veľký vplyv na prax riadenia v USA.

S General Motors Corporation a s touto teóriou sa v neskoršom období spája aj meno Alfreda P. Sloan mladšieho, ktorý vypracoval systém riadenia tohto veľkého, moderného a vysokou technikou vybaveného koncernu.¹⁷

Poznatky administratívneho riadenia sa stali významným článkom v rozvoji teórie manažmentu. Jedným z jeho najpodstatnejších prínosov bolo to, že sa zdôrazňovalo riadenie ako osobitná činnosť, ktorú treba skúmať, študovať a zdokonaľovať. Mnohé z jeho poznatkov sa uplatňovali a uplatňujú aj v súčasnosti v teórii a v praxi riadenia. Na ne nadväzuje, resp. využíva ich súčasný pragmatizmus či empirizmus v manažmente.

Námietky proti nemu boli najmä tie, že sa nezakladá na vedeckých poznatkoch, a že málo berie do úvahy ľudské a sociologické faktory.

1.3.3 Byrokratický prístup k organizácii

Byrokratický prístup k organizácii zdôrazňuje existenciu presne určenej formálnej organizácie, pri ktorej je jednoznačne určená hierarchia právomoci a spôsobu fungovania. Tvorcom byrokratického modelu organizácie bol nemecký sociológ MAX WEBER (1864-1920).¹⁸ Jeho princípy byrokratickej organizácie sú klasickým východiskom tohto prístupu. Bol účastníkom hnutia “vedeckého” riadenia a začiatkov “administratívneho riadenia”. M. WEBER sa nezaoberal riadením jednotlivcej organizácie, resp. firmy, ale zaujímal sa o ekonomickú a politickú štruktúru spoločnosti. Jeho koncepcia sa zakladá na európskych, najmä pruských skúsenostiach.

Podujal sa vypracovať základy, “ideálneho typu” organizácie, ktorý nazval byrokratickým modelom, byrokratickou organizáciou. Pojem byrokracie nechápal v dnešnom zvyčajnom význame, keď sa ním myslí nezdravá skostnatenosť, zbytočná rozvinutá administrácia, zdĺhavé vybavovanie, a pod., ale organizáciu vyznačujúcu sa istými vlastnosťami, ktoré mali prispievať k jej účinnému fungovaniu.

Základné charakteristiky, resp. princípy “ideálneho typu” organizácie nazvanej byrokratickou organizáciou sú tieto:

1. Celková činnosť organizácie nevyhnutná na dosiahnutie cieľov sa má rozčleniť na elementárne, najjednoduchšie operácie, a podľa toho treba presne určiť úlohy a povinnosti článku organizácie.
2. Organizácia sa buduje na princípe hierarchie, preto každý nižšie postavený pracovník alebo útvar sa podriaďuje vyššiemu vedúcemu. Každý pracovník zodpovedá nadriadenej osobe za rozhodnutia a činnosti nielen svoje, ale aj všetkých jemu podliehajúcich osôb. Na to, aby mohol zodpovedať za ich prácu, musí mať autoritu, moc nad nimi, možnosť vydávať im príkazy, ktorým sa musia podriaďovať. Základom tejto koncepcie je predstava o racionálnej autorite, ktorá sa zakladá na postavení jednotlivca v organizácii. Vzniká hierarchia autorít, ktorá tvorí jadro “byrokratickej štruktúry”. Na tomto základe sa buduje organizácia a formujú sa vzájomné vzťahy v nej.
3. Činnosť organizácie sa usmerňuje pomocou sústavy pravidiel, ktoré si sama vypracúva. Potreba pravidiel vyplýva z toho, aby sa zabezpečila štandardnosť uskutočňovania úloh. Pravidlá určujú právomoc a zodpovednosť každého člena organizácie formy koordinácie činností. Dodržiavanie stanovených pravidiel pri riešení jednotlivých otázok eliminuje možnosť odchýlok pri plnení úloh, ktoré spôsobujú individuálne rozdiely.

¹⁷SLOAN, P.: My Years With General Motors, New York, MacFadden-Bratell Corporation 1963.

¹⁸WEBER, M.: The Theory of Social and Economic Organization (preklad z nemčiny), New York, Oxford University Press 1947.

4. Ideálny vedúci riadi formalisticky, neosobne, bez hnevu a zaujatosti, nestranne, tj. neprejavuje nijaké pocity a nijaký entuziazmus. Fungovanie organizácie v zhode s racionálnymi pravidlami vylučuje osobné vplyvy a emócie vnútri organizácie, aj voči zákazníkom. Zbavenie sa osobných vplyvov v služobných vzťahoch je nevyhnutnou podmienkou nestrannosti konania a efektívnosti organizácie.
5. Zamestnanie v organizácii sa má zakladať na súlade kvalifikácie s požiadavkami na zastávané miesto, pritom zamestnanci musia byť uchránení od svojvoľného uvoľňovania. Zamestnanie - to je kariéra. Táto politika voči ľuďom má rozvíjať "kooperatívny duch" medzi zamestnancami a vyvára v nich vysoký stupeň lojálnosti k organizácii.
6. Vychádzalo sa pritom z predpokladu, že dôsledný byrokratický typ organizácie je schopný zabezpečiť dosahovanie najvyššieho stupňa jej efektívnosti, a že organizácia "ideálneho typu", tj. "byrokratickej formy", vytvára systém, ktorý presnosťou, stálosťou, pevnosťou disciplíny a spoľahlivosťou prevyšuje ktorýkoľvek iný systém.

Pri zdôvodňovaní byrokratickej organizácie M. WEBER zdôrazňoval najmä jej vysokú efektívnosť. V tejto súvislosti napísal, že plne rozvinutý byrokratický mechanizmus vyzerá ako stroj.

Podľa neho "byrokratická forma" organizácie vytvára také sociálne podmienky, ktoré každého člena organizácie nútia konať iba v zhode s "racionálnymi cieľmi organizácie ako celku", a to nezávisle od toho, či sa mu osobne javia racionálne alebo nie.

Rôzni autori vysoko ocenili heuristický význam byrokratického modelu, zároveň ho však kriticky zhodnotili. R. MERTON, P. SELZNICK, A. GOULDNER a iní poukázali na to, že pri ideálnom type organizácie sa neberú do úvahy "disfunkčné" dôsledky na jej účinnosť, a zdôraznili, že M. WEBER sa zaujímal iba o formálnu organizáciu, a preto všetky odchýlky od nej pokladal za "idiosynkratické", ktoré nie sú pre skúmanie zaujímavé. Kým WEBEROVA koncepcia organizácie vychádza z premisy, že každá odchýlka od formálnej štruktúry znižuje efektívnosť riadenia, väčšina teoretikov má iný názor, ktorý potvrdzujú aj empirické výskumy uskutočnené v ostatných desaťročiach. Podľa toho byrokracia nemôže byť absolútna, ale má isté hranice. Faktom ďalej je, že dôležitú úlohu majú aj neformálne vzťahy a neoficiálna prax medzi členmi organizácie, ktoré takisto prispievajú k jej efektívnosti.

Napriek kritike, ktorej sa ušlo WEBEROVMU modelu a učeniu, jeho určitej obmedzenosti a nedostatkom, má tento model pozitívne stránky. Mnohé princípy byrokratickej formy organizácie sa dodnes používajú v podnikateľskej praxi.

1.3.4 Spoločné a špecifické znaky tradičnej teórie manažmentu

Základné smery tradičnej teórie manažmentu - napriek určitým odlišnostiam - majú rad spoločných črt, čiže možno urobiť záver, že sa v nej uplatňuje viac-menej jednotný prístup k organizácii a jej riadeniu.

Spoločná je predovšetkým predstava o organizácii ako čisto formálnej a jej chápanie ako uzatvoreného celku. Systém fungujúci na dodržiavaní prísne určeného súboru pravidiel, tj. predpisov a odporúčaní, ktoré sú záväzné pre všetky jeho zložky, má donucovací charakter, pritom jeho prvky musia fungovať ako dobre zložený neosobný mechanizmus. Jednotlivec je v systéme izolovaný, preto sa musí prispôbiť a spojiť s inými pomocou formálnych ekonomických nástrojov.

Jednotlivé smery tradičnej teórie manažmentu sa navzájom odlišujú: predovšetkým úrovňou skúmania (taylorizmus sa zameriaval na racionalizáciu práce robotníka a riadenie dielne, fayolizmus na riadenie firmy, byrokratický model na fungovanie celej spoločnosti) a metódami skúmania a zdokonaľovania (TAYLOR využíval analýzu, FAYOL zovšeobecňovanie vlastných skúseností, WEBER abstrakciu).

Zásady tradičnej teórie vyvolali ostrú kritiku. Predmetom kritiky bola absolutizácia formálnej stránky organizácie, jej neosobné chápanie ako mechanického agregátu fungujúceho podľa predpisov, ako aj posudzovanie organizácie ako uzatvoreného systému. Obmedzenosť tohto prístupu má nielen subjektívny, ale aj objektívny základ, ktorý súvisel s vtedajším rozvojom spoločnosti.

Tradičná (klasická) teória manažmentu položila - napriek určitým nedostatkom a obmedzenosti - základy teórie manažmentu. Jej poznatky sa široko uplatnili vo firmách a mali pozitívnu úlohu pri racionalizácii výroby. Zásady tejto teórie majú dôležitý význam aj v súčasnosti a stále ovplyvňujú rozvoj súčasnej teórie a praxe manažmentu.

1.4 Teória medziľudských vzťahov (behavioristická, neoklasická teória manažmentu)

1.4.1 Počiatky a zásady teórie medziľudských vzťahov

Mechanický charakter a obmedzenosť tradičnej teórie manažmentu, najmä taylorizmu, ktorý tkvel v tom, že sa díval na človeka iba ako na stroj a ignoroval subjektívny ľudský faktor, vyvolali už v dvadsiatych rokoch kritiku, ktorá ešte väčšmi zosilnela v nasledujúcich desaťročiach. Vznikol tak nový prístup k manažmentu, pre ktorý sa používali rôzne názvy, napríklad humanistická výzva, priemyselný humanizmus, doktrína ľudských vzťahov, revolúcia behavioristických vied, behavioristická koncepcia či teória, neoklasická teória a podobne. Behavioristické vedy, ktoré sú základom tejto teórie, zdôrazňujú pri štúdiu organizácií psychologicko - sociálnu stránku, to znamená, že obracajú pozornosť predovšetkým na ľudské komponenty, na človeka. Humanistický pohľad na riadenie sa preto podstatne odlišuje od mechanickej orientácie tradicionalistov.

Predstavitelia teórie medziľudských vzťahov sa sústredili na také skutočnosti, ktoré boli dovtedy mimo záujem manažmentu a boli nedostatočne spracované, napríklad na psychologické motívy správania sa ľudí v pracovnom procese, skupinové vzťahy, skupinové normy, problémy konfliktu a spolupráce, komunikáciu a komunikačné bariéry, štýl vedenia ľudí, neformálnu organizáciu a podobne.

Z psychologických a sociologických poznatkov táto "škola" odvodzuje odporúčania na výber a rozmiesťovanie pracovníkov, najmä však pre vedenie ľudí a ich stimuláciu. V súvislosti so začiatkom tejto teórie v dvadsiatych, resp. na začiatku tridsiatych rokov tohoto storočia sa uvádzajú rôzne mená.

Niektorí americkí autori sa nazdávajú, že určité základné momenty teórie medziľudských vzťahov sa sformulovali v prácach MARY P. FOLLETTTOVEJ (1866-1933)¹⁹, ktorá v podstate po prvýkrát odôvodnila nevyhnutnosť vedeckého skúmania psychologických aspektov riadenia, a že pritom sa jej prácam nedostáva zaslúženej pozornosti. Tvrdí sa, že myšlienky M. P. FOLLETTTOVEJ, obsiahnuté v jej prednáškach o ľudských vzťahoch od roku 1924 až do jej smrti roku 1933, sú stále zaujímavé.

Iní konštatujú, že cenné pozorovania a užitočné odporúčania, ktoré obsahujú jej práce, netvorí teoretické odôvodnenia, celostný systém názorov, resp. že autorka nezanedala systematický výklad svojich názorov. Patrí jej však dôležité miesto v histórii americkej teórie manažmentu. Mnohí autori tvrdia, že úlohami osobnosti v organizácii sa po prvý raz vedecky zaoberal americký sociológ ELTON MAYO (880-1949) so svojimi spolupracovníkmi, a preto vznik teórie medziľudských vzťahov spájajú s jeho menom. E. MAYO a jeho spolupracovníci z Harvard Business School v rokoch 1927 až 1932 uskutočnili v Hawthorne v závode spoločnosti Western Electric Company výskum, pod a čoho aj dostal názov "hawthornské experimenty".²⁰

V tomto závode začali skúmať vzťah medzi intenzitou osvetlenia a účinnosťou práce robotníkov. Nejaký priamy vzťah medzi nimi sa však nezistil. Z toho vyplynulo, že výsledky práce robotníkov môžu ovplyvniť aj iné premenné veličiny, a nie len fyzické podmienky. Uvedená spoločnosť vtedy pozvala E. MAYA a jeho harvardských kolegov F. J. ROETHLISBERGERA a T. N. WHITEHEADA, aby určili faktory, ktoré pôsobia na výkon robotníkov.

Výskum trval viac ako päť rokov. Počas neho sa nazhromaždil rozsiahly materiál a získali veľmi cenné výsledky, ktoré ukázali neopodstatnenosť mnohých základných princípov klasickej teórie manažmentu.

Experiment znamenal podstatný odklon od dovtedajších tradičných predstáv, podľa ktorých osvetlenie, pracovné podmienky, čas odpočinku a iné fyzické a fyziologické premenné veličiny v kombinácii s peňažnými stimulmi sú primárnymi faktormi, ktoré ovplyvňujú produktivitu práce a výrobu.

Dospelo sa k záveru, že rozhodujúci vplyv na rast produktivity práce robotníka nemajú hmotné, ale psychologické a sociálne faktory. Preto sa zdôrazňovalo, že všetky problémy výroby treba skúmať z pozície ľudských vzťahov, so zreteľom na sociálne a psychologické podmienky.

Proti TAYLOROVEJ koncepcii "ekonomického človeka", ktorý sa pokorne podrobuje autoritatívnemu riadeniu a ktorého motivuje iba hmotná zainteresovanosť, peniaze, postavili človeka ako sociálnu bytosť, ktorý sa snaží po prvé o spôsob svojej existencie v sociálnom zväzku s inými ľuďmi a po druhé o ekonomickú funkciu v rámci skupiny.

Podľa názoru MAYO a ďalších autorov človek je unikátna sociálna bytosť, ktorá môže dosiahnuť úplnú "slobodu" iba pri úplnom splnutí so skupinou.

Zakladatelia teórie medziľudských vzťahov chápali organizáciu ako sociálny systém, ktorý zahŕňa jednotlivcov, neformálne skupiny, medziskupinové vzťahy, ako aj formálnu štruktúru. Do organizácie sa vrátil ľudský

¹⁹Jej práce boli vydané v zborníku r. 1941 za redakcie H. C. MERCALFA a L. URWICKA pod názvom *Dynamic Administration: The Collected Papers of Mary Parker Follett*. New York, Harper and Row Publishers, Inc., 1941.

²⁰Výsledky experimentu v Hawthorne boli podrobne opísané v mnohých krajinách a správach, predovšetkým v týchto: MAYO, E.: *The Human Problems of an Industrial Civilization*. New York, Macmillan Company 1933; WHITEHEAD, T. N.: *The Industrial Worker*. Cambridge, Harvard University Press 1938; ROETHLISBERGER, F. J. - DICKSON, W. J.: *Management and the Worker*. Cambridge, Harvard University Press 1939.

prvok, tj. ten aspekt, ktorý tradicionalisti podceňovali.

Prví predstavitelia teórie medziľudských vzťahov vypracovali názory týkajúce sa ľudského správania v organizáciách, ktoré možno zhrnúť takto:

- podnikateľská organizácia, tj. firma, nie je iba technický a ekonomický, ale aj sociálny systém;
- jednotlivca motivujú nielen ekonomické stimuly, ale aj rôzne sociálne a psychologické faktory, tj. uspokojovanie sociálno - psychologických potrieb, ktoré ovplyvňujú jeho správanie;
- produktivita práce súvisí so spokojnosťou robotníkov, pričom sa zdôrazňuje, že ich zvýšené uspokojovanie vedie k zvyšovaniu efektívnosti práce;
- dominantné miesto patrí neformálnym pracovným skupinám, pretože majú dôležitú úlohu pri určovaní postojov a výkonov jednotlivých robotníkov;
- štýly vedenia ľudí založeného na formálnej štruktúre a autorite, ktoré zodpovedajú tradičným predstavám, treba podstatne modifikovať tak, aby sa zohľadnili psychologické a sociálne faktory; v tejto súvislosti sa zdôrazňovali skôr demokratické ako autoritatívne štýly vedenia ľudí;
- riadenie vyžaduje, aby vedúci mali nielen odbornú spôsobilosť, ale aj sociálnu schopnosť, tj. aby sa vedeli dohodnúť s ľuďmi;
- je dôležité vytvoriť efektívne komunikatívne kanály medzi rozličnými úrovňami hierarchie, ktoré umožňujú výmenu informácií.

Výsledky hawthornských experimentov a s nimi súvisiaca teória medziľudských vzťahov veľmi ovplyvnili na myslenie v riadení a mali dôležitú úlohu pri rozvoji teórie manažmentu. Významné ovplyvnili aj vtedajšiu prax riadenia firiem napríklad tým, že sa rozšírili prieskumy motivácie ľudí, začal sa uplatňovať participatívny štýl ich vedenia, vedúci sa vzdelávali v psychológii a sociológii, zakladali sa personálne útvary vo firmách a podobne.

Hoci nie sú pochybnosti o tom, že prví predstavitelia teórie medziľudských vzťahov mali vplyv aj na prax riadenia, predsa len to niektorí autori popierajú a tvrdia, že myšlienky a závery Mayo sa iba čiastočne akceptovali v praxi riadenia, zato však jeho príspevok bol prenikavý pre teóriu manažmentu.

Zakladateľom teórie medziľudských vzťahov sa vyčítalo predovšetkým to, že prehnanne zdôrazňovali psychologicko - sociálne aspekty riadenia, a že nebrali do úvahy pôsobenie ekonomického, politického a iného prostredia.

1.4.2 Vývoj teórie medziľudských vzťahov pred druhou svetovou vojnou a po nej

Teória medziľudských vzťahov zaznamenala prudký rozmach v ďalších desaťročiach pred druhou svetovou vojnou.

V tomto období bol významnou osobnosťou CHESTER BARNARD (1886-1961), preto sa mu venuje osobitná pozornosť. Teoretické výskumy spájal s aktívnou riadiacou prácou v priemyselných firmách; mnoho rokov bol prezidentom veľkej spoločnosti New Jersey Bell Telephone Company. Jeho najznámejšia kniha Funkcie vedúceho vyšla roku 1936.²¹ Ďalšia práca Organizácia a manažment vyšla roku 1948²² a predstavuje zborník referátov a prednášok.

Ch. BARNARD možno charakterizovať ako človeka, ktorý napísal jednu z najdôležitejších a najprenikavejších prác organizácií a riadení, a to na základe svojich mnohoročných skúseností vo funkcii prezidenta New Jersey Bell Telephone Company.

Rozporné je jeho zaradenie v rámci teórie manažmentu, preto sa s ním stretávame v rôznych "školách". Jedni ho spájajú s klasickou teóriou organizácie, ktorá sa zaoberala iba anatóniou formálnej organizácie. Iní ho považujú za prechodný typ medzi školami, konkrétne tradičnou teóriou manažmentu a vznikajúcimi behavioristickými koncepciami. Pritom sa tvrdí, že skôr zdôrazňoval psychologicko - sociálne aspekty ako ekonomické a technické a že bol medzi prvými, ktorí pokladali organizáciu za sociálny systém. Niekedy sa vyčleňuje osobitná "škola" sociálnych systémov a Ch. BARNARD sa uvádza ako jej duchovný otec, resp. ako jeden z jej najznámejších predstaviteľov. Pravdou je, že vypracoval koncepcie, ktoré sú podobné s názormi behavioristických vedcov.

Ch. BARNARD sa usiloval vytvoriť celostnú teóriu organizácie. Podľa neho najpodstatnejšou charakteristikou skupiny je "systém súčinnosti, spolupráce". Vychádzal z toho, že jednotlivá ľudská bytosť ma obmedzené

²¹BARNARD, Ch.: The Functions of the Executive. Cambridge, Harvard University Press 1938.

²²BARNARD, Ch.: Organization and Management. Cambridge, Harvard University Press 1948

možnosti, a preto najúčinnější prostriedok ako prekonať biologické a ostatné obmedzenia jednotlivcov je kooperácia, spolupráca ľudí. Z toho vyplynula ústredná hypotéza jeho knihy, že koncepcia kooperatívnych systémov vyjadruje definícia formálnej organizácie ako systému vedome koordinovaných činností alebo síl dvoch či viacerých osôb.

Dôležité miesto v jeho prácach patrí otázke formálnej a neformálnej organizácie, tj. ich podstate a vzájomnému vzťahu. Existencia formálnej organizácie v každom prípade predpokladá existenciu neformálnej organizácie. Za najcharakteristickejšiu stránku formálnej organizácie BARNARD pokladal skalárny alebo hierarchický princíp, pri ktorom sa koordinácia dosahuje podriadením častí jedinej centrálnej moci.

Pri analýze fungovania organizácie venoval veľkú pozornosť motivácii ľudí, najmä problému "rovnováhy medzi vkladom, prínosom ľudí a ich uspokojením", s ktorou spájal existenciu organizácie. Vklad je činnosť členov organizácie. Uspokojenie jednotlivca, čiže to, čo dostáva výmenou za svoj vklad, je stimul. Za prvoradú povinnosť v organizácii pokladal riadenie "ekonomiky stimulov".

V súvislosti s motiváciou ľudí v organizácii Ch. BARNARD vystúpil s kritikou koncepcie "ekonomického človeka". Podľa preskúmania veľkého počtu rozličných druhov "uspokojenia" človeka v organizácii vymedzil štyri konkrétne predmety, motívy, a to materiálne, nemateriálne, zlepšujúce sa fyzické pracovné podmienky a duševné pracovné podmienky. Analyzovaním vzťahov medzi nimi dospel k záveru, že hmotné odmeňovanie má rozhodujúci význam iba do istej miery.

Ch. BARNARD sa pokúsil o nové vymedzenie obsahu pojmu "efektívnosť", ktorý spájal s "prežívaním organizácie", čo znamená vlastne jej cieľ.

Za atributívnu charakteristiku organizačného systému pokladal spojenie (vzťahy) v ňom. Každá forma kooperatívnej činnosti zachovávať celistvosť v dôsledku schopnosti jej členov udržiavať vzájomné spojenie. Preto hlavnou funkciou vedúceho je vytvoriť systém spojenia.

Jedným z jeho dôležitých predpokladov je formálna organizačná štruktúra. Ch. Barnard určil rad formálnych princípov pre spojenie a prenášanie informácií v organizácii.

Podľa autora má pre činnosť organizácie väčší význam "systém rozhodnutí" ako "systém spojenia".

K prudkému rozšíreniu teórie medziľudských vzťahov došlo po druhej svetovej vojne. Skúsenosti z priemyselnej výroby potvrdili, že morálny duch pracujúcich veľmi vplýva na ich pracovný výkon. V tomto období zároveň nastal rozsiahly "vývoz" poznatkov teórie medziľudských vzťahov do priemyselne vyspelých krajín západnej Európy.

Významnými predstaviteľmi tohto prístupu sú K. LEWIN, A. H. MASLOW, R. LIKERT, H. J. LEAWITT, Ch. ARGYRIS, D. MCGREGOR, F. HERZBERG, J. LORSCH a iní.

Závažný príspevok k teórii ľudských vzťahov patrí ABRAHAMOVI MASLOWOVI (1908-1970), ktorý roku 1943 vypracoval teóriu "hierarchie potrieb". Podľa nej ľudí motivuje postupnosť rôznych potrieb. Teória sa stala dôležitým faktorom rastúceho záujmu manažérov o práce akademických autorov.

Známa a zaujímavá je práca DOUGLASA MCGREGORA (1906-1964), týkajúca sa motivácie a vedenia ľudí. Autor vypracoval "teóriu X" a "teóriu Y", ktoré publikoval knižne v roku 1960. Prvá teória je relatívne pesimistická a ukazuje negatívny postoj robotníkov k práci, ktorému zodpovedá ich direktívne vedenie. Je kompatibilná s "vedeckým riadením". Druhá teória je pozitívna a reprezentuje tvrdenia, ktorých sa dovoľávajú predstavitelia teórie ľudských vzťahov. Vychádza z predpokladu aktívneho prístupu pracovníka k práci, a preto používania voľnejších spôsobov vedenia.

Psychologicko - sociálne prístupy sa vyznačujú obsahovou nehomogénnosťou v časovom vývoji, ale aj v jednotlivých etapách ich rozvoja. Teória "...prežívala vývojové vlny väčšieho aj menšieho uznania, silnejšej či slabšej kritiky zo strany konzervatívneho chápania »vedeckého riadenia« a moderných systémových a kvantitatívnych prístupov. Napríklad P. F. DRUCKER, ktorý prevzal nejaký poznatok z práce E. MAYO, F. ROETHLISBERGERA a D. MCGREGORA, si kladie vo svojej klasickej práci *The Practice of Management* (Prax manažmentu) otázku, či niektoré z psychologicko - sociálnych záverov nespejú k zániku. Hoci odpoveď necháva otvorenú, predsa len kriticky zasiahol obľúbené tvrdenie predstaviteľov tohto prúdu, že »šťastný robotník je efektívny a produktívny robotník«. Napísal, že tento »pekný epigram« je v najlepšom prípade polopравdou. Vyčítal im, že nedoceňujú ekonomické dimenzie problémov, ktoré riešia. Napokon v tomto smere prehodnotil svoje názory aj D. MCGREGOR."²³

Od roku 1950 sa niektorí americkí vedci pokúšali zmieriť tradičnú koncepciu manažmentu a teóriu medziľudských vzťahov. Pokúsili sa tým zmierniť preceňovanie významu morálneho faktora pre rast produktivity práce a pritom zachovať racionálnu stránku doktríny medziľudských vzťahov, teda uznať význam ľudského faktora, aj keď v obmedzenom rozsahu, a spojiť ho s princípom tradičnej teórie manažmentu.

Hoci teória medziľudských vzťahov je predmetom kritiky zo strany niektorých autorov, nepatrí k zavrhnutým. Mnohé jej zásady si zachovávajú principiálny význam pre súčasnú teóriu a prax manažmentu. V

²³VODÁČEK, L. - DVOŘÁK, V. : Management v USA, Praha, Institut řízení 1989.

osemdesiatych rokoch v USA prežívali psychologicko - sociálne prístupy určitú renesančnú vlnu. “Z ich poznatkového bohatstva čerpajú mnohé podnety hlavne niektorí predstavitelia empirických prístupov, najmä zástupcovia koncepcie »dokonalosti«... a niektorí z analytikov japonských metód riadenia...”²⁴

1.5 “Nová” resp. “moderná” teória manažmentu

Po druhej svetovej vojne sa rozšíril interdisciplinárny charakter teórie manažmentu nielen využívaním poznatkov dovtedajších vedných disciplín, ale najmä aplikovaním poznatkov nových vied, tj. kybernetiky, všeobecnej teórie systémov, operačnej analýzy a pod., ako aj uplatňovaním počítačov.

Intenzívne formovanie nových tendencií pri riešení otázok riadenia výroby sa kvalitatívne odlišuje od tradičného výskumu v tejto oblasti, ktorý bol príznačný pre predchádzajúce teórie manažmentu.

Tento proces podmieňovali na jednej strane nové, špecifické úlohy, ktoré nastolilo riadenie modernej vysoko rozvinutej výroby (vyznačujúcej sa vysokou mierou koncentrácie, špecializácie a kooperácie výroby a zrýchľujúcim sa vedecko-technickým rozvojom) a na druhej strane rozvojom rozličných smerov vedy a techniky, ktoré vyzbrojujú bádateľov novými vedeckými metódami analýzy a modernými technickými prostriedkami v podobe počítačov.

Takto sa prehľbovali predstavy o riadení a zároveň sa v ňom začali presadzovať exaktné metódy. Vznikla “nová” či “moderná” teória manažmentu, ktorá nie je po obsahovej stránke celkom vykryštalizovaná a prepracovaná, doteraz nie je homogénnym telesom myslenia, ale je v štádiu hľadania a rozvoja.

V rámci tejto teórie manažmentu sa uvádzajú rôzne prúdy, smery, ktoré pomáhajú, resp. ktorých vplyvom dochádza k modernizácii teórie manažmentu. Názory na ich vymedzenie a úlohu sa rozchádzajú.

V “novej” či “modernej” teórii manažmentu sú dôležité tieto prístupy k riadeniu, ktoré predstavujú jej hlavné smery:

1. rozhodovací,
2. matematický,
3. systémový.

1.6 Rozhodovací prístup k manažmentu

Predstavitelia tohto smeru pristupujú k riadeniu z hľadiska rozhodovania. Vychádzajú z toho, že jadrom riadenia je prijímanie rozhodnutí, na ktoré pripadá aj vysoký podiel času z jeho celkového cyklu. Zároveň predpokladajú, že v budúcnosti sa ešte zvýši význam rozhodovania v riadení a preto sa mu treba osobitne venovať.

Pozornosť sa pritom sústreďuje na dva problémy, pri ktorých sa hľadajú možnosti ako zdokonaľiť rozhodovanie, a to:

1. vypracovanie racionálneho postupu rozhodovania, s čím súvisí vznik heuristik?
2. vypracovanie a využívanie takých spôsobov rozhodovania, ktoré umožňujú prijať čo najefektívnejšie riešenie spomedzi možných variantov.

Na zdokonalenie rozhodovania sa hľadajú a používajú rôzne metódy a nástroje, a to predovšetkým psychologického a matematického charakteru.

Teória rozhodovania sa pôvodne obmedzovala iba na hodnotenie ekonomických úloh a variantov. Neskôr sa stalo predmetom rozhodovania všetko, čo sa deje v organizácii, čiže celková sféra ľudskej činnosti.

Významným predstaviteľom tohto prístupu sa stal HERBERT A. SIMON²⁵ (nar. roku 1916). Zaoberal sa psychologickým a teoreticko-poznávacím aspektom procesov spojených s rozhodovaním. Organizáciu chápal ako systém, v ktorom sú ľudia “mechanizmami robiacimi rozhodnutia”. Hlavné miesto v jeho výskumoch malo prijímanie rozhodnutí.

F. SIMON skúmal požitie matematických metód v rozhodovaní. Aj keď vysoko oceňoval ich význam, zároveň popieral, že možno dosiahnuť “úplnú racionalitu” rozhodovania. Teória manažmentu preto nemôže vychádzať z pojmu úplnej racionality, ale skôr z pojmu preto vynútenej racionality.

²⁴VODÁČEK, L. - DVOŘÁK, V. : Management v USA, Praha, Institut řízení, s.40

²⁵Hlavné diela H. A. SIMONA sú: Administrative Behavior. New York, The Macmillan, Co. 1945 Organizations (v spoluautorstve s J. G. MARCHOM). New York, John Wiley and Sons, Inc., 1958 The New Science Management Decision. New York, Harper and Row Publications, Inc., 1960.

Autor bol presvedčený, že ďalší rozvoj teórie manažmentu sa musí uberať cestou štúdia procesov rozhodovania a že taký výskum bezprostredne súvisí s poznaním samotného procesu myslenia.

Vo svojich posledných prácach venoval SIMON veľkú pozornosť modelovaniu rozhodovacích procesov pomocou modernej výpočtovej techniky vrátane vypracovania programov na heuristické riešenie úloh počítačmi.

Dôležité miesto v jeho výskumoch mali otázky týkajúce sa tvorby organizačnej štruktúry, a to autorita, zriaďovanie útvarov, centralizácia a decentralizácia, líniovo-štábne vzťahy a podobne. Podľa jeho názoru treba ich analyzovať a riešiť so zreteľom na procesy rozhodovania.

1.6.1 Matematický prístup k manažmentu

Podstatou matematického prístupu je uplatnenie matematických modelov, formalizovaných metód a viac či menej algoritimizovateľných postupov na riešenie úloh riadenia.

Za stúpecov tohto prístupu sa pokladajú tí, ktorí sa dívajú na riadenie ako na systém matematických modelov. Vychádzajú z toho, že ak riadenie, resp. jeho jednotlivé časti sú logickými procesmi, potom ich možno vyjadriť matematicky. Najznámejšiu skupinu v tejto oblasti tvoria vedci operačného výskumu (operačnej analýzy), ktorí sa niekedy sami označujú za vedcov manažmentu, resp. vedy o manažmente.

Začiatky operačnej analýzy patria do obdobia druhej svetovej vojny. Po prvý raz sa objavila a použila roku 1940 vo Veľkej Británii v súvislosti s potrebou riešiť niektoré vojenské stratégie a taktické úlohy. Jej ťažisko sa neskôr presunulo do USA, kde mu venuje pozornosť rozsiahle vedecké zázemie. V americkom priemysle sa operačná analýza uplatnila už začiatkom päťdesiatych rokov.

Pomenovanie “veda o manažmente” vzniklo roku 1953 v súvislosti so založením The Institute of Management Science (TIMS). Proti tomuto názvu sa namieta, že je oveľa širší ako operačný výskum, a že sú to úplne odlišné pojmy, hoci sa vo svojich cieľoch dopĺňajú.

Medzi dobre známych predstaviteľov operačnej analýzy patria C. W. CHURCHMAN, R. A. ACKOFF, E. L. ARNOFF, D. W. MILLER, M.K. STARR, W. W. COOPER, G. B. DANTZIG, a ďalší.

Uplatnenie operačnej analýzy v manažmente predstavuje do istej miery predĺženie “vedeckého riadenia”, pretože k organizácii pristupuje primárne ako k technicko-ekonomickému systému. Používa však komplikovanejšie primárne matematické metódy, počítače a orientuje sa na zložitejšie problémy. Vedeckú metódu prijíma ako základ na riešenie problému s cieľom ho objektivizovať.

Operačná analýza sa pokladá za jeden zo základných faktorov, ktorý podstatne ovplyvnil vývin teórie manažmentu, a preto niektorí autori v tejto súvislosti hovoria o druhej veľkej revolúcii v manažmente. Za prvú veľkú, resp. základnú revolúciu vo vývoji teórie manažmentu sa považuje uplatnenie poznatkov behavioristických vied v riadení. Vychádza sa pritom z toho, že tieto prístupy v podstatnej miere prispeli k modifikácii tradičnej teórie manažmentu a formovaniu jej nového obsahu.

Pozornosť operačného výskumu sa sústreďuje na vypracovanie matematických modelov pre najčastejšie sa vyskytujúce úlohy, pri ktorých sa viac alebo menej darí vyhnúť zohľadneniu správania sa ľudí, zúčastňujúcich sa na príslušných činnostiach.

K úlohám tohto druhu, ktoré majú vedúci riešiť, patrí napríklad riadenie veľkosti zásob, rozdeľovanie obmedzených zdrojov medzi rozličných spotrebiteľov, keď každý ich využíva s rôznou efektívnosťou, úlohy hromadnej obsluhy, usporiadanie prác v čase, úlohy súvisiace s výmenou zastaraného zariadenia, konkurenčné úlohy, pri ktorých ide o voľbu rozumnej stratégie správania sa subjektu v situáciách, keď výsledok závisí aj od správania sa konkurenta.

V závislosti od objektu skúmania sa používajú rozličné metódy a rozmanitý matematický aparát. S matematickými úlohami operačného výskumu sa úzko spája (aj keď formálne k ním nepatrí) veľká oblasť sieťových metód. Súvisia s tou časťou, pri ktorej ide o modely usporiadania. Tieto metódy umožnili nájsť nový a veľmi vhodný jazyk na popisovanie, modelovanie a analýzu zložitých viacetapových operácií.

Podobne ako v iných oblastiach ľudskej činnosti a vo všetkých vedných odboroch aj v riadení rastie význam a používanie kvantitatívnych metód. Spolu s rozvojom výpočtovej techniky sa z nich vytvára súčasť nástrojov a “technológií” na skvalitnenie, urýchlenie a zhospodárnenie výkonu manažérskych funkcií.

Hoci o užitočnosti uplatňovania matematiky a výpočtovej techniky v riadení netreba pochybovať, predsa nemožno absolutizovať ich úlohu a znižovať význam ľudského faktora. Treba si pritom uvedomiť, že matematickým metódam je zatiaľ prístupný iba malý okruh otázok riadenia.

1.6.2 Systémový prístup k manažmentu

Základnou “novej” či, “modernej” teórie manažmentu je systémový prístup, ktorý má slúžiť ako rámec na integráciu rôznych poznatkov o riadení. Podľa neho sa začala formulovať systémová teória manažmentu, resp. systémová organizačná teória.

Podstata a vznik systémového prístupu

Systémový prístup je protikladom mechanického pohľadu na svet, ktorý vychádza zo zjednodušených predstáv o tom, že akýkoľvek objekt môžeme pochopiť, ak ho zredukujeme na jeho základné prvky a ich vlastnosti a tie potom preskúmame. Jednostranne sa sústreďuje na analytické, lineárno-príčinné metódy skúmania.

Podstatou systémového prístupu je, že sa snaží teoreticky vysvetliť a odôvodniť pohyb reálnych objektov pomocou systémov, ktorých celosť určuje množina navzájom prepojených prvkov.

Ak dokážeme na objekte definovať prvky (časti) a ich vzťahy, ktoré tvoria celosť objektu, potom sme naň zaviedli systém, resp. na objekte sme definovali systém.

Systémový prístup je proces, v ktorom sa postupne skúma objektívna realita v celej zložitosti a komplexnosti na ovládanie jej vývoja. Komplexnosť a syntetický charakter štúdia objektov je určujúcim znakom prístupu. Objekt možno skúmať pomocou systému iba vtedy, ak sa vezmú do úvahy rôzne pohľady naň.

Systémový prístup je spôsob myslenia, spôsob riešenia problému a spôsob konania, pri ktorom sa javy chápu komplexne v ich vnútorných a vonkajších súvislostiach.

Zrod systémového prístupu a sformovanie jeho základných črt, ako aj "novej či modernej" teórie manažmentu založenej na tomto prístupe sa spája s rozličnými vedeckými disciplínami, hoci všetky nemajú na ňom rovnaký podiel. Najčastejšie sa dáva do súvislosti so vznikom všeobecnej teórie systémov a kybernetiky.

Najširší výklad metodológie systémového prístupu patrí biológovi profesorovi LUDWIGOVI von BERTALANFFYMU. Roku 1937 nastolil myšlienku "všeobecnej teórie systémov" a dopracoval ju v roku 1950.²⁶ Teórii dal názov a vyložil mnohé otázky, preto sa pokladá za zakladateľa "všeobecnej teórie systémov".

Pôvodná teória vypracovaná L. von BERTALANFFYM bola známa ako "teória otvoreného systému". Za jej nedostatok sa pokladalo to, že sa sústreďovala iba na analýzu správania sa živých organizmov, tj. biologických systémov. Autor si to uvedomil a neskôr vytvoril "všeobecnú teóriu systémov".

Všeobecná teória systémov je metodologická koncepcia analýzy systémov, ktorý vedie k vytvoreniu exaktného univerzálneho zobrazenia sveta ako množiny systémov a procesov v nich. Z vedcov, ktorí sa významne pričinili o vznik a rozvoj kybernetiky, patrí nesporné prvenstvo americkému matematikovi NORBERTOVI WIENEROVI (1894-1964), ktorý roku 1948 vydal knihu o kybernetike.²⁷

N. WIENER dospel k presvedčeniu, že jestvuje analógia medzi činnosťou strojov a nervovou sústavou. Podľa toho charakterizoval kybernetiku ako vedu o riadení a spojení v živých organizmoch a strojoch. Tento pojem nevybral náhodne, ale opieral sa o poznatky starých gréckych filozofov a ďalších vedcov novej doby. Pomenovanie kybernetika pochádza z gréckeho slova kybernétés - kormidelník.

Významnými pojmami kybernetiky sú transformácie, prenos informácií, spätná väzba, regulácia, samoregulácia a pod. Objasnenie "spätnej väzby" ako princípu väzby a regulovania, ktorý je všeobecný pre stroje, živočchy a človeka, stalo sa základom ďalšieho skúmania činnosti riadenia.

Na rozvoj tejto teórie manažmentu značne vplývala aj ďalšia skupina vedcov zaoberajúcich sa metodológiou systémového prístupu a usilujúcich sa prispieť k rozvoju a konkretizovaniu všeobecnej teórie systémov.

Znáмым autorom bol ekonóm a sociológ KENNETH BOULDING, ktorý sa zaoberal rôznymi typmi systémov vo vesmíre. Vypracoval ich klasifikáciu a vytvoril hierarchiu systémov. K významným predstaviteľom patria W. E. ASHBY, M. D. MESAROVIC, A. RAPOPORT.

Osobitne dôležitá je aplikácia a rozvíjanie systémového myslenia v spoločenských vedách. Úzka súvislosť v tomto smere je medzi všeobecnou teóriou systémov a funkcionalizmom, ktorý sa prejavil vo všetkých spoločenských vedách. Funkcionalizmus sa pozerá na sociálne systémy v podmienkach štruktúry, procesov a funkcií a snaží sa porozumieť vzťahom medzi nimi.

Aplikácia systémového prístupu v manažmente

Americký autori napísali o vzťahu systémového prístupu a organizačnej teórie, resp. teórie manažmentu nasledovné: Jedným z prvých, ktorí v oblasti riadenia použili systémový prístup, bol Ch. BARNARD. H. SIMON vnímal organizáciu ako zložitý systém procesov rozhodovania. Medzi tými, ktorí prví zdôraznili systémový prístup v Managemente Science, bol CHURCHMAN so svojimi spolupracovníkmi. Organizáciu charakterizoval ako sociálny systém alebo ako systém človek - stroj. Sociológ G. HOMANS využíval systémovú koncepciu na empirický výskum sociálnych skupín. Ph. SELZNICK používal vo svojich štúdiách o organizácii štruktúrno - funkčnú analýzu a systémový prístup a organizáciu chápal ako dynamický systém, stále sa meniaci a prispôsobujúci interným a externým tlakom. Systémový prístup uplatnili sociálni psychológovia KAST a KAHN pri

²⁶Hlavnými prácami, v ktorých BERTALANFFY L., von, uvádza svoje názory, sú: The Theory of Open Systems in Physics and Biology. Science Jan. 13, 1950, s. 23-2, General System Theory: A New Approach to Unity of Science. Human Biology, Dec. 1951, s. 302-361.

²⁷WIENER, N.: Cybernetics. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1948. (česky vyšla pod názvom Kybernetika. Praha, SNTL 1960.)

štúdiu organizácií.^{28, 29}

Významnú skupinu predstaviteľov sociálnych systémov uplatňujúcich systémový prístup tvoria sociológovia z oblasti "priemyselnej sociológie" z Tavistock Institute of Human Relations in London. Sú zástancami otvoreného systému a k organizácii pristupujú ako k systému, ktorý je v interakcii s prostredím. Výsledkom ich skúmania je koncepcia sociálno-technického systému, pri ktorom sa navzájom ovplyvňuje sociálna a technická organizácia výrobného systému. Rozhodujúcu úlohu pritom pripisujú technickému faktoru. Hlavnými predstaviteľmi sú E. L. TRIST a A. K. RICE.

V západných krajinách sa veľmi rozšírili výskumy a rozpracúvanie metód riadenia priemyselných podnikov na základe automatického riadenia, kybernetiky a systémového prístupu, v ktorých rámci majú čoraz väčší význam výskumu najčastejšie nazývané systémová teória.

Z autorov, ktorí sa pokúsili na tomto základe vypracovať nové koncepcie organizácie, resp. riadenia, možno uviesť STAFFORDA BEERA a JAYU W. FORRESTERA.

STAFFORD BEER³⁰ čerpal hlavné myšlienky z kybernetiky a na tomto základe skúmal organizáciu ako zložitý samoregulujúci sa systém, pričom využíval analógiu medzi sociálnou organizáciou a živým organizmom. Na systém vzťahov ľudí v rozvinutej a zložitej spoločnosti sa pozerá ako na samoorganizujúci sa, homeostatický a rovnovážny systém.

Veľkú popularitu získali práce amerického vedca JAYU W. FORRESTERA, zakladateľa školy priemyselnej dynamiky. Svoje myšlienky vyložil v knihe *Industrial Dynamics*, ktorá po prvý raz vyšla roku 1961.

J. W. FORRESTER sa opiera o metódy automatickej regulácie a vypracoval formálny model organizačného systému priemyselného podniku, ktorým rozumie veľkú firmu. Model obsahuje šesť základných parametrov, resp. šesť navzájom súvisiacich tokov. Päť predstavujú suroviny, objednávky, peňažné prostriedky, zariadenia, pracovná sila. Šiesty tok je informačný, ktorý spája všetky ostatné do jedného celku.

V tomto prípade sa všetka činnosť podniku modeluje na počítači, pričom matematický model sa skladá z niekoľko sto postupne riešených rovníc. Podobne ako rádiová schéma aj podnik obsahuje obvody spätnej väzby, zosilňujúce vstupné signály a regulujúce periodicitu výstupných signálov.

Forresterov "kvantitatívny prístup" k modelovaniu výrobo-hospodárskeho systému nemá sklon k matematickému výkladu a formalizovaniu skúmaných procesov. Jeho vzorce sú jednoduché.

V neskorších rokoch Forrester opustil rámec priemyselných podnikov a pokúsil sa využiť metódu "industriálnej dynamiky" na štúdium sociálnych systémov vôbec a dať jej univerzálny význam.

Systémový prístup nezotrval iba v teoretickej rovine, ale začal sa používať aj v praxi. Pri riešení praktických úloh sa najviac uplatnil v podobe systémovej analýzy.

Systémový prístup a konkrétne metodológiu systémovej analýzy začalo uplatňovať roku 1961 najprv Ministerstvo obrany USA pri riešení problémov vojensko-taktického charakteru a potom (od roku 1965) aj rozličné vládne organizácie (pri projektoch, ktoré vyžadujú integráciu mnohých činností, akými sú dopravné projekty, mestská obnova a pod.), ako aj veľké priemyselné firmy.

Cieľom tejto aplikácie je zabezpečiť vedecký prístup pri hľadaní optimálneho riešenia a dosiahnuť čo najväčší efekt.

Rastúci vplyv systémového prístupu sa prejavil aj vo formovaní "novej" či "modernej" teórie manažmentu, resp. teórie organizácie.

Množstvo literárnych prameňov zaoberajúcich sa touto teóriou predstavujú vedecké časopisy. Z kníh sa považujú za reprezentatívne dve, a to od J. MARCHA a H. SIMONA *Organization*³¹ a antológia od M. HAIREA *Modern Organization Theory*.³² Dôležitým príspevkom je kniha autorov R. H. JOHNSONA, F. E. KASTA a J. E. ROSENZWEIGA *The Theory and Management of Systems*³³ a citovaná kniha F. E. KASTA a J. E. ROSENZWEIGA.³⁴

V "novej" či "modernej" teórii manažmentu, založenej na systémovom prístupe, je podstatné to, že k organizácii sa pristupuje ako k systému, a je snaha vidieť ju - čo predstavuje jej unifikujúcu niť - ako ľudský systém v totalite.

Z toho vyplýva pre systémovú teóriu manažmentu v porovnaní s tradičnou teóriou manažmentu tieto základné charakteristické znaky:

²⁸ASHBY, W. R.: *Kybernetika*. Praha, Orbis 1961.

²⁹KAST, F. E. - ROSENZWEIG, J. E.: *Organization and Management: A Systems Approach*. New York, McGraw-Hill Book Company 1970, s. 116-117.

³⁰BEER, S.: *Cybernetics and Management*. New York, Wiley and Sons, Inc., 1959. (Vyšlo česky: *Kybernetika a řízení*, Praha, Svoboda 1966.)

³¹MARCH, J. G. - SIMON, H. A.: *Organizations*. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1958.

³²HAIRE, M. ed.: *Modern Organization Theory*. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1959.

³³JOHNSON, R. A. - KAST, F. E. - ROSENZWEIG, J. E.: *The Theory and Management of Systems*. New York, McGraw-Hill Book Company, Inc. 1963.

³⁴KAST, F. E. - ROSENZWEIG, J. E.: *Organization and Management: A Systems Approach*, New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1970.

1. tradičná teória pokladá organizáciu za uzatvorený systém, kým systémová teória manažmentu uvažuje o nej ako o otvorenom systéme, ktorý má interakcie so svojím okolím
2. tradičná teória sústreďuje pozornosť na analytický, fakty objavujúci a experimentálny prístup, kým systémová teória manažmentu uplatňuje syntézu a integráciu, ktorou sa zjednocujú objavené analytické prvky do širších súvislostí v rámci organizácie ako systému.

Systémová teória manažmentu zdôrazňuje komplexnosť organizácie, tj. komplexné chápanie čiastkových riadiacich a riadených procesov a ich účelnú harmonizáciu do integrovaného, zosúladeného a fungujúceho celku.

Na základe toho W. G. SCOTT charakterizoval ľudskú organizáciu ako totálny systém, ktorý tvoria:³⁵

- časti (zložky) systému,
- spojovacie procesy,
- ciele systému.

Časťami organizácie sú: jednotlivci, formálna organizácia, neformálna organizácia, usporiadanie statusov a úloh, fyzické prostredie pracovnej situácie. Spojovacími procesmi sú: komunikácia, rovnováha, rozhodovanie. Systém má určité ciele, ktoré sa usiluje dosiahnuť buď jednotlivo alebo vo vzájomnej kombinácii. Sú to: stabilita, rast, interakcia.

Autor F. E. KAST a J. E. ROSENZWEIG charakterizujú organizáciu ako:

- otvorený systém, ktorý je v interakcii so svojím okolím,
- štruktúrovaný sociálno-technický systém s piatimi primárnymi komponentmi, tj. subsystémami, ktorými sú ciele a hodnoty, technika, štruktúra, psychologicko-sociálny podsystém, riadiaci podsystém.³⁶

Hoci teória systémového prístupu nie je bez problémov, nepochybne má veľký metodologický význam. Veď sociotechnický prístup a s ním súvisiace sociologické koncepcie odrážajú objektívne tendencie rozvoja veľkovýroby.

1.7 Empirizmus (pragmatizmus) v manažmente

V americkom manažmente je veľmi rozšírený empirický (pragmatický) prístup, založený na analýze, zhodnotení a zovšeobecnení kladných i záporných skúseností manažérskej praxe. Predstavuje pestrú zmes názorov a odporúčaní, odvodených z praxe riadenia, ktoré sú vzhľadom na bohatosť hospodárskeho života a subjektívny prístup k javom neraz rozporné. Sústava poznatkov netvorí systematicky usporiadanú teóriu manažmentu. V literatúre sa zvyčajne prezentuje tak, že uvádzajú názory významných predstaviteľov empirikov, ktoré sa týkajú jednotlivých stránok riadenia.

Keďže "... spracúvajú predovšetkým skúsenosti i návrhy na riešenie reálnych problémov amerických korporácií, spravidla nerozvíjajú nijaké výraznejšie teoretické základy na interpretáciu svojich názorov. Pragmatici si často »požičiavajú« teoretické názory (najmä klasifikáciu, terminológiu) z ostatných poznatkov (tj. z iných prístupov - pozn. M.S.)"³⁷

Väčšina predstaviteľov empirického prístupu sa snaží vypracovať na základe štúdia praxe riadenia konkrétne odporúčania pre manažérske konanie. Preto ich názory sú u manažérov veľmi populárne.

1.7.1 Peter F. Drucker - významný predstaviteľ empirického prístupu

Z empirikov známych po druhej svetovej vojne sa pokladá za "hviezdu prvej veľkosti" Peter F. DRUCKER (nar. 1909), ktorý viac ako štyri desaťroky rokov výrazne ovplyvňoval manažérske myslenie a konanie. Spája v sebe veľké životné skúsenosti konzultanta mnohých amerických a svetových firiem so schopnosťou dobrého pedagóga. Napísal viac ako tridsať kníh.

Pre P. F. DRUCKERA je charakteristický široký záber skúmania a rozpracovania praktických otázok manažmentu. Má schopnosť vystihnúť problémy praxe a v predstihu na ne reagovať, tj. reagovať na ne skôr, ako sa stali "premiešanou múkou" teoretických diskusií.

³⁵SCOTT, W. G.: Organization Theory: Behavioral Analysis for Management. Homewood, Richard D. Irwin, Inc., 1967, s. 124-125

³⁶KAST, F.E. - ROSENZWEIG, J. E.: Organization and Management: A System Approach. New York, McGraw-Hill Book Company, 1970, s. 118-122.

³⁷VODÁČEK, L. - DVOŘÁK, V.: Management v USA. Praha, Istitut řízení 1989, s. 60.

P. F. DRUCKER vo svojej významnej knihe *The Practice of Management* (Prax riadenia), ktorá vyšla v roku 1954, po prvýkrát formuloval svoju koncepciu manažmentu ako umenia a ako súboru poznatkov na riadenie podnikovej činnosti. Popieral, že by manažment mohol byť exaktnou vedou. Zdôrazňoval nevyhnutnosť prioritnej orientácie manažmentu na konečný výsledok, pretože ten je kritériom kvality riadenia.

Podľa neho všetci manažéri musia nezávisle od ich konkrétneho postavenia vykonávať päť základných činností, ktoré definoval takto:

1. stanovenie cieľov, ktoré treba v podniku splniť ?
2. organizovanie práce spočívajúcej v rozdelení činností na čiastkové a ich priradenie k pracoviskám, resp. kolektívom, vo vytváraní organizačnej štruktúry, výbere vedúcich atď.?
3. motivovanie ľudí a zabezpečenie komunikácie medzi nimi
4. meranie a hodnotenie výsledkov práce, tj. správne posudzovanie kvality a kvantity dosiahnutých výsledkov a spravodlivé hodnotenie a odmeňovanie ľudí?
5. zabezpečenie kvalifikačného rastu pracovníkov.

V nadväznosti na prvú uvedenú činnosť manažéra má v teórii a praxi manažmentu významné miesto Druckerom rozpracovaná koncepcia “riadenia podľa cieľov” (management by objectives - MBO). Jej podstatou je, že vrcholové vedenie organizácie (firmy) formuluje ciele na svojej úrovni riadenia (rozhodujúce stratégie a dôležité taktické ciele), ktoré postupuje nižšej úrovni riadenia. Podobne sa má postupovať i vo vzťahu k nižším stupňom riadenia.

Mnohé firmy dodnes používajú “riadenie podľa cieľov” ako organickú súčasť svojho systému riadenia. Sú to napríklad General Electric, Black and Decker a ďalšie.

DRUCKEROVA kniha *Management: Tasks, Practices, Responsibilities* (Manažment - úlohy, praktiky, zodpovednosť), ktorá vyšla roku 1973, je encyklopedickou príručkou empirického prístupu k manažmentu.

V časti týkajúcej sa vrcholového manažmentu sa okrem iného zdôrazňuje význam tímovej práce pre riadenie, nevyhnutnosť väzieb stratégie a organizačných štruktúr, riešenie vzťahu centralizácie a decentralizácie, účelnej diverzifikácie a inovácie. Osobitná pozornosť sa venuje otázkam organizácie. Vychádza sa z tézy, že “štruktúru podmieňuje stratégia”, a nie naopak.

Podľa P. F. DRUCKERA “organizácia je prostriedkom na dosiahnutie cieľa, a nie cieľom samotným. Dobrá organizačná štruktúra je predpokladom pre organizačné zdravie, nie je však s ním totožná. Testom zdravého podnikania nie je krása, priehľadnosť či dokonalosť organizačnej štruktúry, ale výkonnosť ľudí.”³⁸

Vo svojich monografiách *The Age of Discontinuity* (Vek diskontinuity) z roku 1969 a *Managing in Turbulent Times* (Riadenie v turbulentnej dobe) z roku 1980 DRUCKER upozorňuje na “nevyhnutnosť zmeny manažérskeho myslenia a konania v súčasnom búrlivom období vedecko-technického pokroku, v novej situácii zabezpečovania surovínových a pracovných zdrojov a pri integračných procesoch, keď sa prechádza od národného ku svetovému trhu. Umenie riadiť v podmienkach stálych zmien, riadiť inovatívne a s rýchlou realizáciou inovačných stratégií” považoval “za jeden z rozhodujúcich manažérskych kľúčov k úspechu”.³⁹ Zároveň odporúčal, aby sa v podmienkach vedecko-technickej revolúcie využívali vznikajúce zmeny ako príležitosť na dosiahnutie úspechu. “Jedinečné udalosti”, “napísal autor” nemožno »plánovať«. Môžu sa však predvídať, či skôr možno sa na ne pripraviť a s výhodou ich využiť. Možno ma stratégie pre zajtrajšok, ktoré budú anticipovať oblasti, kde sa pravdepodobne vyskytnú najväčšie zmeny, tj. stratégie, ktoré podnikateľským alebo verejným inštitúciám umožnia s výhodou zhodnotiť nepredvídané a nepredvídateľné.”⁴⁰

V diele *Innovation and Entrepreneurship* (Inovácia a podnikavosť) z roku 1985 sa zaoberá inováciami a podnikateľskou činnosťou. Analyzuje hlavné zdroje inovačných príležitostí a uvádza, že na základe včasnej prípravy a reakcie na predpokladané inovačné príležitosti sa koncipuje stratégia podnikateľského úspechu.

V ostatných prácach, ktoré vyšli knižne v roku 1992 pod názvom *Managing for the Fortune - 1990 s and Beyond* (v českom preklade z roku 1993 pod názvom *Cestou k zítajšku - Management pro 21. století*), sa autor zaoberá vývojovými trendmi riadenia v budúcnosti.

1.7.2 Názory a odporúčania empirikov zaoberajúcich sa stratégiou a podnikovou kultúrou

K významným predstaviteľom empirického prístupu, ktorí súběžne s DRUCKEROM prispeli v šesťdesiatych rokoch k rozvoju manažmentu, patrí napríklad ALFRED CHANDLER, PAUL R. LAWRENCE, JAY W.

³⁸DRUCKER, P. F.: *Management: Tasks, Practices, Responsibilities*. New York, Harper and Row 1973, s.602.

³⁹VONDÁČEK, L. - DVORÁK, V.: *Management v USA*. Praha, Institut řízení 1989, s.64

⁴⁰DRUCKER, P. F.: *Managing in Turbulent Times*. New York, Harper and Row 1980, s.6 (česky vyšlo pod názvom *Řízení v turbulentní době*. Praha, Management Press 1994, s.59).

LORSCH.

ALFRED CHANDLER najmä vo svojej známej monografii *Strategy and Structure* (Stratégia a štruktúra), ktorá vyšla roku 1962, dokázala na príklade významných amerických firiem, že sústava cieľov a zvolená trajektória ich realizácie, tj. stratégie, je pre voľbu organizačných foriem zabezpečovania podnikových činností, tj. pre organizačnú štruktúru rozhodujúca.

Výskumom v roku 1967 tieto závery potvrdili aj PAUL R. LAWRENCE a JAY W. LORSCH, ktorých kľúčovou prácou bola *Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration* (Organizácia a prostredie: Riadenie diferenciácie a integrácie) z roku 1967. Dokázali v nej výhody účinnej vnútropodnikovej decentralizácie právomocí a zodpovednosti.

Niektoré skúmania uskutočnené začiatkom osemdesiatych rokov spochybňujú však tézu o podmienenosti organizačnej štruktúry stratégiou podniku.

Rad empirikov v osemdesiatych rokoch venuje veľkú pozornosť otázkam strategického riadenia a jeho spojenia s kultúrou riadenia organizácie, resp. s podnikovou kultúrou. CRAIG R. HICKMAN a MICHAEL A. SILVA v knihe *Creating Excellence - Managing Corporate Culture, Strategy and Change in the New Age* (Vytváranie dokonalosti - Riadenie kultúry korporácie, stratégia a zmeny v novom veku), vydané roku 1985, vidia "vo vyváženom integračnom spojení stratégie firmy jej kultúrou... spoľahlivú základňu podnikového úspechu".

Akcentujú pritom "využitie tvorivých schopností ľudí, ktorí vytvárajú tak stratégiu, ako aj kultúru organizácie".⁴¹ Sú toho názoru, že umenie vrcholových manažérov spočíva v integrácii stratégie so starostlivo uplatňovanou kultúrou firmy je zdrojom pozitívneho synergického efektu firmy.

Za kritické chyby riadiaceho myslenia a konania v súčasnom období ostrej dynamiky vedecko-technického rozvoja a zmien autori pokladajú:

- orientáciu na krátkodobé ciele, tj. "žiť zo dňa na deň",
- sústreďovanie a na "hasenie" denných operatívnych problémov a na povrchné nesústavné rozhodovanie,
- snahu o rýchly zisk a okamžitý výsledok.

Odporúčajú preto, aby sa činnosť vrcholových manažérov zakladala na strategickom myslení, na stratégii, ktorou sa rozumie vytvorenie usporiadanej sústavy dlhodobých významných cieľov firmy a stanovenie účelných trajektorií na ich dosiahnutie.

KENICHI OHMAE, významný odborník v oblasti strategického riadenia, v knihe *The Mind of the Strategist* (Myslenie стратега) vydané r. 1982, napísal, že "...stratégia je nevyhnutný predpoklad pre vstup do konkurenčného boja, pre vstup na trh, pre podnikavosť... Keby konkurenti zmizli, čo je nereálne, potom by manažéri stratégiu nepotrebovali".

Podľa neho sa má strategické myslenie a konanie vrcholových manažérov sústreďiť predovšetkým "na 3 C", tj. na customers (zákazníkov), competitors (konkurentov), company (vlastný podnik). To znamená, že treba

- nájsť, získať si vhodných zákazníkov a dbať o ich priazeň
- poznať a pochopiť konkurentov, nájsť ich slabé a silné stránky a vedieť to využiť na získanie strategických výhod
- vytvoriť si a využiť strategické výhody vlastného podniku a uplatniť ich v kultúre firmy.

Stratégia podnikateľského úspechu je nevyhnutne spojená s inováciami. Preto sa má koncipovať na základe včasnej prípravy inovácií a rýchlej reakcie na predpokladané inovačné príležitosti.

Za podnikovú kultúru R. C. HICKMAN a M. A. SILVA pokladajú pozornosť, akú firma venuje potrebám, záujmom a sklonom svojich zamestnancov, tj. akú klímu a sociálno-organizačné podmienky na to vytvára. Sú to predovšetkým vzťahy medzi ľuďmi.

Na vytvorenie priaznivej podnikovej kultúry navrhujú a odporúčajú rešpektovať ďalšie "3 C", a to commitment (spolupatričnosť), competence (podpora schopných), consistency (súdržnosť). To vyžaduje

- uplatňovať takú filozofiu firmy, ktorá vytvára a spája záujmy vedenia firmy, kolektívov pracovníkov a jednotlivcov
- stanoviť niekoľko jasných pravidiel, ktoré napomáhajú správny výber ľudí, ich motiváciu, odmeňovanie, stabilizáciu dobrých kádrov a ich súdržnosť
- presadzovať dlhodobosť riadiaceho konania v duchu rovnakej filozofie firmy pri stabilite pravidiel a vzťahov v zaobchádzaní so zamestnancami.

⁴¹ VODÁČEK, L. - DVOŘÁK, V.: *Management v USA*. Praha, Institut řízení 1989, s.66

Autori konštatovali, že "integrácia strategického myslenia a konania s cieľavedome založenou kultúrou firmy sa nevyhnutne odráža i v riadiacom správaní sa manažérov. Empirici dnes temer jednohlasne »odkladajú« autoritatívne štýly riadenia v prospech tvorivých, neformálnych štýlov".

Niektoré empirické práce sa zaoberajú úlohou a náplňou práce manažérov, najmä úspešných vrcholových manažérov ako rozhodujúcich integrujúcich činiteľov riadených kolektívov. Patria sem publikácie HENRYHO MINTZBERGA *The Nature of Managerial Work* (Povaha manažérskej práce) z roku 1973 a *The Structuring of Organizations* (štruktúrovanie organizácií) z roku 1979, v ktorých analyzoval podstatu riadiacej činnosti. Práca JOHNA P. KOTTERA *The General Managers* (Generálni manažéri) z roku 1982 sa považuje za východisko mnohých pravidiel a návodov pre úspešné riadiace konanie vrcholových manažérov.

V týchto empirických dielach sa osobitne zdôrazňuje význam interpersonálnych kontaktov, tvorivosť v spolupráci manažérov s riadenými pracovníkmi, uplatňovanie neformálnych stykov pri vedení ľudí namiesto autoritatívnych štýlov, využívanie tímovej práce, najmä vo vrcholovom riadení atď.

1.7.3 Názory a odporúčania pragmatikov osemdesiatych rokov analyzujúcich zdroje úspešnosti firiem

Ako odozva na zhoršenie výkonnosti hospodárstva USA v osemdesiatych rokoch - pokiaľ ide o produktivitu práce a úroveň kvality výrobkov - a z toho vyplývajúcich hospodárskych ťažkostí sa začína prejavovať pesimizmus či sklamanie z "moderných" teórií manažmentu šesťdesiatych až osemdesiatych rokov, najmä z jeho kvantitatívne koncipovaného prístupu.

Na začiatku osemdesiatych rokov sa vydávali a stali veľmi populárnymi knihy, ktoré na základe rozboru a zovšeobecnenia skúseností s riadením úspešných, resp. vynikajúcich firiem propagovali v optimistickom ladení pragmatické rady na zdokonalenie riadenia a tým na zlepšenie hospodárskych výsledkov firiem. Zdvihla sa vlna pragmatických odporúčaní ako dosiahnuť "dokonalosť" v činnosti manažérov firiem.

V americkom manažmente sa stala veľmi známou kniha bývalých vedúcich pracovníkov konzultačnej firmy McKinsey THOMASA J. PETERSA a ROBERTA H. WATERMANA, Jr., *In Search of Excellence: Lessons from America's Best Run Companies* (Hľadanie dokonalosti - Lekcie z najlepšie riadených amerických firiem). Kniha vyšla po prvý raz v roku 1982 a postupne dosiahla niekoľkomiliónový náklad.⁴² Označuje sa aj ako biblia súčasného manažmentu, pričom jedni to myslia vážne, iní s nádychom irónie.

Korene jej úspechu sú predovšetkým v tom, že autori prišli v správny čas, tj. že po dekáde kritického prehodnocovania a skepticizmu z nesplnených očakávaní kvantitatívne koncipovaných prístupov k manažmentu sa akoby zabýskalo na nové časy publikáciou, ktorá obsahuje názorné príklady a z nich vyplývajúce jednoduché rady na okamžité použitie.

Podľa autorov Spojené štáty americké predtým dominovali v oblasti manažmentu, avšak v poslednom čase (myslia tým šesťdesiate a sedemdesiate roky) americké podnikanie uviazlo a začalo sa hovoriť o úpadku manažmentu v USA a o tom, že Európa prerastá tento štýl riadenia.

Za tento stav obvinili závislosť riadenia od prehnaného používania analýzy a od úzko vymedzenej racionalnosti, tj. od racionalistickej mytológie.

Podľa ich názoru americkí manažéri sa v šesťdesiatych a sedemdesiatych rokoch vo veľkej miere spoliehali na princípy a techniky manažmentu, v ktorých sa nadmieru preceňuje analytická objektivita a metodologická elegancia, a neopierali sa o poznatky založené na skúsenostiach. Vyjadrili názor, že numeratívny, analytický komponent má zabudovanú istú konzervatívnu predpojatosť. Úzko racionálny znamená byť negatívny. Z toho vyplynulo aj ich tvrdenie, že racionálny model zlyhal.

T. J. PETERS a R. H. WATERMAN, Jr., nie sú proti kvantitatívnej analýze vôbec, ale proti veľmi úzkemu chápaniu pojmu racionalnosť. Sú obhajcami rozumných analýz, ktoré robia vynikajúce spoločnosti, a pri ktorých "... sa kombinuje polievková lyžica zdravej analýzy s pol litrom lásky k zemi s hamburgerom, pričom obidvoje je potrebné".

Na základe výsledkov skúmania 62 vynikajúcich veľkých amerických firiem podľa šiestich ukazovateľov za 20-ročné obdobie (1960 - 1980) vypracovali osem charakteristických znakov (atribútov, vlastností) vynikajúcich a inovujúcich spoločností.

1. Zaujatosť, resp. sklon k činnosti (k aktívnemu konaniu). Hoci vynikajúce spoločnosti používajú pri rozhodovaní analýzu, tá neparalyzuje ich činnosť, resp. aktívne konanie, ktoré mnohým iným spoločnostiam chýba. Úspešné spoločnosti sa vyznačujú najvyšším stupňom experimentovania a rýchlych činov. Autori v tejto súvislosti varujú manažérov pred sklonom ustrnúť v pasivite, nečinnosti alebo paralyzovanú aktivitu firmy dlhotrvajúcimi úvahami, rozbormi a skúšaním. Podľa nich je lepšie robiť čokoľvek, čo má zmysel, ako upadnúť do administratívnej letargie a formálneho byrokratického riadenia. Preto odporúčali neformálne, rýchle a účinné spôsoby tímového riešenia problémov a ich okamžité realizácie.

⁴²PETERS, T. J. - WATERMAN, R. H., Jr.: *Hľadání dokonalosti*. Praha, Nakladatelství Svoboda Libertas 1992.

2. Byť blízko k zákazníkovi (spojenie sa zákazníkom). Vynikajúce spoločnosti dosahujú neporovnateľne vyššiu kvalitu, spoľahlivosť a servis svojich výrobkov a poskytovaných služieb ako iné. Do značnej miery to súvisí s tým, že pozorne a pravidelne počúvajú zákazníkov, učia sa od ľudí, ktorým slúžia. Mnohé z inovujúcich spoločností dostávajú najlepšie nápady o výrobkoch práve od svojich zákazníkov. Veľmi dôležitou požiadavkou a odporúčaním preto je byť v stálom styku so zákazníkmi a sústavne sledovať, vyhodnocovať a rešpektovať potreby, prania a pripomienky používateľov výrobkov a služieb.
3. Autonómnosť a podnikavosť. Je to požiadavka, aby sa jednotlivým organizačným jednotkám firiem a ich vedúcim poskytla značná samostatnosť, tj. taký rozsah právomoci a zodpovednosti, ktoré im umožnia tvorivo, činorodo konať. Aktivitu organizačných jednotiek a vedúcich usmerňujú rámcové ciele (spoločná stratégia) a neformálny osobný styk predstaviteľov vedenia firmy s podriadenými jednotkami a ich vedúcimi (vertikálne komunikačné väzby). Hybnou silou ich aktívneho konania je motivácia, hmotná stimulácia a interné súťaženie, čiže podnikavosť vnútri firmy. Inovujúce spoločnosti si vychovávajú mnoho vodcov a inovátorov, ktorí sa nazývajú šampiónmi. Snahou firiem je nikoho nedržať na uzde, aby nemohol byť tvorivý, ale naopak, povzbudzujú preberanie rizika a podporujú dobré pokusy. Odporúčajú robiť rozumné množstvo chýb, dokonca chyby oslavujú.
4. Zvyšovanie výkonnosti (produktivity) prostredníctvom ľudí. Vynikajúce spoločnosti pristupujú k vlastným ľuďom ako k základnému zdroju zabezpečujúcemu kvalitu a zvyšovanie výkonnosti. Preto sa odporúča, aby sa na zvyšovanie výkonnosti (produktivity) využívala nielen moderná technika a organizácia, ale aj aktívna spoluúčasť zamestnancov na dianí firmy. Na to je potrebné, aby všetci pracovníci poznali ciele a zámery firmy, aby sa v nich vytváralo vedomie, že záleží na každom a že osobná účasť a úsilie každého sú podstatné pre úspech organizácie. V tomto duchu sa koncipuje hmotná zainteresovanosť ľudí, tj. jej závislosť od dosahovaných víťazstiev a prehiev. Nepodporuje sa pritom postoj k ľuďom v chápaní "my - oni", ale sa vychádza z predpokladu, že sú to dospelí ľudia, a preto sa má s nimi takto zaobchádzať, tj. ako s partnermi, čiže dôstojne a s rešpektom. Treba rešpektovať jednotlivca, dať mu možnosť, aby kontroloval svoj osud, dať mu zmysel života. Na pracovníka sa musíme pozeráť ako na prameň myšlienok (ideí a nápadov), a nie ako na pár rúk. Z toho vyplýva snaha o dosiahnutie aktívnej spoluúčasti pracovníkov firiem na ich činnosti. Je to vlastne filozofia orientujúca sa na ľudí. Od manažérov sa požaduje ich otvorené správanie sa k spolupracovníkom a častý osobný styk s nimi, najmä s tými, ktorí sa bezprostredne zúčastňujú na rozhodujúcich činnostiach firmy. V pracovníkoch sa má vytvoriť pocit ich spolupatričnosti a stability zamestnania, často až pocit "príslušnosti k podnikovej rodine".
5. Držať sa hodnôt (cieľov) firmy. Úspešné firmy venujú veľkú pozornosť systému hodnôt (cieľov). Všetky dobre prosperujúce firmy majú jasne definované hodnoty, pravda, iba rámcovo. Hodnotovým systémom je spoločné to, že takmer vždy sa stanovujú skôr kvalitatívne ako kvantitatívne. Finančné ciele sa nikdy nevyjadrujú presne a neberú sa ako samostatné, ale len v kontexte s inými cieľmi. Jestvuje univerzálny názor, že zisk je vedľajší produkt niečoho, čo sa dobre urobilo. Spoločným znakom je i to, že efektívne hodnotové majú inšpirovať ľudí na najnižšom stupni organizácie. Vrcholoví manažéri vynikajúcich spoločností sa preto najviac starajú o to, aby vytvorili a do života zaviedli hodnotový systém firmy. Zdôrazňuje sa pritom potreba bezprostredného a neformálneho kontaktu vedúcich pracovníkov a ostatnými pracovníkmi, keď že umožňuje posúdiť reálnu situáciu vo firme, neskreslenú sprostredkovanými informáciami.
6. Držať sa toho, čo firma pozná a vie (držať sa "štrikovania", resp. "drž sa, šuster, svojho kopyta"). Úspešné firmy, ktoré svoju činnosť diverzifikujú, vyznačujú sa v porovnaní s ostatnými firmami tým, že sa veľmi dôsledne držia toho, čo už majú overené a zavedené. Najúspešnejšie sú tie, v ktorých dochádza k diverzifikácii v rámci príbuzných činností. Firmám sa preto odporúča, aby unáhle neopúšťali, a najmä nie plnom rozsahu, dobre zvládnutý predmet svojej výrobo-hospodárskej činnosti, ani získané odbytové pozície, ale aby do nových oblastí činnosti prechádzali postupne. Určitá diverzifikácia činností sa pokladá za základ stability, a to vďaka možnosti adaptácie, no prehraná diverzifikácia vyvoláva problémy.
7. Jednoduchá organizačná forma a malý riadiaci aparát firiem. Vynikajúce spoločnosti sa vyznačujú jednoduchými organizačnými štruktúrami, čo sa týka aj počtu stupňov riadenia. Firmám sa odporúča divizionálny organizačný typ. Vo väčšine firiem je ich základná organizačná forma v podstate stabilná, nemení sa. Sú však organizačne pružné. Tieto spoločnosti sa často reorganizujú, ale týka sa to väčšinou okrajových otázok. Ich základná organizačná forma sa zriedkavo mení. Firmy nemajú veľký riadiaci aparát, najmä na úrovni ich centrálného riadenia. Väčšina vynikajúcich spoločností má na tejto úrovni relatívne málo ľudí, pritom sa usilujú pôsobiť "v teréne", tj. by pri riešení problémov a nevysedáva v kanceláriách. Jednoduchosť a nepočetnosť riadiaceho aparátu firmy je predpokladom jej pružnosti, zabraňuje

rozširovaní byrokratických metód práce a umožňuje ľahšiu adaptáciu firmy na meniace sa podmienky, ku ktorým dochádza vplyvom vedecko-technického rozvoja, konkurencie, konjunktúrnej situácie a pod. Veľkým firmám sa odporúča vytvárať také organizačné štruktúry, pri ktorých sa uplatnia vlastnosti a správanie malých pružných podnikov. Preto vo firmách sa preferuje decentralizované riadenie operatívnych činností.

8. Simultánne spájanie pevných a voľných vlastností riadenia (umenie spájať "riadenie s pritiahnutou a voľnou uzdu") . Ide vlastne o syntézu predošlých znakov vynikajúcej praxe riadenia. V podstate je to odporúčanie na koexistenciu a ladenie centrálného riadenia firmy a maximálnou autonómiou, t.j. s decentralizovaným riadením jej jednotiek. Je to problém účelnej miery delegovania rozhodovacích práv i zodpovednosti na tie organizačné články, ktoré majú na plnenie týchto úloh potrebné kvalifikačné a najmä informačné predpoklady. Realizácia tohto zámeru však vyžaduje, aby sa vytvorila jasná, centrálna stanovená a pre všetkých zamestnancov záväzná stratégia.

Od začiatku skúmania vynikajúcich spoločností sa autori snažili abstrahovať od úlohy ich vodcov - vrcholových manažérov. Pevne verili, že spoločnosti sa dostali na danú úroveň zásluhou jedinečného súhrnu uvedených vlastností, ktorými sa odlišovali od iných spoločností. Zistili však, že takmer každá úspešná spoločnosť mala silného vedúceho (alebo dvoch), a že najmä tí urobili mnoho pre firmu, aby sa stala vynikajúcou. Mnohé spoločnosti dosiahli svoju úroveň pod vedením výnimočnej osobnosti, pričom sa to udialo v pomerne skorom štádiu ich vývoja. Vynikajúce spoločnosti si teda vytvorili vlastnú kultúru riadenia, ktorá obsahuje hodnoty a praktiky veľkých vodcov, pričom tieto hodnoty pretrvávajú desaťročia, a to aj po odchode ich pôvodného "guru".

T. PETERS a R. WATERMAN neskôr napísali každý sám, resp. s inými autormi knihu *A Passion for Excellence - The Leadership Difference* (Vášeň pre dokonalosť - Rozdielnosť vedenia). Zdôraznili v nej najmä dve požiadavky: starostlivosť o zákazníka a neustálosť inovovania.

T. J. PETERS vydal roku 1988 knihu *Thriving in Chaos* (Byť úspešný v chaose), o ktorej sa veľa diskutovalo. Uvádza sa v nej 45 odporúčaní, jednoduchých rád, ktoré sú zoskupené do piatich základných skupín.

Základnú filozofiu knihy možno vyjadriť ako potrebu kvalitne riadiť v dnešných podmienkach stálych zmien. Je to umenie vytvárať v podniku podmienky na vnútornú stabilitu, ale zároveň podporovať inovačné zmeny s cieľom pružne reagovať na nové možnosti, ktoré vznikajú vplyvom chaosu externého zákazníckeho okolia. Preto je hodnota všemožných prognóz budúcnosti problematická a treba sa radšej sústrediť na vytváranie pružných podmienok fungovania organizmu firmy, aby sa mohla rýchle adaptovať na nečakané zmeny a v novom prostredí efektívne pracovať.

Po knihe *In Search of Excellence* sa v osemdesiatych rokoch objavili ďalšie práce opierajúce sa o empirické poznanie v riadení, a to nielen v USA, ale aj v iných krajinách.

ROBERT HELLER v diele *The Supermanagers* (Supermanažéri) z roku 1984 analyzoval 500 amerických firiem uverejnených v roku 1981 v časopise *Fortune*, ktoré vyhodnotil za roky 1970 - 1980 na základe ním zvolených ukazovateľov. Niektoré z firiem, ktoré skúmali aj T. J. PETERS a R. H. WATERMAN, nemali vo väčšine ním sledovaných ukazovateľov dobré umiestnenie (boli v druhej, často až v tretej stovke poradia). Na základe ďalších rozborov dospel autor k záveru, že PETERS a WATERMAN a ani časopis *Fortune* nedoceňujú význam podnikateľskej aktivity firiem na trhu. Preto ako jedno z podstatných kritérií posudzovania ich úrovne navrhol "rozhodnosť zaujať vedúce postavenie na trhu", čo obrazne vyjadril slovami "stať sa kráľom na svojom trhu".

R. LEVERING, M. MOSKOWITZ a M. KATZ v knihe, ktorá vyšla roku 1984, *The 100 Best Companies to Work for in America* (Sto spoločností, ktoré sa snažia byť v Amerike najlepšie) odvodili z ich hodnotenia 12 charakteristických črt, rozhodujúcich na dosiahnutie "dokonalosti" firmy.

Ich odporúčania sa odlišujú od záverov Petersa a Watermana, ktorí hľadajú na podmienky úspešného riadenia skôr očami manažérov, zatiaľ čo uvedená trojica autorov očami zamestnancov, resp. meradlami ich spokojnosti a sociálnej istoty.

Predstavy autorov týkajúce sa charakteristík (vlastností) vynikajúcich spoločností vyvolali vlnu diskusií. Názory nie sú jednoznačné. Pri ich hodnotení treba mať na zreteli tieto skutočnosti:

- Odporúčania pragmatického charakteru sú súborom zaujímavých príkladov úspešných spoločností a ich následného zovšeobecnenia. Chýba im náležité zdôvodnenie a overenie, ucelenosť a systematickosť. Netvoria ucelenú teóriu manažmentu. Niektoré návody na dosahovanie "dokonalosti" majú určité spoločné črty (napr. podnikateľská orientácia, nevyhnutnosť inovačnej aktivity, autonómnosť a pružnosť riadenia), iné sa však navzájom odlišujú.
- žiadny súbor odporúčaných pravidiel, ktoré majú viesť k "dokonalosti" firiem, nemá v americkom manažmente jednoznačne uznanie a nemôže si nárokovať na všeobecnú platnosť. Aj samotní pragmaticky

orientovaní manažéri v USA postupne ochladli vo svojom nadšení. Z firiem, ktoré sa stali pre T. J. PETERSA a R. H. WATERMANA východiskom na vypracovanie odporúčaní, sa neskôr viaceré dostali do hospodárskych ťažkostí, resp. sústava pôvodných hodnotiacich ukazovateľov vyznieva pre ne nepriaznivo. Napokon aj samotní autori vo svojich neskoršie vydaných prácach čiastočne modifikovali pôvodné názory.

Kritické hlasy proti pragmatickému prístupu odznali zo strany teoretikov, predovšetkým predstaviteľov tzv. racionálnych či exaktných metód rozhodovania. Napriek tomu je skúmanie a zovšeobecňovanie skúseností a praktík z riadenia úspešných firiem užitočné, lebo takto získané poznatky sa môžu stať dobrým zdrojom na zdokonaľovanie riadenia podnikov, ako aj pre rozvoj teórie manažmentu.

Pragmatický prístup k riadeniu predstavuje jeden zo zdrojov príspevkov k teórii a praxi manažmentu. Ich súčasťou sú rôzne prístupy vrátane prístupu založeného na kvantitatívnych metódach, ktoré v syntéze tvoria obsah teórie a praxe manažmentu.

1.8 Japonský manažment

Priemyselný rozvoj a modernizácia Japonska sa začali s obdobím Meidži v roku 1868. Od roku 1880 do roku 1914, t.j. za 34 rokov, Japonsko zdvojnásobilo svoj hospodársky výsledok. Trend rozvoja narušila druhá svetová vojna, ktorá znamenala zrútenie japonskej ekonomiky a veľký pokles výroby.

Po druhej svetovej vojne nastal veľkolepý rozvoj Japonska, ktorý sa vyznačoval rýchlymi tempami hospodárskeho rastu. V čase obnovy hospodárstva v rokoch 1945-1955 bol priemerný ročný rast 10,9%. Rýchle tempo hospodárskeho rastu dosahujúce ročnú mieru 9,6% pokračovalo aj v nasledujúcej ekonomickej fáze do roku 1973. Práve s týmto vývojom sa často spája označenie japonský hospodársky zázrak. V ďalších rokoch sa pred Japonskom vynorili problémy, ktoré vyplynuli zo zmien vo svetovom hospodárstve a ktoré vo veľkom rozsahu ovplyvnili japonskú ekonomiku. Potreba vyrovnať sa s touto realitou vyžadovala istú adaptáciu a preto sa rast ekonomiky prudko spomalil. Priemerný ekonomický rast Japonska v rokoch 1973-1985 bol 3,9% a v rokoch 1985-1989 4,9%. V roku 1990 a 1991 bolo priemerné tempo ekonomického rastu podobné ako v osemdesiatych rokoch a stále bolo rýchlejšie ako v popredných vyspelých krajinách. Od roku 1992 dochádza k výraznému poklesu ročného tempa rastu hrubého domáceho produktu a japonská ekonomika sa dostala do stavu stagnácie.

Hospodársky vývoj Japonska do druhej svetovej vojne bol pozoruhodný, nebol však náhodný a ani nepochopiteľný. Na hospodárskom zázraku mali podiel rozličné vonkajšie a vnútorné faktory. Pri ich vzniku a predovšetkým využití zohral dôležitú úlohu trhový mechanizmus. O pozitívny vývoj sa významnou mierou pričínil systém japonského manažmentu uplatňovaný vládou na úrovni hospodárstva a používaný v podnikoch.

1.8.1 Úloha štátu v rozvoji japonského hospodárstva (manažment japonskej ekonomiky)

Zahraniční pozorovatelia často hovoria o Japonsku ako o entite a vyjadrujú to výrazom "Japonsko, a.s.". Jeho ekonomiku pokladajú za regulovanú, takú, v ktorej vláda, podniky a verejnosť pochodujú v jednom šiku. Niektorí japonskí odborníci proti tomu rezolútne namietajú.

Základná koncepcia priemyselnej politiky vlády po druhej svetovej vojne spočívala na postupnom (graduálnom) prechode na trhovú ekonomiku.

Pre veľmi nepriaznivú povojnovú hospodársku situáciu a nevyhnutné zabezpečenie obnovy priemyselnej výroby japonská vláda začala uskutočňovať tuhú ekonomickú reguláciu a vyvíja silný vplyv na súkromný sektor. Príkladom vtedajšej priemyselnej politiky bol prioritný výrobný systém, schválený roku 1947.

Najdôležitejším obsahom koncepcie priemyselnej politiky v rokoch 1952-1960 bola politika priemyselnej racionalizácie. Okrem toho boli prijaté opatrenia týkajúce sa ďalších oblastí, ako je podpora exportu, zdokonaľovanie a rozvoj infraštruktúry.

Japonská vláda uplatňovala relatívne silnú ekonomickú reguláciu aj v priebehu vysokého ekonomického rastu v šesťdesiatych rokoch, keď sa usilovala zvýšiť medzinárodnú konkurencieschopnosť krajiny. V roku 1960 predložila plán zdvojnásobenia národného dôchodku a vysoký ekonomický rast sa stal oficiálnym cieľom japonskej priemyselnej politiky. Priemyselná politika mala dve základné úlohy: postupnú liberalizáciu obchodu a kapitálu a ďalšiu industrializáciu pomocou ťažkej chémie.

Meniace sa medzinárodné ekonomické prostredie od sedemdesiatych rokov kladlo nové požiadavky na priemyselnú štruktúru. Preto vznikla naliehavá potreba rozvíjať priemysel s vyššou pridanou hodnotou. V období adaptácie, t.j. v sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch mali v priemyselnej politike významné miesto tieto úlohy: presun priemyselnej štruktúry k intelektuálnej koncepcii (vláda schválila politiku sledujúcu vytvorenie technologicky progresívnych priemyselných odvetví), ako aj opatrenia proti verejnému ohrozeniu (ekológia) a na úsporu energie.

Jedným z najdôležitejších znakov japonskej povojnovej finančnej politiky, ktorá trvala do roku 1979, bolo regulovanie úrokových sadzieb vládou a ústrednou bankou. Tak sa vytvoril mechanizmus, pomocou ktorého mohli finančné inštitúcie mobilizovať úspory domácností na zabezpečenie spoločností lacnými prostriedkami. Malo to prispieť k uspokojeniu finančných potrieb na obdobie rýchleho ekonomického rastu. Devízové transakcie sa úplne liberalizovali až koncom osemdesiatych rokov.

Významnou charakteristikou japonského povojnového ekonomického systému je využívanie strednodobých ekonomických plánov. Od prvého päťročného plánu v roku 1956 každá ďalšia vládna administratíva si vytyčovala sústavu špecifických cieľov zodpovedajúcich požiadavkám doby. Hospodárske plány ukazovali hlavný smer budúceho vývoja hospodárstva a mali indikatívny charakter.

K strednodobým plánom pribudli dlhodobé stratégie, resp. vízie vývoja hospodárstva na 10, príp. viac rokov, ktoré sa v Japonsku už dávnejšie vypracúvajú.

Na tvorbe a realizovaní priemyselnej politiky mali veľký podiel inštitucionálne podmienky. Do hospodárskej politiky a do ekonomického plánovania boli najviac zapojené tieto inštitúcie: Ministerstvo financií, Ministerstvo zahraničného obchodu a priemyslu (známe MITI), Ministerstvo poľnohospodárstva, lesníctva a rybolovu a Ekonomická plánovacia agentúra (EPA). Vláda skutočne zohrala kľúčovú úlohu pri obnove národného hospodárstva. Priemyselná politika mala svoj podiel na rýchlom raste hospodárstva v šesťdesiatych rokoch. Za štruktúrnu adaptáciu na nové podmienky vďaka japonská ekonomika nielen trhovému mechanizmu, ale aj zámernej štruktúrnej politike. Priemyselná politika Japonska vzbudila preto veľký záujem v zahraničí.

V Japonsku sa vyskytujú rozličné názory na vývoj a súčasný stav vo vzťahoch vlády a hospodárstva. Proti podstate a vplyvu priemyselnej politiky vlády v období povojnovej rekonštrukcie hospodárstva až po dosiahnutie ekonomickej autonómie je pomerne málo opozície.

Pokiaľ ide o ďalší vývoj, jedni tvrdia, že úloha vlády postupne klesá, kým iní zastávajú názor, že vláda je tak isto vplyvná ako predtým. Proti hospodárskej politike vlády vzniesli niektorí odborníci silnú kritiku. Skeptici napríklad tvrdia, že to bola práve osobitná ochrana poskytovaná vybraným priemyselným odvetviami, ktorá im umožnila stať sa neprirodzeným spôsobom konkurenčnými na svetovom trhu.

Hodnotenie vývoja a súčasného stavu vzťahov medzi vládou a hospodárstvom sa často mení podľa toho, na ktorý aspekt vzťahov sa kladie dôraz. V tejto súvislosti sa konštatuje, že z hľadiska intenzity vzťahov medzi nimi úloha vlády v ekonomických otázkach bezpochyby začala ustupovať, čiže priamy vplyv vládnej politiky zoslabol, resp. nadobudol špecifickejší charakter. To znamená, že postupne sa znižuje tiež pôsobenie MITI a Ministerstva financií na súkromný sektor. V porovnaní s inými vyspelými krajinami je však vplyv vlády ešte stále na vysokom stupni.

“Verím”, napísal I. MIYAZAKI, “že základným prúdom v japonskej ekonomike od vojny a najmä v posledných niekoľkých rokoch je podstatný pokles toho druhu ekonomickej regulácie, o ktorej hovoria kritici. Kooperatívne vzťahy medzi vládou a spoločnosťami, medzi nimi a odborovými organizáciami, ako aj medzi hospodárstvom a spotrebiteľmi, sú však v Japonsku v istom zmysle užšie ako v iných krajinách. V určitom smere by som ich skutočne pokladal za »úspešnejšie«, ako v iných krajinách.”⁴³ Na inom mieste autor vyjadril názor, že “...vedúcim princípom ekonomickej politiky by mala byť sloboda na trhu, zatiaľ čo akékoľvek regulovanie alebo obmedzenie má byť výnimkou. Tento princíp logiky vyplýva zo skutočnosti, že Japonsko je slobodná trhovú ekonomiku, v ktorej najdôležitejším aktérom, v skutočnosti hlavným prispievateľom k ekonomickému rozvoju, nie je vláda, ale podnikavosť a inovačnosť súkromných spoločností a jednotlivcov”.

“Vláda nesie zodpovednosť nielen za také oblasti, ako sú politika, diplomacia a obrana, ale má veľkú úlohu aj v takých číro ekonomických otázkach, ako je optimálne rozmiestnenie zdrojov, kontrola nad rozsiahlym kolísaním v podnikateľskej klíme, spravodlivé rozdelenie príjmov, ako aj minimalizácia negatívnych vplyvov ekonomickej aktivity na spoločnosť a prírodné prostredie.”⁴⁴

1.8.2 Vývoj a podstata japonského manažmentu podnikov

“Pokiaľ ide o japonské úspechy,” napísal L. A. NEFIODOW, “nemožno ich presvedčivo vysvetliť len na základe ekonomických kategórií. ... Analýza ukazuje, že technicko-ekonomický vývoj nie je žiadny automatický proces, ale že ho určujú duchovné faktory, ktoré treba vidieť ako rozhodujúce faktory súťaže.

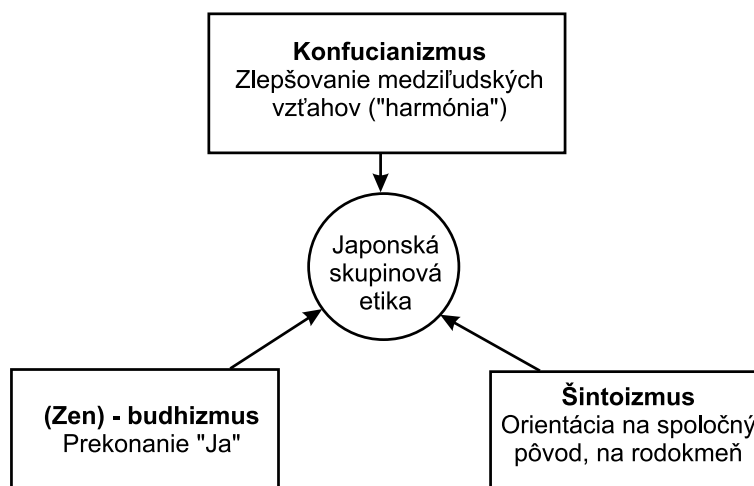
Z prác Maxa Webera vieme, že hospodársky poriadok krajiny...v rozhodujúcej miere určujú eticko-náboženské faktory. Japonský fenomenálny vzostup po druhej svetovej vojne je práve vzorovým príkladom tézy MAXA WEBERA, že hospodárska sila krajiny závisí od étosu spoločnosti.”⁴⁵

Japonskú povojnovú obnovu a ekonomický rast podporovali súkromné spoločnosti. Významnú úlohu v nich zohral japonský systém manažmentu podnikov, v ktorom bola zakomponovaná etická stránka.

⁴³MIYAZAKI, I.: The Japanese Economy. Tokyo, The Stimul Press 1990, s. 96-97.

⁴⁴Tamtiež, s. 15.

⁴⁵NEFIODOW, L. A.: Die künftigen Konjunkturmotoren. In : SVITAK, V. - MEWES, W. u.a.: Zukunft Deutschland. Strategie für Politik und Wirtschaft, Weissenhorn 1994, s. 218.



Obr. 1.3: Korene japonskej etiky

Každý podnik v Japonsku - podobne ako kdekoľvek inde na svete - je unikátny a uplatňuje vlastný systém manažmentu. Manažment japonských podnikov ako celok sa zásadne odlišuje od manažmentu západných firiem a používa mnohé odlišné manažérske praktiky. Vzhľadom na to japonský systém manažmentu nazývajú "teóriou Z" (W. G. OUCHI v roku 1981) ako protiklad teórií "X" a "Y", ktoré zodpovedajú západnému manažmentu.

Japonský manažment firiem vychádza z domácich tradícií, ktoré kombinuje so západnými skúsenosťami. Jeho obsah sa zakladá na dvoch zdrojoch, tj. na typických domácich prvkoch a na prvkoch prevzatých zo západného manažmentu. Túto podstatu možno charakterizovať ako dualizmus.

Podľa vývoja japonského manažmentu podnikov, a teda spôsobu uplatňovania tradičných japonských prvkov a ich kombinovania s prevzatými západnými prvkami, rozoznávajú sa dve etapy: pred druhou svetovou vojnou a po nej.

Východiskom a prvým zdrojom japonského manažmentu podnikov je tradičný systém riadenia, uplatňovaný od spriemyselnovania v období reštaurácie Meidži. Tvorí základ japonského manažmentu.

"Kým západné spoločnosti," napísal L. A. NEFIODOW, "sa od renesancie zameriavajú na presadzovanie čoraz väčších individuálnych práv, slobôd a prianí. Japonsko realizuje skupinovo orientovaný étos. Ten vznikol spojením konfucianizmu, budhizmu a šintoizmu"⁴⁶ (obr. 1.3).

Japonsko je krajina s konfucianistickou etikou. Konfucianizmus sa zameriava na zladenie záujmov jednotlivca, spoločnosti a štátu a stanovuje spoločenské normy a povinnosti človeka. Ústrednú úlohu má rodina. Jednotlivec má svoje primerané miesto len v rodine alebo v skupine. V rodine majú by hierarchické vzťahy, ktoré sa vyznačujú harmóniou. Rodičia sú povinní starať sa o svoje deti a deti majú by poslušné. Táto základná filozofia sa preniesla do japonských firiem, ktoré sa chápu ako rodiny.

Japonsko je krajina s budhistickou tradíciou. Ani v budhizme nemá ústrednú úlohu jednotlivec. Je tu snaha prekona vedomie svojej individuality, svoje ego. Keď chcú ľudia harmonicky žiť, musia potlačiť vlastné "ja". Šintoizmus založil úctu a pozitívny vzťah ku krajine, čím sa vysvetľuje postoj a orientácia Japoncov k svojej vlasti. Nevenuje osobitnú pozornosť jednotlivcovi.

V súlade s týmito základmi sa japonské podniky chápu ako skupiny, rodiny, čo im dáva vnútornú silu, proti ktorej nemá často jednotlivý bojovník zo Západu šancu. Paternalizmus vo firmách je významnou črtou manažmentu v Japonsku.

Z týchto filozofických koreňov vychádzali japonské "školy" riadenia po období Meidži. Bola to predovšetkým tzv. konfucianistická škola riadenia, ktorej zakladateľom bol E. ŠIBUSAWA (1840-1931). Na základe konfucianistickej doktríny myslenia stanovila určité normy, ideály (morálne vzory) a pravidlá, ktoré majú determinovať správanie sa jednotlivcov. Podľa nej všeobecné skupinové doktríny sú vznešené, rozhodujúce a musia riadiť individuálne emócie. Preto sa majú jednotlivci obetovať, sami seba zaprieť v záujme skupinových cieľov. Na formovaní "školy" mal v menšej miere podiel aj budhizmus.

Podľa P. DRUCKERA E. ŠIBUSAWA, ktorý v sedemdesiatych rokoch minulého storočia prerušil sľubnú kariéru v štátnych službách, aby prostredníctvom budovania podnikov vytvoril moderné Japonsko, videl v podnikovej organizácii niečo celkom nové a nepochybne vzrušujúce. Snažil sa kultivovať ju tým, že ju naplňoval

⁴⁶NEFIODOW, L. A.: Die künftigen Konjunkturmotoren. In : SVITAK, V. - MEWES, W. u.a.: Zukunft Deutschland. Strategie für Politik und Wirtschaft, Weissenhorn 1994, s. 218-219.

konfucianistickou etikou. Veľké japonské podniky v podobe, v akej sa vyvinuli po druhej svetovej vojne, sú v prevažnej väčšine organizované podľa ŠIBUSAWOVHO obrazu.

Druhým zdrojom japonského manažmentu sú poznatky západného manažmentu. Zásadný vplyv mal a aj dodnes má americký manažment. Do pozornosti sa dostali nástroje podporujúce zlepšovanie ekonomických výsledkov.

Tradičné japonské prístupy sú "... filtrom, ktorým prebiehal zložitý proces osvojovania rôznych západných techník a metód riadenia, ale ktorý nikdy nedovolil, aby sa riadenie stotožňovalo s týmito technikami a metódami. Pre Japonsko zostal manažment predovšetkým postojom a až potom technikou." Japonci sa vyznačujú tým - a to platí aj o manažmente -, že vedia veľmi inteligentne preberať cudzie poznatky (prvky) a včleňovať ich do existujúcich systémov. Keď novinky dôkladne preštudujú a absorbujú, začínajú pracovať na ich zdokonaľovaní, a preto nakoniec prevážia ich vlastné prístupy.

Začiatky amerického vplyvu na japonské riadenie sa spájajú s "vedeckým riadením" F. W. TAYLORA. Jeho kniha *Principles of Scientific Management* (Princípy vedeckého riadenia) vyšla v Japonsku už v roku 1912. O rok neskôr bolo preložené do japončiny ďalšie dielo *Shop Management* (Manažment dielni). Aplikácia taylorizmu v praxi viedla k zvyšovaniu produktivity práce. Neskôr sa vydávali práce aj ďalších amerických autorov. K väčšiemu prenikaniu a osvojovaniu si poznatkov západného, presnejšie amerického manažmentu v Japonsku dochádza po druhej svetovej vojne. Podnet k ich preberaniu dali americké okupačné sily. Japonské priemyselné firmy začali intenzívne študovať americký manažment s úmyslom využiť jeho prvky a prispôbiť ich domácim podmienkam. Japonci pokračovali v tomto trende a zoznamovali sa s novinkami. Súviselo to s prijatými programami zvýšenia produktivity práce, priemyselnej racionalizácie, zabezpečenia konkurencieschopnosti a pod.

K najvýznamnejším osobnostiam povojnového obdobia, ktoré osobitne zaujali pozornosť japonskej odbornej verejnosti a znateľne ovplyvnili japonský manažment, patrili traja Američania - WILLIAM E. DEMING, JOSEPH M. JURAN a PETER F. DRUCKER.

Po druhej svetovej vojne sa začal v Japonsku presadzovať systematický prístup ku kontrole akosti produkcie. V roku 1946 uskutočnila skupina amerických štatistikov cyklus prednášok a amerických priemyselných normách. V roku 1950 prišiel do Japonska na pozvanie skupiny japonských vedúcich predstaviteľov W. E. DEMING, aby manažérov a inžinierov naučil zdokonaľovať kvalitu. V japonských firmách usporiadal trojmesačný cyklus prednášok. Prednáškami "priamo fascinoval" publikum. Jeho odkaz znel: určiť kvalitu ako vrcholový cieľ spoločnosti. Jadrom jeho prístupu bolo štatistické riadenie kvality a krúžky akosti. Mnohí ho považujú za otca úspechov hnutia v Japonsku. Na jeho počesť bola založená DEMINGOVA cena, ktorá sa udeľuje za pokroky v kvalite.

J. M. JURAN, americký poradca v otázkach riadenia kvality, naučil Japoncov ako organizovať výrobu v továrni a ako zapracúvať ľudí, ale tiež ako treba ich prácu riadiť. V Japonsku zaviedol systém zásobovania "just in time", ktorého bol hlavným iniciátorom pri jeho vyvinutí pre potreby výrobných programov v USA počas druhej svetovej vojny. V americkej literatúre sa dnes traduje, že metódu vypracovali v šesťdesiatych rokoch manažéri firmy Toyota. Mnohé americké firmy ju preberajú z Japonska ako "najsenszačnejší objav manažmentu". Metóda je určená na minimalizáciu veľkosti zásob, pričom sa znižujú nielen náklady na zásoby, ale zároveň sa zvyšuje produktivita práce a kvalita výrobku.

P. F. DRUCKER naučil Japoncov manažmentu a marketingu. Naučil ich, že ľudia sú skôr zdrojmi ako nákladom, a že preto sa musia viesť tak, aby preberali zodpovednosť za svoje vlastné ciele a produktivitu práce riadenej skupiny. Ukázal im význam organizačnej štruktúry, ale zároveň ich naučil, že ju treba prispôbiť stratégii. Naučil ich tomu, že zmyslom existencie podniku je vytváranie zákazníka, a že podnik môže existovať iba vtedy, keď berie do úvahy trh. Prispel k tomu, že v Japonsku sa udomácnila "marketingová koncepcia". Jeho kniha *Principles of Management* (Prax riadenia) sa stala manažérskou bibliou pre Japoncov.

Postoje k americkému manažmentu v Japonsku po druhej svetovej vojne boli rozporné. Na jednej strane ho študovali a bola snaha osvojiť si ho, kým na druhej strane bol odmietaný. Aj napriek veľkému vplyvu západného, najmä amerického manažmentu si manažment japonských firiem zachoval mnoho tradičných prvkov, z čoho vyplývajú zásadné rozdiely medzi nimi. Podrobnejšie viď [1].

Kapitola 2

Princípy kybernetiky

2.1 Kybernetika: história a súčasnosť

Najvšeobecnejšími otázkami riadenia sa zaoberá kybernetika. Pre pochopenie politiky a kybernetiky si urobíme krátku historickú exkurziu. A. M. Ampère je vo všeobecnosti známy najmä ako vynikajúci fyzik; veď je po ňom pomenovaná jednotka elektrického prúdu. Menej známe už je, že samotný Ampère asi nepovažoval fyziku za prvoradú vo svojej vedeckej práci. Ďaleko intenzívnejšie sa počas niekoľkých desaťročí zaoberal filozoficko-metodologickými problémami, čo vyústilo v rokoch 1838-43 vydaním dvoch dielov jeho fundamentálnej práce o klasifikácii vied. V rámci tejto prisúdil pri politických vedách miesto aj kybernetike ako vede o riadení spoločnosti. Sám zdôraznil, že tento termín si prisvojil od starých Grékov. Aténčania oslavovali každoročne sviatok kormidelníkov - kybernézie, vyhlásený samotným Tézom. Slovo kybernétes sa používalo na označenie kormidelníka, ale postupne nadobudlo všeobecný význam pre človeka, ktorý riadi spoločnosť. O tom svedčí aj použitie tohoto termínu v Platónových dialógoch. V starom Ríme nadobudlo slovo kybernetika podobu gubernator (odtiaľ anglické governor, naše gubernátor, ap.). Slovo kybernetika použil vo svojom diele v roku 1843 - Vzťah filozofie ku kybernetike, alebo umenie vládnuť národu - aj poľský filozof-hegelovec Trentowski.

V rokoch 1925-29 vydáva ruský lekár a filozof A. Bogdanov rozsiahle dielo Všeobecná organizačná veda-tektológia, v ktorom sa zaoberá vedeckými princípmi riadenia spoločnosti. V ňom predstavuje v istej forme aj tzv. systémový prístup ku riadeniu zložitých systémov (je iróniou osudu, že že Bogdanov je viac známy ako adresát zdrvivúcej kritiky Lenina v Materializme a empiriokriticizme). Až niekoľko rokov po ňom vydávajú svoje práce v tejto oblasti von Bertalanffy a N. Wiener. Napokon sám Wiener priznáva neznalosť uvedených faktov v úvode svojej knihy Kybernetika a spoločnosť.

Politiku Ampère definuje ako súhrnnú vedu o prostriedkoch, s pomocou ktorých vlády chránia spoločnosť a zaisťujú nimi mier vo vnútri a národnú nezávislosť navonok. Len ťažko si vieme predstaviť výstižnejšiu definíciu politiky aj dnes. Vo svojej klasifikácii zahrňuje Ampère kybernetiku medzi tzv. politiku vo vlastnom slova zmysle, kam radí ešte teóriu moci.

Kybernetika by mala na základe vytýčených cieľov (princíp cieľovosti je jedným zo základných v kybernetike) zaoberať udržiavaním verejného poriadku, zachovávaním zákonov, spravodlivým rozdeľovaním daní, výberom ľudí a všetkým čo môže viesť ku zlepšeniu stavu spoločnosti. Len vďaka prehĺbenému a porovnávaciemu štúdiu rôznych elementov môže vybrať najlepšie rozhodnutia. Poznaním všetkého, čo sa vzťahuje na národ, ktorý riadi, k charakteru, mravom, mienke, dejinám, ku prostriedkom jeho existencie a rozvoja, môže vláda vytvoriť všeobecné pravidlá dialógu, ktoré sú pre ňu vodidlom v každom jednotlivom prípade.

Na kybernetiku úzko nadväzuje teória moci, ktorá zisťuje príčiny, ktoré viedli ku vytvoreniu rôznych vlád, ktoré tieto vlády chránia alebo rozvracajú, ktoré vyvolávajú alebo zabraňujú veľkým krízam. Musíme študovať pôvod moci a posúdiť rôzne systémy týkajúce sa samotného princípu na ktorom sú založené, ako sú napr. systémy práva, národnej zvrchovanosti, sily vecí alebo sily nutnosti, zjavné alebo tiché zmluvy medzi národmi a medzi tými kto je ich povolaný riadiť. Kybernetika predstavuje podľa Ampéra vedu o priebežnom riadení štátu (národa), ktorá vláde pomáha riešiť konkrétne úlohy, pred ktoré je postavená pri rešpektovaní všetkých podmienok a pri plnení všeobecného cieľa - zaistenie mieru a rozkvetu na Zemi. Úloha kybernetiky sa podobá úlohe stratégie vo vojenstve, avšak je to stratégia mieru. Zaujímavé sú odkazy na komplexný systémový charakter kybernetiky, ktorá sa opiera o výsledky rôznych vied.

2.2 Principia Cybernetica Project (PCP)

Každá doba mala a má svoje prístupy ku základným otázkam filozofie, ktoré vychádzali z existujúcej úrovne vedomostí a technológií. V súčasnosti je to najmä kybernetika, ktorá v epoche informatiky môže poskytnúť filozofii niektoré východiská ako aj inšpiratívnu silu. Vychádzame pritom z úvahy, že systémy vznikajú ako produkt evolúcie, čo je proces nepretržitej sebaorganizácie založenej na prirodzenej selekcii “najvhodnejšej” konfigurácie. Evolúcia nepretržite vytvára zložitosť a prostredníctvom adaptivity a riadenia vytvára podmienky pre zvládnutie neurčitosti okolitého prostredia. Vznik nových elementov riadenia na rôznych úrovniach môžeme považovať za “kvantá” evolúcie vznikajúce ako produkt metasystémovej tranzície.

Vek informatiky však poskytuje filozofii aj nové informačno-kybernetické technológie a vytvárajú pre filozofov podmienky o ktorých predtým mohli len snívať. WWW (World Wide Web) umožňuje paralelnú spoluprácu filozofov ako aj iných vedcov prostredníctvom využívania informácie v jednotlivých vrcholoch siete. Čitateľ môže “putovať” po kybersvete (cyberspace), komunikovať a vyberať informácie podľa svojich záujmov a cieľov. Vedomosti rozdrené po celej sieti sa môžu integrovať v procese vzájomnej komunikácie; spätná väzba a procesy selekcie vytvárajú možnosti pre tvorbu originálnych filozofických textov. PCP je nielen experimentom, ale aj modelom pre riešenie súčasných problémov spojených s informačnou explóziou. Obrovské množstvo fragmentovanej informácie vyvoláva potrebu neustálej snahy o reintegráciu, čo bolo vždy snahou najmä systémových vedcov ako aj filozofov.

2.2.1 Kybernetické systémy (KS)

Kybernetika ako veda o riadení zložitých systémov skúma rôzne druhy týchto systémov. Ako zložitý multidimenzionálny sieť informčných podsystemov možno považovať za kybernetické systémy, organizmy, spoločnosť, sociálno-ekonomické systémy, ekologické systémy, zložitý technologicko-ekonomický systém, ap. Tieto rôznorodé systémy je možno skúmať z hľadiska kybernetických princípov, ktoré umožňujú zjednocujúci pohľad na zdanlivo veľmi odlišné systémy.

V ďalšom uvedieme niektoré charakteristické KS.

Zložitosť (complexity): Kybernetické systémy sú zložitými štruktúrami s veľkým počtom heterogénnych vzájomne pôsobiacich (interagujúcich) podsystemov a elementov.

Vzájomnosť (mutuality): Podsystemy KS vzájomne pôsobia paralelne, kooperatívne, v reálnom čase vytvárajúc početné simultánne interakcie medzi subsystémami.

Komplementarita (complementarity): Interakcie medzi podsystemami spôsobujú, že subsystémy participujú na v mnohých štruktúrach; tým sa stáva opis izolovaného subsystému nepostačujúci; pre jeho opis treba uvažovať aj s okolitými subsystémami.

Evolučnosť (evolvability): KS majú tendenciu vyvíjať sa nie deterministicky plánovaným spôsobom, ale rozvíjajú sa istým “oportunistickým” spôsobom.

Konstruktívnosť (constructivity): KS sú konštruktívne v smere tendencie zväčšenia ich rozsiahlosti a zložitosti.

Reflexívnosť (reflexivity): KS obsahujú množstvo spätných väzieb, pozitívnych aj negatívnych. Interakcie medzi podsystemami majú za následok javy reflexívnosti (sebaopoznanie, sebamodelovanie, samoprodukcia, ap).

2.3 Filozofia v kybersvete

Vo vede, ale aj kultúre, sa vo všeobecnosti uznáva problém integrácie. Filozofiu môžeme chápať aj ako snahu pre integráciu konceptuálnych rámcov, ktorá by mohla pomôcť vytvoriť celok z obrovského počtu špeciálnych poznatkov, ktoré determinujú naše interakcie s okolitým svetom. Po istom zlyhaní logického pozitivizmu a mechanistických prístupov na vedu, môže poskytnúť určitú nádej systémový kybernetický prístup. Kybernetika ako veda o riadení zložitých systémov nachádza v nich rôzne typy a spôsoby organizovanosti, ktorá môže byť opísaná (modelovaná) na báze jej princípov a zákonov, bez ohľadu na špecifickosť predmetnej oblasti.

Princípy kybernetiky sa ukázali byť veľmi vhodným nástrojom v mnohých disciplínach, napr. v teórii riadenia, v počítačových vedách, v biológii, v sociológii, v termodynamike, ap. Mnoho súčasných aj minulých prístupov má korene v kybernetike, napr. umelá inteligencia, neuronové siete, systémy človek-stroj, samoorganizované systémy, ap. Napriek tomu tieto parciálne prístupy sa často neodôvodnene pokladajú za akési nové

paradigmy, hoci ich použitie je len lokálne. Rozvoj kybernetiky ako vedy o zložitých systémov má však ďaleko väčšie ambície. Cieľ integrácie vedeckých poznatkov je však neustále aktuálny; parciálne kybernetické (a iné) disciplíny môžu byť veľmi užitočné pri dosahovaní tohto cieľa najmä prostredníctvom neustálych vzájomných interakcií.

2.3.1 PCP (Principia Cybernetica Project)

PCP, ako už bolo spomenuté, vznikol ako odozva na potreby integrácie vedeckých poznatkov z rôznych oblastí. Vynára sa istá analógia s prácou Principia Mathematica Russella a Whiteheada. V PCP ide o aplikáciu kybernetických princípov na samotnú kybernetiku. Ide však ešte o ďaleko širší záber; ide aj o filozofický rámec.

Integrácia by sa mala týkať všetkých poznatkov ľudského vedenia. Na základe takéhoto poznania by bolo možné čiastočne sa pokúsiť zodpovedať na základné filozofické otázky. Podobne ako v tradičnej filozofii by mal nový prístup obsahovať ontológiu, metafyziku, epistemológiu a etiku. Kybernetika vystupuje v našom prípade ako metaveda; podobne ako matematika neopisuje konkrétne, ale abstraktné štruktúry. Práve tento metateoretický charakter umožňuje ich sebaaplikáciu. Metamodel je tiež model a preto môže byť modelovaný inými metamodelmi. V matematike je to známy postup tzv. "gödelizácia". Každý takýto postup sebareprezentácie je nekompletný, avšak to nemusí byť nevyhnutná podmienka pre praktický rámec modelovania.

Základné kybernetické prístupy a koncepty sú veľmi plodné v mnohých oblastiach, napr. v počítačových vedách, managemente, biológii, sociológii, ap. Dnes veľmi aktuálne (a módne) prístupy ako sú neurónové siete, umelá inteligencia, zložené systémy, samoorganizačné systémy, fuzzy technológie majú svoje korene preukázateľne v kybernetike 50-tych a 60-tych rokov. Dnes, najmä vďaka moderným výpočtovým prostriedkom, sa tieto prístupy začínajú prakticky uplatňovať, avšak ľudia pracujúci v týchto oblastiach ako keby sa už nepokladali za kybernetikov. Môžeme si položiť otázku: prečo nie je dnes kybernetika populárna? Jednou z odpovedí môže byť práve istá rezignácia na integračnú úlohu (istá autonómnosť spomínaných oblastí je prirodzená). Táto je však neobyčajne náročná, čo je ďalšou príčinou istého pozastavenia sa rozvoja kybernetiky.

Globálna integrácia vied je neustále aktuálna. K tomu je, okrem iného, načim využiť výsledky aplikačných oblastí vzištých z kybernetiky. Výsledky týchto špeciálnych oblastí môžu veľmi pomôcť kybernetike, a naopak, kybernetika ako všeobecná teória môže obohatiť tieto oblasti. Tento vzájomný dotyk a vzájomné pôsobenie kybernetickej teórie a kybernetickej praxe bude mať všeobecný úžitok. Dôležité je si uvedomiť, že takáto globálna integrácia musí mať aj svoj filozofický rozmer.

2.3.2 Princípy kybernetiky

Kybernetika ako veda o riadení zložitých systémov skúma a hľadá niektoré spoločné zákonitosti činnosti strojov, živých organizmov, spoločnosti; tým aj zdôrazňuje skutočnosť, že neexistuje absolútny rozdiel medzi živou a neživou prírodou, medzi organickým a anorganickým svetom. Pre kybernetiku je typický tzv. systémový, funkcionálny prístup ku skúmaniu problémov a javov okolitého sveta. Tento je tesne zviazaný so základnými pojmami a princípmi kybernetiky. Filozofia môže nájsť v kybernetike veľmi veľa podnetov, najmä preto, že kybernetika sa pokúsila o istú syntézu vo forme princípov a zákonov. Analýza niektorých všeobecne známych princípov kybernetiky môže ukázať aj ich, niekedy už dávno známy, filozofický fundament, ale aj odhaliť ich inšpiratívnu silu pre filozofiu.

Princíp vonkajšieho doplnenia. Vychádzajúc zo známej Gödelovej teórie o neúplnosti S.Beera pre účely riadenia formuluje tento princíp tak, že žiadny jazyk riadenia nie je celkom primeraný svojmu poslaniu (existujú v ňom takzvané nerozhodnuteľné "výroky" - v prípade riadenia nerozhodnuteľné situácie). Tento nedostatok sa však dá odstrániť, ak zaradíme do systému riadenia čiernu schránku (čierna schránka je vhodným modelom neobyčajne zložitého (kybernetického) systému, ak obsahuje toľko informácií, aby zvládla jeho variatu (čo je určitá miera zložitosti systému). Čierna schránka sa odvoláva na rozhodovacie procedúry, vyjadrené v jazyku vyššieho rádu, ktoré nie je možné formulovať v jazyku "základného" riadenia, a tým kompenzuje jeho nedostatky. Uvedený princíp môžeme považovať za metodologickú bázu hierarchických systémov.

Princíp nevyhnutnej variety sformuloval W. R. Ashby (súvisí so Shannonovou teóriou informácií) a vyjadruje to, že výkon regulátora nemôže byť väčší ako kapacita ("výkon") prenosového kanálu. Jedným z veľmi dôležitých výsledkov tohto princípu je tvrdenie o nemožnosti vytvoriť jednoduchý riadiaci systém, ktorý by efektívne riadil zložitý systém. Riadiaci systém teda musí byť nie menej zložitý ako systém riadený. Tento princíp môžeme inými slovami formulovať ako tzv. princíp adekvátnosti objektu a jeho regulátora. Príkladmi uplatnenia tohto princípu sú napr. invariantné systémy riadenia, adaptívne systémy s modelom riadeného objektu, ap.

Princíp neurčitosti , sformulovaný Beerom, vyjadruje dialektickú jednotu protirečení funkcie a štruktúry. Princíp stanovuje isté ohraničenia (analógia s princípom neurčitosti vo fyzike) poznania zložitých systémov v tom zmysle, že nemôžeme presne poznať súčasne štruktúru aj funkčné charakteristiky skúmaného systému. (To však neznamená, že na základe funkčných charakteristík nemôžeme uvažovať o štruktúre a naopak). Ako príklad môžeme uviesť napr. identifikáciu zložitých systémov, kde zvolená štruktúra modelu platí len pre isté rozsahy veličín. S uvedeným princípom úzko súvisí aj pojem čiernej schránky.

Princíp spätnej väzby nie je potrebné vysvetľovať; dobré je však pripomenúť, že z filozofického hľadiska je spätná väzba konkretizáciou jedného z najvyšších typov príčinného spojenia - vzájomného pôsobenia, kde každý proces vystupuje i ako príčina i ako následok (Hegel).

Princíp redukcie je výrazom všeobecnejšie známeho metodologického princípu aproximácie. Zložitost' a jednoduchosť tvoria dialektický pár kategórií. Ashby tvrdí, že teória systémov sa musí budovať na metódach zjednodušenia. Princíp redukcie je využívaný napr. v identifikácii, v teórii agregácie zložitých systémov, ap.

Princíp cieľovosti - formulácie cieľov - sa chápe ako imanentná charakteristika subjektu. Cieľ vzniká ako istý "ideálny obraz", ktorý chceme dosiahnuť. Vyjadrením tohto princípu je fenomén optimálnosti. Problém optimalizácie nie je z hľadiska filozofického a logicko - metodologického veľmi preskúmaný. Optimálnosť je vždy spojená s nejakým cieľom (kritériom). Z tohto hľadiska môžeme všetko čo sa stane faktom považovať za "optimálne". Je to istá analógia Hegelovho výroku "čo je skutočné je rozumné". Skutočný zmysel získava optimalizácia len vzhľadom na budúce udalosti. Reálny proces riadenia však nie je jednorázový akt, ale neustály proces činnosti, ktorý vedie od možnosti k skutočnosti. V tomto procese je neobyčajne dôležitý princíp slobody výberu, ktorý vyjadruje požiadavku riadiť v danom okamihu tak, aby zostala istá možnosť výberu aj v nasledujúci časový okamih. Tento princíp vedie na tzv. mnohovýrobové riadiace štruktúry a sekvenčné rozhodovacie procesy.

Princíp homeostázy vyjadruje známy fakt, že základným cieľom riadenia je homeostáza. Zákony homeostázy sú svojím spôsobom zákony zachovania v teórii riadenia. Podobne ako vo fyzike sú zákony zachovania tesne späté s princípmi optimálnosti (variačné princípy), tak aj v teórii riadenia sú zákony homeostázy spojené s princípmi optimálneho riadenia.

Princíp pozorovateľnosti a riaditeľnosti . Tento princíp môžeme chápať ako istú syntézu uvedených princípov. Pojmy pozorovateľnosť a riaditeľnosť tvoria duálnu dialektickú dvojicu, ktorá má v kybernetike ako vede o riadení zložitých systémov kľúčový význam. Pozorovateľnosť systému znamená, stručne povedané, že zo znalosti vstupov a výstupov je možno určiť počiatočný stav, prípadne aj vnútornú štruktúru systému. Riaditeľnosť systému znamená, že existuje vstupná riadiaca veličina, ktorá zabezpečí prechod systému z ľubovoľného počiatočného stavu do ľubovoľného konečného stavu za konečný čas. Tieto vlastnosti aj pre relatívne zložité dynamické systémy sa dajú exaktne matematicky formulovať. Pre neobyčajne zložité (kybernetické) systémy však uvedené vlastnosti exaktne matematicky zistiť nevieme (pretože kybernetické systémy je len ťažko možné formálne opísať).

Uvedené princípy sa niekedy označujú ako princípy kybernetiky 1. rádu, ktorá vychádza z wienerovského pohľadu a má bližšie k technickým vedám. Ďalšie princípy vychádzajú skôr z biológie a charakterizujú sa ako princípy kybernetiky 2. rádu (Foerster).

Princíp selektívneho zachovania . Stabilné konfigurácie sú zachované, nestabilné sú eliminované. Tento princíp je vyjadrením základného rozdielu medzi stabilnými a nestabilnými konfiguráciami.

Princíp autokatalytického rastu . Stabilné konfigurácie umožňujúce vznik konfigurácií podobných sa stávajú početnejšími. Tento evidentný princíp je zviazaný s predchádzajúcim princípom. Zatiaľčo prvý vyjadruje konzervatívnu stránku evolúcie, druhý vyjadruje aspekt rastu, vývoja. Autokatalytický rast vyjadruje nielen známu biologickú reprodukciu, ale aj pozitívnu spätnú väzbu v anorganických systémoch.

Princíp asymetrických prechodov . Prechod z nestabilnej konfigurácie ku stabilnej je možný, nie však opačne. Tento princíp implikuje základnú asymetriu evolúcie. Pravdepodobnosť prechodu z menej stabilného stavu do stabilnejšieho je oveľa väčšia ako opačná pravdepodobnosť. Tento princíp v podstate odpovedá Ashbyho princípu samoorganizácie, ktorý vyjadruje znižovanie neurčitosti pod vplyvom negentropie (organizácie). To si vyžaduje otvorenosť systému.

Princíp slepej variácie . Tento princíp nie je evidentný na prvý pohľad. Ak by nebol platný museli by sme zaviesť nejakú nadradenú hypotézu (napr. Boha). V biologických systémoch sa tento princíp uplatňuje prostredníctvom náhodných mutácií a rekombinácií. Avšak aj v zložitých dynamických systémoch (napr. technických) nie je možno vždy predpovedať budúci stav systému.

Princíp selektívnej zmeny . Čím väčší počet zmien konfigurácií nastane, tým je väčšia pravdepodobnosť, že jedna z týchto konfigurácií bude zachovaná.

Princíp rekurzivity konštrukcie systémov . Proces slepej zmeny a selektívneho zachovania konštruuje stabilné systémy pomocou rekombinácie stabilných podsystémov. Výsledkom takej konštrukcie je systém, ktorý je viac ako prostá suma jeho častí. Nový stabilný systém môže v ďalšom mať úlohu stabilného bloku pre zložitejší systém; to vedie ku hierarchickej štruktúre zložitého systému.

Uvedené princípy majú všeobecný charakter. Sú v nich skryté a fixované reálne existujúce protirečenia medzi systémom a prostredím, medzi procesmi informačnými a riadiacimi, medzi skutočným a cieľovým stavom, ap. V tejto súvislosti sú veľmi aktuálne najmä otázky formalizácie dialektickej logiky. Tieto problémy vystupujú do popredia najmä s rozvojom metód umelého intelektu.

Je pritom dosť prekvapujúce, že “tradičná” (aj tá, ktorá sa označuje ako postmodernistická) filozofia si nie veľmi všíma filozoficko - metodologické aspekty kybernetiky a umelého intelektu, hoci, citujúc Marxa: “Hic Rhodus, hic salta”. Chcem zdôrazniť, že tu vôbec nejde o akúsi mechanickú aplikáciu princípov kybernetiky vo filozofii. Filozofia však nemá právo ignorovať výsledky a závery zovšeobecnení, ktoré kybernetika priniesla.

Dovolím si poznamenať, že tak ako filozofi museli študovať aj veľmi špeciálne problémy fyziky, aby mohli interpretovať jej závery, (pritom niektoré princípy fyziky ako princíp korešpondencie, princíp neurčitosti, ap., majú dnes všeobecnú platnosť aj mimo samotnej fyziky) mali by veľmi pozorne študovať a pokúsiť sa zovšeobecniť kybernetické princípy aj mimo oblasť samotnej kybernetiky. Dnešný svet, či už sa nám to páči, alebo nepáči, je do značnej miery svetom kybernetickým, posthominálnym. Predtým, ako podrobnejšie pojednáme o tomto svete, uvedieme príklady ako si pomocou kybernetiky možno vysvetliť niektoré problémy histórie, súčasnosti a budúcnosti, ako aj niektoré kybernetické pohľady na tzv. globálne problémy ľudstva.

2.3.3 Konštruktívna kybernetická filozofia

Východiskom kybernetickej filozofie je princíp evolúcie. Systémy budeme chápať ako výsledok spojitého procesu, v ktorom vznikajú čoraz zložitejšie formy organizácie. Evolúcia sama o sebe nemá žiadny konečný cieľ. Vývoj je zabezpečovaný prostredníctvom neustálych pokusov a omylov v procese prirodzenej selekcie. Rôznymi kombináciami a rekombináciami systémov v procese neustálych zmien vznikajú nové systémy, z ktorých sú uchovávané stabilné a sú v súlade s požiadavkami okolitého prostredia. Mechanizmus variácie a kombinácie spojite vytvára nové systémy z predchádzajúcich, obvykle jednoduchších systémov. Vlastnosti novovzniknutejších systémov sa nedajú redukovať na vlastnosti ich elementov.

Táto evolucionistická interpretácia má súvis s konštruktivismom v matematike, kde existencia objektu je dokazovaná v procese jeho vytvárania-konštrukcie a nie, napr., na základe zákona o vylúčení tretieho. Konštruktivistické prístupy vo filozofii sú anti-fundamentalistické, nevychádzajú z nejakých základných neotrasiteľných pravd. Za jediný základ tejto filozofie možno považovať princíp konštruktívnej evolúcie alebo inak princíp prirodzenej selekcie (Heylighen). Tento princíp má tú vlastnosť, že je “prázdny”.

2.3.4 Od WWW ku supermozgu (super-brain)

Súčasná WWW je v mnohých smeroch podobná ľudskému mozgu. Analógia je medzi hypertextami a asociatívnou pamäťou. Spojenia medzi hyperdokumentami sú podobné asociáciám medzi konceptami uchovávanými v mozgu. Táto analógia však môže zahrnúť aj také procesy ako je učenie a myslenie.

V oboch prípadoch môžeme považovať získanie informácie ako proces “šírenia aktivácie”. Vrcholy alebo koncepty, ktoré sú sémanticky blízke hľadanej informácii sú “aktivované”. Aktivácia sa šíri z vrcholov siete cez spojenia k susedným vrcholom siete. Vrcholy, ktoré obdržali najväčšiu aktiváciu vystupujú ako kandidáti na odpovede. Tento proces sa opakuje, aktivácia sa šíri pomocou “asociácií” pokiaľ nie je nájdené vyhovujúce riešenie. Takýto proces sa do istej miery podobá procesu myslenia. V súčasnej WWW je šírenie aktivácie implementované len do určitej miery, pretože používateľ volí vrcholy alebo spojenia postupne, zatiaľ čo v mozgu tento proces prebieha paralelne. Ďalším atribútom by malo byť spojenie sémanticky blízkych vrcholov a dokumentov. To si však vyžiada proces učenia.

V ľudskom mozgu sa vedomosti získavajú pomocou procesu asociatívneho učenia. Tomu by mal odpovedať v sieti automaticky spôsob vytvárania asociatívnych spojení, bez neustáleho manuálneho vytvárania spojení. Pre takýto postup by sa dal využiť nejaký jednoduchý heuristický algoritmus, ktorý by posilňoval spojenia s

vrcholmi siete, ktoré majú veľkú relatívnu početnosť dotazovania a zoslaboval tie s malou frekvenciou výskytu. Takáto adaptívna samoorganizujúca vlastnosť siete by mohla umožniť vznik veľkej asociatívnej siete, ktorá sa permanentne adaptuje podľa želania používateľov.

V ďalšom vývoji je možno predpokladať dostupnosť prevažnej časti ľudského vedenia na WWW. Ak vedomosti budú usporiadané a získavané vyššie uvedeným spôsobom, mali by sme získať odpoveď na ľubovoľnú otázku. Princípiálne asi bude možno získať odpoveď aj na “zle” štruktúrované (“zle” položené) otázky. Takáto situácia sa môže vyskytnúť ak nevieme úplne presne sformulovať problém, avšak intuitívne to vieme opísať niektorými výrazmi (slovami). Pre zložitejšie problémy môže byť odpoveď dosiahnutá v niekoľkých krokoch. Napr. formulácia nejakého čiastkového problému obvykle vyvoláva celý rad asociácií; čiastkové odpovede môžu pomôcť lepšie formulovať problém, čo má za následok presnejšiu odpoveď, atď. Takto sieť funguje ako všeobecná spätná väzba, ktorá do istej miery usmerňuje činnosť používateľa.

Mechanizmus, ktorý je vyššie opísaný, umožňuje používať sieť ako externú pamäť uchovávajúcu obrovské množstvo informácií, zatiaľ čo používateľ sa môže sústrediť na vyššie formy činnosti vedomia. Pre maximálne využitie tejto kognitívnej sily je nutné minimalizovať prekážky medzi interným externým mozgom. V súčasnosti tento mechanizmus - ovládanie cez klávesnicu - je nedokonalý. Už v súčasnosti sa robia pokusy ovládať kurzor pomocou myslenia (senzormi zachytávané mozgové vlny spracované a vyhodnotené pomocou neurónových sietí a príslušných interfejsov vykonajú príslušnú operáciu).

Iný mechanizmus, ktorý môže byť použitý, je zabezpečenie šírenia sa otázky alebo sformulovaného problému po sieti, získavajúc informácie na mnohých miestach zabezpečiť prísun týchto informácií. Po vyhodnotení v našom mozgu pomocou vyššie opísaného mechanizmu môžeme formulovať ďalšie otázky a využiť “externý” mozog. Za predpokladu dobrého interfejsu je možno hranice medzi interným a externým “mozgom” fakticky odstrániť.

2.3.5 Integrácia jednotlivcov do supermozgu

Interakcie medzi interným a externým mozgom môžu prebiehať aktívne aj opačne; to znamená že externý mozog môže tiež klať otázky individuálnemu používateľovi. Takto sieť s dostatočne jemným mechanizmom riadenia môže adaptívne kontrolovať a dopĺňať svoje vedomosti. Pri nájdení medzier vo vedomostiach prípadne nejakých protirečení môže osloviť vhodných používateľov (napr. autorov alebo najčastejších používateľov) o doplnenie medzier a vyriešenie protirečení. Sieť takto realizuje implicitné a explicitné učenie aj prostredníctvom svojich používateľov zatiaľ čo títo sa učia prostredníctvom siete. Podobne sieť umožní výmenu informácií medzi používateľmi. Takýmto spôsobom sa mozgy používateľov stávajú vrcholami siete. Aj keď individuálni používatelia môžu odmietnuť odpovedať na otázky prostredníctvom supermozgu, asi ťažko niekto odmietne využiť neohraničený potenciál a inteligenciu supermozgu pre svoje vlastné účely.

Avšak vo všeobecnosti, najmä z etického hľadiska, za poskytované služby treba poskytnúť protihodnotu. Nakoniec zviazanosť individuálnych mozgov so sieťou a teda aj navzájom medzi sebou bude taká silná, že naozaj vzniká “mozog mozgov”, teda supermozog. Milióny (v budúcnosti možno miliardy) mozgov s individuálnymi procesmi a zvláštnosťami myslenia pracujú paralelne, vytvárajúc stále nové vedomosti.

Vytvorenie supermozgu nie je dostatočné pre realizáciu metasystémovej tranzície (prechodu). Je načas vytvoriť vyššiu úroveň riadenia, ktorá by riadila a koordinovala procesy riadenia na nižšej úrovni, čiže na úrovni individuálnych mozgov. Aby sme supermozog mohli charakterizovať ako metasystém, myslenie na úrovni supermozgu musí byť nielen kvantitatívne, ale aj kvalitatívne odlišné od ľudského myslenia.

Neustála reštrukturalizácia a reorganizácia, skvalitňovanie vedomostí supermozgu prostredníctvom neustálej analýzy a syntézy vedomostí individuálnych mozgov, dopĺňovanie vedomostí a riešenie inkonzistentností je metaúrovňový proces; nielenže využíva existujúce vedomosti, ale vytvára nové, ktoré sú na vyššej úrovni. Takýto riadený proces vývoja vedomostí vyžaduje metamodel; model vytvárania nových modelov. Takýto metamodel môže vychádzať na analýze blokov vedomostí, mechanizmu kombinovania a rekombinovania blokov pre generovanie nových vedomostí na základe istých hodnôt a kritérií.

2.3.6 Metasystémová tranzícia

Predstavme si ľubovoľný systém S . Predpokladajme, že existuje spôsob ako urobiť množstvo jeho kópií, aj s možnými variáciami. Predpokladajme zjednotenie (integráciu) týchto systémov do nového systému S' , ktorý obsahuje systémy typu S ako svoje podsystémy a zahŕňa tiež dodatočný mechanizmus riadiaci chovanie a produkciu S -subsystémov. Tento nazveme metasystém M' vo vzťahu ku S a proces vytvárania nazveme metasystémová tranzícia (prechod)-MT. Postupnou aplikáciou tohto postupu sa vytvára mnohoúrovňová štruktúra riadenia, ktorá umožňuje zložité spôsoby správania. Vo všeobecnosti môžeme považovať aj biologickú a kultúrnu evolúciu ako metasystémové tranzície vo veľkom meradle. Koncept metasystému nám umožňuje zaviesť istú kvantitatívnu mieru evolúcie a tak rozlíšiť progres (pozitívny smer evolúcie) od regresu (negatívny smer).

Kybernetické systémy môžeme charakterizovať z hľadiska ich štruktúry alebo z hľadiska ich funkcie. Zatiaľ nie je možno, vzhľadom na nedostatočné poznanie, opísať a vysvetliť dosť dobre činnosť mozgu ako funkciu jeho štruktúry.

Môžeme však pozorovaním prejavov evolučných systémov usudzovať na jeho vnútornú štruktúru. Z pohľadu funkcionálneho je matasystémová tranzícia ten prípad, ak nejaká aktivita A , ktorá je charakteristická pre riadenie systému S , je sama riadená ak nastane MT. Funkcionálny aspekt MT môžeme vyjadriť ako reláciu: riadenie $A = A'$. Ako príklad môžeme uviesť nasledovnú postupnosť MT:

riadenie polohy = pohyb

riadenie pohybu = dráždivosť (jednoduchý reflex)

riadenie dráždivosti = (komplexný) reflex

riadenie reflexu = asociácia (podmienенý reflex)

riadenie asociácií = ľudské myslenie

riadenie myslenia = kultúra

Super a/alebo metabytie

Integrácia ľudských bytostí prostredníctvom veľmi rozvinutých systémov človek-stroj môže byť zdrojom zaujímavých (aj keď nesmierne problematických) úvah o kybernetickej nesmrteľnosti. Táto idea (inak známa v prácach ruského filozofa Fiodorova) predpokladá faktické zotretie hranice medzi organickou (mozog) a anorganickou (počítač) hmotou. Takýto hybridný organizmus môže prežiť nie ako biologický systém, ale ako vysoko organizovaný kybernetický systém, prepojený aj s organickým svetom.

Prostredníctvom priamej komunikácie mozgu s počítačom smrť individuálnych jedincov takéhoto systému nemá za následok zánik celého systému. Takýto metasystém môže sa evolučne vyvíjať. Je otázkou či takýto systém, ktorý môže vzniknúť ako následok budúcich metasystémových tranzícií, bude považovaný za individuálnu bytosť (metabytosť), alebo ako spoločnosť bytostí (superbytosť).

Tvorivý akt slobodnej vôle je biologickou funkciou ľudských bytostí. V budúcom supersystéme musí táto schopnosť byť zachovaná ako nevyhnutný základ a nové kvality sa musia dosahovať skrze nich a pre nich. Veľkou výzvou pre ľudstvo je práve dosiahnutie syntézy medzi integráciou a slobodou. Kybernetické nesmrteľné bytosti však tiež budú podliehať evolučnému vývoju prostredníctvom mutácií, sebareprodukujú sa aj z iných materiálov.

2.3.7 Metafyzika

Filozofia tradične začína metafyzikou alebo ontológiou (náukou o bytí). Na rozdiel od "klasických" ontológií kybernetický prístup začína od elementárnych akcií alebo procesov a nie od statických objektov alebo častíc. Relatívne stabilné systémy vznikajú v procese slepeho hľadania a selektívneho výberu. To vedie ku samoorganizovanej evolúcii univerza ako celku. Tá je charakterizovaná spontánnym vznikom zložitejších komplexov: od elementárnych častíc v priestoro-čase ku atómom, molekulám, kryštálom, disipatívnym štruktúram, bunkám, živočíchom, človeku, spoločnosti, kultúre, atď. Procesy vzniku možno považovať za "kvantá" evolúcie; sú to nespojité procesy, ktoré nemenia len stav systému, ale aj jeho organizáciu. V nových systémoch vlastnosti celku sú obmedzované jeho časťami (redukcionizmus), ale aj správanie sa častíc (podsystemov) je obmedzené celkom (holistický prístup). Asi najdôležitejší typ vzniku je už spomenutý metasystémový prechod (Turchin, 1977). Príkladmi sú, napr., vznik života, viacbunkové organizmy, ľudská inteligencia, ap. Je charakterizovaný rastom zložitosti (rôznorodosti) na úrovni objektu a so vznikom metariadenia (koordinácie) na vyššej úrovni.

Prechod od klasických rámcov filozofie ku konštruktívnym môže byť tiež ako príklad takejto tranzície. Namiesto rôznych základných východísk je možno tieto istým spôsobom integrovať na netaúrovni riadenia.

2.3.8 Konštruktívna epistemológia

Uvedený príklad ukazuje, že MT je nielen mechanizmus fyzikálnej alebo biologickej evolúcie, ale aj základny princíp riešenia problémov.

Evolúcia je fakticky jeden gigantický proces riešenia problémov ktorý na báze pokusov a omylov hľadá odpoveď na otázku: ako zostrojiť systém, ktorý prežije v maximálnej variete situácií (Heylighen, 1988)? Vedomosti a poznanie sú jedným z výsledkov takéhoto procesu. Funkcia vedomostí ako samovoľného selektora (vicarious selector) je v eliminovaní nebezpečných alebo nevhodných akcií predtým ako boli uskutočnené a tak zvyšovať šance prežitia systému. Uvedený selektor môžeme považovať za najzákladnejšiu formu modelu, ako abstraktný systém reprezentujúci procesy vo vonkajšom prostredí. Model (obvykle homomorfný) je vždy jednoduchší ako prostredie, umožňuje predikciu a tým aj možnosť včasných akcií.

Model nie je len statická homomorfná reflexia prostredia; je to dynamický proces, ktorý prostredníctvom pokusov a omylov získava individuum, druh, spoločnosť. Reprezentuje nie štruktúru prostredia ale skôr jeho

funkciu (akciu). Existuje veľa rôznych modelov reality, rôznym spôsobom túto odrážajú. Vytváranie a posúdenie modelov je možné len z istej metaúrovne, čo môžeme charakterizovať ako MT vo vzťahu ku triede modelov.

2.3.9 Evolučná etika

Evolučná filozofia môže byť prostriedkom pre vytváranie etiky. Evolučná etika (podobne ako evolučná ontológia a epistemológia) nie je veľmi známa. Vychádza z presvedčenia, že naše ciele nezávisia od samotnej prírodnej evolúcie a že si ich môžeme voľiť (Turchin, 1977). Nie je najvhodnejšie odvodzovať ich ani prostou predikciou prirodzeného vývoja. Napr. biologická evolúcia favorizuje individualizmus (egoizmus); naopak ľudstvo dokázalo cestou MT rozvinúť také javy ako kooperácia.

Ďalšou zaujímavou stránkou takejto etiky je už spomínaná kybernetická nesmrteľnosť. To čo prežíva nie je materiálny substrát, ale neobyčajne zdokonalený systém človek-stroj. Kybernetická nesmrteľnosť môže byť veľmi pozitívnym motívom v činnosti ľudstva.

Jednou zo základných hodnôt môže byť aj snaha o optimálne využitie všetkých znalostí ľudstva. Takáto snaha môže viesť ku metasystémovej tranzícii v tomto smere, čo môže vyústiť do doposiaľ nepoznaných, už spomínaných foriem (superbytie, metabytie).

2.3.10 Metódy a prostriedky budovania kybernetickej filozofie

Vytváranie kybernetickej filozofie je proces, ktorý sa opiera o vyššie uvedené prístupy. Základnou ideou je vytváranie tejto filozofie ako rekombinácie rôznych systémov, následná selekcia kombinácií, ktoré sú relatívne stabilné.

Tieto v procese ďalšej rekombinácie a selekcie vytvárajú nové systémy. Pri značnej zložitosti problémov je nutné uskutočniť metasystémovú tranzíciu, ktoré na vyššej úrovni integruje prípadne kontradikcie v zmysle princípu vonkajšieho doplnenia.

Pre budovanie takejto filozofie je našim generovať neustále nové idey, koncepty a systémy konceptov. Idey (podobne ako gény) podliehajú variáciám a selekcii, rekombináciám a mutáciám, šíria sa a zachovávajú. Základnou metodikou pre urýchlenie vývoja je v podpore a zosilňovaní tendencií pomocou kybernetických metód a (informačných) technológií.

To si vyžaduje veľkú varietu konceptov a ideí, generovaných veľkou varietou zdrojov (napr. rôznych aktívnych prispievateľov-účastníkov projektu s rôznym vedeckým a kultúrnym pozadím). Ďalej je potrebné mať prostriedky realizáciu uvedených prístupov, čiže počítače umožňujúce komunikáciu, ktoré umožnia kombinácie a asociácie konceptov na základe dohodnutých kritérií pre vytváranie nových systémov.

2.3.11 Získanie rôznych názorov

Pre praktickú realizáciu projektu PCP je veľmi dôležité získať čo najširšie spektrum rôznych názorov z rôznych oblastí nielen z tradičných vedeckých disciplín, ale aj z oblasti filozofie, technológie, náboženstva, ap.). Prispievatelia sú z rôznych krajín, svetadielov. Jedinou možnou cestou je využitie nových komunikačných médií. Použitie klasických médií a aj elektronickej pošty je nedostačujúce. Je nutné využiť plný rozsah možností integrovaných služieb digitálnej siete (text, zvuk, obrazy, video, telekonferencie). Komunikácia pomocou počítačov umožňuje nielen rýchlu výmenu informácií, ale aj využitie rôznych techník, napr. diskusných klubov. Počítač uchováva zoznam adries všetkých účastníkov ako aj poslané správy, ktoré si asynchrónne môže prečítať každý člen a môže asynchrónne príslušne reagovať. Tento dynamický spôsob komunikácie umožňuje priamu diskusiu v reálnom čase. Príspevky je možné v ľubovolnej dobe "stiahnuť" z centrálného počítača pre rôzne účely.

2.3.12 Reprezentácia vedomostí (filozofických) v počítači

Zhromažďované vedomosti by nemali byť len heterogénnou zmesou príspevkov, ale skôr systémom znalostí; nato potrebujeme nejaký systém reprezentácie poznatkov. Sú známe rôzne prístupy: frames (rámce), objektovo-orientované schémy, sémantické siete, produkčné pravidlá, ap. Expertné systémy, zahrňujúce tieto techniky, však nie sú najvhodnejšie pre účely komunikácie na WWW. Vyžaduje sa flexibilnejšia štruktúra ako sú napr. hypermediálne štruktúry. Vedomosti sú tu reprezentované ako "kúsky" (chunks). Tieto obsahujú text, obrazy, vzorce, alebo aj iné média (video, zvuk), ktoré sú navzájom poprepájané rôznymi typmi asociatívnych spojení (links). Tieto je možno aj editovať a tým si z nich vybrať potrebné časti ako aj ich inovovať. Výhody v porovnaní s expertnými systémami sú zjavné: reprezentácia neformálnych, kontextových ideí, informácií, napr. aj poézie, metafor, hyperbol, analógií, asociácií, ap. Nevýhodou (zatiaľ) je to, že neformálnosť prístupu neumožňuje využiť rôzne inferenčné pravidlá pre zodpovedanie položených otázok.

V súčasnosti v projekte PCP sú využívané ako formálne (logické, matematické definície, teorémy, ap.), tak aj neformálne (čiastočne) prístupy (analógie, príklady, ap.). Podobne ako v procese iných evolúcií však reprezentácia vedomostí je otvorený dynamický permanentný problém, ktorý musí predstavovať adaptívny systém. Zrejme sa vytvoria rôzne hybridné systémy reprezentácie. Vo filozofii by mohli byť veľmi užitočné sémantické prístupy, v ktorých z jednotlivých kúskov rôznych textov by pomocou formálnych aj neformálnych spojení môžu vzniknúť nové koncepty, pojmy.

2.3.13 Informačná spoločnosť

Informačná spoločnosť (IS) je dnes predmetom intenzívnych úvah, štúdií ale aj vzrušených diskusií s kontroverznými pohľadmi. Pre hlbšie pochopenie procesov v IS je načas uvažovať aj jej sociálne, historické, ekonomické a environmentálne aspekty. Produktom "technologickéj evolúcie" je technologické prostredie, ktoré spätne vplyva na ľudskú kultúru. Vzťah medzi technológiou a spoločnosťou je ťažko pochopiť bez analýzy sociálno-ekonomických mocenských vzťahov.

V každej spoločnosti ako hovorí Machiavelli existujú vládnúci a ovládaní. Analogicky to platí aj v oblasti technologického rozvoja. Priepasť medzi elitou, ktorá aktívne vyvíja nové technológie a masami, ktoré pasívne tieto prijímajú, sa neustále prehľbuje. Tieto trendy sa premietajú aj do ostatných štruktúr spoločnosti. Intelektuáli, ktorí sa považujú za nezávislých, sú jedinou reálnou silou, ktorá môže (ak vôbec môže) poukázať aj na negatívne stránky technologického rozvoja.

2.3.14 Problémy moci, politiky a štrukturálnych zmien

Otázka moci je dodnes jednou z najmenej pochopených a najdôležitejších otázok života, najmä v dnešnej spoločnosti. Dochádza nielen ku presunu, ale aj k premene moci. Kým dodnes prevládajúci názor preferuje v otázkach moci bohatstvo a násilie, v súčasnosti sa ako najkvalitnejšia forma moci začína považovať vedenie (znalosti, vedomosti). Vedenie má zásadne iný charakter ako peniaze a násilie, pretože je oveľa dostupnejšie širokému okruhu ľudí, má demokratický charakter. Bohatstvom, peniazmi v súčasnosti začína byť informácia.

Základným znakom informačnej spoločnosti je to, že vedomosti, znalosti, informácia vôbec, majú strategický charakter (podobne ako kapitál v industriálnej spoločnosti). Sme svedkami historickej transformácie tradičného modelu moci. Prejaví sa to postupne vo všetkých sférach života spoločnosti. Informácia sa stáva rozhodujúcim zdrojom kapitálu a ekonomickej moci. Podrobnejšie o týchto otázkach viď kapitolu o kyberokracii (40).

Významným dôsledkom je aj veľký vzrast mimovládnych organizácií a inštitúcií. Tieto môžu vytvárať koalície a mať v konečnom dôsledku vplyv aj v rozhodovacích procesoch aj mimo oficiálnych rozhodovacích štruktúr (vláda, parlament, samospráva). Ako príklady možno uviesť rôzne občianske a profesionálne či stavovské združenia (rôzne lobbystické skupiny, nadácie, komory rôznych profesií, napr. lekárov, právnikov, zväzy spotrebiteľov, rôzne skupiny na rasovej báze, ap.). To všetko predstavuje novú kvalitu interakcií medzi štátnymi inštitúciami a organizáciami reprezentujúcimi občiansku spoločnosť. To si bude vyžadovať najmä od štátnych inštitúcií, ale aj od predstaviteľov väčších priemyslových spoločností podstatne väčšiu pružnosť pre získanie informácií a pre vybudovanie komunikačných infraštruktúr v týchto nových zmenených podmienkach. Všetky tieto a iné zmeny budú mať za následok nové diskusie, spory o ciele jednotlivcov a spoločnosti v kyberokratickom štáte; tieto budú umocnené bezprecedentnými komunikačnými možnosťami aj v oblasti propagandy medzi štátmi. Kyberokracia bude vyžadovať totálne zmeny aj v spôsoboch vládnutia. Dôležité budú aj zmeny v chápaní slobody, autority, rovnosti, demokracie v informačnom veku.

2.3.15 Tienisté stránky informačnej revolúcie

Informačná revolúcia má aj svoje tienisté stránky, aj v oblasti demokracie ako takej a všeobecnejšie v politike. Prejavy kríz demokracie sú niekedy tiež nevelmi pozorovateľné; postupujúca degradácia sa vynára len pri prekročení istých kvalitatívnych prahov. V histórii je politika zviazaná s vývojom technológie médií. V súčasnosti je politika neoddeliteľná od masmédií, najmä od televízie. Spôsob prezentovania správ v televízii, jeho skratkovitý charakter, nahrádza hlbšie poznanie a vnímanie a vedie ku návyku prijímania aj tých najhroznejších správ ako niečoho normálneho a virtuálneho.

Filtrácia správ a reality vôbec vedie ku deformácii informačného reťazca, od zdroja až ku spotrebiteľovi informácie. Výsledkom je absolútna prevaha televízie pri vytváraní obrazu politiky a zmenšovanie vplyvu tlače.

Samozrejme, že pri začiatkoch televízie, v tridsiatych rokoch, boli plány a zámery jej tvorcov úplne iné. Zdôrazňovala sa najmä vzdelávacia stránka televízie; táto mala slúžiť hlavne verejným a nie komerčným záujmom. Avšak vývoj v trhovom prostredí úplne zmenil pôvodné zámery. Dnes viac ako 90% televízneho času je venované zábave.

V súčasnosti je v podobnom počiatočnom štádiu ako bola televízia v tridsiatych rokoch, nastupujúca počítačová komunikácia v kybersvete. Znovu ako v počiatočnej televízii, prevládajú optimistické prognózy ďalšieho vývoja. V oblasti politiky je to najmä idea “elektronickej demokracie”. Táto sľubuje novú éru participácie pri rozhodovaní o veciach verejných. Prostriedkom má byť všeobecne pre každého dostupný dobrý počítač zapojený do dobre fungujúcej siete.

Tieto veľkolepé predikcie vychádzajú z extrapolácie súčasného stavu Internetu, ktorý ako nová forma komunikácie môže naozaj vzbudzovať nádeje. Je to najmä jeho značná (zatiaľ) nekomerčnosť. Existujú však predpovede, že už v blízkej budúcnosti niekoľkých rokov dôjde k jeho značnej (podľa niektorých prognóz úplnej) komercializácii. Dôležité je tiež upozorniť, že zatiaľ prevažuje v komunikácii na Internete tlačené slovo, čo pre značný počet ľudí (funkčne negramotných) je prekážkou ďalšieho rozšírenia. Avšak projekty informačných superdiaľnic zabezpečia potrebné prenosové vlastnosti pre šírenie hlavne videosignálu, čo úplne zmení charakter Internetu.

Ďalšou otázkou je kto bude platiť v budúcnosti neustále rastúce náklady na informačné superdiaľnice? V tomto smere sa zrejme ukáže, že tento projekt je typický príklad projektu intenzifikujúceho zisky a externalizácie nákladov.

Pri jasných trendoch komerčného využitia sa v trhovom prostredí vytvorí nejaká trhová cena služieb; táto sa môže stať nedostupnou pre široké vrstvy. Môže sa ukázať, že podobne ako pri projekte káblovej televízie, ide hlavne o ďalšiu formu zväčšovania ziskov.

Avšak tieto ekonomické úvahy nemusia byť podstatné. Veľmi dôležité sú aj otázky demokracie a politického systému. Nová generácia si neustále odznova osvojuje základné fakty a prístupy k demokracii. Môžu vzniknúť otázky či prvky elektronickej demokracie skvalitňujú politický systém žiadaným smerom, alebo či nevedú ku nejakej novej forme totality. Záverom je potrebné zdôrazniť, že vyššie uvedené poznatky sú len jedným z možných pohľadov na súčasnú kybernetiku a príbuzné oblasti ako aj na využitie počítačovej komunikácie vo vedeckej práci. Aj z tohoto dôvodu neuvádzame literatúru, pretože väčšina zdrojov je k dispozícii v podobe hypertextov na WWW na adrese <http://pespmc1.vub.ac.be>

2.4 Kyberokracia

V ďalšom je pojednané o vplyve nových informačných technológií na ekonomiku, politiku, na problémy riadenia v štátnej aj v privátnej sfére, ap. V závere sú sformulované niektoré odporúčania, ktoré z tejto štúdie vyplývajú, napr. pre perspektívy riadenia organizácií.

2.4.1 Úvod

Kyberokracia je pojem na označenie “byrokracie” 21. storočia. Informačná revolúcia, nové informačné a komunikačné techniky, technológie a štruktúry podstatne zmenia činnosť a postavenie byrokracie (štátnej aj podnikovej). Samotný pojem kyberokracia je skratkou pre “kybernetickú byrokráciu”, byrokráciu, ktorá bude pôsobiť v kybernetickom svete (kybersvete), priestore (cyberspace). Slovo cyberspace bolo použité autorom W. Gibsonom v jeho science fiction Neuromancer; tento predstavuje koncepciu informačnej technológie dostupnej každému.

V súčasnosti cyberspace označuje sieť navzájom prepojených serverov na zemeguli. Prvá časť tohto slova evokuje možnosť navigácie (“kormidlovania”, z gréckeho slova kybernao) v informačnom priestore údajov ako aj možnosť riadenia pomocou ich manipulácie. Slovo priestor (space) zase označuje to čo obvykle chápeme pod týmto pojmom v matematike a vo fyzike (možnosť voľného pohybu) ako aj virtuálnu nekonečnú množinu vecí. Priamym vyjadrením uvedeného je technológia virtuálnej reality, spojeného trojrozmerného priestoru generovaného počítačom, ktorý reaguje na pohyby používateľa manipulujúceho s virtuálnymi vecami v tomto priestore ako v reálnom fyzikálnom priestore.

Korporácie (inštitúcie, podniky, ústavy, firmy, banky, ap.) čoraz dôraznejšie presadzujú svoju účasť v INTERNETE. Internet založený na prenosovom protokole TCP/IP, môžeme chápať ako “sieť sietí”. Spája desiatky tisíce malých počítačových sietí na celom svete. Počet pripojených počítačov je niekoľko miliónov a každým rokom exponenciálne rastie. Základnou službou na Internete je elektronická pošta. Okrem individuálneho styku dvoch osôb je možná aj skupinová komunikácia prostredníctvom rôznych diskusných klubov. Pre získanie potrebných materiálov, napr. článkov, existujú najznámejšie služby FTP (file transfer protocol) a GOPHER. Gopher je používateľsky ľahší, nevyžaduje špeciálnu procedúru prihlasovania sa. Najväčšie zastúpenie na internete však prislúcha protokolu HTTP.

V kontexte búrlivého rozvoja Internetu majú veľký význam prostriedky, ktoré sú schopné integrovať jednotlivé klasické internetovské aplikácie. Medzi tieto prostriedky patria predovšetkým systémy typu Gopher a WWW (World Wide Web), systémy, ktoré zabezpečujú prezentáciu dokumentu užívateľom.

Výraznejšiemu rozvoju gopherských systémov (dnes je všeobecne známych viac ako 9000 gopherských serverov) začína sekundovať i rozvoj WWW systému, ktorých relatívne pomalšia dynamika prechádza v podstatne rýchlejšiu (dnes je všeobecne známych už skoro 9000 WWW serverov). Oba systémy, Gopher i WWW (tiež niekedy označovaný ako W3) pracujú na základe modelu klient/server. Gopherský klient komunikuje s gopherským serverom podľa rovnakého protokolu, WWW podľa protokolu HTTP (HyperText Transfer Protocol). WWW sa javí ako mocnejší a všeobecnejší systém než Gopher. Ak Gopher pracuje so sústavami menu, tak WWW pracuje so sústavami prepojených dokumentov, v ktorých smerníky môžu spájať jeden dokument s druhým alebo jeden dokument s vnútornými časťami dokumentu druhého. Pretože dokumenty môžu byť i gopherské menu, tak všetko, čo sprístupňuje Gopher, môže byť sprístupnené i v systéme WWW. Navyiac, niektoré informácie sú prezentované len prostredníctvom WWW.

Dokumenty vo WWW môžu byť hypermediálne, môžu predstavovať textovú, obrazovú a zvukovú informáciu. Hypertextový dokument býva obvykle písaný v HTML (HyperText Markup Language). Celosvetová sústava prepojených WWW dokumentov býva skráteno označovaná názvom Web.

V projekte WWW ako riešenie potreby adresácie internetovských objektov sa ujal pojem uniformného lokátora zdroja. Ten je označovaný skratkou URL (Uniform Resource Locator). Člení sa na časť špecifikujúcu metódu prístupu ku zdroju - objektu - teda protokol, na adresnú časť hostiteľského počítača servera a na časť, ktorá určuje cestu na tomto počítači k objektu včítane jeho lokálneho mena. V čoraz väčšej miere si spomínané korporácie zriaďujú stránky na WWW. Je zjavné, že Internet a WWW budú jednou z rozhodujúcich hybných síl 21. storočia. Zjavné sú najmä tendencie využiť INTERNET na komerčné účely (napr. marketing), pričom komunikačné a distribučné náklady sú neporovnateľne menšie. Charakteristickou črtou Internetu je jeho totálna anti-hierarchická štruktúra, ktorá z neho robí úplne otvorený demokratický systém.

2.4.2 Posun moci

Otázka moci je dodnes jednou z najmenej pochopených a najdôležitejších otázok života, najmä v dnešnej spoločnosti. Dochádza nielen ku presunu, ale aj k premene moci. Kým dodnes prevládajúci názor preferuje v otázkach moci bohatstvo a násilie, v súčasnosti sa ako najkvalitnejšia moc začína považovať vedenie (znalosti, vedomosti). Vedenie má zásadne iný charakter ako peniaze a násilie, pretože je oveľa dostupnejšie širokému okruhu ľudí, má demokratický charakter.

Bohatstvom, peniazmi súčasnosti začína byť informácia. Základným znakom informačnej spoločnosti je to, že vedomosti, znalosti, informácia vôbec, majú strategický charakter (podobne ako kapitál v industriálnej spoločnosti). Sme svedkami historickej transformácie tradičného modelu moci. Prejaví sa to postupne vo všetkých sférach života spoločnosti. Informácia sa stáva rozhodujúcim zdrojom kapitálu a ekonomickej moci. Pre podnikateľskú sféru jedným zo znakov koncepcnej zmeny sú nové pohľady na manažment. Teoretici ako aj praktici riadenia predpokladajú zmenu organizačných štruktúr z hierarchických na horizontálne. Vrcholový manažment bude môcť pomocou informačných systémov riadiť veľké komplexy bez doteraz často dominujúcich stredných článkov riadenia. Nové informačné technológie, naopak, môžu zapojiť do rozhodovania aj nižšie riadiace útvary, prípadne vonkajšie elementy. Mení sa poňatie trhu ako istého zemepisného celku s menlivými hranicami. Vzniká globálny celosvetový trh (napr. finančný trh ako počítačová sieť v reálnom čase). Mení sa poňatie kapitálu; obchodné spoločnosti dnes obchodujú s informáciou ako keby to boli peniaze. Informácia je považovaná za formu kapitálu a naopak. Menia sa tradičné vzťahy v oblasti práce a zamestnanosti.

Napriek týmto zmenám nové technológie nie vždy splňajú všetky očakávania. Jednou z príčin je nasadzovanie informačných technológií do existujúceho prostredia; tu by bolo potrebné posúdiť možnú zmenu organizačných štruktúr, ap. Ďalšou príčinou môže byť fakt, že informačná revolúcia je len v počiatočnom štádiu.

Nové informačné technológie vyvolávajú aj nové prístupy v politike štátov. V prvom rade sú to legislatívne zmeny v oblasti vlastníctva a ochrany. Vzhľadom na prevratné zmeny aj v telekomunikáciách sa stanú aktuálnymi aj otázky národnej nezávislosti a suverenity. Štát bude musieť reagovať aj na zmeny v oblastiach národných a individuálnych práv. V ďalšom uvedieme len stručne niektoré znaky vplyvu nových informačných technológií na zmeny v oblasti politickej moci, suverenity a vládnutia (nakoniec aj tieto aspekty sa môžu dotknúť podnikovej sféry):

1. Distribúcia moci, nové prístupy ku riešeniu konfliktov a kooperácii bude do značnej miery závisieť od schopnosti vlád využívať nové informačné technológie. Rysuje sa aj možnosť informačno-elektronického kolonializmu a imperializmu.
2. Rozšírenie nových technológií môže do značnej miery zmeniť tradičné koncepcie územnej nezávislosti. Informácie v elektronickej forme (elektronická pošta, finančné toky, televízia, ap.) sú len ťažko kontrolovateľné.

3. Nové technológie môžu podstatne skvalitniť činnosť vládnych predstaviteľov a ich aparátu; zároveň však môžu vyvolať odpor byrokracie.

Uvedenými problémami sa intenzívne zaoberajú aj štáty Európskej únie. V minulom roku bola spracovaná rozsiahla štúdia (tzv. Bangemannova správa) o informačnej spoločnosti vypracovaná skupinou špičkových odborníkov. Má viacero častí; najdôležitejšie sú tzv. Biela kniha (Výzvy a cesty pre 21. storočie) a Doporučenia Rade Európy (Európa a globálna informačná spoločnosť).

V týchto dokumentoch sa vychádza z analýzy situácie vo svete a v Európe. Prvým a najvážnejším problémom je nezamestnanosť, jej rozsah a jej dôsledky. Jadrom problému sú tri základné typy nezamestnanosti: cyklická, štrukturálna a technologická. Konštatuje sa, že neexistujú žiadne zázračné kúry na prekonanie tohto stavu. V tejto situácii nepomôže protekcionizmus, všeobecné skrátenie pracovného času, drastické zníženie plátov a sociálnych výdavkov. Súčasná kríza je výsledkom globálnych procesov po roku 1970. V geopolitickom rámci je to najmä vznik nových krajín vyznačujúcich sa rýchlym rastom (ázijské krajiny). Ďalej sú to udalosti po roku 1989.

V demografickej oblasti je to najmä stárnutie populácie a transformácia rodinných štruktúr. V technologickej oblasti je to nástup nových informačných technológií a vo finančnej sfére nezávislosť trhu vyplývajúcej zo slobody pohybu kapitálu a použitia nových technológií.

Na prekonanie tohto stavu je potrebné vytvoriť do roku 2000 15 miliónov pracovných miest. Pre splnenie tohto cieľa je nutná zdravá, otvorená decentralizovaná, konkurenčná ekonomika, založená na solidarite. Vytvorenie takejto ekonomiky bude mať za následok radikálne zmeny v organizácii spoločnosti, ako odpoveď na rastúcu zložitosť.

V ekonomickej oblasti by to mal byť najmä prudký rast malých a stredných podnikov. Pretože decentralizácia vyvoláva vzrast komunikácie, sú nutné nové informačné technológie, ktoré poskytuje práve informačná spoločnosť. Táto sa už v súčasnosti začína prejavovať ako multimediálny svet (zvuk-text-obraz). Informačná spoločnosť je už realitou aj dnešného sveta. Napr. v USA už teraz 200 najväčších spoločností využíva informačné diaľnice. Zvládnutie problémov informačnej spoločnosti bude rozhodujúcim aspektom prežitia alebo úpadku Európy.

Informačná spoločnosť sa chápe ako nová cesta žiť a pracovať spolu. Je to revolúcia založená na informácii, je vyjadrením ľudských vedomostí. Všetky revolúcie prinášajú so sebou diskontinuitu a neurčitosť, avšak poskytujú aj príležitosť.

Jedným z najdôležitejších záverov je presvedčenie, že technologický pokrok ako aj evolúcia trhu vychádza nie z princípov, ktoré patria minulosti, ale z princípov, ktoré sú základom informačnej spoločnosti. Preto je doporučované členským štátom Európskej únie urýchlená liberalizácia najmä telekomunikačného sektoru prostredníctvom otvorenia konkurencie pre infraštruktúry a služby, odbúranie nekomerčných politických prekážok a stanovenie časových postupov a termínov pre dosiahnutie cieľov.

Samozrejme, pri zrušení monopolného postavenia sa nesmie zabudnúť na vytvorenie jasných pravidiel vývoja trhu. Tieto pravidlá musia okrem iného zaviazvať všetkých prevádzkovateľov telekomunikačných služieb spolupracovať pri poskytovaní verejnoprospešných služieb. Ďalšou veľmi významnou úlohou je výrazne zníženie taríf za medzinárodné diaľkové telekomunikačné okruhy. Veď dnes v okolitých krajinách (Poľsko, Maďarsko, Rakúsko) majú ceny okruhov v priemere 2,5-krát nižšie a zníženie taríf je tam rovnako aktuálne.

2.4.3 Vznik kyberokracie

Kyberokracia predpokladá využitie a kontrolu informácie ako kľúčový faktor. Môže byť chápaná v užšom slova zmysle ako forma organizácie, ktorá nahradí tradičné formy byrokracie a technokracie, alebo v širšom slova zmysle ako forma štátu, ktorá môže totálne zmeniť vzťahy medzi štátom a spoločnosťou a medzi štátnym a súkromným sektorom. Do istej miery môže byť kyberokracia chápaná ako byrokracia zmenená pod vplyvom počítačov. To však neznamená, že kyberokracia je komputerovaná byrokracia. Podstatná je kvalitatívna zmena v prístupoch, v nových možnostiach a schopnostiach. Kým byrokracia funguje v istých ohraničeniach, kyberokracia predpokladá otvorenosť; možnosť získavania informácií cez počítačové siete, využitím individuálneho a skupinového prístupu, čo umožní predtým netušenú možnosť kooperácie, ale aj možnosť kontroly využívania informácie. Pre takéto systémy budú potrebné úplne nové informačné a komunikačné infraštruktúry.

Byrokracia je zastúpená vo verejnom i súkromnom sektore, ba viaceré najväčšie svetové korporácie sú rovnako skostnatelé ako nejaké ministerstvo (Toffler). Kybernetický prístup ku riadeniu zložitých systémov odhaľuje, že organizácie nie sú neživé; sú to adaptabilné organizmy, v ktorých ako riadiace aj riadené objekty vystupujú ľudia, alebo kolektívy ľudí. Čoraz častejšie vystupujú v riadiacich funkciách ľudia s prirodzenou autoritou, ktorí dobrovoľne preberajú riadiace funkcie. V súčasnej forme demokracie dominuje byrokracia pri ľubovoľných volebných výsledkoch. Neviditeľná strana najmä štátnych, ale aj samosprávnych a podnikových

byrokratov je faktickým víťazom každých volieb. Politika musí v budúcnosti dosiahnuť oslabenie vplyvu byrokratov klasického typu. To sa môže udiť práve premenou byrokracie na kyberokraciu.

Byrokracia umožňuje vládam generovať, spracovávať, distribuovať a uchovávať informáciu. Podstatný vzrast počtu byrokracie nastal v 19. a 20. storočí. Je výsledkom modernej industriálnej spoločnosti. V súčasnosti byrokracia "riadi" ohromné organizačné kolosy. Kybernetická analýza riaditeľnosti takýchto štruktúr však ukazuje, že tieto giganty vzhľadom na svoju zložitnosť sú v podstate neriaditeľné (out of control). To znamená, že neexistujú také akčné riadiace zásahy, ktoré v konečnom čase zabezpečia dosiahnutie cieľa. Tieto systémy sa evolučne rozvíjajú podľa svojej vlastnej logiky a prejavy systému sa ex post naivne pokladajú za výsledok akčných zásahov.

Jedinou možnou cestou je dekompozícia systému a decentralizácia riadenia s využitím lokálnej informácie pre riadenie. Práve tieto vlastnosti by mali byť charakteristickým znakom kyberokratického štátu.

Bolo by chybou považovať kyberokraciu ako zámenu byrokracie počítačmi ako "komputerizovanú" byrokraciu. "Kyberokrat" nie je jednoducho byrokrat s počítačom. Nové informačné technológie musia byť spojené s novými prístupmi, mali by riešiť novo postavené úlohy (známy princíp Gluškovia pri budovaní ASR). Riešiť staré úlohy pomocou novej technológie je absolútne nepostačujúce. Kyberokracia musí prekonať byrokraciu posledných rokov, technokraciu. Byrokracia dostáva informácie, uchováva ich v určitých hraniciach.

Kyberokracia by mala aktívne získavať informácie, prípadne ich generovať a poskytovať podsystémom. Technokracia využíva kvantitatívne a ekonometrické prostriedky; kyberokracia by mala využívať "jemnejšie" prostriedky zahrňujúce symbolické, kultúrne, psychologické a najmä politické aspekty. Jednou z podstatných vlastností kyberokracie by malo byť získavanie informácií z viacerých zdrojov v elektronickej forme, vhodnou pre systém vo vnútri ako aj navonok. Ďalšou dôležitou vlastnosťou je schopnosť pohotovo komunikovať (s využitím napr. WWW) s jednotlivcami ako aj s tímami odborníkov aj mimo vládnych (podnikových, samosprávnych, stavovských) štruktúr. Pre takéto, aj politické chápanie činnosti kyberokracie sú absolútne nevyhnutné nové informačné a komunikačné technológie.

2.4.4 Nové infraštruktúry

Kyberokracia bude vyžadovať nové systémy získavania a reprezentácie informácie pre vykonávanie politických ekonomických, sociálnych činností a dosiahnutie stanovených cieľov.

2.4.5 Technické a programové prostriedky

Predpokladá sa značné zväčšenie výkonnosti personálnych počítačov vo všetkých formách. Kapacity pamätí budú ďaleko väčšie v porovnaní so súčasnými. Programové prostriedky pre prácu s multimédiami by mali byť úplnou samozrejmosťou. Predpokladá sa postupné stieranie rozdielov medzi PC, pracovnými stanicami (workstations), ap., ba dokonca terajšími superpočítačmi.

Namiesto dnešného rutinného využívania počítačov sú snahy vytvoriť v počítačoch modely vecí existujúcich v reálnom svete. To všetko (napr. osobný počítač výkonnejší ako dnešné superpočítače) nie sú vzdialené perspektívy, ale pravdepodobne koniec deväťdesiatych rokov.

2.4.6 Komunikačné siete

Základnou tendenciou je podstatné zvýšenie výkonnosti existujúcich sietí; podstatný je najmä rozvoj INTERNETU, najmä adaptácia na komerčné ciele. Základným cieľom je vybudovanie integrovanej digitálnej siete s dohodnutými celosvetovými štandardami a protokolmi. Takáto sieť umožní podstatnú kvalitatívnu zmenu v elektronickej pošte, v prenášaní súborov a v konferenčných možnostiach (multimediálne konferencie v reálnom čase). Kľúčovým faktorom je vybudovanie ISDN (Integrated Services Digital Networks). Táto úloha je jednou z najbližších aj pre štáty Európskej únie. Realizácia takejto siete umožní podstatný skok v rozvoji elektronickej pošty, prenosu súborov (FTP), konferenčných možností. (Ako príklad uveďme, že prenos Britskej encyklopédie na svoj počítač trvá dnes rádovo dni; v nových podmienkach by to malo trvať niekoľko sekúnd alebo minút. Užívateľ dnešnej WWW asi vie oceniť tento rozdiel. "Sieťovanie" (networking) umožní prístup, obrovského počtu ľudí ku ľubovoľným informáciám, čo posilní demokratický charakter spoločnosti. Z metodologického a filozofického hľadiska (viď napr. už viac rokov fungujúci "Principia Cybernetica Project") sa rysuje vznik globálnej elektronickej civilizácie, ktorej prejavy je už dnes potrebné skúmať.

2.4.7 Databázy

Kyberokracia si bude vyžadovať oveľa rýchlejšie možnosti prehľadávania databáz a výberu potrebných údajov. Sľubný krok v tomto smere predstavuje WAIS (Wide Area Information Server). Zatiaľčo v súčasnosti je

pozornosť sústredená na databázy, v budúcnosti sa predpokladá napr. možnosť využitia expertných systémov. Predpokladá sa, že z databáz sa nebudú vyberať fakty, ale “názory”. Naša kultúra je založená práve na pluralite názorov. To nám môže umožniť simulácia. Napr. namiesto pasívnych faktov o nejakej spoločnosti môžeme mať k dispozícii aktívnu simuláciu podniku v reálnom čase. Uvedené možnosti sa pravdepodobne dosiahnú pomocou nových architektur počítačov vychádzajúcich z neurónových sietí, ktoré kombinujú paralelné architektúry, umelú inteligenciu a učiace sa systémy.

Tieto nové infraštruktúry umožnia podstatné rozšírenie metód virtuálnej reality; t.j. možnosti pohybu v kybernetickom priestore poskytujú dojem okolia v trojrozmernom priestore predmetov, miest, ľudí a údajov, s ktorými používateľ interaguje. Výsledkom bude globálna infraštruktúra, ktorá umožní kupovať, predávať a poskytovať informácie a informačné služby, využívať vedomosti a tvorivé schopnosti celého ľudstva. V takomto systéme, ktorý bude predstavovať učiacu sa sieť “agentov”, môže prebiehať proces asociatívneho učenia sa. Individuálny mozog v spojení s “vonkajším” mozgom, ktorý obsahuje obrovské množstvo znalostí môže aktívne riešiť problémy. To umožní vznik akéhosi “supermozgu”, ktorý je vyjadrením a realizáciou klasických ideí kybernetiky. Cyberspace je dôležitým zdrojom moci a vlastníctva. Jeho rozvoj bude mať vplyv nielen na jednotlivcov a organizácie, ale aj na štát a spoločnosť, na súkromný a verejný sektor. Využitie možností nových technológií zahŕňa: Súkromné počítačové siete pre prenos údajov vo finančnej sfére medzi bankami a rôznymi finančnými inštitúciami. Súkromné siete pre nadnárodné multinacionálne spoločnosti (napr. IBM). Súkromné siete v mediálnej oblasti. Verejné siete dostupné za poplatok. Kooperatívne siete spájajúce napr. univerzity a výskumné centrá (napr. INTERNET, USENET, BITNET). Kolektívne siete pre vytváranie “virtuálnych” komunít, umožňujúcej prístup k databázam, elektronickú poštu a konferenčné systémy. Siete pre štátne účely. Lokálne siete pre regióny.

Dôležitým faktorom kybersveta nie sú len nové informačné infraštruktúry, ale aj jeho ponímanie ako “virtuálnej reality”. Táto znamená možnosť “pohybu” užívateľa vo virtuálnom trojrozmernom priestore (pozostávajúcej z trojdimenziálne “reprezentácie” ľudí, miest, objektov ap.) pomocou technických a programových prostriedkov. Jedným z prejavov je už dnes myšlienka virtuálnych úradov. Predpokladá sa pomerne rýchlo realizovať myšlienku bezpapierovej administratívy.

Dokumenty sú uchované v “kabinete súborov”, ku ktorým prístup je len elektronicky. Faxy a odkazy sú na obrazovkách počítačov, prípadne aj v hlasovej forme. Napr. firma IBM v Denveri pomocou takýchto prístupov zredukovala počet poschodí v administratívnej budove z deväť na štyri. Podľa odborníkov z tejto oblasti by mala postupne začať devolúcia mnohých veľkých korporácií. Prevratné zmeny môže virtuálna realita priniesť v oblasti vzdelávania.

Nové technológie budú mať komplexné dôsledky vo všetkých oblastiach života. Pravdepodobne dôjde k podstatným zmenám v chápaní času a priestoru ako aj ku zmenám hodnôt a záujmov.

2.4.8 Na ceste ku kyberokratickému štátu

Kyberokracia môže byť definovaná ako forma organizácie v rozvinutom kybernetickom priestore (cyberspace), kontroluje kľúčové aktivity a je štruktúrovaná tak, akoby jej cyberspace bol základným faktorom jej organizácie a moci. Kyberokracia podstatne zmení vzťahy medzi štátom a spoločnosťou, štruktúru štátu, vzťahy medzi jednotlivcom a inštitúciami, ap. Základnou vlastnosťou bude interakcia. Technológia umožní bezprecedentné rozmery vzájomných vzťahov medzi jednotlivcami, organizáciami, sektormi. Kyberokracia je istou formou postbyrokratického štátu, podobne ako je postindustriálna spoločnosť novou formou industriálneho štátu. Národy a štáty, v ktorých je značná sloboda informácií a relatívne nižšia úroveň byrokracie asi budú mať menšie ťažkosti pri prechode ku kyberokracii ako tie štáty a národy, v ktorých je stupeň byrokracie značný a sloboda informácií menšia. V týchto je možno predpokladať snahy o zneužitie nových technológií na politickú a ekonomickú kontrolu. Uvedené rozdiely povedú ku vzniku rôznych typov kyberokracií.

Vo všeobecnosti sa očakáva, že informačná revolúcia posilní trendy ku otvoreným spoločnostiam, ku demokracii. Avšak je možné očakávať rôzne hybridné formy (centralizované aj decentralizované, otvorenejšie a uzavretejšie formy organizácie spoločnosti).

V každom prípade môžeme očakávať nasledovné javy:

- vznik nových elít
- reštrukturalizáciu organizácií
- zmenené vzťahy medzi súkromným a verejným sektorom

2.4.9 Vznik nových elít

Predpokladá sa vznik znalostnej vedomostnej elity. Táto sa môže istým spôsobom aj politicky definovať a presadzovať svoje záujmy (podobne ako buržoázia pri vzniku kapitalizmu).

Nová elita sa vyznačuje najmä tým, že hlavnou náplňou jej činnosti je manipulácia so symbolmi, slovami, číslami, vizuálnymi obrazmi, ap. Môžeme tu zaradiť manažerov, právnikov, softwarových inžinierov, vedecko-výskumných pracovníkov, rôznych poradcov, televíznych producentov, a rôznych iných pracovníkov, ktorých činnosť je spojená s takými termínmi ako stratégia, plánovanie, konzultácia, politika, zdroje, inžinierstvo, výskum, vzdelávanie, ap. Nové technológie môžu napr. napomôcť vzniku doposiaľ nepoznaných spoločenstiev, koalícií, ktoré nemusia byť geograficky ohraničené. Aj v tomto smere možno očakávať veľké množstvo rôznych variácií.

Súčasná vedomostná elita nemusí byť pritom zajtrajšia kyberokracia. Napríklad súčasná akademická elita nemusí mať nič spoločné s kyberokraciou. Nové elity budú pravdepodobne značne difrencované a vynoria sa zo všetkých oblastí spoločenského života. Typické pre nich bude práve kybernetická a informatická paradigma pre generovanie a riešenie problémov. Môžu to byť ľudia založení demokraticky, kooperatívne, avšak nemožno vylúčiť aj manipulátorov autoritatívneho typu.

2.4.10 Organizačná reštrukturalizácia

Podľa rôznych prognóz informačná revolúcia predpokladá vznik nových organizačných štruktúr, zánik starých, kolaps hierarchií, vzrast decentralizácie a značnú redukciu manažerov strednej úrovne. Štruktúra organizácií bude pravdepodobne kopírovať sieťové štruktúry nových informačných technológií, rôzne "ad hoc cluster" štruktúry, projektové tímy, ap.

Avšak napriek týmto trendom hierarchické štruktúry si predsa zachovávajú svoju váhu, aj keď v nových podmienkach (značný stupeň decentralizácie, autonómnosti). To si bude vyžadovať nové formy koordinácie využívajúce najnovšie výsledky teórie decentralizovaných rozhodovacích procesov. To samozrejme nevylučuje v odôvodnených prípadoch nové formy centralizácie. Postbyrokratický štát zrodí zrejme dnes ešte neznáme formy organizácie.

2.4.11 Verejný a súkromný sektor

Rozvoj nových infraštruktúr bude mať za následok aj nové vzťahy medzi verejným a súkromným sektorom. Predpokladá sa oslabovanie výraznej dichotómie medzi verejným a súkromným sektorom.

Dôležité sú aj problémy privatizácie, ktoré sú v súčasnosti veľmi aktuálne. Podľa takéhoto trendu by sa verejný sektor mal neustále zmenšovať čo do rozsahu a sily. Avšak už v súčasnosti môžeme pozorovať aj opačné tendencie. V tomto ohľade pravdepodobne dôjde k reštrukturalizácii oboch sektorov a ku vytvoreniu nových väzieb a štruktúr. Rozdiely medzi nimi sa môžu postupne rozplývať. Ako príklad je možno uviesť Internet, ktorá vznikla ako nekomerčná inštitúcia, avšak dnes to nemožno jednoznačne o nej tvrdiť. Tradičné ostré rozdelenie verejného a súkromného sektoru asi ostane typickým znakom industriálnej spoločnosti. Pre kyberokratický štát budú typické rôzne partnerské kooperatívne štruktúry oboch sektorov a vládnych inštitúcií na všetkých úrovniach; charakteristickým rysom týchto štruktúr bude "kolektívnosť". Takýto nový hybridný sektor môže byť podstatný pre kyberokraciu.

2.4.12 Od hierarchií ku sieťam

Ako už bolo spomenuté pre kyberokratický štát bude typický posun od hierarchických štruktúr ku sieťovým. Samozrejme, že sa nejedná o nejaký mechanický prechod, o jednoduchú zmenu. Pôjde zrejme o vznik nových multi-organizačných sietí menších organizácií (v oblasti politickej ekonomickej, sociálnej, v komunikáciách, ap.). To si bude vyžadovať nové mechanizmy kooperácie, konzultácií, operatívnosti rozhodnutí vo veľkých časovopriestorových meradlách.

Jedným z dôsledkov takéhoto vývoja je, že štátne organizácie budú musieť sa tomuto trendu prispôbiť a budovať sa ako sieťové. Ďalším dôsledkom je, že tieto zmeny štruktúr presiahnu hranice štátov.

Významným dôsledkom je aj veľký vzrast mimovládnych organizácií a inštitúcií. Tieto môžu vytvárať koalície a mať v konečnom dôsledku vplyv aj v rozhodovacích procesoch aj mimo oficiálnych rozhodovacích štruktúr (vláda, parlament, samosprávy). Ako príklady možno uviesť rôzne občianske a profesionálne či stavovské združenia (rôzne lobbystické skupiny, nadácie, komory rôznych profesií, napr. lekárov, právnikov, zväzy spotrebiteľov, rôzne skupiny na rasovej báze, ap.).

To všetko predstavuje novú kvalitu interakcií medzi štátnymi inštitúciami a organizáciami reprezentujúcimi občiansku spoločnosť. To si bude vyžadovať najmä od štátnych inštitúcií, ale aj od predstaviteľov väčších

priemyslových spoločností podstatne väčšiu pružnosť pre získanie informácií a pre vybudovanie komunikačných infraštruktúr v týchto nových zmenených podmienkach.

Všetky tieto a iné zmeny budú mať za následok nové diskusie, spory o ciele jednotlivcov a spoločnosti v kyberokratickom štáte; tieto budú umocnené bezprecedentnými komunikačnými možnosťami aj v oblasti propagandy medzi štátmi. Kyberokracia bude vyžadovať totálne zmeny aj v spôsoboch vládnutia. Dôležité budú aj zmeny v chápaní slobody, autority, rovnosti, demokracie v informačnom veku.

2.4.13 Kyberológia

Riešenie nových úloh a problémov si bude vyžadovať aj nové vedecké prístupy. V tomto smere je výraznou aktivitou, napr. Principia Cybernetica Project, v ktorom sa na báze komplexného systémového prístupu s využitím základných princípov kybernetiky riešia filozoficko-metodologické problémy zložitých systémov, umelej inteligencie, ap. V súvislosti s týmito trendami je snaha aj pomenovať novú vedu integrujúcu rôzne humanitné aj prírodné a technické vedy (sociológia, politika, ekonómia, psychológia, antropológia, kybernetika, umelá inteligencia, manažment) ako kyberológia.

V tomto smere sú potrebné ďalšie výskumy na veľmi širokom fronte; uvedieme niekoľko možných smerov.

2.4.14 Metodológia pre prognózovanie informačných a komunikačných infraštruktúr

Tieto budú koniec koncov slúžiť v rámci politických a sociálno-ekonomických štruktúr. To si vyžiada systémový prístup pre vzájomné interakcie medzi technickou oblasťou vytvárania infraštruktúr a systémovou organizačnou stránkou. Ďalej sú to: Výskum vládnych, intervládnych a transnacionálnych vzťahov. Podpora regionálnych integračných zoskupení.

2.4.15 Globálne interakcie. Nové zdroje a formy konfliktov.

Rozvoj informatiky zapríčinil, že mnoho-operačné a technické funkcie sa začali človeku vzdiaľovať. Nie sú zriedkavé prípady, že v systéme človek - stroj nie je prostriedkom činnosti stroj, ale človek; vzniká nebezpečie, že skutočným subjektom činnosti sa môže stať nie človek, ale stroj. Tendenciu k premene prostriedkov na ciele, ktorá je vyjadrením agresivity umelého posthominálneho sveta, nemôžeme čeliť, keď nepoznáme tento jav. Ďalšie formy jeho prejavu sú, napr.: mimoriadna zložitnosť ekonomických a organizačných štruktúr, problém riaditeľnosti takýchto štruktúr, neobyčajná rýchlosť inovácií technológií, informačná presýtenosť. Vynára sa možnosť vytvorenia umelého intelektu, ktorý môže predčiť intelekt človeka. Možno budeme musieť pripustiť nejedinečnosť ľudského intelektu; možnosť paralelnej existencie ľudského a umelého intelektu. Potom sa vynára otázka o mieste človeka v takomto svete. To však je najmä úloha pre filozofiu (viď ďalšia kapitola).

2.5 Veda a vzdelávanie v 21. storočí

Vzdelávací systém je jednou z najkonzervatívnejších spoločenských inštitúcií. Súčasná štruktúra a náplň vzdelávania je výsledkom viac ako storočného vývoja. Avšak 20. storočie prinieslo radikálny posun vo vedeckých a gnozeologických paradigmách: kým v prvej polovici storočia to bola najmä teória relativity, kvantová mechanika, v druhej polovici storočia to sú najmä kybernetika spojená s rozvojom počítačov, moderná biológia a vedy spojené s pojmom zložitosti. Súčasné koncepty a prax v politike, organizácii našej činnosti je stále do značnej miery zviazaná s intelektuálnymi rámcami, ktoré sú spojené s rozvojom fyziky v 17. storočí. Industriálny vek bol postavený na teóriach, ktoré vnímali celý svet ako stroj. Tento obraz jednotného, mechanického a deterministického sveta tvaroval nielen vývoj vedy a techniky, ale stal sa dominantným aj v politike, ekonomike v organizačných činnostiach a napokon aj vo výchove a vzdelávaní.

Uvedené prístupy vychádzajú najmä z pozitivizmu a z viery, že veda a vedecké metódy umožňujú úplné poznanie fyzikálnej reality a využiť toto poznanie na predikciu a riadenie budúcnosti. Tieto názory boli odozvou na úspešný transfer vedeckých poznatkov do praxe, čo viedlo k novým technológiám a ich uplatneniu vo výrobe, doprave, vo vojenstve a nakoniec ku dominantnému postaveniu Európy a USA vo svete.

Model berlínskej univerzity, založenej v roku 1810, sa stal istým vzorom vysokého školstva. Kým stredoveké univerzity boli zakladané a vedené cirkvou, v polovici 19. storočia vznikajú moderné sekulárne univerzity, ktoré rozširujú vedecké, inžinierske, poľnohospodárske poznatky. Vo všeobecnosti školy vyučujú jazyky, matematiku, fyziku, sociálne vedy s príslušnými praktickými poznatkami. Aj v súčasnosti veda a matematika v podobe typickej pre minulé storočie, sú stále dominantnými a považujú sa za akademicky rigorózne a sú podávané s veľkou intelektuálnou prestížou.

V dvadsiatom storočí vznikli a vznikajú nové vedecké paradigmy. Spomeňme len teóriu relativity, kvantovú mechaniku, Heisenbergov princíp neurčitosti, Goedelove teorémy, kybernetiku, vedu o počítačoch (computer science), modernú genetiku, teóriu chaosu, memetiku a najnovšie vedy o komplexných adaptívnych systémoch, ktoré majú základ v kybernetike a v syntéze s modernou biológiou sa pokúšajú zvládnuť problematiku zložitosti. Tento pojem je dnes, zdá sa, ústredným bodom, centrom modernej vedy.

Napriek tomu sú školy do značnej miery konzervatívne inštitúcie, nie nadarmo sa hovorí, že patria medzi najkonzervatívnejšie, a nereagujú dostatočne pružne na tieto nové výzvy. Načim zdôrazniť, že pod pojmom školy myslíme aj základné a najmä stredné školy, kde najmä gymnázia pestujú do značného stupňa politiku istej izolovanosti a nemajú snahu viesť kontinuálny dialóg s univerzitami. Pritom niektoré poznatky a pojmy by sa oveľa ľahšie osvojovali už v rannej mladosti.

2.5.1 Newtonovská veda

V rokoch 1750 až 1900 kapitalizmus založený na využívaní technológií ovládol svet a vytvoril novú priemyselnú spoločnosť. Táto transformácia bola do značnej miery výsledkom nových vedomostí. Newtonovská veda dominujúca v tomto období dodnes výrazne ovplyvňuje naše myslenie, ovláda náš jazyk, pričom si tento fakt ani neuvedomujeme. Sila pozitivizmu začala už s objavmi Galilea a Kopernika a Newtona. Jednoduchosť, schopnosť vysvetliť svet a praktické dôsledky vo forme nových technológií boli hlavné faktory neobyčajného vplyvu tejto paradigmy. Napr. Descartes načrtáva použitie tohto mechanistického prístupu v biológii, medicíne a v psychológii, podobne ako Locke vo filozofii.

Základné idey uvedeného prístupu môžeme formulovať takto:

- Existuje absolútna, nemenná realita, ktorá definuje pevný, predikovatelný svet. Náhodnosť a neurčitosť je len prejavom nepoznania zákonov, čiže prejavom nedostatočnosti našej teórie. Je len jeden spôsob vysvetľovania reality, vychádzajúci z absolútneho času a priestoru. Zákony sú pravdivé alebo nepravdivé, stratégie a plány sú buď dobré alebo zlé. Nuansy, paradoxy, viacrozmernosť pohľadov nie je rešpektovaná.
- Svet je zložený z izolovaných, oddelených a nemenných fyzikálnych častíc. Fyzikálna realita je úplne určená atómami a interakciami medzi nimi.
- Vedomie existuje mimo fyzikálneho sveta. Zákony prírody objavujeme pomocou objektívnych postupov nezávislých na vôli individua. Príroda je považovaná za niečo iné, čo je treba dobyť a ovládnuť.

2.5.2 Elektromagnetizmus, termodynamika, evolúcia

V 19-om storočí na základe newtonovskej paradigmy došlo k novým prevratným objavom. Koncepcia elektromagnetického poľa viedla ku pochopeniu novej formy existencie hmoty. Významný bol aj evolučný prístup v geológii a napokon v biológii. Paradigma evolúcie skoncovala s predstavou stvorenia sveta ako hotového celku. Darwinova teória evolúcie mala veľkú odozvu aj vo filozofii a spoločenských vedách (Kant, Hegel, Marx, Spencer).

Zatiaľ čo princíp evolúcie interpretoval históriu ako proces vzrastajúceho poriadku a zároveň zložitosti, objav druhej vety termodynamickej ukazoval, že energia v uzavretých systémoch sa rozptyľuje v smere neustále narastajúceho neporiadku. Hoci uvedené tri koncepcie šli dosť ďaleko za paradigmu newtonovskej fyziky, nezmenili úplne základné mechanistické nazeranie na svet. Neustály rast počtu štátnych škôl sekulárneho charakteru umožnili expanziu uvedených paradigiem v celom svete.

2.5.3 Teória relativity a kvantová mechanika

Dnes je čoraz viac zjavnejšie, že rozvoj vedy vedie ku novému pohľadu na svet; univerzum pripomína skôr veľký mozog ako veľký stroj - asi takto glosoval situáciu v roku 1930 J. Jeans. V priebehu dvadsiateho storočia vznikla Einsteinova teória relativity, kvantová mechanika, Heisenbergov princíp neurčitosti, objav dekodovania DNA, v druhej polovici storočia s rozvojom kybernetiky a vedy o počítačoch vznikla umelá inteligencia a následne koncepcie zložitosti a chaosu. To všetko dnes už jednoznačne dokazuje, že svet už nie je možné pochopiť a vysvetliť pomocou paradigiem minulého storočia.

Teória relativity a kvantová mechanika zmenili obraz sveta. Priestor a čas dnes chápeme, alebo sa snažíme chápať, úplne inak ako predtým. Vznikol obraz sveta ako viacrozmerného časopriestoru. Kvantová mechanika čiastočne odhalila materiálnu bázu sveta, najmä v tom smere, že v podstate žiadna finálna báza neexistuje, že hmota je len prejavom energie. Tieto koncepcie sa však len zriedka objavujú aj v súčasných učebniciach fyziky.

2.5.4 Chaos, zložitosť, komplexné adaptívne systémy

Pojmy chaos, zložitosť, komplexné adaptívne systémy sú dnes synonymami, ktoré charakterizujú dnešnú dialektickú zložitosť sveta ako celku. Zároveň sú výrazom istej módnosti a používanie týchto pojmov často nie je na mieste. V našom prirodzenom ako aj umelo vytvorenem svete ide o také systémy ako mozog, ekonomika (podniku, štátu, svetadiela), kolónie mravcov či včiel. Ešte zložitejšie sú sociálno-ekonomicko-kultúrne systémy. Tieto systémy môžeme charakterizovať prostredníctvom ich niektorých podstatných vlastností:

- Komplexné adaptívne systémy (KAS) sú siete vytvorené z mnohých podsystémov-agentov, ktoré pôsobia paralelne. Ak uvažujeme napr. ekonomické systémy, agenti sú firmy. V politickom systéme sú agentami politické strany, prípadne dominantné osobnosti politickej scény. V medzinárodných vzťahoch sú to národy a štáty, prípadne zoskupenia štátov. V zložitom energetickom systéme sú to jednotlivé energetické jednotky. Typické potom je, že agent pôsobí v neustále premenlivom prostredí, v ktorom neustále je v interakciách s ostatnými agentami a to si vyžaduje jeho neustálu adaptáciu.
- Riadenie KAS je decentralizované a autonómne. Napríklad v mozgu nejestvuje žiadny vedúci neurón. Aj v technických systémoch existuje mnoho príkladov autonómnych systémov bez koordinátora. Činnosť systému ako celku je zabezpečovaná kooperáciou alebo konkurenciou medzi agentami.
- KAS majú obvykle mnohoúrovňovú štruktúru s decentralizáciou na každej úrovni.
- KAS neustále menia svoju štruktúru ako reakciu na vonkajšie prostredie. Pritom princípy adaptácie sú rovnaké na každej úrovni.
- KAS v menšej či väčšej miere sú schopné robiť predikciu .

Zaujímavé vlastnosti KAS vo forme “deviatich zákonov boha” sformuloval Kelly v knihe Out of Control (1994):

1. Distribuovať činnosť; nové myšlienky, nové formy organizácie, nové štruktúry vznikajú ako výsledok interakcií mnohých častí.
2. Riadiť smerom zdola hore. Celkové riadenie by malo byť výsledkom paralelnej autonómnej činnosti podsystémov (agentov).
3. Pestovať nové výsledky. Po objavení sa nového nápadu, zručnosti, algoritmu je treba ich používať, kultivovať.
4. Rozširovať systém po “kúskoch” (chunks). Treba začať s jednoduchým systémom, ktorý funguje a postupne ho rozširovať, zdokonaľovať.
5. Maximálne využívať hraničné oblasti. Zdroje nových ideí sú často na prieniku jednotlivých vedných oblastí.
6. Pozitívny prístup ku chybám. Chyby sú integrálnou súčasťou procesu tvorby, ale aj nášho bytia.
7. Neoptimalizovať za každú cenu. KAS často funguje “uspokojivo”, približne, ako výsledok mnohých, často protichodných cieľov.
8. Hľadať neustále nerovnováhu. KAS pracuje “na hrane chaosu”.
9. Vyvolávať neustále zmeny. Zložitý systém najlepšie pracuje v stave dynamickej rovnováhy, v neustále sa meniacich podmienkach.

2.5.5 Vzdelávanie a veda v 21. storočí

Ako už bolo spomenuté v úvodnej časti, súčasný proces vzdelávania, školy a univerzity majú ešte často všetky charakteristiky škôl minulého storočia, prípadne prvej polovice nášho storočia. Sú stále v zajatí newtonovskej paradigmy, neodrážajú štruktúru nových vedomostí, neuskutočnil sa radikálny prechod z priemyselného veku do globálnej informačnej spoločnosti.

Ako uskutočniť transformáciu celého systému vzdelávania, organizačných foriem v školstve, ako vzniknú nové štruktúry, ktoré by odpovedali súčnému stupňu rozvoja spoločnosti? Ako uskutočniť metasystémovú tranzíciu v oblasti vzdelávania a vedy?

V histórii môžeme pozorovať značný časový rozdiel medzi vznikom vedeckej teórie a jej aplikáciou do nových technológií, ktoré menia svet, jeho ekonomické a politické štruktúry a nakoniec využitím nových poznatkov vo vzdelávaní. Napríklad európske univerzity reagovali po vynáleze parného stroja až o viac ako sto rokov a

zmenili sa z klasicky prevažne teologickej orientácie na technologickú. V našom storočí v osnovách univerzít, ale aj stredných škôl, ešte stále je nedostatočne zvýraznená teória relativity, kvantová teória a ešte v menšej miere sú zastúpené vedy o zložitosti, kybernetike a informatike. Napríklad v istých kruhoch stále pretrváva nedôvera k evolučnej teórii.

Jednou z ciest ako dosiahnuť modernú zmenu vo vzdelávaní je chápanie vzdelávacieho procesu ako komplexného adaptívneho systému s využitím najnovších informačných technológií.

Pri koncipovaní učebných plánov pre tretie tisícročie je nutné položiť niekoľko zásadných otázok:

1. Aké zmeny sú nutné v štandardných modeloch učebných osnov a jednotlivých disciplín pre prípravu študentov v bakalárskom, inžinierskom a doktorandskom štúdiu v globálnej informačnej spoločnosti 21. storočia?
2. Ako sa vyrovnáť s faktom, že výskum mnohých dôležitých problémov si vyžaduje narušiť rovnováhu súčasnej skladby predmetov ako aj podstatne zmeniť ich obsah a formy výuky?
3. Ako vytvoriť vhodný pomer medzi predmetmi, ktoré sú obsahom daného smeru príslušnej fakulty a predmetmi, ktoré pokrývajú viacero disciplín?
4. Do akej miery má univerzita aspirujúca na transdisciplinárny prístup zmeniť štruktúru svojich fakúlt a katedier?

2.5.6 Univerzita ako komplexný adaptívny systém

Univerzitu môžeme chápať ako komplexný adaptívny systém ako súhrn vzájomne pôsobiacich komunit, z ktorých každú môžeme považovať za KAS. Podsystemy tvoria (z pohľadu učiteľa): učitelia, administrácia, študenti, zdroje financovania a nástroje pedagogiky (napr. WWW). Z pohľadu učiteľov súčasnej univerzity existujú relatívne slabé interakcie medzi jednotlivými disciplínami ako aj smerom ku študentom. Zaujímavejšie preto môže byť KAS z pohľadu základného podsystemu-študenta. V takomto modeli je študent zviazaný s konkrétnymi učiteľmi, s inými študentami, reálnym okolím a budúcim zamestnávateľom. Pritom z pohľadu študenta sú interakcie obojsmerné a relatívne intenzívne. Pretože študenti prechádzajú cez rôzne katedry, pracoviská univerzity, ich pohľad na výuku ale aj na výskum môže byť veľmi zaujímavý.

Výber smeru a jednotlivých predmetov by mal byť vysoko individuálny. Niektorí môžu zvoliť klasický prístup “zdola-hore”, čo znamená, že na solídnej širokej báze sa vytvorí špecializácia. Tento postup je však vhodný kombinovať s postupom “zhora-dole”, keď na báze vytipovanej špecializácie volíme vhodný základ.

Učitelia by mali zdôrazňovať už v základných úvodných predmetoch, že zložité systémy súčasnosti sa vyznačujú nelineárnym, chaotickým správaním, a že pre ich riadenie nie je možné použiť nejaké globálne jednoduché postupy typu “zdravého sedliackeho rozumu”. Je vhodné uvádzať príklady takýchto systémov. Na druhej strane pri zavádzaní nových metód netreba za každú cenu “objavovať Ameriku”. Pri štúdiu je dnes samozrejmom požiadavkou využitie Internetu práve na získanie príkladov multidisciplinárneho prístupu a riadenia KAS.

Na druhej strane je potrebné využiť Internet a Intranet na to, čo je, zdá sa, najvhodnejšie pre výuku: každý predmet by mal mať svoju web-stránku, prostredníctvom ktorej vedú študenti dialóg s učiteľmi a vzájomne medzi sebou. Techniku “newsov” môžu využiť na uverejňovanie svojich referátov, esejí a kritických poznámok a hodnotení, čo fakticky vytvára akúsi formu elektronického časopisu. Samozrejme, že takáto forma komunikácie nesmie vylúčiť normálnu priamu ľudskú diskusiu, a preto v dostatočnej miere musí pri výuke byť zabezpečený osobný styk študentov a učiteľov, ktorý však môže mať úplne netradičné podoby, napr. posedenie pri káve, alebo čaji. Na takejto stránke sú uverejnené všetky prednášky, podklady pre cvičenia a semináre, čo v dnešnej situácii pomôže riešiť aj problém študijnej literatúry.

Umelá inteligencia je dominantnou paradigmou vedy na prelome tisícročí. Umelá inteligencia (UI) je široká vedná oblasť, ktorá pozostáva z mnohých príbuzných vied ako sú: neuroveda, psychológia, kybernetika, lingvistiká, robotika, v podstate zahŕňa všetky oblasti, ktoré súvisia so snahou reprodukovat alebo napodobniť metódy alebo výsledky ľudskej inteligencie a aktivít mozgu.

Z inžinierskeho hľadiska treba zdôrazniť, že inteligentné technológie sú už dnes najvýraznejšími reprezentantmi nového tisícročia. Nové informačné technológie budú predstavovať najdôležitejšiu zložku informatizácie v aplikačných oblastiach ako sú, riadenie zložitých technických systémov (najmä v oblastiach energetika, hutníctvo, strojárstvo), elektronické obchodovanie, telekomunikačné systémy, medicína a zdravotníctvo, finančníctvo a mnohé iné. Aplikácia prostriedkov UI bude prenikať práve do týchto strategických oblastí.

Praktickým uplatnením týchto poznatkov je urýchlene ich zaviesť do štúdia. Na Katedre kybernetiky a UI (KKUI) má už vyše desaťročnú tradíciu. Už v osemdesiatych rokoch, v šk. roku 1986-87, bolo otvorené zameranie “Počítačové prostriedky riadiacich systémov a systémov s UI”. Po vzniku KKUI v roku 1989 bola UI

jedným z dvoch zameraní. Absolventi týchto zameraní sú v praxi veľmi atraktívni a žiadaní. Z tohto pohľadu ide o završenie evolučného procesu vznikom kvalitatívne vyššej formy - študijného odboru.

Absolvent študijného odboru UI získava dôkladné znalosti zo základných disciplín odboru, najmä z matematiky, fyziky, teoretickej elektrotechniky, informatiky a výpočtovej techniky. študijný odbor je zameraný na najnovšie poznatky umelej inteligencie, najmä na teoretické základy UI, princípy a metódy UI, reprezentáciu znalostí a programovacie jazyky UI. Pozornosť je venovaná aj aplikáciám UI pre riadenie a rozhodovanie v technických systémoch ako aj aplikáciám v iných oblastiach ako sú ekonomické, ekologické, biologické a sociálne systémy. Uvedená problematika je náplňou predmetov ako Teoretické základy UI, Neurónové siete, Počítačové videnie, Riadenie a UI, Konštrukcia expertných systémov, Evolučné algoritmy, Agentové systémy, Rozpoznávanie reči, ap.

Absolvent odboru sa uplatní pri navrhovaní a realizácii riadiacich a rozhodovacích systémov s využitím metód a algoritmov UI v zložitých kybernetických systémoch, v oblasti navrhovania a využívania inteligentných informačných technológií, v oblasti manažmentu a objavovania znalostí, v aplikáciách neurónových sietí, genetických algoritmov a expertných systémov pri predikcii, rozpoznávaní riadení a rozhodovaní v rôznych oblastiach priemyslu a spoločenského života.

Kapitola 3

Štruktúra a modelovanie zložitých systémov

3.1 Štruktúra rozsiahlych zložitých systémov

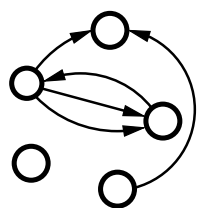
Pre zobrazovanie štruktúry zložitých systémov je veľmi vhodné používať rôzne grafické prostriedky. Elementy (prvky) zložitého systému navzájom na seba pôsobia. Preto je potrebné používať určité metódy, ktoré umožnia zobrazenie týchto interakcií.

3.1.1 Matica interakcií

Ak identifikujeme množinu prvkov v systéme, môžeme zobraziť interakcie medzi nimi pomocou matice interakcií. V danej matici je udané, či dvojica prvkov systému je v interakcii alebo nie je. Musíme však vymedziť o aké interakcie (vzájomné vzťahy) ide. Obyčajne hovoríme o priamej interakcii alebo o interakcii prvého rádu medzi dvoma elementami v tom prípade, ak vzájomné ovplyvňovanie medzi nimi sa netýka tretieho elementu. Interakcie medzi viacerými prvkami nazývame nepriame interakcie. Pre zobrazenie nepriamych interakcií sú veľmi vhodné grafy.

V prípade, že interakčná matica obsahuje len binárne čísla 0 a 1, hovoríme o binárnej interakčnej matici. Číslo 1 nám indikuje priamu interakciu. Číslo 0 indikuje, že priama interakcia neexistuje.

V ďalšom budeme potrebovať niekoľko základných pojmov z teórie grafov, ktoré si preto uvedieme.



Teória grafov sa zaoberá štúdiom vlastností systémov, ktoré nazýva **grafy**. Na rozdiel od mnoho iných významov tohoto slova, budeme pod týmto pojmom rozumieť systémy, ktoré sa skladajú z bodov a ich spojnic ako je to na obr. 3.1. Body obvykle nazývame **uzly** a ich spojnice **hrany**. Uzly znázorňujeme ako krúžky a hrany ako ich priame, lomené alebo krivé spojnice. Pritom nie je podstatná poloha uzlov a tvar hrán, ale skutočnosť, že daná dvojica uzlov je alebo nie je spojená hranou.

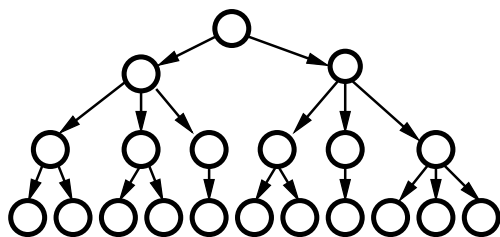
Matematicky označujeme graf v tvare

Obr. 3.1: Graf

$$G = (U, H)$$

kde $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} = \{u_i\}; i = 1, 2, \dots, n$ je množina uzlov a $H = \{h_{ij}\}; i, j = 1, 2, \dots, n$ je množina hrán.

Ak je počet uzlov n konečný, hovoríme o **konečnom grafe**. V opačnom prípade ide o **nekonečný graf**.



Obr. 3.2: Orientovaný graf

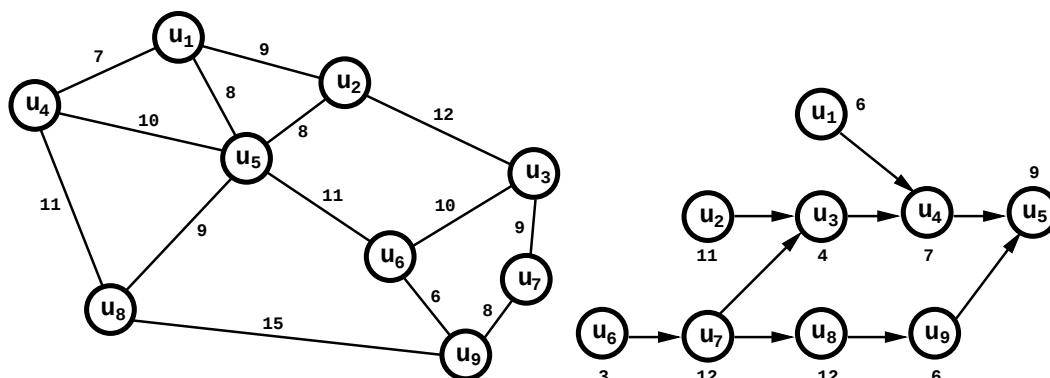
Hranám grafu môžeme prisúdiť určitý smer. Takéto hrany sú **orientované** a potom aj graf je orientovaný. V opačnom prípade ide o neorientovaný graf. Príklad orientovaného grafu je na obr. 3.2.

Matematický zápis orientovaného grafu je $G = (U, H)$, kde H je podmnožinou všetkých usporiadaných dvojíc uzlov U .

Ak sú hranám grafov priradené určité hodnoty, nazývame takýto graf **hranovo ohodnoteným** grafom. Ohodnotenie budeme označovať k_{ij} (ohodnotenie hrany

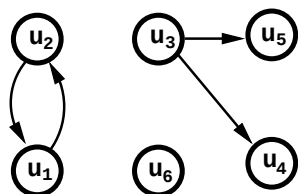
h_{ij}), spájajúce uzly u_i a u_j . V smere od i ku j . Ako príklad je na obr. 3.3 cestná sieť, kde čísla znamenajú kilometre - vzdialenosť medzi uzlami.

Ak sú uzlom grafu priradené určité hodnoty, potom je graf **uzlovo ohodnotený** - značka k_i . Na obr. 3.3 je príklad takéhoto grafu, ktorý predstavuje postupový diagram montáže určitého výrobku. Uzly sú jednotlivé výrobné operácie a ich ohodnotenie je operačný čas. Hrany znázorňujú ako na seba operácie z technologických dôvodov navádzujú.



Obr. 3.3: Cestná sieť a diagram montáže

Cestou grafu nazývame takú postupnosť orientovaných hrán, že vždy nasledujúca hrana začína v uzle, kde končí predchádzajúca hrana. Napr. na obr. 3.3. Cesta spájajúca uzol u_4 s uzlom u_7 je $A = (h_{45}, h_{56}, h_{63}, h_{37})$



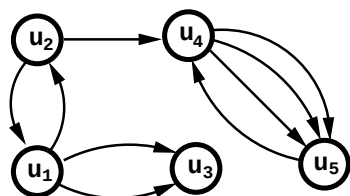
Obr. 3.4: Súvislý graf

Cyklom je taká cesta, ktorá začína aj končí v jednom a tom istom uzle. Napr. cesta B v grafe na obr. 3.3 je cyklom $B = (h_{63}, h_{37}, h_{79}, h_{96})$. **Reťazcom** nazývame cestu bez ohľadu na orientáciu hrán. **Súvislý graf** je graf, keď medzi jeho všetkými dvojicami uzlov existuje aspoň jeden reťazec, ktorý ich spojuje. Príklad nesúvislého grafu je obr. 3.4.

Časti nesúvislého grafu, ktoré sami osebe sú súvislé, nazývame **komponenty**. Medzi komponenty patria aj izolované uzly nesúvislého grafu. Graf na obr. 3.4 sa skladá z troch komponentov. Jedna komponenta je izolovaný uzol u_6 . Ak medzi dvojicou uzlov v grafe je v jednom smere väčší počet

hrán ako jedna, ide o multigraf. Príklad multigrafu je na obr. 3.5.

Stromom sa nazýva graf, ktorý je súvislý a ktorý pritom neobsahuje žiadny cyklus (obr. 3.2).



Obr. 3.5: Multigraf

Ak z grafu vynecháme určité hrany, nový graf takto vzniklý je **čiasťočný graf** pôvodného grafu.

Ak vynecháme z grafu niektoré uzly a príslušné hrany týchto uzlov, vznikne **podgraf** pôvodného grafu.

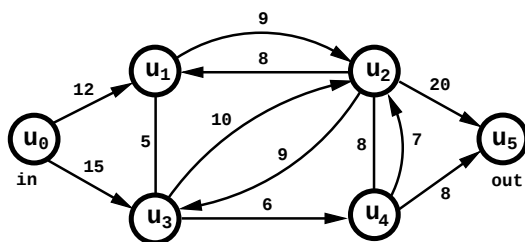
Planárny graf je graf v rovine, v ktorom sa nekrížia hrany.

Acyklický graf neobsahuje žiadny cyklus.

Sieť je graf, ktorý je súvislý, orientovaný, hranovo alebo uzlovo ohodnotený (nezáporne) a v ktorom existujú dvojice uzlov, z nich jeden je **vstupom** a druhý **výstupom** zo siete (obr. 3.6). Môže to byť napr. vodovodná sieť, telefónna sieť, rozvod elektrickej energie, železničná, cestná sieť a pod.

Príklad:

Je potrebné spojiť určité uzly (mestá, obce), ktorých vzdialenosti k_{ij} sú známe, telefónnou sieťou.



Obr. 3.6: Sieť

Pri riešení hľadáme odpoveď na otázku, ktoré obce spojiť bezprostredne medzi sebou tak, aby celková dĺžka použitého káblu bola minimálna. Cieľom tejto úlohy je nájsť súvislý graf, pretože chceme, aby boli spojené dané mestá.

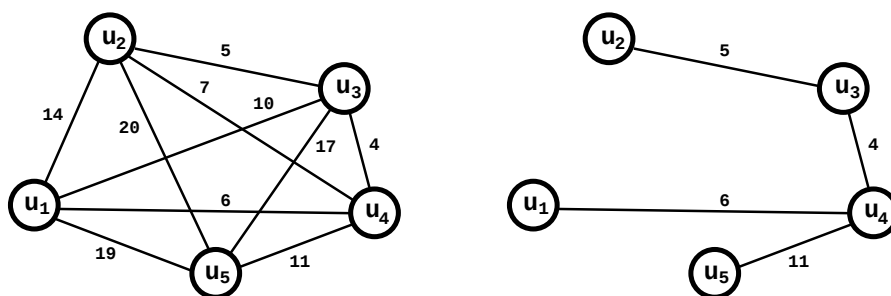
V teórii grafov je dokázané, že súvislým grafom s minimálnym počtom hrán je **strom**. Z grafu zadaného je treba vybrať čiastočný graf, ktorý je stromom, avšak s minimálnou dĺžkou hrán. Algoritmus popísaný v teórii grafov pre riešenie tejto úlohy je nasledovný:

1. vyberieme dve hrany s najmenším ohodnotením k_{ij} a zaradíme ich do budúceho optimálneho stromu (ak je graf orientovaný, potom len jednu hranu)
2. vybrané hrany ďalej neuvažujeme a vyberáme do optimálneho stromu hrany s ďalšou minimálnou hodnotou k_{ij} , ale také, aby s hranami doposiaľ vybranými netvorili cyklus
3. podľa bodu 2 postupujeme až do vytvorenia stromu, tj. až vyberieme $(n - 1)$ hrán

Príklad

Je nutné prepojiť dediny telekomunikačným vedením tak, aby bolo možné telefonovať medzi ľubovoľnými dvoma dedinami. Finančné nároky spojené s položením vedenia medzi dedinami sú reprezentované grafom na obr. 3.7 vľavo.

Zoradíme hrany podľa veľkosti ohodnotenia: 1. $h_{34} = 4$, 2. $h_{23} = 5$, 3. $h_{14} = 6$, 4. $h_{45} = 11$, 5. $h_{13} = 10$, 6. $h_{45} = 11$, 7. $h_{12} = 14$, 8. $h_{35} = 17$, 9. $h_{15} = 19$, 10. $h_{25} = 20$. Z týchto hrán postupne podľa uvedeného algoritmu vyberieme: 1. $h_{34} = 4$, 2. $h_{23} = 5$, 3. $h_{14} = 6$, 4. $h_{45} = 11$. Počet vybraných hrán je $(n - 1) = 4$, pretože počet uzlov $n = 5$. Výsledok je na obr. 3.7 vpravo.



Obr. 3.7: Finančná náročnosť polozenia vedenia medzi dedinami (vľavo) a výsledné riešenie (vpravo)

3.1.2 Štrukturálne interakčné matice

Pri zobrazovaní štruktúry zložitých systémov je často potrebné uvažovať orientáciu (smerovanie) vzájomných vzťahov (interakcií). Napr. je dôležité vedieť, že existuje interakcia medzi cieľmi **priberať** a **prejedať sa**. Vo všeobecnosti ak uvažujeme napr. vzťah **dosiahnutie cieľa x prospieva k dosiahnutiu cieľa y** , vyplýva z neho jasná orientácia. Čiže štruktúrovaná interakčná matica je interakčná matica, ktorá odpovedá orientovanému grafu.

Jedným z najdôležitejších prostriedkov pre štúdium rozsiahlych systémov z oblasti teórie grafov je **strom**. Môžeme mať napr. strom cieľov, strom aktivít, rozhodovací strom a pod. Grafy - stromy môžeme vyjadriť pomocou štrukturovaných interakčných matíc.

V tejto časti budeme uvažovať určitú obmedzenú formu štruktúrnych interakčných matíc a to tzv. **subordinačnú maticu**. Subordinačná matica má vlastnosť, že ak pre dva prvky i, j platí, že $e_{ij} = 1$, potom musí platiť $e_{ji} = 0$. Čiže ak existuje nejaká podstatná interakcia medzi i, j nemôžu byť medzi j a i . Čiže nemôže tu existovať spätná väzba. Z tohoto dôvodu môže takáto matica zobrazovať **hierarchiu**. Jej grafickým zobrazením je strom. Budeme používať termín **účelová (cieľová) štruktúra** pre opis (zobrazenie) matematického alebo grafického usporiadania, cieľov, kritérií, ktoré máme dosiahnuť, vykonávaných akcií (rozhodnutí) ako aj aktérov, ktoré sú zodpovedné za ich vykonanie.

Subordinačná matica systému je definovaná ako matica, ktorá zahrňuje všetky elementy patriace systému a ukazuje subordinačné vzťahy (vzťahy podriadenosti) medzi všetkými prvkami. Pri zostavovaní matice robíme nasledovné kroky:

1. vyberieme uvažované prvky
2. určíme vzťahy podriadenosti
3. zostavíme podľa daného kódu maticu

Pred zostavením matice musíme definovať kód. Napr. ak prvok i je podriadený prvku j , príslušný prvok matice $e_{ij} = 1$, v opačnom prípade $e_{ij} = 0$. Ďalej musíme rešpektovať tieto tri pravidlá:

- diagonálne prvky sú nulové, pretože žiadny element nemôže byť podriadený sám sebe
- ak $e_{ij} = 1$, potom $e_{ji} = 0$
- ak i je podriadený j a j je podriadený element ku elementu k , potom aj i je podriadený k a vpíšeme 1 na prvky e_{ij} , e_{jk} , e_{ik} .

Príklad

Pre objasnenie ilustrácie zostavenia subordinačnej matice uvidíme nasledovný príklad, vzťahujúci sa na podmienky energetickej krízy.

Predpokladajme, že budeme uvažovať tieto elementy:

- zabezpečiť vysokú životnú úroveň (a)
- minimalizovať nedostatok vyrobenej energie (b)
- minimalizovať nedostatok rezervnej energie (c)
- rozvíjať zdravú energetickú politiku (d)
- minimalizovať zamorenie životného prostredia (e)

Určme v ďalšom vzájomnú podriadenosť prvkov. Najprv dáme nuly na diagonálu, čiže $e_{11} = e_{22} = e_{33} = e_{44} = e_{55} = 0$. Zabezpečenie vysokej životnej úrovne nie je podriadené žiadnemu elementu, teda $e_{12} = e_{13} = e_{14} = e_{15} = 0$. Minimalizovať nedostatok vyrobenej energie pomôže zabezpečiť vysokú životnú úroveň ako aj rozvíjať zdravú energetickú politiku, preto $e_{21} = e_{24} = 1$, čiže $e_{12} = e_{42} = 0$. Taktiež $e_{23} = e_{25} = 0$, avšak bod 3 pomôže bodu 2 a teda $e_{32} = 1$. Elementy 3, 4, 5 prispievajú bodu 1 a teda $e_{31} = e_{41} = e_{51} = 1$, čiže $e_{13} = e_{14} = e_{15} = 0$. Body 2, 3 nie sú v interakcii s bodom 5, čiže $e_{25} = e_{35} = e_{52} = e_{53} = 0$. Ďalej uplatníme tretie pravidlo. Pretože $e_{24} = 1$, element 4 je podriadený elementu 1 a ten žiadnemu. Keďže $e_{24} = 1$ a $e_{41} = 1$, potom $e_{21} = 1$. Pretože $e_{34} = 1$, $e_{41} = 1$ a $e_{31} = 1$. Tak isto, keďže $e_{54} = 1$, $e_{41} = 1$, potom $e_{51} = 1$. Takto dostaneme maticu:

	a	b	c	d	e
a	0	0	0	0	0
b	1	0	0	1	0
c	1	1	0	1	0
d	1	0	0	0	0
e	1	0	0	1	0

Kapitola 4

Rozhodovacie procesy

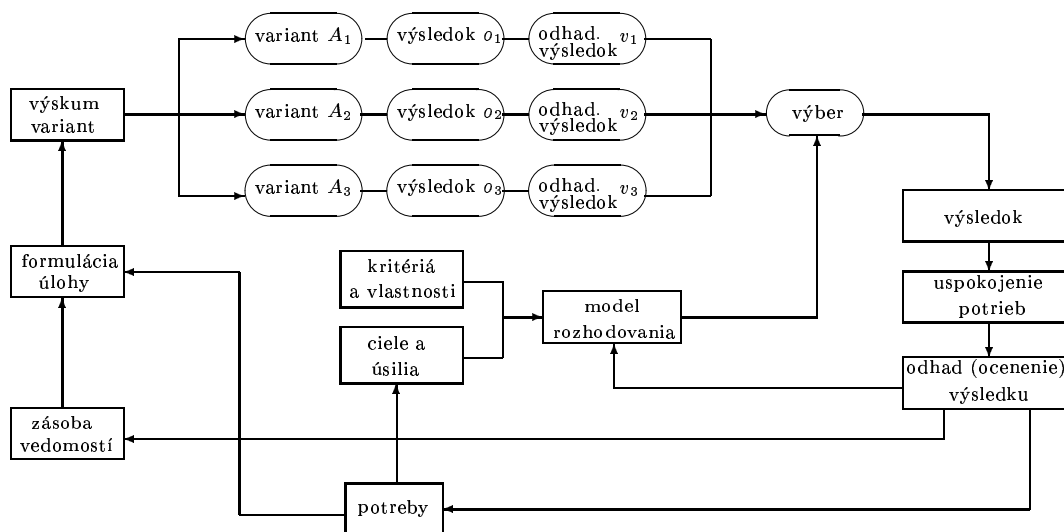
4.1 Úvod

Rozhodnutia robíme každý deň. Naše rozhodnutia siahajú od veľmi jednoduchých až po veľmi komplikované podľa zložitosti a od veľmi úzkych až po veľmi široké podľa rozsahu. Jednoduché rozhodnutia robíme bez veľkých predošlých úvah neuvažujúc vplyv rôznych faktorov. Iste sa nebudeme celé hodiny rozhodovať čo si ráno obliecť a pod. V závislosti od situácie, od jej zložitosti a rozsahu, rozhodnutie môže byť rýchle (napr. jednoduchým porovnaním možností) alebo môže byť výsledkom hlbokých analýz.

V súčasnosti neobyčajne vzrástla zložitosť a komplexnosť problémov, ktoré vznikajú v procese rozhodovania pri plánovaní a organizácii vedeckých výskumov, pri plánovaní rozvoja sociálnych systémov, pri konštrukcii a riadení zložitých technologických systémov a pod.

Problémom rozhodovania je to, že musíme brať do úvahy veľký počet navzájom protirečivých kritérií, cieľov, rôznych skupín názorov, týkajúcich sa príslušných rôznych alternatív.

Aktuálnosť úloh, spojených s rozhodovaním zodpovedá intenzívnemu rozvoju vedeckých metód. Úspechy, ktoré sa dosiahli v tejto oblasti najmä pomocou nových metód s použitím výpočtovej techniky, prispeli k čiastočnej zmene náhľadov na podstatu procesov rozhodovania v zložitých organizačných systémoch. V minulosti prevládala mienka, že rozhodovanie je v podstate umením, založenom na skúsenosti a intuícii a má kvalitatívny charakter. V súčasnosti sa však v tejto oblasti často používajú kvantitatívne metódy, rozhodovanie sa čoraz viac stáva vedným odborom. Rozhodovanie sa obvykle používa aj ako termín pre výber jednej z niekoľkých



Obr. 4.1: Kroky rozhodovania

možností, čo však plne nevystihuje pojem rozhodovania. Rozhodovanie je procesom myslenia, ktorý zahrňuje celú činnosť riešenia ľubovoľnej úlohy. Rozhodovanie obsahuje v sebe cieľavedomé činnosti, prostredníctvom ktorých dosahujeme cieľ riadenia a môžeme ho uvažovať ako iteračnú procedúru, v ktorej každý cyklus má niekoľko postupných krokov. Na obr. 4.1 sú naznačené kroky takéhoto cyklu.

Realizovať funkciu rozhodovania je potrebné v tom prípade, ak daná úloha sa musí riešiť alebo musia byť splnené nejaké potreby (požiadavky). Krok formulácie úlohy môžeme uvažovať ako podúlohu základnej úlohy, čiže v cykle rozhodovania je spätná väzba vo vnútri spätnej väzby. Oblasť rozhodovacích procesov zahŕňa množstvo problémov, z ktorých typické sú nasledovné:

- rozhodovanie ako aj stratégie riešenia sú robené v podmienkach neurčitosti, to znamená, že výsledok týchto akcií je len zriedka deterministický
- procesy rozhodovania často zahŕňujú veľký počet osôb vykonávajúcich rozhodovanie (vykonávateľov rozhodovania - VR), ktorí konajú podľa ich vlastných rôznych záujmov, pričom navzájom si môžu poskytovať skreslené údaje
- výsledky vyplývajúce z rozhodovacích činností sa často dajú charakterizovať len pomocou veľkého počtu neznámych vplyvov, ktoré sťažujú porovnanie výsledku

V zásade môžeme rozdeliť rozhodovacie procesy do nasledovných kategórií:

rozhodovanie v podmienkach určitosti (deterministické rozhodovanie) každej činnosti odpovedá jeden výsledok

rozhodovanie o podmienkach rizika jeden z niekoľkých výsledkov môže byť výsledkom činností závisiacich na určitých stavoch procesu a tieto stavy sa vyskytujú so známymi pravdepodobnosťami

rozhodovanie v podmienkach neurčitosti jeden z niekoľkých výsledkov je výstupom činností závisiacich na stavoch procesu a tieto stavy sa vyskytujú s neznámymi pravdepodobnosťami

rozhodovanie v konfliktných situáciách proces (okolie) je reprezentovaný antagonistickým alebo neantagonistickým oponentom

Jednoduché rozhodovania v deterministických podmienkach sú obsahom teórie optimálneho riadenia. Rozhodnutia v konfliktných situáciách sú predmetom teórie hier.

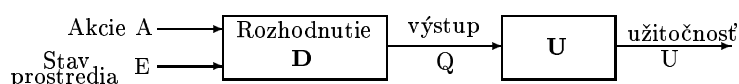
4.2 Elementárne rozhodovacie procesy

Uvedieme si základné metódy používané v rozhodovaní, ako úvod pre rozhodovacie procesy v zložitých systémoch. Teoretický základ rozhodovacej analýzy je teória pravdepodobnosti a teória úžitkovosti.

4.2.1 Štruktúra rozhodovacích problémov

Základný model rozhodovacej analýzy zahŕňa päť prvkov:

1. množinu r alternatívnych činností (akcií) $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$
2. množinu m stavov procesu $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$
3. množinu r_m výsledkov (hodnôt) $Q = \{q_{1n}, \dots, q_{rm}\}$, kde každé q_{ij} korešponduje s dvojicou (a_i, e_j)
4. funkciu U , nazývanú úžitkovosťou, ktorá je množinou $U = \{u_{11}, \dots, u_{ij}, \dots, u_{rm}\}$, kde $u_{ij} = U(q_{ij})$
5. cieľ (kritérium), ktorý je potrebné dosiahnuť.



Obr. 4.2: Model rozhodovacej analýzy

Čiže model rozhodovacej analýzy je transformácia, ktorá zobrazuje množinu karteziánskeho súčinu $A \times E$ do množiny Q . Podobne funkcia úžitkovosti U je transformácia, ktorá zobrazuje množinu Q do množiny U (obr. 4.2).

V prípade, že množiny A , E , Q a U sú konečné, potom môžeme model rozhodovacej analýzy zobraziť pomocou **matice platieb**:

	e_1	e_2	$\cdots$	e_m
a_1	u_{11}	u_{12}	$\cdots$	u_{1m}
a_2	u_{21}	u_{22}	$\cdots$	u_{2m}
$\vdots$	$\vdots$		$\ddots$	$\vdots$
a_r	u_{r1}	u_{r2}	$\cdots$	u_{rm}

4.2.2 Rozhodovacia analýza bez prvotnej informácie

Rozhodovací proces je vždy spojený s určitým druhom optimalizácie. Napr. vo vyššie uvedenom modeli je nutné nájsť takú alternatívu a_i , aby príslušná u_{ij} bola “čo najlepšia” v určitom zmysle. Veľmi často “najlepší”, znamená **maximum** (alebo **minimum**). Avšak u_{ij} je ovplyvnené aj náhodnou premennou e_j , čiže rozhodovací proces môžeme formulovať takto:

$$\max_i M\{a_i\} = \max_i \sum_{j=1}^m u_{ij} P(e_j)$$

kde $P(e_j)$ je pravdepodobnosť, že stav procesu je e_j , pričom $M\{a_i\}$ je stredná hodnota funkcie úžitkovosti v závislosti od a_i . Pre riešenie tohto problému potrebujeme vedieť hustotu pravdepodobnosti $p(e_j)$. Predpokladajme na chvíľu, že ju nepoznáme. Môžeme uvažovať nasledové situácie:

Laplaceovo kritérium. Ak všetky $p(e_j)$ sú rovnaké (tj. $P(e_j) = 1/m$), potom dostaneme:

$$M\{a_i\} = \sum_{j=1}^m u_{ij} p(e_j) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m u_{ij}$$

Pretože faktor $1/m$ sa týka všetkých a_i , môžeme ho vynechať. Potom optimálne rozhodovacie pravidlo je také a_i , ktoré maximalizuje $\sum_{j=1}^m u_{ij}$. Vo všeobecnosti však toto pravidlo použiť nemôžeme.

kritérium max-min (pesimistické). Toto pravidlo je extrémne pesimistické. Bez ohľadu na to ako je a_i vybrané, predpokladáme, že je vybraný stav procesu e_j , ktorý odpovedá veľmi malej hodnote úžitkovosti u_i^+ . Túto skutočnosť kompenzujeme výberom takých akcií a_i , ktoré spôsobia maximum u_i^+ , čiže:

$$\max_i u_i^+ = \max_i \min_j u_{ij}$$

kritérium max-max (optimistické). Tu predpokladáme, že proces má taký charakter, že pre ľubovoľné a_i , stav e_j má za následok veľkú hodnotu u_i^* . Potom a_i zvolíme tak, aby sme dosiahli maxi u_i^* čiže

$$\max_i u_i^* = \max_i \max_j u_{ij}$$

Čiže z matice výplat (platieb) vyberieme taký stĺpec, v ktorom matica obsahuje najväčší prvok.

Index optimizmu. V tomto prípade kombinujeme predchádzajúce dve kritériá. Funkcia indexu optimizmu je definovaná ako

$$u_i(\alpha) = \alpha u_i^* + (1 - \alpha) u_i^+ \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

kritérium min-max. V tomto prípade z matice výplat generujeme maticu L podľa pravidla $L_{ij} = M_j - u_{ij}$, kde $M_j = \max_i u_{ij}$. Pre každé a_i nájdeme najväčší prvok v i -tom riadku matice L : $L_i^+ = \max_i L_{ij}$. Nakoniec vyberieme a_i , ktoré má za následok najmenšie L_i^+ : $\min_i L_i^+ = \min_i \max_j L_{ij}$.

Príklad: Rozhodovanie

Uvažujeme jednoduchý príklad. Matica výplat je v tvare:

	e_1	e_2	e_3
a_1	24	12	3
a_2	36	6	21
a_3	9	27	18

Laplaceovo kritérium • pre a_1 : očakávaná úžitkovosť = $8 + 4 + 1 = 13$

- pre a_2 : očakávaná úžitkovosť = $12 + 2 + 7 = 21$
- pre a_3 : očakávaná úžitkovosť = $3 + 9 + 5 = 17$

Pretože $21 > 17 > 13$, optimálna akcia (rozhodnutie) je a_2 .

kritérium max-min Dostaneme $u_1^+ = \min_j u_{ij} = 3$; $u_2^+ = \min_j u_{ij} = 6$; $u_3^+ = \min_j u_{ij} = 9$ Pretože $u_3^+ > u_2^+ > u_1^+$, a_3 je optimálne rozhodnutie $u_{3opt}^* = \max_j \min_j u_{ij}$.

kritérium max-max Dostaneme: $u_1^* = 24$; $u_2^* = 36$; $u_3^* = 27$; $u_2^* > u_3^* > u_1^*$, čiže optimálne rozhodnutie je a_2 .

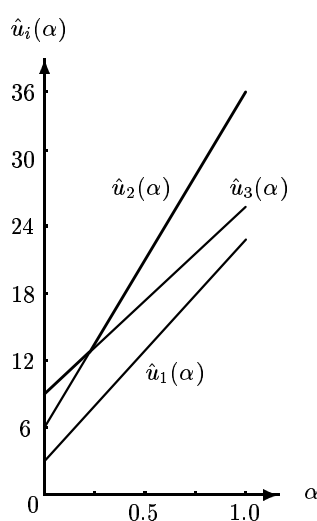
index optimizmu :

$$u_1(\alpha) = \alpha 24 + (1 - \alpha) 3 = 3 + 21\alpha$$

$$u_2(\alpha) = \alpha 36 + (1 - \alpha) 6 = 6 + 30\alpha$$

$$u_3(\alpha) = \alpha 27 + (1 - \alpha) 9 = 9 + 18\alpha$$

Príslušné lineárne funkcie α sú na obr. 4.3, kde vidíme, že pre $\alpha < 0,25$ je optimálne a_3 a pre $\alpha > 0,25$



Obr. 4.3: Lineárne funkcie

je optimálne a_2 .

kritérium min-max Vidíme, že $M_1 = 36$; $M_2 = 27$; $M_3 = 21$. Potom matica L :

$$L = \begin{pmatrix} 12 & 15 & 18 \\ 0 & 21 & 0 \\ 27 & 0 & 6 \end{pmatrix}$$

Vypočítajme maximum pre každé a_i . Dostaneme $L_1^+ = 18$; $L_2^+ = 21$; $L_3^+ = 27$. Optimálne rozhodnutie je a_1 . Vidíme, že v prípade neexistencie apriórnej informácie o procese, optimálne rozhodnutie závisí na zvolenom kritériu.

4.2.3 Rozhodovanie s rizikom

V ďalšom obrátíme pozornosť k prípadu, keď sú známe hustoty pravdepodobnosti stavov procesu. Predpokladajme, že máme úplne rovnaké nepriehľadné urny, pričom každá obsahuje určitý počet červených a čiernych guľčiek. Osoba vykonávajúca rozhodnutie dopredu vie, že existuje n_1 urien typu a_1 (každá obsahuje r_1 červených guľčiek a b_1 čiernych) a n_2 urien typu a_2 (každá obsahuje r_2 červených a b_2 bielych guľčiek). Osoba, ktorá vedie experiment, náhodne vyberie urnu rozhodovateľovi, ktorý musí na základe uvedených informácií rozhodnúť, či urna je typu a_1 alebo typu a_2 . Jeho odmena bude závisieť od rozhodnutí $\hat{a}_1, \hat{a}_2$. Matica výplat má tvar:

$$\begin{array}{cc} & \begin{matrix} a_1 & a_2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} \hat{a}_1 \\ \hat{a}_2 \end{matrix} & \begin{matrix} W_1 & L_1 \\ L_2 & W_2 \end{matrix} \end{array}$$

kde W označuje výhru a L prehru. Hociktoré z čísel W_1, W_2, L_1, L_2 môže byť kladné alebo záporné, avšak predpokladáme, že $W_1 > L_1$ a $W_2 > L_2$; $W_1 > L_2$ a $W_2 > L_1$.

Rozhodovateľ má dva výbery: $\hat{a}_1$; $\hat{a}_2$. Ak vyberie $\hat{a}_1$, očakávaná odmena bude:

$$M\{\hat{a}_1\} = W_1 P(a_1) + L_1 P(a_2)$$

ak a_2 , potom

$$M\{\hat{a}_2\} = L_2 P(a_1) + W_2 P(a_2)$$

kde príslušné pravdepodobnosti sú:

$$P(a_1) = \frac{n_1}{n_1 + n_2}; P(a_2) = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$$

Tieto pravdepodobnosti sa nazývajú **apriórne pravdepodobnosti**, pretože reprezentujú prvotnú informáciu. Potom naše rozhodovacie pravidlo bude:

$$\begin{aligned} \text{ak } M\{\hat{a}_1\} &> M\{\hat{a}_2\} && \text{vyberieme } \hat{a}_1 \\ \text{ak } M\{\hat{a}_1\} &< M\{\hat{a}_2\} && \text{vyberieme } \hat{a}_2 \\ \text{ak } M\{\hat{a}_1\} &= M\{\hat{a}_2\} && \text{môžeme vybrať } \hat{a}_1 \text{ alebo } \hat{a}_2 \end{aligned}$$

Príklad: Hákanie urny

Predpokladajme, že riešiteľ (rozhodovateľ) sa má rozhodovať v nasledovnej hre. Experimentátor má 1000 urien, z ktorých 750 je typu 1 a 250 typu 2. Každá urna typu 1 obsahuje 7 červených a 3 čierne guličky. Každá urna typu 2 obsahuje 2 červené a 8 čiernych guličiek. Experimentátor náhodne vyberie urnu a my ako riešitelia máme uhádnuť, či urna je typu 1 alebo typu 2. Ak uhádneme správne urnu 1, dostaneme 50 Sk, avšak ak sa zmýlime a urna je typu 2, platíme 10 Sk. Ak uhádneme správne urnu typu 2, dostaneme 80 Sk, ak sa zmýlime, platíme 15 Sk. Takto máme tri alternatívy:

- $\hat{a}_0$ odmietnuť hrať
- $\hat{a}_1$ tipovať urnu typu 1
- $\hat{a}_2$ tipovať urnu typu 2

Ak odmietneme hrať, nič nevyhráme a nič neprehráme. V prípade hry je matica výplat:

Rozhodnutia	Stavy a ich pravdepodobnosti	
	$a_1, P(a_1) = 0.75$	$a_2, P(a_2) = 0.25$
$\hat{a}_1$	50	-10
$\hat{a}_2$	-15	80

Rozhodovací diagram je na obr. 4.4. Platby sú umiestnené na konci vetiev diagramu. Očakávané výhry pre jednotlivé rozhodnutia sú:

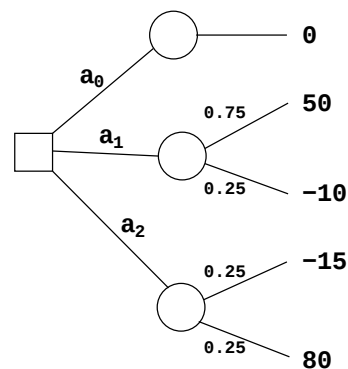
$$\begin{aligned} M\{\hat{a}_0\} &= 0 \\ M\{\hat{a}_1\} &= 50 \cdot 0.75 + (-10) \cdot 0.25 = 35 \\ M\{\hat{a}_2\} &= -15 \cdot 0.75 + 80 \cdot 0.25 = 8.75 \end{aligned}$$

Čiže najväčšia výhra je pri akcii $\hat{a}_1$. Predpokladajme teraz, že riešiteľ sa musí rozhodnúť za predpokladu, že urobil pokus spočívajúci vo vytiahnutí jednej guličky z neznámej urny (za cenu T) a zistí jej farbu. Racionálny riešiteľ bude hľadať také rozhodnutie, ktoré maximalizuje jeho očakávanú úžitkovosť ale tiež využije informáciu získanú z pokusu pre obnovenie (spresnenie) odhadu $P(a_1)$ a $P(a_2)$. Čiže potrebujeme určiť $P(a_1|R)$ a $P(a_2|R)$, ak je vytiahnutá červená gulička a $P(a_1|B)$ a $P(a_2|B)$, ak je vytiahnutá čierna. Tieto sa vypočítajú pomocou Bayesových vzťahov:

$$P(a_i|R) = \frac{P(R|a_i)P(a_i)}{P(R)}; P(a_i|B) = \frac{P(B|a_i)P(a_i)}{P(B)} \quad (4.1)$$

kde

$$\begin{aligned} P(R) &= P(R|a_1)P(a_1) + P(R|a_2)P(a_2) \\ P(B) &= P(B|a_1)P(a_1) + P(B|a_2)P(a_2) \\ P(R|a_i) &= \frac{r_i}{r_i + b_i}; P(B|a_i) = \frac{b_i}{r_i + b_i}; P(a_i) = \frac{n_i}{n_1 + n_2} \end{aligned}$$



Obr. 4.4: Strom

Pravdepodobnosti $P(a_i|R)$ a $P(a_i|B)$ sa nazývajú **aposteriórne pravdepodobnosti**, pretože reprezentujú pravdepodobnosti a_i po pokuse.

Použijúc $M\{\hat{a}_i|R\}$ a $M\{\hat{a}_i|B\}$ pre vyjadrenie strednej očakávanej odmeny po vytiahnutí guličky dostaneme:

$$\begin{aligned} M\{\hat{a}_1|R\} &= (W_1 - T)P(a_1|R) + (L_1 - T)P(a_2|R) \\ M\{\hat{a}_2|R\} &= (L_2 - T)P(a_1|R) + (W_2 - T)P(a_2|R) \\ M\{\hat{a}_1|B\} &= (W_1 - T)P(a_1|B) + (L_1 - T)P(a_2|B) \\ M\{\hat{a}_2|B\} &= (L_2 - T)P(a_1|B) + (W_2 - T)P(a_2|B) \end{aligned} \quad (4.2)$$

Vidíme, že po pokuse je optimálne rozhodovacie pravidlo:

$$\begin{aligned} \hat{a}_1 &\text{ ak } M\{\hat{a}_1|R\} > M\{\hat{a}_2|R\} \\ \hat{a}_2 &\text{ ak } M\{\hat{a}_2|R\} > M\{\hat{a}_1|R\} \\ \hat{a}_1 &\text{ ak } M\{\hat{a}_1|B\} > M\{\hat{a}_2|B\} \\ \hat{a}_2 &\text{ ak } M\{\hat{a}_2|B\} > M\{\hat{a}_1|B\} \end{aligned}$$

Očakávaná výplata (odmena) pred pokusom je:

$$M_s\{\hat{a}_1\} = (\max_i M\{\hat{a}_i|R\})P(R) + (\max_i M\{\hat{a}_i|B\})P(B) \quad (4.3)$$

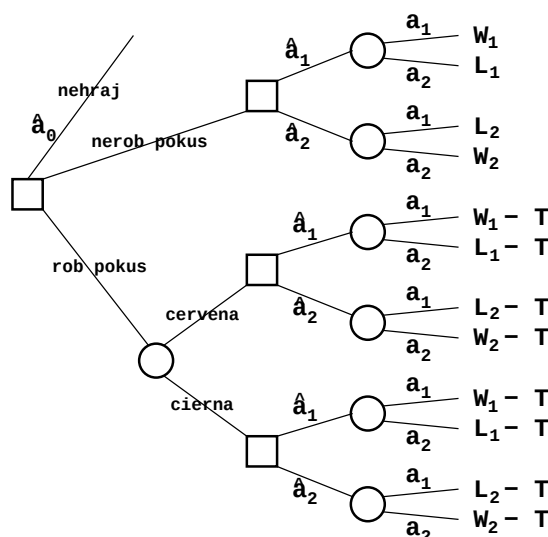
Pre odpoveď na otázku, či je vôbec nutné robiť pokus, porovnajme očakávanú odmenu bez pokusu a R (ale pred) pokusom. Optimálne rozhodovacie pravidlo je:

$$\begin{aligned} \text{ak } \max_i M\{\hat{a}_i\} &> M_s\{\hat{a}_i\} && \text{nerobíme pokus} \\ \text{ak } \max_i M\{\hat{a}_i\} &< M_s\{\hat{a}_i\} && \text{pokús sa vykoná} \end{aligned}$$

Čiže najprv sa musíme rozhodnúť, či pokus robiť alebo nerobiť. Ak sa rozhodneme pokus robiť, potom podľa jeho výsledku (červená alebo čierna gulička) musíme urobiť ďalšie rozhodnutie: vybrať $\hat{a}_1$ alebo $\hat{a}_2$. Takýto typ rozhodovacích procesov je nazývaný sekvenčné rozhodovacie procesy. Štruktúra takéhoto procesu je zobrazená na obr. 4.5.

Optimálna stratégia sa dosiahne tak, že štartujeme od konca, na pravej strane stromu (grafu) a sledujeme všetky vetvy stromu až po začiatok. Takýto postup je podobný dynamickému programovaniu. Riešenie prebieha v nasledovných krokoch:

1. nakreslíme rozhodovací graf
2. napíšeme výplaty na konce vetiev stromu (grafu)
3. do grafu vpišeme pravdepodobnosti všetkých možností
4. vypočítame priemerné odmeny a hľadáme opačným smerom najvýhodnejšiu alternatívu

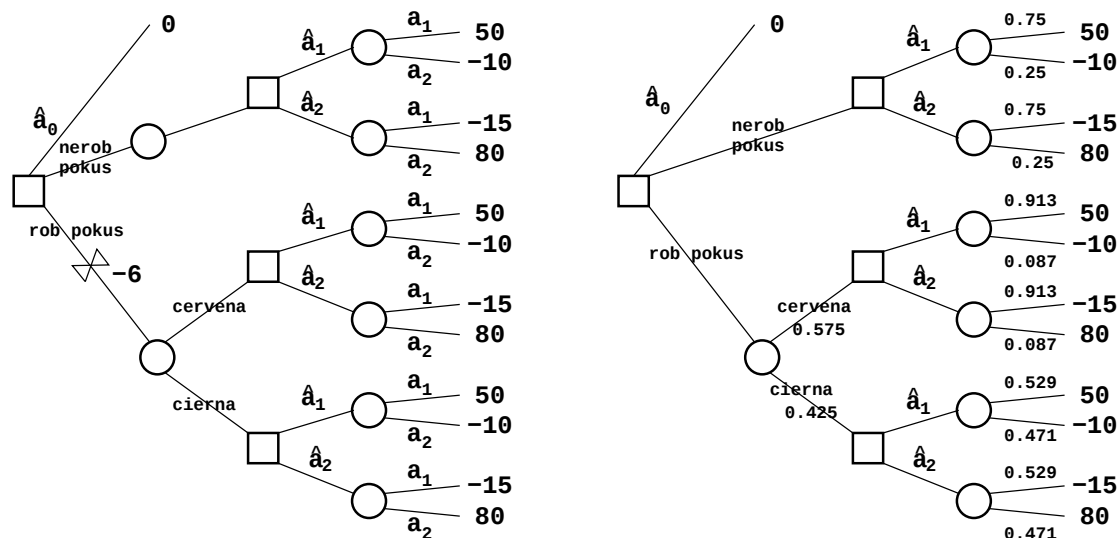


Obr. 4.5: Sekvenčný rozhodovací proces

Príklad: Hákanie urny

Pre ilustráciu uvažujeme predošlý príklad. Predpokladajme, že pred určením urny urobíme pokus spočívajúci vo vytiahnutí guličky pred rozhodnutím. Za pokus platíme 6 Sk. Samozrejme, že pokus nemusíme robiť a 6 Sk neplatíme.

- Náš prvý krok spočíva v nakreslení diagramu (viď obr. 4.6), na ktorom sú označené jednotlivé etapy rozhodovania zľava do prava. Na grafe sú znázornené všetky možné smery rozhodovania. Štvorcové vrcholy ($\square$) sú tie body, v ktorých riešiteľ vyberá nasledujúcu vetvu, zatiaľ čo obvyklé vrcholy ($\circ$) sú body, v ktorých vyberáme určitú vetvu.
- Druhý krok spočíva v zapísaní výplat na koniec grafu. Tieto sú zapísané podľa vyššie uvedenej tabuľky v predošlom príklade. Platenie poplatku za pokus 6 Sk je označené symbolom ∞ .



Obr. 4.6: Rozhodovací strom pre príklad hádanie urny

- Tretí krok je umiestnenie (zapísanie) pravdepodobností na jednotlivých vetvách. Vetvy a_1 , a_2 zahrňujú len možnosti výsledku pre určenie typu urien. Jediná informácia je, že 750 urien je typu 1 a 250 typu 2. Jednotlivé pravdepodobnosti sú:

$$P(R) = P(R|U_1)P(U_1) + P(R|U_2)P(U_2) = 0.7 \cdot 0.75 + 0.2 \cdot 0.25 = 0.575$$

$$P(B) = P(B|U_1)P(U_1) + P(B|U_2)P(U_2) = 0.3 \cdot 0.75 + 0.8 \cdot 0.25 = 0.425$$

Tieto pravdepodobnosti sú ukázané na obr. 4.6. Sumu 6 Sk sme odrátali na konci grafu v prípade vykonania pokusu.

Informácia z vykonaného pokusu môže byť využitá na výpočet pravdepodobností typu úrn. Použijeme Bayesovo pravidlo pre zistenie pravdepodobnosti, že urna je typu 1:

$$P(1|R) = \frac{P(R|1)P(1)}{P(R)} = \frac{0.7 \cdot 0.75}{0.575} = 0.913$$

Podobne určíme všetky ostatné pravdepodobnosti v obr. 4.6.

- štvrtý krok spočíva vo výpočte priemerných odmien a v spätnom postupe, v ktorom určujeme priemerne výplaty v každom vrchole a vyberáme také alternatívy, ktoré vedú k maximálnej hodnote výplaty. Tento proces začína v bodoch na konci stromu (grafu) a pohybujúc sa späť k začiatku, zisťujeme alternatívy s najvyšším ziskom.

Očakávaná hodnota v jednotlivých vrcholoch je v tvare:

$$M(a) = \sum_{i=1}^n P_i R_i$$

kde a je alternatíva, ktorá sa môže uplatniť vo viacerých rozhodnutiach; R_i je výplata pri rozhodnutí i ; P_i - pravdepodobnosť výsledku (rozhodnutia) i ; n - počet možných výsledkov.

Ak zvolíme nerobiť pokus, potom pre rozhodnutie $\hat{a}_1$ dostaneme:

$$M(\hat{a}_1) = 0.75 \cdot 50 + 0.25 \cdot (-10) = 35 \text{ Sk}$$

Podobne $M(\hat{a}_2) = 8.75$ Sk. Očakávané hodnoty sú na obr. 4.7. Tie isté výpočty vykonáme na koncoch vetiev, ktoré zodpovedajú rozhodnutiam s vykonaním pokusu. Pre vetvu danú tým, že sme vytiahli červenú loptičku máme:

$$M(\hat{a}_1) = 0.75 \cdot 50 + 0.25 \cdot (-10) = 35 \text{ Sk}$$

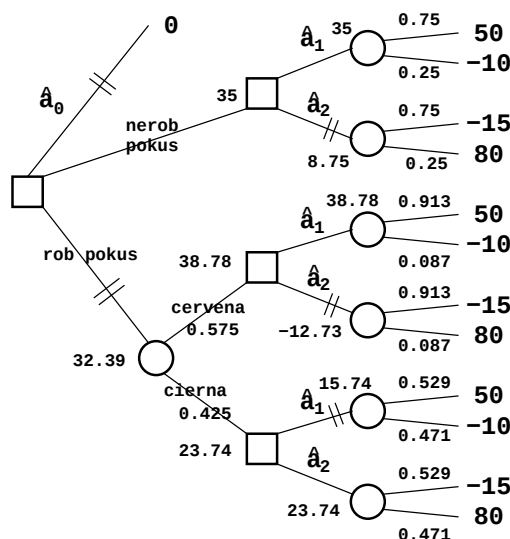
Podobne $M(\hat{a}_1) = 8.75$ Sk. Očakávané hodnoty sú na obr. 4.7. Tie isté výpočty vykonáme na koncoch vetiev, ktoré zodpovedajú rozhodnutiam s vykonaním pokusu. Pre vetvu danú tým, že sme vytiahli červenú loptičku máme:

$$M(\hat{a}_1) = 0.9 \cdot 13 \cdot 44 + 0.087 \cdot (-16) = 38.78 \text{ Sk}$$

a podobne $M(\hat{a}_2) = -12.73$ Sk. Pre vetvu s čiernou guličkou máme $M(\hat{a}_1) = 15.74$ Sk a $M(\hat{a}_2) = 23.74$ Sk (viď obr. 4.7). Vidíme, že pri vytiahnutí červenej guličky musíme zvoliť rozhodnutie $\hat{a}_1$. Alternatíva $\hat{a}_2$ je v grafe prečiarknutá dvojito čiarou ako menej vhodná. Podobne po vytiahnutí čiernej guličky je lepšia alternatíva $\hat{a}_2$. Teraz sa môžeme vrátiť o jeden krok späť a určiť priemernú hodnotu výplaty vrcholu zodpovedajúcemu vykonaniu pokusu E_1 :

$$M(E_1) = 0.575 \cdot 38.78 + 0.525 \cdot 23 \cdot 23.74 = 32.29 \text{ Sk}$$

Každá alternatíva má teraz určenú výplatu a riešiteľ môže vybrať najvýhodnejšiu. Najlepšia alternatíva je nerobiť pokus a vybrať a_1 . Čiže určíme, že urna je typu 1 bez vykonania pokusu.



Obr. 4.7: Vyriešený rozhodovací strom

4.3 Teória hier

4.3.1 Základné pojmy

Teória hier analyzuje konfliktné situácie s cieľom vypracovania doporučení pre rozumné činnosti každého z protivníkov počas konfliktu. Model konfliktnéj situácie sa nazýva **hra**. Strany zúčastňujúce sa na konflikte sa nazývajú **hráči**. Pre dosiahnutie svojich cieľov má každý hráč k dispozícii určitý výber činností. Tieto činnosti budeme nazývať **stratégie**. Ak je počet stratégií každého hráča konečný, potom hra sa nazýva **konečnou**.

Výber stratégie jedného z hráčov sa nazýva **chod**. Rozoznávame hry jednochodové a viacchodové. V jednochodových hrách každý hráč robí po jednom chode a výber stratégií hráčov okamžite určuje výsledok hry, pričom každému hráčovi je známy zoznam stratégií protivníka a ich výsledky.

V hre sa zúčastňujú dve osoby A, B . Je prirodzené, že ich záujmy sú úplne odlišné. Výhra jedného hráča sa rovná prehre druhého. Ak suma výhier je rovná nule, hovoríme o **hre s nulovým súčtom**.

Hru môžeme opísať pomocou tzv. matice výplat rozmeru $m \times n$ čísla riadkov ktorej budeme nazývať rýdzimi stratégiami hráča A a čísla stĺpcov rýdzimi stratégiami hráča B . Element c_{ij} určuje výsledok hry (výhru hráča A) pri stratégiách hráčov A, B i, j ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$). Jednochodová hra má takýto priebeh: Hráč A vyberá jeden z m riadkov (napr. i -tý) matice výplat. Nepoznajúc výsledok tohoto výberu, hráč B vyberá jeden zo stĺpcov (napr. j -tý), tej istej matice. Element c_{ij} určuje výhru A a prehru B . Hráč A sa snaží maximalizovať svoju výhru a hráč B minimalizovať svoju prehru.

Príklad: Hra plukovníka Blotta

Dve armády bojujú o dva body. Armáda plukovníka Blotta má 4 pluky a protivníka 3 pluky.

Stratégie hráča A	Stratégie hráča B			
	3;0	0;3	2;1	1;2
4;0	4	0	2	1
0;4	0	4	1	2
3;1	1	-1	3	0
1;3	-1	1	0	3
2;2	-2	-2	2	2

Tabuľka 4.1: Hra plk. Blotta

stratégie pre účastníkov hry, pričom každý z nich koná pre seba najvýhodnejšie.

Armáda, ktorá vyšle na niektorý bod viac plukov ho obsadí a zničí protivníka, pričom dostáva po jednotke za každý zničený pluk protivníka. Plukovník Blott musí rozhodnúť, ako rozdeliť svoje sily tak, aby dosiahol maximálny počet bodov.

Je očividné, že plukovník Blott má 5 stratégií, môžeme si ich predstaviť vo forme dvojíc (x, y) , kde x je počet plukov vyslaných na bod 1 a y počet plukov vyslaných na bod 2. Protivník má 4 možné stratégie. Matica výplat má tvar podľa tab. 4.1. Zovšeobecniac vyššie uvedené, môžeme povedať, že hrou sa nazýva model konfliktovej situácie, v ktorej sú dané stratégie protivníkov a matica výplat. Je potrebné určiť optimálne

4.3.2 Hry so sedlovým bodom

Vyšetríme v ďalšom všeobecné princípy hier dvoch osôb s nulovým súčtom. Pri výbere stratégie je vhodné ak pokladáme protivníka za rovnako schopného - ide o **princíp schopnosti protivníka**.

Nech hra je určená maticou $C(m \times n)$. To znamená, že hráč A má m rýdzich stratégií $i = 1, \dots, m$ a hráč B n rýdzich stratégií $j = 1, \dots, n$, pričom dvojici i, j^* , odpovedá výplata c_{ij} .

Ak hráč A použije stratégiu i , potom dostáva v krajnom prípade:

$$\min_j c_{ij}$$

kde minimum berieme na množine stratégií hráča B . Pretože hráč A má voľnosť vo výbere svojej stratégie, potom je prirodzené, že sa snaží urobiť $\min_j c_{ij}$ čo najväčším, čiže vybrať takú stratégiu i_0 , aby dostal výplatu nie menšiu ako

$$v_1 = \max_i \min_j c_{ij}$$

kde maximum berieme na množine stratégií hráča B .

Stratégia i_0 sa nazýva **maximinimovou stratégiou** hráča A . Je to najviac ostražitá stratégia, použitie ktorej pri ľubovoľnej stratégii hráča B garantuje hráčovi A výplatu c_{ij} nie menšiu ako v_1 . Veličina v_1 sa nazýva **dolnou cenou hry**, alebo **maximinimom**.

Hráč B , uvažujúc rovnako, môže zvoliť stratégiu j_0 , pri ktorej hráč A dostane nie viac ako

$$v_2 = \min_j \max_i c_{ij}$$

b_j a_i	1	2	3	4	$\min_j c_{ij}$
1	50	40	26	30	26
2	37	10	22	88	10
3	15	75	18	20	15
$\max_i c_{ij}$	50	75	26	88	

Tabuľka 4.2: Matica výplat

Stratégia j_0 sa nazýva **minimaxovou stratégiou** hráča B . Je to najostrážitejšia stratégia, ktorá zaisťuje hráčovi B , že hráč A pri ľubovoľnom svojom chovaní nedostane väčšiu sumu ako v_2 . Veličina v_2 sa nazýva **hornou cenou hry**, alebo **minimaxom**.

Možno dokázať, že

$$\max_i \min_j c_{ij} = \min_j \max_i c_{ij}$$

čiže $v_1 \leq v_2$. Ak platí $v_1 = v_2 = v$, potom stratégie i_0, j_0 sú optimálne. Každá odchýlka od optimálnych stratégií je nevýhodná pre obidvoch hráčov, pretože platí:

$$c_{ij_0} \leq c_{i_0 j_0} \leq c_{i_0 j}$$

Dvojica stratégií (i_0, j_0) sa nazýva **sedlovým bodom** matice C . To odpovedá tomu, že element $c_{i_0 j_0} = v$ je **cena hry** a hra sa nazýva hra so sedlovým bodom.

Uvažujme príklad podľa tab. 4.2

Preverme si, či v tejto matici existuje **sedlový bod**. Vyberme v každom riadku minimálny element (posledný stĺpec) a v každom stĺpci maximálny (v dolnom riadku). Nájdime dolnú a hornú cenu hry, vyberúc súčasne maximálny prvok v poslednom stĺpci a minimálny prvok v poslednom riadku. V danom prípade:

$$\max_i \min_j c_{ij} = 26 = \min_j \max_i c_{ij}$$

čiže $(a_{i_0}, b_{j_0}) = (a_1, b_3)$ sú optimálne stratégie.

4.3.3 Hry bez sedlových bodov

Existujú hry, ktorých matica výplat neobsahuje sedlový bod. Napr. v hre plukovníka Blotta neexistuje sedlový bod.

Z tab. 4.1 ľahko dostaneme, že plukovník Blott má dve maximinové stratégie 4;0 a 0;4 s minimálnou výhrou $v_1 = 0$. Protivník má dve stratégie 2;1 a 1;2, ktoré mu zaručujú, že neprehrá viac ako 3 body (v_2). Na prvý pohľad sa môže zdať, že maximinová stratégia hráča A a minimaxová stratégia hráča B tvorí dvojicu optimálnych stratégií, pričom $v_1 < v_2$. Jednako medzi hornou a dolnou cenou hry je oblasť neurčitosti, v hraniciach ktorej sa hráči môžu snažiť zväčšiť svoju výhru (alebo zmenšiť prehru). Pretože použitie ľubovolnej rýdzej stratégie neumožňuje zvýšiť strednú výhru, je očividné, že je nutné použiť rýdže stratégie striedavo, čiže použiť zložitejšiu, **zmiešanú stratégiu**, ktorá obsahuje ako prvky rýdže stratégie. Zmiešanú stratégiu môžeme zapísať napr. nasledovne: $X = (x_1, \dots, x_m)$ pre hráča A a $Y = (y_1, \dots, y_n)$ pre hráča B , kde x_i a y_j sú relatívne početnosti použitia rýdzych stratégií i, j , pričom platí

$$x_i \geq 0, y_j \geq 0; \sum_{i=1}^m x_i = 1; \sum_{j=1}^n y_j = 1$$

Vidíme, že rýdza stratégia je špeciálnym prípadom zmiešanej, stačí, ak všetky veličiny x_i a y_j s výnimkou jednej sú rovné nule a ostávajúce x a y sú rovné jednej.

b_j	1	2
a_i		
1	6	2
2	4	8

Uvažujme hru podľa tab. 4.3. V tomto prípade $v_1 = \max_i \min_j c_{ij} = 4$; $v_2 = \min_j \max_i c_{ij} = 6$. Pretože $v_1 \neq v_2$, hra nemá sedlový bod a rýdže stratégie neexistujú. Hráč A používajúc svoju maximinovú stratégiu a_2 vyhraje nie menej ako 4 a hráč B používajúc b_1 , neprehrá viac ako 6. V tejto situácii chce hráč A vyhrať viac ako 4 a hráč B prehrať menej ako 6. Nech preto používajú zmiešané stratégie v tvare $X = (0.5; 0.5)$, $Y = (0.75; 0.25)$. Určíme strednú hodnotu H výhry A pri viacnásobnom opakovaní hry:

Tabuľka 4.3:

Model hry

$$\begin{aligned} H_A(X, Y) &= 0.5(6 \cdot 0.75 + 2 \cdot 0.25) + 0.5(4 \cdot 0.75 + 8 \cdot 0.25) = 5 \\ H_B(X, Y) &= 0.75(6 \cdot 0.5 + 4 \cdot 0.5) + 0.25(2 \cdot 0.5 + 8 \cdot 0.5) = 5 \end{aligned}$$

Takto sa zvýšila výhra A zo 4 na 5 a prehra B sa znížila zo 6 na 5. To sú optimálne zmiešané stratégie. Optimálne zmiešané stratégie zaručujú hráčovi pri viacnásobnom opakovaní hry najvýhodnejší výsledok (maximálnu strednú výhru, resp. minimálne strednú prehru) pri ľubovoľných stratégiách protivníka.

Nech napr. $Y = (0.75; 0.25)$ a hráč A používa buď čisté stratégie a_1 alebo a_2 , alebo $X = (0.1; 0.8)$. Potom

$$\begin{aligned} H_1 &= 0.75(1.6 + 0.4) + 0.25(1.2 + 0.8) = 5 \\ H_2 &= 0.75(0.6 + 1.4) + 0.25(0.2 + 1.8) = 5 \\ H_3 &= 0.75(0.1 \cdot 6 + 0.9 \cdot 4) + 0.25(0.1 \cdot 2 + 0.9 \cdot 8) = 5 \end{aligned}$$

čiže ak hráč B používa zmiešanú stratégiu, potom jeho stredná výhra je rovnako pri ľubovoľných stratégiách A . To znamená, že hráč B by dokonca mohol oznámiť svojmu protivníkovi vybranú stratégiu Y , pretože jeho výhra nezávisí od činnosti A . Podobne hráč A môže oznámiť hráčovi B svoju optimálne zmiešanú stratégiu. No na rozdiel od hier so sedlovým bodom, obaja protivníci musia tajiť, akú rýdzu stratégiu použijú v konkrétnej partii hry. Ak jeden z hráčov pozná čistú stratégiu protivníka, môže si vybrať pre seba najvýhodnejšiu stratégiu.

Z toho vyplýva, že každý z hráčov môže vyberať stratégiu náhodne, využívajúc vhodný náhodný mechanizmus. Napr. mechanizmus, pri ktorom hráč A vyberá obidve stratégie s rovnakou pravdepodobnosťou a pre hráča B pri ktorom prvú stratégiu vyberá a pravdepodobnosťou 0.75 a druhú s 0.25, môžeme si predstaviť takto; Pravdepodobnosť toho, že minca padne rubom nahor je rovná 0.5. Preto hráč A si vyberie stratégiu a_1 ak padne rub a a_2 ak padne líc. Hráč B hádže mincu dva razy. Ak padne v obidvoch prípadoch minca rubom nahor (pravdepodobnosť tohto javu je $0.5 \cdot 0.5 = 0.25$), potom vyberá stratégiu b_2 a v opačnom prípade b_1 .

Vhodnejšie je použiť nejakú tabuľku náhodných čísel. Napr. ak hráč má tri stratégie s relatívnymi početnosťami $x_1 = 0.16$; $x_2 = 0.53$; $x_3 = 0.31$, potom ak nasledujúce číslo z tabuľky trojmiestnych čísel bude z intervalu 060 – 159, použije hráč stratégiu a_1 , ak v hraniciach 160 – 689, použije stratégiu a_2 a stratégiu a_3 , ak číslo bude ležať v hraniciach 690 – 999.

4.3.4 Hry s prírodou

Ako sme už uviedli, druhý hráč nemusí byť zainteresovaný na tom, aby zväčšil svoju výhru a zmenšil výhru partnera. Namiesto neho môžeme uvažovať prostredie, ktoré nereaguje na kroky prvého hráča. Takéto hry sa nazývajú **hry s prírodou**.

Tento pojem odráža konfliktnú situáciu vznikajúcu pri výbere rozhodnutí, dôsledky ktorých závisia nielen od osoby, ktorá robí výber, no i od iných náhodných okolností. Činnosti takýchto *živelných* síl, budeme uvažovať

ako stratégie prírody. Prírode však nemôžeme pripisovať rozumné činnosti. Preto stratégie prírody - hráča B - nazývame **stavy prírody**. Človek musí pri výbere svojich stratégií uvažovať takú možnosť, že zákony prírody, pokiaľ sú mu neznáme, môžu pôsobiť proti nemu. Vychádzajúc z toho, je možné považovať hru s prírodou za hru s nulovým súčtom.

Príklad: Obrábanie súčiastok

Pri obrábaní súčiastok na nejakom nástroji je možné použiť štyri typy nožov z rôznych materiálov. Je známe, že celková spotreba nožov na mesiac je 200 kusov. Na opracovanie môžu prichádzať prípravky štyroch stupňov tvrdosti, pričom množstvo prípravkov každej skupiny nie je dopredu známe. V nasledujúcej tabuľke sú hodnoty usporiadaných nákladov (v peňažných jednotkách) na využitie nástroja (vo vlastných nákladoch na jednu súčiastku) v závislosti od typu nástroja a triedy tvrdosti.

Je potrebné určiť zloženie objednávky na nástroj zo skladu pri ktorej náklady a využitie nožov budú minimálne.

Túto úlohu môžeme považovať za hru človeka s prírodou. Človek má k dispozícii štyri stratégie: objednať nástroj 1, 2, 3 alebo 4. Príroda má tiež štyri rýdze stratégie; prípravky 1, 2, 3, 4 (každý s inou triedou tvrdosti). Konfliktnosť situácie je v tom, že množstvo prípravkov tej alebo inej triedy je neznáme.

Analýza ukazuje, že ak človek používa rýdze stratégie, garantované usporiadané náklady sú 0.06 p.j./súčiastku a to vtedy, ak použije druhú alebo tretiu stratégiu.

Predpokladajme zmiešané stratégie. Prvky stratégie $X = (x_1, x_2, x_3, x_4)$ hráča A môžeme považovať za relatívne početnosti používania nožov 1, 2, 3, 4. Zostavíme úlohu lineárneho programovania:

$$F = x'_1 + x'_2 + x'_3 + x'_4 = \min$$

pri ohraničeníach

$$\begin{aligned} 0.27x'_1 + 0.15x'_2 + 0.12x'_3 + 0.04x'_4 &\geq 1 \\ 0.21x'_1 + 0.23x'_2 + 0.06x'_3 &\geq 1 \\ 0.08x'_1 + 0.11x'_2 + 0.17x'_3 + 0.12x'_4 &\geq 1 \\ 0.03x'_1 + 0.06x'_2 + 0.11x'_3 + 0.15x'_4 &\geq 1 \\ x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 &\geq 0 \end{aligned}$$

Riešenie, ktoré dostaneme výpočtom je:

$$x'_1 = 1; x'_2 = 3.5; x'_3 = 0; x'_4 = 5; F = 9.5$$

čiže $v = 1/9.5 = 0.105$; $x_1 = 0.105$; $x_2 = 0.368$; $x_3 = 0$; $x_4 = 0.527$. To znamená, že v obecnej objednávke je treba objednať 10.5% nožov 1. typu, 36.8% nožov 2. typu a 52.7% nožov 4. typu (čiže v kusoch: 21, 74, 105). Pritom úspory budú 0.105 p.j./súčiastku, čo je lepší výsledok ako 0.06 p.j.

Čiže zmiešaná stratégia priniesla lepšie výsledky. Tieto zmiešané stratégie môžu tvoriť fyzickú zmes (viď predchádzajúci príklad), resp. môžu tvoriť náhodnú zmes, pričom relatívne početnosti použitia rýdzich stratégií môžeme považovať za pravdepodobnosti rôznych výsledkov žrebovania.

4.3.5 Modely teórie hier

Príklad: Križovatka

Situácia na neregulovanej križovatke, na ktorú idú dve autá veľkou rýchlosťou (viď obr. 4.8).

Vodiči majú možnosť zvoliť 2 stratégie:

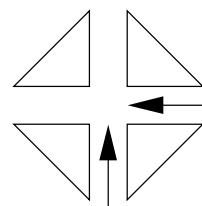
- B: znížiť rýchlosť a bezpečne zvládnuť situáciu
- R: ísť veľkou rýchlosťou (riskantná stratégia)

Ohodnotenie výberu stratégií je v tabuľke. Je potrebné určiť stabilnú rovnovážnu situáciu (rozhodnutie) podľa princípu rovnovážnosti.

V zmysle tohoto princípu nestabilnosť ľubovoľnej situácie je v tom, že v prípade jej vzniku jej v ďalšom hrozí rozpad, pretože jeden z hráčov má možnosť si situáciu vylepšiť. V tomto zmysle sú nestabilné situácie (1, 1) a (−9, −9). Situácie (3, 0) a (0, 3) sú stabilné.

Typ noža	Trieda tvrdosti			
	1	2	3	4
1	0.27	0.21	0.08	0.03
2	0.15	0.23	0.11	0.06
3	0.12	0.06	0.17	0.11
4	0.04	0	0.12	0.15

Tabuľka 4.4: Matica výplat



Obr. 4.8: Križovatka

Príklad: Dilema zločinca

Polícia podozrieva dvoch zatknutých banditov z trestného činu, ktorý vykonali spolu. Každý z banditov má 2 stratégie: priznať sa alebo nie. Ak sa obaja nepriznajú, ich vina nemôže byť dokázaná a budú potrestaní malým trestom za iný priestupok. Ak sa priznajú, dostanú vysoký trest. Ak sa prizná len jeden, potom dostane maximálny trest a druhý bude prepustený. Situácie sú znázornené v tab. 4.5 (N - nepriznať, P - priznať).

	B	R		N	P
B	(1,1)	(0,3)	N	(-1,-1)	(-10,0)
R	(3,0)	(-9,-9)	P	(0,-10)	(-7,-7)

Tabuľka 4.5: Banditi: nekooperatívna a koope-
ratívna hra

ak je niektorý z nich silnejší, vyberú (NP) alebo (PN).

Zdôrazníme fakt, že tieto tri situácie nemôžu byť zlepšené súčasne pre obidvoch hráčov. Situácie, ktoré sa nedajú zlepšiť súčasne pre všetkých hráčov reprezentujú rovnovážnosť v zmysle Paretovom. Tieto situácie sú výhodné pre koalície, avšak môžu sa ukázať nevýhodné pre niektorého hráča.

Jediná stabilná rovnovážna situácia je $(-7, -7)$. Isteže je výhodnejšia situácia $(-1, -1)$; na to by sa banditi museli dohodnúť, čo sa zatiaľ nepredpokladá (tzv. nekooperatívna hra). Uvažujme, že výmena informácie je možná. V prvom rade vylúčila situáciu (PP), pretože existujú tri lepšie stratégie. Ktorá z nich bude vybratá, závisí od rozloženia síl medzi banditmi. Ak sú rovnocenní, vyberú situáciu (NN),

4.4 Rozhodovacie procesy bez prvej informácie a s rizikom

Príklad: Revízor

Uvažujme rozhodovanie v nasledovnej situácii. Niekoľko ľudí nastúpi do električky a rozhoduje sa, či si kúpiť alebo nekúpiť lístok (prípadne cvaknúť alebo necvaknúť lístok). Situáciu môžeme znázorniť nasledovne:

Alternatívy	príde revízor	nepríde revízor
kúpiť lístok	-2	-3
nekúpiť lístok	-200	0

Tabuľka 4.6: Stav prostredia

Uvedené čísla reprezentujú ekonomické ako aj iné okolnosti a faktory ovplyvňujúce rozhodnutie. Úlohou výberu rozhodnutia je minimalizovať straty. Označme pravdepodobnosť výskytu revízora q . Potom funkcia užitočnosti podľa Laplaceovho kritéria je pre jednotlivé alternatívy:

1. alt.: $q(-2) + (1 - q)(-3) = q - 3$
2. alt.: $q(-200) + (1 - q) \cdot 0 = -200q$

Prvú alternatívu uprednostníme v tom prípade, ak

$$q - 3 > -200q \geq q > 0,015$$

Príklad: Výrobný program

Podnik ľahkého priemyslu môže vyrábať produkciu troch druhov: dáždniky, klobúky alebo plášte. Riaditeľ sa musí rozhodnúť, ktorý druh výroby uprednostní pre blížiacu sa sezónu. Zisk podniku závisí od toho, aké bude leto (dáždivé, horúce, mierne). Situáciu ekonóm podniku ohodnotil takto:

Výroba	Leto pravdepodobnosti		
	dáždivé (0.6)	horúce (0.1)	mierne (0.3)
Dáždniky	90	60	40
Klobúky	25	100	50
Plášte	70	50	60

Úlohou je maximalizovať zisk. Jednotlivé alternatívy podľa Laplaceovho kritéria majú nasledovné hodnoty:

1. alt.: $0.6 \cdot 90 + 0.1 \cdot 60 + 0.3 \cdot 40 = 72$
2. alt.: $0.6 \cdot 25 + 0.1 \cdot 100 + 0.3 \cdot 50 = 40$
3. alt.: $0.6 \cdot 70 + 0.1 \cdot 50 + 0.3 \cdot 60 = 65$

Vyberieme teda prvú alternatívu.

Príklad: Výmena brankára

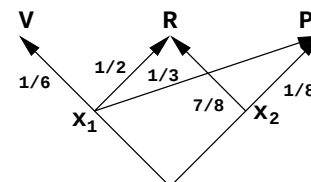
V poslednej minúte hokejového zápasu za nerozhodného stavu sa tréner rozhoduje, či vymeniť alebo nevymeniť brankára hráčom v poli. V predchádzajúcich šiestich stretnutiach s týmto mužstvom pri výmene brankára boli dosiahnuté tieto výsledky: 1 výhra, 2 prehry a 7 remíz. Graf alternatív s ohodnotením jednotlivých hrán je na obr. 4.9. Úlohou je vybrať jednu z dvoch alternatív: Uvedená úloha je rozhodovanie v podmienkach rizika. Pri alternatívach x_1 sú pravdepodobnosti výhry, remízy a prehry: $1/6$; $1/2$; $1/3$ pri výbere druhej: 0 ; $7/8$; $1/8$.

Číselné ohodnotenie užitočnosti rozhodnutia nech je: výhra 2 body, remíza 1 a prehra 0. Potom pri výbere alternatívy x_1 je stredná hodnota rovná:

$$\frac{1}{6} \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 0 = \frac{5}{6}$$

a pri výbere alternatívy x_2

$$\frac{7}{8} \cdot 1 + \frac{1}{8} \cdot 0 = \frac{7}{8}$$



Obr. 4.9: Výmena brankára (graf alternatív)

Čiže podľa kritéria očakávaného počtu bodov treba voliť alternatívu x_2 .

Môžeme však použiť aj iné kritérium: prehra 0 bodov, remíza 1 bod a výhra k bodov. Potom alternatíva x_2 má prednosť vtedy, ak:

$$\frac{7}{8} \cdot 1 + \frac{1}{8} \cdot 0 > \frac{1}{6} \cdot k + \frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 0$$

čiže pre $k < 2.25$. Ak by sme ocenili výhru trikrát viac ako remízu, potom by sme brankára odvolali. Vidíme, že nevelké zmeny ocenenia môžu priviesť k inému rozhodnutiu.

Príklad: Výrobný podnik

Výrobný podnik pre odvoz svojej produkcie spotrebiteľom využíva služby dopravného podniku. Podnik rozváža produkciu v množstve pre 5 alebo 10 nákladných automobilov. Dopravný podnik môže poskytnúť obyčajnú

kolónu (4 autá), veľkú kolónu (7 áut), dve kolóny po 8 a jednu pre 11 áut. Zisk z odvozu na jednom aute značí pre podnik zisk a , náklady na sklad v tom istom objeme sú b , náklady dopravného podniku sú $-c$ na jedno auto. Potom dostaneme tab. 4.7. Pre hodnoty $a = 10$, $b = 6$, $c = 2$ dostávame tab. 4.8 kde v prvom riadku pri danej alternatíve sú zisky výrobného podniku a v druhom riadku dopravného podniku. Ak použijeme princíp maxima, riaditeľ podniku musí vybrať prvú alternatívu (5 áut), pretože má zaručený zisk 37, pričom v druhej alternatíve len 22.

Alternatívy výr. podniku P	Alternatívy dopravného podniku D			
	4	7	8	11
5	$-4a-b/2$ $-4c-b/2$	$5a$ $-7c$	$5a$ $-8c$	$5a$ $-11c$
10	$4a-3b$ $-4c-3b$	$7a-3/2b$ $-7c-3/2b$	$8a-b$ $-8c-b$	$10a$ $-11c$

Tabuľka 4.7: Alternatívy dopravného podniku D

Ak však riaditeľ podniku vyberie druhú alternatívu (10 áut) a oznámi to riaditeľovi dopravného podniku, potom vyberie alternatívu 8 alebo 11, pretože dosiahne najmenšie straty (-22). V tomto prípade bude zisk podniku 74 alebo 100. Ak riaditeľ výrobného podniku zvolí 1. alternatívu a oznámi to, riaditeľ dopravného podniku vyberie alternatívu so 4 autami, čiže je to maximálna stratégia. Vidíme, že pri vzájomnej informovanosti (kooperácii) je možné dosiahnuť aj lepšie výsledky ako aj maximálna stratégia. Z tabuľky je zrejmé, že sedlovým bodom je dvojica $x_1 = 0.5^2$,

P	D	4	7	8	11
5		37 -11	50 -14	50 -16	50 -22
10		22 -26	61 -23	74 -22	100 -22

Tabuľka 4.8: Alternatívy dopravného podniku D

x	y	0	0.5^3	0.5	1
0		0	-0.5^5	-0.5^3	-0.5^2
0.5^2		-0.5^5	$-0.5^4(1-0.5)^4$	$-0.5^3(1-0.5)^2$	0.5^5
1		-0.5	$-0.5(-0.5)^6$	$-0.5+0.5^3$	0.5^2

$y_1 = 0.5$. Maximum sa dosahuje pre $x = y = 1$ a minimum pre $x = 1$, $y = 0.53$.

Príklad: Študent

Študent na skúške môže dostať dobré ohodnotenie (urobená skúška) alebo zlé ohodnotenie (neurobená skúška). Ohodnotenie závisí v podstate od jeho znalostí. Sú tu však aj náhodné udalosti (zdravotný stav, vytiahnutá otázka, atď.). Nech vedomosti A študenta majú dve hodnoty: dobré ($A = 1$) a zlé ($A = 0$). Odpoveď študenta môže byť buď dobrá ($X = 1$) alebo zlá ($X = 0$). Na základe skúsenosti môže učiteľ zostaviť tabuľku pravdepodobností $P(X|A)$:

$P(1|1)$ - dobrá odpoveď pri dobrých znalostiach,
 $P(0|1)$ - zlá odpoveď pri dobrých znalostiach,
 $P(1|0)$ - dobrá odpoveď pri zlých znalostiach,
 $P(0|0)$ - zlá odpoveď pri zlých znalostiach.

Platí, že $P(1|1) > P(1|0)$ a $P(0|0) > P(0|1)$.

Nech napr. študent odpovedal zle, čiže $X = 0$. Čo povie na to skúšajúci. Musí uvažovať pravdepodobnosti $P(0|0)$ a $P(0|1)$, čiže zlá odpoveď mohla byť výsledkom dobrých vedomostí alebo zlých vedomostí. Rozumné riešenie je to, pre ktoré platí pri $X = 0$ je

$$P(X = 0|A) = P(0|A)$$

(to je funkcia pravdepodobnosti) väčšia. Pretože $P(0|0) = P(X = 0|A) = 0$, $P(X = 0|A = 1) = P(0|1)$, skúšajúci dá zlú známku ($A = 0$).

Kapitola 5

Matematické modely globálneho rozvoja

Najznámejšie globálne matematické modely boli rozpracované J. Forresterom. Tieto modely sú zostrojené na princípe tzv. *systémovej dynamiky*, čo je metóda štúdia zložitých systémov s nelineárnymi spätnými väzbami. V ďalšom si uvedieme základný postup zostavovania tzv. modelov sveta.

5.1 Metóda systémovej dynamiky

V danej metóde sa predpokladá, že zložitý systém môže byť štruktúrne znázornený ako systém rezervoárov (zdrojov), cez každý z ktorých prúdi príslušný druh kvapaliny. Množstvo kvapaliny y_i v i -tom zdroji je stavovou (fázovou) premennou a v každom okamihu t platí:

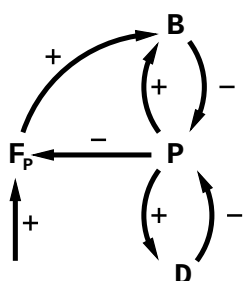
$$\frac{dy_i}{dt} = v_i^+ - v_i^-; i = 1, 2, \dots, n \quad (5.1)$$

kde v_i^+ a v_i^- sú príslušné “prietoky” prívodu a odtoku. Predpokladáme, že uvedené veličiny závisia od úrovne všetkých zdrojov systému a od rozličných premenlivých vonkajších faktorov. Riešenie rovníc (5.1) sa vykonáva numericky pre dané intervaly času.

Modelovanie zložitého systému má niekoľko etáp. Prvá etapa sa nazýva **konceptualizácia**. Táto spočíva v prvej fáze v slovnom opise systému, s presnou formuláciou cieľa (otázky), ktorý je potrebné dosiahnuť. Táto prvá etapa sa končí zostrojením tzv. **príčinného diagramu**.

Druhou etapou je **matematický opis modelu systému**. Najprv zostrojíme tzv. **prietokový diagram**, odpovedajúci príslušnému príčinnému diagramu. Prietokový diagram je súhrn zdrojov (označených príslušnou značkou), spojených orientovanými čiarami, rýchlosti prietokov (vstupných a výstupných) atď. Na základe tohoto diagramu zostavíme systém diferenciálnych rovníc modelu.

Tretia etapa je **analýza modelu**. Pre jej vykonanie je potrebné vykonať integráciu príslušných rovníc na počítači s príslušnými zmenami rôznych parametrov. Analýza spočíva v hodnotení dosiahnutých výsledkov.



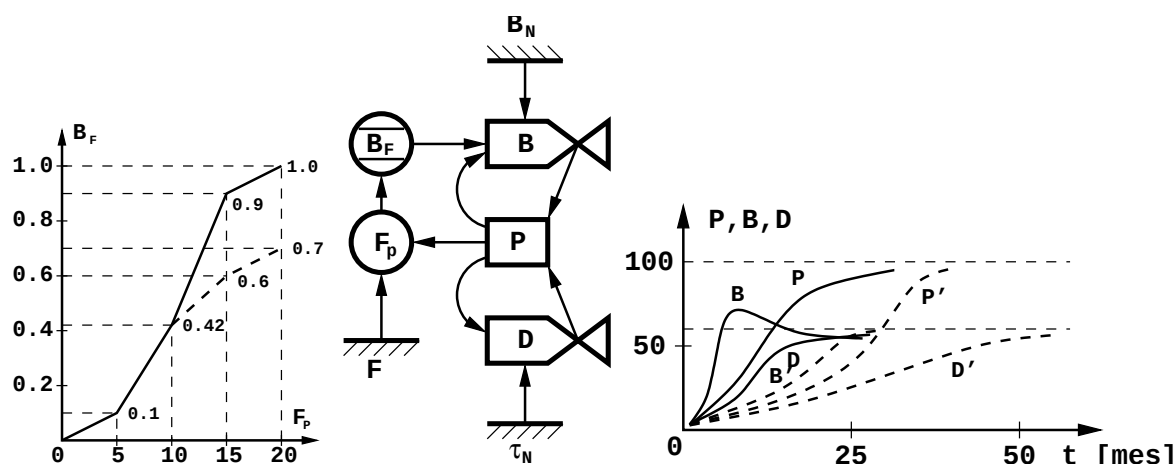
Obr. 5.1: Príčinný diagram rastu populácie králikov

Pre objasnenie postupu si uvedieme jednoduchý príklad - modelovanie rastu populácie králikov v prípade, ak neuvažujeme dobu ich dospelosti, ohraničenosť plochy ktorú zaberajú a zmeny ich potravy. Takto budeme uvažovať, že králiky každý deň môžu dostať najviac F mrkiev ($F = \text{konšt.}$); počiatkové množstvo králikov P_0 je dané. Ich priebežné množstvo P rastie s rastom ich pôrodnosti B a klesá s rastom ich úmrtnosti D . Pôrodnosť B závisí od P a od faktora $F_P = F/P$ (čiže od množstva mrkiev zjedených jedným králikom); úmrtnosť D závisí od P a od strednej doby života králika T , ktoré pre jednoduchosť nech závisí od ničoho. Potom dostaneme príčinný diagram podľa obr. 5.1. Šípky ukazujú, ktoré veličiny na ktoré vplyvajú. Vidíme, že existujú tri spätné väzby.

V druhej etape musíme určiť závislosť $B(F_P)$ a $D(T)$. Nech sú dané výrazmi:

$$B = B_N B_F P; D = \frac{P}{T} \quad (5.2)$$

kde B_N je pomerná pôrodnosť pri normálnych podmienkach, B_F je dané experimentálnou závislosťou na obr. 5.2. Ako výsledok tejto etapy dostaneme prietokový diagram podľa obr. 5.2 a diferenciálnu rovnicu:



Obr. 5.2: Experimentálna závislosť B_F (vľavo), prietokový diagram (stred) a jednotlivé faktory charakterizujúce králičiu populáciu v závislosti na čase (stred)

$$\frac{dP}{dt} = B - D \quad (5.3)$$

Označenia na obrázku odpovedajú značkám používaným v systémovej dynamike: obdĺžnik - fázová premenná, obdĺžnik s trojuholníkom - pre rýchlosti (prietoky); kruhy s paralelnými čiarami - pre tabuľkové (experimentálne) závislosti, kruhy - faktory; podložka - pre konštanty.

V tretej etape modelovania je potrebné zadať hodnoty P_0 , B_N , T , F ako aj časový interval δt . Nech $P_0 = 10$ králikov; $B_N = 0,3$ král./král.mesiace; $T = 8$ mes.; $F = 3000$ mrkiev/mesiace; $\delta t = 50$ mesiacov. Potom integrovaním (5.3) dostaneme priebehy znázornené na obr. 5.2.

Ukazuje sa, že maximálne hodnoty funkcie $B_F(F_P)$ zmenšíme priemerne o 30% (čiarkovaná čiara na obr. 5.2.), potom sa dĺžka prechodového javu zdvojnásobí. Ak napr. F zmenšíme dvakrát, dvakrát sa zmenší ustálená hodnota P , zmenšenie T o 23%, zmenšuje P o 15%, atď.

5.2 Štruktúra a rovnice Forresterovho globálneho modelu

Forresterov globálny model "SVET-2" je samozrejme oveľa komplikovanejší a zložitejší ako model v predchádzajúcom odstavci. V ďalšom preto uvedieme len niektoré jeho podstatné časti.

Pre opis vzájomného pôsobenia prírody a spoločnosti sa vo Forresterovom modeli používa päť obyčajných diferenciálnych rovníc, ktoré určujú päť fázových premenných ako funkcie času t .

P - obyvateľstvo (počet ľudí obývajúcich Zem); K - kapitál (základné fondy); X - poľnohospodársky kapitál (tvorí časť K); R - zdroje (neobnoviteľné prírodné zdroje Zeme); Z - zamorenie Zeme.

Jednotkou kapitálu K je kapitál pripadajúci na jedného obyvateľa v čase t_0 ; veličina X - bezrozmerná veličina; jednotka zdrojov R je ročná spotreba produktov na človeka v čase t_0 ; jednotka zamorenia je zamorenie na jedného človeka v čase t_0 .

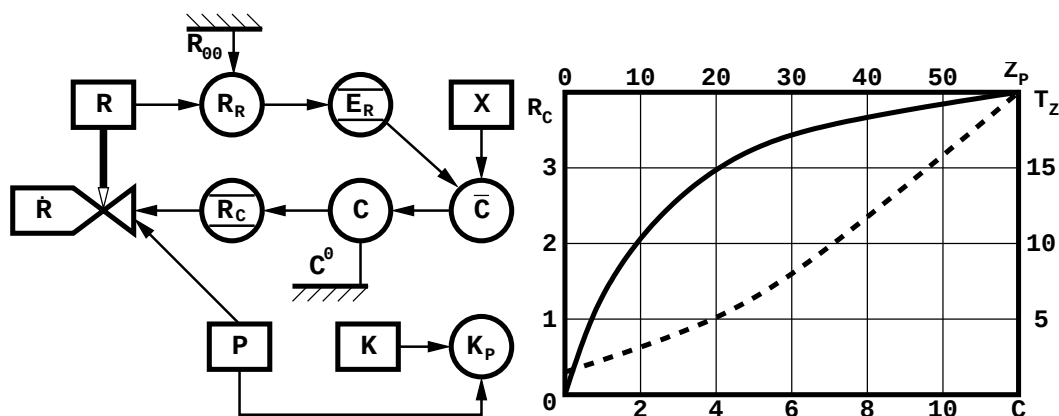
Pri zostrojení modelu Forrester uvažuje, že vplyv premenných P , K , X , R , Z medzi sebou sa prejavuje pomocou prírodných procesov a takých faktorov ako sú relatívna početnosť obyvateľstva P_P , pomerný kapitál K_P , materiálna úroveň života C , pomerné zamorenie Z_P a úroveň výživy F_P , pričom:

$$P_P = \frac{P}{P_0}; K_P = \frac{K}{P}; Z_P = \frac{Z}{P}; P_0 = P(t_0) \quad (5.4)$$

Veličiny C a F_P budú určené neskôr.

5.2.1 Materiálna úroveň života a rovnice spotreby neobnoviteľných zdrojov

Príslušný prietokový diagram je na obr. 5.3, kde R_0 sú základné zdroje, R - neobnoviteľné zdroje, R_R - podiel ostávajúcich zdrojov; R - rýchlosť dobývania zdrojov R_C - pomerná spotreba zdrojov; $\bar{C}$ - efektívny priemyselný kapitál; C_0 - normujúci činiteľ. Rýchlosť dobývania zdrojov R je úmerná množstvu ľudí $P_0 R_C$ je zadaná tabuľkovo (obr. 5.3) v závislosti od C - materiálnej úrovne.



Obr. 5.3: Prietokový diagram (vľavo) a experimentálna závislosť $R_C(C)$ (vpravo)

Veličina $\bar{C}$ je daná v tvare:

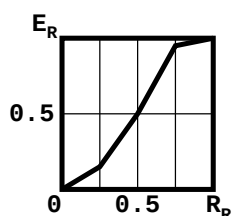
$$\bar{C} = E_B(1 - X)K_p \quad (5.5)$$

kde E_R udáva vzrastajúce ťažkosti dobývania zdrojov s ich postupným vyčerpaním. Jeho závislosť od $R_R = R/R_{00}$ je daná grafom na obr. 5.4.

Ďalej platia vzťahy:

$$R_0 = R(t_0); R_R^0 = R_0/R_{00}; E_R^0 = E_R = E_R(R_R^0) \quad (5.6)$$

$$C^0 = E_R^0(1 - X^0); C = \bar{C}/C^0 \quad (5.7)$$



Obr. 5.4: Ťažkosti dobíjania zdrojov

Závislost $R_C(C)$ je na obr. 5.3.

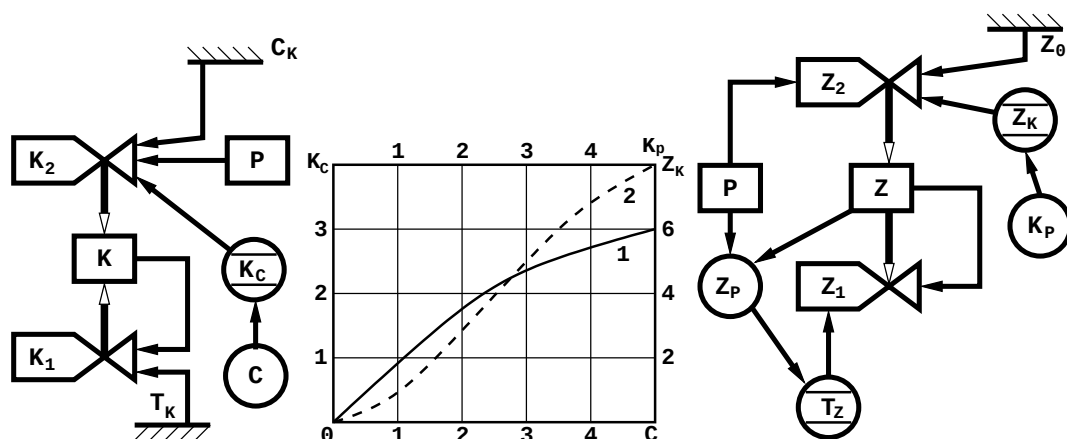
V súvislosti s prietokovým diagramom dostaneme:

$$\frac{dR}{dt} = -PR_C(C)$$

5.2.2 Rovnice pre kapitál a zamorenie

Rovnice pre základné fondy K sú určené diagramom na obr. 5.5 vľavo a majú štandardný tvar:

$$\frac{dK}{dt} = K_2 - K_1; K_2 = P_{C_k} K_C; K_1 = K/T_K$$



Obr. 5.5: Základné fondy (vľavo) a experimentálne závislosti (stred)

Prírastok kapitálu K_2 je úmerný obyvateľstvu. Veličina c_k vyjadruje nejakú normálnu rýchlosť (v čase t_0) generácií vloženého kapitálu na jedného obyvateľa. Koeficient K_C (obr. 5.5) vyjadruje vzrast možnosti obyvateľstva vkladať prostriedky na rozšírenie výroby, ak materiálna úroveň života vzrastá.

Úbytok kapitálu K_1 je spojený s opotrebovaním základných fondov a T_k konštanta normálneho opotrebovania. Podobne z prietokového diagramu na obr. 5.5. dostaneme rovnicu zamorenia:

$$\frac{dZ}{dt} = Z_2 - Z_1$$

kde $Z_2 = P Z_0 Z_k$; $Z_1 = Z/T_Z$

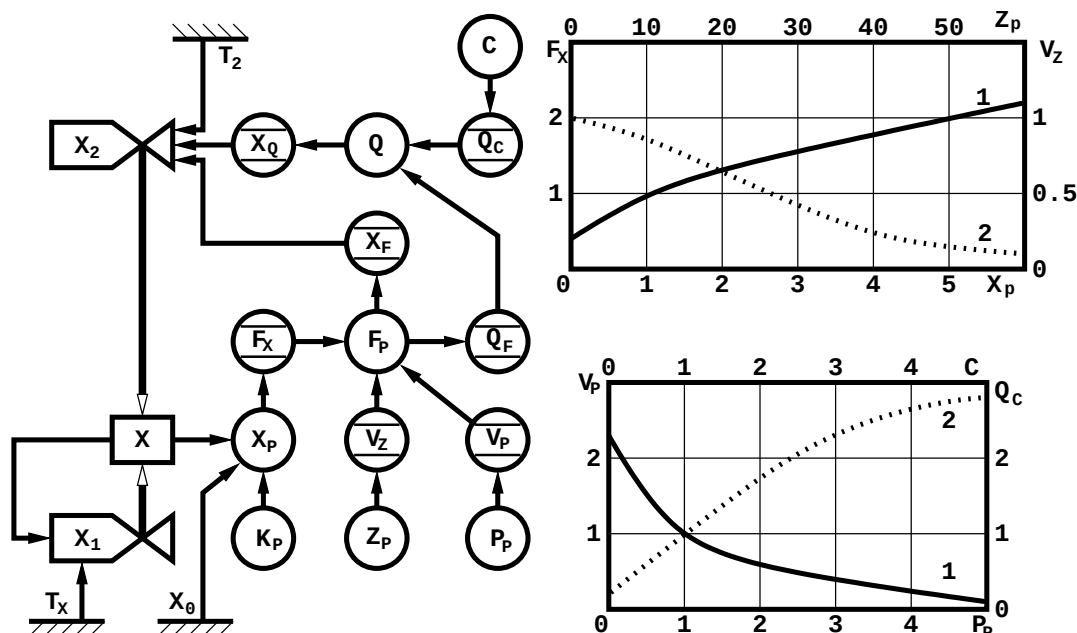
Činiteľ Z_0 je konštanta - normálna rýchlosť generácie zamorenia na jedného človeka. Činiteľ $Z_k(K_P)$ je podľa obr. 5.5 (krivka 2). Veličina $T_z(P)$ je na obr. 5.3. (krivka 2).

5.2.3 Úroveň zásobovania a rovnice poľnohospodárskeho sektora

Zmena X je daná rovnicou

$$\frac{dX}{dt} = X_2 - X_1 \quad (5.8)$$

a vychádza z prietokového diagramu na obr. 5.6. Dôležitú úlohu hrá veličina F_p - úroveň zásobovania ako pre X , tak aj pre P . Pre určenie F_p najprv určíme veličinu pomerných nákladov v poľnohospodárstve



Obr. 5.6: Priet. diagram poľnohosp. experimentálne závislosti

$$X_p = K_p \frac{X}{X_0}$$

Ďalej uvažujeme (obr. 5.6) závislosť produktivity poľnohospodárstva F_x od X_p (krivka 1).

Ďalej zavedieme činitele V_z a V_p (obr. 5.6) krivka 2 a obr. 5.6 krivka 1, ktoré vyjadrujú zníženie produktivity poľnohospodárstva v závislosti od rastu zamorenia a hustoty obyvateľstva P_p .

Ďalej platí:

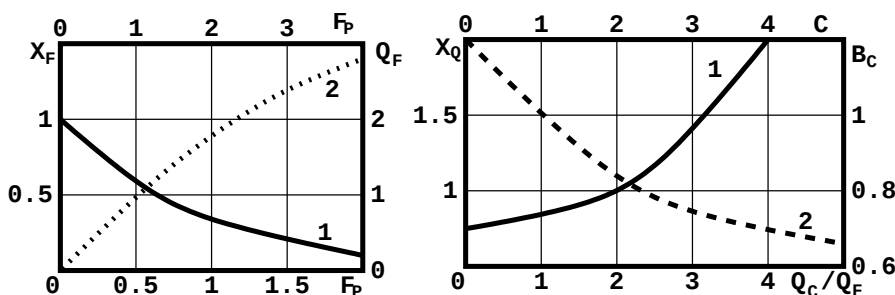
$$F_p = F_x V_p V_z$$

Veličina F_p vplýva na rýchlosť prírastku poľnohospodárskeho kapitálu dvojako. Po prvé ako argument priamo určuje funkciu $X_F(F_p)$ (obr. 5.7, krivka 1), ako aj veličina X_2 podľa vzťahu:

$$X_2 = X_F(F_p) \frac{X_Q(Q)}{T_2}; T_2 = \text{konšt} \quad (5.9)$$

Po druhé F_p vplýva na X_2 cez veličinu $X_Q(Q)$ (obr. 5.7) - krivka 1

$$Q = \frac{Q_c(C)}{Q_F(F_p)}$$



Obr. 5.7:

Kvalitu života Q_g Forrester udáva v tvare:

$$Q_g = Q_0 Q_c Q_p Q_F Q_z$$

Kde Q_0 - určitý štandard kvality ($Q_0 = 1$ pri $t = t_0$) a ostatné činitele vyjadrujú vplyv faktorov C , P_p , F_p , Z_p na kvalitu života (obr. 5.6 - obr. 5.7).

Čas T_2 je čas realizácie časti $X_F X_Q$ (pri $X_1 = 0$) tak, že X_2 je dané vzťahom (5.9). Veličina X_1 je daná vzťahom:

$$X_1 = X/T_x$$

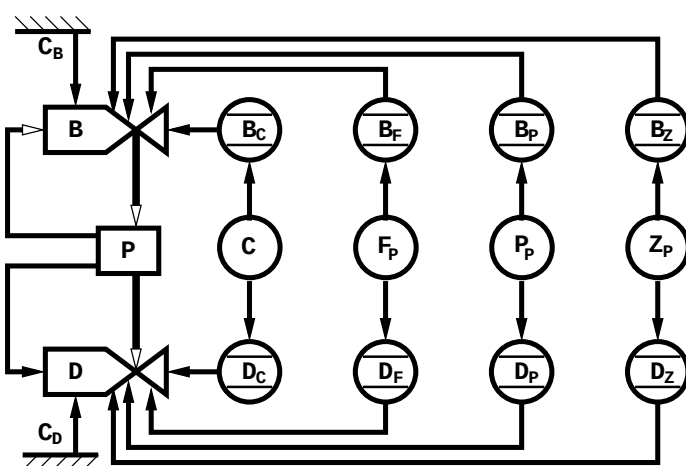
kde T_x je konštanta opotrebovania, teda stredná doba životnosti základných fondov v poľnohospodárstve, pričom $T_x = T_2$. Potom rovnica (5.8) má tvar:

$$\frac{dX}{dt} = \frac{X_F X_Q - X}{T_x}$$

5.2.4 Rovnice demografického sektora

Na základe prietokového diagramu na obr. 5.8 určujeme zmenu obyvateľstva P rovnicou

$$\frac{dP}{dt} = B - D$$



Obr. 5.8: Prietokový diagram demografického sektora

kde $B = P_{c_B} B_c B_p B_F B_z$ a $D = P_{c_D} D_c D_p D_F D_z$ a vyjadruje bilanciu medzi pôrodnosťou B a úmrtnosťou D . Činitele B_i a D_i ($i = C, P, F, Z$) vyjadrujú príslušný vplyv skôr uvažovaných faktorov C , P_p , F_p , Z_p (obr. 5.7, obr. 5.9).

Konštanty C_B a C_D sú koeficienty pôrodnosti a úmrtnosti pri $t = t_0$.

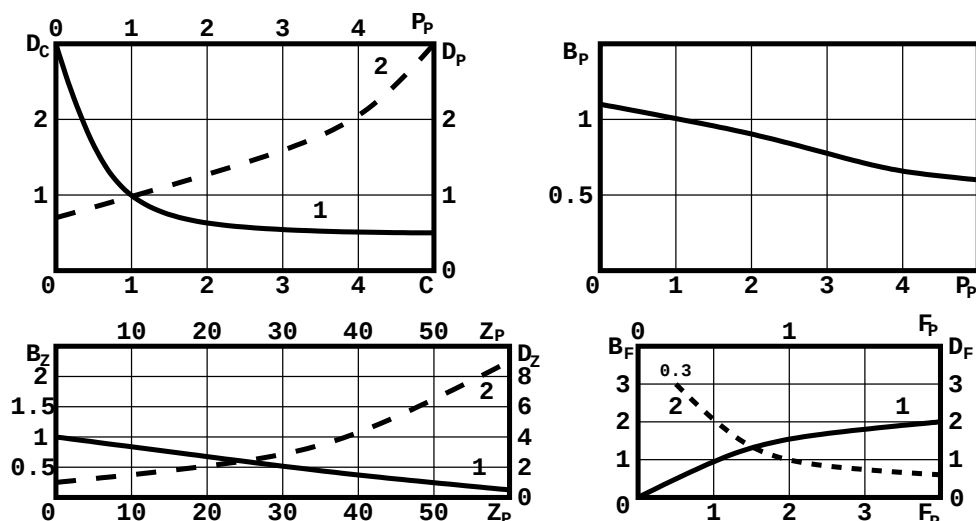
Ak zjednotíme prietokové diagramy vyššie uvedené, dostaneme celkový diagram, ktorý obsahuje asi 40 rôznych elementov (z toho 20 tabuľkových závislostí). Forrester vyšetroval chovanie sa modelu v časovom intervale 1900 - 2100 (roky), ako tretiu etapu modelovania metódou systémovej dynamiky. Počiatkové hodnoty ako aj priebehy veličín na intervale 1900 - 1970 sú známe, čo umožňuje istú kontrolu správ-

nosti koncepcie modelu. Pre $t_{00} = 1900$ je dané:

$$P_{00} = 1.65 \cdot 10^9 \text{ ľudí}; K_{00} = 0.4 \cdot 10^9 \text{ jednotiek kapitálu}$$

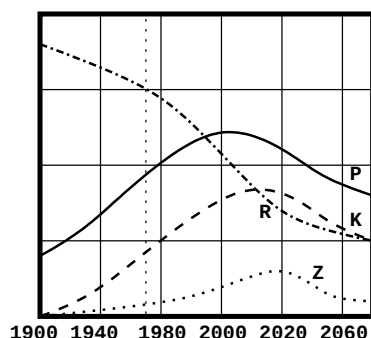
(predpokladá sa, že v roku 1900 bolo kapitálu asi 4× menej ako v roku 1970). $X_{00} = 0,2$; $R_{00} = 900 \cdot 10^9$ zdrojov (predpokladá sa, že za 250 rokov by sa zdroje vyčerpali pri rýchlosti spotreby z roku 1970).

$Z_{00} = 0,2 \cdot 10^9$ jednotiek zamorenia (predpokladá sa, že v roku 1900 na jedného človeka pripadalo 8× menšie zamorenie ako v roku 1970).



Obr. 5.9:

Ako dôsledok toho je to, že v roku 1970 fázové premenné mali taký priebeh, ktorý odpovedá reálnej skutočnosti. To umožňuje urobiť záver, že štruktúra a parametre modelu sú ako kvantitatívne tak aj kvalitatívne určené správne. Výsledky modelovania sú na obr. 5.10. Vidíme, že po perióde monotónneho rastu počet obyvateľstva sa od roku 2025 začína znižovať, pričom za 75 rokov sa zníži jeden a polkrát, čiže asi na 2 miliardy ľudí. Prírodných zdrojov ostane menej ako 1/3 súčasných zásob. Úroveň zamorenia Z , v roku 2050 niekoľkokrát prevyšuje súčasné zamorenie a potom klesá, čo je následok poklesu priemyslu a zmenšenie počtu obyvateľstva.



Obr. 5.10: Demografia: Výsledok modelovania

Podobne ako model "SVET - 2" boli vypracované ďalšie, komplikovanejšie modely: model "SVET - 3" (Meadows; model stratégie prežitia (Mesarovič - Pestel) a globálny model Latinskej Ameriky a pod. Výsledky dosiahnuté analýzou uvedených modelov v podstate potvrdzujú vyššie uvedené závery. Líšia sa však v hodnotení súčasného stavu (počiatok modelovania) a v interpretácii výsledkov.

5.2.5 Modelovanie znečistenia vodných zdrojov

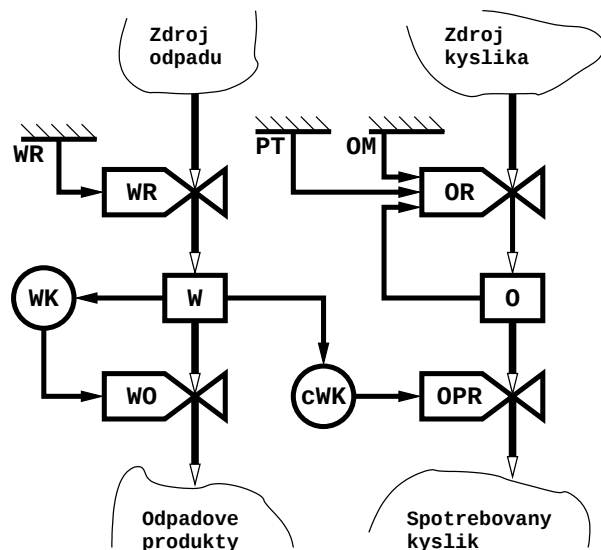
Je všeobecne známe, že rieky a jazerá sú rezervoárom vody, avšak zároveň aj priestorom, kde sa vypúšťa a hromadí odpad rôzneho druhu. Rozklad tohto rozpadu, okrem iných faktorov, spôsobuje aj značnú spotrebu kyslíka. Ak množstvo kyslíka dosiahne kritickú spodnú hranicu, má to za následok stratu regeneračnej schopnosti vody a táto sa stáva nepoužiteľnou pre ľudí, nevhodnou pre živočíchy a rastlinstvo.

Riešenie tohto problému, okrem iného, vyžaduje aj zostavenie predikčného modelu slúžiaceho pre rozhodovanie o ďalšom postupe. V ďalšom ukážeme postup a metodiku zostavenia takéhoto modelu na základe systémovej dynamiky.

Najprv vytvoríme model koncentrácie odpadových produktov v určitom objeme vody. Budeme vychádzať z predpokladu, že rýchlosť zmeny zamorenia vody je úmerná rýchlosti pribúdania odpadu ako aj chemickému zloženiu odpadu. Označme:

$W(t)$ = množstvo odpadových produktov vo vode v čase t

$WR(t)$ = rýchlosť pribúdania odpadu [l/deň] v čase $t(P)$; to je vstupná resp. vonkajšia veličina;
 $WO(t)$ = rýchlosť rozkladu odpadu [P/deň] v čase t a pomocný koeficient;
 WK = koeficient chemického zloženia [za deň].



Obr. 5.11: Model znečistenia odpadových vôd

OM - maximálne množstvo kyslíka vo vode (v definovanom objeme),
 PT - koeficient prispôsobenia pre obnovu,
 c - koeficient požiadavok pre zvláštne zamorenie.

Diferenciálna rovnica je v tvare:

$$\begin{aligned} O(t + dt) &= O(t) + dt[OR(t) - OPR(t)] \\ OR(t) &= 1/PT[OM - O(t)] \\ OPR(t) &= C.WR(t) \end{aligned}$$

Zdroje ako aj miesta odpadu kyslíka aj odpadu predpokladáme s nekonečnou kapacitou. Potom model je v tvare:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= a_{11}x_1 + u_1 \\ \dot{x}_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + u_2 \end{aligned}$$

kde $x_1 = W(t)$, $x_2 = O(t)$, $a_{11} = -WK$, $a_{12} = -WKc$, $a_{22} = -1/PT$, $u_1 = WR(t)$, $u_2 = OM/PT$.
Na obr. 5.11 je schéma podľa metodiky systémovej dynamiky.

Diferenciálna rovnica opisujúca koncentráciu odpadu je v tvare

$$\begin{aligned} W(t + dt) &= W(t) + dt[WR(t) - WO(t)] \\ WO(t) &= WK.W(t) \end{aligned}$$

Túto rovnicu môžeme riešiť, ak špecifikujeme pomocnú konštantu WK , časový interval dt a externú premennú $WR(t)$.

Pre dynamiku zmeny množstva kyslíka vo vode vyjdeme z úvahy, že rýchlosť spotreby kyslíka na rozklad odpadu a rozdiel medzi množstvom kyslíka vo vode a istou maximálnou hranicou množstva vo vode.

Označme premenné:

$O(t)$ - množstvo kyslíka v vode za čas $[m^3]$, pri danom tlaku,

$OR(t)$ - rýchlosť náhrady (obnovy) kyslíka vo vode,

$OPR(t)$ - rýchlosť použitia kyslíka

a konštanty:

Kapitola 6

Matematické modely ekonomických systémov

Z hľadiska riadenia je pre každý výrobný útvar dôležité, aby bol stabilný, resp. aby sa vyvíjal podľa určitých predstáv a požiadaviek. Najčastejší spôsob kontroly stability je sledovať rovnováhu materiálovej, energetickej alebo nákladovej bilancie. Bilančnou rovnováhou rozumieme skutočnosť, že každý hospodársky útvar musí vyrobiť minimálne toľko (ak sa ďalej nerozvíja), koľko spotrebuje. To platí v reláciách peňažných i materiálových, ak uvažujeme zmenu na trhu. Bilančnú rovnováhu môžeme sledovať pre ustálené stavy (vyjadrujeme ju algebraickými rovnicami) alebo pre prechodné stavy (vyjadrenie pomocou diferenciálnych rovníc).

6.1 Štatistické štrukturálne modely

Predpokladajme, že máme uzavretý systém skladajúci sa z n odvetví (resp. iných ekonomických útvarov, hospodárskych jednotiek). Každé z nich vyrába určitý výrobok, resp. určitú produkciu, ktorá sa dá vyjadriť v určitých fyzických jednotkách. Nech je produkcia i -teho odvetvia Q_i . Označme q_{ij} množstvo i -teho produktu dodaného j -temu odvetviu. Potom platia bilančné rovnice.

$$\begin{aligned} q_{11} + q_{12} + \dots + q_{1n} &= Q_1 \\ q_{21} + q_{22} + \dots + q_{2n} &= Q_2 \\ &\vdots \\ q_{n1} + q_{n2} + \dots + q_{nn} &= Q_n \end{aligned} \tag{6.1}$$

Dosaďme v sústave (6.1)

$$q_{ij} = a_{ij}Q_j \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

takže celková spotreba na výrobu j -teho odvetvia q_{ij} bude vyjadrená ako súčin z jednotkovej spotreby a_{ij} a z objemu produkcie Q_j . Konštanty a_{ij} , ktoré znamenajú množstvo produkcie i -teho odvetvia spotrebované na jednotku produkcie j -teho odvetvia budeme nazývať **technické koeficienty**. Tento koeficient je pri danej technológii daný (napr. pri výrobe regulátorov z elektronických prvkov, vieme koľko týchto prvkov potrebujeme, koľko a akého plechu na rošty v ktorých môže byť regulátor umiestnený, koľko rôznych skrutiek a pod.).

Dostaneme sústavu rovníc:

$$\begin{aligned} a_{11}Q_1 + a_{12}Q_2 + \dots + a_{1n}Q_n &= Q_1 \\ a_{21}Q_1 + a_{22}Q_2 + \dots + a_{2n}Q_n &= Q_2 \\ a_{n1}Q_1 + a_{n2}Q_2 + \dots + a_{nn}Q_n &= Q_n \end{aligned}$$

Resp. po úprave

$$\begin{aligned} (1 - a_{11})Q_1 - a_{12}Q_2 - \dots - a_{1n}Q_n &= 0 \\ -a_{21}Q_1 + (1 - a_{22})Q_2 - \dots - a_{2n}Q_n &= 0 \\ &\vdots \\ -a_{n1}Q_1 - a_{n2}Q_2 - \dots - (1 - a_{nn})Q_n &= 0 \end{aligned} \tag{6.2}$$

Ak označíme maticu technických koeficientov $\mathbf{A}$, tj. $\mathbf{A} = \{a_{ij}\} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$, $\mathbf{q}$ ako vektor produkcie $\mathbf{q} = [Q_1, \dots, Q_n]$ dostaneme rovnicu

$$[\mathbf{I} - \mathbf{A}]\mathbf{q} = \mathbf{0} \tag{6.3}$$

Ak produkujú jednotlivé odvetvia toľko, aby kryli spotrebu svoju, ako aj iných odvetví, hovoríme, že systém je v rovnováhe.

Uvedený model je tzv. **uzavretý statický model**. Obyčajne však odvetvia vyrábajú aj pre iné hospodárske jednotky a takisto potrebujú určitú produkciu aj mimo uzavretého systému. Označme tú časť produkcie i -teho odvetvia q_{io} . Potom bilancia i -teho odvetvia má tvar

$$q_{i1} + q_{i2} + \dots + q_{in} + q_{io} = Q_i \quad (6.4)$$

resp. v maticovom tvare

$$[\mathbf{I} - \mathbf{A}]\mathbf{q} = \mathbf{q}_0 \quad (6.5)$$

kde

$$\mathbf{q}_0 = [q_{10}, \dots, q_{n0}] \quad (6.6)$$

Tento model sa nazýva otvorený.

Dosiaľ sme predpokladali, že produkciu meriame vo fyzických jednotkách. V makroekonomických modeloch však obvykle požadujeme peňažné vyjadrenie. Ak označíme vektor celkovej produkcie $\mathbf{x} = [x_1, \dots, x_n]^T$ a vektor finálnej produkcie $\mathbf{y} = [y_1', \dots, y_n']^T$ a množstvo produkcie i -teho odvetvia dodanému i -temu odvetviu ako x_{ij} ($x_{ij} = a'_{ij} \cdot x_j$), potom vzťah (6.5) bude v tvare

$$[\mathbf{I} - \mathbf{A}_1]\mathbf{x} = \mathbf{y} \quad (6.7)$$

Technické koeficienty a'_{ij} určíme nasledovne: nech p_i je priemerná cena jednotky produkcie i -teho odvetvia. Platí, že $x_j = p_j Q_j$ $x_{ij} = p_i q_{ij}$. Pretože $x_{ij} = a'_{ij} x_j$ dostaneme

$$a'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} = \frac{p_i q_{ij}}{p_j Q_j} = \frac{p_i}{p_j} a_{ij} \quad (6.8)$$

V rovniciach (6.5) a (6.7) potom používame rovnaký symbol matice $\mathbf{A}$, pričom zdôrazníme či ide o fyzické alebo peňažné vyjadrenie produkcie.

Príklad

Výpočet produkcie Q_i pri známych technických koeficientoch. Máme 4 výrobné útvary $i = 1, 2, 3, 4$, ktoré doteraz vyrábali množstvo výrobkov Q podľa tab. 6.1, kde sú uvedené aj technické koeficienty a požiadavky na odbyt.

Treba naplánovať výrobu jednotlivých útvarov, aby sa mohol zvýšiť konečný odbyt produktov 1. útvaru o 25%, 2. útvaru o 20% a 4. útvaru o 15%. Konečný odbyt 3. útvaru sa má znížiť o 30%.

Výrobný útvary i	spotrebný útvary j				odbyt q_{oi}	výroba q_i
	1	2	3	4		
1	$a_{11} = 0$	$a_{12} = 0.1304$	0.0256	0.1176	250	350
2	0.0571	0.0435	0	0.0784	160	230
3	0.1714	0.3913	0.0769	0	210	390
4	0.2286	0.0870	0.0769	0.0392	360	510

Tabuľka 6.1: Produkcia výrobných útvarov

V maticovej forme pre $\mathbf{q}$ dostaneme

$$\mathbf{q} = [\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} \mathbf{q}_0 = \mathbf{y} \quad (6.9)$$

Ak dosadíme zo zadania, dostaneme požiadavky q_{io}^* na odbyt:

$$\begin{aligned} q_{10}^* &= 1.25q_{10} && \approx 312 \\ q_{20}^* &= 1.2q_{20} && = 192 \\ q_{30}^* &= 0.7q_{30} && = 312 \\ q_{40}^* &= 1.15q_{40} && = 414 \end{aligned}$$

Matica technických koeficientov je

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0.0000 & 0.1304 & 0.0256 & 0.1176 \\ 0.0571 & 0.0435 & 0.0000 & 0.0784 \\ 0.1714 & 0.3913 & 0.0769 & 0.0000 \\ 0.2286 & 0.0870 & 0.0769 & 0.0392 \end{pmatrix}$$

Teraz zostavíme maticu $[\mathbf{I} - \mathbf{A}]$ a stanovíme k nej inverznú maticu $[\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1}$:

$$[\mathbf{I} - \mathbf{A}] = \begin{pmatrix} 1.0000 & -0.1304 & -0.0256 & -0.1176 \\ -0.0571 & -0.9565 & 0.0000 & -0.0784 \\ -0.1714 & -0.3913 & 0.9231 & 0.0000 \\ -0.2286 & -0.0870 & -0.0769 & 0.0392 \end{pmatrix}$$

$$[\mathbf{I} - \mathbf{A}]^{-1} = \begin{pmatrix} 1.0492 & 0.1729 & 0.0409 & 0.1412 \\ 0.0850 & 1.0704 & 0.0105 & 0.0968 \\ 0.2308 & 0.4859 & 1.0954 & 0.0673 \\ 0.2732 & 0.1782 & 0.0975 & 1.0785 \end{pmatrix}$$

Hľadaný objem výroby $\mathbf{q}$ je:

$$\mathbf{q} = [\mathbf{A} - \mathbf{A}]^{-1} \mathbf{q}_0^* = \begin{pmatrix} 425 \\ 274 \\ 354 \\ 580 \end{pmatrix} \quad (6.10)$$

Výrobné úlohy jednotlivých útvarov sú teda stanovené takto:

$$\begin{aligned} q_1 &= 425 \text{ ton} \\ q_2 &= 274 \text{ ton} \\ q_3 &= 354 \text{ ton} \\ q_4 &= 580 \text{ ton} \end{aligned}$$

6.1.1 Dynamické štruktúrne modely

Statické štruktúrne modely, ktoré sme vyššie uviedli neberú do úvahy faktor času. Pomocou statických modelov nemôžeme opísať vývoj dynamiky medzi odvetviami. Každá zmena v technických koeficientoch sa prejavuje ako štruktúrna zmena. V statických modeloch sa skúma štruktúra produkcie v určitom časovom období za predpokladu, že výroba je stacionárna, nemenná. V ďalšom si uvedieme tzv. Leontiov dynamický model, kde sa vzájomné dodávky výrobných odvetví v určitom období delia na dve časti: na časť spotrebovanú na bežnú výrobu daného obdobia a na časť určenú k zvýšeniu výroby, tj. na časť investovanú.

Bilancia produkcie i -teho odvetvia ($i = 1, 2, \dots, n$) za určité obdobie bude mať tvar

$$x_i(t) = x_{i1}(t) + x_{i2}(t) + \dots + x_{in}(t) + z_{i1}(t) + z_{i2}(t) + \dots + z_{in}(t) + y_i(t) \quad (6.11)$$

kde sme symbolom t označili určité obdobie (napr. 1 rok); $x_i(t)$ je celková produkcia v t -tom období; $x_{ij}(t)$ je dodávka i -teho odvetvia j -temu odvetviu; $z_{ij}(t)$ je dodávka i -teho odvetvia na investície v j -tom odvetví; $y_i(t)$ je finálny produkt i -teho odvetvia. Rovnako ako v statickom modeli platí, že

$$x_{ij}(t) = a_{ij}x_j(t) \quad (6.12)$$

Podobne predpokladajme, že tak ako medzi výrobou a výrobnou spotrebou platí medzi prírastkom výroby v danom odvetví a tokom investícií do daného odvetvia vzťah:

$$z_{ij}(t) = b_{ij}\Delta x_j(t); \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (6.13)$$

kde $\Delta x_j(t) = x_j(t+1) - x_j(t)$ je prírastok produkcie v j -tom odvetví za jedno obdobie.

Čísla b_{ij} sú konštanty úmernosti, ktoré nazveme investičné koeficienty. Konkrétne koeficient b_{ij} znamená to množstvo investícií vyrobených v i -tom odvetví, ktorého je treba, aby sa v j -tom odvetví zvýšila výroba o jednotku.

Ak dosadíme (6.12), (6.13) do (6.11) dostaneme:

$$x_i(t) = a_{i1}x_1(t) + a_{i2}x_2(t) + \dots + a_{in}x_n(t) + b_{i1}\Delta x_1(t) + b_{i2}\Delta x_2(t) + \dots + b_{in}\Delta x_n(t) + y_i(t)$$

resp.

$$x_i(t) = a_{i1}x_i(t) + a_{i2}x_i(t) + \dots + a_{in}x_n(t) + b_{i1}[x_1(t+1) - x_1(t)] + b_{i2}[x_2(t+1) - x_2(t)] + \dots + b_{in}[x_n(t+1) - x_n(t)] + y_i(t) \quad (6.14)$$

V maticovom tvare môžeme (6.14) napísať:

$$\mathbf{Bx}(t+1) - [\mathbf{I} - \mathbf{A} + \mathbf{B}]\mathbf{x}(t) = -\mathbf{y}(t) \quad (6.15)$$

kde $\mathbf{A}$ je matica technických koeficientov a $\mathbf{B} = \{b_{ij}\}$ $i, j = 1, 2, \dots, n$ je matica investičných koeficientov. Úpravou rovnice (6.15) dostaneme

$$\mathbf{B}[\mathbf{x}(t+1) - \mathbf{x}(t)] - [\mathbf{I} - \mathbf{A}]\mathbf{x}(t) = -\mathbf{y}(t) \quad (6.16)$$

Diferenciu $\mathbf{x}(t+1) - \mathbf{x}(t)$ môžeme považovať za približnú deriváciu $\dot{\mathbf{x}}(t)$ takže môžeme písať

$$\mathbf{B}\dot{\mathbf{x}}(t) - [\mathbf{I} - \mathbf{A}]\mathbf{x}(t) = -\mathbf{y}(t) \quad (6.17)$$

čo je **dynamický štruktúrny model**.

Príklad

Predpokladajme, že určité hospodárstvo pozostáva z dvoch výrobných útvarov a z autonómneho útvaru *konečná spotreba*. Údaje o investíciách a vzájomných ekonomických vzťahoch medzi jednotlivými útvarmi hospodárstva sú uvedené v tab. 6.2 a 6.3.

Investície vyrobené v útvare	Investície používané v útvare	
	1	2
1	20	80
2	50	120

Tabuľka 6.2: Počiatočný stav investícií vo výrobných útvaroch

Útvar vyrábajúci	Útvar spotrebujúci		Konečná spotreba	Celková produkcia
	spotr. 1	spotr. 2		
1	20	30	40	100
2	30	60	90	200

Tabuľka 6.3: Vzťahy medzi útvarmi v predošlom čase

Stanovme otvorený dynamický model tohto hospodárstva za predpokladu, že konečná spotreba s časom lineárne rastie podľa rovníc

$$\begin{aligned} y_1 &= 40 + 0.3t \\ y_2 &= 90 + 0.8t \end{aligned}$$

Riešenie: Otvorený model bude mať v našom prípade ($n = 2$) tvar

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + b_{11}\dot{x}_1 + b_{12}\dot{x}_2 + U_1 &= x_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + b_{21}\dot{x}_1 + b_{22}\dot{x}_2 + U_2 &= x_2 \end{aligned} \quad (6.18)$$

Je to sústava dvoch nehomogénnych lineárnych diferenc. rovníc 1. rádu. Technické koeficienty:

$$a_{11} = \frac{20}{100} = 0.2; \quad a_{12} = \frac{30}{200} = 0.15; \quad a_{21} = \frac{30}{100}; \quad a_{22} = \frac{60}{200}$$

Investičné koeficienty:

$$b_{11} = \frac{200}{100} = 2.0; \quad b_{12} = \frac{80}{200} = 0.4; \quad b_{21} = \frac{50}{100}; \quad b_{22} = \frac{120}{200}$$

Po dosadení vypočítaných koeficientov do (6.18) a môžeme napísať:

$$\begin{aligned} 2\dot{x}_1 + 0.4\dot{x}_2 &= 0.8x_1 - 0.15x_2 - 40 - 0.3t \\ 0.5\dot{x}_1 + 0.6\dot{x}_2 &= -0.3x_1 + 0.7x_2 - 90 - 0.8t \end{aligned}$$

Po vyriešení tejto sústavy vzhľadom na $\dot{x}_1$ a $\dot{x}_2$ môžeme písať:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 - 0.6x_1 + 0.37x_2 &= 12 + 0.14t \\ \dot{x}_2 + x_1 - 1.475x_2 &= -160 - 1.45t \end{aligned} \quad (6.19)$$

Charakteristická rovnica sústavy je

$$\begin{pmatrix} \alpha - 0.6 & 0.37 \\ 1 & \alpha - 1.475 \end{pmatrix} = \mathbf{0}$$

teda

$$\alpha^2 - 2.075\alpha + 0.515 = 0$$

Riešením tejto rovnice dostaneme:

$$\alpha_1 = 1.7875; \quad \alpha_2 = 0.2875;$$

Pridružená homogénna sústava

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 - 0.6x_1 + 0.37x_2 &= 0 \\ \dot{x}_2 + x_1 - 1.475x_2 &= 0 \end{aligned}$$

má riešenie

$$\begin{aligned} x_1 &= c_1 e^{1.7875t} + c_2 e^{0.2875t} \\ x_2 &= -3.2094c_1 e^{1.7875t} + 0.9445c_2 e^{0.2875t} \end{aligned}$$

Partikulárne integrály x_{1p} a x_{2p} sústavy (6.19) budeme hľadať v tvare

$$\begin{aligned} x_{1p} &= m_{11} + m_{12}t \\ x_{2p} &= m_{21} + m_{22}t \end{aligned} \tag{6.20}$$

Dosadením (6.20) do (6.19) dostávame:

$$\begin{aligned} m_{12} - 0.6(m_{11} + m_{12}t) + 0.37(m_{21} + m_{22}t) &= 12 + 0.14t \\ m_{22} + (m_{11} + m_{12}t) - 1.475(m_{21} + m_{22}t) &= -160 - 1.45t \end{aligned}$$

Porovnaním odpovedajúcich si koeficientov v t na obidvoch stranách každej rovnice vyplýva:

$$\begin{aligned} -0.6m_{11} + m_{12} + 0.37m_{21} &= 12 \\ m_{11} - 1.475m_{21} + m_{22} &= -160 \\ -0.6m_{12} - 1.475m_{22} &= -1.45 \end{aligned}$$

Riešením tejto sústavy dostávame:

$$\begin{aligned} m_{11} &= 83.4367; & m_{12} &= 0.6408 \\ m_{21} &= 166.0026; & m_{22} &= 1.4175 \end{aligned}$$

Partikulárne integrály sústavy (6.19) teda sú:

$$\begin{aligned} x_{1p} &= 83.4367 + 0.6408t \\ x_{2p} &= 166.0026 + 1.4175t \end{aligned}$$

Všeobecné riešenie sústavy (6.19) je:

$$\begin{aligned} x_1 &= c_1 e^{1.7875t} + c_2 e^{0.2875t} + 83.4367 + 0.6408t \\ x_2 &= -3.2094c_1 e^{1.7875t} + 0.9445c_2 e^{0.2875t} + 166.0 + 1.417t \end{aligned}$$

Konštanty c_1 a c_2 stanovíme tak, aby sústava vyhovovala počiatočným podmienkam

$$x_1(0) = 100; \quad x_2(0) = 200$$

Dostávame:

$$\begin{aligned} c_1 + c_2 + 83.4367 &= 100 \\ -3.2094c_1 + 0.9445c_2 + 166.0 &= 200 \end{aligned}$$

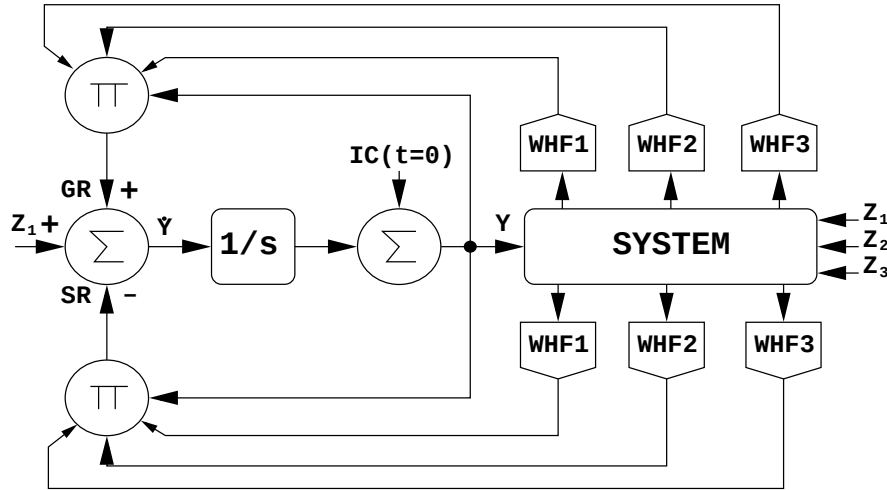
a odtiaľ

$$c_1 = -4.9359; \quad c_2 = 21.4992$$

Hľadaný dynamický otvorený model tvoria rovnice:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= 83 + 0.641t - 4.936e^{1.788t} + 21.499e^{0.288t} \\ x_2(t) &= 166 + 1.417t + 15.841e^{1.788t} + 18.156e^{0.288t} \end{aligned}$$

Z rovníc je zrejmé, že hospodárstvo popísané modelom sa nemôže trvale riadne rozvíjať. Od istého t sa bude výroba 1. útvaru x_1 zmenšovať, a pretože musí $x_1(t) > 0$, zastaví sa po určitom čase.



Obr. 6.1: Model rastu

6.2 Modely systémovej dynamiky

Systémová dynamika je kvalitatívna metóda modelovania zložitých dynamických sociálno-ekonomických systémov, vyznačujúcich sa nelineárnymi a značne rozvetvenými štruktúrami systémov riadenia. Uvedená metóda bola najviac rozpracovaná v prácach J. Forrestera, ktorý skúmal a analyzoval dynamiku priemyselných podnikov, rozvoja miest a regionálneho plánovania. V modeloch, ktoré rozpracoval vystupujú také dôležité faktory ako sú: obyvateľstvo, poľnohospodárska produkcia, prírodné surovinné zdroje, priemyselná výroba, zamorenie životného prostredia.

Model rastu rozpracovaný Forresterom (obr. 6.1) môžeme použiť aj vo všeobecnejšom meradle pre rôzne vyvíjajúce sa systémy. Premenná rastu Y predstavuje charakteristický stav (úroveň), napr. základného kapitálu, počet obyvateľstva, množstvo buniek v organizme a pod. Premennú Y dostaneme integrovaním rýchlostí rastu $\dot{Y}$:

$$Y(t) = IC(t=0) + \int_0^t \dot{Y}(t) dt = IC(t=0) + \int_0^t (GR(t) - SR(t) + Z_1(t)) dt$$

kde GR je rýchlosť rastu (napr. objem výroby, pôvodnosti) dostaneme násobením faktorov WFF_i $i = 1, \dots, n$, ktoré spôsobujú rast. Rýchlosť úmrtnosti SR (alebo rýchlosť opotrebovania) je súčin faktoru WHF_j $j = 1, \dots, n$. Na systém pôsobia poruchy z_k $k = 1, \dots, n$ z vonkajšieho prostredia. Ak $(GR - SR) > 0$, znamená to rast úrovne Y . Ak je rozdiel záporný Y sa znižuje. Ak je rovný nule Y je konštantná.

Väčšina biologických ako aj ekonomických systémov má tú vlastnosť, že veličiny Y_i , ktoré sú navzájom spojené cez vonkajšie prostredie sa po rôznych fázach rastu alebo poklesu, vracia ku viacmenej konštantnej hodnote (homeostáza).

Diferenciálna rovnica простého modelu rastu je v tvare:

$$\frac{dY}{dt} = \dot{Y} = GR - SR$$

kde $GR = K_{WF}Y$; $SR = K_{WH}Y$, čiže

$$\dot{Y} = (K_{WF} - K_{WH})Y$$

Riešenie tejto rovnice je všeobecne v tvare

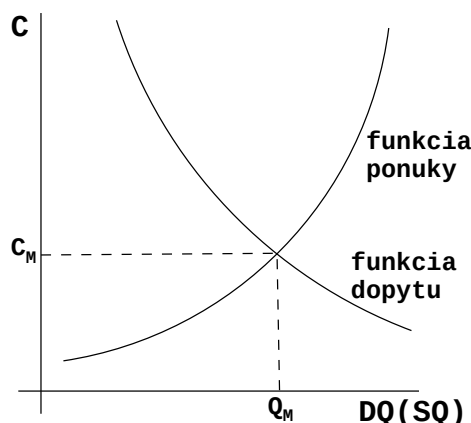
$$Y(t) = Y_0 e^{(K_{WF} - K_{WH})t} = Y_0 e^{\alpha t}$$

V prípade $\alpha < 0$ ide o exponenciálne klesanie (stabilné chovanie), $\alpha = 0$ odpovedá nemennému stavu (hranica stability) a $\alpha > 0$ značí exponenciálny rast (nestabilné chovanie).

Príklad

Uvažujme najjednoduchší proces akumulácie peňazí v sporiteľni. Nech M_0 je počiatočné množstvo na účte, N je úroková miera, pričom úrok je spočítaný q -krát za rok. Potom rovnica rastu množstva peňazí je

$$M(k+1T) = M(kT) + TNM(kT)$$



Obr. 6.2: Ponuka dopyt

kde $T = 1/q$ a $M(0) = M_0$. Ak $T \rightarrow 0$, $k \rightarrow \infty$, $kT \rightarrow t$, potom dostaneme rovnicu v spojitom tvare

$$\frac{dM(t)}{dt} = NM(t)$$

6.2.1 Ekonometrické modely

Ekonometrika využíva kvantitatívne metódy ku vyšetrovaniu ekonomických systémov, najmä na základe štatistických údajov. Vo všeobecnosti sú v týchto modeloch zahrnuté funkcie dopytu, ponuky a ich rovnováha na trhu. Špecifikácia týchto modelov zahŕňa určenie závislých a nezávislých veličín. Uvažujme v ďalšom model pre funkciu dopytu v tvare:

$$DQ = f_D(C, A, CC, AC, ED) \quad (6.21)$$

kde DQ je množstvo vyjadrujúce dopyt za jednotku času, f_D je funkcia dopytu, C je jednotková cena produktov alebo služieb, A vyjadruje iné vlastnosti produktov alebo služieb, CC je cena konkurenčných produktov (služieb) a ich iné vlastnosti (AC). ED vyjadruje sociálno-ekonomické okolie na strane dopytu. Napr. dopyt po elektrine na vykurovanie je závislý od priemernej vonkajšej teploty a životnej úrovne ľudí. Zároveň je funkciou ceny elektrickej energie, ceny iných konkurenčných foriem energie na kúrenie a iných vlastností (napr. čistota, cena vykurovacích systémov a pod.). Vzťah (6.21) môžeme písať aj v tvare

$$C = f_0(GQ, A, CC, AC, ED) \quad (6.22)$$

kde C je cena, ktorú je potrebné platiť za produkty (služby).

Funkcia poruchy opisuje chovanie sa zdrojov poruchy produktov, alebo služieb. Reprezentuje najnižšiu cenu, pri ktorej produkujúci budú ponúkať daný produkt alebo maximálne množstvo, ktoré je dodávané pri konštantnej cene. Všeobecný tvar funkcie poruchy je

$$SQ = f_S(C, E, S, U) \quad (6.23)$$

kde SQ je ponúkané množstvo (za jednotku času), f_S funkcia poruchy, C jednotková cena ponukových produktov, ES sociálno-ekonomické okolie ponúkajúcich a U vonkajšia premenná.

V ekonometrii sa predpokladá, že aktuálna cena produktu je určená priesečníkom kriviek DQ a SQ (obr. 6.2)

Zmeny ľubovoľných premenných vo vzťahoch (6.21) až (6.23) majú za následok zmenu ceny C_M . Predikciu týchto efektov môžeme robiť len vtedy, ak uvedené funkcie poznáme (napr. analyticky).

V praxi používame pomer zmien v množstve dopytu ku zmene cien

$$e_c = \frac{dDQ/DQ}{dC/C} = \frac{dDQ}{dC} \frac{C}{DQ} \quad (6.24)$$

Efekty produkujúcich vyjadrujeme zmenou dôchodku (príjmov) Z_p producentov:

$$\begin{aligned} Z_p &= (C + \Delta C)(DQ + \Delta GQ) - C(DQ) \approx DQ(\Delta C) + C(\Delta DQ) \\ &\approx DQ(\Delta C)(1 + e_c) = C(\Delta DQ)(1 + 1/e_c) \end{aligned} \quad (6.25)$$

pričom sme zanedbali člen $\Delta C(\Delta DQ)$. Ak $|e_c| < 1$, hovoríme, že funkcia dopytu je nepružná v tom, že redukcia ceny (ΔC záporné) zníži celkové príjmy producenta, zatiaľ čo dopyt je elastický (pružný) a $|e_c| > 1$, potom znížením dopytu konzumentov (ΔDQ je záporné) vyvolá pokles v celkových príjmoch producenta. Dopyt po nevyhnutných produktoch s nízkou cenou je vo všeobecnosti nepružný, napr. pitná voda. Dopyt po zvláštnych produktoch s vysokou cenou je obyčajne pružný. Znalosť pružnosti poskytuje takto užitočnú informáciu týkajúcu sa zmien v systéme ako výsledok cien alebo dopytu. Pružnosť dopytu s uvážením konkurenčných produktov je v tvare

$$e_{ccij} = \frac{dDQ_i/DQ_i}{dCC_j/CC_j} = \frac{dDQ_i CC_j}{dCC_j DQ_i}$$

Príklad Uvažujme простú funkciu ponuka-dopyt v lineárnom tvare

$$DQ = a_0 - a_1(C + T) + a_2CC + a_3I \quad (6.26)$$

kde a_0, a_1, a_2, a_3 sú kladné čísla. T je vonkajšia premenná dopytu, ktorá predstavuje jednotkovú daň za produkty alebo služby a I reprezentuje príjem konzumenta. Rovnica ponuky je v tvare

$$SQ = b_0 + b_1C + b_2U \quad (6.27)$$

kde $b_1 > 0$. Porovnaním týchto rovníc dostaneme cenu

$$C_M = \frac{1}{a_1 + b_1}(a_0 - b_0 - a_1T + a_2CC + a_3I - b_2U) \quad (6.28)$$

Dá sa ukázať, že cena je stabilná, ak $a_1 < b_1$ a nestabilná ak $a_1 > b_1$. V ďalšom zistíme vplyv T na C_M

$$\frac{dC_M}{dT} = \frac{-a_1}{a_1 + b_1}$$

Vidíme, že vzrast daní má za následok pokles trhovej ceny. Celková cena pre konzumenta je $C_M + T$ a teda

$$\frac{d(C_M + T)}{dT} = \frac{b_1}{a_1 + b_1}$$

čiže vzrast daní vyvolá aj vzrast celkovej ceny.

6.2.2 Identifikácia parametrov

Pre riešenie rovníc (6.25) až (6.27) je nutné, aby počet nezávislých premenných nebol menší ako počet vonkajších premenných. Predpokladajme lineárny systém rovníc (6.25) až (6.27) v tvare

$$\mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} = \mathbf{0} \quad (6.29)$$

kde $\mathbf{x}$ je vektor N vnútorných premenných a $\mathbf{u}$ L vonkajších premenných. Vo všeobecnosti pri modelovaní týchto rovníc sa vyskytne nepresnosť, čiže rovnica (6.28) je v tvare

$$\mathbf{Ax} + \mathbf{Bu} + \mathbf{e} = \mathbf{0} \quad (6.30)$$

Úlohou ekonometrickej analýzy a identifikácie je určiť matice $\mathbf{A}$ a $\mathbf{B}$. Ak uvažujeme dynamické pomery, potom platí

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{Ax}(t) + \mathbf{Bu}(t) + \mathbf{e}(t) \quad (6.31)$$

alebo v tvare

$$\mathbf{x}(t + dt) = (\mathbf{I} + \mathbf{A}dt)\mathbf{x}(t) + dt\mathbf{Bu}(t) + dt\mathbf{e}(t) \quad (6.32)$$

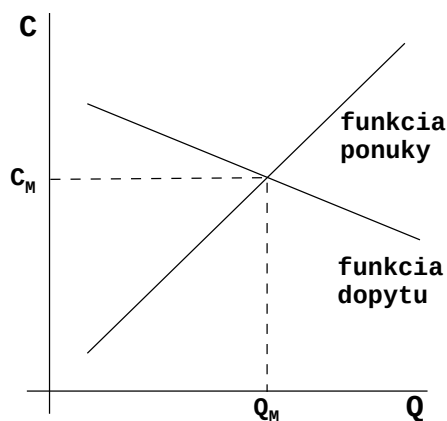
Príklad

Uvažujme rovnice (6.26) a (6.27) v tvare

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + u_1 + e_1 &= 0 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + u_2 + e_2 &= 0 \end{aligned} \quad (6.33)$$

kde $x_1 = DQ = SQ$ a $x_2 = C$, teda

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & a_1 \\ 1 & -b_1 \end{pmatrix}$$



Obr. 6.3: Ponuka dopyt

$$\begin{aligned} u_1 &= -a_0 + a_1 T - a_2 C C - a_3 I \\ u_2 &= -b_0 - b_2 U \end{aligned}$$

Pre konštantné a známe u_1, u_2 môžeme nakresliť krivku dopytu (obr. 6.3). Ak $e_1 = e_2 = 0$, potom

$$Q_M + a_1 C_M + u_1 = 0 \quad (6.34)$$

$$Q_M - b_1 C_M + u_2 = 0 \quad (6.35)$$

a z týchto rovníc určíme odhady parametrov

$$\hat{a}_1 = -\frac{u_1 + Q_M}{C_M}; \quad \hat{b}_1 = \frac{u_2 + Q_M}{C_M}$$

V prípade výskytu chýb je rovnica (6.34) v tvare

$$e_i = -(Q_{Mi} + a_1 C_{Mi} + u_1)$$

kde

$$e_i = -(Q_{Mi} + a_1 C_{Mi} + u_1)$$

Odhad a_1 vypočítame minimalizáciou kvadratickej odchýlky

$$KO = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Q_{Mi} + a_1 C_{Mi} + u_1)^2 \quad (6.36)$$

Dostaneme

$$\hat{a}_1 = -\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{Mi} + u_1) C_{Mi}}{\sum_{i=1}^n C_{Mi}^2}$$

Za predpokladu, že neznáma je aj premenná u_1 , z rovnice (6.36) nájdeme odhady a_1, u_1

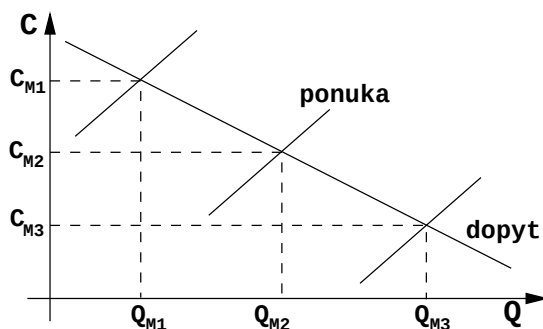
$$\begin{aligned} \hat{a}_1 &= \frac{n \sum_{i=1}^n Q_{Mi} C_{Mi} - \sum_{i=1}^n C_{Mi} \sum_{i=1}^n Q_{Mi}}{(\sum_{i=1}^n C_{Mi})^2 - n \sum_{i=1}^n C_{Mi}^2} \\ \hat{u}_1 &= \frac{-\sum_{i=1}^n C_{Mi} \sum_{i=1}^n Q_{Mi} C_{Mi} + \sum_{i=1}^n Q_{Mi} \sum_{i=1}^n C_{Mi}^2}{(\sum_{i=1}^n C_{Mi})^2 - \sum_{i=1}^n C_{Mi}^2} \end{aligned}$$

Podobne by sme dostali odhady $\hat{b}_1$ a $\hat{u}_2$. Rovnovážne riešenie z rovníc (6.33) je

$$C_M = \frac{\hat{u}_2 - \hat{u}_1}{\hat{a}_1 + \hat{b}_1}$$

Tento jednoduchý model môžeme použiť pre určenie trhovej ceny z odhadov $\hat{a}_1, \hat{b}_1, \hat{u}_1, \hat{u}_2$.

V uvažovaných odhadoch $\hat{a}_1, \hat{u}_1$ sme neuvažovali krivku ponuky. Na obr. 6.4 je znázornený prípad, že u_2 sa mení. Odhady $\hat{a}_1, \hat{u}_1$ sú v týchto prípadoch rôzne.



Obr. 6.4: Ponuka dopyt

Pre odhad matíc $\mathbf{A}$ a $\mathbf{B}$ predpokladáme, že $\mathbf{u}$ je známe a k dispozícii máme n meraní premenných $\mathbf{x}^i; i = 1, 2, \dots, n$. Potom

$$-e_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j + b_{ij}u_i$$

alebo

$$-e_i = \mathbf{a}'_i \mathbf{x} + \mathbf{b}_i u_i$$

kde $\mathbf{a}_i$ a $\mathbf{b}_i$ sú i -te riadky matíc $\mathbf{A}$ a $\mathbf{B}$. Odhady $\mathbf{a}^i, \mathbf{b}^i$ dostaneme minimalizáciou funkcie

$$J_i = \sum_{j=1}^n (\mathbf{a}'_i \mathbf{x}_i^j + \mathbf{b}_i u_i)^2$$

6.3 Hierarchické modely ekonomiky

Uvažujme združenie N priemyselných podnikov vyrábajúcich rovnakú produkciu. Združenie nazveme v ďalšom **centrum**. Označme P_i produkciu vyrábanú i -tým podnikom (výrobcom). Výsledok činností centra je určený výsledkami činností jednotlivých výrobcov, pričom centrum nevyrába žiadnu produkciu a jeho cieľová funkcia je v tvare

$$J = J(P_1, P_2, \dots, P_N)$$

Centrum nemá právo určovať objemy P_i , avšak môže na výrobcov vplývať.

Produkt P_i je daný objemom fondov x_i a množstvom pracovnej sily L_i

$$P_i = f_i(x_i, L_i) \quad (6.37)$$

Funkcia f_i sa nazýva **výrobná funkcia**. Existujú rôzne spôsoby jej aproximácie, napr.

$$P_i = d_i x_i^{k_i} L_i^{1-k_i}; \quad k_i \in (0, 1)$$

kde d_i a k_i sú charakteristické konštanty podniku. Príjmy výrobcu J_i sú v tvare

$$J_i = cP_i - mL_i \quad (6.38)$$

kde c je jednotková cena produkcie a m_i sú platy (ostatné náklady neuvažujeme). Ak je x_i konštantné, potom J_i závisí len od L_i . Veličina L_i parameter riadenia, ktorým plne disponuje výrobca.

Uvažujme, že centrum má k dispozícii zdroj U , ktorého prostriedkami môže vplývať na výrobcov. Ak i -tý výrobca dostane od centra zdroje u_i , potom

$$P_i = d_i (x_i + u_i)^{k_i} L_i^{1-k_i}$$

Úlohou centra je rozdeliť zdroje U

$$U = \sum_{i=1}^M u_i \quad (6.39)$$

tak, aby funkcia (6.37) bola minimálna. Výsledok rozdelenia však bude závisieť aj od L_i , čiže celý proces optimalizácie môžeme považovať za hru s $N + 1$ hráčmi: centrum a N výrobcov. Aby sme mohli proces plánovania zefektívniť, je potrebné stanoviť podmienky hry (poradie ťahov, informačné väzby, ...).

V danej situácii má prvý ťah centrum - poskytuje výrobcovi hodnoty u_i . Predpokladajme, že centrum pozná záujmy výrobcov (rov. (6.38)). Hypotéza centra o chovaní sa výrobcov predpokladá maximalizáciu zisku J_i z podmienky

$$\frac{\partial J_i}{\partial L_i} = 0$$

odkiaľ

$$L_i = C_i(x_i + u_i), \quad C_i = (cd_i(1 - k_i)/m_i)^{1/k_i}$$

Ak uvažujeme (6.39), platí

$$P_i = C_i^{1-k_i} d_i(x_i + u_i) = a_i + b_i u_i$$

a teda

$$J(P_1, P_2, \dots, P_N) = J(a_1 + b_1 u_1, a_2 + b_2 u_2, \dots, a_N + b_N u_N) = J(u_1, u_2, \dots, u_N)$$

6.3.1 Riadenie pomocou stimulov a pokút

Uvažujme v ďalšom fakt, že centrum môže priamo vplývať na cieľovú funkciu výrobcu tým, že mení jej hodnotu v závislosti od riadenia, ktoré vybral výrobca. Nech $k_i = 1/2$. Cieľovú funkciu výrobcu budeme uvažovať v tvare

$$J_i(L_i) = cd_i \sqrt{x_i} \sqrt{L_i} - m_i L_i + \varphi_i(P_i) \quad (6.40)$$

kde $\varphi_i(P_i)$ je doplnujúci člen (stimul alebo pokuta), ktorý realizuje centrum. Vzťah (6.40) pri pevnom x_i je v tvare

$$J_i = \alpha_i \sqrt{L_i} - m_i L_i + \varphi_i(P_i)$$

Výrobca je informovaný o štruktúre funkcie $\varphi_i(P_i)$. Výrobca určí maximum $J_i(L_i)$, L_i^* , ktoré je teraz funkcionálom: $L_i^* = L_i^*[\varphi_i(P_i)]$. Funkcionál je aj $P_i^* = P_i^*[\varphi_i(P_i)]$. Čiže úlohou centra je určenie takých stimulov $\varphi_i(P_i)$, ktoré maximalizujú

$$J = J(P_1^*(\varphi_1), \dots, P_N^*(\varphi_N))$$

Táto úloha je komplikovaná, pretože samotné funkcionály P_i^* sú určené optimalizáciou úlohy (6.40).

Označme v ďalšom P_i objem produktu, ktorý musí i -ty výrobca vyrobiť z hľadiska centra. Uvažujme funkciu P_i v tvare

$$\varphi_i(P_i) = -K_i(P_i - \hat{P}_i)^2 + e_i P_i$$

Cieľová funkcia výrobcu teda je

$$J_i = \alpha_i \sqrt{L_i} - m_i L_i - K_i(\beta_i \sqrt{L_i} - \hat{P}_i)^2$$

kde

$$\alpha_i = (c + e_i)d_i \sqrt{x_i}; \quad \beta_i = d_i \sqrt{x_i}$$

Lokálne riadenie výrobcu dostaneme z podmienky

$$\frac{\partial J_i}{\partial L_i} = 0 \implies L_i = \frac{1}{4} \left(\frac{\alpha_i + 2k_i \hat{P}_i \beta_i}{m_i + K_i \beta_i^2} \right)^2$$

čiže cieľová funkcia centra bude závisieť od pokuty K_i od stimulov e_i a od P_i^* , ktoré ich určuje tak, aby jeho cieľová funkcia bola maximálna.

6.3.2 Dynamické systémy s dvojúrovňovou hierarchiou

Uvažujme združenie pozostávajúce z N výrobných podnikov, ktoré vyrábajú produkty $P_1, P_2, \dots, P_n$. Označme x_i základné fondy i -teho výrobcu, ktoré sú opísané rovnicou

$$\dot{x}_i = -k_i x_i + u_i(t) + v_i(t)$$

kde k_i je koeficient amortizácie, u_i investície (vonkajší zdroj) - riadiaca funkcia združenia a v_i vnútorný kapitál, riadiaca funkcia výrobcu, pričom u_i a v_i uvažujeme za jednotku času.

Proces výroby je opísaný výrobnou funkciou

$$P_i = f_i(x_i, L_i, m_i), \quad i = 1, 2, \dots, N$$

kde L_i je počet pracovníkov a m_i sú platy. Tieto sú ohraňované nerovnosťami

$$L_i \geq L_i^- > 0; m_i \geq m_i^- > 0; m_i L_i \leq Q_i$$

Označme ďalej c cenu produktu. Potom výrobca za jednotku času získava na trhu sumu cP_i . Z tejto sumy musí platiť zamestnancov - $m_i L_i$, prispievať do fondu centra - $w_i(P_i)$, do svojho vlastného fondu - v_i a kompenzovať straty - R_i .

Označme:

$$\psi_i(t) = c_i P_i - [m_i L_i + w_i(P_i) + v_i(t) + R_i(x_i)]$$

sociálny fond výrobcu, ktorý je v jeho právomoci ($\psi_i(t) \geq 0$). Ak sú vonkajšie investície u_i dané, známa je funkcia stimulov $w_i(P_i)$, platový fond $Q_i(t)$, potom úlohou i -teho výrobcu je tak rozmiestniť investície $v_i(t)$, platy $m_i(t)$ a pracovné sily $L_i(t)$, aby maximalizoval svoj sociálny fond, čiže, aby funkcionál

$$J_i = J_i(v_i, m_i, L_i) \Rightarrow \max$$

cieľová funkcia centra je v tvare

$$J = J(P_1, P_2, \dots, P_N, w_1(P_1), w_2(P_2), \dots, w_N(P_N))$$

pričom musí urobiť rozdelenie zdrojov a platových fondov

$$\sum_{i=1}^N u_i = U; \sum_{i=1}^N Q_i = Q$$

6.3.3 Všeobecná schéma diferenciálnej hry

Z vyššie uvedeného vyplýva, že problematika rozhodovania v hierarchických ekonomických systémoch sa redukuje na problém určenia riadenia v diferenciálnej hre. V ďalšom uvedieme formálny opis takejto hry.

Uvažujme dynamický systém

$$\dot{x}_i = f_i(x_i, u_i, v_i, t) \quad i = 1, 2, \dots, N$$

a funkcionál

$$J_i = J_i(x_i, v_i, w_i(x_i, t)) \quad i = 1, 2, \dots, N$$

pričom platia obmedzenia

$$x_i(t) \geq 0, \{u_i, \dots, u_N\} \in G_u, F_i(v_i, w_i) \geq 0$$

Ďalej funkcionál

$$J = J(x_1, \dots, x_N, u_1, \dots, u_N, w_1, \dots, w_N, G_u)$$

V čase $t = 0$ sú známe $x_i(0)$ a hráč A robí prvý krok a oznámi hráčom B_i funkciu $w_i(x_i)$, $u_i(t)$ a množinu G_u . Hráči volia (resp. určujú) také funkcie $v_i(t)$, aby dosiahli $\max J_i$. Hráč A má za cieľ maximalizovať J . Čas T , v ktorom hra prebieha, môže byť pevný alebo voľný (podobne hodnoty $x_i(T)$). V ďalšom uvažujme integrálne kritériá

$$J = \int_0^T F(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{v}) dt; \quad J_i = \int_0^T F_i(x_i, v_i, w_i) dt$$

Pre riešenie tohto problému môžeme použiť známe metódy variačného počtu, napr. princíp maxima.

6.3.4 Trojúrovňový systém

Uvažujme v ďalšom model ekonomického systému: **štát - centrum- výrobcovia**. Tento model imituje činnosť centralizovaného národohospodárskeho organizmu s vysokým stupňom decentralizácie v konkrétnom rozhodovaní.

Predpokladajme, že v danom systéme sa vyrába M rôznych produktov $P_1, P_2, \dots, P_M$. Ciele štátu budeme nazývať **programom**. Výstup z tohto sú funkcie P_j^* , určitý nevyhnutný normatív. Realizácia programu je určená sústavou ukazovateľov

$$r_j(t) = P_j(t)/P_j^*(t)$$

pričom odhad kvality realizácie programu budeme charakterizovať číslom

$$F_j = \min_{t \in (0, T)} r_j(t)$$

Potom štát sa bude snažiť, aby funkcionál J bol čo najväčší

$$J = \min_j \mathbf{r}_j = \min_j \min_t \frac{P_j(t)}{P_j^*(t)} \quad (6.41)$$

Centrá. Predpokladajme, že celý systém sa skladá z N združení - Centier, každé združenie má N_i výrobcov. Úloha centier je rozvrhnúť kapitálové zdroje, ktoré poskytuje štát. Tieto zdroje označíme U_i $i = 1, 2, \dots, N$. Taktiež štát dáva centrám k dispozícii platové fondy $Q_i(t)$. Ďalej sa centrám oznamuje program $P_j^{i*}(t)$. Cieľová funkcia centra je

$$J_i = \min_j \min_t \frac{P_j^i(t)}{P_j^{i*}(t)} \quad (6.42)$$

pričom je snaha dosiahnuť čo najväčšie J_i . Čiže v konečnom dôsledku

$$J_i = J_i(P_1^i, P_2^i, \dots, P_M^i)$$

Banka. Štát má k dispozícii banku, ktorá je nositeľom jeho záujmov. Označme $z(t)$ objem peňazí v banke. Definujme si nasledujúce zložky:

Daň z fondov fondy k -teho výrobcu i -teho združenia označíme x_{ik} . Nech λ_x je číselný koeficient a označme

$$z_x = \lambda_x \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} x_{ik}$$

Daň z obratu Nech výrobca (i, k) vyrobil za jednotku času produkt $\{P_1^{ik}, \dots, P_M^{ik}\}$. Označme c_j trhovú cenu produktu P_j . Keďže štátu sa odovzdáva určitá suma odpovedajúca cene c_j^* , výrobca dostáva za predaj produktov sumu

$$\sum_{i=1}^M (c_j - c_j^*) P_j^{ik}$$

a štát dostáva od všetkých výrobcov

$$z_p = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} \sum_{j=1}^M c_j^* P_j^{ik} = \sum_{j=1}^M c_j^* P_j$$

kde P_j je sumárny j -ty produkt.

Percentá z úveru centrám Banka môže poskytnúť centrám úver. Ak y_i je množstvo peňazí pre i -te centrum, toto platí banke za jednotku času $\lambda_{y_i} y_i$. Takto banka vo forme percent z úverov dostáva za jednotku času

$$z_y = \sum_{i=1}^N y_i \lambda_{y_i}$$

Percentá z úveru výrobcom . Niekedy je výhodné pre štát poskytnúť úver priamo výrobcom. Označme y_{ik} množstvo peňazí pre výrobcu (i, k) na $\lambda_{y_{ik}}$ percent. Potom banka dostáva

$$z_{yy} = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} \lambda_{y_{ik}} y_{ik}$$

Celkový zisk štátu sa delí týmto spôsobom:

nevýrobné náklady $R(t)$, ktoré sú známe

centrálne kapitálové investície R_u

$$R_u = \sum_{i=1}^N U_i$$

platby Q

$$Q = \sum_{i=1}^N Q_i; \quad Q \leq \sum_j c_j P_j$$

úver centrám R_y

$$R_y = \sum_{i=1}^N v_i$$

úver výrobcom R_{yy}

$$R_{yy} = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^{N_i} v_{ik} \quad 0 \leq v_i \leq v_i^+; \quad 0 \leq v_{ik} \leq v_{ik}^+$$

Okrem týchto ohraňení platia ešte ďalšie

$$y_i \leq y_i^+(t), \quad y_{ik} \leq y_{ik}^+(t)$$

Potom rovnica celkového kapitálu, ktorý je k dispozícii štátu - banky je v tvare

$$\dot{z} = z_x + z_p + z_y + z_{yy} - R - R_u - R_y - R_{yy} - Q$$

Úloha štátu je určiť riadiace veličiny $U_i(t)$, $Q_i(t)$, λ_x , C_j^+ , λ_{y_i} , $\lambda_{y_{ik}}$, v_i^+ , v_{ik}^+ , y_i^+ , y_{ik}^+ tak, aby funkcionál (6.41) bol maximálny.

6.3.5 Činnosť centra

Predpokladajme, že štát (banka) oznamuje svoje rozhodnutie centrám a výrobcom. Takto centrum bude disponovať fondami $U_i(t)$, úverom z banky. Tento fond sa delí výrobcom a vyplácajú sa percentá banke z úveru.

$$U_i + v_i = \sum_{i=1}^{N_i} U_{ik} + \lambda_{y_i} y_i$$

Pretože centrum si musí vytvárať rezervy, platí

$$\sum_{i=1}^{N_i} U_{ik} + \lambda_{y_i} y_i \leq U_i + v_i$$

Ďalej centrum rozdeľuje platové fondy

$$Q_i = \sum_{k=1}^{N_i} Q_{ik}^+ + q_i$$

kde q_i je pevne dané číslo.

Nakoniec centrum určuje stimulačnú funkciu výrobcom

$$\varphi_{ik}^j(P_j^{ik}); \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad j = 1, 2, \dots, M; \quad k = 1, 2, \dots, N_i$$

ktoré spĺňajú rovnicu

$$\sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^{N_i} \varphi_{ik}^j(P_j^{ik}) + \delta_i = 0$$

kde δ_i je istá konštanta predpísaná centrom a je v tvare

$$\delta_i = \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^{N_i} \delta_i^j P_j^{ik}$$

Činnosť centra spočíva v maximalizácii funkcionálu (6.42).

Výrobca. Každý výrobca (i, k) disponuje určitými fondami x_{ik} , pe výrobu produktu P_j^{ik} . Vývoj fondov je opísaný rovnicou

$$\dot{x}_{ik} = -\kappa_{ik} x_{ik} + u_{ik} + w_{ik}$$

kde w_{ik} sú vlastné investície. Výrobné funkcie sú v tvare

$$P_j^{ik} = F_j^{ik}(x_{ik}^j, m_{ik}^j, L_{ik}^j)$$

kde x_{ik}^j je časť fondov pre výrobu j -teho tovaru

$$\sum_{j=1}^M x_{ik}^j = x_{ik}$$

Cena produkcie výrobcu je

$$\sum_{j=1}^M c_j P_j^{ik}$$

Čistý zisk pre výrobcu je daný vzťahom

$$\psi_{ik} = \sum_{j=1}^M (c_j - c_j^+) P_j^{ik} + v_{ik} - \lambda_x x_{ik} - \sum_{j=1}^M m_{ik}^j L_{ik}^j - \sum_{j=1}^M \varphi_{ik}^j(P_j^{ik})$$

kde:

- daň z obvodu platená štátu je

$$\sum_{j=1}^M c_j^* P_j^{ik}$$

- daň z fondov: $\lambda_x x_{ik}$
- platy

$$Q_{ik} = \sum_{j=1}^N m_{ik}^j L_{ik}^j; \quad Q_{ik} \leq Q_{ik}^+$$

- vnútorné investície w_{ik}
- pokuta alebo stimul zo strany štátu $\varphi_{ik}^j(P_j^{ik})$ Cieľ výrobcu (i, k) je maximalizovať funkcionál

$$J_{ik} = \int_0^T \phi_{ik}(t) dt \quad (6.43)$$

Pre činnosť je potrebné definovať pravidlá hry. Prvý ťah robí štát. Oznamuje centrá a výrobcu hodnoty svojich riadiacich parametrov. Druhý ťah robia centrá. Oznamujú producentom hodnoty svojich riadiacich veličín. Potom výrobca musí urobiť ďalší krok - svoj vlastný rozhodovací proces, v ktorom určí svoje riadiace funkcie a parametre. Tieto neoznamuje centru, pretože tieto vychádzajú z jeho logického chovania - maximalizácie funkcionálov (6.43). Tieto riadenia budú závisieť od riadiacich zásahov centra a štátu.

Potom zase pôsobia centrá. Robia svoje rozhodnutia, pričom ich neoznamujú štátu, ktorý zase vychádza z predpokladaného chovania sa centier spočívajúcich v maximalizácii svojich cieľových funkcií. To je dostatočné pre rozhodnutie na najvyššej úrovni.

6.3.6 Možnosť koalícií

V uvedených hierarchických modeloch sme predpokladali, že cieľová funkcia J_i závisí len od x_i . V skutočnosti závisí aj od činností iných výrobcov

$$J_i = J_i(x_i, \dots, x_i, \dots, x_N)$$

Čiže reálna situácia sa dá oveľa lepšie opísať pomocou teórie kooperatívnych hier - čo zodpovedá tomu, že výrobcovia môžu napr. realizovať spoločné zákazky. Uvažujme v ďalšom N rovnocenných partnerov, pričom každý má vlastný zdroj a_i a kritérium f_i . No okrem toho sú všetci účastníci spojení spoločným záujmom (cestujúci na jednej lodi). Označme túto cieľovú funkciu F . Čiže každý musí určiť pre jeho časť svojho zdroja x_i a časť $y_i = a_i - x_i$, na zabezpečenie spoločného záujmu (kritéria F). Čiže hodnota kritériálnej funkcie F bude závisieť od všetkých účastníkov vzniklej koalície

$$F = F(y_1, y_2, \dots, y_N)$$

Opísaná situácia je typická v národnom hospodárstve, napr. problém prostriedkov pre ochranu životného prostredia, problémy medzinárodnej spolupráce a pod.

Problematika kolektívneho rozhodovania vyžaduje realizáciu určitého kompromisu, tj. zavedenie nového systému cieľových funkcií φ_i

$$\varphi_i = \min\{f_i(x^i); \lambda_i F(y_i, \dots, y_N)\}$$

kde parameter λ_i charakterizuje stupeň zainteresovanosti partnera i pre dosiahnutie spoločného cieľa.

Takáto redukcia umožňuje opísať situáciu pomocou hry s N hráčmi. V takejto hre v zásade môžeme stanoviť dva základné princípy ako základ pre výber rozhodnutia, tj. veličín $y_1, \dots, y_N$.

Princíp efektívnosti (princíp Pareto) Riešenie $y_1^*, \dots, y_N^*$ je **efektívne**, ak neexistuje žiadne iné riešenie $y_1, \dots, y_N$, ktoré by zlepšilo postavenie čo len jedného hráča, tj. aby pre všetky i

$$\varphi_i(\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_N) \geq \varphi_i(y_i^*, \dots, y_N^*)$$

aj keby pre jedno j

$$\varphi_i(\hat{y}_1, \dots, \hat{y}_N) > \varphi_i(y_i^*, \dots, y_N^*)$$

Princíp stabilnosti (Nashov princíp) Riešenie $y_1^*, \dots, y_N^*$ je **stabilné** (rovnovážne), ak je pre všetkých účastníkov nevýhodné odstúpiť, predovšetkým pre odstúpivšieho účastníka koalície, tj.

$$\varphi_i(y_i^*, \dots, y_{i-1}^*, y_i^*, y_{i+1}^*, \dots, y_N^*) = \max_{y_j} \varphi_j(y_1^*, \dots, y_{i-1}^*, y_i^*, y_{i+1}^*, \dots, y_N^*)$$

6.4 Riadenie a rozhodovacie procesy v ekonomike

Úlohou rozhodovania je určiť optimálny spôsob činnosti pre dosiahnutie stanovených cieľov. Pod **cieľom** rozumieme ideálnu predstavu želaného stavu alebo výsledku činnosti. Ak faktický stav neodpovedá želanému, vznikne **problém**. Vypracovanie plánu činnosti pre odstránenie problému tvorí podstatu úlohy rozhodovania. Problém je spojený s určitými podmienkami, ktoré obyčajne nazývame **situácia**. Súhrn problému a situácie tvorí **problémovú situáciu**.

Subjektom ľubovoľného rozhodnutia je osoba, ktorá rozhoduje - rozhodovateľ. Tento môže byť individuálny (resp. kolektívny). Pre analýzu informácie ako aj pre rozhodovanie sa môžu použiť špecialisti z danej problematiky - **experti**. Rozhodovanie prebieha v čase, čiže ide o **rozhodovací proces**, v ktorom sa formulujú **alternatívne** varianty rozhodnutí, ktoré vychádza z objektívnej analýzy, ako aj zo subjektívneho ponímania cennosti, efektívnosti rozhodnutí.

Pre výber rozhodnutia sa definuje kritérium výberu. Konečným výsledkom rozhodovania je **rozhodnutie**, ktoré predstavuje predpis ku činnosti. Rozhodnutie je dovoľené, ak vyhovuje ohraničeniam (materiálnym, právnym, morálnym atď). Rozhodnutie je optimálne, ak zabezpečuje extrém (maximum alebo minimum) kritéria výberu. **Efektívnosť** rozhodnutia určuje efekt rozhodnutia, určujúci stupeň dosiahnutia cieľov v pomere ku základom na ich dosiahnutie.

Úlohu rozhodovania formálne môžeme zapísať v tvare

$$\{S_0, T, Q|S, A, B, Y, f, N, Y^*\}$$

Kapitola 7

Teória automatického riadenia

7.1 Úvod do teórie automatického riadenia

Výrobné procesy sa postupom času neustále zdokonaľujú. Pri tomto zdokonaľovaní zaznamenávame niekoľko dôležitých stupňov. Jedným takýmto dôležitým stupňom výroby je tzv. mechanizácia.

Mechanizácia je proces, pri ktorom dokonalejšími výrobnými prostriedkami, doplnkovými zariadeniami prípadne úpravou vlastného technologického postupu sa odstraňuje fyzicky namáhavá práca človeka. Činnosť človeka sa pritom presúva najmä do oblasti riadenia a kontroly výrobných procesov.

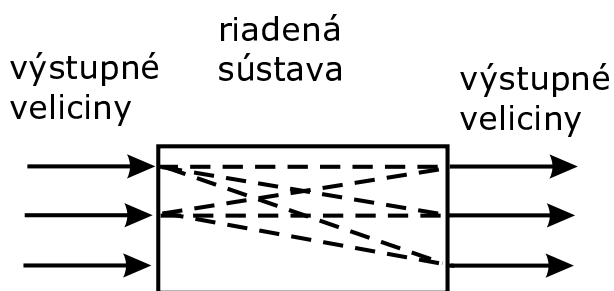
Dnešné obdobie rozvoja výroby je charakterizované automatizáciou. Automatizácia je proces, pri ktorom sa riadiaca činnosť človeka nahrádza činnosťou rôznych prístrojov a zariadení. Činnosť človeka sa teraz presúva do oblasti konštrukcie, výroby a údržby automatizačných prostriedkov. Automatizácia sa teda zaoberá problematikou riadenia a kontroly procesov, ktoré v minulých etapách rozvoja vykonával človek.

7.1.1 Princíp automatického riadenia

Základnými prostriedkami automatizácie sú riadiace systémy. Riadiaci systém - riadiaca sústava pôsobí na nejaký riadený objekt - riadenú sústavu, v ktorej prebieha riadiaci proces.

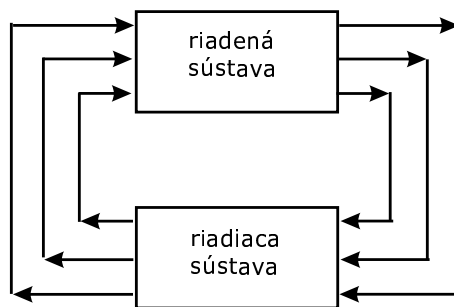
Riadená sústava je určité zariadenie, alebo celý komplex určitých zariadení, napríklad nejaký stroj, prevádzka v podniku, ale i celá továreň. Riadenou sústavou môže byť aj loď lietadlo, družica, ale i železničná stanica, cestná križovatka apod.

Riadenou sústavou nemusí však byť iba technické zariadenie, ale môže to byť ľubovoľný objekt, ktorý treba určitým spôsobom riadiť. Napr. biologický proces apod. Riadenou sústavou teda môže byť ľubovoľný živý, alebo neživý objekt. My sa však budeme zaoberať iba technickými sústavami.



Obr. 7.1: Blok riadenej sústavy

Čo to znamená riadiť sústavu? Do riadenej sústavy (obr. 7.1) vstupuje určité množstvo vstupných veličín, napr. rôzne druhy energie - elektrická, tepelná apod, rôzne druhy surovín, materiálov, do železničnej stanice vlaky z rôznych smerov apod. Z riadenej sústavy zase vystupuje určité množstvo výstupných veličín, napr. rôzne výrobky, teplota apod. Od výrobného procesu sa žiada, aby výstupné veličiny vyhovovali určitým normám, a preto musíme výstupné veličiny neustále sledovať. Ak niektorá norma nevyhovuje, musíme zmeniť príslušnú veličinu, ktorá ju ovplyvňuje. Všeobecne sú však medzi vstupnými a výstupnými veličinami rôzne väzby (na obr. 7.1 nakreslené čiarkovane), a preto pri zmene jednej výstupnej veličiny treba zmeniť všetky, alebo len niektoré vstupné veličiny. Často sa tiež vyžaduje previesť niektorú, alebo všetky výstupné veličiny z jedného



Obr. 7.2: Činnosť riadenia

stavu do druhého. V takom prípade musíme previesť tiež všetky, ale len niektoré vstupné veličiny z pôvodného stavu do iného.

Ak chceme túto činnosť, ktorú nazývame riadením správne vykonávať, musíme dokonale poznať vplyvy jednotlivých vstupných veličín na jednotlivé výstupné veličiny. Musíme sa vedieť rýchle a správne rozhodnúť, ktorú výstupnú veličinu a o koľko zmeniť. Vplyvom konečnej rýchlosti šírenia zmien sústavou (zotrvačnosti sústavy) sa zmena vstupnej veličiny na výstupe sústavy neprejaví ihneď, ale až po určitom čase. Z toho vidíme, že riadenie je veľmi zložitá a náročná činnosť. Ak riadiacu činnosť vykonáva človek, hovoríme o ručnom riadení, ak ju vykonáva určité zariadenie - riadiaca sústava, hovoríme o automatickom riadení.

Činnosť riadiacej sústavy je obdobná činnosti človeka pri riadení. Riadiaca sústava dostáva informácie z riadenej sústavy o stavoch výstupných veličín, ktoré určitým spôsobom spracúva a spätne pôsobí na vstupné veličiny (obr. 7.2).

Ak riadená sústava je jednoduché zariadenie, potom i riadiaca sústava je jednoduchá, spravidla jednoúčelové zariadenie. Čím kvalitnejší proces chceme dosiahnuť, tým zložitejšia musí byť riadiaca sústava. Treba však uvážiť, čo je z hľadiska ekonomického výhodnejšie, či jednoduchá lacná riadiaca sústava s horším riadiacim procesom, alebo kvalitnejší riadiaci proces pomocou zložitejšej a drahej riadiacej sústavy.

Zložité riadené sústavy si však vyžadujú i zložité riadiace sústavy. Tu je to výhodné i z hľadiska ekonomického. Takouto zložitou riadiacou sústavou je automat s riadeným programom, ktorý môže byť samočinný počítač.

7.1.2 Problémy riadenia

Pozrime sa teraz, aké funkcie musí riadiaca sústava pri riadení vykonávať. Ukážeme to na konkrétnych príkladoch. Predstavme si pecu, v ktorej treba udržiavať určitú teplotu, aby sa teplota v pece mohla meniť, treba do nej privádzať nejakú energiu, napr. elektrickú, ktorá sa v pece (v odporovom vinutí) mení na tepelnú energiu. Medzi teplotou v pece a množstvom privedenej energie je priama úmera. Čím väčšie množstvo do pecky privedieme, tým je v nej vyššia teplota a naopak.

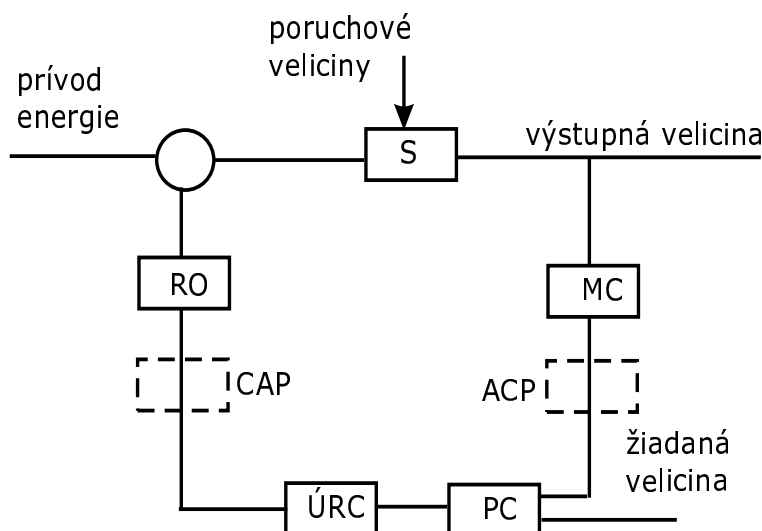
V pece napr. zohrievame určitý materiál. Tým, že sa na pece otvárajú dvierka, vkladá sa do nej studený materiál, mení sa množstvo privádzanej energie (kolísanie napätia) a pod., v pece sa neželateľne mení teplota. Do pecky vstupujú teda i neželateľné veličiny, tzv. poruchové veličiny.

Úlohou automatického riadenia pecky je udržiavať teplotu v pece na žiadanej konštantnej hodnote, čiže riadiaca sústava musí vylúčiť vplyvy poruchových veličín na teplotu v pece **S**. Aby riadiaca sústava mohla túto činnosť vykonávať, potrebuje informáciu o tom, či teplota v pece zodpovedá, alebo nezodpovedá žiadanej teplote. Získava ju pomocou meracieho člena **MČ** (obr. 7.3), ktorý obyčajne i prevádza na inú fyzikálnu veličinu, napr. elektrickú, tlak vzduchu a pod. Táto veličina sa vedie do porovnacieho člena **PČ**, v ktorom sa porovnáva (odčíta) so žiadanou teplotou, reprezentovanou tiež elektrickou, alebo inou veličinou. Rozdiel týchto hodnôt udáva, o koľko je teplota v pece väčšia, alebo menšia oproti žiadanej teplote. Tento rozdiel sa vedie do ústredného riadiaceho člena **URČ**, ktorý ho príslušným spôsobom spracuje. Výstupná veličina v **URČ** pôsobí na riadiaci orgán **RO**, ktorý ovláda prívod energie do pecky.

Keď teplota v pece stúpne (klesne) nad žiadanú teplotu, vstupuje do **URČ** záporná (kladná) hodnota zodpovedajúca rozdielu skutočnej a žiadanej teploty. Veličina toho istého znamienka vstupuje i do riadiaceho orgánu, ktorý potom znižuje (zvyšuje) prívod energie do pecky. Výstupná veličina z riadenej sústavy teda pôsobí spätne na vstupnú veličinu s opačným znamienkom.

V riadiacom obvode je záporná spätná väzba.

Keďže teplota v pece sa mení spojito, obyčajne spojito pracuje i ústredný riadiaci člen. **URČ** môže pracovať i nespojito (číslicový riadiaci člen). Potom i výstupnú veličinu z meracieho člena musíme previesť na



Obr. 7.3: Model riadenia

nespojité, čo možno urobiť v tzv. analógovo-číslícovom prevodníku (**AČP**), ktorý je na obr. 7.3 nakreslený čiarkovane. Tento prevodník berie údaje o teplote len v určitých diskretných bodoch a tým priradzuje určité čísla, ktoré vhodným spôsobom zakóduje. Zakódované údaje o teplote v peci spracúva nespojitý **ÚŘČ**, ktorý môže byť napr. číslícový počítač. Pretože výstup z **ÚŘČ** je tiež nespojitý, musíme ho pred vstupom do riadiaceho orgánu previesť na analógovú formu a to v tzv. číslícovo-analógovom prevodníku **ČAP**, ktorý je na obr. 7.3 tiež nakreslený čiarkovane. Tento prevodník tam nemusí byť, ak riadiaci orgán pracuje nespojito, t.j. nespojito ovláda prívod energie do peci.

Na pohľad sa zdá, že zavedením číslícového riadenia sa obvod skomplikoval. Je to síce pravda, avšak číslícové riadiace obvody sú výhodnejšie ako analógové. Iný problém nastáva, ak sa pec bude vykurovať napr. kvapalným palivom. Aby kvapalné palivo horelo, treba do peci privádzať aj určité množstvo okysličovadla napr. vzduchu.

Ak nebudeme privádzať žiadne množstvo vzduchu, palivo horieť nebude a teplota v peci sa bude rovnáť okolitej teplote T_0 . Keď sa do peci začne privádzať vzduch, palivo začne horieť a teplota v peci bude stúpať. Čím väčšie množstvo vzduchu privedieme, tým bude spaľovanie paliva lepšie (tým väčšie množstvo paliva v peci zhorí) a tým bude i vyššia teplota v peci. Ak privedieme také množstvo vzduchu, že všetko palivo dokonale zhorí, bude v peci maximálna teplota T_m . Keď budeme privádzané množstvo vzduchu ďalej zväčšovať, spaľovanie sa už nemôže skvalitňovať, ale naopak, prebytočné množstvo vzduchu bude pec ochladzovať, a teda teplota v nej bude klesať.

V takomto prípade treba udržiavať výstupnú veličinu na maximálnej hodnote - v extrémne (v inom prípade môže byť najvýhodnejšia hodnota minimálna). Takéto regulačné obvody nazývame extrémnymi.

Obvodov, pri ktorých treba udržiavať výstupnú veličinu na určitom extrémne môže byť v riadenej sústave aj viac. Spôsob komplexného riadenia takýchto sústav sa nazýva automatická optimalizácia.

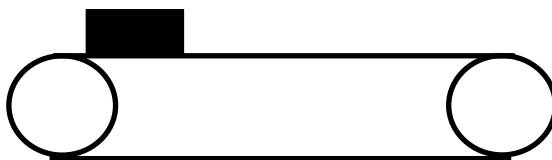
Uvažujme teraz spôsob ovládania prívodu vody do vodnej turbíny. Voda do turbíny sa privádza cez tzv. guľový uzáver. Ak sa na turbíne vyskytne nejaká záhada, treba tento uzáver okamžite zatvoriť. Guľové uzávery sú však veľké ťažké telesá, ktoré okamžite zatvoriť prakticky nemožno. Preto vyžadujeme, aby doba potrebná na jeho zatvorenie bola čo najkratšia.

Obvody, pri ktorých je čas riadenia minimálny, nazývame časovo optimálnymi.

Pri dosiaľ uvažovaných riadiacich obvodoch pôsobila výstupná veličina prostredníctvom riadiacich členov (obr. 7.3) späť na vstupnú a teda v výstupnú veličinu. Preto takéto riadiace obvody nazývame obvodmi so spätnou väzbou (uzavreté riadiace obvody). Sú však i také prípady, kedy výstupná veličina nepôsobí späť na vstupnú veličinu. Takéto obvody sú bez spätnej väzby (otvorené riadiace obvody).

Pri niektorých pracovných pochodoch nasleduje za sebou presné množstvo rovnakých úkonov, alebo určitý sled po sebe idúcich úkonov. Napr. pri obrábacích strojoch, kým sa vyrobí určitá súčiastka, nasleduje po sebe presné množstvo určitých operácií. V takomto prípade môžeme vypracovať pre stroj program, podľa ktorého bude pracovať, a teda takéto riadenie sústav sa nazýva programové. V tomto prípade výstupná veličina nemusí späť pôsobiť na vstupnú veličinu, čiže riadiaci obvod môže byť bez spätnej väzby.

O programovom riadení hovoríme i vtedy, keď výstupná veličina z riadenej sústavy nadobúda rôzne stavy, avšak určitým postupnosťou stavov výstupnej veličiny odpovedá niekoľko po sebe nasledujúcich, presne de-



Obr. 7.4: Dopravný pas materiálu

finovaných stavov vstupnej veličiny. V takomto prípade sa musí riadiaca sústava vedieť "rozhodnúť", ktorá postupnosť stavov vstupnej veličiny má nasledovať po predchádzajúcej postupnosti výstupnej veličiny. Toto je programové riadenie so spätnou väzbou.

Z praktických skúsenosti vieme, že ak zmeníme vstupnú veličinu do sústavy, výstupná veličina nadobudne novú ustálenú hodnotu až po určitom čase. Napr., keď pripojíme elektrický varič na zdroj prúdu, teplota variča až po určitom čase nadobudne ustálenú hodnotu. Alebo auto nedosiahne napr. rýchlosť 100 km/h okamžite, ale po určitom čase apod. Takto sa správajú všetky reálne sústavy. Všetky reálne sústavy majú teda dynamickú zotrvačnosť. Z fyziky vieme, že sústavy sú popísané diferenciálnymi rovnicami.

Ďalej vieme, že závislosť ustálených hodnôt výstupnej veličiny a od ustálených hodnôt vstupnej veličiny u (prechodová charakteristika) je všeobecne nelineárna. Všetky reálne sústavy sú teda nielen zotrvačné, ale i nelineárne a sú všeobecne popísané nelineárnymi diferenciálnymi rovnicami s premenlivými koeficientami.

Riešenie takýchto rovníc je veľmi obtiažné, a preto v praxi mnohé sústavy linearizujeme, napr. prevodovú charakteristiku sústavy môžeme pre zmenu vstupnej veličiny y v intervale (u_1, u_2) pre prax dostatočne presne nahradiť priamkou. Ďalej predpokladáme, že sa parametre tejto sústavy nemenia. Za týchto predpokladov sa sústava správa ako lineárna s konštantnými parametrami a je popísaná lineárnou diferenciálnou rovnicou s konštantnými koeficientami. Návrh riadiacich obvodov pre takto linearizované sústavy je potom podstatne jednoduchší a pre prax dostatočne presný. Skutočné výsledky však súhlasia s výpočítanými iba pre zmeny vstupnej veličiny z intervalu u je (u_1, u_2) .

Osobitný typ zotrvačnosti sústav je tzv. dopravné oneskorenie, ktoré sa prejavuje pri sústavách s dlhým prívodom energie, napr. na dlhšom potrubí, dopravnom páse (odtiaľ je jeho názov) a pod. Ak dáme napr. na začiatok dopravného pásu materiál (obr. 7.4), dostane sa tento materiál na koniec pásu až po určitom čase, ktorý je daný dĺžkou pásu a jeho rýchlosťou.

Obvody, pri ktorých sa všetky veličiny vo vnútri riadiaceho bvodu menia spojitou, nazývajú sa spojité a sú popísané diferenciálnymi rovnicami. Obvody, pri ktorých sa aspoň jedna veličina vo vnútri riadiaceho obvodu mení nespojitou, nazývajú sa nespojité a sú popísané diferenčnými rovnicami.

Treba si uvedomiť, že teória automatického riadenia nepredstavuje ukončenú vednú disciplínu. Neustále sa vyvíja a rozširuje. Preto to, čo uvedieme ďalej, je iba základ na ktorom treba postupne budovať.

7.1.3 Stručný prehľad vývoja riadenia

Počiatky rozvoja riadenia spadajú do druhej polovice 18. storočia. Vtedajšie úspechy síce plne nevystihujú terajší pohľad na riadenie, boli to však základy, ktoré dali podnet pre ďalší rozvoj tejto vednej oblasti.

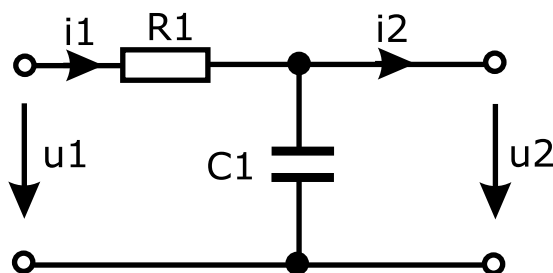
Prvé zhotovené riadiace prostriedky boli jednoúčelové regulátory. Už v roku 1765 zostrojil I.I. Polzunov v Rusku, ako prvý na svete, automatický regulátor hladiny vody v kotli. V roku 1780 zostrojil J. Watt v Anglicku známy regulátor otáčok parného stroja.

Rozvoj teórie riadenia začína v 19. storočí, kedy sa mnohí poprední svetoví matematici začali zaoberať teóriou stability. Medzi nich patrili Vyšnegradskij v Rusku, Lagrange vo Francúzku a Maxwell v Anglicku. Reguláciou turbín sa zaoberal i slovenský rodák A. Stodola, vtedy profesor na zürýšskej univerzite. Na jeho popud vypracovali Routh v Anglicku a A. Hurwitz v Nemecku krotéria stability podľa koeficientov diferenciálnej rovnice. Neskoršie nezávisle od nich, podal A.M. Ljapunov matematicky presné, všeobecné podmienky stability.

Na začiatku 20. storočia zhrňujú M. Tolle v Nemecku W. Trinx v Amerike známe práce z oblasti teórie riadenia. Týchto dvoch pracovníkov často považujú za zakladateľov teórie automatického riadenia, hoci sami citujú práce svojich predchodcov. Búrliavý rozvoj teórie riadenia začína v 30. rokoch nášho storočia.

7.1.4 Matematický popis sústav

Pre návrh riadiacich obvodov je potrebné poznať matematický popis riadenej i riadiacej sústavy, t.j. poznať matematické vyjadrenie procesov odohrávajúcich sa v týchto sústavách. Nebudeme sa zaoberať všeobecnou me-



Obr. 7.5: RC obvod

todikou popisu sústav, ukážeme len, za akých podmienok môžeme konkrétne danú sústavu popísať. Nebudeme tiež rozlišovať, či ide o riadenú, alebo riadiacu sústavu.

Ako sme už spomenuli budeme sa zaoberať iba lineárnymi, resp. linearizovanými sústavami, ktoré sa matematicky dajú popísať lineárnymi diferenciálnymi rovnicami s konštantnými koeficientami. Pretože tieto diferenciálne rovnice nevystihujú celkom dôsledne procesy odohrávajúce sa v daných sústavách, urobili sme iba ideálny matematický model sústav.

Ak je sústava popísaná diferenciálnou rovnicou prvého rádu, hovoríme, že i sústava je prvého rádu. Ak je sústava popísaná diferenciálnou rovnicou druhého rádu, hovoríme, že i sústava je druhého rádu. Ak je sústava popísaná diferenciálnou rovnicou vyššieho rádu, n -tého rádu, hovoríme, že i sústava je vyššieho, n -tého rádu.

Matematický popis sústav prvého rádu

Majme sústavu podľa obr. 7.5. Vstupnou veličinou do sústavy nech je napätie u_1 a výstupnou veličinou napätie u_2 . Zistíme, za akých predpokladov môžeme túto sústavu považovať za lineárnu.

Po pripojení napätia u_1 na sústavu tečie odporom R_1 i kondenzátorom C_1 prúd i_1 . Odpor prechodom prúdu sa zahrieva, a tým sa mení i jeho veľkosť. Taktiež sa mení i kapacita kondenzátora C_1 . Aby sme sústavu mohli považovať za lineárnu (približne lineárnu), musia byť tieto zmeny malé, čiže vstupné napätie u_1 sa môže meniť len v určitých hraniciach a nesmie prekročiť hodnotu danú parametrami odporu R_1 a kondenzátora C_1 . Aj teplota okolia má vplyv na veľkosť odporu R_1 , a preto musí byť konštantná, alebo sa musí len málo meniť.

Za týchto predpokladov môžeme sústavu považovať za lineárnu a písať pre ňu nasledujúce vzťahy. Podľa druhého Kirchhoffovho vzťahu platí:

$$u_1 = R_1 i_1 + u_2 \quad (7.1)$$

Prúd tečúci kondenzátorom je:

$$i_1 = C_1 \frac{du_2}{dt}. \quad (7.2)$$

Označme

$$R_1 C_1 = T_1 \quad (7.3)$$

kde T_1 nazývame časovou konštantnou sústavy.

Po dosadení rovnice (7.2) do rovnice (7.1) a použitím rovnice (7.3) dostaneme rovnicu, ktorá popisuje danú sústavu

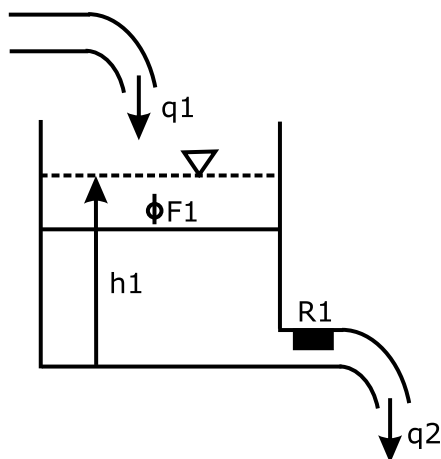
$$T_1 \frac{du_2}{dt} + u_2 = u_1 \quad (7.4)$$

Teraz majme sústavu podľa obr. 7.6. Je to hydraulická sústava, kde q_1 je prítok média do nádoby a q_2 je množstvo média vytekajúce z nádoby. Prierez nádoby nech je F_1 , výška hladiny v nádobe h_1 a médium nech vyteká z nádoby cez hydraulický odpor R_1 . Špecifická hmotnosť média nech je γ .

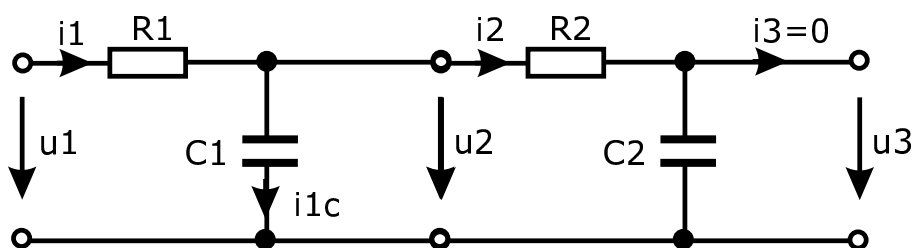
Túto sústavu môžeme považovať za lineárnu vtedy, ak sa nebude meniť špecifická hmotnosť média γ , ak prierez nádoby F_1 bude po celej výške nádoby rovnaký, ak výška hladiny h_1 nepresiahne výšku nádoby a ak v závislosti od prietoku sa nebude meniť hydraulický odpor R_1 . Prvé tri podmienky sú ľahko splniteľné, avšak konštantnosť odporu R_1 v závislosti od prietoku splniť nemožno. Preto, ak chceme túto sústavu považovať za lineárnu, môže sa prítok q_2 meniť len v určitých hraniciach, daných charakteristikou hydraulického odporu R_1 .

Za týchto predpokladov platia pre túto sústavu nasledujúce vzťahy: Zmena média v nádobe je rovná podielu prítokov

$$F_1 \frac{dh_1}{dt} = q_1 - q_2 \quad (7.5)$$



Obr. 7.6: Model hydraulickej sústavy



Obr. 7.7: RC obvod 2. rádu

Prietok q_2 je úmerný hydraulickému tlaku v mieste odporu R_1 .

$$q_2 = \frac{\gamma}{R_1} h_1 \quad (7.6)$$

Označme

$$\frac{F_1 R_1}{\gamma} = T_1 \quad (7.7)$$

Kde T_1 je časová konštanta sústavy.

Po dosadení rovnice (7.6) do rovnice (7.5) a použitím rovnice (7.7) dostaneme rovnicu, ktorá popisuje danú sústavu

$$T_1 \frac{dq_2}{dt} + q_2 = q_1 \quad (7.8)$$

Matematický popis sústav druhého a vyššieho rádu

Zaraďme dve sústavy podľa obr. 7.5 za sebou. Tým dostaneme sústavu podľa obr. 7.7. Aby táto sústava bola lineárna, musia sa pre ňu splniť tie isté predpoklady ako pre sústavu podľa obr. 7.5.

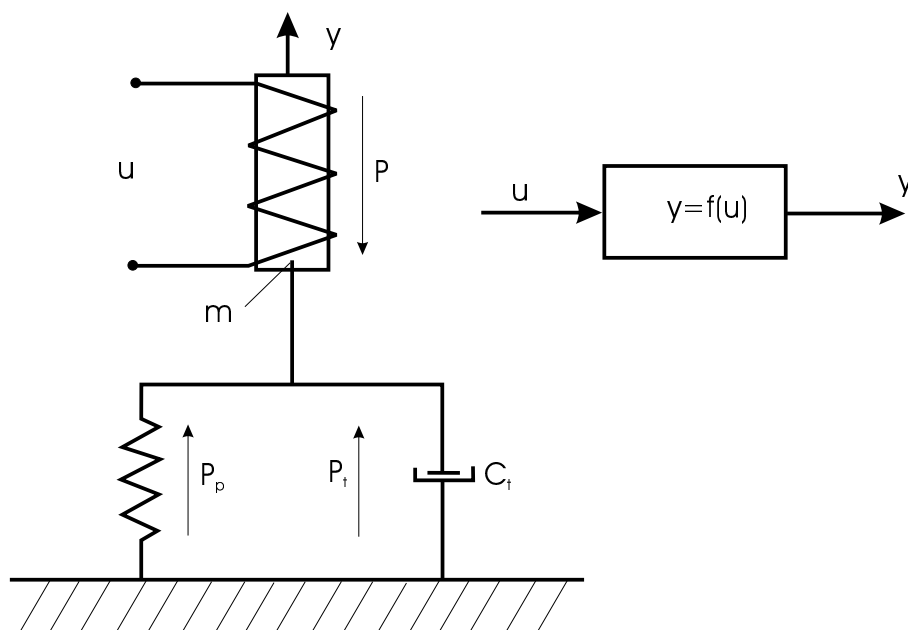
Pre sústavu z obr. 7.7 môžeme písať nasledujúce rovnice:

$$u_2 = R_2 i_2 + u_3 \quad (7.9)$$

$$i_2 = C_2 \frac{du_3}{dt} \quad (7.10)$$

$$u_1 = R_1 i_1 + u_2 \quad (7.11)$$

$$i_1 = i_2 + i_{1C} \quad (7.12)$$



Obr. 7.8: Model elektromechanickej sústavy

$$i_{1C} = C_1 \frac{du_2}{dt} \quad (7.13)$$

Po dosadení rovníc (7.10), (7.11), (7.13) do rovnice (7.9) a úprave dostaneme:

$$T_1 T_2 = \frac{d^2 u_3}{dt^2} + (T_1 + T_2 + T_{12}) \frac{du_3}{dt} + u_3 = u_1 \quad (7.14)$$

Diferenciálna rovnica ako zápis dynamických vlastností bloku

Po vybudení sústavy nejakou vstupnou veličinou prebiehajú v ňom určité fyzikálne pochody, ktoré môžeme matematicky zapísať príslušnými fyzikálnymi zákonmi. Tým dosiahneme určitú množinu matematických vzťahov, z ktorých po vylúčení všetkých vnútorných premenných veličín získame vzťah medzi výstupnou a vstupnou veličinou, čo vedie spravidla na diferenciálnu rovnicu.

Diferenciálna rovnica je tak základným matematickým opisom dynamických vlastností. U lineárnych regulačných obvodov príslušná diferenciálna rovnica je lineárna diferenciálna rovnica s konštantnými koeficientami typu:

$$a_n y^{(n)}(t) + a_{n-1} y^{(n-1)}(t) + \dots + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = \quad (7.15)$$

$$= b_m u^{(m)}(t) + b_{m-1} u^{(m-1)}(t) + \dots + b_1 u'(t) + b_0 u(t) \quad (7.16)$$

kde $a_0, a_n, b_0 \dots b_m$ sú konštantné koeficienty,

$y(t)$ je výstupnou veličinou,

$u(t)$ je vstupnou veličinou.

Pri odvodzovaní diferenciálnej rovnice musíme vychádzať z fyzikálnej podstaty bloku, ktorého diferenciálnu rovnicu odvodzujeme.

Príklad

Stanovme závislosť posunutia y od pripojeného napätia elektromechanickej sústavy na obr. 7.8.

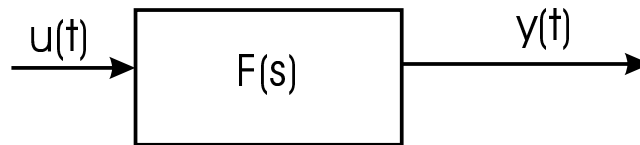
Pri pôsobení napätia U dôjde k vytvoreniu akčnej sily P . Proti nej pôsobí sila zotrvačnosti P_z , prislúchajúca hmoty m olejového tlmiča P_t a sila pružiny P_p . Jadro elektrického magnetu sa bude pohybovať dotiaľ, kým súčet síl naň pôsobiacich nebude nulový.

Pre rovnováhu síl platí:

$$P_z + P_t + P_p = P \quad (7.17)$$

Sila zotrvačnosti podľa Newtonovho zákona je úmerná zrýchleniu

$$P_z = m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \quad (7.18)$$



Obr. 7.9: Blok riadenej sústavy

Sila tlmiča je úmerná rýchlosti

$$P_t = C_t \cdot \frac{dy}{dt} \quad (7.19)$$

Sila pružiny je úmerná výchylke y , t.j.

$$P_p = C_p \cdot y \quad (7.20)$$

Akčná sila elektrického magnetu je úmerná napätiu

$$P = k \cdot U \quad (7.21)$$

Po dosadení vzťahov (7.18) až (7.21) do (7.17) dostaneme

$$m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + C_t \frac{dy}{dt} + C_p y = kU \quad (7.22)$$

čo je hľadaná funkčná závislosť $y = f(U)$.

Obrazový prenos

Obrazový prenos bloku (obr. 7.9) definujeme ako pomer obrazu výstupnej veličiny $y(s)$ k obrazu vstupnej veličiny $x(s)$, teda

$$F(s) = \frac{y(s)}{x(s)} \quad (7.23)$$

Býva zvykom tento proces zapisovať do obdĺžnika, ktorý reprezentuje daný blok - článok v blokovej schéme regulačného obrazu.

Z definície obrazového prenosu, ako ďalšej formy zápisu dynamických vlastností vyplýva, že pri jeho určení je treba stanoviť Laplaceovu transformáciu vstupnej a výstupnej veličiny bloku a stanoviť ich pomer.

Ako príklad určíme obrazový prenos elektromechanickej sústavy (obr. 7.8).

Funkčný vzťah medzi vstupnou a výstupnou veličinou, ako už bolo odvodené, vedie na diferenciálnu rovnicu

$$m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} + C_t \frac{dy}{dt} + C_p y = kU \quad (7.24)$$

Za predpokladu, že sústava je v rovnovážnom stave a podľa našej dohody, že y , x sú odchýlky od tohto rovnovážneho stavu platí, že počiatočné podmienky sú nulové, t.j.

$$y(0) = \frac{dy(0)}{dt} = 0 \quad (7.25)$$

Použitím pravidiel L transformácie prejde vzťah (7.24) na tvar:

$$ms^2 y(s) + c_t s y(s) + c_p y(s) = kU(s) \quad (7.26)$$

čiže

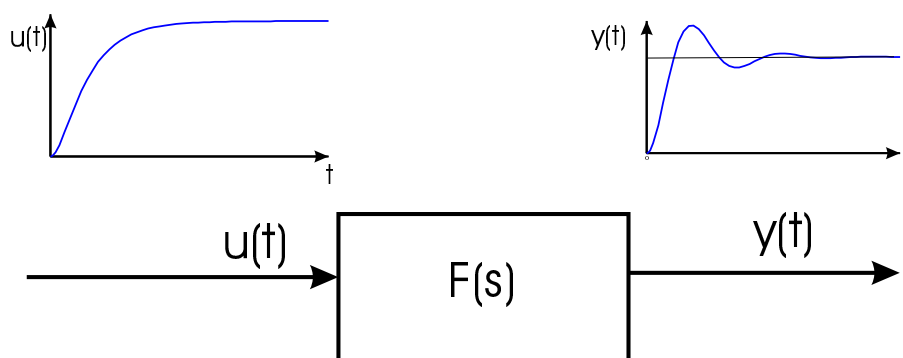
$$(ms^2 + c_t s + c_p) y(s) = kU(s) \quad (7.27)$$

Z čoho pomer obrazu výstupnej veličiny $y(s)$ k obrazu vstupnej veličiny $x(s)$, teda obrazový prenos $F(s)$ je

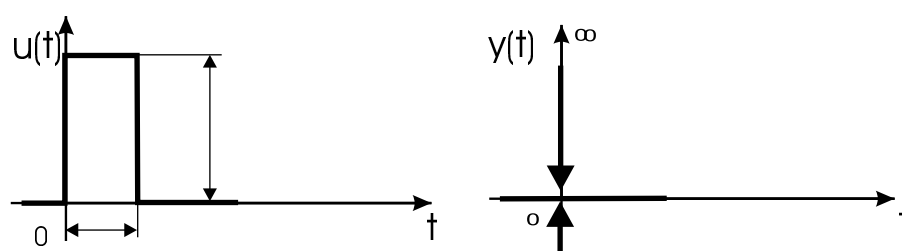
$$F(s) = \frac{y(s)}{x(s)} = \frac{K}{ms^2 + c_t s + c_p} \quad (7.28)$$

Obecne, ak dynamické vlastnosti sústavy sú opísané diferenciálnou rovnicou, potom obrazový prenos za predpokladu nulových počiatočných podmienok je:

$$F(s) = \frac{y(s)}{x(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} = \frac{M(s)}{N(s)} \quad (7.29)$$



Obr. 7.10: Dynamické vlastnosti sústavy



Obr. 7.11: Typy vstupných signálov

Odozva sústavy na typové signály

Diferenciálna rovnica alebo prenos predstavovali zápis dynamických vlastností v analytickej forme, vo forme určitého matematického vzťahu. Dynamické vlastnosti sústav je možné však vyjadriť i pomocou rôznych charakteristík - teda graficky. Postup určovania týchto charakteristík môže byť rôzny - buď matematickým výpočtom, napr. z diferenciálnej rovnice alebo z prenosu sústavy, alebo experimentálne, čo je potrebné hlavne pri fyzikálne zložitých sústavach. Ak totiž vybudíme fyzikálnu sústavu z jej rovnovážneho stavu tým, že aplikujeme na jej vstup určitú funkciu $u(t)$, tak výstupná veličina $y(t)$ sa bude v závislosti na čase meniť, a to jednak podľa charakteru vstupnej veličiny $u(t)$ jednak podľa dynamických vlastností samotnej sústavy (obr. 7.10).

Ak budeme vstupnú veličinu $u(t)$ definovať vopred, potom časová zmena výstupnej veličiny $y(t)$ bude odrážať len dynamické vlastnosti samotnej sústavy a túto odozvu nazveme dynamickou charakteristikou sústavy.

V teórii riadenia sa najčastejšie používajú nasledovne štandardné typy vstupných funkcií $u(t)$.

1. Diracova funkcia (jednotkový skok). Je aproximáciou v praxi sa vyskytujúcich budiacich funkcií tvaru impulzu (obr. 7.11), ktoré môžeme definovať

$$u(t, \varepsilon) \begin{cases} = 0 & \text{pre } t < 0 \\ = 1/\varepsilon & \text{pre } 0 \leq t \leq \varepsilon \\ = 0 & \text{pre } t > 0 \end{cases}$$

pričom integrál

$$\int_{-\infty}^{\infty} u(t, \varepsilon) dt = \int_0^{\varepsilon} (1/\varepsilon) dt = 1 \quad (7.30)$$

Túto funkciu aproximujeme takto:

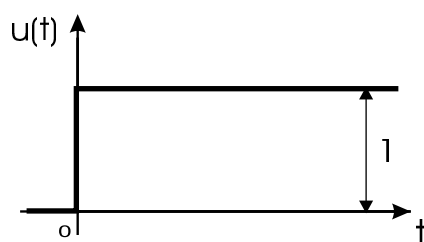
$$\delta(t) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} u(t, \varepsilon) \quad (7.31)$$

platí

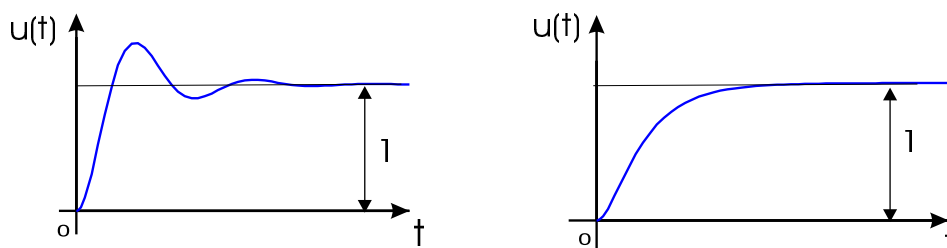
$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1 \quad (7.32)$$

Diracova funkcia (obr. 7.11 vpravo) je funkcia nulová pre všetky $t \neq 0$. V bode $t = 0$ rastie jej hodnota nad všetky medze a spĺňa vzťah (7.32). Jej Laplaceov obraz je

$$\delta(s) = L[\delta(t)] = 1 \quad (7.33)$$



Obr. 7.12: Jednotkový skok



Obr. 7.13: Charakter funkcie skoku

2. Heavisidova funkcia (jednotkový skok). Je definovaný ako

$$\begin{aligned} u(t) &= 0 & \text{pre } t < 0 \\ u(t) &= 1 & \text{pre } t \geq 0 \end{aligned} \quad (7.34)$$

Graficky je priebeh tejto funkcie znázornený na obr. 7.12. Je to funkcia, ktorá je idealizáciou celého radu budiacich funkcií (porúch) pôsobiacich na skutočné regulačné obvody, majúcich charakter funkcie skoku (obr. 7.13).

Laplaceovým obrazom funkcie jednotkového skoku je:

$$1(s) = L[1(t)] = \frac{1}{s} \quad (7.35)$$

Impulzná charakteristika (váhová charakteristika)

Impulznou (váhovou) charakteristikou sústavy nazývame odozvu sústavy na vstupný signál typu Diracovej funkcie $\delta(t)$ a označujeme ju $y_i(t)$.

Jej určenie, keďže Laplaceov obraz Diracovej funkcie je 1, je jednoduché priamo z obrazového prenosu sústavy $F(s)$:

$$F(s) = \frac{y(s)}{u(s)} \quad (7.36)$$

kde pre impulznú charakteristiku platí

$$u(s) = \delta(s) = L[\delta(t)] = 1 \quad (7.37)$$

teda obraz impulznej charakteristiky je

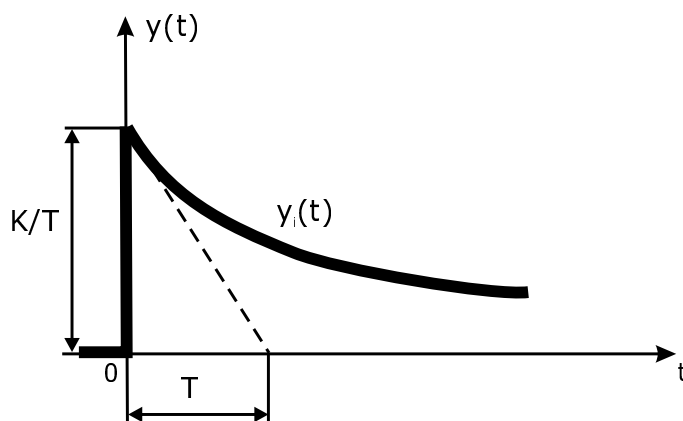
$$y_i(s) = F(s) \quad (7.38)$$

a originál

$$y_i(t) = L^{-1}[F(s)] \quad (7.39)$$

Výpočet a zostrojenie impulznej charakteristiky si teraz ukážeme na konkrétnom príklade. Nech sústava je popísaná diferenciálnou rovnicou v tvare:

$$T \cdot \frac{dy}{dt} + y = K \cdot u \quad (7.40)$$



Obr. 7.14: Grafický priebeh impulznej charakteristiky

Obrazový prenos takejto sústavy je potom daný ako

$$F(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{K}{Ts + 1} \quad (7.41)$$

Vieme, že vstupný signál

$$u(t) = \delta(t) \quad (7.42)$$

teda

$$u(s) = L[\delta(t)] = 1 \quad (7.43)$$

čiže

$$y_i(s) = F(s) = \frac{K}{Ts + 1} = \frac{\frac{K}{T}}{s + \frac{1}{T}} \quad (7.44)$$

$$y_i(t) = \frac{K}{T} \cdot e^{-\frac{1}{T}t} \quad (7.45)$$

Grafický priebeh impulznej charakteristiky je potom na obr. 7.14.

Prechodová charakteristika

Odozvu sústavy na vstupný signál jednotkového skoku nazývame prechodovou charakteristikou sústavy a označujeme ju $y_p(t)$.

Prechodovú charakteristiku môžeme určiť buď z danej diferenciálnej rovnice, tým, že ju riešime pre vstupnú funkciu, rovnú funkcii jednotkového skoku, alebo z obrazového prenosu určením originálu výstupnej veličiny.

Všimnime si teraz ustálených hodnôt prechodovej charakteristiky. Podľa vety o konečnej hodnote

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y_p(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s F(s) \quad (7.46)$$

Ak prvá z limít existuje, je potom ustálená hodnota prechodovej charakteristiky rovná

$$y_p(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} s F(s) = \begin{cases} \frac{b_0}{a_0} & \text{pre } a_0 \neq 0 \\ \infty & \text{pre } a_0 = 0 \end{cases}$$

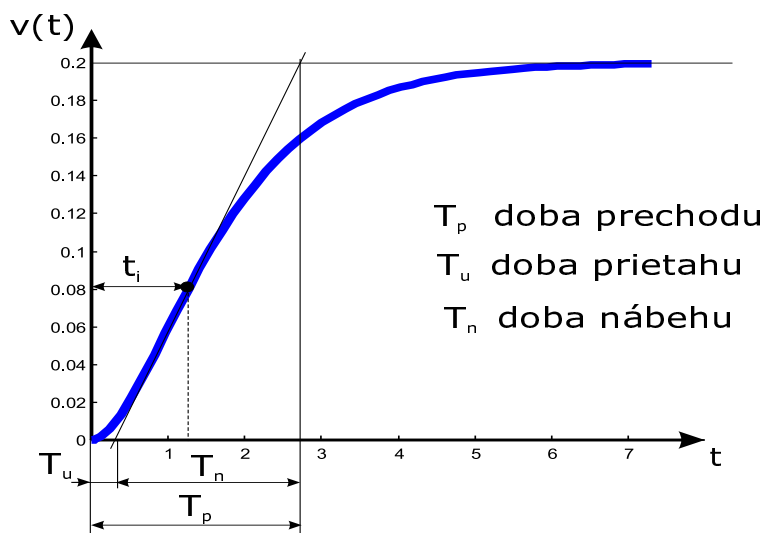
Teda ak je absolútny člen a_0 v menovateli obrazového prenosu

$$F(s) = \frac{y(s)}{x(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} \quad (7.47)$$

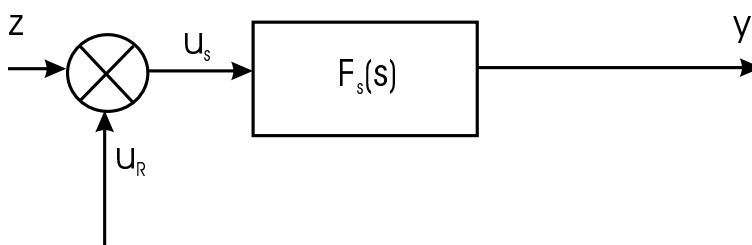
nenulový, je ustálená hodnota prechodovej charakteristiky konečná. Sústavám s touto vlastnosťou hovoríme **statické sústavy**. Hodnota $\frac{b_0}{a_0}$ sa nazýva zosilnenie sústavy.

Ak je absolútny člen a_0 nulový, prechodová charakteristika sa neustáli na konečnej hodnote. Takým sústavám hovoríme **astatické sústavy**.

Typická prechodová charakteristika statickej sústavy je na obr. 7.15.



Obr. 7.15: Prechodová charakteristika statickej sústavy



Obr. 7.16: Regulovaná sústava ako časť regulačného obvodu

Dotyčnica prechádzajúca inflexným bodom t_i vytína načasovej osi tri úseky, hodnoty ktorých sa v praxi často používajú k približnej charakteristike dynamických vlastností systému. Je to doba nábehu T_n , doba prietahu T_u , doba prechodu T_p , pričom platí

$$T_p = T_u + T_n \quad (7.48)$$

Obrazový prenos astatického systému môžeme vyjadriť v tvare:

$$F(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{s^i + a_n s^{n-i} + \dots + a_i}, b_0 \neq 0 \quad (7.49)$$

Astatický systém má vždy nulový pól koreň menovateľa obrazového prenosu. Násobnosť i nulového pólu astatického systému označujeme ako **stupeň astatizmu**.

7.2 Jednparametrové regulačné obvody a regulátory (ústredné členy)

7.2.1 Regulované sústavy a regulátory

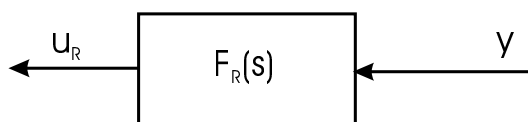
Regulovaná sústava je časť regulačného obvodu, do ktorého vstupuje akčná veličina regulátora u_R a porucha a vystupuje z nej regulovaná veličina y (obr. 7.16)

Lineárne regulované sústavy sú opísané lineárnymi diferenciálnymi rovnicami obecné n -tého rádu.

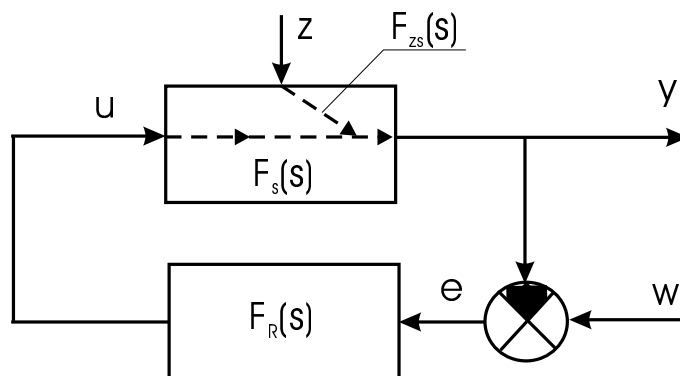
Regulátory sú zariadenia, ktoré uskutočňujú samočinnú reguláciu regulovaných sústav. S prudkým rozvojom regulačnej techniky došlo i k vytvoreniu mnohých regulátorov, ktoré môžeme rozdeľovať podľa mnohých hľadísk.

Tak podľa prívodu energie ich rozdeľujeme na regulátory **priame** (direktné) a **nepriame** (indirektné).

Priame regulátory majú dostatočný výkon na prestavenie akčného člena, a preto nepotrebujú prívod cudzej energie (zosilovač).



Obr. 7.17: Bloková schéma regulátora



Obr. 7.18: Uzavretý regulačný obvod vzhľadom na žiadanú hodnotu

Nepriame regulátory majú vždy zosilňovač, ktorý je opatrený takou spätnou väzbou, že sa získajú žiadané prenosové vlastnosti.

Podľa konštrukcie ich môžeme rozdeliť na **mechanické**, **elektrické**, **pneumatické** a **hydraulické**.

Podľa toho, akou funkciou času je výstupná veličina, ich delíme na **spojité** (analogové) a **nespojité** (diskrétné). Ďalej môžu byť regulátory lineárne a nelineárne.

Bloková schéma regulátora je na obr. 7.17. Vidíme, že výstupnou veličinou je akčná veličina regulátora u_R a vstupnou veličinou je regulovaná veličina y .

Lineárne analogové regulátory z hľadiska prenosových vlastností rozdeľujeme na tri základné druhy:

1. proporcionálny regulátor - P
2. integračný regulátor - I
3. derivačný regulátor - D

Paralelným zapojením základných regulátorov je možné vytvárať regulátory PI, PD, PID.

7.2.2 Regulačné obvody

Pripojením regulátora k regulovanej sústave tak, aby regulátor vytváral zápornú spätnú väzbu, vzniká uzavretý regulačný obvod (obr. 7.18). Z obrázku je jasné, že regulovaná veličina y je ovplyvňovaná súčtovým pôsobením jednak akčnej veličiny u a jednak pôsobením poruchy z , preto formálne môžeme schému na obr. 7.18 prekresliť

na tvar znázornený na obr. 7.19, kde značí:

$F_{zs}(s)$	–	prenos poruchy z cez sústavu
$F_s(s)$	–	prenos akčnej veličiny cez sústavu
$F_R(s)$	–	prenos regulátora

Podľa obr. 7.19 môžeme napísať:

$$y(s) = y_1(s) + y_2(s) \quad (7.50)$$

$$e(s) = w(s) - y(s) \quad (7.51)$$

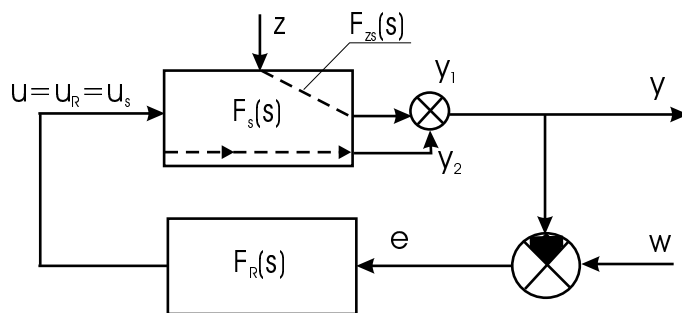
$$u(s) = F_R \cdot e(s) \quad (7.52)$$

a ďalej z definície obrazového prenosu vyplýva

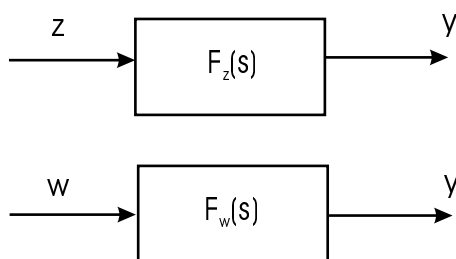
$$y_1(s) = z(s) \cdot F_{zs}(s) \quad (7.53)$$

$$y_2(s) = u(s) \cdot F_s(s) \quad (7.54)$$

Z uvedených vzťahov môžeme určiť funkčnú závislosť medzi regulovanou veličinou a poruchou alebo medzi regulovanou veličinou a riadiacou veličinou.



Obr. 7.19: Uzavretý regulačný obvod vzhľadom na poruchu



Obr. 7.20: Bloky uzavretých regulačných obvodov

Dosadením (7.53) (7.54) do (7.50) dostaneme

$$y(s) = z(s) \cdot F_{zs}(s) + u(s) \cdot F_s(s) \quad (7.55)$$

Dosadením (7.51) do (7.52) dostávame

$$u(s) = F_R(s)[W(s) - y(s)] \quad (7.56)$$

Ak do výrazu (7.55) dosadíme (7.56) je

$$y(s) = z(s) \cdot F_{zs}(s) + F_s(s) \cdot F_R(s)[W(s) - y(s)] \quad (7.57)$$

Zo vzťahu (7.57) môžeme určiť účinok poruchy na regulovanú veličinu. Vtedy $W(s) = 0$ a vzťah (7.57) prejde na tvar

$$y(s) = z(s) \cdot F_{zs}(s) - F_s(s) \cdot F_R(s) \cdot y(s) \quad (7.58)$$

z čoho

$$F_z(s) = \frac{y(s)}{z(s)} = \frac{F_{zs}(s)}{1 + F_s(s) \cdot F_R(s)} \quad (7.59)$$

Vzťah (7.59) nám udáva prenos poruchy cez uzavretý regulačný obvod. Obdobne určíme prenos riadiacej veličiny, ak vo vzťahu (7.57) položíme $z(s) = 0$, čím dostaneme

$$F_w(s) = \frac{y(s)}{w(s)} = \frac{F_R(s) \cdot F_s(s)}{1 + F_s(s) \cdot F_R(s)} \quad (7.60)$$

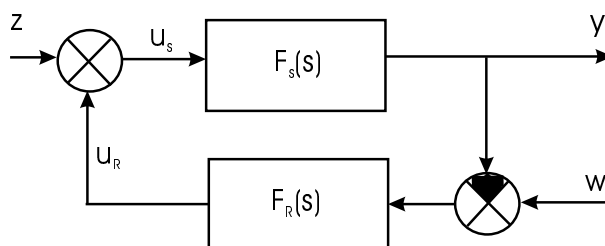
Z hľadiska prenosu sústavy (7.60), resp. prenosu riadiacej veličiny môžeme celý regulačný obvod znázorniť jedným blokom, ktorého prenos je $F_z(s)$, resp. $F_w(s)$ (obr. 7.20).

Ak porucha z pôsobí v mieste akčnej veličiny (obr. 7.21), potom sa ľahko môžeme presvedčiť, že platí:

$$F_s(s) = F_{zs}(s) \quad (7.61)$$

a prenos poruchy (tzv. hlavnej poruchy) bude

$$F_z(s) = \frac{F_s(s)}{1 + F_s(s) \cdot F_R(s)} = \frac{1}{\frac{1}{F_s(s)} + F_R(s)} \quad (7.62)$$



Obr. 7.21: Celkový uzavretý regulačný obvod

Uvedené vzťahy nám umožňujú určiť priebeh regulovanej veličiny $y(t)$ v závislosti na čase, ak poznáme dynamické vlastnosti jednotlivých blokov regulačného obvodu, jeho usporiadanie a časové funkcie vstupných veličín obvodu, t.j. poruchy alebo riadiacej veličiny.

Tak zo vzťahu (7.60) plynie:

$$y(t) = L^{-1}[F_w(s) \cdot w(s)] \quad (7.63)$$

a zo vzťahu (7.55) je

$$y(t) = L^{-1}[F_z(s) \cdot z(s)] \quad (7.64)$$

Pre ilustráciu uveďme príklad

Príklad

Na sústavu, ktorej prenosové vlastností sú dané prenosom

$$F_s(s) = \frac{1}{2s^2 + 3s + 1} \quad (7.65)$$

je pripojený regulátor o prenose

$$F_R(s) = s + 0.4s \quad (7.66)$$

Vypočítajte priebeh regulovanej veličiny $x(t)$, ak na vstupe sústavy pôsobí v čase $t = 0$ porucha $z(t)$ v tvare jednotkového skoku. Regulačný obvod bol pred pôsobením poruchy v rovnovážnom stave.

Riešenie

Prenos poruchy je

$$F_z(s) = \frac{y(s)}{z(s)} = \frac{1}{\frac{1}{F_s(s)} + F_R(s)} = \frac{1}{\frac{1}{2s^2 + 3s + 1} + s + 0.4s} \quad (7.67)$$

$$F_z(s) = \frac{0.5}{s^2 + 1.7s + 3} = \frac{0.5}{(s + 0.85)^2 + 1.5^2} \quad (7.68)$$

z čoho obraz regulovanej veličiny

$$y(s) = z(s) \cdot F_z(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{0.5}{(s + 0.85)^2 + 1.5^2} \quad (7.69)$$

a

$$y(t) = L^{-1} \frac{0.5}{s(s + 0.85)^2 + 1.5^2} \quad (7.70)$$

Použitím Laplaceovho slovníka dostaneme

$$y(t) = 0.166 - 0.192e^{-0.85t} \cdot \sin(1.5t + 60^\circ 35') \quad (7.71)$$

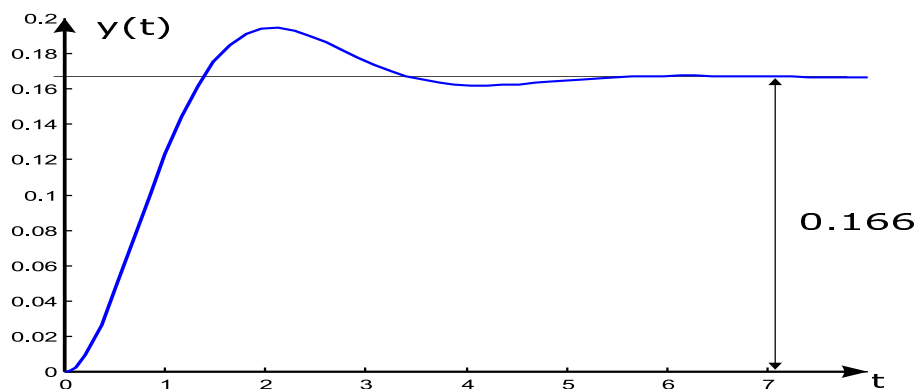
Vidíme, že je to kmitavý priebeh s ustálenou odchýlkou regulovanej veličiny od rovnovážného stavu (obr. 7.22)

$$y(\infty) = 0.166 \quad (7.72)$$

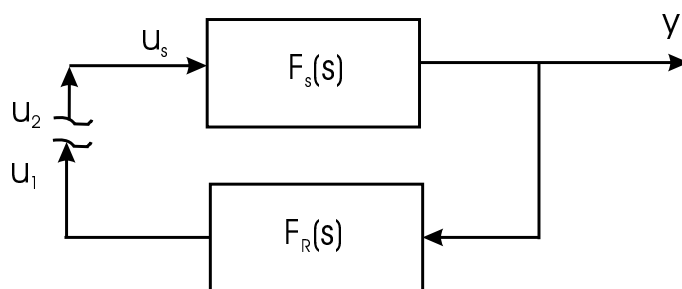
V riadiacej technike, hlavne pri otázkach stability a kvality regulačného obvodu sa často používa pojem otvoreného regulačného obvodu. Otvorený regulačný obvod vznikne z uzavretého, ak v niektorom mieste tento rozpojíme (obr. 7.23).

V tomto prípade, ako vidieť z obrázku sú sústava a regulátor zapojené do série a preto prenos otvoreného obvodu je

$$F_o(s) = \frac{u_1(s)}{u_2(s)} = F_R(s) \cdot F_s(s) \quad (7.73)$$



Obr. 7.22: Riešenie príkladu



Obr. 7.23: Otvorený regulačný obvod

7.2.3 Stabilita regulačného obvodu

Stabilita regulačného obvodu je nutnou, i keď nie postačujúcou podmienkou správnej funkcie regulačného obvodu.

Regulačný obvod je stabilný, ak po vybudení regulačného obvodu z rovnovážneho stavu a odstránení budiacej veličiny, ktorá túto zmenu rovnovážneho stavu zapríčinila, sa regulačný obvod po určitom čase opäť vráti do pôvodného stavu (alebo do jeho blízkeho okolia). V teórii riadenia rozoznávame stabilitu v malom (pri malých počiatočných odchýlkach) a stabilitu vo veľkom. Táto klasifikácia stability má význam pri nelineárnych obvodoch, u ktorých môže dôjsť k tomu, že nelineárny obvod, budený malými hodnotami budiacej veličiny je stabilný, kým pri budení veľkými budiacimi signálmi môže byť obvod nestabilný. V lineárnych obvodoch sú pojmy 'stabilita v malom' a 'stabilita vo veľkom' ekvivalentné, pretože charakter regulačného pochodu nezávisí od veľkosti budiacej veličiny (vzruchu).

Preto v lineárnych obvodoch používame len jediný pojem a to stabilita.

V podstate existujú tri druhy rovnovážnych stavov (obr. 7.24): stabilný, neutrálny a nestabilný.

Pri malom vychýlení guľičky A z rovnovážneho stavu a po doznení vzruchu, ktorý túto odchýlku spôsobil sa guľička zastaví v novej rovnovážnej polohe. Takúto rovnováhu nazývame **neutrálnou**.

Pri malých odchýlkach guľičky B a po doznení vzruchu, ktorý túto odchýlku spôsobil sa guľička opäť vráti do pôvodnej rovnovážnej polohy. Hovoríme, že guľička B je stabilná v malom.

Ak po vychýlení dôjde k veľkým odchýlkam, môže sa stať, že guľička B sa do svojej pôvodnej polohy nevráti a je nestabilná vo veľkom.

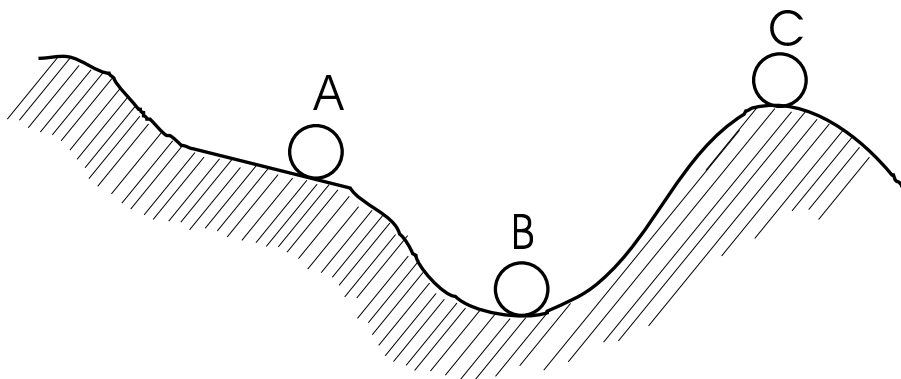
Podmienky stability

Regulačný pochod v lineárnych regulačných obvodoch je vyjadrený lineárnou diferenciálnou rovnicou obecné n-tého rádu s konštantnými koeficientami

$$a_n y^{(n)} + a_{n-1} y^{(n-1)} + \dots + a_1 y' + a_0 y = f(t) \quad (7.74)$$

kde

$a_0 \dots a_n$ sú konštanty tvorené parametrami sústavy a regulátora
 $f(t)$ je budiaca veličina (porucha alebo riadiaca veličina)
 $y(t)$ je regulovaná veličina



Obr. 7.24: Druhy rovnovážnych stavov

Napr. uvažujme statickú sústavu o prenose

$$F_s(s) = \frac{1}{b_2 s^2 + b_1 s + b_0} \quad (7.75)$$

pre ktorú je pripojený PD regulátor o prenose

$$F_R(s) = K_0 + T_d \cdot s \quad (7.76)$$

a stanovme diferenciálnu rovnicu tohto obvodu pre prípad pôsobenia poruchy na vstupe sústavy. Podľa (7.62) je prenos poruchy

$$F_z(s) = \frac{y(s)}{z(s)} = \frac{1}{\frac{1}{F_s(s)} + F_R(s)} = \frac{1}{b_2 s^2 + b_1 s + b_0 + K_0 + T_d s} \quad (7.77)$$

$$F_z(s) = \frac{1}{b_2 s^2 + (b_1 + T_d)s + (b_0 + K_0)} = \frac{1}{a_2 s^2 + a_1 s + a_0} \quad (7.78)$$

kde sme zaviedli označenie

$$b_2 = a_2$$

$$b_1 + T_d = a_1$$

$$b_0 + K_0 = a_0$$

teda

$$(a_2 s^2 + a_1 s + a_0)y(s) = z(s) \quad (7.79)$$

čo je operátorový Laplaceov tvar príslušnej diferenciálnej rovnice

$$(a_2 y'' + a_1 y' + a_0)y = z(t) \quad (7.80)$$

Vidíme, že je to rovnica analogická s našou rovnicou (7.74).

Riešením (7.74) pre dané počiatočné podmienky a danú funkciu $z(t)$ dostaneme priebeh regulovanej veličiny $y(t)$, ktorý je tvorený partikulárnym riešením nehomogénnej rovnice $y^*(t)$ a obecným riešením homogénnej rovnice $y_h(t)$, čiže

$$y(t) = y_h(t) + y^*(t) \quad (7.81)$$

Charakter prechodovej zložky $y_h(t)$ závisí od charakteru koreňov tzv. charakteristickej rovnice, čiže od parametrov regulačného obvodu $a_0 \cdots a_n$.

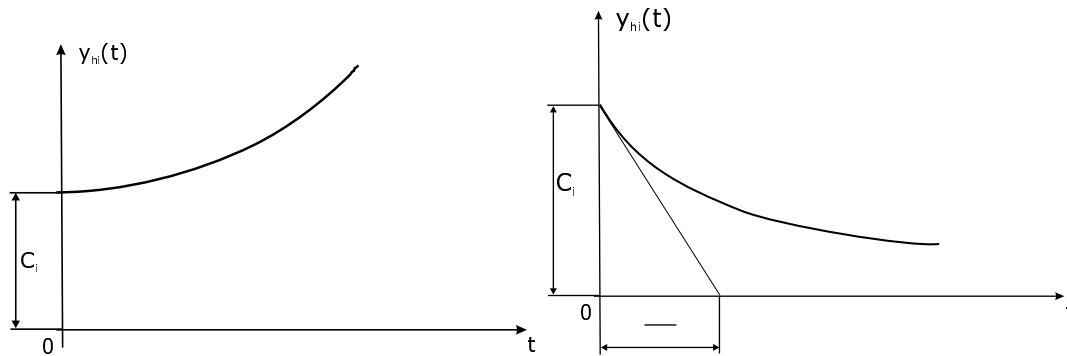
Ak prechodová zložka riešenia $y_h(t)$ je taká, že s rastúcim časom zaniká, potom je príslušný regulačný obvod stabilný. Teda matematická formulácia podmienky stability je, aby

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y_h(t) = 0 \quad (7.82)$$

Ak platí

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y_h(t) = \infty \quad (7.83)$$

je obvod nestabilný.



Obr. 7.25: Priebehy stabilných a nestabilných obvodov

Ako je známe z teórie riešenia diferenciálnych rovníc, je riešenie homogénnej rovnice (7.74)

$$y_h(t) = \sum_{i=1}^n C_i \cdot e^{s_i t} \quad (7.84)$$

kde

C_i sú konštanty určené počiatocnými podmienkami a budiacou funkciou $f(t)$,
 s_i sú korene charakteristickej rovnice:

$$a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0 = 0 \quad (7.85)$$

Každému reálnemu koreňu $s_i = \alpha_i$ odpovedá čiastkové riešenie výrazu (7.84)

$$y_{hi}(t) = C_i \cdot e^{\alpha_i t} \quad (7.86)$$

Každej dvojici komplexne združených koreňov

$$s_{1,2}(t) = \alpha \pm j\omega \quad (7.87)$$

odpovedá čiastkové riešenie

$$y_{hi}(t) = C \cdot e^{\alpha t} \sin(\omega t + \phi) \quad (7.88)$$

a každej dvojici imaginárnych koreňov (ak $\alpha = 0$) odpovedá čiastkové riešenie

$$y_{him}(t) = C \cdot \sin(\omega t + \phi) \quad (7.89)$$

Výraz (7.86) predstavuje exponenciálu, ktorá môže byť klesajúca, ak $\alpha_i < 0$ alebo stupajúca, ak $\alpha_i > 0$ - obr. 7.25. Ak sa má teda splniť podmienka (7.82), nesmie mať charakteristická rovnica ani jeden reálny koreň kladný, čiže **všetky reálne korene musia byť záporné**.

Výraz (7.88) predstavuje kmitavý harmonický pohyb, ktorý je obmedzený exponenciálou $Ce^{\alpha t}$. Ak $\alpha < 0$, potom kmity s rastúci časom budú klesať, vznikne kmitavý pochod tlmený, ak $\alpha > 0$, potom kmity s rastúcim časom budú narastať a vznikne pochod netlmený (obr. 7.26). Ak teda má byť opäť splnená podmienka (7.82), musia **všetky komplexne združené korene mať reálnu časť zápornú**.

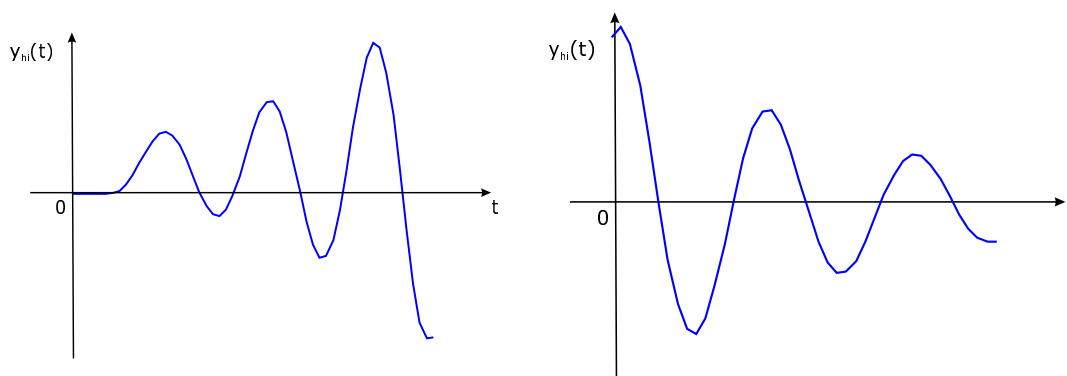
Vzťahu (7.89) odpovedá harmonický priebeh s konštantnou amplitúdou C (obr. 7.27). V tomto prípade je vidieť, že podmienka (7.74) nie je splnená, prechodný dej nenarastá, ani neklesá. Regulačný obvod je v tomto prípade neutrálny a nachádza sa na hranici stability.

Z uvedeného vyplýva, že ak má byť regulačný obvod stabilný, musí mať charakteristická rovnica, odpovedajúca diferenciálnej rovnici regulačného obvodu, korene **reálne záporne** alebo **komplexne združené s reálnou časťou záporne**.

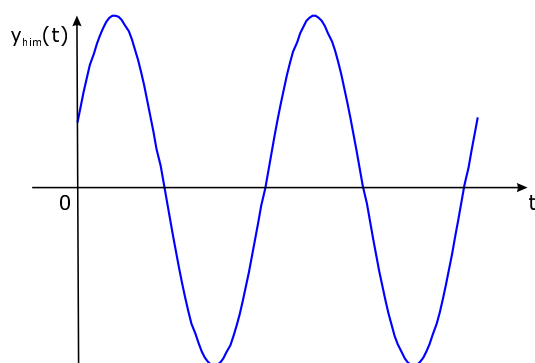
Ak by sme si tieto korene znázornili v komplexnej rovine 's', musia ležať všetky v jej ľavej polovine (obr. 7.28).

Sledovanie stability lineárnych obvodov, ako je vidieť, vedie k určeniu rozloženia koreňov charakteristickej rovnice v komplexnej rovine koreňov 's'.

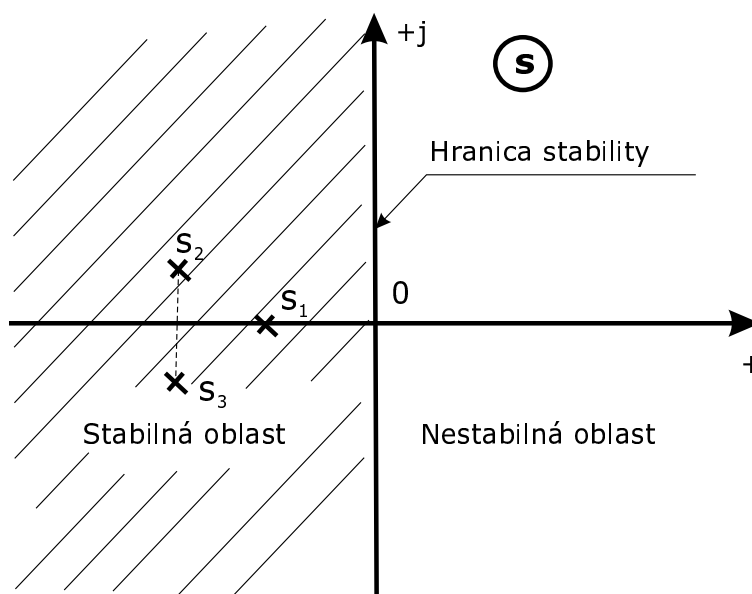
Pre algebraické rovnice stupňa $n \neq 4$ sú známe analytické výrazy k ich určeniu. Pre rovnice vyššieho rádu takéto výrazy neexistujú, a preto je vyšetrovanie stability rozloženia koreňov veľmi prácne, ba niekedy i prakticky nemožné. Ako vyplýva z predchádzajúceho, pri stanovení stability obvodu však nie je treba poznať korene v explicitnom tvare, ale stačí poznať len ich rozloženie v komplexnej rovine (či teda ležia vľavo alebo vpravo od imaginárnej osi). Pravidlá, ktoré nám umožňujú toto polozenie určiť sa nazývajú **kritéria stability**.



Obr. 7.26: Priebehy kmitavých stabilných a nestabilných obvodov



Obr. 7.27: Harmonický priebeh s konštantnou amplitúdou



Obr. 7.28: Stodolovo kritérium stability

Kapitola 8

Informačné systémy

8.1 Úvod

Drvivá väčšina organizácií dnes využíva nejaký informačný systém (IS). U takýchto systémov je dôležité spoľahlivé a bezpečné fungovanie počas celej existencie. Každý IS je citlivý na [2]:

- zraniteľnosť dát
- zraniteľnosť software
- zraniteľnosť fyzického systému
- zraniteľnosť dát pri prenose

8.2 Počítačová bezpečnosť

Bezpečnosť IS môžeme modelovať ako celok pozostávajúci z 3 častí [3]:

ciele (objectives) , pre ktoré bol IS navrhnutý a ktoré má splňať

hrozby (threads) , ktoré môžu ohroziť fungovanie IS

bezpečnostné služby (security services) , ktoré sú v systéme za účelom minimalizácie dôsledkov jednotlivých útokov

8.2.1 Ciele

Vo všeobecnosti existujú 4 primárne požiadavky kladené na každý informačný systém (okrem tých, pre ktoré bol primárne navrhovaný):

Diskrétnosť (confidentiality) - dáta a systém nie sú odhalené neautorizovaným individúám, procesom alebo systémom.

Integrita (integrity) - dáta sú udržiavané v zmysle ich významu, kompletne, konzistentné, vhodné pre dané použitie a v korelácii k jeho reprezentácii. Tiež zabezpečenie, že systém je schopný vykonávať požadované funkcie a jeho ochrana proti úmyselnej a neúmyselnej modifikácii.

Dostupnosť (availability) - dáta sú dostupné a použiteľné pre autorizované individúa a procesy.

Rekonštruovateľnosť (accountability) - transakcie sú zaznamenávané, takže udalosti môžu byť spätne rekonštruované a postúpené spätne užívateľom alebo procesom. Zaznamenáva sa nielen to, čo bolo spravené, ale aj kým to bolo spravené. V automatizovaných systémoch túto úlohu zastupuje logovací systém.

8.2.2 Hrozby

Odmietnutie služby (denial of service) - je dôsledkom akcie alebo série akcií, ktorými sa dosiahne to, že systém alebo niektorá jeho služba nie je dostupná autorizovaným užívateľom. K odmietnutiu služby môže dôjsť po úmyselnej alebo neúmyselnej činnosti a tiež po prírodnej katastrofe.

Prezradenie (disclosure) - ide o zber citlivých informácií prostredníctvom neautorizovaných kanálov (užívateľia, procesy alebo systémy). Tento typ hrozieb pozostáva z cielených a náhodných udalostí. Prezradenie postihuje diskretnosť systému a následne bezpečnosť - základná podmienka kladená mnohými organizáciami.

Manipulácia (manipulation) - znamená modifikovanie informácie počas jej spracovania, uchovávaní alebo prenosu. Zahŕňa odstránenie alebo nahradenie informácie alebo požadovaných dát. Manipulácia pozostáva z cielených, náhodných a prírodných udalostí a ohrozuje integritu systému.

Maškarádovanie (masquerading) - snaha neautorizovaného užívateľa alebo procesu získať prístup do systému predstieraním, že je autorizovaná entita. Ak je úspešný, získava prístup k informáciám a procesom, ktoré by boli inak nedosiahnuteľné. Treba rátať s cieľovou aj náhodnou formou.

Opakovanie (replay) - opätovné vysielanie správnych správ v nedovolenom (nesprávnom) čase. V závislosti na opakovaných správach alebo akciách môže mať rôzne dopady na integritu systému. Opakovanie môže byť cieľové alebo náhodné.

Odmietnutie (repudiation) - odmietnutie už vykonanej akcie (či už na vysielacej alebo na prijímacej strane). Táto hrozba ovplyvňuje integritu systému a vzťahuje sa na všetky druhy elektronických transakcií. Odmietnutie môže byť úmyselné alebo náhodné.

8.2.3 Bezpečnostné služby

Autentifikácia (authentication) - jej význam je v overení identity užívateľov alebo iných entít (napr. procesy, externé systémy) v snahe povoliť prístup k požadovanému zdroju. Autentifikácia postihuje maškarádovanie. Typicky užívateľ najprv špecifikuje svoju identitu a potom ju potvrdzuje ďalšou informáciou známou iba tomuto užívateľovi. Autentifikácia môže byť aplikovaná s rôznou silou. Využívajú ju ďalšie bezpečnostné služby ako sú riadenie prístupu a audit.

Integrita (integrity) - je podstatná v každom informačnom systéme. Je to bezpečnostná služba používaná na podporu presnosti informácií minimalizujúca manipulačnú hrozbu. Integrita informácie hrá významnú úlohu v distribuovaných systémoch. Službou na zabezpečenie integrity sú napríklad korekcie chýb vyskytujúce sa už na nízkych úrovniach protokolov (ECC)¹. Samozrejme existuje aj na vyšších úrovniach.

Diskretnosť (confidentiality) - bezpečnostná služba na podporu diskretnosti postihujúca prezradenie.

Neodmietnutie (non-repudiation) - ide o garanciu, že vysielacia strana nemôže neskôr poprieť, že informáciu odoslala a tiež prijímajúca strana nemôže poprieť, že informáciu prijala. Zabezpečuje sa digitálnymi podpismi.

Riadenie prístupu (access control) - riadenie prístupu obmedzuje zdroje systému iba pre tých užívateľov, programy, procesy a systémy, ktoré sa správne autorizovali. Riadenie prístupu stavia na autorizácii a pomáha v zabezpečení diskretnosti, integrity, dostupnosti a rekonštruovateľnosti. Po autentifikácii entity, ďalšie obmedzenie v prístupe minimalizuje možnosť odhalenia, zmeny alebo odmietnutie služby. Riadenie prístupu sa týka viac procesov riadiacich tok dát a nie samotného toku dát alebo externých správ medzi subsystémami. Z toho dôvodu sa ním treba zaoberať v rámci bezpečnosti subsystému a nie v rámci bezpečnosti toku dát.

Audit (auditing) - rekonštruovateľnosť môže byť dosiahnutá prostredníctvom auditu a politik. Audit sa používa na sledovanie aktivít užívateľov systému. Ako aktivita môže byť chápané prihlásenie užívateľa, prístup k zdrojom, konfigurácia častí systému. V záujme dosiahnutia rekonštruovateľnosti, musí byť audit chránený pred neautorizovanou modifikáciou. Vo všeobecnosti iba systémové aplikácie majú povolené meniť auditné záznamy a iba autorizovaní audítori (a záložné procesy) majú možnosť ich čítať. Podobne ako riadenie prístupu aj audit sa vzťahuje viac k procesom riadiacim tok dát ako k samotnému toku dát.

¹ECC (Error Cyclic Correction) - spôsob opravy chýb vzniknutých pri prenose informačným kanálom

Dostupnosť (availability) - Služba dostupnosti chráni proti útokom typu odmietnutie služby. Na zabezpečenie dostupnosti musí byť k dispozícii systémová, dátová a komunikačná záloha.

Správa systémovej bezpečnosti (system security management) - znamená poskytovanie riadenia bezpečnosti počas celého životného cyklu systému. Táto bezpečnostná služba je typicky implementovaná kombináciou fyzického, manuálneho a automatizovaného riadenia. To zahŕňa definíciu, implementáciu a presadenie nasledujúcich častí:

- bezpečnostné politiky a procedúry
- funkcie a zodpovednosti
- systémová konfigurácia
- operačná bezpečnosť
- personálna bezpečnosť
- fyzická bezpečnosť

8.3 Šifrovanie

Zmyslom šifrovania je utajovanie informácie tak, že je čitateľná (pochopteľná) pre odosielateľa aj príjemcu avšak nie je čitateľná pre nikoho iného a to aj napriek tomu, že je schopný túto informáciu zachytiť. Z toho vyplýva, že pred vysielaním sa informácia musí vhodne upraviť (**šifrovanie**) a až takto upravená sa prenáša informačným kanálom. Príjemca musí byť schopný túto upravenú informáciu vrátiť späť do pôvodnej formy (**dešifrovanie**). Problematika okolo šifrovania je teda založená na tom, ako si komunikujúce strany môžu bez obáv vymieňať informáciu tak, aby tretia strana nemala znalosť o obsahu ich korešpondencie.²

Šifrovanie nadobúda význam ak chceme úmyselne pred niekým utajovať informáciu. A to bez ohľadu na to, či sa jedná o známou alebo neznámou osobu, ktorá k týmto informáciám nemá mať prístup. Je schopné eliminovať hrozby spojené so **zraniteľnosťou dát** a so **zraniteľnosťou dát pri prenose** (hlavne prezradenie a odmietnutie).

V súčasnosti sa výmena informácie deje prostredníctvom počítačov a informačným kanálom sú počítačové siete. To v najhoršom prípade znamená, že než sa informácia dostane od odosielateľa až k príjemcovi prejde niekoľkými počítačmi (rádovo desiatky) a nikdy nie je isté, že zakaždým prejde cez tú istú množinu počítačov. Preto každý takýto počítač predstavuje hrozbu z hľadiska odchyťovania informácie. Spomenuté správanie je typické pre najväčšiu a najpoužívanejšiu sieť - internet.

Procesy šifrovania a dešifrovania v počítačoch zabezpečuje software fungujúci na základe tzv. **šifrovacích algoritmov**. Je to predpis hovoriaci o tom, ako previesť pôvodnú informáciu na zašifrovanú a naopak. Existuje niekoľko druhov šifrovacích algoritmov. Ich použitie je podmienené otázkami bezpečnosti, rýchlosti šifrovania, hardwareovej implementovateľnosti, a pod. Základným predpokladom použitia šifrovacieho algoritmu je, že procesy šifrovania a dešifrovania nie sú výpočtovo náročné pre obe komunikujúce strany, avšak pre neoprávnené osoby je výpočtovo veľmi náročné prepracovať sa na základe zašifrovaného obsahu k pôvodnej informácii. Spôsoby fungovania algoritmov sú verejne známe. Ich sila teda spočíva na matematických základoch a nie na utajení ich fungovania. Bezpečnosť šifrovacích techník súčasnosti je založená na výpočtových problémoch spojených s prelomením šifry. Väčšinou ide o 100-ky rokov strojového času, počas ktorých by sa určitý počítač snažil dopracovať k pôvodnej informácii.

Keďže prijímajúca strana prijíma tú istú informáciu ako strana nepovolaná (odpočúvajúca), musí existovať určitý element, ktorého vlastníctvom prijímajúcej strane zabezpečí prakticky okamžité dešifrovanie správy a nepovolanej strane (ktorá ho nevlastní) znemožní dešifrovanie správy. Tento element sa nazýva **šifrovací kľúč**. V praxi je to reťazec jednoznačne identifikujúci vysielacu a/alebo prijímajúcu stranu. Existujú 2 typy šifrovacích techník založené na použití šifrovacích kľúčov:

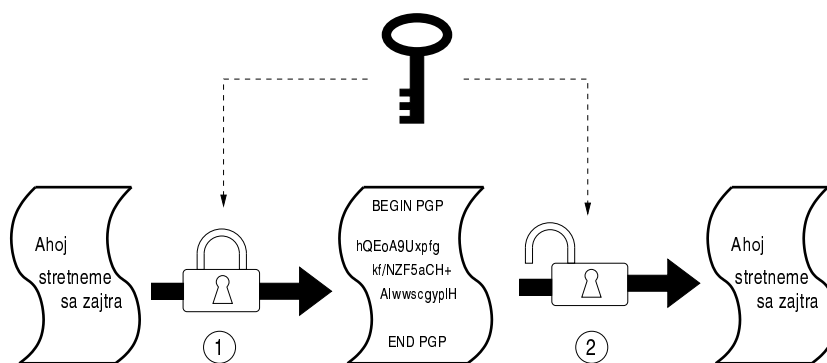
symetrické šifrovanie je založené na použití šifrovacieho kľúča, ktorý je **rovnaký** pre obidve komunikujúce strany.

asymetrické šifrovanie je založené na použití šifrovacích kľúčov. Prijímacia aj vysielacia strana majú **rôzne** šifrovacie kľúče.

²Existuje špeciálny prípad, kedy vysielacia aj prijímacia strana sú tie isté osoby. V takomto prípade sa často nejedná o dopravu (vysielanie/príjem) informácie, ale o jej prechovávanie (úschova, archivácia,...)

8.3.1 Symetrické šifrovanie

Funguje tak, že odosielateľ pomocou svojho šifrovacieho kľúča zašifruje požadovanú informáciu a odošle ju príjemcovi (viď obr. 8.1). Príjemca vlastní presne ten istý šifrovací kľúč ako odosielateľ. Použije ho pri dešifrovaní správy. Nepovolaná osoba šifrovací kľúč nevlastní a aj keď pozná algoritmus akým sa šifruje, nie je schopná zašifrovanú správu rozlúštiť. Výhodou symetrických šifrovacích techník je, že sú rýchlejšie ako asymetrické šifrovacie techniky, a nevýhodou zasa to, že obidve strany musia poznať ten istý šifrovací kľúč. To znamená, že si najprv musia kľúč vymeniť tak, aby sa k nemu nepovolaná strana nedostala (osobné stretnutie, výmena cez zabezpečený informačný kanál, a pod). Obidve komunikujúce strany musia šifrovací kľúč uchovávať v bezpečí a jeho prezradenie dáva nežiadúcej osobe možnosť dešifrovať správy bez vážnych problémov.



Obr. 8.1: Symetrické šifrovanie: 1 - šifrovanie, 2 - dešifrovanie

8.3.2 Asymetrické šifrovanie

Je známe od 70-tych rokov a spôsobilo prelom v počítačovej komunikácii. Komunikujúce strany totiž nepoužívajú ten istý šifrovací kľúč. Odosielateľ šifruje správu pomocou tzv. **verejného šifrovacieho kľúča** a príjemca ju dešifruje pomocou **privátneho šifrovacieho kľúča**, ktorý sa od verejného šifrovacieho kľúča líši (obr. 8.2). Verejný šifrovací kľúč je známy každému, kto má záujem a je väčšinou k dispozícii na nejakom serveri. Užívateľ sa nemusí báť o jeho prezradenie. Naproti tomu privátny šifrovací kľúč je známy **len** prijímajúcej strane a musí byť držaný v prísnej tajnosti.

Preto **ktokoľvek** kto chce poslať šifrovanú správu, prevedie najprv šifrovanie pomocou verejného šifrovacieho kľúča **príjemcu** a správu odošle. Príjemca prijatú správu dešifruje pomocou svojho privátneho šifrovacieho kľúča. Je potrebné uviesť, že konkrétny verejný a konkrétny privátny šifrovací kľúč medzi sebou úzko súvisia, teda správu šifrovanú pomocou určitého verejného kľúča je možné dešifrovať len pomocou príslušného privátneho kľúča.

Z uvedeného vyplýva, že ak má byť komunikácia obojsmerná, je potrebné, aby každá komunikujúca strana mala svoj vlastný verejný a príslušný privátny šifrovací kľúč.

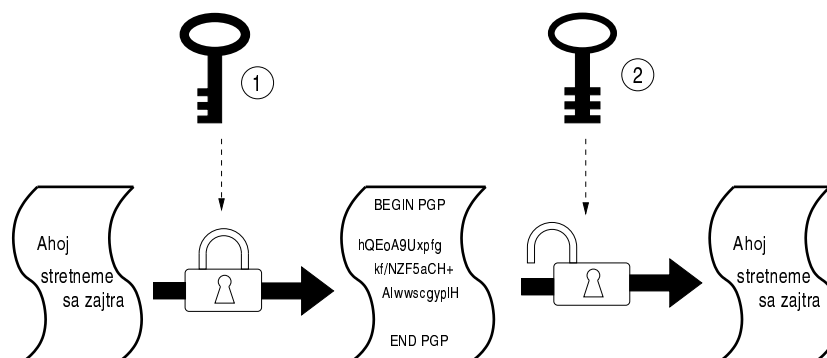
Tento šifrovací princíp sa neobmedzuje len na 2 komunikujúce strany ale je možné komunikovať s ľubovoľným počtom osôb bez toho, aby bola potrebná utajená výmena kľúčov ako tomu bolo u symetrického šifrovania.

8.3.3 Hašovanie a digitálny podpis

Pri hašovaní ide o vygenerovanie reťazca pevnej dĺžky pre dáta neobmedzenej dĺžky. Využíva sa pri tom tzv. **hašovacia funkcia**, ktorej sa tiež zvykne hovoriť **jednosmerná funkcia**. Hašovacia funkcia sa aplikuje na vstupné dáta a ako výsledok nám poskytne tzv. **hašovaciu hodnotu**. Napríklad pri použití hašovacieho algoritmu md5 je hašovacia hodnota dlhá 128 bitov bez ohľadu na veľkosť vstupnej informácie. Dôležité je tiež to, že hašovacia hodnota je pre každé iné vstupné dáta iná.

Príklad použitia hašovania: Porovnanie dvoch 10 GB databáz umiestnených na rôznych častiach internetu. Aby nebolo nutné prenášať celých 10 GB po sieti a porovnávať to byte po byte, urobí sa hašovacia hodnota jednej a hašovacia hodnota druhej databázy. Tieto hašovacie hodnoty (dlhé 128 bitov) sa porovnávajú. Ak sú rovnaké, potom aj databázy sú rovnaké. Ak nie, databázy sú rôzne.

Dôvodom použitia hašovacích funkcií je ich rýchlosť. Hašovanie je rýchlejšie ako šifrovanie preto tam, kde nie je nutné, aby správa bola utajovaná ale je treba len to, aby sa overilo, či nebola pri prenose modifikovaná,



Obr. 8.2: Asymetrické šifrovanie: 1 - verejný šifrovací kľúč, 2 - privátny šifrovací kľúč

vytvorí sa hašovacia hodnota správy, táto hodnota sa zašifruje a posiela sa spolu s nešifrovanou správou. Prijímacia strana dešifruje hašovaciu hodnotu, vytvorí druhú hašovaciu hodnotu z prijatej správy a porovná ju s tou dešifrovanou. Ak sú totožné správa došla v poriadku.

Digitálne podpisovanie dokumentov funguje tak, že sa vytvorí hašovacia hodnota dokumentu, ktorý sa podpisuje. Hašovacia hodnota prejde algoritmom pre digitálny podpis (napr. DSA³), ktorej výstupom je digitálny podpis. Vlastnosťou digitálneho podpisu je, že dva rôzne podpísané dokumenty majú rôzne podpisy. Digitálny podpis sa generuje s použitím **privátneho** kľúča, a teda môže byť vygenerovaný len osobou, ktorá tento kľúč vlastní. Samozrejme že z digitálnej signatúry nie je možné určiť privátny kľúč. Z uvedených vlastností vyplýva, že ak určitá osoba podpíše daný dokument, nemôže neskôr tvrdiť, že daný dokument nepodpísala. Tým sa rieši problém odmietnutia. Na overenie digitálneho podpisu sa používa verejný kľúč osoby, ktorá podpísala dokument (takže overenie podpisu môže urobiť ktokoľvek).

8.3.4 Digitálne certifikáty

Doteraz spomenuté spôsoby využitia šifrovania umožňovali poslať šifrovanú informáciu ľubovoľnou osobou osobe, ktorá zverejnila svoj verejný šifrovací kľúč. Osoba prijímajúca správu však nemá žiadnu istotu, že ten kto informáciu vyslal, je skutočne tým, za koho sa vydáva. Preto vznikli tzv. **digitálne certifikáty**. Digitálny certifikát sú dáta obsahujúce:

- verejný kľúč
- informáciu o vlastníkovi kľúča (meno, ID, fotka a pod.)
- jeden alebo viac digitálnych podpisov dôveryhodnej organizácie vydávajúcej certifikát

Interpretácia digitálneho certifikátu je nasledovná: digitálne podpisy sú zárukou toho, že daný verejný kľúč súvisí s informáciou o vlastníkovi. Sú vydávané nejakou verejne známou dôveryhodnou organizáciou, ktorá tieto certifikáty podpisuje.

V súvislosti s digitálnymi certifikátmi je dôležitá aj doba platnosti, tj. dátum, po ktorom už certifikát neplatí. Dôvodom obmedzenej platnosti je bezpečnosť. Ak sa nejaká tretia strana pokúsi prelomiť certifikát, je možné, že bude úspešná až v dobe, keď už certifikát nebude platný. Vtedy bude platiť nový certifikát líšiaci sa od starého.

Takisto organizácia, ktorá vydáva certifikát musí mať aj možnosť zrušiť platnosť certifikátu (certificate revocation). Robí sa to vyhlásením o neplatnosti certifikátu a podpísaním tohto vyhlásenia tým istým kľúčom akým bol podpísaný certifikát.

8.4 Praktické aspekty šifrovania

Najčastejšie používaným software pre šifrovanie je PGP (Pretty Good Privacy, <http://www.pgpi.com>) a GNUPG (GNU Privacy Guard, <http://www.gnupg.org>). Nasledujúce príklady sú robené pomocou `pgp` na operačnom systéme Linux pod užívateľom `novak`. Ich cieľom je ilustrovať, nie naučiť čitateľa ako narábať so šifrovacím software pod konkrétnym operačným systémom.

Verejná kľúčenka (public keyring) je súbor obsahujúci verejné kľúče⁴ samotného užívateľa (Ján NO-

³DSA (Digital Signature Algorithm) - algoritmus pre digitálny podpis

⁴Vygenerovanie privátneho a verejného kľúča: `pgp -kg`

VÁK) a ostatných osôb (Jozko CIFRANIC) a organizácií (Slovenská Sporiteľňa a. s.), s ktorými komunikuje. Na disku užívateľa je uložený v šifrovanej forme.

```
$ pgp -kv pubring.pgp
```

```
Key ring: 'pubring.pgp'
Type Bits/KeyID      Date          User ID
pub   768/3511A2B9 2001/04/21 Jan NOVAK <novak@tuke.sk>
pub   1024/9C7D879D 2001/04/21 Jozko CIFRANIC <cifranic@kkui.sk>
pub   512/CA2FD04D 2001/04/21 Jan NOVAK <novak@kkui.sk>
pub   1024/9B91E780 1998/07/01 SLSP, a.s. <info@slsp.sk>
4 matching keys found.
```

Za povšimnutie stojí položka Bits. Je to položka hovoriaca o bitovej dĺžke kľúča. Či viac bitov má daný kľúč, tým je šifrovanie silnejšie avšak dlhšie trvá.

Privátna kľúčenka (private keyring) je súbor obsahujúci privátne kľúče. Množstvo kľúčov v privátnej kľúčenke je menšie (nanajvýš rovné) množstvu kľúčov vo verejnej kľúčenke. Je to pochopiteľné - napr. Slovenská Sporiteľňa si svoj privátny kľúč chráni, preto ho Ján NOVÁK v kľúčenke nemá. Aj privátna kľúčenka obsahuje kľúče uložené v zašifrovanej forme. Ako vidno jeden a ten istý užívateľ môže mať naraz viacero kľúčov.

```
$ pgp -kv secring.pgp
```

```
Key ring: 'secring.pgp'
Type Bits/KeyID      Date          User ID
sec   768/3511A2B9 2001/04/21 Jan NOVAK <novak@tuke.sk>
sec   512/CA2FD04D 2001/04/21 Jan NOVAK <novak@kkui.sk>
2 matching keys found.
```

Následuje príklad **verejného kľúča (public key)** užívateľa Jána NOVÁKA dĺžky 512 bitov s identifikačným číslom CA2FD04D vygenerovaným 21.4.2001. Ide o tzv. export kľúča z verejnej kľúčenky do súboru key.asc v ASCII tvare. Kľúč v takomto formáte môže byť posielaný emailom, umiestnený na kľúčový server alebo inak distribuovaný.

```
$ pgp -kxa "novak@kkui.sk" key pubring.pgp
```

```
Type Bits/KeyID      Date          User ID
pub   512/CA2FD04D 2001/04/21 Jan NOVAK <novak@kkui.sk>
```

```
-----BEGIN PGP PUBLIC KEY BLOCK-----
```

```
Version: 2.6.3ia
```

```
mQBNAAzrhSu4AAAECAu9YG1gKd0eMMGxCFIflkAAAFCE7G/XjZmB2/n80Vt6YkXP
0zNDm/2d0U6dU7pJ8N3lXb7k6u9CuEZMDcov0E0ABRG0GUphbiB0T1ZBSyA8bm92
YWtAa2t1aS5zaz6JAFUDBRA64bLuuEZMDcov0E0BAUGgAf9Vyv+icSaYvkZj9a8M
G+FBW0YODjvGBV4t8EkXfJEQsT3YUGZk7ak9m1mkkxtMMrqdy9gtK081kKD1Yuu
ng3R
=VTWU
```

```
-----END PGP PUBLIC KEY BLOCK-----
```

Privátny šifrovací kľúč (private key) je kľúč súvisiaci s verejným kľúčom zobrazeným vyššie (viď KeyID). Tento kľúč by mal poznať len Ján NOVÁK. Ak tieto riadky číta niekto iný, ako on, je to možné považovať za bezpečnostnú chybu. Ale keďže tento pár kľúčov bol vygenerovaný pre vzdelávacie účely a nikdy nebol použitý, nebezpečenstvo zneužitia nehrozí. Upozorňujem čitateľa, že aj keď je možné privátny kľúč vyexportovať, **nikdy** ho neslobodno exportovať pre cudziu osobu.

```
Type Bits/KeyID      Date          User ID
sec   512/CA2FD04D 2001/04/21 Jan NOVAK <novak@kkui.sk>
```

```
-----BEGIN PGP SECRET KEY BLOCK-----
```

```
Version: 2.6.3ia
```

```

lQEAAzrhSu4AAAECAu9YG1gKd0eMMGxCFIflkAAFCe7G/XjZmB2/n80Vt6YkXP
0zNDm/2d0U6dU7pJ8N3lXb7k6u9CuEZMDcov0EOABREBVx+fi9+lP1IB//xXvQB3
AXgz0v1cGwQuhEBwEOZEjcTfLMVVy4xUhXQqG2aWBvPsMTowZCwZ9MgmSDEzv69n
x+MGrpVlZ1dHS00BAGQT+Ag8hn8YQvp4wjw0oT5oZJkPQgs/9jqxHrdT0cd7AQcd
m+XnEhBT1V9MGJxeP6dt0Aqf1j8B40mBjJ9GsfxEDQEAlhcklDNRvRy/QBQo6JHc
meuWMWkn8rbJKXdU1YpauGpbQ7QZSmFuIE5PVkFLIDxub3Zha0Bra3VpLnNrPg==
=oVCK
-----END PGP SECRET KEY BLOCK-----

```

Otlačok prsta (fingerprint) verejného kľúča užívateľa Jána NOVÁKA je hašovacia hodnota kľúča. Slúži na overenie pravosti kľúča. Ak chce mať užívateľ, ktorý si zaradil verejný kľúč Jána NOVÁKA do svojej verejnej kľúčenky väčšiu istotu, že je to kľúč skutočne od Jána NOVÁKA, tak ho môže nakontaktovať napr. telefonicky. Overenie sa deje vymenovaním 16 hexadecimalných čísel do telefónu.

```
$ pgp -kvc "novak@kkui.sk" pubring.pgp
```

```

Type Bits/KeyID      Date      User ID
pub   512/CA2FD04D 2001/04/21 Jan NOVAK <novak@kkui.sk>
Key fingerprint = 52 A2 A0 F0 2E 01 61 B4 92 1A 69 75 ED 54 78 9D

```

Nasleduje samotné využitie kľúčov. Podotýkam, že ASCII tvar kľúčov a dokumentov v tejto knihe nie je podmienkou. Tak kľúče, ako aj šifrované dokumenty je možné uchovávať aj v binárnej forme. ASCII tvar sa používa hlavne pri emailovej komunikácii.

Budeme pracovať so súborom `tajomstvo.txt`, ktorého obsah je nasledovný:

```
$ more tajomstvo.txt
```

Obsah tohto dokumentu je prísne tajný!

Zašifrovanie súboru `tajomstvo.txt` sa použije vtedy, ak chceme tento súbor urobiť čitateľným len pre príjemcu (CIFRANIČ) a pre nikoho iného. Overenie identity odosielateľa sa nedeje. Výsledkom šifrovaní je súbor `tajomstvo.txt.asc`, na ktorého vygenerovanie sa použil verejný kľúč príjemcu. Tento súbor je schopný dešifrovať už len J. CIFRANIČ (pretože on vlastní privátny kľúč).

```
$ pgp -ea tajomstvo.txt cifranic@kkui.sk
```

```

-----BEGIN PGP MESSAGE-----
Version: 2.6.3ia

```

```

hGwD2oguzTURorkBAv4qtM8Bp51PQ11oMy50VGVBGs5FuvlCcmIJIF7eMokWcpNz
E7Sc7zEwgkLQtIVv70S5MFHGK2gnmQq0zEkrEkoCJeo71boe6+fL4BZxdoRoVyUB
bdcz9TiB/tLlPnn5hkWmAAAAry8Z374w4/0vS1nUFgXTzCs4qoWm9vA1VceMdCTF
w7ERgZ2w996M4p/M1HoHJGGIEdjWjfP5Y10V+7VJMQVF7aK0kzZgrQ5z
=+7ge
-----END PGP MESSAGE-----

```

Podpísanie dokumentu sa používa, ak chceme overiť pravosť osoby, ktorá podpísaný dokument odosiela (Ján NOVÁK). Nedochádza tu však k ukrytiu obsahu dokumentu. V tomto prípade podpísaním súboru `tajomstvo.txt` vzniká súbor `tajomstvo.txt.asc`, ktorý je však čitateľný kýmkoľvek, kto vlastní verejný kľúč Jána NOVÁKA.

```
$ pgp -sa tajomstvo.txt -u novak@tuke.sk
```

```

-----BEGIN PGP MESSAGE-----
Version: 2.6.3ia

```

```

owHrZAhlZmWwzsr9MWvy75JI0wFORkYPLyaGBav3ynm+kJPLCrd2t75v6V55eI+c
5iXHM8U8s5JdS9zrb69cYRE84Z1ECMdDZ641El3zS0Pr30QWh96u7w8rLcvIW20V
xFuSmJWfW1xSlq9XU1HCAAT+ScWJGQol+Rkl+Qop+dmlua15JaUKWakKBWZxXmp
CkANeZV6XAA=
=18Io
-----END PGP MESSAGE-----

```

Predchádzajúci príklad ilustruje možnosť, kedy podpisovaný dokument a digitálny podpis nie sú oddelené ale je to jediný súbor (`tajomstvo.txt.asc`). Digitálny podpis je však možné urobiť aj tak, že sa vytvorí hašovacia hodnota podpisovaného súboru a len táto sa zašifruje privátnym kľúčom odosielateľa:

```
$ pgp -sba tajomstvo.txt -u novak@tuke.sk

-----BEGIN PGP MESSAGE-----
Version: 2.6.3ia

iQBVAwUA04J6NJqT+3RZPhAJAQH1TAH/avgYN04em6eevIkgrMeqXP9o7cAGKAdW
ld8H6u7ZzMSjKzHLAeiF04Uu0My6d2fc0sjmpqSaeNXVD//rkoCiFg==
=X9T2
-----END PGP MESSAGE-----
```

V tomto prípade odosielateľ musí poslať súbor `tajomstvo.txt` aj jeho digitálny podpis `tajomstvo.txt.asc`. Veľkosť súboru `tajomstvo.txt.asc` je v tomto prípade rovnaká či podpisujeme krátku textovú správu alebo veľký multimediálny súbor.

Digitálny podpis a zašifrovanie dokumentu sa použije v prípade, keď potrebujeme jednak overiť identitu osoby, ktorá dokument odosiela a súčasne zabezpečiť čitateľnosť len osobe, ktorá dokument prijíma. Podpisom a šifrovaním dokumentu `tajomstvo.txt` vzniká súbor `tajomstvo.txt.asc`. V tomto procese sa využíva privátny kľúč odosielateľa (NOVÁK) a verejný kľúč príjemcu (CIFRANIČ).

```
$ pgp -eas tajomstvo.txt novak@tuke.sk -u cifranic@kkui.sk

-----BEGIN PGP MESSAGE-----
Version: 2.6.3ia

hGwD2oguzTURorkBAv4hd7Lg0Dbi4xb7tMr1cR7+Guccsk0z91nTw8xMn12yrYQg
YCQyCp+hbPgyJf8Ga0ppTQyD6pVG13ZneNmxz5Fh7UDzF2cTzMkTepav0k5t1Xz
bM+IL6xL7KNLzsQQd7mmAAAAo3SXdEAa0yZsNPvcjueScm11QGx8/FaY8E3z7Aoe
yBkJ4QxdhCyDXcfLT9NomzEJpFe8tyD+oQerHozl9CG8u6wb/SHEu70WSWCsB0jv
6PnuwvlpjodzNNlufJZ4YLZwPcc6D1tXEWYfKXNtqS2gChjzt3/dnHK1n9vS3xVh
TLmY5FoVyW+qNLPM556eWmWT2kfBZjUYH2Yxv6aAQEvNRfqW6Is=
=/Dcy
-----END PGP MESSAGE-----
```

Čo sa týka spätnej rekonštrukcie informácie zo súboru `tajomstvo.txt.asc`, vo všetkých troch prípadoch treba použiť príkaz:

```
$ pgp tajomstvo.txt.asc -o tajomstvo.txt
```

V prvom prípade ide o dešifrovanie dokumentu, v 2. o overenie digitálneho podpisu a v 3. o obe činnosti naraz.

8.4.1 Heslá

Každý privátny šifrovací kľúč je chránený heslom. Je to reťazec, ktorý si užívateľ volí pri vygenerovaní kľúčového páru. Toto heslo je vyžadované zakaždým, keď sa pracuje s daným privátnym (nie verejným) kľúčom. V priebehu existencie kľúča je možné ho meniť.

Vlastník kľúča by si mal toto heslo pamätať. Rozhodne by ho nemal mať zaznamenané v dokladoch, diári, na nástenke a pod. Reťazec ľahko zapamätateľný pre jeho pôvodcu a dostatočne komplikovaný pre kohokoľvek iného. Pozostáva z písmen (malých aj veľkých) a číslíc. Neodporúča sa používať ako heslo rodné čísla, iniciály mien, ženské mená a pod. Všetko sú to totiž reťazce, ktoré by mohla iná osoba poznajúca osobný život vlastníka kľúča uhádnuť. Tiež množstvo znakov v hesle by malo byť dostatočné (aspoň 7 znakov). Tiež sa odporúča pre rôzne privátne kľúče používať rôzne heslá.

8.5 Počítače a právo

Počítače a informačné systémy tvoria neoddeliteľnú súčasť spoločnosti. Preto by ich využívanie/zneužívanie malo byť právne podchytené.

V nasledujúcom texte budú vykreslené problémy súvisiace s používaním počítačov v spoločnosti, s ktorými je nutné právne sa vysporiadať. Tento materiál bol čerpaný z [4], kde je možné nájsť podrobnejší popis aj s citátmi niektorých zákonov.

8.5.1 Právo vyhľadávať, prijímať a rozširovať informácie

Každý má právo na slobodu prejavu; toto právo zahŕňa slobodu vyhľadávať, prijímať a rozširovať informácie a myšlienky každého druhu, bez ohľadu na hranice, či už ústne, tlačou, prostredníctvom umenia alebo akýmkoľvek inými prostriedkami podľa vlastnej voľby.

Toto právo je samozrejme v určitých prípadoch obmedzené. Sú to prípady keď sa jedná o právo a povesť iných alebo keď ide o národnú bezpečnosť, verejný poriadok, verejné zdravie alebo morálku.

V súvislosti s prístupom k informáciám vzniká nový pojem - **informačná elita**. Je to skupina, ktorá má lepší prístup alebo prístup k väčšiemu množstvu informácií ako ostatná časť obyvateľstva. V demokratickej spoločnosti by vznik informačných elít mal byť minimálny, pretože takto dochádza ku koncentrácii moci. Je paradox, že sa v dnešnej informačnej spoločnosti, s týmto fenoménom takmer vôbec neuvažuje.

8.5.2 Právo na ochranu informácií súkromnej povahy pred neoprávneným využitím

Rovnováha verejných záujmov a záujmov jednotlivca sa vo vzťahu k informáciám netýka iba prístupu jednotlivca k informáciám verejného záujmu. Odvrátenú stranu prístupu k informáciám predstavuje prístup orgánov verejnej moci k informáciám o jednotlivcovi. Orgány verejnej moci za určitých podmienok a v určenom rozsahu majú mať vytvorenú možnosť získať informácie o jednotlivcovi, inokedy ďalšie informácie pre ne musia byť tabuizované. Na ochranu pred protiprávnym zhromažďovaním informácií o jednotlivcovi slúži právo na súkromie.

Počítačová technika umožňuje jednoduchšie zhromažďovanie a uchovávanie informácií o jednotlivcovi ako tomu bolo predtým.

Databázy uchovávajúce informácie o jednotlivcoch, by mali vyhovovať týmto kritériám:

- uchované informácie musia byť presné a mali by byť aktuálne. Vo všeobecnosti by informácie, vzťahujúce sa na intímny život osôb, alebo informácie, ktoré by mohli viesť k nečestnej diskriminácii, nemali byť zaznamenané, alebo, ak zaznamenané sú, nemali byť šírené
- informácie by mali byť relevantné a zodpovedať účelom, pre ktoré boli uchované
- informácie by nemali byť získané podvodnými alebo nečestnými spôsobmi
- je potrebné stanoviť pravidlá pre špecifikovanie doby, po uplynutí ktorej určité kategórie informácií by ďalej nemali byť uchovávané alebo používané
- bez vhodného oprávnenia by informácie nemali byť použité pre ciele odlišné od tých, pre ktoré boli uchované, ani by nemali byť komunikované tretím stranám
- ako všeobecné pravidlo by dotknutá osoba mala mať právo oboznámiť sa s informáciami uchovanými o nej, s cieľom, pre ktoré boli zaznamenané, a s podrobnosťami každého zverejnenia týchto informácií
- je potrebné vykonať všetky opatrenia pre korekciu nepresných informácií a pre zničenie ďalej nepoužiteľných (zastaraných informácií) alebo informácií získaných nezákonným spôsobom
- je potrebné vykonať preventívne opatrenia proti akémukoľvek zneužitiu alebo nevhodnému použitiu informácií. Elektronické databázy by mali byť vybavené bezpečnostnými systémami, zabraňujúcimi prístup k uchovávaným údajom osobám bez oprávnenia získať také informácie a umožňujúcimi detekciu úniku informácií, či už úmyselného alebo neúmyselného
- prístup k uchovávaným informáciám by mal byť zúžený len na osoby majúce právoplatný dôvod ich poznať. Personál elektronických databáz by sa mal riadiť pravidlami správania zameranými na prevenciu pred nevhodným použitím údajov a špeciálne aj pravidlami profesionálneho utajenia
- štatistické údaje by mali byť zverejňované len v agregovanej forme a takým spôsobom, aby bolo nemožné spojiť takéto informácie s konkrétnou osobou

alebo iná množina pravidiel týkajúcich sa databáz uchovávajúcich informácie súkromného charakteru:

- ako všeobecné pravidlo by verejnosť mala byť pravidelne informovaná o založení, prevádzke a vývoji elektronických databáz vo verejnom sektore
- informácie uchovávané v takých databázach by mali byť
 - získané zákonnými a čestnými prostriedkami
 - presné a aktuálne
 - vhodné a relevantné pre účel, pre ktorý boli uchované. Treba vykonať všetky opatrenia pre korekciu nepresných informácií a pre zničenie nevhodných, irelevantných alebo ďalej nepoužiteľných informácií
- špeciálne, ak elektronické databázy spracovávajú informácie vzťahujúce sa na intímny súkromný život jednotlivcov, alebo keď spracovanie informácií môže viesť k nečestnej diskriminácii
 - ich existencia musí byť zabezpečená zákonom, zvláštnou vyhláškou alebo zverejnená vyhlásením alebo dokumentom v súlade s právnym systémom každého štátu
 - tento zákon, vyhláška, vyhlásenie alebo dokument musí jasne deklarovať účel uchovania a použitia takých informácií, ako aj podmienky, za akých tieto môžu byť poskytované v rámci štátnej správy alebo súkromným osobám
 - použitie uchovaných údajov na iné ako definované účely musí byť - až na výnimky explicitne povolené zákonom - schválené kompetentným oprávneným orgánom
- treba ustanoviť pravidlá pre špecifikovanie časových období, po uplynutí ktorých určité kategórie informácií nesmú byť ďalej uchovávané alebo používané. Výnimky z tohto pravidla sú akceptovateľné v prípade, keď použitie takýchto informácií pre štatistické, vedecké alebo historické účely vyžaduje ich uchovávanie na neurčitý čas. V takomto prípade je potrebné vykonať také opatrenia, aby nebolo porušené súkromie dotknutých osôb.
- každý jednotlivec by mal mať právo poznať informácie, ktoré sú o ňom uchovávané. Každá výnimka z tohto princípu alebo obmedzenie výkonu tohto práva by malo byť prísne regulované
- treba prijať opatrenia proti zneužitiu alebo nevhodnému použitiu informácií. Preto:
 - každá osoba zainteresovaná na prevádzke elektronického spracovania údajov by sa mala riadiť organizačným poriadkom zameraným na prevenciu pred nevhodným použitím údajov a špeciálne na povinnosť dbať na utajovanie
 - elektronické databázy by mali byť vybavené bezpečnostným systémom, ktorý bráni v prístupe k uchovávaným údajom osobám, ktoré nie sú oprávnené získať také informácie, a ktorý detekuje únik (presmerovanie) informácií, či už úmyselný alebo nie
- prístup k informáciám, ktoré nemôžu byť voľne šírené verejnosti, by sa mal obmedziť na osoby, ktorých pracovné zaradenie ich oprávňuje k ich poznaniu pre plnenie ich pracovných povinností
- v prípadoch použitia informácií pre štatistické účely by mali byť tieto zverejnené len takým spôsobom, aby bolo nemožné spojiť tieto informácie s konkrétnou osobou

8.5.3 Právo na výsledky tvorivej duševnej činnosti späté s využitím počítačov

Výsledkom duševnej činnosti spojenej s využitím počítačov je software (programy, dokumenty). Z právneho hľadiska je nutné riešiť otázku ich **autorstva** (je rozdiel ak daný software vytvorila daná osoba ako príkaz zamestnávateľa alebo nie, doba trvania autorských práv), právo **kopírovania** (úplné, časovo obmedzené, vzťahujúce sa len na časti software, tvorba záložných kópií), **vlastnenia** (ne/komerčné účely), **úpravy** programu. Tiež je potrebné ošetriť prípady v ktorých sa niektoré z práv **poruší** (napr. nepovolené vlastnenie software).

GPL licencia

Väčšina komerčného software v dnešnej dobe podlieha právnej ochrane, ktorá zamedzuje úprave programov, ich zdieľanie s ostatnými, prístup k zdrojovým kódom a pod.

Preto je veľmi pokrokový prístup organizácie FSF (Free Software Foundation, <http://www.fsf.org>), ktorej snahou je zamedzovať právam zakazujúcim kopírovať, používať, upravovať a opätovne šíriť počítačové programy.

Najznámejšia je ich licencia GPL (General Public License), ktorá postihuje takmer všetok software patriaci do kategórie GNU. Jej plné znenie je možné nájsť na <http://www.fsf.org/licenses/licenses.html>.

V GPL licencií ide o voľné kopírovanie, šírenie a modifikáciu programov. To znamená, že k programom sa je možné dostať a nie to, že sú zadarmo (za distribúciu alebo poskytovanie záruky je možné žiadať poplatky). Keďže software je možné ľubovoľne modifikovať, je zrejme, že na takéto programy sa nevzťahujú žiadne záruky (program je poskytnutý tak, ako je). GPL licencia nepopiera autorstvo. Autor/i pôvodného software a autor/i modifikácií sú stále uvedení.

Existuje niekoľko verzií GPL licencií, preto je v programoch nutné uviesť tú verziu, ktorej daný program podlieha. Ak nie je verzia uvedená, je si možné vybrať. Ak daná osoba nesúhlasí s ustanoveniami GPL licencie, stráca akúkoľvek možnosť kopírovať alebo šíriť program alebo odvodené diela (v tom prípade sú tieto činnosti zákonom zakázané).

8.5.4 Počítačová kriminalita

Počítačová kriminalita je výhodnou formou trestnej činnosti. Výnosy z nej stúpajú po celom svete pri stabilne nízkom riziku odhalenia páchateľa. Objasnenosť prípadov je okolo 1:22000.

Páchanie trestnej činnosti pomocou počítačov má viacero vlastností vďaka ktorým počítačová kriminalita je veľmi lukratívna, veľmi bezpečná a preto veľmi lákavá:

- účinky trestného činu spáchaného počítačom sa môžu zistiť dlho po tom, ako páchateľ opustil miesto činu
- páchateľ sa môže dopustiť trestného činu na veľkú vzdialenosť rovnako dobre ako v bezprostrednej blízkosti obete
- páchateľ môže zostať neviditeľný a zachovať si absolútnu anonymitu
- zručnosť na páchanie trestnej činnosti pomocou počítača si možno ľahko osvojiť a vedomosti o tom, ako ju získať sú široko prístupné
- prostriedky na páchanie počítačovej kriminality sú lacné a možno si ich zadovážiť v súlade so zákonom

Zatiaľ nie je známa všeobecne akceptovaná definícia pojmov zneužitie počítača, či samotná počítačová kriminalita. Napriek tomu je možné vytvoriť delenie počítačových zločinov:

Počítačové systémy ako cieľ útoku - sem možno zaradiť pokusy o zničenie počítačov, programov a údajov, alebo podporných zariadení a zdrojov umožňujúcich činnosť počítačových systémov (klimatizácia, napájacie zdroje, komunikačné zariadenia, hardware).

Počítače ako symbol pre zastrašovanie alebo podvod - sem spadajú pokusy o trestnú činnosť, rátajúcu obvykle s bezvýhradným akceptovaním naaranžovaného pôsobivého výstupu z počítača, či využívajúce laickú predstavu o neomylnosti počítača.

Počítače ako prostriedok - ide o využitie počítača na páchanie trestného činu, pričom pri jeho vykonaní nemusí byť vôbec použitý. Sú to prípady, keď páchanie trestnej činnosti je veľmi zložitá alebo únavná. Patria sem prípady využívania grafických schopností počítačov spolu s kvalitnými laserovými tlačiarňami na výrobu falošných dokladov, využitie počítača na automatické prehľadávanie a preskúšavanie kódov (lúštenie hesiel) alebo koordináciu zločinu.

Počítač ako prostredie alebo dôvod pre spáchanie trestného činu - nasledujúce vlastnosti počítačových systémov sú dôvodom pre zavedenie tejto kategórie:

- veľká zložitosť počítačových a komunikačných systémov spolu s množstvom spracovávaných údajov vytvára neprehľadné prostredie, v ktorom sa ľahšie skryjú stopy po nekalej činnosti, resp. množstvo akcií možno pripísať na vrub neúmyselnej činnosti či okolnostiam, ktoré sa nepredvídali pri návrhu systému. Takisto je mimoriadne ťažké postihnúť jemné odchýlky od korektnej činnosti systému, resp. jeho používateľov
- počítačové systémy umožňujú zaznamenať obraz súčasného *nevinného* elektronického stavu systému, vykonať sériu zásahov do činnosti systému, opäť obnoviť predchádzajúci *nevinný* stav a tak zakryť stopy po neoprávnenej činnosti

- údaje existujúce v elektronickej forme možno jednoducho, rýchlo, anonymne upravovať, pričom táto možnosť je prístupná oveľa väčšiemu počtu ľudí ako v prípadoch papierových dokumentov. Táto činnosť môže byť navyše zautomatizovaná, môže sa vykonať v špecifikovanom čase, na geograficky značne vzdialenom mieste a môže ju vykonať nič netušiaci druhá osoba.

Hrozby	Odmietnutie služby	Odhalenie	Manipulácia	Maškarádovanie	Opakovanie	Odmietnutie
Špecifické hrozby						
Prírodné katastrofy						
Prírodná katastrofa	X					
Náhodné hrozby						
Náhodné odhalenie		X				
Chyba konfigurácie	X	X	X			
Elektrická porucha	X		X		X	
Výpadok napájania	X					
Chyba prostredia	X					
Oheň	X					
Chyba hardware	X		X		X	
Zaplavenie	X					
Chyba užívateľa	X	X	X	X		X
Zahltenie zdrojov	X					
Softvérová chyba	X	X	X	X	X	X
Telekomunikačná porucha	X		X		X	
Úmyselné hrozby						
Zmena dát	X	X	X	X	X	X
Zmena software	X	X	X	X	X	X
Bombový útok	X					
Odpočúvanie		X				
Sabotáž zamestnancom	X		X			
Zmocnenie nepriateľom	X	X	X			
Podvod			X	X	X	X
Úmyselné odhalenie		X		X		
Vyčerpanie zdrojov	X					
Masové nepokoje	X	X	X			
Štrajk	X	X	X	X		
Terorizmus	X	X	X			
Krádež	X	X	X			
Neautorizované použitie	X	X	X	X	X	X
Vandalizmus	X	X	X			

Tabuľka 8.1: Kategórie počítačových hrozieb

Bezpečnostné služby Hrozby	Autentifikácia	Diskrétnosť	Integrita	Neodmietnutie	Riadenie prístupu	Audit	Dostupnosť	Správa bezpečnosti
Odmietnutie služby					X		X	X
Odhalenie		X			X			X
Manipulácia			X		X	X		X
Maškarádovanie	X							
Opakovanie	X							
Odmietnutie				X				

Tabuľka 8.2: Hrozby a bezpečnostné služby

Literatúra

- [1] Mikuláš Sedlák: Manažment. 1998 Bratislava. ISBN 80-8044-015-8
- [2] Lars Klander: Hacker Proof. 1999 Brno. ISBN 80-86097-15-3
- [3] Intelligent Transportation Systems (ITS). 1997. U.S. Department of Transportation. Federal Highway Administration
- [4] J. Drgonec, J. Vyskoč: ... a nepožičiaš počítač blízneho svojho. Bratislava 1997. Archa. ISBN 80-7115-130-0
- [5] An Introduction to Cryptography. <http://www.pgpi.com>
- [6] Principia Cybernetica Project. <http://pespmc1.vub.ac.be>
- [7] R. Ashby: Kybernetika. MME, Praha 1961
- [8] G. Simon: Nauki ob iskustvennom. Mir, Moskva 1972
- [9] J. Von Neumann: Obščaja i logičeskaja teorija automatov. Moskva 1960
- [10] N. Wiener: Kybernetika. Praha 1960
- [11] R. Ashby: Konstrukcija mozga. Moskva 1962
- [12] N. Wiener: Kybernetika a společnost. Praha 1964
- [13] S. Beer: Kybernetika a řízení výroby. Praha 1966
- [14] D. A. Pospelov, V. N. Puškin: Myšlení a avtomaty. Praha 1971
- [15] A. Turing: Možet-li mašina mysliť? Moskva 1960
- [16] L. von Bertalanfy: Člověk - robot a myšlení. Svoboda, Praha 1972
- [17] J. Sarnovský a kol.: Riadenie zložitých systémov. Alfa. Bratislava 1992
- [18] J. Sarnovský, M. Bučko: Kybernetika. Alfa. Bratislava 1988