

SYSTÉMOVÝ POHLED NA PRODUKTY STRUKTUROVANÉ ANALÝZY

SYSTEM VIEW TOWARDS STRUCTURAL ANALYSIS PRODUCTS

Milan Mišovič

Anotace:

Strukturované paradigma modelování IS přináší některé významné finální produkty jako ERD (Entity Relationship Diagram), DFD (Data Flow Diagram), STD (State Diagram), TD (Transaction Diagram), PD (Process Diagram) a ELH (Entity Life History). Používané strukturované metodiky se liší nejen v použitých metodách, technikách a nástrojích, ale i ve verifikaci výsledků dílčích analýz (datové, procesní, transakční a interakční) a využití metod teorie systémů pro realizaci systémového pohledu.

Příspěvek přináší systémový pohled a systémové vyšetřování zmíněných finálních produktů strukturované analýzy vedoucí ke grafické reprezentaci, zavedení specifické algebry úloh a analyticko-manažerské interpretaci jejich výsledků.

Klíčová slova:

Strukturované paradigma, ERD, DFD, STD, ELH, teorie systémů

Annotation:

The Structural paradigm of the Information Systems Modeling has brought some important final products like ERD (Entity Relationship Diagram), DFD (Data Flow Diagram), STD (State Diagram), TD (Transaction Diagram), PD (Process Diagram) and ELH (Entity Life History). Structural methodologies used for modeling are different not only in technologies, methods and tools, but also in verification of partial analyses (data, process, transaction and interaction analyses) products and implementation of system theory for a system view introducing.

This contribution brings the system view and system investigation have mentioned final products of the structural analysis for purpose of finding out a graphical interpretation, introducing of a specific algebra of functions and analytic-management interpretation of their results.

Key words:

Structural paradigm, ERD, DFD, STD, ELH, system theory

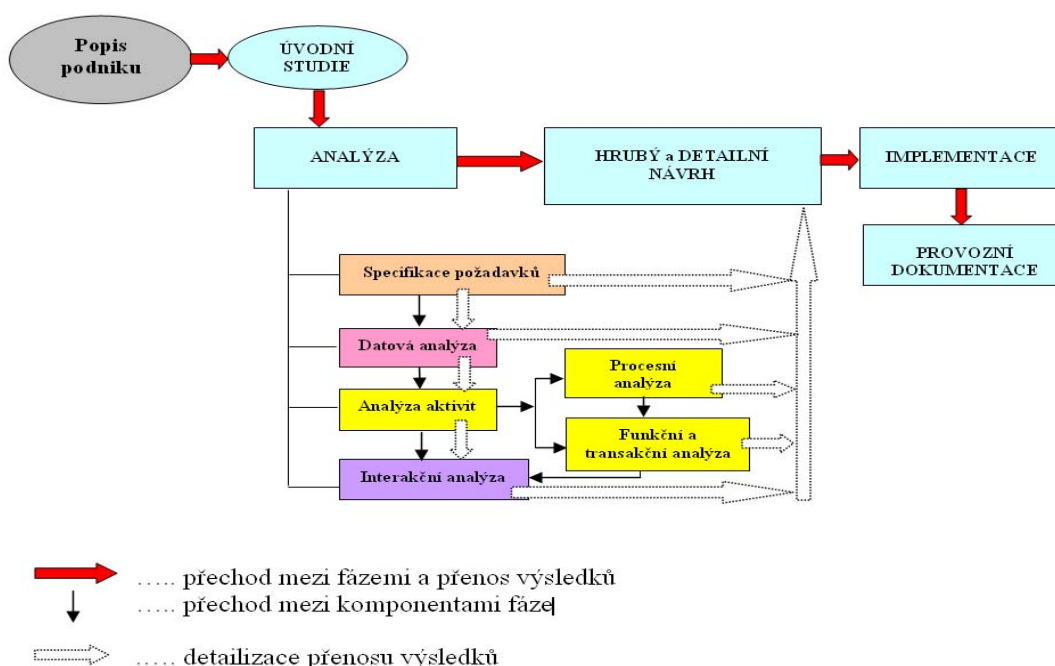
ÚVOD

Motto: Držme se více méně nad věcí skutečné konstrukce IS a důsledně zvažujme systémové pojetí – systémový pohled na vývoj IS ve všech jeho fázích. Jen tak ukážeme, že teoretické a metodologické disciplíny systémové vědy jsou ve vývoji tak speciálních systémů jako jsou IS opravdu respektovány.

Podnikové IS jsou specifické abstraktní staticko-dynamické, datové a procesní systémy. Implementace systémového pohledu na relevantní produkty fází strukturovaných metodik jistě rozšíří jejich chápání o významné poznatky. Ačkoliv uplatnění strukturovaného pohledu na podnik neustále snižuje rozsah modelované reality, přesto jsou takové produkty jako ERD, DFD a další pro jednotlivé podsystémy podniku značně rozsáhlé a systémový pohled je

opodstatněný. Na druhé straně je potřebné, z důvodů datové, procesní a komunikační integrace, chápat relevantní diagramy podsystémů jako jeden integrovaný celek.

Uplatnění systémového pohledu nás nutí především uplatnit systémovou algebru, tj. převod diagramů na vhodné grafy s jejich maticovou reprezentací. Vedle toho musíme stanovit specifické úlohy pro jednotlivé diagramy a jejich interpretaci v realitě podniku. Z fází a produktů strukturovaných metodik, viz obrázek 1, si všimneme jen Úvodní studie, Datové a Procesní analýzy, ačkoliv je systémový pohled velmi silně uplatněn rovněž v Hrubém a detailním návrhu a Implementaci.



Obrázek 1: Zobecněná strukturovaná metodika.

SYSTÉMOVÝ POHLED NA PROBLEMATIKU ÚVODNÍ STUDIE

Úvodní studie je základní krok pro přípravu ostatních fází vývoje IS. Jedná se o systémovou analýzu podniku a systémovou syntézu IS podniku, tedy jde o klíčovou fázi projekčního procesu s implementací systémového pohledu. Systémový pohled je reprezentován následujícími úkoly:

Vyhodnocení struktury a chování podniku jako reálného systému před zrcadlem navržených cílů, najít kontextové diagramy koexistence podniku a jeho okolí.

Stanovit hranice projektovaného IS v pojmech a terminologii profesních pracovníků v různých předmětných oblastech a zjistit cíle, základní požadavky a omezení týkající se IS. Důležité je hned na začátku přesně stanovit, co projektovaný IS má a co nemá dělat (souhrn hlavních systémových funkcí).

Vytvořit základní návrh řešení nového informačního systému včetně dekompozice na jednotlivé nasazované subsystémy.

Navrhnout několik variant IS společně s časovým odhadem a s odhadem finančních i personálních nákladů porovnaných s celkovým přínosem systému. Zadavatel, tj. top management provádí výběr variantních řešení po konzultaci s vedoucím projektu – tzv. *systémovým integrátorem* nebo s projekčním týmem přímo.

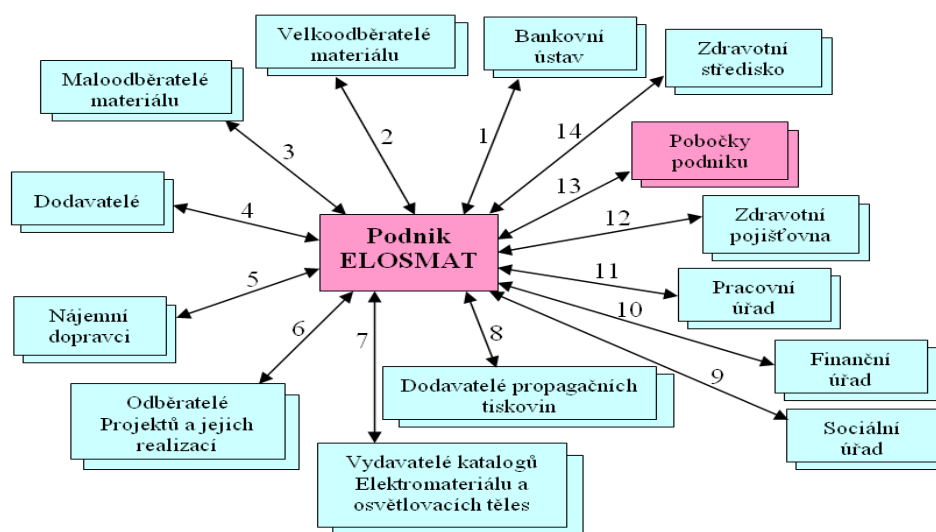
Všechny čtyři úkoly jsou pod vlivem alespoň následující skupiny pohledů:

informační, procesní, organizační a legislativní,
pracovní, sociální, etický,
softwarový, hardwarový, ekonomický a finanční.

Součástí úvodní studie je tzv. Kontextová analýza, která plní úkol č.1 a pro kterou je zvolena jedna z **orientací rozkladu**:

organizační struktura,
uzavřené oblasti aktivit nebo
uzavřené oblasti dat.

První dvě platformy se pro rozklad podniku na nejvyšší úrovni používají nejčastěji a vedou na organizační podsystémy nebo podsystémy aktivit. Kontextová analýza řeší základní systémovou úlohu v implementaci na podnik a jeho IS a výsledkem jsou kontextové diagramy, viz obrázky 2 - 3. Pochopitelně, každá z úrovní je doplněna datovými toky přiloženém seznamu.

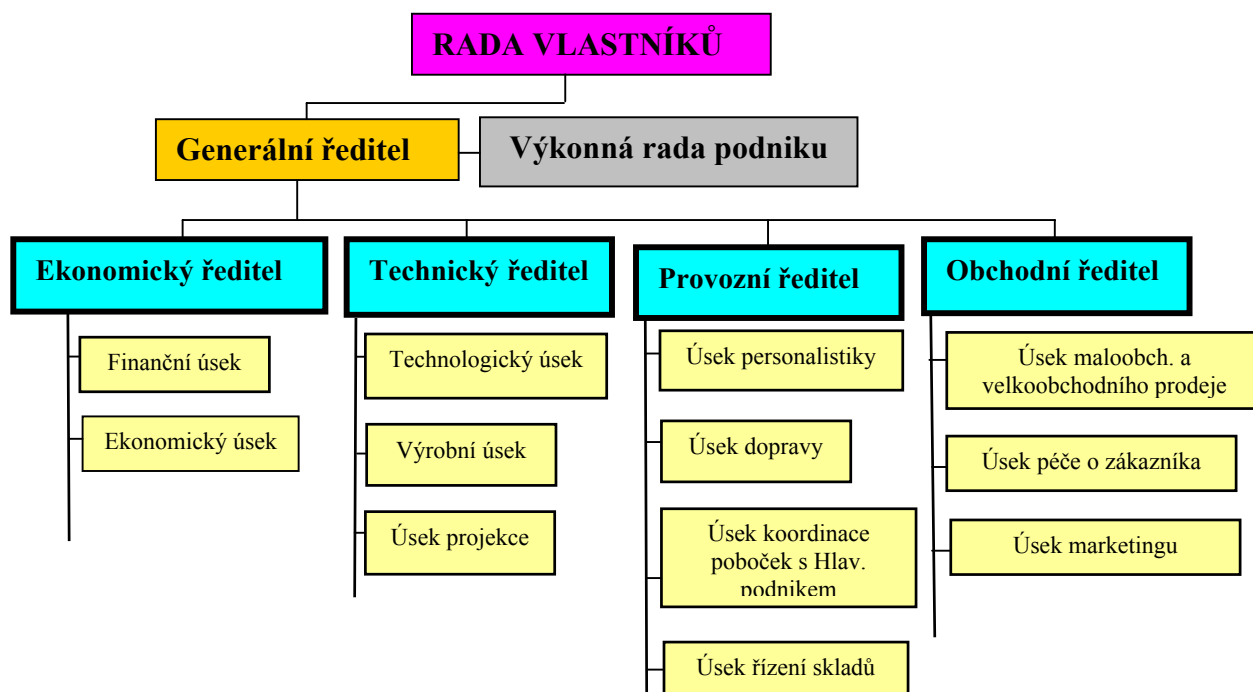


Obrázek 2: Kontextový diagram nejvyšší úrovně. 1 – 14 jsou jednoduché/komplexní toky dat.

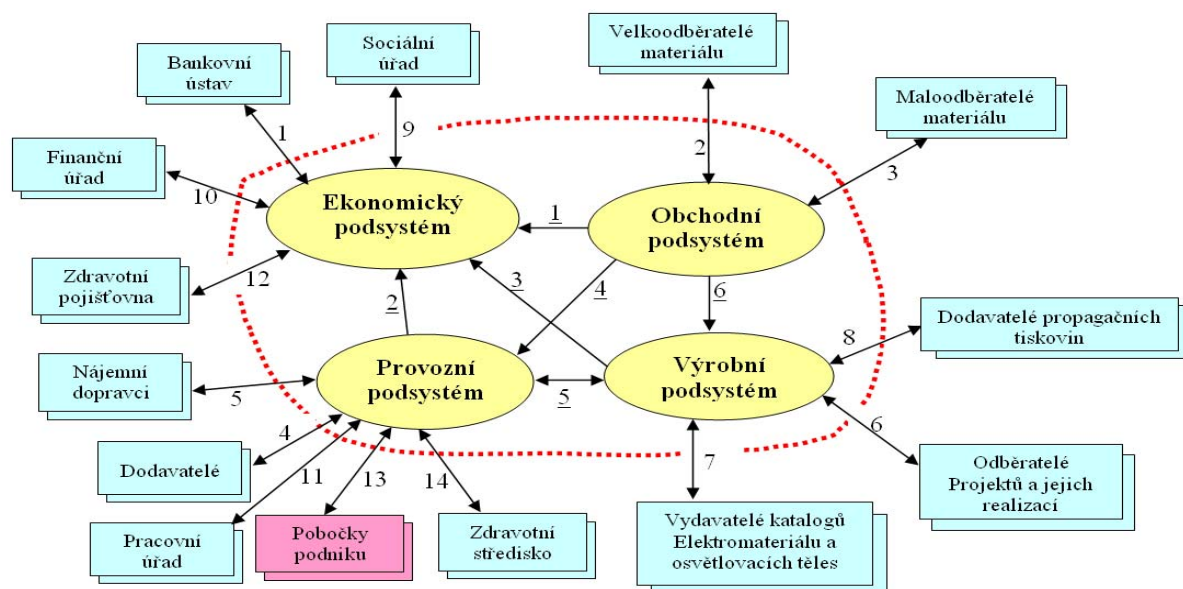
Výtah ze seznamu toků dat mezi podnikem a jeho okolím:

Platební příkazy, Výpisy z účtu
Faktura-vydaná, Objednávka-přijatá, Výrobní objednávka, Dodací list-vydaný, Výdejka-vydaná, Zakázka-přijatá, Příjmový doklad, Záruční list, Reklamační list
Faktura-vydaná, Příjmový pokladní doklad, Dodací list-vydaný, Výdejka-vydaná, Záruční list, Reklamační list
Objednávka-vydaná, Faktura-přijatá, Příjmový doklad-přijatý, Dodací list-vydaný, Příjemka-vydaná, Zakázka-vydaná, Faktura-d, Smlouva o práci-d
Výrobní objednávka, Zakázka-vydaná, Realizační projekt
Nabídka katalogů, Objednávka-k, Dodací list-k, Příjemka-k
Objednávka-t, Zakázka-t, Smlouva o dílo-t, Scénář, Faktura-t

Na základě známé organizační struktury může být proveden rozklad podniku na podsystémy a zaznamenány vazby mezi nimi.



Obrázek 3: Organizační struktura podniku.

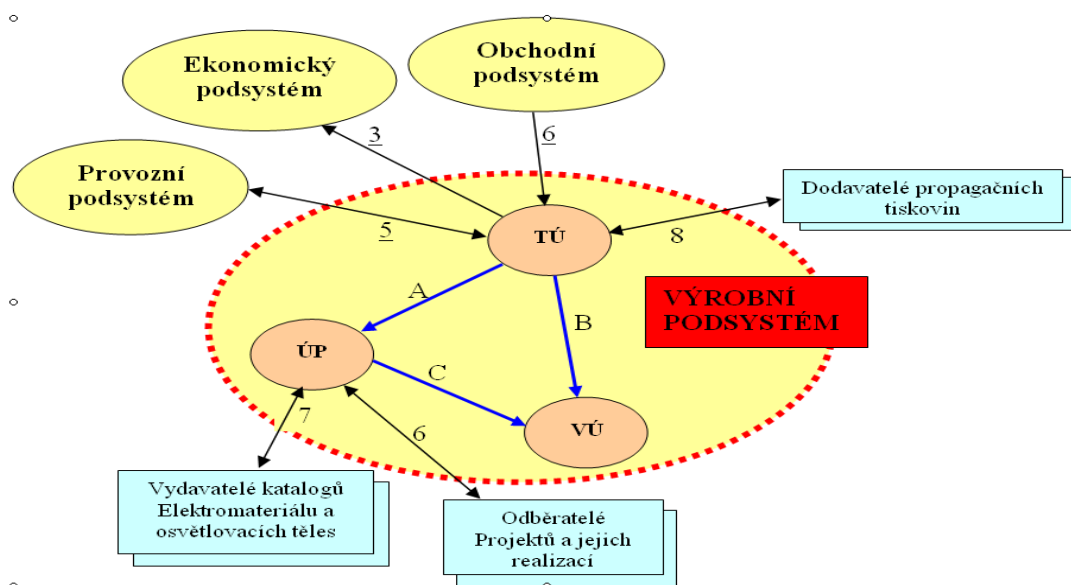


Obrázek 4: Kontextový diagram s podsystémy podniku.

Seznam toků dat mezi podsystémy:

- 1 Faktury, Peněžní příjmové doklady, Příjmový doklad
- 2 Dodací listy-přijaté, Faktury-vydané
- 3 Výrobní plán,
- 4 Objednávka, Dodací list, Reklamační list
- 5 Výrobní plán, Vn-výdejka, Vn-objednávka
- 6 Výrobní objednávka, Zakázka, Realizační projekt

Nejnižší kontextové diagramy podniku ELOSMAT se týkají samostatně každého z podsystémů a vnitřních vazeb mezi úseky. Ilustračně byl vybrán jen Provozní podsystém.



Obrázek 5: Provozní podsystém a vazby mezi jeho úseky.

Seznam toků dat:

- A Výrobní objednávka, Zakázka, Výrobní plán
- B Výrobní plán
- C Realizační projekt

Úvodní studie obsahuje obvykle následující systémové úlohy, které již nebudeme rozebírat:

1. úloha o řízení vývoje IS,
2. úloha zdůvodňující opodstatnění výstavby IS,
3. úloha o variantách vývoje IS,
4. úloha o chování,
5. úlohy o architekturách,
6. úloha o uplatnění ICT při vývoji IS.

systémový pohled na strukturovanou datovou analýzu

Datová analýza strukturálního přístupu k modelování podniku považuje za základní množinu P prvků samotné typové entity, jejichž instance jsou nositeli informace.

Produktem datové analýzy je **Entity Relationship Diagram – ERD**, který je systémem entit a jejich datových asociací. Je to model datových asociací mezi prvky systému navzájem a mezi prvky systému a prvky okolí (příjemci a zdroje dat). ERD je považován za dynamický systém, protože stav entit definovaný hodnotami jejich atributů a datovými asociacemi se s časem velmi podstatně mění. Obvykle orientujeme provedení datové analýzy na podsystémy anebo na celý fyzický systém, není-li rozsáhlý. Nevylučuje se pokles do ještě nižších úrovní fyzického systému než jsou podsystémy (úseky, oddělení, ...).

Báze dat vytvořená z ERD diagramu je základním zdrojem a příjemcem informace v IS. Systémový pohled na ERD je nevyhnutelný. Je proto nutné rozebrat ERD ze systémových pozic (struktura, chování, ...) a uplatnit již vytvořené teoretické základy pomocí relační algebry E. F. Codda.

Pro ERD diagram se nejčastěji vyskytují následující systémové úlohy:

- | |
|---|
| <p>Zjistit vazby se vzdáleností 1 až k.</p> <p>Najít všechny cesty mezi dvěma entitami a provést jejich rozbor.</p> <p>Úlohy kardinality a referenční integrity.</p> <p>Úloha závislosti atributů (normalizace podle normálních forem).</p> <p>Úloha o informační dostatečnosti.</p> |
|---|

První úloha informuje o množství operací Join potřebných k získání požadované informace. Druhá úloha umožní vyšetřovat informační redundanci cest mezi dvěma entitami. Čtvrtá úloha zabezpečí úpravu vzájemných závislostí atributů každé entity tak, aby se snížila náročnost aktualizace hodnot. Poslední úloha vyšetří informační dostatečnost modelu pro dotazy managementu podniku, které jsou nutné k řízení podniku.

Nad datovým modelem provedeme transformaci T , která převede model na neorientovaný ohodnocený graf $G = (U, H)$, $f: H \rightarrow U^2$, kde

1. uzly $u \in U$ jsou jednotlivé entity,
2. hrany $h \in H$ jsou informační vazby mezi nimi, f je zobrazení, které každé hraně přiřadí dva uzly,
3. ohodnocením každé hrany je typ informační vazby.

Pro takto získaný graf se dá použít systémová algebra s její specifickou incidenční maticí a operacemi. Nejzajímavější z uvedených úloh je úloha o informační dostatečnosti, jejíž podstatou je skutečnost, že ke každému dotazu z úplné množiny dotazů stanovené uživatelem musí v datovém modelu existovat informační cesta s přijatelnou informací.

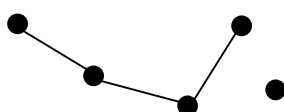
Provedení informační dostatečnosti datového modelu můžeme provést tenkrát, když umíme:

- a) transformovat dotaz Q z úplné množiny dotazů na souvislý podgraf $g \in G$, tj. provést $g : T(Q)$, kde T je požadovaná transformace,
- b) zjistit, jaká výsledná informace I je v podgrafu g obsažena.

Provedení transformace $g : T(Q)$ dotazu Q nebude jistě činit potíže, uvědomíme-li si, že v dotazu $Q = Q(E, B, v)$ je právě veškerá potřebná informace:

- E ...množina entit, které jsou uvedeny v dotazu,
- B ...množina atributů entit z E , na které se má projektovat odpověď,
- v ...predikát, na základě kterého se provede restrikce odpovědi.

Nelze-li k dotazu nalézt souvislý podgraf, je dotaz špatně formulován. Je to např. případ následující nesouvislé cesty :



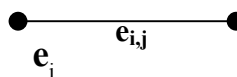
Jestliže entity uvedené v dotazu tvoří souvislý podgraf g grafu G , umíme výslednou informaci I pro dotaz Q zjistit na základě výrazu

$$I = P[R(\Gamma)_v]_B,$$

kde R je restrikce a P projekce. Informaci Γ získáme postupnou aplikací operací J - spojení s ohledem na topologii souvislého podgrafu g . Podstatu algoritmu, který umí získat informaci Γ z topologie grafu g objasníme na několika typech topologií :

- a) vodopádová cesta,
- b) hvězda, korál.

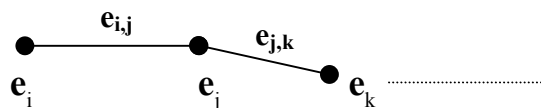
Informace obsažená v elementu souvislé cesty typu



e_j , kde $e_{i,j}$ je

$$\Gamma_1 = J(e_j, J(e_i, e_{i,j}) \text{ def } e_i) \text{ def } e_j$$

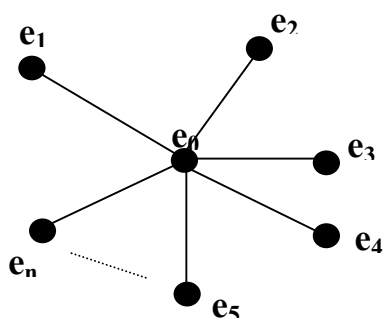
Jestliže souvislá cesta pokračuje dál, např. ve tvaru :



s vazebními entitami $e_{i,j}$ a $e_{j,k}$, potom snadno vypočteme novou informaci následujícím výrazem :

$$\Gamma_2 \dots \dots \Gamma_2 = J(e_k, J(\Gamma_1, e_{j,k}) \text{ def } e_j) \text{ def } e_k$$

Naznačeným způsobem můžeme pokračovat dál s ohledem na topologii informační cesty, až získáme informaci $\Gamma_n = \Gamma$



Poněkud modifikovaný postup použijeme, má-li graf g hvězdicovou topologii

Jde o získání informace obsažené v jednom rameni $[e_0, e_{0,1}, e_1]$ hvězdy a postupné sjednocení této informace s informací dalšího ramene $[e_0, e_{0,2}, e_2]$ a výsledné informace s informací dalšího ramene, ...

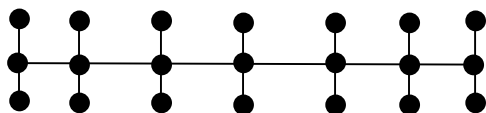
Informace obsažená v i -tém rameni se dá vyjádřit výrazem

$$\Gamma_i = \mathbf{J}(e_0, \mathbf{J}(e_0, e_{0,i}) \text{ def } e_0) \text{ def } e_i$$

Nakonec $\Gamma = \bigcup_{i=1}^n \Gamma_i$ a výsledek $I = P[R(\Gamma)_V]_B$

Hvězda obvykle bývá topologií takových dotazů jako : "kolik výzkumných zpráv bylo napsáno k vědeckému úkolu VRZP-31/97 a kolik článků bylo napsáno a kolik pracovníků z naší katedry se na úkolu podílelo,....."

Získání informace dotazu s korálovou strukturou již nebude činit potíže.



Na základě uvedených myšlenek můžeme vyslovit následující obecnou hypotézu:

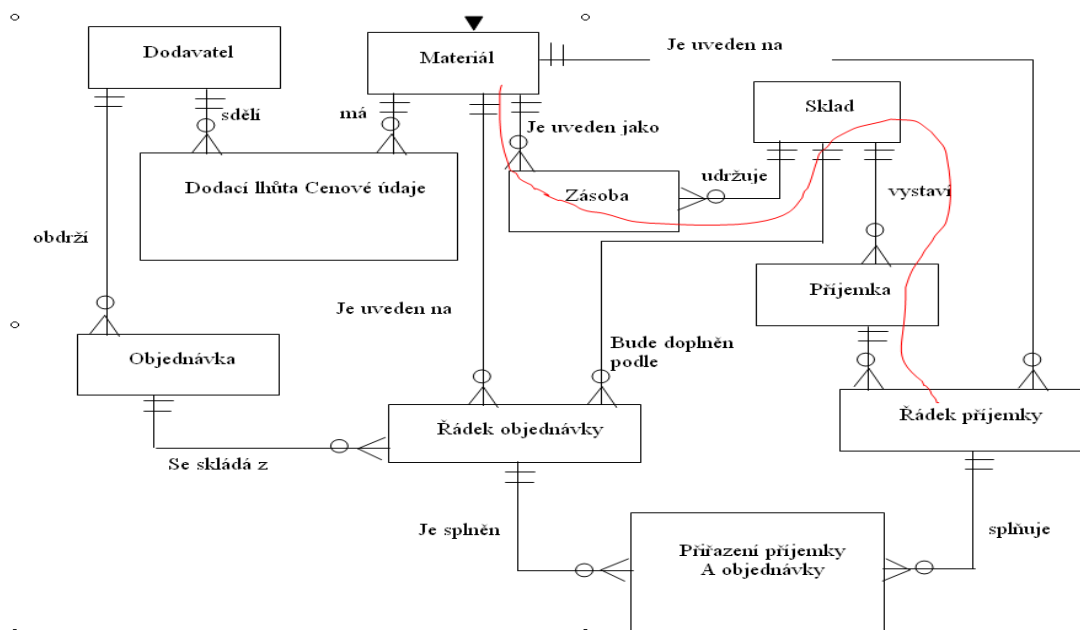
Existuje algoritmus, který pro každý souvislý graf g zjistí informaci, kterou graf g reprezentuje.

Specifické případy tohoto algoritmu lze sestavit v relační algebře $[J,P,R]$ s respektováním postupu v podgrafu g podle zásady shora - dolů, zleva - doprava. Varianty algoritmu jsou obvykle součástí překladačů jazyka dotazů (SQL-System Query Language), protože je nutné přimět dotazový systém k jistým operacím nad bází dat. Jelikož jsme dostatečně rozebrali

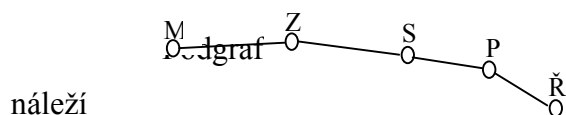
podstatu takového algoritmu, je analytik schopen :

1. Vyšetřit, jestli dotazu odpovídá v ERD souvislá informační cesta a
2. získat výslednou informaci pro daný dotaz, má-li alespoň na papíře uvedené populace zainteresovaných entit.

Uvažujeme-li počítačovou podporu konstrukce fyzické báze dat, pak tato podpora jistě obsahuje i systém SQL, který se dá k prověře informační dostatečnosti modelu ERD použít.



Obrázek 6: Příklad datového modelu a jeho převodu do neorientovaného grafu G.

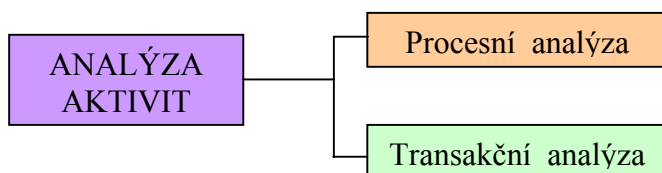


z fragmentu ERD na obrázku 6

dotazu „Ve kterém skladě jsou vruty X-25, jaká je jejich zásoba a kdy jsme přijali dodávku“.

Systémový pohled na procesní analýzu

Analýza aktivit představuje, po datové analýze, další velmi rozsáhlou činnost v modelování reality. Její kořeny sahají do Úvodní studie, kde se v rámci kontextové analýzy vytvořil přehled jednotlivých oblastí aktivit a jejich rozklad směrem dolů na dílčí aktivity. Současná analýza aktivit, prováděná většinou podle MSA (Modern Structural Analysis), je vybavena velmi jednoduchým a účinným pohledem na modelovanou realitu přes **metodu událostí**. Metoda událostí rozkládá modelovanou realitu na množinu událostí a reakcí na ně. Události jsou tím, co nutí systém přejít do aktivity a každá dílčí aktivita je pak asociována s událostí, která ji spouští. Např. příchod nové instance dokumentu do systému je takovou událostí. Analýza aktivit s metodou událostí se realizuje ve dvou úrovních, nejprve v úrovni procesní - **procesní analýza**, potom v úrovni transakční - **transakční analýza**.



Procesní analýza je druhou základní analýzou prováděnou ve fázi Analýza zobecněné metodiky. Zkoumá makroaktivity - **procesy** a data která se jimi zpracovávají včetně jejich paměti - **úložiště** a výsledkem je diagram toků dat DFD – Data Flow Diagram. Již na procesní úrovni dochází k uplatnění událostí, což umožňuje orientovat se na zpracování tzv. procesních řetězců (rozumná aktivita podniku). Procesy jsou vystavěny pomocí elementárních transakcí a obojí jsou **jednotkami na měření aktivit** daného fyzického systému.

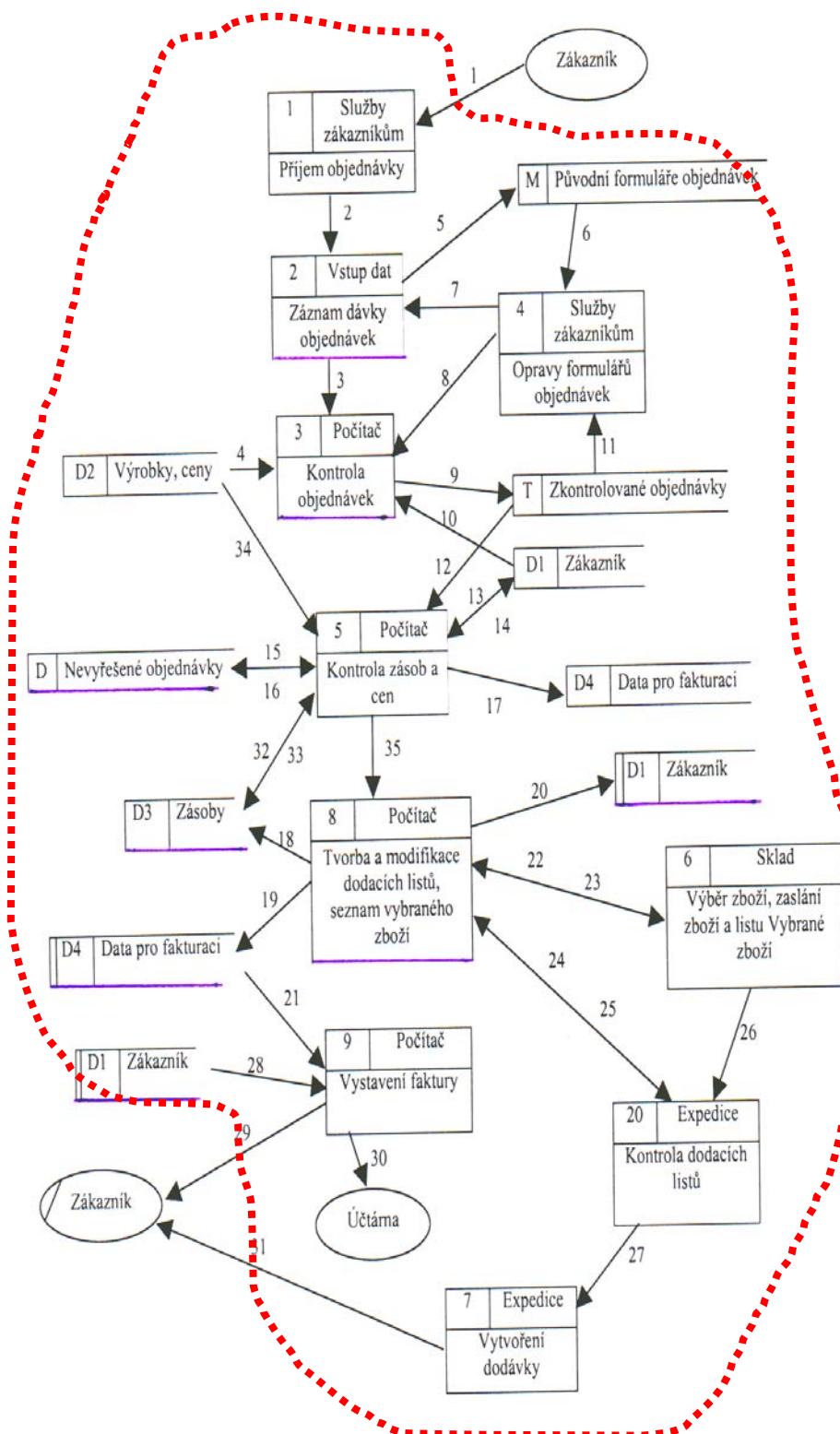
Procesy nejsou fyzickými prvky jako zaměstnanec, faktura, ... , ale jsou to abstraktní prvky, které mají schopnost zpracovat instance typových entit.

Složení DFD je jednoduché, vychází z kontextového diagramu nejnižšího subjektu podniku a obsahuje:

hranice fyzického systému,
datové toky, v nichž tečou instance typových entit,
zdroje a příjemce datových toků v okolí systému,
procesy,
úložiště instancí entit, které tečou v datových tocích.

Uvedme ilustrační DFD pro systém zásilkové služby, který dokáže expedovat objednané zboží zákazníkovi:

Zákazníci posílají Objednávky, které získává a dávkově zpracovává oddělení Služby zákazníkům, dávky jsou předávány do oddělení Vstup dat, kde jsou přes klávesnici vloženy do výpočetního systému, systém nejprve Objednávky zkontroluje a zjištěné chyby vytiskne formou ověřovací sestavy pro oddělení Služby zákazníkům, oddělení Služby zákazníkům využívá sestavu k identifikaci chyb, opravuje původní Objednávky a posílá opravené Objednávky do oddělení Vstupu dat jako znovu zavedené Objednávky, **výpočetní systém** kontroluje dostupnost zboží na skladě a ověřuje účty Zákazníků. Objednávky, které nemohou být vyřízeny, jsou uchovány jako Nevyřešené objednávky pro další cyklus. Vyřízené objednávky jsou zaznamenány do souboru Data pro fakturaci. Seznamy vybraného zboží jsou posílány do Skladu a Dodací listy jsou posílány do oddělení Expedice,
při sestavování dodávky z Dodacích listů může Expedice zjistit rozpory mezi množstvím vybraného zboží a Dodacími listy. Pokud k tomu dojde, pracovníci expedice upraví tyto Dodací listy a provedou interaktivně úpravu v souborech Data pro fakturaci a Zásoby a dále v účtech Zákazníků,
po provedení těchto úprav výpočetní systém vyhotoví Faktury, které jsou odeslány Zákazníkům. Systém rovněž předává pohledávky do Účtárny.



Obrázek 7: Jednoduchý DFD diagram, kde např. tok 1 představuje příchod nové instance dokumentu Objednávka zboží a tedy událost pro systém zásilkové služby.

Pestrost prvků DFD diagramu ztěžuje jeho převod na formální graf G , na kterém by bylo možné prostřednictvím systémové algebry uplatnit specifické operace.

Na základě pravidel pro konstrukci DFD diagramů navrhne následující transformaci DFD na abstraktní graf G:

Fragment $P_1 \rightarrow DS \rightarrow P_2$ proces – úložiště – proces převedeme na uzly P_1 , P_2 a hranu mezi nimi, která je ohodnocena názvem úložiště.

Fragment $P_1 \rightarrow P_2$ převedeme podobně jako v bodě 1, ale ohodnocení hrany je pomocí názvu dat.

Pro fragmenty $Z \rightarrow P$, $P \rightarrow Z$ hrany neohodnocujeme.

Fragment $DS \rightarrow P$ převedeme nejdříve na fragment $P' \rightarrow DS \rightarrow P$, kde P' je virtuální proces.

Na vzniklý graf G můžeme použít systémovou algebru a vyšetřovat:

Roztřídění ohodnocení hran podle počtu použití, což dává představu o nejčastěji používaných entitách.

Řetězce – cesty složené z procesů a úložišť dat, což evokuje potenciální (možné) přechody mezi procesy (jeden proces data vydá, jiný je může zpracovat, ...).

Vzájemné závislosti procesů prostřednictvím dat.

Frekvence použití procesů v různých řetězcích.

Vzájemné souvislosti dat prostřednictvím procesů.

ZÁVĚR

Praxe tvorby diagramů ERD, DFD a dalších ukazuje, že je nedostatečné je vyšetřovat bez systémového pohledu. Uplatněním převodu na abstraktní graf získáme možnost použít nejen obecné grafové algoritmy, ale rovněž speciální systémovou algebru postavenou na zvolené základní incidenční matici. Získané výsledky je nutné převádět do reality podniku. To, že jsme si všimli jen systémového pohledu v Úvodní studii, Datové a Procesní analýze a neuvažovali o Hrubém a detailním návrhu a Implementaci, je dáno pouze omezením rozsahu článku.

Literatura

Martin, J. : *Strategic Data Planning Methodologies*. Prentice Hall International, 1982.

Martin, J. : *Information Engineering, book I. Introduction*. Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

Yourdon, E. : *Modern Structured Analysis*. Prentice Hall International, Inc., 1989.

Molnár, Z. : *Moderní metody řízení informačních systémů*. Grada, Praha, 1992.

Kontaktní adresa autora

Prof. RNDr. Milan Mišovič, CSc.
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně,
Provozně ekonomická fakulta, Ústav informatiky,
Zemědělská 1, 61300 BRNO
e-mail: misovic@pef.mendelu.cz