

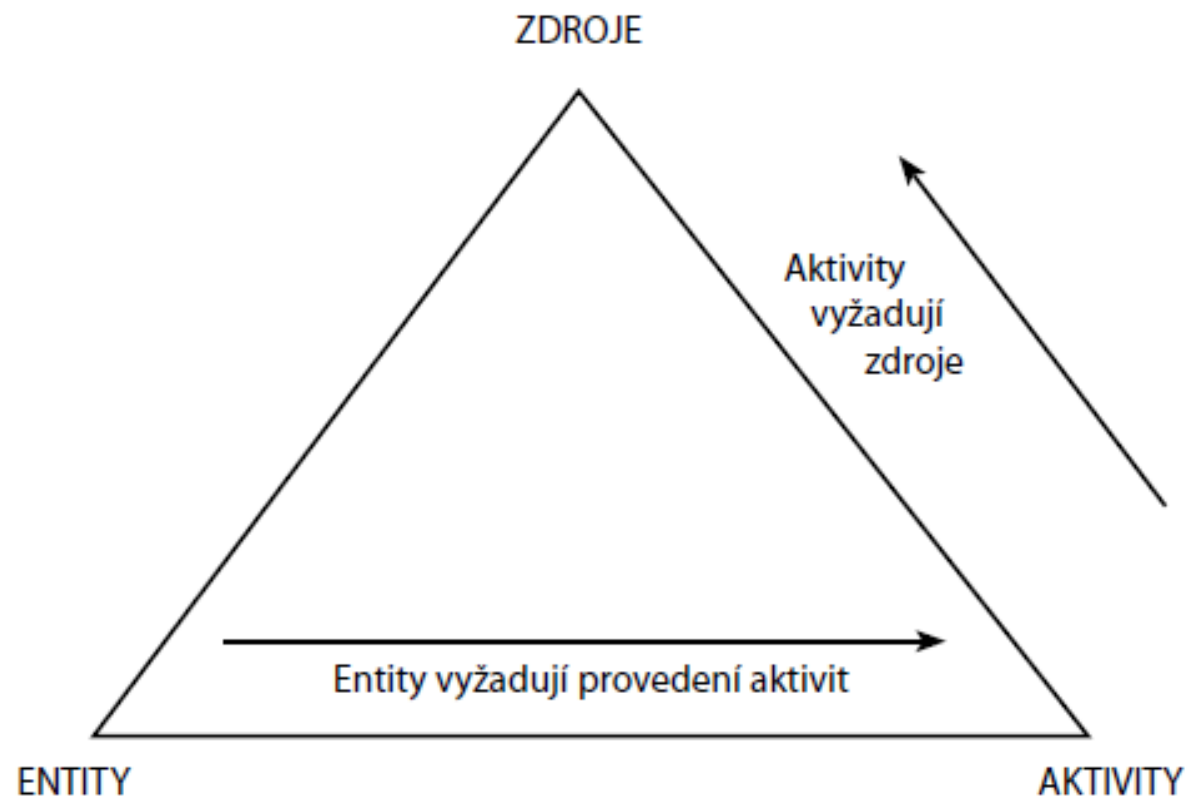
Kap. 3.1: Modelování struktury a dynamiky systémů

Martin Dlouhý
2019

Modelování struktury systému

- Systém = část reálného světa, která je předmětem našeho zájmu (nyní se prosazuje spíše pojem „proces“)
- Model = zjednodušené zobrazení systému (verbální, matematický, grafický)
- Simulační model = model vytvořený v simulačním SW
- Tradiční části simulačního modelu: entity, aktivity, zdroje

„Simulační trojúhelník“



Entity

Entita (transakce, working item) je dynamický objekt, který se pohybuje systémem:

- vstupuje do systému,
- vyžaduje provedení určitých činností/aktivit,
- dočasně obsazuje nebo trvale spotřebovává zdroje,
- opouští systém.

Entita může během simulace měnit svou podobu, například entita „materiál“ se promění na „hotový výrobek“. Entitě mohou být přiřazeny vlastnosti, tzv. *atributy* (číslo, text, booleovská hodnota), které se mohou v průběhu simulace měnit.

Entitou je například zákazník, který přichází do systému, řadí se do fronty, obsazuje obslužné zařízení, odchází ze systému. Atributem zákazníka může být druh požadované služby, atributem entity „pacient“ může být diagnóza.

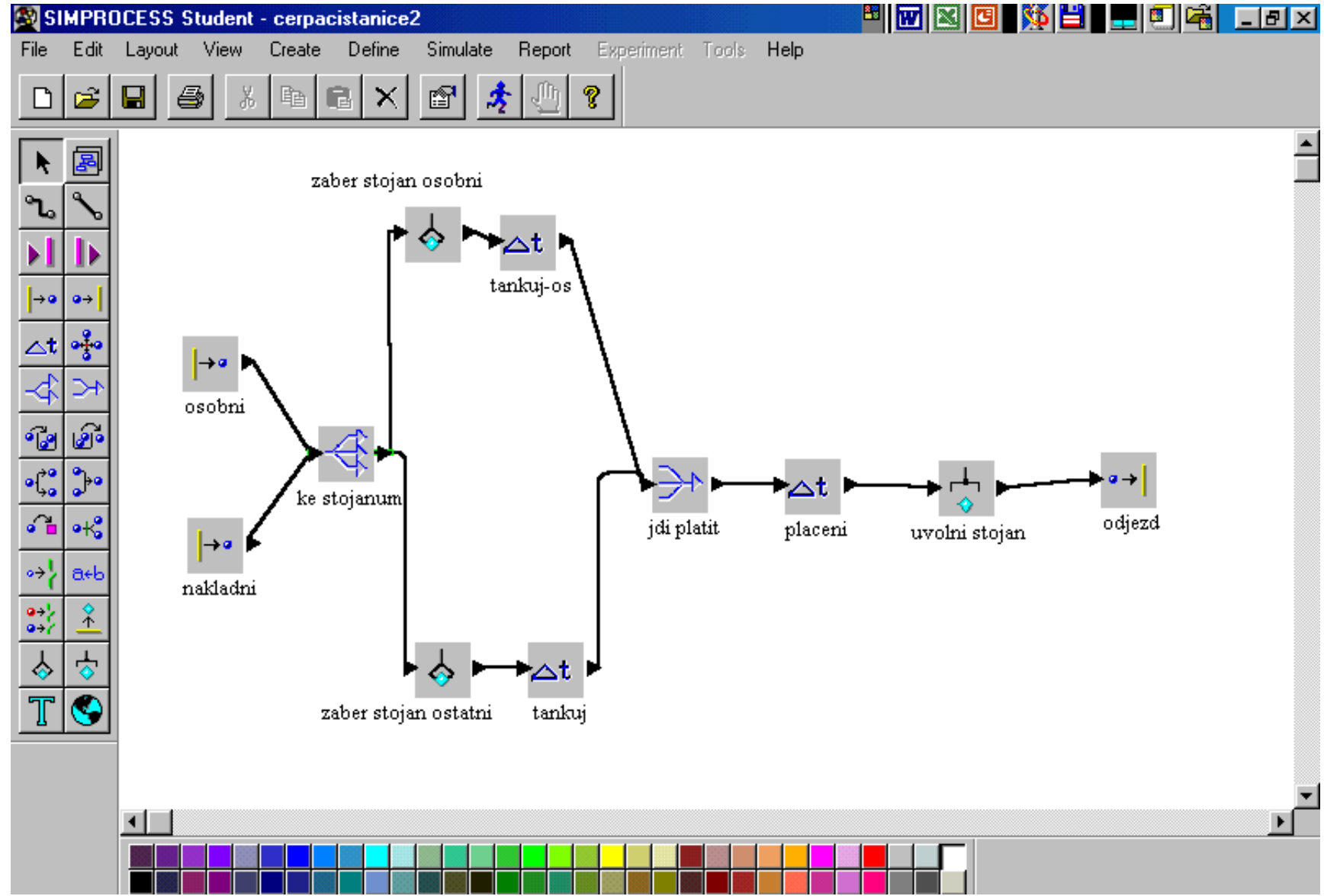
Aktivity/činnosti

System se skládá z *procesů*, což jsou souhrny vzájemně provázaných činností (aktivit), které vytvářejí určitou novou hodnotu ve formě výstupu pro následující procesy a pro konečného zákazníka. U složitých systémů dělíme procesy na procesy nižšího řádu (podprocesy), až nakonec dojdeme k *aktivitám (činnostem)*, což jsou již dále nedělitelné prvky.

Činnosti jsou propojeny *spojnicemi*, které ukazují logický sled činností a řídí pohyb entit.

Popis struktury systému ve formě simulačního modelu vzniká prováděním operací s ikonami, které reprezentují simulační objekty. Tvorba modelu je vlastně jednou z technik **mapování procesů (process mapping)**, což je metoda popisu a dokumentace podnikových procesů. Kombinuje grafické znázornění procesů a činností, jejich vstupů a výstupů, se současnou textovou dokumentací.

Příklad simulačního modelu obsluhy na benzínové pumpě.



Zdroje

Zdroje jsou simulační objekty, které jsou entitami po určitý čas využívány (pracovník, strojní zařízení) nebo spotřebovány (neobnovitelné zdroje jako např. paliva, náhradní díly).

Základním atributem zdroje je jeho kapacita: počet pracovníků, přepážek, strojů.

Entita využívá zdroj při realizaci určité činnosti (pokladní nutná při činnosti „zaplacení nákupu“), entita může také obsadit zdroj po dobu realizace celé skupiny činností (např. automobil drží zdroj „stojan na benzínové pumpě“ během činností „čerpání paliva“, „nákup“, „placení“).

Fronty/zásobníky

V případě, že zdroj je zcela kapacitně vytížen, řadí se další entity do *fronty/zásobníku*.

Některé SW nástroje vyžadují na uživateli definování fronty/zásobníku jako zvláštního simulačního objektu, jiné automaticky přiřazují frontu ke každému zdroji.

Řád fronty: FIFO (dle pořadí), LIFO (obrácené pořadí), SIRO (náhodné pořadí, podle priorit (typ entity, hodnoty atributů))

Kapacita fronty, trpělivost entit (počet, čas), možnost přerušování obsluhy.

Dynamické chování systémů/zachycení času

- **Simulovaný (simulační) čas** zrychluje pomalé děje či zpomaluje rychlé děje.
- **Spojité čas** (zákazník může přijít kdykoliv, obsluha může být ukončena kdykoliv) versus **diskrétní čas** (objednávky se vyřizují pouze ráno, ekonomické čtvrtletní modely).
- **Změny stavu systému** se dějí **spojitě** (automobil mění rychlost spojitě), nebo pouze v určitých **diskrétních okamžicích** (zásoba zboží na skladě se mění pouze v určitých okamžicích).

Typy modelů dle zachycení času

Stavy/časy	čas spojitý	čas diskretní
Množina hodnot stavů spojitá	diferenciální rovnice systémová dynamika	diferenční rovnice
Množina hodnot stavů diskretní	simulace diskretních událostí	Markovovy řetězce

Modely podnikových procesů (systémů)

- **Změny stavu systému** se dějí pouze v určitých **diskrétních okamžicích** (zásoba zboží na skladě, příchod zákazníků).
- **Spojité čas** (zákazník může přijít kdykoliv, obsluha může být ukončena kdykoliv).
- Proto pro podnikové procesy je zejména vhodná **simulace diskrétních událostí (zkráceně diskrétní simulace)**.
- Typy událostí v systému:
 - Příchod entity do systému (nutnost zařazení do fronty, zahájení obsluhy)
 - Dokončení obsluhy (nutno řešit co dál s entitou, zahájení obsluhy další obsluhy)

Vývojový diagram pro model jednoduchého systému hromadné obsluhy (exponenciální příchody, 1 obslužná linka, fronta FIFO)

F = délka fronty
 ČAS = simulovaný čas
 TU_i = typ události
 S = obsazení linky

