

Simulace a dynamika technicko-ekonomických úloh

pro tvorbu strategií v ekonomice a managementu

MDM – teoretická příručka

Základní použití Modifikovaného Dynamického Modelu pro simulaci
technicko-ekonomických úloh

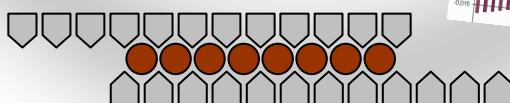
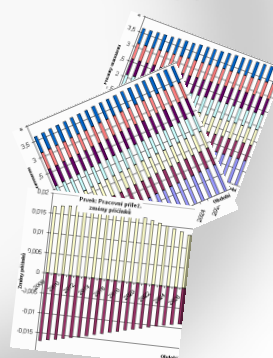
MDM 2010

influences

MDM v. 3.6, (c) 2010

Management
udržitelného rozvoje
životního cyklu
staveb, stavebních
podniků a území

MSM 6840770006



MSM684077000

Nositel VZ: Fakulta Stavební ČVUT v Praze
Řešitel VZ: Katedra Ekonomiky a řízení ve stavebnictví
Zadavatel VZ: Vzniklo za podpory Výzkumného záměru číslo 5
Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy:
MSM684077006

Obsah:

1.	Úvod.....	8
2.	Matematický základ	8
2.1	Rozšířený výpočet	11
2.1.1	Intervence jednotlivých vazeb a_{ij}	12
2.1.2	Externí zásahy simulovaných standardů X_i <i>dynamického modelu</i>	14
2.1.3	Parametrizace vazeb	16
2.2	Rozšířené řídicí nástroje	18
2.2.1	Podmíněné externí vlivy	18
2.2.2	Porovnání řešení prostými a podmíněnými externími vlivy	22
2.2.3	Podmíněné intervence vazeb	23
2.3	Řízení technicko-ekonomických procesů a kvantový prostor jeho realizace	26
2.4	Mikroekonomika technicko-ekonomického věcného detailu a její řízení	27
2.5	Struktura řídicích a řízených modelů (stručné shrnutí)	28
2.6	Virtuální řídicí momenty	30
2.7	Proces řízení a jeho externality	32
2.8	Symbolické strukturované vyjádření procesů řízení	32
2.9	Rozšíření MDM verze 3.5	36
2.9.1	Parametrizace matice A, B	36
2.10	Rozšíření MDM verze 3.6	38
2.10.1	Příčinkové působení	38
3.	Závěr	44
	Literatura:	45

1. Úvod

Proniknutí a pochopení vnitřních mechanismů složitých technicko-ekonomických úloh, vytváření nosných strategií rozvoje v praxi a přípravě výstavbových projektů v různých oborech podnikání je základním cílem řešení pomocí Modifikovaného Dynamického Modelu (*MDM* viz [1]). Model je nástroj a může tak připravit podklady pro budoucí rozhodnutí. Jeho užití podporuje jasnější argumentaci, vytváření znalostí o chování modelované úlohy. Jinými slovy se jedná o podporu rozhodovacích mechanismů na základě znalostí získaných z propočtů na modelu. Následující výklad uvádí základní výpočetní postupy z [1] a jejich teoretické základy zpracované v prostředí *MDM*. Jednotlivé části budou podrobněji rozvedeny a doplněny o doposud nedokumentované funkce. Některé části budou dále doplněny širším teoretickým komentářem a odkazovány na publikaci *MDM – výuková příručka* (viz [7]).

2. Matematický základ

Výpočet je založen na matematické analýze struktury základní interakční matice **A**, která popisuje vztahy mezi jednotlivými prvky modelované úlohy. Původní výpočtová metoda je algoritmický vztah KSIM (Cross-Impact Simulation Language, viz [2]). Metoda pracuje podle následujícího nelineárního vztahu:

$$X_i(t + \Delta t) = X_i(t)^{\Phi_i(t)}, \quad (2.1)$$

$$\Phi_i(t) = \frac{1 + \frac{\Delta t}{2} \sum_{j=1}^m \left[|a_{ij} + B_{ij}| - (a_{ij} + B_{ij}) \right] X_j(t)}{1 + \frac{\Delta t}{2} \sum_{j=1}^m \left[|a_{ij} + B_{ij}| + (a_{ij} + B_{ij}) \right] X_j(t)}, \quad (2.2)$$

kde:

$$B_{ij} = b_{ij} \frac{d(\ln(X_i(t)))}{dt} \quad (2.3)$$

t	interní čas
Δt	časový přírůstek oproti času t
a_{ij}	prvek interakční matice A
b_{ij}	prvek matice managementu B
$X_i(t)$	hodnota standardu pro daný prvek v daném čase
A	základní interakční matice popisující vztahy mezi prvky modelu
B	matice managementu popisující řídicí zásahy mezi prvky modelu

Úpravou výrazu (2.3) dostáváme

$$\Phi_i(t) = \frac{1 + \frac{\Delta t}{2} \sum_{j=1}^m \left[\left| a_{ij} + \frac{b_{ij}}{X_i(t)} \right| - \left(a_{ij} + \frac{b_{ij}}{X_i(t)} \right) \right] X_j(t)}{1 + \frac{\Delta t}{2} \sum_{j=1}^m \left[\left| a_{ij} + \frac{b_{ij}}{X_i(t)} \right| + \left(a_{ij} + \frac{b_{ij}}{X_i(t)} \right) \right] X_j(t)}, \quad (2.4)$$

kde symbolika je shodná s legendou uvedenou výše k výrazům (2.1) až (2.3).

Před spuštěním výpočtu je třeba sestavit jednotlivé vazby mezi prvky. Obecně lze říci, že každé dva prvky dynamického procesu (DP) se navzájem ovlivňují. V technicko-ekonomických úlohách toto pravidlo platí pouze omezeně a mělo by spíše znít: Každé dva *správně vybrané* prvky DP se přímo ovlivňují. Ani to však nemusí být ve všech případech modelovaných úloh vhodné pravidlo pro popisování skutečného stavu. U vybraných prvků modelu vazba může na první pohled zcela jistě existovat, ale řešitel nemusí být schopen ohodnotit její intenzitu a polaritu¹, popř. v úloze se mohou vyskytnout prvky mezi kterými nebude vazba identifikovatelná nebo nebude vhodné mezi tyto prvky vůbec vazbu ve struktuře matice A umísťovat. Základní typy vazeb použitelných pro MDM jsou

- a) kvantifikovatelné interakce a_{ij}
- b) absolutní vazby a_{ij}

Sestavení vazeb a jejich ohodnocení² je stejně jako výběr prvků modelu pro řešení plně ponecháno na zadavateli. Uváděné komentáře a ukázky jsou návodem jak postupovat, ale správnost ohodnocení nejsou tyto postupy schopny potvrdit ani vyvrátit.

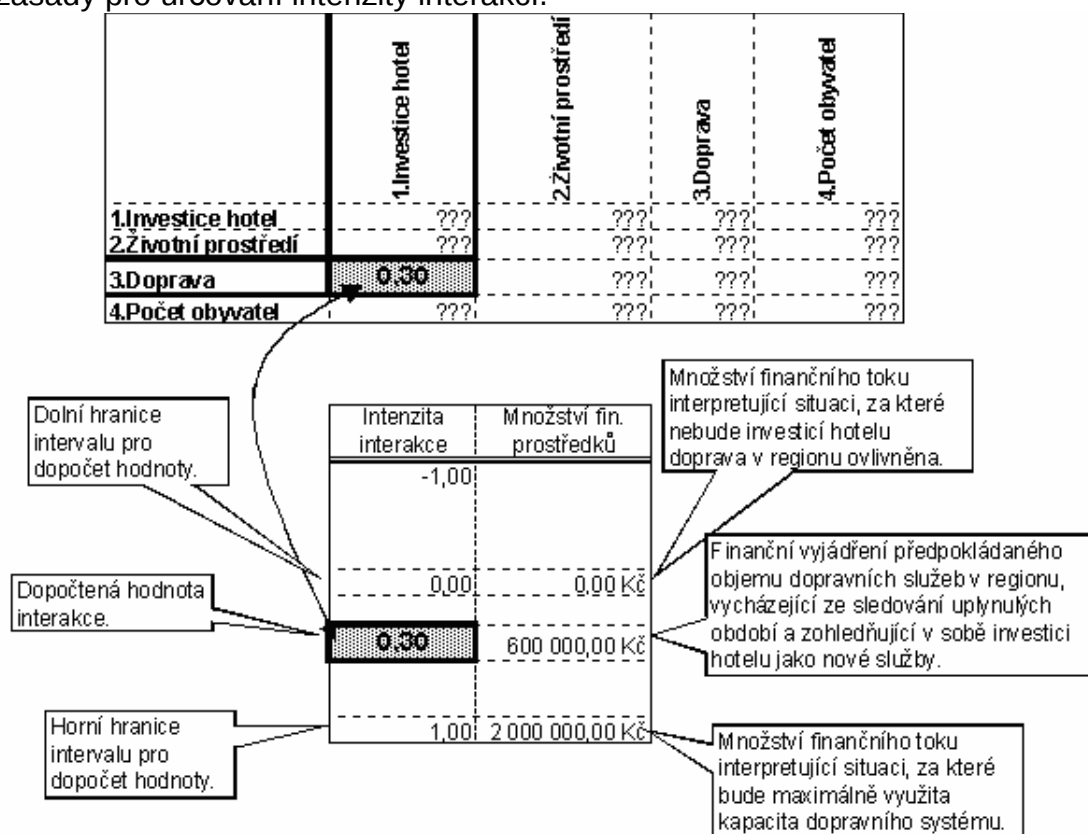
Vzájemné vztahy mezi dvěma prvky, které lze popsat hmotnými toky, jsou jednodušším případem při ohodnocení intenzity interakce. Pohybujeme se zde např. ve hmotných, objemových, délkových nebo finančních jednotkách. Správnost ohodnocení je pak dána pouze úrovní znalostí hodnotícího subjektu o daném ovlivňování. Při výpočtu je vhodné všechny interakce převést na jedinou jednotku (objemovou, finanční, hmotnou, bezrozměrnou, délkovou a pod.). Pak je celá úloha z hlediska zadání konzistentní a stejně takové budou i poskytované výsledky propočtu. Většina aplikačních příkladů však takto homogenní nebývá a pro každou interakci je třeba zavést hodnotící a technickou stupnici. Na každé z nich se stanoví krajní hranice. Aktuální hodnotě na technické stupnici pak odpovídá dopočtená hodnota hodnotící stupnice, která se vloží do příslušné pozice interakční matice vztahů A . Na obr. 2.1 je uveden příklad výpočtu interakce mezi prvkem *Doprava* a *Investice hotel*. Cílem je zjistit jakým způsobem se promítne vliv nové funkce ve sledovaném regionu na objemu realizovaných dopravních služeb. Dolní (nulové) hranice intervalu představují situaci bez vzájemného vlivu. Maximálně využitá kapacita dopravního systému odpovídá maximální hladině v hodnotící stupnici. Aktuální hodnota v technické stupnici odpovídá předpokládanému objemu dopravních služeb po zavedení nové investice a dopočtem lineární interpolací hodnotící stupnice je získána požadovaná hodnota intenzity interakce včetně její polarity. Ta je v tomto konkrétním příkladu kladná a její věcná interpretace uvádí vyšší využití dopravního systému při vyšším objemu realizovaných dopravních služeb.

Pokud řešitel není schopen vyčíslit intenzitu vlivů a_{ij} jednoho prvku na druhý je odkázán na sestavení stupnice pro hodnocení absolutních interakcí, jejíž jednotlivé hladiny může ohodnotit na základě svých zkušeností z pozice odborníka s danou problematikou. Vždy platí pro lepší transparentnost výpočtu a následné ladění modelu, že členění hodnotící stupnice by mělo být

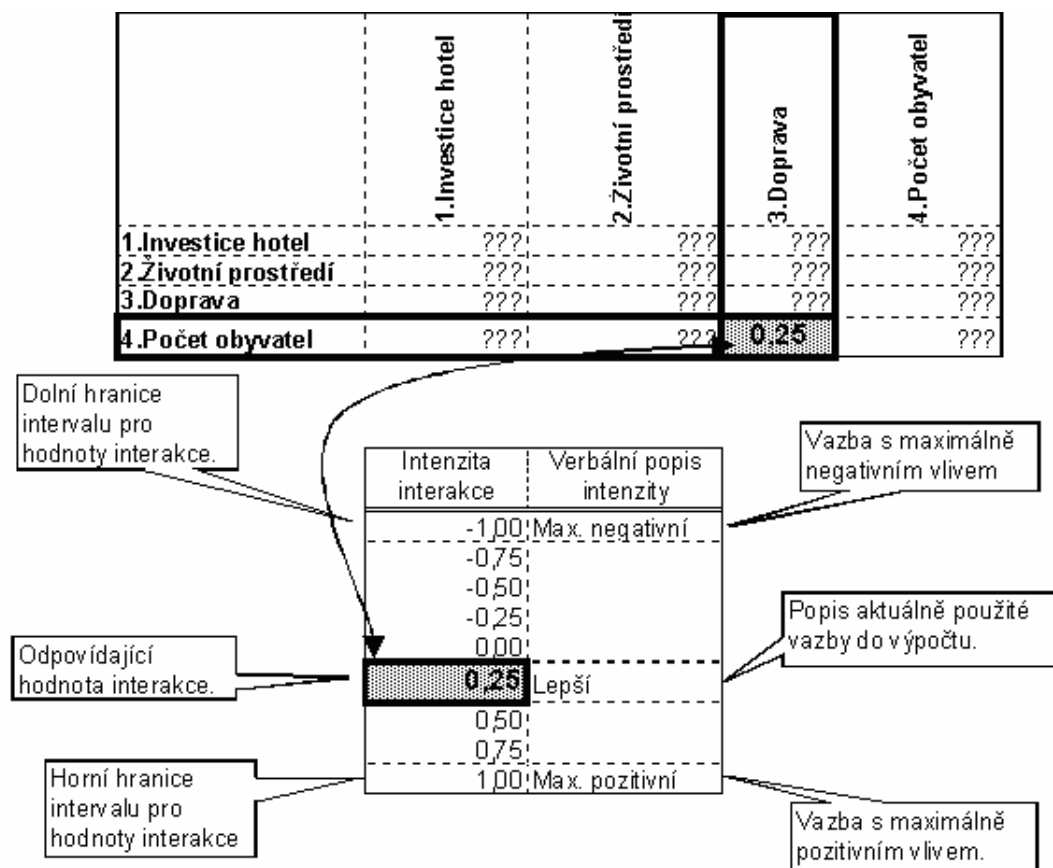
¹ Každá vazba je definována svou hodnotou (intenzitou) a polaritou (kladná/záporná), se kterou mezi dvěma prvky modelu působí.

² Zadáváním vazeb pomocí dialogových oken se zabývá podrobněji v [7] kapitola 2. *Základní popis modelu*.

dostatečně podrobné. Při ohodnocování je vhodné dodržovat výše uvedené zásady pro určování intenzity interakcí.



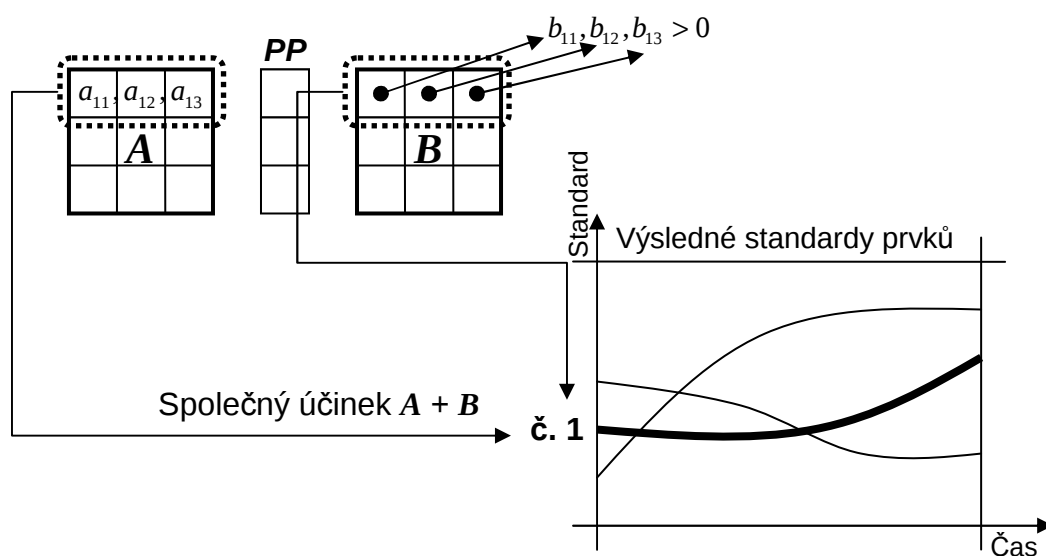
Obr. 2.1 Příklad výpočtu hodnoty kvantifikovatelné vazby a_{ij} mezi dvěma vybranými prvky



Obr. 2.2 Příklad dopočtu hodnoty interakce popisované absolutní vazbou mezi dvěma prvky

Základní strukturu modelu sestavenou v matici A je třeba doplnit zadáním počátečních hodnot standardů jednotlivých prvků $x_i(0)$, od kterých se začne propočet odvíjet (stav modelu v čase $t=0$). Jejich věcnou interpretaci si lze představit jako výchozí úroveň standardu na počátku simulovaného časového intervalu. Jako takové představují pro výpočet vlastnosti počátečních podmínek. Jejich zadání je možné provést pomocí dialogového okna uvedeného v [7] na obr. 2.15.

Nepovinná součást zadání pro prvotní propočet je struktura matice managementu B . Její rozměr je shodný s rozměrem interakční matice A a její funkcí je upravovat (řídit) aktuální interakce a_{ij} podle schématu uvedeného na následujícím obrázku.



Obr. 2.3 Společný účinek interakční matice A matice managementu B na výsledný průběh standardů prvků.

Kromě pozitivního vlivu, kdy jednotlivé prvky matice managementu jsou kladné může mít také B redukční charakter se zápornými b_{ij} . Výsledný trend zasažených prvků modelu je v takovém případě nejčastěji klesající.

2.1 Rozšířený výpočet

Základní výpočtová metoda je schopna pouze běžného výpočtu, který poskytuje výsledné standardy prvků. Není zde možnost manažerského ovlivňování jejich vývoje ve sledovaném časovém úseku. Rozšířený výpočet je dopracován o část ladění modelu a použití řídicích zásahů, které vedou k regulovanému chování modelu. Zásahy lze provádět v úloze následujícími způsoby:

- a) intervencemi jednotlivých vazeb
- b) externími zásahy vypočtených standardů prvků
- c) parametrizace vazeb

Bod ad c) byl sestaven jako oddělená část výpočtové procedury. Umožňuje řešiteli vybrat racionální hodnotu intenzity vazby a_{ij} vedoucí k požadovanému chování modelu. Všechny matematické procedury budou dále popsány formou algoritmů ve vývojových diagramech. V závěru oddílu věnovaného rozšířenému propočtu bude vždy souhrnně zapsán a komentován matematický zápis algoritmů.

2.1.1 Intervence jednotlivých vazeb a_{ij}

Základní struktura interakční matice A je definována jednoznačně před spuštěním výpočtu. Základní výpočet nemůže vyhovět častému požadavku na změnu struktury modelu ve smyslu opravy intenzity vybraných interakcí mezi vybranými prvky. K tomuto účelu slouží v rozšířeném výpočtu intervence vazeb, kterými je možné ovlivňovat konkrétní vybranou interakci a_{ij} . Intervence je navíc konkrétně definována na časovém úseku $\langle t_{Poč}, t_{Kon} \rangle$. V tomto intervalu je původní intenzita vazby nahrazena zadanou hodnotou intervence. Celý systém obsahuje záznam několika atributů potřebných pro výpočet a je algoritmizován následovně:

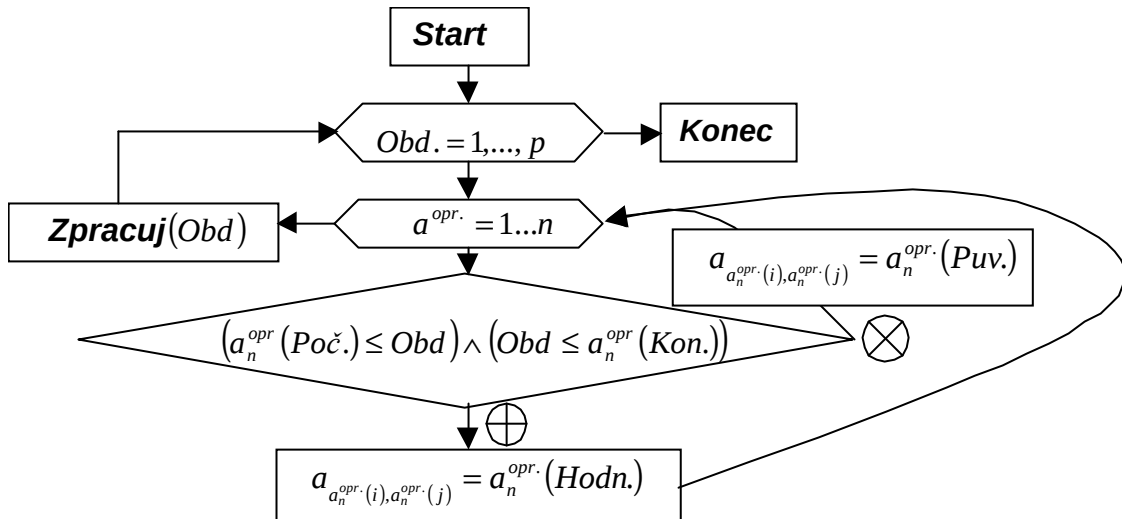
$$a_k^{opr} = (i, j, Hodn, Poč, Kon, Puv), \quad [2.5]$$

$$a^{opr} = [a_1^{opr} \quad a_2^{opr} \quad \dots \quad a_n^{opr}], \quad [2.6]$$

kde

a^{opr}	pole vektorů popisující jednotlivé zásahy,
i	řádková pozice pro intervenci v matici A ,
j	sloupcová pozice pro intervenci v matici A ,
$Hodn$	číselná hodnota nově užitá interakce v daném intervalu,
$Poč$	počáteční časový interval pro zahájení vlivu intervence,
Kon	koncový časový interval pro ukončení vlivu intervence,
Puv	původní hodnota interakce,
a_n^{opr}	konkrétní vybraný prvek souboru intervencí,
n	celkový počet zadaných intervencí vazeb matice A .

S výše uvedeným seznamem intervencí vazeb uvažuje rozšířený výpočet tak, že v každém časovém intervalu jsou testovány hodnoty počátku a konce období $\langle Poč, Kon \rangle$, ve kterém má dojít k uplatnění hodnoty intervence ($Hodn$). Pokud nastává situace, že interní časová perioda modelu t leží v intervalu $\langle Poč, Kon \rangle$, je hodnota interakce ($Hodn$) v matici A nahrazena konkrétní hodnotou intervence vazby a je s ní dále proveden výpočet aktuálního časového okamžiku. Jakmile se propočet dostane za konečnou hodnotu časového okamžiku (Kon), ve kterém má skončit intervence vazby, je dosazena do matice A původní hodnota interakce (Puv). V každém období samozřejmě musí dojít k prohledávání seznamu všech zadaných intervencí vazeb. Proces pracuje dle následujícího schématu (viz obr. 2.4):



Obr. 2.4 Schéma intervencí na jednotlivých vazbách a_{ij} .

kde	
p	počet propočítávaných období,
Obd	aktuálně zpracovávané období,
a^{opr}	pole vektorů popisující jednotlivé zásahy,
n	celkový počet zadáných intervencí vazeb a_{ij} matice A ,
a_n^{opr}	konkrétní vybraný prvek souboru intervencí,
a_{ij}	prvek interakční matice A ,
$a_n^{opr}(Poč)$	počátek intervalu působení intervence vazby a_{ij} ,
$a_n^{opr}(Kon)$	konec intervalu působení intervence vazby a_{ij} ,
$a_n^{opr}(Hodn)$	hodnota intervence vazby nahrazující hodnotu v matici A ,
$a_n^{opr}(Puv)$	původní hodnota intervence vazby navracena zpět do matice A ,
$a_n^{opr}(i), a_n^{opr}(j)$	pozice a_{ij} umístění zásahu v matici A ,
$\oplus$	pokračování algoritmu při pozitivním vyhodnocení podmínky,
$\otimes$	pokračování algoritmu při negativním vyhodnocení podmínky,
$Start$	počátek výpočetního cyklu,
$Konec$	konec výpočetního cyklu po zpracování všech časových období,
$Zpracuj(Obd)$	vlastní výpočet aktuální časové periody.

Celkový seznam intervencí vazeb a_{ij} matice A je možné editovat a doplňovat pomocí dialogového okna³ standardními editačními funkcemi nebo použít základní tabulkovou editaci, která je zachována na listu *Inputs* ve struktuře sešitu s *MDM*.

Řádek matice	Sloupec matice	Hodnota intervence	Počátek působ.	Konec působ.	Původní hodnota
1	4	-0,25	6	12	-0,35
3	3	-0,35	6	12	0
1	3	-0,2	6	12	0,15

Obr. 2.5 Schéma dialogového zadávání intervencí vazeb a_{ij} v matici A . Zadání z dialogového okna představuje nástroj, kterým se zadané hodnoty umístí do pozice pro výpočtovou proceduru (viz obr. 2.6)

Základní analogie mezi editací intervencí vazeb prvků modelu přímo na listu tabulkového procesoru a zadáváním pomocí dialogového okna uvádí obrázky 2.5 a 2.6.

Intervence vazeb

Počet intervencí		0			
Řádek matice A	Sloupec matice A	Hodnota intervence	Počátek působení	Konec působení	Původní hodnota
2	3	0,15	5	10	-0,25
2	1	0,1	5	10	-0,25

Obr. 2.6 Tabulková varianta zadávání intervencí vazeb a_{ij} v matici A . Sem jsou umísťovány zadané parametry intervencí z dialogového okna (viz obr. 2.5).

Příklad zadání na obr. 2.6 uvádí celkem 2 intervence prvků směrem do matice A na pozicích a_{23} , a_{21} . Uvažovaná hodnota intervencí je kladná 0,15 a 0,1. Znamená to, že manažerské zásahy budou měnit intenzitu působení prvku

³ (uvedeného v [7] na obr. 6.2)

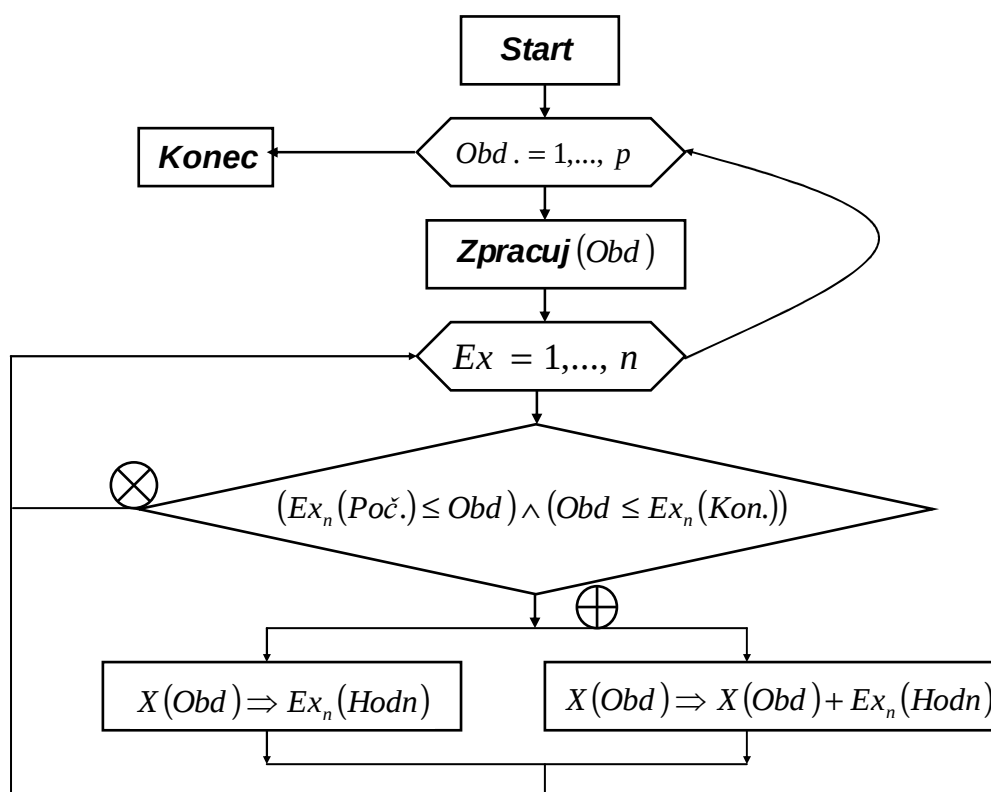
modelu 2. Interval působení je shodný pro obě intervence od 5. do 10. časové periody. Původní intervenovaná hodnota interakcí a_{23} , a_{21} je v obou případech negativní vazba -0,25. V zadání je možné definovat počet uvažovaných intervencí vazeb z celkového vytvořeného seznamu. Je tak možné vytvářet různé manažerské strategie a ověřovat si jejich dopad na výsledném chování modelu. Ilustrační příklad uvádí situaci, kdy jsou sice vytvořeny záznamy intervencí, ale žádný z nich nebude pro výpočet aktivní, protože počet aktuálně uvažovaných intervencí je roven nule.

2.1.2 Externí zásahy simulovaných standardů X_i dynamického modelu

Dalším nástrojem pro vytváření řídicích zásahů v modelu jsou externí zásahy. Od předchozích intervencí vazeb je odlišuje zásadní rozdíl. Intervence vazeb jsou umísťovány přímo do interakční matice A , kde mění základní strukturu modelu. Externí vlivy působí na výsledné standardy jednotlivých prvků. Věcnou náplň a jejich realizaci musí definovat zadavatel modelované úlohy. Z hlediska potřeby zdrojů⁴ jsou považovány za nejvíce náročné, ale současně i za neúčinnější. Manažerské zásahy pomocí matice B mohou být realizovány menší intenzitou, protože se projevují ve výpočtu v každém časovém okamžiku. Externí vlivy bývají často jednorázovou podporou kritického stavu během jedné nebo několika málo časových úseků. Přes svoje nevýhody jsou častým nástrojem, protože téměř vždy se jejich prostřednictvím daří dosáhnout požadovaného chování modelu. Jejich intenzita může být jako u intervencí vazeb pozitivní nebo negativní.

Základním principem fungování externích vlivů je vyrovnávání rozdílů mezi vypočteným a požadovaným vývojem prvku v čase. Diference mohou být kladné (v případě, že bude "nadbytek standardu"), ale většinou záporné, kdy znamenají nutnost dotovat (podporovat) aktuální stav z externích zdrojů (viz obr. 2.7). O jejich uplatnění musí rozhodnout vždy zadavatel úlohy na základě spočteného vývoje standardů. Pokud dojde změnou struktury matice A k nápravě například negativního vývoje, který byl původně eliminován pomocí externích vlivů, je nutné nepotřebné zásahy z modelu ručně eliminovat. Docházelo by tak k nadbytečnému čerpání zdrojů. Základní externí zásahy nejsou schopny vyhodnocovat aktuální vývoj modelu a případně eliminovat svoje účinky automaticky. Takového efektu je možné dosáhnout použitím *podmíněných externích vlivů*, které budou uvedeny dále..

⁴ finančních, technických, lidských, surovinových



Obr. 2.7 Schéma prohledávání a spouštění externích zásahů

Algoritmus zavedení požadovaného počtu externích vlivů z celkového vytvořeného seznamu je uveden na obr. 2.7, kde

- p počet propočítávaných období,
- Obd aktuálně zpracovávané období,
- Ex pole vektorů popisující jednotlivé externí vlivy,
- n celkový počet zadaných externích vlivů,
- $Ex_a(Poč.), Ex_a(Kon)$ počátek a konec intervalu určujícího působení ext. vlivu,
- $Ex_a(Hodn)$ hodnota externího vlivu,
- $X(Obd)$ hodnota standardu prvku v aktuálně zpracovávaném období,
- $\oplus$ pokračování algoritmu při pozitivním vyhodnocení podmínky,
- $\otimes$ pokračování algoritmu při negativním vyhodnocení podmínky,
- $Start$ počátek výpočetního cyklu,
- $Konec$ konec výpočetního cyklu po zpracování všech časových období,
- $Zpracuj(Obd)$ vlastní výpočet aktuální časové periody.

Management modelu - externí vlivy			
Seznam externích vlivů			
Číslo prvku	Hodnota vlivu	Počátek působení	Konec působení
3	0,2	6	8
3	0,2	13	15
4	0,1	9	11
2	0,2	7	7
2	0,2	14	14
6	-0,1	6	7

Obr. 2.8 Schéma dialogového zadávání externích vlivů. Zadání z dialogového okna představuje nástroj, kterým se zadané hodnoty umístí do pozice pro výpočtovou proceduru (viz obr. 2.9)

Stejně jako intervence vazeb je možné zadávat také externí vlivy pomocí dialogového okna uvedeného na obr. 2.8 (podrobněji viz obr. 3.17 v [7]), které umístí potřebné záznamy do listu sešitu tabulkového procesoru (viz obr. 2.9).

		Externí vlivy		
		Počet externích vlivů: 3		
Seznam zadaných externích vlivů	Řádek matice A	Hodnota	Počátek působení	Konec působení
	3	0,2	6	8
	3	0,2	13	15
	4	0,1	9	11
	2	0,2	7	7
	2	0,2	14	14
	6	-0,1	6	7

Obr. 2.9 Tabulková varianta zadávání externích vlivů. Do těchto pozic jsou umísťovány zadané parametry z dialogového okna (viz obr. 2.8).

Příklad zadání na obr. 2.9 uvádí celkem 6 externích vlivů působících na prvky modelu číslo 3, 4, 2 a 6. Uvažované hodnoty intervencí jsou kladné, kromě externího vlivu působícího na prvek číslo 6, kde je zadána negativní hodnota -0,1. Znamená to, že zásahy budou mít podpurný charakter pro většinu prvků modelu. Intervaly působení jsou definovány podle potřeby různě a vzájemně se překrývají. V zadání je možné také definovat⁵ počet uvažovaných externích vlivů z celkového vytvořeného seznamu. Ilustrační příklad uvádí situaci, kdy je vytvořen seznam 6ti externích vlivů, ale pro výpočet jsou aktivní pouze první 3 záznamy z tohoto seznamu. Zbývající zásahy žádným způsobem neovlivní výpočet modelu a jsou připraveny pro následné ladění a ověřování jejich dopadu v rámci různých řídicích strategií.

2.1.3 Parametrizace vazeb

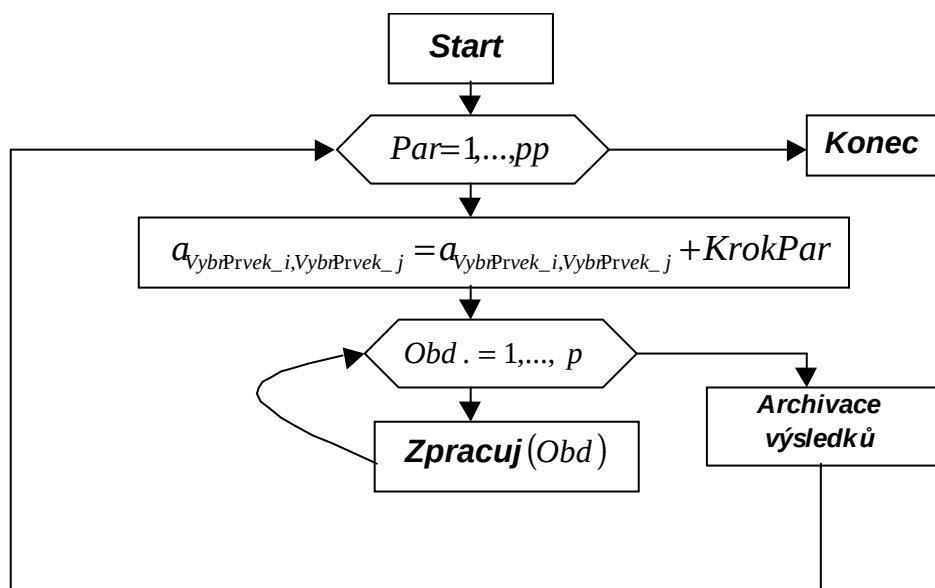
Posledním nástrojem napomáhajícím k definici řídicích zásahů je parametrizace interakce a_{ij} mezi dvěma prvky modelu. Úloha klasické matematiky je rozpracována pouze v rozšířeném výpočtu *MDM*. Poskytuje odpovědi na otázku racionálního ohodnocení interakce. Během diskuse zvolené interakce se vyšetřuje chování modelu. Parametrizovat se bude vazba, která se jeví z hlediska zadavatele jako významná nebo o které se alespoň řešitel domnívá, že významnou skutečně je. Simulační propočet může jeho domněnky vyvrátit nebo naopak potvrdit. Pro získání kompletního náhledu na významnost jednotlivých interakcí je nutné provést parametrizaci všech vazeb zadané struktury matice A.

Počet parametrizací vybrané vazby bude částečně záležet na možnostech výpočetní techniky a zejména požadavcích podrobnosti vypracování. V současné době není již výkonnost výpočetní techniky limitujícím faktorem⁶. Je zde možné hovořit o citlivostní analýze, která odkryje významná místa modelu. Výpočet produkuje značné množství datových výstupů. Vypracovaná grafická interpretace a podpora napomáhá snadnější čitelnosti a přehlednosti závěrů. Výsledkem jsou 3D grafické výstupy z každého

⁵ stejně jako u intervencí konkrétních vazeb interakční matice A

⁶ Výkonnost výpočetní techniky bylo nutné sledovat zejména na předchozích verzích systému Windows (Win95, Win98) a nižších verzích *MDM*.

parametrizovaného výpočtu pro každou zvolenou interakci. Postupové schéma parametrizace je algoritmizováno v návaznosti na obr. 2.10:



Obr. 2.10 Schéma průběhu parametrizace vazby $a_{VybrPrvek_i,VybrPrvek_j}$

kde

pp

počet parametrizovaných výpočtů,

Par

aktuální index parametrizovaného výpočtu,

Obd

aktuálně zpracovávané období,

p

počet zpracovávaných období,

$VybrPrvek_i$,

$VybrPrvek_j$

určení polohy vazby pro parametrizaci v matici A ,

$a_{VybrPrvek_i,VybrPrvek_j}$

interakce určená k parametrizaci,

Archivace výsledků

proces zálohování výsledků aktuálně vypočtené

parametrizace pro následné grafické zpracování,

$\oplus$

pokračování algoritmu při pozitivním vyhodnocení podmínky

$\otimes$

pokračování algoritmu při negativním vyhodnocení

podmínky

Start

počátek výpočetního cyklu

Konec

konec výpočetního cyklu po zpracování všech

parametrizací

Zpracuj(Obd)

vlastní výpočet aktuální časové periody

Záznam zadání pro parametrizovaný výpočet obsahuje symbolicky následující povinné údaje:

$$P = (VybrPrvek_i, VybrPrvek_j, Poc, Kon, KrokPar, pp) \quad (2.7)$$

kde

P

popisovaný parametrizovaný výpočet,

$VybrPrvek_i$,

$VybrPrvek_j$

určení řádkové a sloupcové pozice vazby pro parametrizaci v interakční matici A ,

Poc

spodní číselná hranice parametrizovaného intervalu vybrané vazby a_{ij} , kterou začíná výpočet,

<i>Kon</i>	horní číselná hranice parametrizovaného intervalu vybrané vazby a_{ij} , kterou je ukončen cyklus výpočtu,
<i>KrokPar</i>	hodnota, o kterou se bude lišit vybraná interakce mezi jednotlivými výpočty,
<i>pp</i>	celkový počet parametrizovaných propočtů, v matici <i>A</i> .

Vstupní data pro parametrizaci je možné zadávat také pomocí dialogu (viz obr. 11.1 v [7]). Záznam pro výpočet specifikuje jakou vazbou se má zabývat a jakém číselném intervalu. Vlastní výpočetní postup na počátku nejprve zálohuje původní strukturu matice *A*. Do zvolené interakce je dosazena hodnota z dolní hranice číselného intervalu (*Poc*), který bude parametrizován. S touto hodnotou je spočtena první parametrizace $P(1)$ a archivovány příslušné výsledky. V následujícím kroku je aktuální hodnota vazby $a_{VybrPrvek_i, VybrPrvek_j}$ modifikována krokem parametrizace (*KrokPar*). Pak probíhá výpočet s touto hodnotou, následuje archivace výsledků a celý proces se opakuje až do okamžiku, kdy je dosaženo hodnoty horní hranice parametrizovaného intervalu (*Kon*). Výsledky je možné analyzovat manuálně nebo použít vestavěný nástroj prostředí *MDM* pro jejich grafickou interpretaci pomocí prostorových grafů. Věcné závěry z výpočtu jsou úlohou pro zpracovatele modelu. Pokud je zvolena významná interakce pro parametrizaci, může dojít k výrazným změnám i při malém rozsahu parametrizovaného intervalu (*Poc*, *Kon*). Pokud nebudou grafické výstupy jednotlivých prvků vykazovat výrazné změny v trendech vývoje standardů, jedná se patrně o pozici, která nemá nosný význam z hlediska řízení a ladění modelované úlohy.

2.2 Rozšířené řídicí nástroje

Základní výpočetní verze *MDM* poskytuje pro řízení a ladění modelu manažerské zásahy prostřednictvím matice *B*, intervence jednotlivých vazeb a externí zásahy do spočtených standardů prvků. Z definovaných seznamů intervencí je možné použít pouze určitý počet pro výpočet. Rozsahy těchto kolekcí jsou však v rámci jednotlivých výpočtů konstantní. Znamená to, že jsou neustále uvažovány i v případech, kdy to již není nezbytně nutné nebo kdy to dokonce již neprospívá vzhledem k aktuálnímu vývoji trendů jednotlivých prvků v modelu. Z toho důvodu jsou v modelu zpracovány řídicí zásahy, které jsou aktivovány na základě vyhodnocení definovaných událostí. Jedná se o *podmíněné externí vlivy* a *podmíněné intervence vazeb*.

2.2.1 Podmíněné externí vlivy

Použití běžných externích vlivů je popsáno v kapitole 2.1.2. V základní verzi je definován časový okamžik, ve kterém se má účinek intervence Ex_k projevit. Tento okamžik může být jednorázový $Ex_k(t) = \langle Ex_k(Start); Ex_k(Start) \rangle$ nebo se může jednat o delší časový interval definovaný jako $Ex_k(t) = \langle Ex_k(Start); Ex_k(Konec) \rangle$, ve kterém dochází k aplikaci Ex_k^{modif} . Uvedená definice nemusí být vždy zcela vhodná. V některých případech je třeba aplikovat účinky externího vlivu Ex_k při výskytu definované události, aniž bychom přitom znali přesně okamžik nebo časový interval, ve kterém tato událost nastane. Hovoříme o definici **podmíněného externího zásahu**. Podmíněnost je určena zvolenou typovou událostí, která konkrétní zásah doprovází. Parametry podmíněných externích zásahů pro výpočet jsou uvedeny ve (2.8) a (2.9) a zapíšeme je jako

$$PEx_k = (i, Active, Event, Value, Min, Max, Start, End) \quad (2.8),$$

$$PEX = |PEx_1, PEx_2, \dots, PEx_n| \quad (2.9),$$

kde

PEX	seznam popisující jednotlivé podmíněné externí zásahy,
i	index prvku, na který bude podmíněný externí zásah aplikován,
k	index podmíněného externího zásahu,
$Active$	logická proměnná určující, zda je zásah aktivní pro výpočet ($Active=TRUE$), či nikoliv ($Active=FALSE$),
$Event$	definice typově předvolené události, podmiňující aplikaci externího zásahu,
$Value$	číselná hodnota podmíněného externího zásahu, o kterou bude opravena v aktuální časové periodě spočtená hodnota standardu $x_i(t)$,
Min	požadované minimum standardu prvku pro definici typově předvolené události $Event$,
Max	požadované maximum standardu prvku pro definici typově předvolené události $Event$,
n	celkový počet podmíněných externích vlivů v seznamu pro výpočet,
$Start$	počáteční časový interval pro zahájení aplikace podmíněného externího vlivu,
End	koncový časový interval pro ukončení aplikace podmíněného externího vlivu.

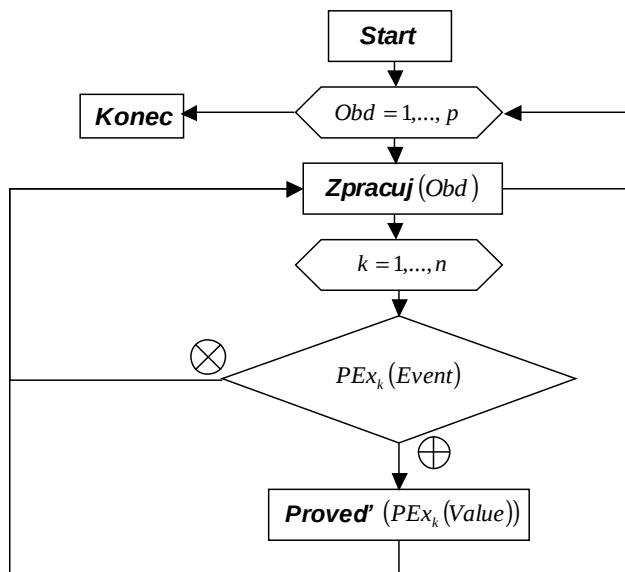
Některé parametry v (2.8) a (2.9) popisují podmíněný externí zásah a jsou shodné s parametry uvedenými v obr. 2.7. Nový údaj *Active* specifikuje, zda je konkrétní podmíněný externí zásah aktivní pro výpočet, či nikoliv. Pomocí tohoto přepínače je možné snadno porovnávat stavy výpočtů s externími zásahy a bez nich. Celkový seznam zásahů může být rozsáhlejší a pro výpočet lze aktivovat pouze některé PEx_k . Parametr *Event* specifikuje typovou událost, při jejímž výskytu bude podmíněný externí zásah PEx_k aplikován. Součástí záznamu *Min* a *Max* jsou veličiny, na které se odkazuje vyhodnocování definované události *Event*. Aktuálně jsou v podmíněných externích vlivech *MDM* zpracovávány následující události

- I. pokles standardu prvku pod definované minimum $PEx_k(Min)$,
- II. překročení standardu prvku nad definované maximum $PEx_k(Max)$,
- III. udržení vývoje standardu prvku mezi definovaným minimem a maximem, tj. v intervalu $\langle PEx_k(Min); PEx_k(Max) \rangle$.

Jednotlivé události zpracovávají parametry zásahu ze (2.8), zejména *Min* a *Max*. Pro zadání typu události se používají standardní ovládací prvky uvedené na obr. 9.1 v [7]. Seznam jednotlivých typových událostí je navržen jako otevřená kolekce, kterou je možné libovolně do vyšších verzí *MDM* průběžně doplňovat libovolně podle požadavků prakticky zpracovávaných úloh. V nižších verzích *MDM*⁷ nebyly podmíněné externí zásahy do výpočtu vůbec implementovány.

⁷ od verze 1.0 až do verze 1.8

Algoritmus aplikování podmíněných externích zásahů ve výpočtu funguje obdobně jako prosté externí zásahy na obr. 2.7. Cyklus pro PE_{x_k} je zobrazen na obr. 2.11,



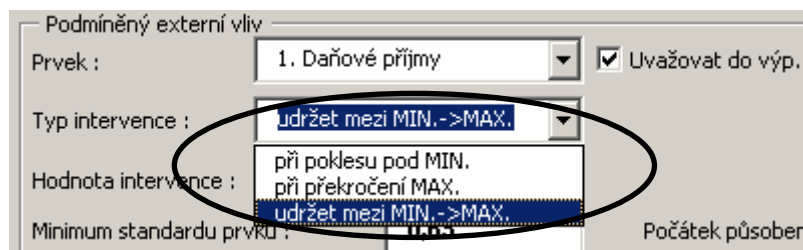
Obr. 2.11 Schéma spouštění podmíněných externích zásahů PE_{x_k}

kde

p	počet propočítávaných časových intervalů,
k	index podmíněného externího vlivu,
Obd	aktuálně zpracovávaná časová perioda,
PE_{x_k}	seznam popisující jednotlivé externí vlivy,
n	celkový počet zadaných podmíněných externích vlivů,
$PE_{x_k}(Event)$	typově předvolená událost podmiňující uplatnění externího vlivu $PE_{x_k}(Value)$,
$PE_{x_k}(Value)$	intenzita podmíněného externího vlivu,
⊕	pokračování algoritmu při pozitivním vyhodnocení podmínky
⊗	pokračování algoritmu při negativním vyhodnocení podmínky
Start	počátek výpočtu zadaného časového intervalu,
Zpracuj(Obd)	vlastní výpočet aktuální časové periody pomocí jádra MDM,
Konec	konec výpočtu po ukončení zadaného počtu časových period,
Proved'(PE _{x_k} (Event))	vlastní aplikace definované hodnoty podmíněného externího vlivu.

Po spuštění výpočtu je prováděn cyklus výpočtového jádra MDM pro každou časovou periodu t . Na konci vypočteného období je testován celkový seznam podmíněných externích vlivů v cyklu pro $k = 1, \dots, n$ s aktuální časovou periodou t a aktivitou zásahu $PE_{x_k}(Active)$ ⁸.

⁸ Testovány jsou všechny definované zásahy. Do výpočtu jsou uvažovány pouze ty, které jsou aktivní ($PE_{x_k}(Active)=TRUE$).



Obr. 2.12 Volba typově předdefinované události $PE_{x_k}(Event)$ pro aplikaci podmíněného externího vlivu.

Pokud se jedná současně o okamžik, kdy nastala definovaná událost $PE_{x_k}(Event)$, bude výsledná hodnota standardu opravena ve vztahu k vzniklé situaci (obr. 2.11). Při definovaných událostech uvedených na obr. 2.12 nastávají celkem 3 režimy jejich vyhodnocení. Pokud spočtený standard prvku $x_i(t)$ poklesne pod definované minimum $PE_{x_k}(Min)$, bude hodnota standardu $x_i(t)$ nahrazena hodnotou $x_i(t) + PE_{x_k}(Value)$. Proces představuje pozitivní externí zásah standardu $x_i(t)$ pro prvek i . Událost můžeme chápat jako ověřování nejnižší akceptovatelné hodnoty $x_i(t)$, pod kterou není možné ve fungování modelu poklesnout.

$$X_i(t) \Rightarrow X_i(t) + PE_{x_k}(Value) \quad (2.10)$$

Pokud spočtený standard prvku $x_i(t)$ překročí definované maximum $PE_{x_k}(Max)$, bude hodnota standardu $x_i(t)$ nahrazena hodnotou $x_i(t) - PE_{x_k}(Value)$. Zásah představuje negativní externí vliv na vývoj standardu $x_i(t)$. Pro představu se může jednat například o překročení kapacitní hranice (výroby, transportního systému, skladovacího prostoru apod.) pro příslušný prvek modelu, které v praxi nesmí nastat⁹.

$$X_i(t) \Rightarrow X_i(t) - PE_{x_k}(Value) \quad (2.11)$$

Třetí definovaný typ události zajišťuje, že vypočtený standard prvku se bude udržovat v definovaném intervalu $\langle PE_{x_k}(Min); PE_{x_k}(Max) \rangle$. Při poklesu pod zvolenou hranici $PE_{x_k}(Min)$, bude výsledná hodnota standardu nastavena na $X_i(t) = PE_{x_k}(Max)$ a opačně při překročení definovaného maxima bude $X_i(t) = PE_{x_k}(Min)$. Symbolicky zapsáno jako

$$IF((X_i(t) < PE_{x_k}(Min))) THEN (X_i(t) = PE_{x_k}(Max)) \quad (2.12)$$

$$IF((X_i(t) > PE_{x_k}(Max))) THEN (X_i(t) = PE_{x_k}(Min)) \quad (2.13)$$

Zápisy 2.12 a 2.13 je možné sjednotit do jediného výrazu

$$IF((X_i(t) < PE_{x_k}(Min))) THEN (X_i(t) = PE_{x_k}(Max)) ELSE (X_i(t) = PE_{x_k}(Min)) \quad (2.14),$$

kde

$IF(...THEN...ELSE...)$ bloky vyhodnocování logického výrazu,
 $X_i(t)$ hodnota standardu prvku i v aktuální časové periodě t ,
 I index zvoleného prvku pro aplikaci podmíněného externího zásahu,
 k index testovaného podmíněného externího vlivu,

⁹ Management projektu musí přijmout opatření k nápravě vzniklého stavu (redukce výroby, redukce dopravy, uvolnění skladových kapacit apod.).

t	aktuálně zpracovávaná časová perioda,
$PE_{x_k}(Min)$	požadované minimum pro standard prvku v definici typové události <i>Event</i> ,
$PE_{x_k}(Max)$	požadované maximum pro standard prvku v definici typové události <i>Event</i> ,
$PE_{x_k}(Value)$	číselná hodnota podmíněného externího zásahu, o kterou bude opraven v aktuální časové periodě spočtený standard $X_i(t)$.

Všechny výše uvedené výpočty v (2.11) až (2.14) musí probíhat současně, když je aktuální časová perioda v intervalu $\langle Ex_i(Start); Ex_i(End) \rangle$. Test aktuálnosti období, test aktivity a zpracování definovaných událostí se provádí přímo ve výpočtovém jádru *MDM*. Jediný podmíněný externí zásah je schopen nahradit několik běžných externích vlivů, u kterých by bylo zapotřebí navíc zjišťovat časové okamžiky k jejich aktivaci. Jedná se o velmi efektivní nástroj pro řízení modelu, který je náročný na dostupné zdroje pro svoji realizaci.

2.2.2 Porovnání řešení prostými a podmíněnými externími vlivy

Zavedení podmíněných externích vlivů je motivováno některými nevhodnými vlastnostmi původně navržených prostých externích zásahů. Základní varianta $Ex_k(t)$ je určena pro jednorázové regulování vývoje standardu prvku v jediné časové periodě t nebo v časovém intervalu $\langle Ex_i(Poč); Ex_i(Kon) \rangle$. Regulační zásah nereaguje na aktuální stav trendu vývoje. V případě změny trendu musí správce modelu manuálně upravit nové časové okamžiky aplikace prostých externích vlivů Ex , aby nedocházelo k jejich nevhodné aplikaci. Opakem je definování podmíněného externího zásahu $PE_{x_k}(t)$, který vyhodnocuje typově popsanou událost $PE_{x_k}(Event)$, podmiňující jeho následnou aktivaci. Na rozdíl od prostých $Ex_k(t)$ je podmíněný externí zásah $PE_{x_k}(t)$ realizován pouze v některých (do budoucna neznámých¹⁰) okamžicích výpočtu¹¹.

Tabulka 2.1 Porovnání prostých a podmíněných externích zásahů

Vlastnosti prostých externích vlivů	Vlastnosti podmíněných externích vlivů
- aplikují se na libovolný prvek modelu	
- aplikují se v libovolné časové periodě	- definují se na časovém intervalu
- nastávají vždy v definovaný časový okamžik	- nemusí se aplikovat ani jednou v definovaném časovém intervalu
	- aplikují se při splnění definované události
- aktivní musí být alespoň část z celkového seznamu externích vlivů	- lze nastavit aktivitu každého zásahu pro výpočet
- je možná kombinace s podmíněnými externími zásahy	- je možná kombinace s prostými externími zásahy
- počet definovaných zásahů není kapacitně omezen	

¹⁰ Výskyt časových period nebo intervalu, ve kterém dojde k uplatnění podmíněného externího vlivu je možné pouze odhadovat. Přesné údaje poskytne až simulační výpočet.

¹¹ Prosté regulační externí zásahy jsou realizovány vždy v určeném časovém intervalu $\langle Ex_k(Poč); Ex_k(Kon) \rangle$.

Při řízení modelu v rozšířené verzi *MDM* je možné kombinovat navzájem vlastnosti prostých a podmíněných externích vlivů.

2.2.3 Podmíněné intervence vazeb

Použití běžných intervencí vazeb je popsáno v kapitole 2.1.1. Vyskytuje se zde značná analogie k podmíněným externím vlivům PE_x , kterou budeme ve výkladu využívat a odkazovat se na ni. Původní *MDM* definuje okamžik, ve kterém se má účinek intervence vazby a_k^{modif} projevit. Tento okamžik může být stejně jako u externích vlivů jednorázový $a_k^{modif}(t)$ nebo se může jednat o časový interval $\langle a_k^{modif}(Start); a_k^{modif}(Konec) \rangle$, ve kterém dochází k aplikaci a_k^{modif} .

Uvedená definice nemusí být vždy zcela vhodná a jako u podmíněných externích vlivů je třeba aplikovat účinky intervencí vazeb při výskytu určité události, aniž bychom znali přesně budoucí časový okamžik, ve kterém tato událost nastane. Hovoříme pak o definici **podmíněné intervence vazby** v interakční matici *A*. Parametry podmíněných intervencí vazeb pro výpočet jsou uvedeny ve (2.15) a (2.16).

$$Pa_k^{modif} = (i, j, Active, Event, Value, Min, Max, Start, End) \quad (2.15),$$

$$Pa^{modif} = [Pa_1^{modif}, Pa_2^{modif}, ..., Pa_n^{modif}] \quad (2.16),$$

kde

Pa^{modif}

i, j

k

Active

Event

Value

Min

Max

n

Orig

Start

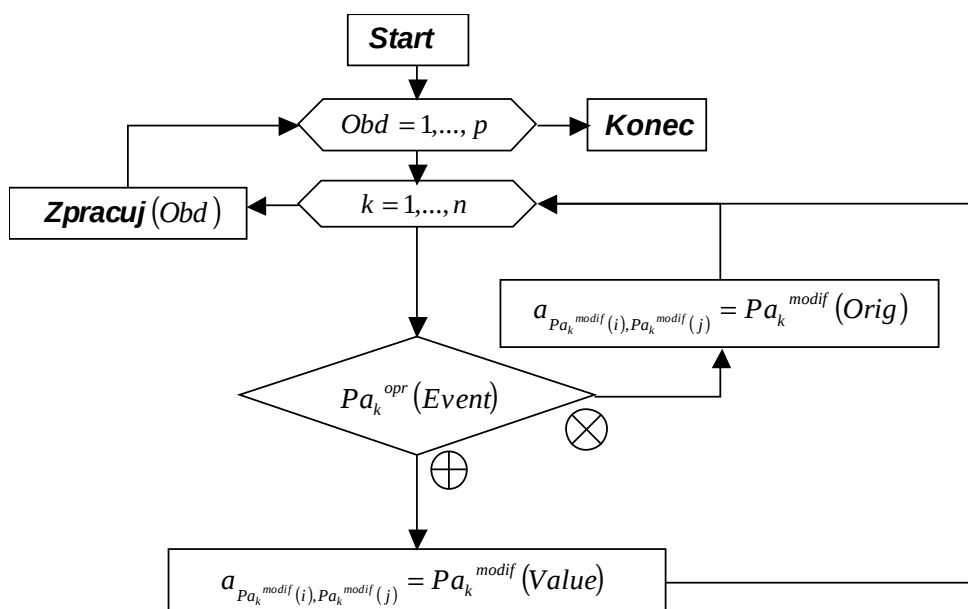
End

pole vektorů popisující jednotlivé podmíněné intervence vazeb,
pozice interakce v matici *A*, na který bude podmíněná intervence aplikována,
index podmíněné intervence v celkovém seznamu,
logická proměnná určující, zda je zásah aktivní pro výpočet (*Active=TRUE*), či nikoliv (*Active=FALSE*),
definice události, podmiňující aplikaci intervence vazby,
číselná hodnota podmíněné intervence vazby, která bude nahrazovat původní hodnotu interakce a_{ij} ,
požadované minimum standardu prvku pro definici události *Event*,
požadované maximum standardu prvku pro definici události *Event*,
celkový počet podmíněných intervencí vazeb v seznamu pro výpočet,
původní hodnota interakce navracená po ukončení vlivu intervence do struktury matice *A*,
počáteční časový interval pro zahájení aplikace podmíněné intervence vazby,
koncový časový interval pro ukončení aplikace podmíněné intervence vazby.

Některé parametry v (2.15) a (2.16) popisující podmíněnou intervenci vazeb jsou shodné s atributy uvedenými v (2.5) a (2.6). Nový logický údaj *Active* specifikuje obdobně jako u podmíněných externích vlivů, zda je konkrétní intervence vazby aktivní pro výpočet, či nikoliv. Pomocí tohoto přepínače je možné také snadno porovnávat stavy výpočtů s intervencemi vazeb a bez nich. Popis *Event* definuje typovou událost, při jejímž výskytu bude podmíněná intervence vazby Pa_k^{opr} aplikována. *Min* a *Max* jsou veličiny, na které se odkazuje vyhodnocování definované události *Event*. Aktuálně jsou v podmíněných intervencích vazeb zpracovány následující události

- I. pokles standardu prvku v předchozí periodě pod definované minimum $Pa_k(Min)$,
- II. překročení standardu prvku v předchozí periodě nad definované maximum $Pa_k(Max)$,
- III. udržení vývoje standardu prvku z předchozí periody mezi definovaným minimem a maximem $\langle Pa_k(Min); Pa_k(Max) \rangle$.

Jednotlivé události zpracovávají parametry zásahu ze záznamu (2.16), zejména $Pa_k(Min)$ a $Pa_k(Max)$. Pro zadání typové události se používají standardní ovládací prvky jako pro podmíněné externí vlivy uvedené na obr. 2.12. Seznam jednotlivých událostí $Pa_k(Event)$ je navržen jako otevřený a je možné jej libovolně do vyšších verzí MDM průběžně doplňovat podle potřeb prakticky řešených úloh¹². Algoritmus aplikování podmíněných intervencí vazeb Pa_k funguje obdobně jako prosté intervence interakcí matice A a je uveden na obr. 2.13



Obr. 2.13 Schéma spouštění podmíněných intervencí vazeb Pa_k^{modif} .

kde

p

počet propočítávaných období,

Obd

aktuálně zpracovávané období,

Pa^{modif}

seznam zadaných podmíněných intervencí,

n

celkový počet zadaných podmíněných intervencí vazeb a_{ij}

matice A ,

k

index intervence ze zadaného seznamu,

Pa_k^{modif}

konkrétní vybraný prvek ze souboru zadaných intervencí,

a_{ij}

prvek interakční matice A ,

$Pa_k^{modif}(Start)$

počátek intervalu působení podmíněné intervence vazby a_{ij} ,

$Pa_k^{modif}(End)$

konec intervalu působení podmíněné intervence vazby a_{ij} ,

$Pa_k^{modif}(Value)$

hodnota podmíněné intervence vazby nahrazující hodnotu interakce a_{ij} v matici A ,

¹² Až do verze MDM 1.8 nebyly podmíněné intervence vazeb do výpočty implementovány.

$Pa_k^{modif}(Orig)$	původní hodnota intervence vazby navracena zpět do matice A ,
$Pa_n^{opr}(i), Pa_n^{opr}(j)$	pozice a_{ij} umístění podmíněného zásahu v matice A ,
$\oplus$	pokračování algoritmu při pozitivním vyhodnocení podmínky
$\otimes$	pokračování algoritmu při negativním vyhodnocení podmínky
<i>Start</i>	počátek výpočtu zadaného časového intervalu,
<i>Zpracuj(Obd)</i>	vlastní výpočet aktuální časové periody pomocí jádra MDM ,
<i>Konec</i>	konec výpočtu po ukončení zadaného počtu časových period,

Po spuštění výpočtu je prováděn cyklus ve výpočtovém jádru MDM pro každou časovou periodu t . Na počátku vypočteného období je testován seznam podmíněných intervencí vazeb s aktuálním časem t a s aktivitou $Pa_k^{modif}(Active)$. Pokud se jedná současně o okamžik, kdy byla pozitivně vyhodnocena definovaná typová událost $Pa_k^{modif}(Event)$, bude zvolená pozice v matici A upravena ve vztahu k vzniklé situaci. Události pro podmíněné intervence vazeb jsou typově shodné jako v případě podmíněných externích vlivů PE_x a jsou uvedeny na obr. 2.12. Při jejich definicích nastávají celkem 3 režimy vyhodnocení. Pokud spočtený standard v předchozí periodě $X_i(t-1)$ poklesne pod definované minimum $Pa_k^{modif}(Min)$, bude hodnota původní interakce v matici A nahrazena hodnotou $a_{ij} + Pa_k^{modif}(Value)$. Proces představuje pozitivní externí zásah do interakce a_{ij} . Událost můžeme chápat jako řídicí zásah při dosažení nejnižší akceptovatelné hodnoty standardu $X_i(t-1)$.

$$a_{ij}(t) = a_{ij}(t) + Pa_k(Value) \quad (2.17)$$

Pokud spočtený standard $X_i(t-1)$ překročí definované maximum $Pa_k^{modif}(Max)$, bude hodnota interakce v matici A nahrazena hodnotou $a_{ij} - Pa_k^{modif}(Value)$. Zásah představuje negativní vliv do vývoje standardu $x_i(t)$.

$$a_{ij}(t) = a_{ij}(t) - Pa_k(Value) \quad (2.18)$$

Třetí definovaný typ události popisuje, že spočtený standard se bude testovat v definovaném intervalu $\langle Pa_k^{modif}(Min); Pa_k^{modif}(Max) \rangle$. Při poklesu v předchozí periodě pod definovanou hranici $Pa_k^{modif}(Min)$, bude výsledná hodnota interakce vazby rovna $Pa_k^{modif}(Max)$ a opačně při překročení definovaného maxima bude $a_{ij}(t) = Pa_k^{modif}(Min)$.

$$IF((x_i(t-1) < Pa_k^{modif}(Min)) THEN (a_{ij}(t) = Pa_k^{modif}(Max))) \quad (2.19)$$

$$IF((x_i(t-1) > Pa_k^{modif}(Max)) THEN (a_{ij}(t) = Pa_k^{modif}(Min))) \quad (2.20)$$

Zápisy (2.19) a (2.20) je možné sjednotit do jediného výrazu

$$IF((x_i(t-1) < Pa_k^{modif}(Min)) THEN (a_{ij}(t) = Pa_k^{modif}(Max)) ELSE (a_{ij}(t) = Pa_k^{modif}(Min))) \quad (2.21),$$

kde

$IF(...THEN...ELSE...)$ bloky vyhodnocování logického výrazu,
 $x_i(t-1)$ hodnota standardu prvku i v předchozí časové periodě ($t-1$),
 i řádková pozice pro zavedení podmíněné intervence v interakční matici A ,

j	sloupcová pozice pro zavedení podmíněné intervence v interakční matici A ,
t	aktuálně zpracovávaná časová perioda,
k	index intervence ze zadaného seznamu,
$Pa_k^{modif}(Min)$	požadované minimum standardu prvku pro definici typové události <i>Event</i> ,
$Pa_k^{modif}(Max)$	požadované maximum standardu prvku pro definici typové události <i>Event</i> ,
$Pa_k^{modif}(Value)$	hodnota podmíněné intervence vazby nahrazující hodnotu interakce v matici A .

Všechny výše uvedené výpočty ve (2.17) až (2.21) musí probíhat současně, když je aktuální časová perioda v intervalu $\langle Pa_k^{modif}(Start); Pa_k^{modif}(End) \rangle$. Test aktuálnosti období, test aktivity a zpracování definovaných událostí se provádí přímo ve výpočtovém jádru *MDM*.

2.3 Řízení technicko-ekonomických procesů a kvantový prostor jeho realizace

Řízení, tak jak je prezentováno dále, je hledání nových prostorů expanse, jeho východiskem jsou prostory existující. Komplexně bývá úspěšná dynamika hledání a expanse nazývána rozvojem. Technicko-ekonomické procesy vesměs při své realizaci nepřecházejí znovu do již existujících známých stavů, jednotlivé stavy se věcně neopakují.

Každé reálné řízení vychází z existujícího prostoru a jeho podmínek. Je popisem stávajících technicko-ekonomických objektů nebo skutečností, které jsou nebo mohou být řízeny. Každý popis je možné redukovat na datový soubor. Interpretačně pak na datové parametry objemové (kvantové) a datové parametry charakterizující jejich možné změny (virtuální změny). Pro jednotlivé objemové parametry (kvanta) hledáme způsob, jak zajistit postupy rozpoznávající, kdy jsou schopny vytvářet virtuální změny vedoucí k rozvoji.

Ekonomické objekty jsou vyjadřovány v jejich technické – materiální realizaci v čase, objemovými parametry. Vytváříme hodnoty, které mají své geometrické proporce výšek, délek, šířek ale i hmotností, celkových nákladů, celkových energetických spotřeb. Hovoříme o objemových technicko-ekonomických parametrech.

Řízení jako disciplína nehledá existující objemové veličiny, ty mu byly v nějaké formě svěřeny. Byly svěřeny jako hmotný majetek odpovědné osobě, správě města jako jeho technický stav, projektantovi urbanistického návrhu jako existující urbanistické řešení města nebo území. Ani projektant zcela nového technického objektu, nebo obecně nové technicko-ekonomické inovace nebyl ušetřen převzetí informací o existujících objemových parametrech využitelných pro jeho budoucí řešení. Projektant, konstruktér, velmi dobře zná referenční objemová data mnoha existujících řešení, v jiném geografickém místě, jiném historickém čase. Obdobně i spotřebitel ekonomických statků zná objemové parametry existujících výrobků které poptává a spotřebovává. Z těchto důvodů je v ekonomické teorii žádoucí rozlišit objemové a od objemů odvozené parametry.

Pro řízení existenci takových informací předpokládáme. Výkonnost kvalifikovaného řízení závisí na schopnosti rozšířit existující objemové informace o charakteristiku možných změn objemových parametrů. Řízení

hledá nástroje jak provádět účelně ohodnocení a vyhodnocení možných změn v čase. Je skutečností, že pro celou řadu aplikací je obtížné komplexně zjistit parametry potenciálních změn objemových veličin. Kdyby tomu tak obecně nebylo, bylo by snadné vytvářet nová řešení a inovovat existující výrobky.

Při vytváření nových řešení modifikujeme objemové parametry délek, šířek,..., množství, plochy, počtu pracovníků, investičních nákladů, provozních nákladů, obecně *řiditelných parametrů* řešených úloh. V oddíle 2.4 je verbálně prezentovaná teorie převedena do symbolického strukturovaně vyjádřeného modelu.

2.4 Mikroekonomika technicko-ekonomického věcného detailu a její řízení

Mikroekonomika věcného detailu je kvantového charakteru. Vytvářené materiální hodnoty jsou poskytovány v kvantech přesně vymezených objemů. Řízení na druhé straně probíhá v dimenzi změn existujících *kvant*.

Makroekonomické procesy probíhají v čase jako agregátní veličiny. Realizují se jako spojitý průběh symbolických veličin v homogenním prostoru. Rozlišení času t jako dimenze makroekonomických procesů a τ jako dimenze mikroekonomických procesů by nebylo správným pojetím problému. Děje probíhají ve dvou věcných úrovních. Jednou jsou makroekonomické *agregáty* veličin a druhou jsou *mikroekonomické* popisy reality v technickými nástroji. Na makroekonomické úrovni mluvíme o *elasticitě* jednotlivých parametrů. Na technicko-mikroekonomické úrovni byl zaveden *pojem změny*. V MDM užít pojem *změna standardů objemových* veličin vycházející z vlastností skladebných prvků. Vlastnosti jsou jako celek označeny jako virtuální řídicí vlastnosti. Je jistě možné formulovat teoretická východiska, rozhodující je výsledný efekt a jeho užitek pro výsledné řešení. Výsledné řešení je takové řešení, které může být ekonomicky ve fázi návrhu hodnoceno a následně i ve fázi komerční realizace ekonomicky zhodnoceno. Jinými slovy, po analýze nutně musí následovat syntéza. Dekomponové vlastnosti musí být využitelné pro vytvoření syntetického objemového řešení. Každá skladebná část modelu řešení (tím i MDM modelu) je složena z prvků s kvantovým (objemovým) a na jejich základě odvozených, virtuálních (změnových) charakteristik. Každý prvek zavedený do modelu je autonomního charakteru.

Vystihující a problém přibližující je do jisté míry dále uváděný postřeh z fyziky. Co si myslí jednotlivá molekula o druhém termodynamickém zákoně?

Every heat engineer knows he can design his heat engine reliably and accurately on the foundation of the second law [of thermodynamics]. Run alongside one of the molecules, however, and ask it what it thinks of the second law. It will laugh at us. It never heard of the second law. It does what it wants. All the same, a collection of billions upon billions of such molecules obeys the second law with all the accuracy one could want.'

John Archibald Wheeler

Prostor, který se vytváří při realizaci reálných ekonomických procesů je určitým *objemovým (kvantovým) prostorem spotřeby zdrojů v čase*. Věcně jsou průběhy realizace podmíněny ekonomickými požadavky na rozvoj a technickými standardy požadovaných realizací. Dominující jsou nicméně rozhodovací kritéria, která budou použita. Modely technicko-ekonomických dějů mají

v tradiční analytické formě ve svém deskriptivním pozadí nástroje, jejichž základním předpokladem je *spojitost prostředí* v němž je úloha řešena.

Model použitý v *MDM* řeší pouze z části kvantitativní vztahy. Z valné části se zabývá kvalitativními vztahy (diference, změny objemů, trendy, přírůstky,...). Využívá simulačních postupů pro popis úloh diferenciálního nebo diferenčního počtu. *MDM* na rozdíl od klasických úloh, které předpokládají určitou míru spojitosti *průběhu popisovaných vztahů v čase*, umožňuje propočty s nespojitými parametry, náhodnými vlivy apod. *MDM* se tak přibližuje skutečným probíhajícím v mikroekonomických procesech.

Dosavadní aplikace v řídicí praxi pracují hojně s analytickou představou popisu *kvantitativních* nebo vybraných *kvalitativních* vztahů. Většina z nich nicméně neobsahuje vestavěné *rozhodovací* mechanismy zaměřené na možné *řídicí zásahy*, které lze z modelu odvodit. Celá řada modelů zůstává vzdálena představě, že model může být předmětem řízení.

Cílem řízení není zdůvodňování již existujících řešení. Řízení má vytvářet a vyhodnocovat nové možnosti, návaznosti a vývojové trendy. Vyhodnocovat znamená doporučovat volbu návazností v postupech. Jedná se o vytváření řetězců procesů jako strategií řešení. Cílem je navrhnout ekonomiku řízení jako postupu, který *spoluvytváří* technicko-ekonomická řešení.

Je skutečností, že ekonomika rozvoje na rozdíl od technických věd prezentuje hodnoty do jisté míry pomíjivého zájmu. Hodnoty, které mizí v čase a jiné narůstají. Ekonomika rozvoje na jedné straně potřebuje popis univerzálních vlastností, na druhé straně mění své zájmy a cíle v čase. Zdařilé technické dílo naopak vytváří relativně *dlouhodobě udržitelné (fyzicky přítomné) hodnoty* v čase. V této skutečnosti je třeba spatřovat smysl hodnocení technicko-ekonomických řešení z hlediska životního cyklu a udržitelnosti hodnot.

Úvahy o rozvoji jsou nepominutelným způsobem spojeny s predikcí očekávaného vývoje. Jedná se o důsledky účinnosti potenciálních řídicích procesů a účinků řídicích zásahů. Celá řada rozhodnutí, která se týkají ovlivňování infrastruktury řešených úloh, pracovního potenciálu, hlavních výrobních technologií, mají dlouhodobý charakter. Podrobněji o teorii řídicích modelů pojednává práce *Dynamický harmonogram*¹³.

Často se setkáváme se skutečností, že jednotlivá řešení s dlouhodobým časovým dosahem jsou realizována značně náhodně. Je to způsobováno tím, že adresnost nákladů z titulu přijatých rozhodnutí je u většiny krátkodobých eventuelně střednědobých rozhodnutí jednoznačně dána. U rozhodnutí s dlouhodobým dosahem je řada nákladů rozhodovací transakce posunuta na vzdálené časové horizonty. Jejich budoucí nositel není v době vytváření rozhodnutí vždy jednoznačně přiřazen (typické pro ekologická poškození), nebo je náklad časově tak vzdálen, že je považován za náklad hypotetický nebo za okrajový.

2.5 Struktura řídicích a řízených modelů (stručné shrnutí)

Pro konstrukci modelů (elementárních **P**, návazných **N**, plánových **S**) je žádoucí definovat nejen množiny aktivit **A** (množiny činností uvnitř modelu) a jejich kauzálních návazností **K** (2.22 charakterizuje matice **A**) s nimiž pracujeme jako s materiálním *řízeným modelem*, ale i struktury nadstavbového (odvozeného) charakteru. Patří k nim množiny *řídicích modelů* (**L**), struktury rozhodovacích procesů **D**, struktury kauzálních vztahů mezi modely **K**⁻.

¹³ Beran a kol.: Dynamický harmonogram. Academia, Praha 2002.

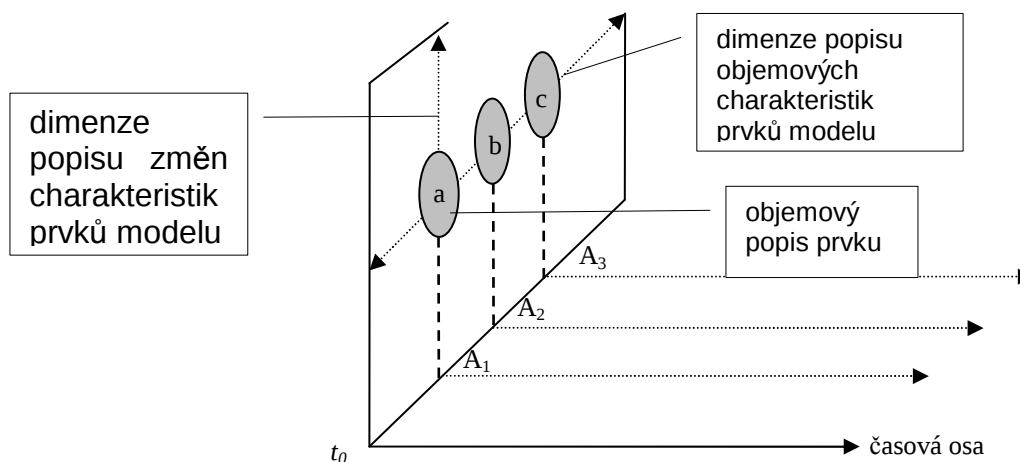
Konkrétním řízeným modelem P_i (nebo N_i , S_i) rozumíme v daném případě zvolenou úlohy popisující reálný proces. Jeho nadstavba formou samostatného *řídícího modelu* nebývá vždy řešena. Nezřídka je řešena (pouze) dílčím způsobem. Skutečností je, že většina úloh technicko-ekonomického charakteru vychází z analýzy dat. Metody a modely pro formalizaci stanovení objemových parametrů, (kvantových parametrů) jsou vesměs dobře formalizovány. (Údaje o fyzických vlastnostech, výkazy výměr, Množinu prvků popsaných na úrovni objemových parametrů označíme obecně jako A^Q , dále (v 2.22) charakterizovány jako $X(t)$). Objemové parametry jsou součástí popisu hmotných (reálných) technicko-ekonomických objektů, ve smyslu verbálního výkladu předcházejícího oddílu. Funkční řídicí model u celé řady aplikací není běžně k dispozici. Jeho formalizace velmi často chybí.

Tabulka 2.1

Virtuální řídicí moment A_i^{SQ} , jako změna k objemovému parametru A_i^Q	Intenzita změny a_{ij}	Náklad změny (mil. Kč)	Užitek změny (1–10)
A_1 ... Investiční náklad (v mil. Kč)	0,30	10	1
A_2 ... Provozní náklady (v mil. Kč)	0,05	3	5
...	...	...	...

Můžeme mluvit o různých stavech modelovaného procesu. Rozeznáváme: stabilitu, růstové a degradační fáze dynamického vývoje, cyklicky se opakující stavy. Popis je odpověď na vzniklé situace v zadání technické úlohy. Formalizace řídicích úloh je řešena cíleně s vazbou na individualitu vzniklé situace. Řídicí úlohy patří mezi úlohy náročné na formalizaci, tak na analýzu důsledky řídicích opatření (v technicko-ekonomických úlohách je spektrum problému zvlášť široké, bezpečnost, spolehlivost, právní důsledky, ekonomické důsledky nesprávných řídicích opatření).

Pro časové období t_0 jsou jednotlivé parametry potenciálních změn ke každému prvku z množiny **A** známy ze simulace. Ilustrační příklad pro několik prvků uvádí obr. 2.14.



Obr. 2.14 Popis prvku a jeho charakteristik

Každý časový interval realizované simulace je v modelech *MDM* vázán k možnosti uplatnění změn. Dosahované změny v jednotlivých t jsou

popisovány výstupem změn programového produktu. Celková změna pak je dána jako

$$\Delta X(t) = AX(t) + B \Delta X(t-1) + C. \quad (2.22)$$

Jejich vytvoření je ovlivňováno manažerskou maticí B a je závislé na velikosti změn z předcházejícího období prvku jako

$$B \Delta X(t-1). \quad (2.23)$$

Propočet může nabývat různých forem zpracování (formalizace). *MDM* užívá modifikovaných vztahů normujících měřítka veličin změn jednotlivých prvků X_i . Pro zpracování interpretačních příkladů je v *MDM* umožněno formulovat jednotlivé prvky matice (odlišme opět od množiny jednotlivých prvků modelu označených A) nejen jako konstanty a_{ij} nýbrž jako funkce, na příklad jako $a_{ij}(t)$. Matice $A(t)$ se pak stává nástrojem umožňujícím popis probíhajících změn, respektive nástrojem znázornění možných vývojových změn inovačních zásahů do řešení úlohy.

Interpretačně se v matici A nebo v $A(t)$ vytváří nástroj pro modelování dílčích komponent změn. Každá úloha je tak dekomponována do jednotlivých vlivů jejich skladby. Změna prvku A_i má své rozpoznatelné komponenty $\Delta(x_i(t) - x_i(t-1)) = a_{11}x_1(t-1) + a_{12}x_2(t-1) + \dots + a_{1n}x_n(t-1)$. Dohledání citlivosti jednotlivých komponent a_{ij} znamená, že může být vyhledán potenciál možných změn. Propojení citlivosti jednotlivých komponent s nákladovým oceněním změn představuje ohodnocení změny užitku řešení v čase t . Ilustrační příklad uvádí tabulka 2.1.

2.6 Virtuální řídicí momenty

Souhrnný termín, pro charakteristiky využitelné pro formulaci řídicích zásahů v řídicích modelech, je *virtuální řídicí moment*. Zahrnuje veškeré dostupné charakteristiky indikující kvalitativní parametry základní úlohy, která je charakterizována jako reálný proces P_i , N_i , S_i . Mezi charakteristiky této třídy lze zařadit na příklad

- determinant matic A , B ze vztahů (2.22) a (2.23),
- změny normy (délky) vektoru ΔX ze vztahů (2.22), (2.23) jako

$$\|\Delta X\| = \sqrt{\Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \dots + \Delta x_n^2}, \quad (2.24)$$

analogicky k absolutní hodnotě jednodimenzionální veličiny $|x|$,

- gradientům posuzovaných různých funkčních vztahů $f: R^n \rightarrow R$ identifikovaných jako relevantních pro formulaci řídicích zásahů, funkční vztahy mohou být podmíněny kompozicí více funkcí jako

$$f \circ g = f(g(x)) \quad (2.25)$$

$$\text{grad } f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial x_1} \\ \frac{\partial f}{\partial x_2} \\ \dots \\ \frac{\partial f}{\partial x_n} \end{pmatrix} \quad (2.26)$$

- Hessian jako charakteristika změn $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$

$$\nabla^2 f = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{pmatrix} \quad (2.27)$$

- Jakobian $\mathbf{J}f$ funkce $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ je matice jejích prvních parciálních derivací

$$\mathbf{J}f = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_1} & \frac{\partial f_1}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_1} & \frac{\partial f_2}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_m}{\partial x_1} & \frac{\partial f_m}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial f_m}{\partial x_n} \end{pmatrix} \quad (2.28)$$

- samostatnou skupinu tvoří indikátory svázané s optimalizačními algoritmy, duální řešení optimalizačních úloh
- jinou skupinu parametrů pro tvorbu virtuálních indikátorů tvoří vlastní čísla, vlastní vektory, choleskyho faktorizace a další.

Tam, kde je změna programovým záměrem, jako je tomu v řízení, inovování, změně konstrukce technického řešení, změně organizačních vztahů, změně technologie, představuje úloha modifikující matici A nebo $A(t)$ charakteristiku úspěšnosti řešení. Matice charakterizuje do jaké míry jednotlivé komponenty představují nástroj utváření změn.

Charakteristiku matice A , nebo matice $A(t)$ je možné konstruovat různými způsoby, jedním z nich je výpočet hodnoty determinantu $|A|$ respektive $|A(t)|$. Indikátory jako hodnota determinantu $|A| > 0$ představuje aktivní strukturu změn, $|A| = 0$ představuje strukturu s duplikujícími se (vzájemně závislými) vztahy.

Interpretačně se jedná o charakteristiku prostoru v němž se nástroje řešení úlohy pohybují.

Vyhledání vhodné strategie změn jednotlivých prvků a jejich standardů je otázkou optimalizace sekvence jednotlivých kroků při respektování nákladových limitů a respektování užitků jednotlivých změn. Schématicky uvedenou úlohu znázorňuje obr. 2.15 a obr. 2.16.

Virtuální řídicí momenty jsou v každé řídicí úloze využity pro potřeby řízení jiným způsobem. Interpretace řídicích momentů je závislá na charakteru úlohy, cílových parametrech a na míře zvládnutí věcné interpretace použitého modelu. V *MDM* je využití virtuálních charakteristik pro proces řízení cílových parametrů na úrovni prvních parciálních změn typu (2.28) s tím, že simulační přístup připouští propočet i pro partie s *quasi* nespojitými funkčními průběhy. Samostatnou úlohou je v *MDM* využití optimalizace pro navrhování změn technicko-ekonomických úloh.

2.7 Proces řízení a jeho externality

Pro zdůraznění skutečnosti, že změnou parametru a_{ij} nedochází pouze k hodnotové změně jednoho parametru, ale i změn souvislostí jeho vlastností je v obr. 2.15 uvedena každá změna jako změna prvků a jeho vlastností v komplexním pohledu. Použité označení prvků je $A_i, A_j, \dots$ s tím, že změny se mohou týkat substituce vlastností dosažitelných řešení prostřednictvím jednotlivých prvků (označení se liší od označení struktury matice A).

V praktických situacích je velmi obtížné vyčerpát a propočítat veškeré možnosti, které řešená úloha poskytuje. Je však možné zpřístupnit úvahu, která k návrhu řešení vedla. Usnadní se tak postup vytváření alternativních řešení i způsob jakým byly jednotlivé parametry a postupové kroky vyhodnoceny. Transparentnost takového řešení pak umožňuje analyzovat nejen dosažené výsledky, ale i účinnost jednotlivých postupových kroků, které k výslednému řešení vedly.

Definujme si *proces řízení* jako M . Pro zjednodušení situace popsány pouze na základě tzv. *návazných procesů* $N_i = \langle A, K \rangle$ ve smyslu dříve uvedeného výkladu v oddílu 2.3. Množina prvků A obsahuje jejich věcný popis U , závislost v čase Φ a množinou vlastností objemového a jemu přidruženého popisu Q . Množina K popisuje návaznosti jednotlivých prvků, které byly v modelu použity. *MDM* využívá pro návaznosti maticové vyjádření v hlavních rysech vycházející z (2.22), (2.23). Simulační propočet je proveden na základě aproximativního přístupu. Inikace vyhodnocující jednotlivé stavy prvků A_i v čase se opírá o propočty změn interpretovaných jako virtuální řídicí momenty A_i^{SQ} .

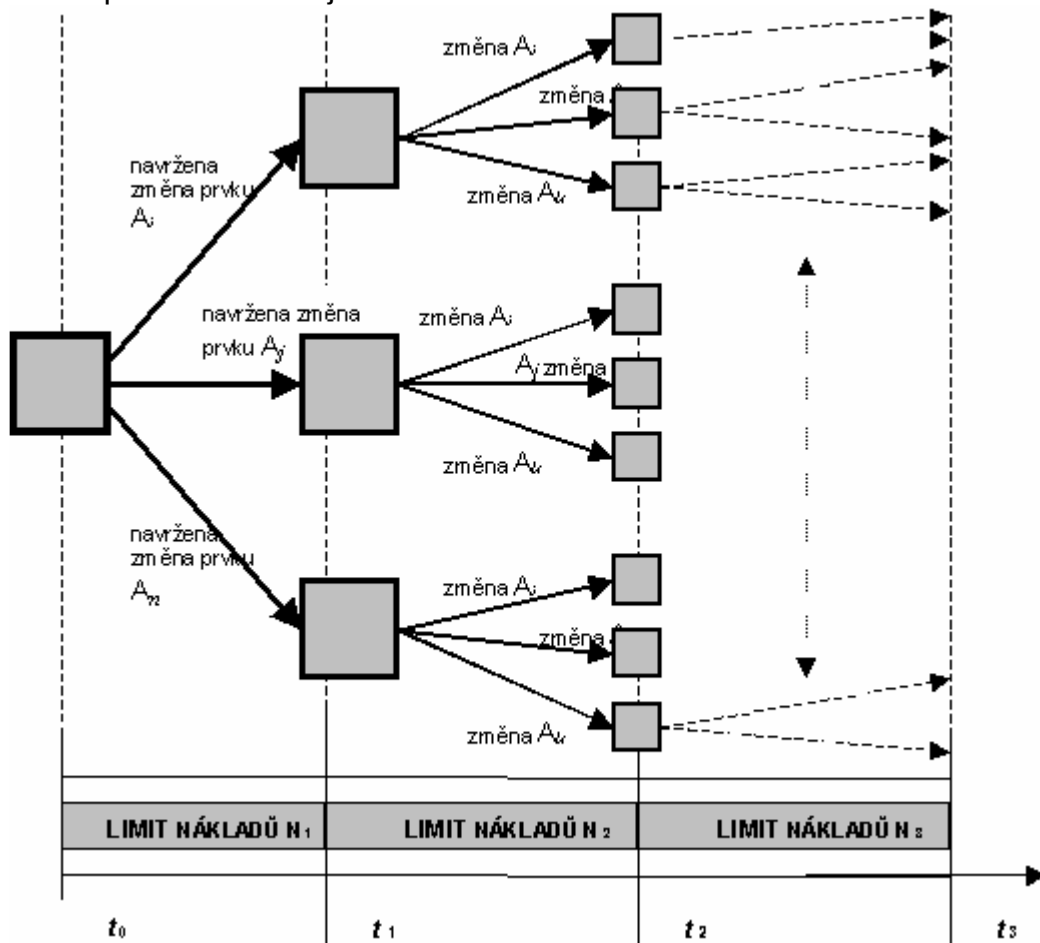
Dřívější výklad označil prvky za základní věcnou součást modelu úzce navazující na interpretaci zadání úlohy v grafu, jednotlivými uzly (viz grafy interpretačních modelů *MDM*). Vlastnosti jednotlivých prvků jsou charakterizovány *změnami*, které mohou být v rámci prvku uskutečněny. Každý prvek A_i umožňuje realizaci změn k určitému časovému okamžiku a vybrané charakteristice změny. Pro řízení procesů mají zvláštní význam změny realizovatelné v budoucnosti. Budeme je označovat jako virtuální (potenciální, možné) změny. Každý prvek pak disponuje v jednotlivých časových obdobích změnami prvního, druhého a vyšších řádů. Interpretačně je zde vazba na (2.26), (2.27), (2.28). Jejich využitelnost je dána možností jejich realizace do věcné objemové úrovně v časově dostupném horizontu. Pro aplikace v *MDM* byla využita první a druhá úroveň virtuálních řídicích momentů A_i^{SQ} . Aparát pro zhodnocení situace k vytváření změn v jednotlivých časových intervalech postupu řešení jako procesu se tak prohlubuje. Vytvoření vhodného řešení pro změnu existujícího vývojového trendu procesu je otázkou hodnocení možností. Nástroje pro hodnocení jsou v *MDM* dány propočtem nazvaným hodnocení na základě *racionálního očekávání*. V dále uváděném strukturovaném zápisu (2.29) se jedná o nástroj rozhodování v modelu řízení označeném jako C^- . Konstrukce rozhodovacích faktorů F^- a způsobu jejich ohodnocení v jednotlivých časových intervalech simulačního propočtu je technickou otázkou zvoleného propočtu. Struktura úlohy řídicího modelu je symbolicky popsána jako L , její specifikace není v *MDM* samostatně řešena. Komunikaci mezi řízeným a řídicím modelem zprostředkovává kauzální vztah K^- .

2.8 Symbolické strukturované vyjádření procesů řízení

V symbolickém zápisu má proces řízení založený na objemových parametrech následující formu

$$\mathcal{M}_N = \left\{ \begin{array}{l} M_i^N | M = [\langle \varphi(t, P, L) | D^{\sim} \rangle | K^{\sim}], N = \langle A, K \rangle, \\ A = \langle U, D, Q \rangle \\ K = \langle V, \Delta, \varepsilon \rangle \\ L = \langle \cdot \rangle \\ K^{\sim} = \langle V^{\sim}, \Delta^{\sim}, \varepsilon^{\sim} \rangle \\ C^{\sim} = \langle F^{\sim}, d(h) \rangle \end{array} \right\} . \quad (2.29)$$

Proces řízení na úrovni návazného procesu M_i^N se realizuje, jsou-li vyděleny a samostatně definovány rozhodovací postupy výběru variantních řešení možných řídicích zásahů označených jako $\varphi(t, P, L)$ pomocí rozhodovacích mechanismů. *Rozhodování $C^{\sim}$* je důležité k realizaci cílového zaměření. Bez něho by proces řízení mohl využívat pouze regulativních rozhodovacích postupů $C^{\sim}$ uvnitř L . Slabinou řešení ve smyslu zápisu (2.29) je, že spočívá pouze na parametrech objemového charakteru.



Obr. 2.15 Vývojové fáze řešení

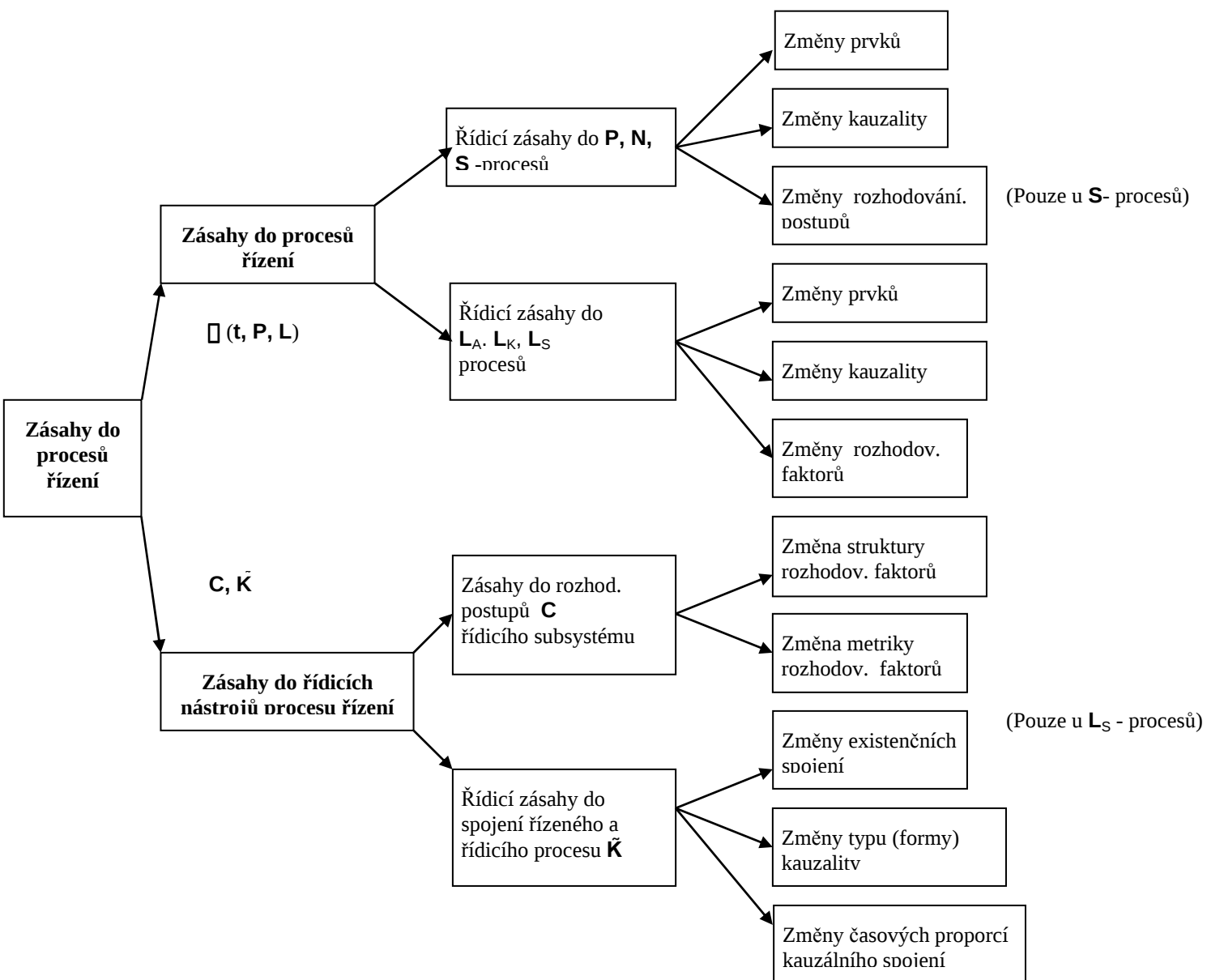
Cílevědomé vytváření L vede k náročným ovlivněním struktury v níž se bude utvářet hypotéza o možných pohybech navrhovaných řídicích opatření v čase (viz. obr. 2.15). Vytvořit účinný a efektivní řídicí model je ctižádostí většiny managerů. Jak je patrné z (2.29) a (2.30) lze vytvořit pomocí $\varphi(\bullet)$ návrhy a ověřit jeho předpoklady k budoucí realizaci. Na základě L v návaznosti na P je

nezbytnou podmínkou, výkonný model výběrů a ohodnocování řešení na základě $\mathbf{C}^\sim$. Pro obhájení pragmatické správnosti postupu postačuje empirický propočet přípustných řešení a jejich vyhodnocení. *MDM* umožňuje simulační propočet a analýzu mechanismu působení jednotlivých vstupních prvků mezi sebou. Uskutečnění řešení je ve finální fázi podmíněno výkonností komunikační složky mezi řízeným a řídicím procesem $\mathbf{K}^\sim$.

$$\mathcal{M}_N = \left\{ \begin{array}{l} M_i^P | \mathbf{M} = \langle \varphi(t, \mathbf{P}, \mathbf{L}) | \mathbf{D}^\sim \rangle | \mathbf{K}^\sim \rangle, \\ \mathbf{P} = \langle \mathbf{A} \rangle, \mathbf{A} = \langle \mathbf{U}, \mathbf{D} : \mathbf{U} \rightarrow \mathbf{R}^+, \mathbf{Q} : \mathbf{U} \rightarrow \mathbf{A}(\cdot)^Q \rangle, \\ \mathbf{K} = \langle \mathbf{V}, \Delta, \varepsilon \rangle \\ \mathbf{A}_{(\cdot)}^Q : \mathbf{U} \rightarrow \mathbf{R}^k, \\ \mathbf{A}_{(\cdot)}^{sQ} : (\mathbf{R}^{t_x} \times \mathbf{R}^k) \rightarrow \mathbf{R}^m, \\ \mathbf{A}_{(\cdot)}^{s^2Q} : (\mathbf{R}^{t_x} \times \mathbf{R}^m) \rightarrow \mathbf{R}^{m+1}, \\ \mathbf{L} = \langle \bullet \rangle, \\ \mathbf{K}^\sim = \langle \mathbf{V}^\sim, \Delta^\sim, \varepsilon^\sim \rangle, \\ \mathbf{C}^\sim = \langle \mathbf{F}^\sim, d(\mathbf{h}) \rangle \end{array} \right\} \quad (2.30).$$

Pokusme se odpovědět na několik dílčích otázek souvisejících s $\mathbf{C}^\sim$. Pro praktické aplikace by bylo by jistě užitečné vědět, zda při navrhování technicko-ekonomických řešení mají *rozhodovací procesy*, při uplatnění v rozhodovacím prostoru, $\mathbf{L}$ určité specifické *vlastnosti*. Důležitá je znalost důsledků rozhodovacích prostorů.

Relativně často hledáme vysvětlení a příčiny neočekávaného vývoje. Dochází k němu zdánlivě paradoxně. Ekonomické dopady jak pozitivní tak negativní jsou nezřídka masivní. Řada úspěšných, ale i na druhé straně neúspěšných osudů technicko-ekonomických návrhů, mohou mít své reálné příčiny mimo běžnou optiku racionálního vidění. Právě vlastnosti řídicího prostoru a jeho struktura v čase mohou být pro aplikaci možných řídicích zásahů rozhodující. Bez důkladné znalosti chování ekonomického prostoru řešení dochází k neočekávaným ekonomickým stavům. Počítačově orientované systematické prohledání rozhodovacího prostoru je užitečné. Přináší informace o vhodných časových okamžicích v nichž je vhodné řešit určitý typ řídicího opatření. Vhodný časový okamžik a typ (druh) potřebného řídicího zásahu je významným podnětem pro vytvoření reálného řídicího opatření. Jeho věcnou náplň nicméně je nutné vytvořit jako invenci zpracovatelů projektu. Není reálné očekávat, že vznikne na úrovni informatiky a softwarového zpracování.



Obr. 2.16 Uřídění jednotlivých možných řídicích zásahů.

Obrázek 2.16 uvádí utřídění jednotlivých možných řídicích zásahů. Jsou rozděleny na zásahy do procesů řízení a zásahů do nástrojů procesů řízení.

V MDM je využita většina možností, softwarová podpora poskytuje zabezpečení většiny oblastí uvedených na schématu obr. 2.16.

2.9 Rozšíření MDM verze 3.5

2.9.1 Parametrizace matice **A**, **B**

(Rozšíření kap. 2.1.3)

Pro uspokojení zvyšujících se požadavků na možnosti řízení původního modelu (Kane, 1972) je zapotřebí zapracovat některé nové analytické nástroje. Jedním z nich je numerická parametrizace modelu (*model parameterisation*). Aplikovaná definice parametrizace pro naše použití může znít například:

Parametrizace je pozorovací proces aplikovaný na jednom nebo více parametrech (nejčastěji modelu) s cílem odpovědět na kladené otázky týkající se tohoto modelu.

Z definice vyplývá, že se snažíme diskutovat vybrané vazby a_{ij} v interakční matici **A** nebo řídicí zásahy b_{ij} v matici **B** s cílem odpovědět na otázky:

- jaké jsou racionální možnosti změn
- jaké jsou dopady změn na výsledné chování modelu.

Proces může být také nazván diskuzí (*parameter discussion*) parametrů a_{ij} nebo b_{ij} . Parametrizovat je vhodné vazbu, která se jeví z hlediska zadavatele jako významná nebo o které se alespoň řešitel domnívá, že významnou skutečně je. Simulační propočty a závěry parametrizace mohou jeho domněnky vyvrátit nebo naopak potvrdit.

Pro výpočet je nutné definovat prostor parametrizace Par_{sp} (*parameterisation space*) a prostor parametru $Par_{sp}(a_{ij})$ (*parameter space*):

$$Par_{sp} = (pp; T; X_i) \quad (2.31)$$

$$Par_{sp}(a_{ij}) = (a_{ij,min}, a_{ij,max}, a_{ij,Step}) \quad (2.32)$$

kde

- Par_{sp} – prostor parametrizace,
- $Par_{sp}(a_{ij})$ – prostor parametru a_{ij} ,
- T – celkový čas výpočtu,
- a_{ij} – parametrizovaný prvek interakční matice **A**,
- X_i – standard prvku i ,
- $a_{ij,min}$ – minimální hodnota parametrizované vazby,
- $a_{ij,max}$ – maximální hodnota parametrizované vazby,
- $a_{ij,Step}$ – krok parametrizované vazby vyplývající z počtu parametrizací

$$pp \text{ vychází jako } a_{ij,Step} = \frac{(a_{ij,max} - a_{ij,min})}{pp},$$

- pp – počet parametrizovaných výpočtů.

Proces parametrizace je možné aplikovat kromě interakční matice **A** také na prvky řídicí matice **B**. Prostor parametru je pak definován analogicky k (2.31) jako

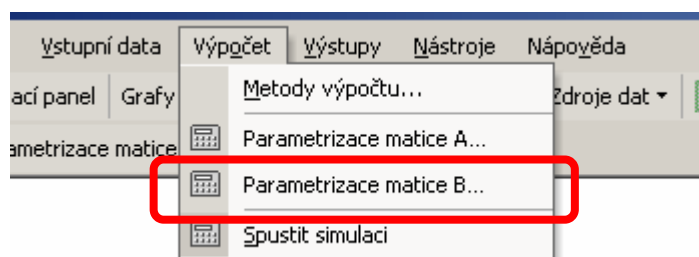
$$Par_{sp}(b_{ij}) = (b_{ij,min}, b_{ij,max}, b_{ij,Step}) \quad (2.33)$$

kde

$Par_{sp}(b_{ij})$ – prostor parametru b_{ij} ,
 $b_{ij,min}$ – minimální hodnota parametrizované vazby,
 $b_{ij,max}$ – maximální hodnota parametrizované vazby,
 $b_{ij,Step}$ – krok parametrizované vazby vyplývající z počtu parametrizací pp
 vychází jako

$$b_{ij,Step} = \frac{(b_{ij,max} - b_{ij,min})}{pp}. \quad (2.34)$$

Parametrizovat je možné vždy pouze jedinou interakci v matici **A** nebo **B**. Vícerozměrná parametrizace by byla v simulační úloze nepřehledná a nemusela by poskytnout jednoznačné odpovědi na kladené otázky.

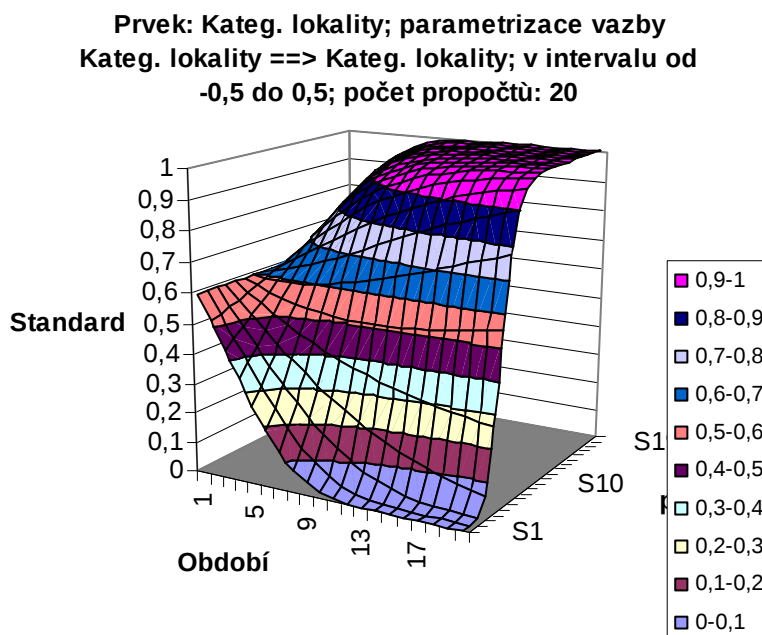


Obr. 2.17 Příkaz v menu pro spuštění parametrizace.

Obr. 2.18 Nastavení parametrizace matice **B**.

Nastavení hodnot pro parametrizaci je uvedeno na obr. 2.18. V horní části dialogu je definována poloha vazby prvkem ve sloupci a v řádku. Dále je třeba

zadat interval, v jakém se bude parametrizace provádět a počet parametrizačních výpočtů.



Obr. 2.19 Grafický výstup parametrizace.

Závěrečným krokem po ukončení parametrizačního výpočtu je vytvoření grafických výstupů. Ukázka je uvedena na obr. 2.19. Krajiní průběhy 3D zobrazení odpovídají krajním hodnotám parametrizovaného intervalu. Na řešiteli zůstává zhodnocení získaných výsledků ve vazbě na konkrétní zadání modelu.

2.10 Rozšíření MDM verze 3.6

2.10.1 Příčinkové působení

Definování účinné strategie řízení je úzce spojeno se znalostmi zadavatele. Jeho role spočívá mimo jiné v definování částí modelu, které bude řídit, aby dosáhl požadovaného výsledku. V některých případech může docházet ke zbytečnému plýtvání energiemi všeho druhu (lidskou, strojní, finanční). Na pomoc v takovou chvíli přichází nástroj, který dokáže ohodnotit vlivy působící na sledovaný prvek od ostatních částí. Takové vlivy jsou definovány jako příčinky (*standard influences*). Pro zkoumaný jev budou podstatné ty prvky, jejichž příčinky jsou největší (nejvýznamnější). Symbolická představa vychází z faktu, že v maticové struktuře úlohy může docházet ke vzájemné interakci prvků typu *každý s každým*. K takovému působení dochází přímo nebo zprostředkovaným způsobem. Standard spočtený jako vliv pouze prvku j na prvek i vyjádříme vztahem

$$x_{ij}^{Infl}(t) = x_{ij}^{Infl}(t-1)^{\Phi_{ij}^{Infl}(t)} \quad (2.35)$$

kde:

- $x_{ij}^{Infl}(t)$ – příčinek prvku i pouze od prvku j ,
- i – index prvku, u kterého zjišťujeme příčinek,
- j – index prvku, od kterého příčinek vyšetřujeme,
- t – časová perioda výpočtu,
- $\Phi_{ij}^{Infl}(t)$ – mocninný exponent podle (2.2) vyjádřený pro prvek i pouze od prvku j .

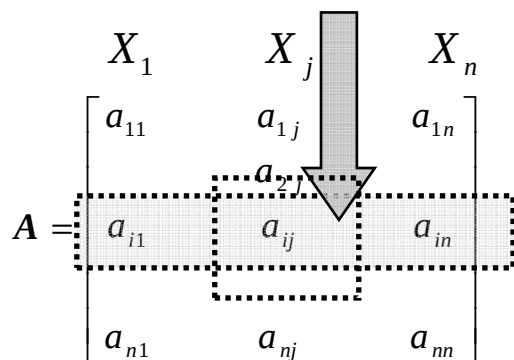
Exponenciální část výrazu je možné rozepsat jako

$$\Phi_{ij}^{Infl}(t) = \frac{1 + \frac{\Delta t}{2} \left(|a_{ij} + B_{ij}| - (a_{ij} + B_{ij}) \right) x_{ij}^{Infl}(t)}{1 + \frac{\Delta t}{2} \left(|a_{ij} + B_{ij}| - (a_{ij} + B_{ij}) \right) x_{ij}^{Infl}(t)} \quad (2.36)$$

kde:

- $\Phi_{ij}^{Infl}(t)$ – mocninný exponent podle (2.2) vyjádřený pro prvek i pouze od prvku j
- t – aktuálně zpracovávaný čas,
- Δt – udává časový přírůstek času t ,
- a_{ij} – prvek interakční matice $\mathbf{A}$,
- b_{ij} – značí prvek matice řízení $\mathbf{B}$,
- B_{ij} – představuje korigující člen vycházející z prvku řídicí matice $\mathbf{B}$,
- $x_{ij}^{Infl}(t)$ – příčinek prvku i pouze od prvku j .

Grafická interpretace rozboru příčinků v interakční matici $\mathbf{A}$ je uvedena v následujícím obrázku.



Obr. 2.20 Směr vyšetřování příčinků.

Z výrazu (2.36) vypadla sumační část a pro zjištění příčinku je uvažována pouze konkrétní interakce a_{ij} . Symbolicky vyjadřuje přičiňování (působení) jednotlivých prvků obr. 2.20.

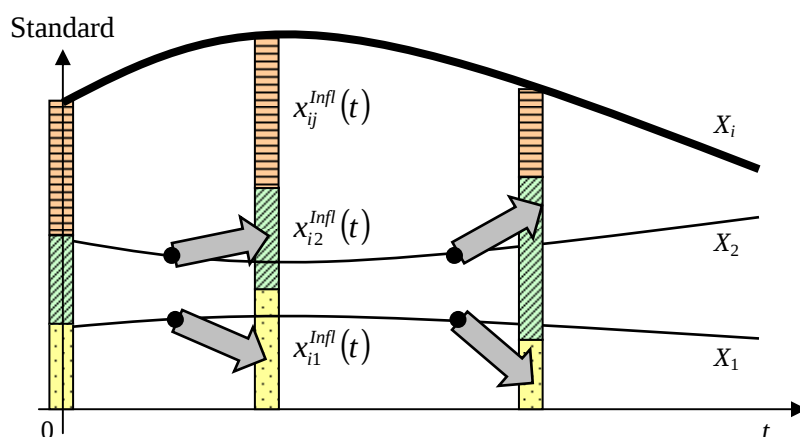
Kromě objemového vyjádření příčinků podle (2.35) je důležitou vlastností jejich změna. Z objemového vyjádření nemusí být vždy jasně patrný trend vývoje. Změny příčinků tuto vlastnost jasně identifikují podle vztahu

$$\Delta x_{ij}^{Infl}(t) = x_{ij}^{Infl}(t) - x_{ij}^{Infl}(t-1) \quad (2.37)$$

kde:

- $\Delta x_{ij}^{Infl}(t)$ – změna příčinku prvku i pouze od prvku j v čase t ,
- $x_{ij}^{Infl}(t)$ – příčinek prvku i pouze od prvku j v čase t ,
- $x_{ij}^{Infl}(t-1)$ – příčinek prvku i pouze od prvku j v čase $t-1$,
- i – index prvku, u kterého zjišťujeme příčinek,
- j – index prvku, od kterého příčinek vyšetřujeme,
- t – časová perioda výpočtu,

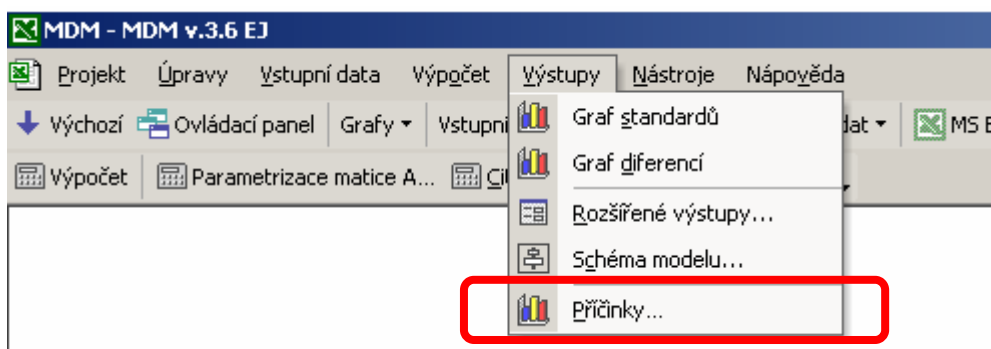
Kladná hodnota změny $\Delta x_{ij}^{Infl}(t) > 0$ představuje rostoucí trend příčinku. Aktuální příčinek $x_{ij}^{Infl}(t)$ je větší než příčinek v předchozí periodě. Záporná hodnota příčinku $\Delta x_{ij}^{Infl}(t) < 0$ vyjadřuje ustupující vliv, který má za následek pokles výsledného standardu prvku. Příčinek $\Delta x_{ij}^{Infl}(t)$ je potom menší než hodnota $\Delta x_{ij}^{Infl}(t-1)$.



Obr. 2.21 Tvorba příčinků

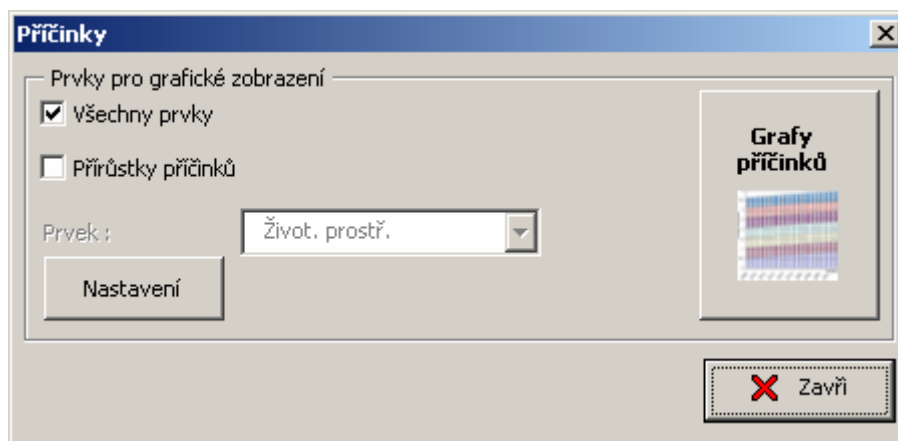
Pokud by zůstalo působení bez vlivu, budou příčinky po časových periodách konstantní. Při pozitivním působení se budou příčinky zvětšovat a při negativní hodnotě interakce se budou snižovat. Zvětšující se příčinky mají kladné přírůstky, zmenšující se hodnoty $x_{ij}^{Infl}(t)$ mají přírůstky záporné. Symbolicky uvádí tento fakt obr. 2.21. Skladba příčinků je dána u prvku č. 1 mírným nárůstem standardu spolu s jeho příčinky a v závěru klesá. Prvek č. 2 přičiňuje zpočátku menším dílem (jeho standard klesá) a v závěru se jeho vliv zvětšuje.

Příkaz pro spuštění nástroje grafických výstupů příčinků je dostupný z aplikace podle obr. 2.22. Následuje dialog uvedený na obr. 2.23.

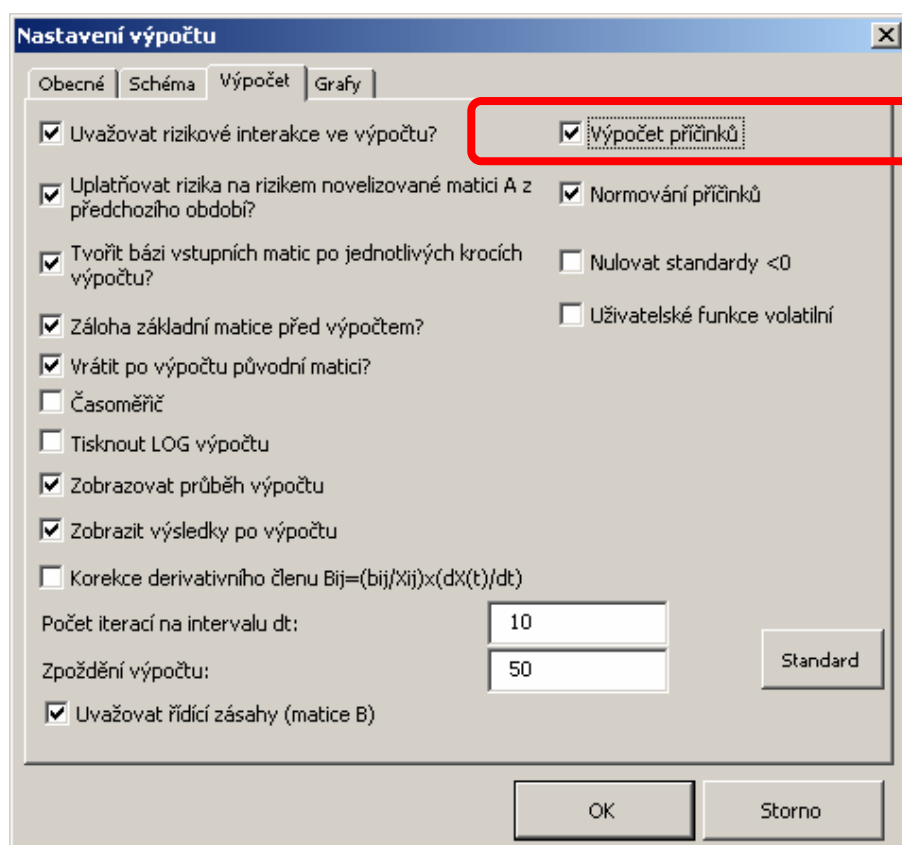


Obr. 2.22 Příkaz v menu pro zobrazení spočtených příčinků.

Grafické výstupy je možné provádět v závislosti na volbě "Všechny prvky". Pokud je tento přepínač aktivovaný, sestaví se grafy pro všechny prvky modelu. Situace může být v takovém případě někdy nepřehledná. Proto lze tento přepínač ponechat deaktivovaný a zobrazovat grafické výstupy vždy pro konkrétně vybraný prvek. Na obr. 2.23 by se v tomto případě jednalo o prvek *Životní prostředí*.



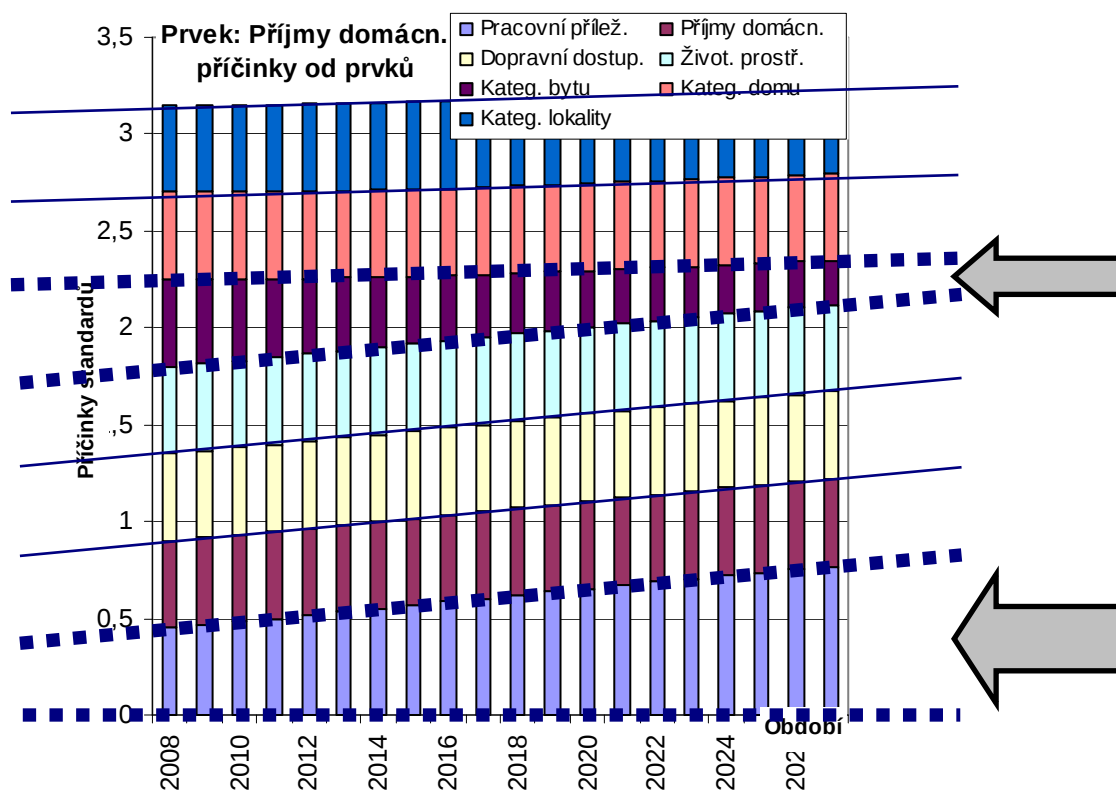
Obr. 2.23 Ovládaní výstupů příčinků.



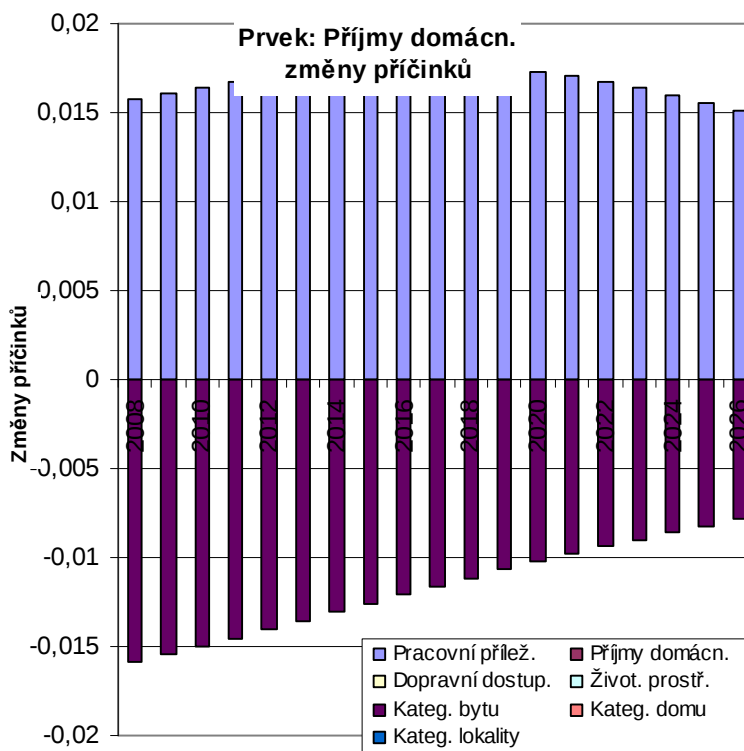
Obr. 2.24 Nastavení výpočtu příčinků.

Grafické výstupy příčinků je možné sestavovat pouze pokud jsou dostupná spočtená data. Tuto podmínku zajišťuje zapnutá volba nastavení výpočtu "Výpočet příčinků". Nastavení dialogu na obr. 2.23 spouští separaci dat pro požadované grafy. Vždy se sestavuje dvojice grafů: *průběh příčinků* a *průběh změn příčinků*. Tato dvojice vypovídá o objemovém chování a současně popisuje trendy vývoje od jednotlivých prvků. Ilustrační ukázka je uvedena na

obr. 2.25 pro prvek modelu *Příjmy domácností*. Koridory označené šipkou vyznačují prvky, které přičiňují k vývoji *Příjmů domácností*. Ostatní prvky s konstantní velikostí přičínek se na změně trendu nepodílejí. Změna je patrná z obr. 2.26 a týká se pouze prvku *Pracovní příležitosti* a *Kategorie bytu*.

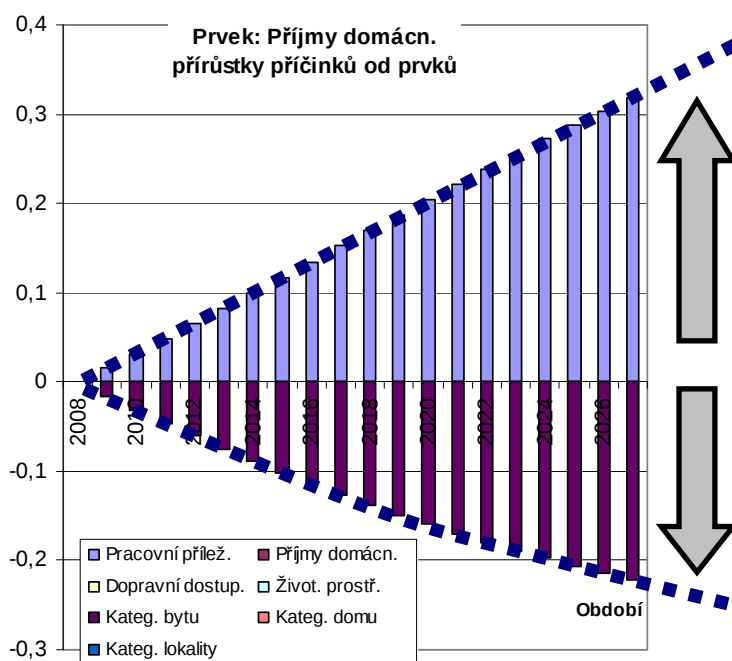


Obr. 2.25 Přičinky ovlivňující prvek *Příjmy domácností*.

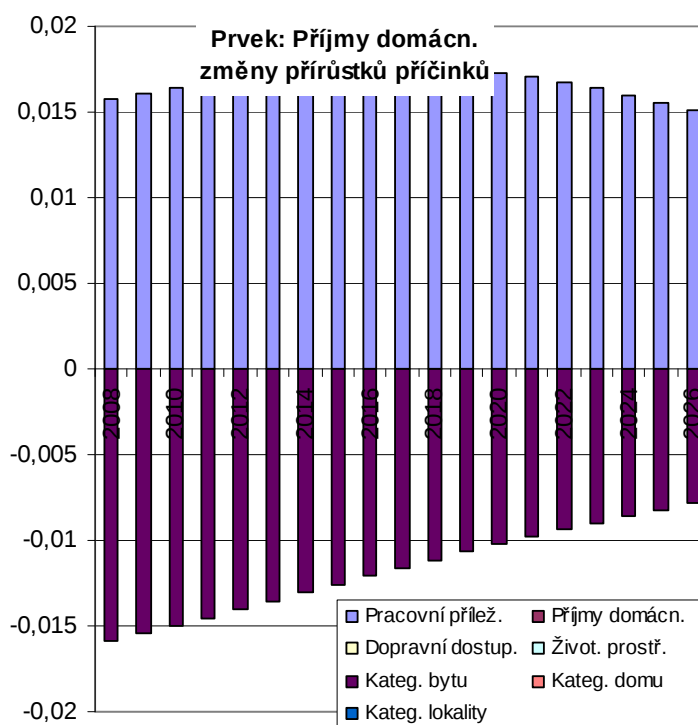


Obr. 2.26 Změny přičínek ovlivňující prvek *Příjmy domácností*.

Posledním druhem výstupů definovaným v dialogu na obr. 2.23 jsou přírůstky příčinek a jejich změny. Obr. 2.27 popisuje rostoucí kladné a záporné hodnoty přírůstků pro prvky *Pracovní příležitosti* a *Kategorie bytu*. Výstup koresponduje s obr. 2.25.



Obr. 2.27 Přírůstky příčinků pro prvek *Příjmy domácností*.



Obr. 2.28 Změny přírůstků příčinků pro prvek *Příjmy domácností*.

Změny přírůstků příčinků definují trend jejich vývoje. Záporné hodnoty v grafu 2.28 představují klesající trend a kladné naopak rostoucí, který je vidět na obr. 2.27. Uvedené grafické výstupy jsou kompletní charakteristikou příčinkové analýzy poskytující podklady pro sestavení účinné strategie řízení.

3. Závěr

Teorie řízení technicko-ekonomických procesů vychází ve svých aplikacích velmi často z představy homogenosti prostoru v němž se řízení uskutečňuje. Celá řada technických i ekonomických návrhů je koncipována za nevysloveného předpokladu, že prostor realizace řídicích rozhodnutí je homogenní a pravidla, která platila v obdobných případech budou platit i v budoucích řešeních a návrzích. Cílem programového produktu *MDM* je takové přesvědčení doložit simulačním propočtem a umožnit eventuelně nové směry úvah při řešení praktických aplikací. Nejedná se o nic jiného, než o zaměření úvah novým směrem. Je pravděpodobné, že v budoucnosti budeme nuceni nahlížet na celou řadu partií z oblasti technicko-ekonomického řízení jiným způsobem.

Literatura:

- [1]** Dlask, P.
Modifikovaný dynamický model pro řešení technicko-ekonomických úloh s použitím rizik a nejistot, doktorská disertační práce, ČVUT v Praze, 2002
- [2]** Holling, C., S.:
Adaptive Environmental Assessment and Management, (International Series on Applied Systems Analysis), 1978
- [3]** Beran, V. a kol.:
Dynamický harmonogram (elektronické rozvrhování technicko-ekonomických procesů v řízení malých a středních podniků, ACADEMIA Praha, vydavatelství Akademie věd České republiky, ISBN 80-200-1007-6, 2002
- [4]** Dlask, P.:
Simulace a optimalizace v Engineeringu. 1. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví, 2001. 90 s. ISBN 80-01-02514-4.
- [5]** Dlask, P.:
Ekonomické výpočty s podporou dynamických simulací. In: Workshop 2001 DS - sborník. Praha : ČVUT, Fakulta stavební, Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví, 2001, díl 1, s. 25-29. ISBN 80-01-02433-4.
- [6]** Beran, V., Dlask P., Heralová R.:
Modelování v řízení 20, 1. vyd., Praha : Čes. vys. uč. techn., 1998, 121 s., Učeb. texty: Praha, ČVUT, f. staveb., ISBN 80-01-01883-0, MDT 519.86(075.8), MDT 65.01(075.8), Signatura F 19851
- [7]** Beran, V., Dlask P.:
MDM – výuková příručka, základní použití Modifikovaného Dynamického Modelu pro simulaci technicko-ekonomických úloh, ČVUT v Praze za podpory grantu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy: VZ6, MSM210000006, 2004

Autor (editor): doc. Ing. Petr Dlask, Ph.D.

MDM v.3.6 influences – teoretická příručka

MDM v.3.6 influences – theoretical guide

Základní použití Modifikovaného Dynamického Modelu pro simulaci technicko-ekonomických úloh

Basic using of Modified Dynamic Model for technically economical problem simulation

Vydalo: České vysoké učení technické v Praze

Zpracovala: Fakulta stavební

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Kontakt. adresa: doc. Ing. P. Dlask, Ph.D., dlask@fsv.cvut.cz

Tel.: 224353729

Vytiskla: Česká technika – nakladatelství ČVUT, výroba

Adresa tiskárny: Žitná 4, Praha 6

Počet stran: 50

Vydání: druhé, rozšířené

ISBN 978-80-01-04725-5