

# 01 - Teoretické disciplíny systémové vědy

(systémový přístup, obecná teorie systému, systémová statika a dynamika, úlohy na statických a dynamických systémech, kybernetika)

Systémová věda je vědní disciplínou zkoumající systémy, skládá se z:

- Systémové teorie (obecná teorie systému, kybernetika)
- Systémové aplikace (systémová analýza a syntéza, operační výzkum, systémové inženýrství)

**Systémový přístup** - účelový způsob řešení problémů, přičemž zkoumané jevy a procesy chápeme komplexně v jejich vnitřních a vnějších (vstupy / výstupy) souvislostech.

- Systém - účelově definovaná množina prvků a vazeb mezi nimi.

**Obecná teorie systému** - teorie o studiu systémů s důrazem na otevřené systémy, které mají interakce s okolím, a tak se nedají popsat běžnými fyzikálními modely pro uzavřené systémy. Využívána jako základní metodologický nástroj ve všech ostatních disciplínách systémové vědy. Zabývá se definováním systému a jeho okolí, analýzou struktury a chování systému a jeho optimalizací.

**Systémová statika a dynamika** - statické a dynamické systémy se zkoumají odděleně.

- Statické systémy
  - Časově invariantní struktury (neobsahují časovou proměnnou / funkci času)
  - Struktura = množina vazeb mezi prvky systému
  - Častěji se používá teorie grafů - orientovaný graf
  - Příklad: soustava m rovnic o n neznámých, soustava programových bloků
- Dynamické systémy
  - Stavový prostor popisující stav systému v daném čase + dynamické podmínky popisující změny systému v čase
  - Změna stavu často popsána diferenciálními rovnicemi
  - Deterministický x stochastický (náhodný), spojitý x diskrétní, konečný x nekonečný

## Úlohy na statických a dynamických systémech

- Statické
  - Optimalizační úlohy (hledání extrémů funkce, matematické programování)
  - Úlohy o struktuře (často pomocí orientovaných grafů / multigrafů, cesty, cykly, rozhraní, identifikace prvků, ...)
- Dynamické
  - Úlohy o stabilitě (schopnost vrátit se do původního stavu po odeznění vstupního signálu, ...)

- Prognostické úlohy (hledáme budoucí hodnoty stavových proměnných)
- Optimalizační úlohy (obsahují dynamický systém, kritérium optimality, soustavu omezení, množinu přípustných řešení)
- Úlohy o spojení systémů (hledáme zobrazení systému vzniklého spojením vstupů a výstupů několika systémů)
- Simulace

### **Kybernetika**

- Nauka o řízení a komunikaci v živých organismech a strojích.
- Předmětem je chování, které nemusí být vztažené ke konkrétnímu objektu (jedná se tedy o obecnou vědní disciplínu).
- Umožňuje studium systémů, které jsou příliš složité (a tato složitost nelze odstranit např. jejich rozkladem).

## 02 - Aplikované disciplíny systémové vědy

(systémová analýza, systémová syntéza, operační výzkum, systémové inženýrství)

Systémová věda je vědní disciplínou zkoumající systémy, skládá se z:

- Systémové teorie (obecná teorie systému, kybernetika)
- Systémové aplikace (systémová analýza a syntéza, operační výzkum, systémové inženýrství)

**Systémová analýza** - použití systémového myšlení a metodologie pro analýzu složitých problémů v soukromém i veřejném sektoru pro podporu rozhodování. Cílem je zjištění vlastností struktury a chování analyzovaného systému, rozložení problému na dílčí části. Výsledkem jsou nejčastěji různé modely. Nástroji systémové analýzy jsou teorie systémů, operační analýza, ekonomická analýza, kybernetika, informatika, teorie rozhodování, teorie řízení atd.

**Systémová syntéza** - zabývá se tvorbou složitých koncepčních systémů (makroprojektování). Základním nástrojem je systémová analýza (využívá se dekompozice na subsystémy). Hledá se struktura systému s danými vlastnostmi, který plní funkce při zadaných kritériích. Obecnými kroky syntézy jsou předpověď budoucího okolí systému, vytvoření modelu systému a simulace jeho funkce a výběr nejvhodnějšího modelu na základě simulace.

**Operační výzkum** - vědní disciplína vzniklá ve vojenské oblasti v souvislosti s válečnou situací v Anglii, zabývá se prováděním a koordinací aktivit vedoucích k určitému cíli za účelem zlepšit tyto činnosti; využívá metod matematického modelování, statistiky, optimalizace, teorie her, teorie grafů, simulace

**Systémové inženýrství** - zabývá se metodami pro identifikaci, analýzu, projektování a realizaci složitých a rozsáhlých, převážně technických systémů; jedná se v podstatě o zprostředkovatele mezi teorií systémů a jejími úlohami. Je pro ni důležitý holistický přístup.

## 03 - Systémové modelování a simulace

(modely, matematické modely, modelování struktur a chování, proces modelování, proces simulace a možnosti jejího využití)

**Modely** - napodobují struktury a chování reálných systémů. Jedná se o účelovou abstrakci, která nezahrnuje nepodstatné atributy.

**Matematické modely** - abstraktní modely využívající matematický jazyk pro popis struktury či chování systému (množiny, proměnné, funkce, vektory, matice, ...). Výhodou je jejich obecnost, stručnost, přesnost a snadná ověřitelnost hypotéz.

### Modelování struktur a chování

- Modelování struktur - využívá se pro analýzu statických (strukturních) vlastností systémů. Modely mají podobu grafů či multigrafů.
- Modelování chování
  - Chování = změna stavů + změna výstupních proměnných
  - Složky systému: stavy (stavové proměnné), změny stavů (přechodové transformace), vstupy systému (vstupní funkce), výstupy systému (výstupní funkce)

### Proces modelování

- Verbálně grafický model
  - Popis řešeného problému
  - Definice otázek
  - Vymezení podstatných proměnných, systémových veličin a jejich měření
  - Zavedení zjednodušeného pohledu na reálný objekt
- Matematický
  - Vycházíme z obecné teorie systému
  - Obecný model plníme obsahem (přechodové transformace, omezující podmínky, kriteriální funkce, náhodné složky)
  - Verifikace - tvůrce ověří zda model plní účel
  - Validace - tvůrce i uživatel ověří zda model odpovídá reálnému systému

### Proces simulace a možnosti jejího využití

- Simulace = napodobení chování reálného systému prostřednictvím modelu, zejména u složitých dynamických systémů s náhodnou složkou, kde nelze matematický model řešit analyticky.
- Reálný systém -> simulační model -> simulace -> výsledky -> reálný systém
  - Určení účelu simulace a sledovaných výstupů, vytvoření simulačního modelu, validace simulačního modelu, návrh experimentů, zpracování výsledků.

## 04 - Vybrané úlohy systémového inženýrství

(úlohy o tvorbě modelu, úlohy s modelem (struktura, dynamika), úlohy o ovládnání (využití) systému, měkkost systému)

Cílem formulace úloh je analýza, syntéza a hodnocení systémových náležitostí (složky z definice systému).

### Úlohy o tvorbě modelu

- Konstrukce jazyka - prostředek dokumentování vědeckých poznatků. Vytvořený jazyk musí umět popsat problematiku dané oblasti.
- Metrika systému - slouží pro měření hodnot pojmenovaných systémových vlastností. Je třeba zvolit vhodný typ stupnice a vhodné jednotky.

### Úlohy s modelem (struktura, dynamika)

- Úlohy o struktuře (prvky, vazby)
  - Úlohy o společném rozhraní - zabývá se schopností spolupráce částí celku, např. odstranění neregularity (nejsou shodné proměnné včetně jejich oborů hodnot na výstupu a navazujícím vstupu) vložení konverzního prvku.  
Rozhraní = fiktivní řez mezi dvěma částmi systému, definováno množinami proměnných - na výstupu a na navazujícím vstupu
  - Úlohy o cestách - zřetězení dvojic do cest (realizace procesů). Poté zjišťování délky, kvality, hodnoty (rozdíl mezi výstupem a vstupem), hledání předchůdců a následníků. Určení mohutnosti systému = množiny možných cest.
  - Úlohy o kapacitách - kapacitní zdroje systému, obsazení kapacit, vyrovnání kapacit, toky.
  - Úlohy o shlucích - řeší se uspořádání prvků nebo procesů do skupin (zmenšení počtu prvků a procesů)
- Úlohy o dynamice - tyto úlohy se zabývají chováním systému, např. změny stavového prostoru v čase (změna kapacit některých prvků, ...)

**Úlohy o ovládnání (využití) systému** - ovládnání ve formách řízení, projektování. Zabývá se ovládnáním systémů, včetně ovládnáním originálů prostřednictvím systémových modelů.

**Měkkost systému** - neúplnost či neurčitost stavů či složek definice systému. Nepřesnost hodnot (měření), neurčitost výskytu veličiny (pravděpodobnost), nejistota jevu v množině prvků (fuzzy množiny), nepředvídatelnost (teorie chaosu). Tvrdý systém má rozpoznatelnou a explicitně vyjádřitelnou strukturu a chování.

## 05 - Architektury systému

(podniková architektura (TOGAF, MODAF, DODAF, Zachman), architektury IEEE 1471, NASA apod.)

Podniková architektura je velmi obecný pojem, který v sobě zahrnuje spoustu věcí a pro každého architekta má trochu jiný význam. Jednou z definic je, že podniková architektura zahrnuje popis cílů organizace, způsobů jak jsou tyto cíle dosahovány pomocí podnikových procesů a způsobů, jak mohou tyto procesy být podpořeny technologiemi.

Pro většinu rámců architektur je typické, že se dělí do mnoha pohledů dle konkrétní role účastněných stran.

### **Podniková architektura (TOGAF, MODAF, DODAF, Zachman)**

- TOGAF - architektonický rámec vyvíjen v rámci Open Group, která se zabývá otevřenými IT standardy a certifikáty. Vychází ze zkušeností architektů, jak postupovat při vývoji podnikové architektury.
- MODAF - vychází z DODAF jako standard pro ministerstvo obrany Velké Británie.
- DODAF - architektonický rámec a konceptuální model pro vývoj informačních systémů ministerstva obrany Spojených států amerických. Představuje ucelenou metodiku vývoje softwaru.
- Zachman - byl žákem zakladatele podnikové architektury z IBM a vytvořil Zachmanův rámec, což je spíše klasifikační schéma, matice 6x6 polí, kde každé reprezentuje pohled jedné ze zúčastněných stran (vlastník, manager, ..., technik) na jednu z oblastí architektury (data, funkce, ..., lidi) (5W1H).

### **Architektury IEEE1471, NASA apod.**

- IEEE1471 - zaměřené převážně na informační systémy (software-intensive), sada doporučení, sleduje zájmy jednotlivých investorů
- NASA - heavyweight přístup k rozsáhlým projektům

## 06 - Životní cyklus systému

(přístupy k životnímu cyklu systému (NASA, Vee graf, DoD, IEEE 1220 apod.), životní cyklus softwarových produktů a informačních systémů.)

Životní cyklus zahrnuje aktivity od počáteční představy o systému po použití či zrušení systému. Základní pohled obsahuje návrh a vývoj -> výrobu a/nebo konstrukci -> provoz, údržbu a podporu -> vyřazení, likvidaci.

### **Přístupy k životnímu cyklu systému (NASA, Vee graf, DoD, IEEE 1220 apod.)**

- NASA - slouží pro stanovení rámce pro řízení rozsáhlých projektů NASA. Šest fází, které obsahují velkou řadu kroků a definic. Fáze se dá opakovat nebo zpětně odstranit její nedostatky.
- Vee graf - zaměřuje se na část životního cyklu - fáze definice konceptu a vývoje. Nejprve probíhá dekompozice a definice, následně integrace a verifikace, kde integrační a kontrolní aktivity korespondují s aktivitami v levé části grafu. Tyto dvě fáze tvoří ramena "V", dole je výroba / implementace.
- DoD - ministerstvo obrany, aktivity organizovány do několika fází, jsou definovány tři milníky, kde se odehrávají klíčová rozhodnutí o pokračování projektu (A - investice do rozvoje technologie předběžného návrhu, B - investice do vývoje, integrace, verifikace a vývoje výrobního procesu, C - vyrábění vzorků pro provozní testování a zhodnocení).
- IEEE 1220 - interdisciplinární standard sloužící k nalezení řešení od uživatelských požadavků, potřeb a omezení. Rozděleno na fáze vývoje a provozu.

### **Životní cyklus softwarových produktů a informačních systémů**

- Podobný životnímu cyklu systému, hlavní fáze - analýza, návrh, implementace, testování a integrace.
- Hlavními modely jsou vodopád, prototypování, RAD (rapid application development), spirálový model.
  - Vodopád - strukturované sekvenční fáze, chyby se tak odstraňují ihned a nešíří se dál. Nevypovídá se však s měnícími se požadavky.
  - Prototypování - iterativní přístup, velmi rychle je vytvořena fungující verze. Nutná spolupráce všech stran, prototypy se mohou velmi lišit od výsledného produktu.
  - RAD - vylepšený model prototypování, důraz na rychlost - 80% hotovo za 20% času.
  - Spirálový model - iterativní metoda aplikace vodopádu v několika fázích. Každá fáze začíná stanovením požadavků, vyhodnocením slabých a silných stránek a rizik předchozích verzí a končí vytvořením prototypu systému.