



Pokročilé informační systémy

Principy, data, modely, architektury

prof. Ing. Tomáš Hruška, CSc.

Ing. Radek Burget, Ph.D.

burgetr@fit.vutbr.cz

Předmět PIS – Cíle předmětu

- Návrhu informačního systému – rozšíření znalostí z IIS
 - Analýza domény a procesů (datové modelování, workflow)
 - Pokročilé architektury systému
 - Systémy pro podporu rozhodování
- Zvládnutí pokročilých technologií
 - Databázová vrstva – objektový datový model, alternativy
 - Aplikační vrstva – aplikační rámce pro enterprise aplikace
 - Prezentační vrstva – klientské programování
- Business intelligence (OLAP systémy)

Technologie

- Cílem je zvládnout základní koncepty a principy **nezávisle na implementační platformě**
- Praktické ukázky (a projekt) budou využívat zejména
 - Java Enterprise Edition (nově Jakarta EE)
 - Alternativy na jiných platformách
 - Objektově-relační mapování (JPA)
 - REST aplikační rozhraní, webový framework (JSF a další)

Hodnocení

- Půlsesemestrální zkouška: 19 bodů
- Semestrální zkouška: 51 bodů
- Projekt: 30 bodů (8 + 22)
 - Realizace IS na dané téma v týmu (zadání z AIS)
 - ORM datová vrstva
 - Pokročilý aplikační framework umožňující oddělení datové, aplikační a prezentační vrstvy

Kontakty

- **Ing. Radek Burget, Ph.D.**
burgetr@fit.vutbr.cz
C223
 - Přednášky, projekty, zkoušky, všechno ostatní
- **Ing. Jiří Hynek, Ph.D.**
ihynek@fit.vutbr.cz
C235
 - Přednášku

Data – informace – znalosti

Data

- Hodnota schopná přenosu, uchování, interpretace či zpracování
- Z hlediska IT jde o *hodnoty různých datových typů*
- Data sama o sobě *nemají sémantiku* (význam), jsou to věty nějakého formálního jazyka
 - Viz pojem *databáze*
- Hodnoty dat obvykle udávají *stav* nějakého systému

Informace

- *Informace* jsou interpretovaná data
- Mají *sémantiku* (význam)
- Transformaci dat na informace neprovádí informační systém, ale *uživatel*
 - Systém ukládá a transformuje *data*
 - Pro uživatele výsledek znamená *informaci*
- Je nezbytné zajistit shodnou interpretaci dat u všech uživatelů informace
 - vzdělání, školení, zavedení konvencí



Příklad rozdílné interpretace dat

- Údaj 10-12-2005
- V Evropě informace 10. prosince 2005
- V USA informace 12. října 2005
- pro totožná data vznikne *rozdílná informace jinou interpretací* dat
- Podobně např. jméno a příjmení

Znalost

- Informace zařazená do souvislostí
- Jejich interpretace je však ještě hůře definovatelná, neboť může jít o celé shluky informací
- Znalosti chápeme často jako *sekundární odvozené informace*
- Některé informační systémy se zabývají pouze *informacemi (transakční)*, některé pracují se *znalostmi (pro podporu rozhodování a plánování)*
- Problematika *získávání znalostí z dat* (knowledge discovery, data mining)

Příklad: jízdní řád

1		<div> <div>Odjezdy ze zastávky</div> <div>Semilasso</div> <div>směr</div> <div>Řečkovice</div> </div>	<div>  <div>1566/1</div> </div>																																																																																																																																																																					
<div> <div>Zóna 101</div> <div> EČEROVA Ondroušková Kubíčková (o) Přistaviště Zoologická zahrada Kamenolom (z) Podlesí (o) Branka (z) Svratecká Vozovna Komin </div> </div>	<div> <div>Zóna 100</div> <div> Stránského (o) Bráfova (o) Pisárky Lipová (o) Výstaviště - vstup G2 (z) Výstaviště - hlavní vstup Mendlovo náměstí Václavská Hybešova Nové sady Hlavní nádraží Malinovského náměstí Janáčkovo divadlo Antonínská Pionýrská Hrnčířská Šumavská Kartouzská Jungmannova </div> </div>	<div> <div>Zóna 101</div> <div> Husitská Semilasso Tylova Hudcova Koříšková Filukukova ŘEČKOVICE </div> </div> <div> o : zastávka od 20 do 5 hodin na znamení z : zastávka celodenně na znamení : bezbariérová zastávka </div>																																																																																																																																																																						
<div>PRACOVNÍ DNY</div> <div>NEPLATÍ 17.4.–18.4., 2.5., 9.5., 30.6.–29.8., 27.10.–29.10., 22.12.2014–2.1.2015</div> <table> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>22b 32b 42 52b 59</td></tr> <tr><td>6</td><td>05 12b 19 25 32 39 45b 52 58b</td></tr> <tr><td>7</td><td>03 07 13 18b 23 28 33 36 39 43b 46 49 53b 56 59</td></tr> <tr><td>8</td><td>03b 06 09 13 18b 23 28 33 38 43 48 53b 58</td></tr> <tr><td>9</td><td>03 08b 13 18 23 28b 33 38 43 48 53 58b</td></tr> <tr><td>10</td><td>03 08b 13 18b 23 28 33 38b 43 48 53 58</td></tr> <tr><td>11</td><td>03 08 13b 18 23 28b 33 38 43 48b 53 58</td></tr> <tr><td>12</td><td>03 08 13 18b 23 28b 33 38b 43 48 53 58b</td></tr> <tr><td>13</td><td>03 08 13 18 23 28 33b 38 43 48b 53 58</td></tr> <tr><td>14</td><td>03 08b 13 18 23 28 33 38b 43 48b 53 58b</td></tr> <tr><td>15</td><td>03 08 13 18b 23 28 33 38 43 48 53b 58</td></tr> <tr><td>16</td><td>03 08b 13 18 23 28b 33 38 43 48 53 58b</td></tr> <tr><td>17</td><td>03 08b 13 18b 23 28 33 38b 43 48 53 58</td></tr> <tr><td>18</td><td>03 08 13b 18 23 28b 33 38 43 48b 53 59</td></tr> <tr><td>19</td><td>05 12 19b 25 32 39b 45 52</td></tr> <tr><td>20</td><td>02 12 22 32b 43 58b</td></tr> <tr><td>21</td><td>13 28b 43 58b</td></tr> <tr><td>22</td><td>13 28 43 58b</td></tr> <tr><td>23</td><td></td></tr> </table>	2		3		4		5	22b 32b 42 52b 59	6	05 12b 19 25 32 39 45b 52 58b	7	03 07 13 18b 23 28 33 36 39 43b 46 49 53b 56 59	8	03b 06 09 13 18b 23 28 33 38 43 48 53b 58	9	03 08b 13 18 23 28b 33 38 43 48 53 58b	10	03 08b 13 18b 23 28 33 38b 43 48 53 58	11	03 08 13b 18 23 28b 33 38 43 48b 53 58	12	03 08 13 18b 23 28b 33 38b 43 48 53 58b	13	03 08 13 18 23 28 33b 38 43 48b 53 58	14	03 08b 13 18 23 28 33 38b 43 48b 53 58b	15	03 08 13 18b 23 28 33 38 43 48 53b 58	16	03 08b 13 18 23 28b 33 38 43 48 53 58b	17	03 08b 13 18b 23 28 33 38b 43 48 53 58	18	03 08 13b 18 23 28b 33 38 43 48b 53 59	19	05 12 19b 25 32 39b 45 52	20	02 12 22 32b 43 58b	21	13 28b 43 58b	22	13 28 43 58b	23		<div>SOBOTA</div> <div>PLATÍ TAKÉ 20.4., 1.5., 8.5., V NEDELE OD 15.6. DO 7.9., 26.10., 16.11., 21.12., 24.12. (do 16 hod.), 25.12., 26.12., 28.12., 31.12.2014 (do 20 hod.), 1.1.2015</div> <table> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>28 43 58</td></tr> <tr><td>7</td><td>13 28 43b 58</td></tr> <tr><td>8</td><td>13b 28 42 52</td></tr> <tr><td>9</td><td>02b 12 22 32b 42 52</td></tr> <tr><td>10</td><td>02b 12 22 32 42b 52</td></tr> <tr><td>11</td><td>02 12b 22 32 42b 52</td></tr> <tr><td>12</td><td>02 12 22b 32 42 52</td></tr> <tr><td>13</td><td>02b 12 22 32b 42 52</td></tr> <tr><td>14</td><td>02b 12 22 32 42b 52</td></tr> <tr><td>15</td><td>02 12 22b 32 42 52b</td></tr> <tr><td>16</td><td>02 12b 22 32 42 52</td></tr> <tr><td>17</td><td>02b 12 22 32 42b 52</td></tr> <tr><td>18</td><td>02 12b 22 32b 42 52</td></tr> <tr><td>19</td><td>02 12 22b 32 42 52</td></tr> <tr><td>20</td><td>02b 12 22b 32b 43 58</td></tr> <tr><td>21</td><td>13 28b 43 58</td></tr> <tr><td>22</td><td>13 28b 43b 58b</td></tr> <tr><td>23</td><td></td></tr> </table>	2		3		4		5		6	28 43 58	7	13 28 43b 58	8	13b 28 42 52	9	02b 12 22 32b 42 52	10	02b 12 22 32 42b 52	11	02 12b 22 32 42b 52	12	02 12 22b 32 42 52	13	02b 12 22 32b 42 52	14	02b 12 22 32 42b 52	15	02 12 22b 32 42 52b	16	02 12b 22 32 42 52	17	02b 12 22 32 42b 52	18	02 12b 22 32b 42 52	19	02 12 22b 32 42 52	20	02b 12 22b 32b 43 58	21	13 28b 43 58	22	13 28b 43b 58b	23		<div>NEDELE</div> <div>NEPLATÍ 20.4., OD 15.6. DO 7.9., 26.10., 16.11., 21.12., 28.12.2014; PLATÍ TAKÉ 21.4., 28.10., 17.11.2014</div> <table> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>28 43 58</td></tr> <tr><td>7</td><td>13 28 43b 58</td></tr> <tr><td>8</td><td>13b 28 42 52</td></tr> <tr><td>9</td><td>02b 12 22 32b 42 52</td></tr> <tr><td>10</td><td>02b 12 22 32 42b 52</td></tr> <tr><td>11</td><td>02 12b 22 32 42b 52</td></tr> <tr><td>12</td><td>02 12 22b 32 42 52</td></tr> <tr><td>13</td><td>02b 12 22 32b 42 52</td></tr> <tr><td>14</td><td>02b 12 22 32 42b 52</td></tr> <tr><td>15</td><td>02 12 22b 32 42 52b</td></tr> <tr><td>16</td><td>02 12b 22 32 42 52</td></tr> <tr><td>17</td><td>02 12b 19 25 32 39 45 52b 59</td></tr> <tr><td>18</td><td>05b 12 19b 25 32b 39b 45 52 59</td></tr> <tr><td>19</td><td>05 12 19b 25 32 39 45 52 59b</td></tr> <tr><td>20</td><td>05 12b 19 25b 32b 43 58</td></tr> <tr><td>21</td><td>13 28b 43 58</td></tr> <tr><td>22</td><td>13 28b 43b 58b</td></tr> <tr><td>23</td><td></td></tr> </table>	2		3		4		5		6	28 43 58	7	13 28 43b 58	8	13b 28 42 52	9	02b 12 22 32b 42 52	10	02b 12 22 32 42b 52	11	02 12b 22 32 42b 52	12	02 12 22b 32 42 52	13	02b 12 22 32b 42 52	14	02b 12 22 32 42b 52	15	02 12 22b 32 42 52b	16	02 12b 22 32 42 52	17	02 12b 19 25 32 39 45 52b 59	18	05b 12 19b 25 32b 39b 45 52 59	19	05 12 19b 25 32 39 45 52 59b	20	05 12b 19 25b 32b 43 58	21	13 28b 43 58	22	13 28b 43b 58b	23		<div>Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje Výťah z tarifu platného od 1. 1. 2012</div> <div>JÍZDENKY PRO CESTU PO BRNĚ V ZÓNÁCH 100 + 101</div> <div>Jízdenky prodávané v předprodejích, jízdenkových automatech, pokladnách ČD a v autobusech vybavených pokladnou</div> <table> <tr> <th>Platnost</th><th>Základní</th><th>Zlevněná</th></tr> <tr><td>2 zóny / 15 minut</td><td>20 Kč</td><td>10 Kč</td></tr> <tr><td>2 zóny / 60 minut</td><td>25 Kč</td><td>12 Kč</td></tr> <tr><td>3 zóny / 90 minut</td><td>27 Kč</td><td>13 Kč</td></tr> <tr><td>4 zóny / 90 minut</td><td>34 Kč</td><td>17 Kč</td></tr> <tr><td>5 zón / 120 minut</td><td>42 Kč</td><td>21 Kč</td></tr> <tr><td>zóny 100+101 / 24 hod.¹</td><td>90 Kč</td><td>45 Kč</td></tr> <tr><td>zóny 100+101 / 5 dnů</td><td>250 Kč</td><td>-</td></tr> </table> <div>¹ Jízdenka v nepracovní dny platí pro 2 osoby starší 15 let a 3 děti do 15 let. Platí 24 hodin od označení.</div> <div>Jízdenky prodávané řidiči na linkách 1 až 99 ve vozidlech nevybavených pokladnou</div> <table> <tr> <th>Platnost</th><th>Základní</th><th>Zlevněná</th></tr> <tr><td>2 zóny / 15 minut</td><td>25 Kč</td><td>-</td></tr> <tr><td>3 zóny / 90 minut</td><td>35 Kč</td><td>25 Kč</td></tr> </table> <div>Za základní jízdné se přepravuje osoba bez nároku na slevu. Za zlevněné jízdné se</div>	Platnost	Základní	Zlevněná	2 zóny / 15 minut	20 Kč	10 Kč	2 zóny / 60 minut	25 Kč	12 Kč	3 zóny / 90 minut	27 Kč	13 Kč	4 zóny / 90 minut	34 Kč	17 Kč	5 zón / 120 minut	42 Kč	21 Kč	zóny 100+101 / 24 hod. ¹	90 Kč	45 Kč	zóny 100+101 / 5 dnů	250 Kč	-	Platnost	Základní	Zlevněná	2 zóny / 15 minut	25 Kč	-	3 zóny / 90 minut	35 Kč	25 Kč
2																																																																																																																																																																								
3																																																																																																																																																																								
4																																																																																																																																																																								
5	22b 32b 42 52b 59																																																																																																																																																																							
6	05 12b 19 25 32 39 45b 52 58b																																																																																																																																																																							
7	03 07 13 18b 23 28 33 36 39 43b 46 49 53b 56 59																																																																																																																																																																							
8	03b 06 09 13 18b 23 28 33 38 43 48 53b 58																																																																																																																																																																							
9	03 08b 13 18 23 28b 33 38 43 48 53 58b																																																																																																																																																																							
10	03 08b 13 18b 23 28 33 38b 43 48 53 58																																																																																																																																																																							
11	03 08 13b 18 23 28b 33 38 43 48b 53 58																																																																																																																																																																							
12	03 08 13 18b 23 28b 33 38b 43 48 53 58b																																																																																																																																																																							
13	03 08 13 18 23 28 33b 38 43 48b 53 58																																																																																																																																																																							
14	03 08b 13 18 23 28 33 38b 43 48b 53 58b																																																																																																																																																																							
15	03 08 13 18b 23 28 33 38 43 48 53b 58																																																																																																																																																																							
16	03 08b 13 18 23 28b 33 38 43 48 53 58b																																																																																																																																																																							
17	03 08b 13 18b 23 28 33 38b 43 48 53 58																																																																																																																																																																							
18	03 08 13b 18 23 28b 33 38 43 48b 53 59																																																																																																																																																																							
19	05 12 19b 25 32 39b 45 52																																																																																																																																																																							
20	02 12 22 32b 43 58b																																																																																																																																																																							
21	13 28b 43 58b																																																																																																																																																																							
22	13 28 43 58b																																																																																																																																																																							
23																																																																																																																																																																								
2																																																																																																																																																																								
3																																																																																																																																																																								
4																																																																																																																																																																								
5																																																																																																																																																																								
6	28 43 58																																																																																																																																																																							
7	13 28 43b 58																																																																																																																																																																							
8	13b 28 42 52																																																																																																																																																																							
9	02b 12 22 32b 42 52																																																																																																																																																																							
10	02b 12 22 32 42b 52																																																																																																																																																																							
11	02 12b 22 32 42b 52																																																																																																																																																																							
12	02 12 22b 32 42 52																																																																																																																																																																							
13	02b 12 22 32b 42 52																																																																																																																																																																							
14	02b 12 22 32 42b 52																																																																																																																																																																							
15	02 12 22b 32 42 52b																																																																																																																																																																							
16	02 12b 22 32 42 52																																																																																																																																																																							
17	02b 12 22 32 42b 52																																																																																																																																																																							
18	02 12b 22 32b 42 52																																																																																																																																																																							
19	02 12 22b 32 42 52																																																																																																																																																																							
20	02b 12 22b 32b 43 58																																																																																																																																																																							
21	13 28b 43 58																																																																																																																																																																							
22	13 28b 43b 58b																																																																																																																																																																							
23																																																																																																																																																																								
2																																																																																																																																																																								
3																																																																																																																																																																								
4																																																																																																																																																																								
5																																																																																																																																																																								
6	28 43 58																																																																																																																																																																							
7	13 28 43b 58																																																																																																																																																																							
8	13b 28 42 52																																																																																																																																																																							
9	02b 12 22 32b 42 52																																																																																																																																																																							
10	02b 12 22 32 42b 52																																																																																																																																																																							
11	02 12b 22 32 42b 52																																																																																																																																																																							
12	02 12 22b 32 42 52																																																																																																																																																																							
13	02b 12 22 32b 42 52																																																																																																																																																																							
14	02b 12 22 32 42b 52																																																																																																																																																																							
15	02 12 22b 32 42 52b																																																																																																																																																																							
16	02 12b 22 32 42 52																																																																																																																																																																							
17	02 12b 19 25 32 39 45 52b 59																																																																																																																																																																							
18	05b 12 19b 25 32b 39b 45 52 59																																																																																																																																																																							
19	05 12 19b 25 32 39 45 52 59b																																																																																																																																																																							
20	05 12b 19 25b 32b 43 58																																																																																																																																																																							
21	13 28b 43 58																																																																																																																																																																							
22	13 28b 43b 58b																																																																																																																																																																							
23																																																																																																																																																																								
Platnost	Základní	Zlevněná																																																																																																																																																																						
2 zóny / 15 minut	20 Kč	10 Kč																																																																																																																																																																						
2 zóny / 60 minut	25 Kč	12 Kč																																																																																																																																																																						
3 zóny / 90 minut	27 Kč	13 Kč																																																																																																																																																																						
4 zóny / 90 minut	34 Kč	17 Kč																																																																																																																																																																						
5 zón / 120 minut	42 Kč	21 Kč																																																																																																																																																																						
zóny 100+101 / 24 hod. ¹	90 Kč	45 Kč																																																																																																																																																																						
zóny 100+101 / 5 dnů	250 Kč	-																																																																																																																																																																						
Platnost	Základní	Zlevněná																																																																																																																																																																						
2 zóny / 15 minut	25 Kč	-																																																																																																																																																																						
3 zóny / 90 minut	35 Kč	25 Kč																																																																																																																																																																						

Správa informací

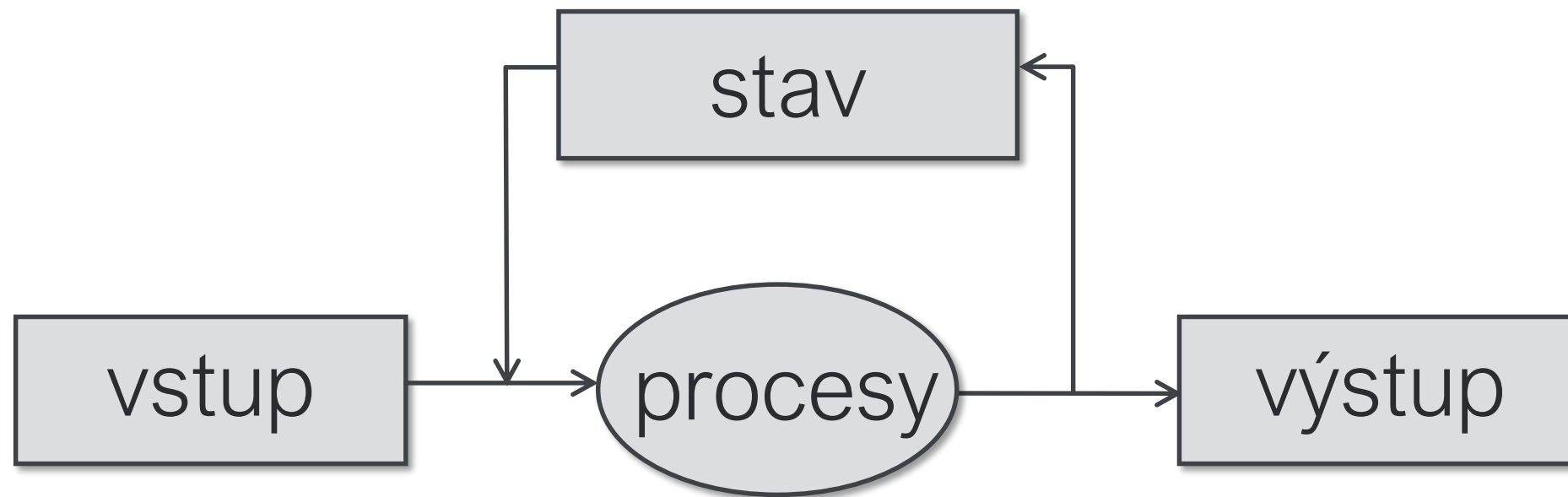
1. Sběr,
2. Uspořádání a příprava,
3. Užití,
4. Rušení a náhrada.

Správa probíhá dle základních funkcí *systemu*

- stav, data (zpětná vazba)
- transformace a procesy
- vstup a výstup (komunikace)

INFORMAČNÍ SYSTÉM

Schéma informačního systému



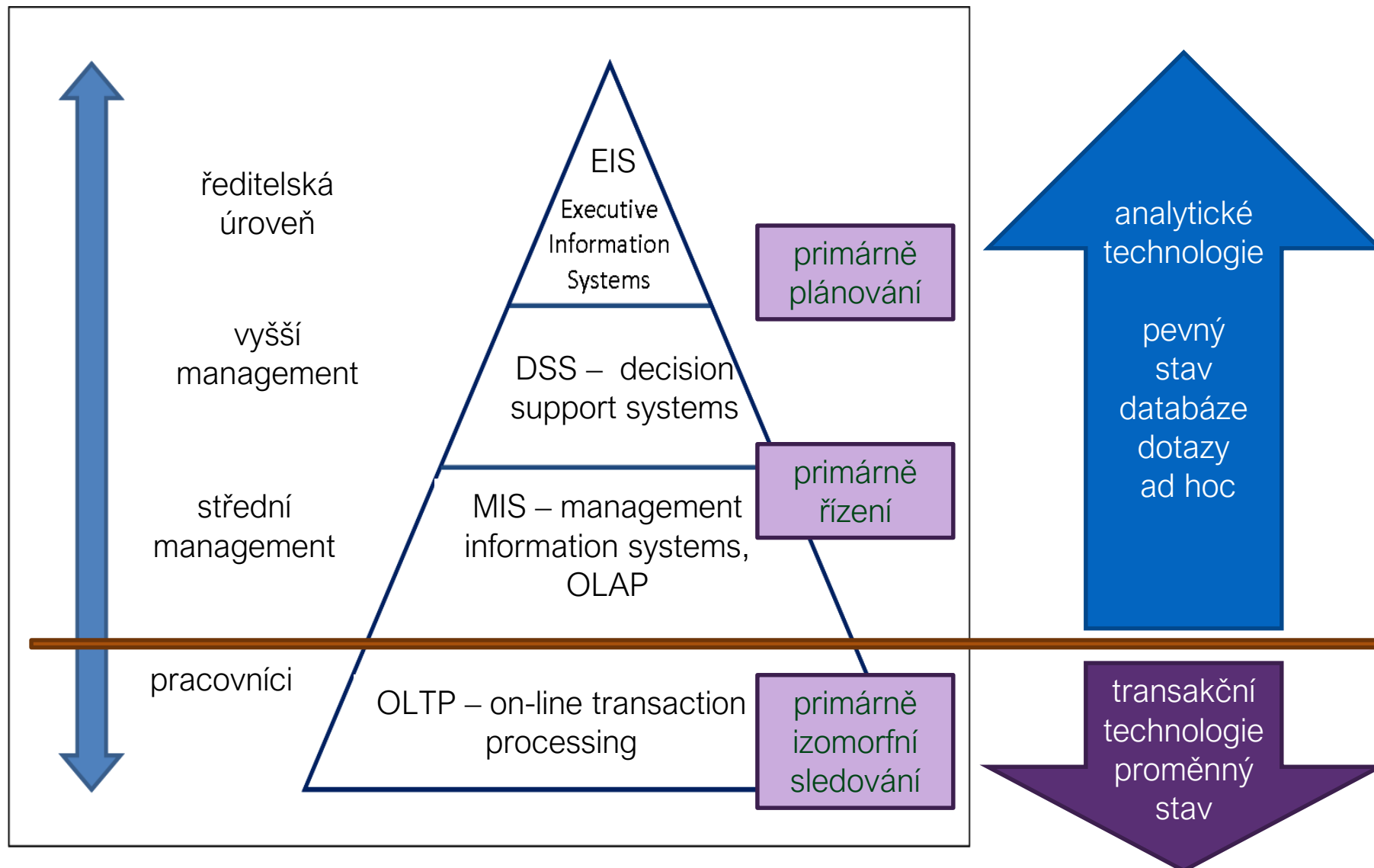
- Modifikované schéma obecného systému
- Data uchovávající *stav* systému a
- *Procesy* realizující transformace často ve formě *transakcí*

Stav informačního systému

- Stavem informačního systému jsou hodnoty dat (typicky reprezentované pomocí nějakého *modelu*) a musíme se zabývat jejich
 - *Persistencí* (přetrváváním),
 - *Konzistencí* (splňování jistých pravidel o možných kombinacích hodnot údajů ve stavu) apod.

Informační systémy podle úrovně rozhodování

Pyramidové schéma



OLTP – On-line transaction processing

- Třída informačních systémů, které zpracovávají transakčně orientované aplikace
- Termín transakční je dvojznačný:
 - *databázové transakce*
 - *komerční transakce*

mohou se ovšem překrývat

- Tento termín je rovněž používán v případě, kdy systém odpovídá okamžitě na uživatelské požadavky *změnou stavu*, příkladem aplikace pro komerční transakce může být např. *bankomat*.

OLTP – On-line transaction processing

- Metodologie, která poskytuje koncovému uživateli přístup k rozsáhlým objemům dat a pomáhá jejich zkoumání.
- podpora pro databázové transakce, které zahrnují i síťové zpracování a mohou být *dlouhé a distribuované*
- užívají zpracování typu klient/server a dovolují transakcím běžet na rozdílných platformách v síti
- pro decentralizované databázové systémy musejí OLTP distribuovat transakce mezi mnoho počítačů a sítí

Návrh informačního systému

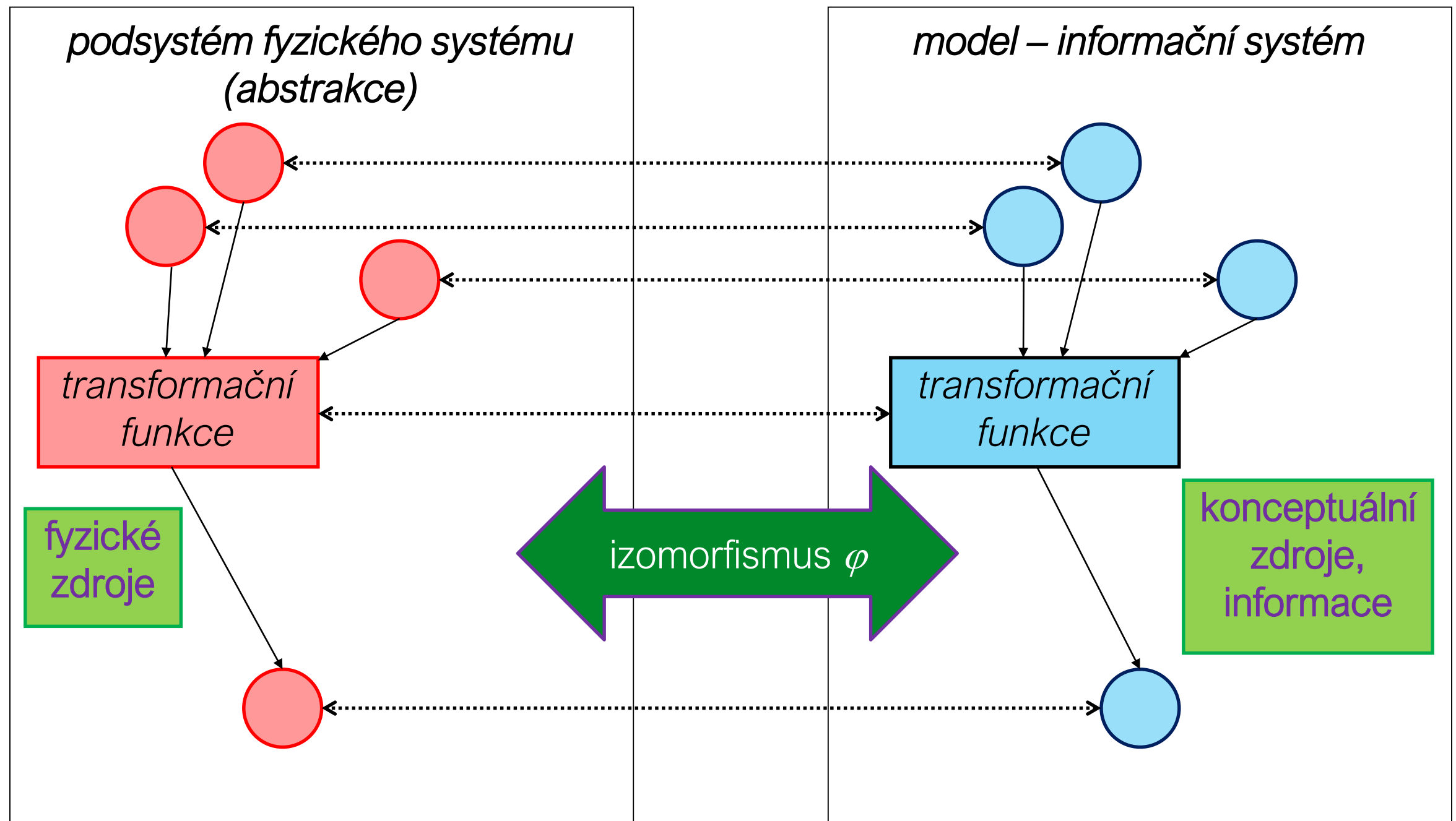
Informační systém jako model

- Informace *modelují skutečné zdroje jiného* – obvykle *fyzického systému* (např. podniku)
- Informační systém tedy na nehmotné – virtuální úrovni *modeluje* svůj fyzický vzor, pro jehož řízení je obvykle vytvářen. Vzhledem k tomu, že model nikdy *nemůže postihnout veškeré chování a vlastnosti svého vzoru*, je virtuální kopie pořizována vždy na vhodné úrovni *abstrakce*

Izomorfismus

- ***Izomorfismus*** je zobrazení mezi dvěma matematickými strukturami, které je vzájemně jednoznačné (bijektivní) a zachovává všechny vlastnosti touto strukturou definované.
- Jinými slovy, každému prvku první struktury odpovídá právě jeden prvek struktury druhé a toto přiřazení zachovává vztahy k ostatním prvkům.

OLTP jako model



Nezbytnost abstrakce

- Není možné modelovat všechny zdroje i procesy fyzického systému. Vždy se vybírají jen ty, které jsou pro úroveň řízení, pro kterou OLTP budujeme, podstatné – modelujeme *podsystem* původního fyzického systému – *abstrahujeme*
- OLTP je proto vždy modelem jisté *abstrakce původního fyzického vzoru*.

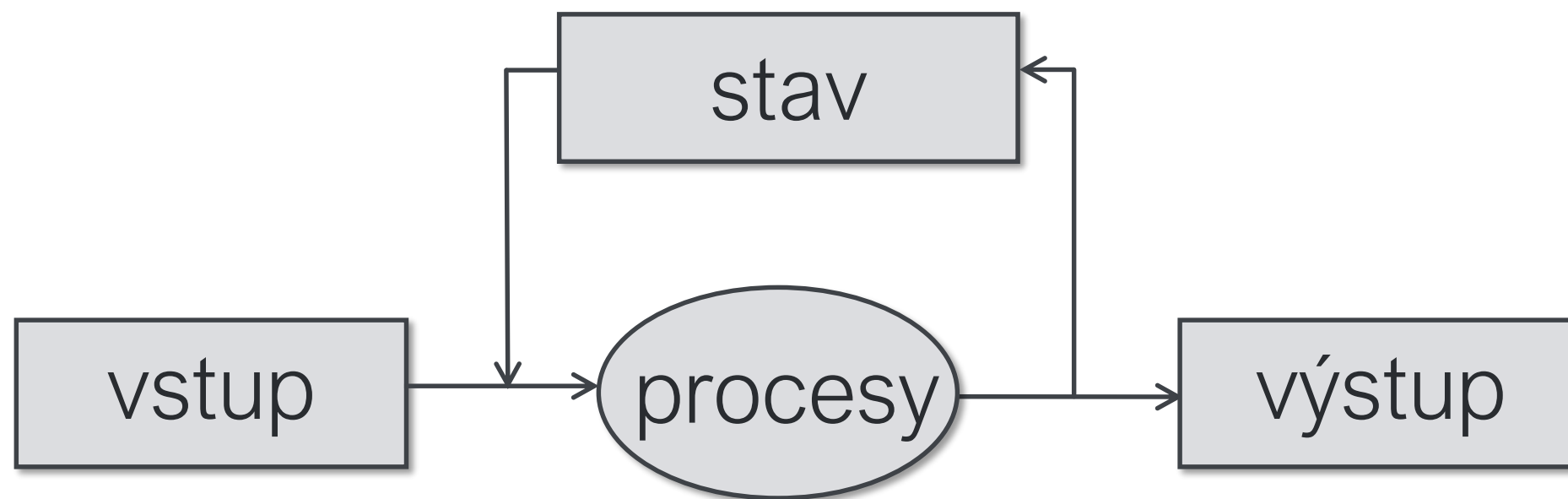
OLTP jako model

- říkáme, že OLTP modeluje nějaký fyzický podsystém.
- mezi OLTP a jeho fyzickým vzorem existuje izomorfismus φ
- pokud je v původním systému funkce nad zdroji, potom v OLTP existuje obraz této funkce pracující s obrazy zdrojů.
- pokud funkce v původním systému má za parametry jisté zdroje a dává jistý výsledek, pak obraz funkce v OLTP mající za parametry obrazy původních zdrojů dává za výsledek obraz původního výsledku.
- To platí i naopak.

Příklad OLTP systému

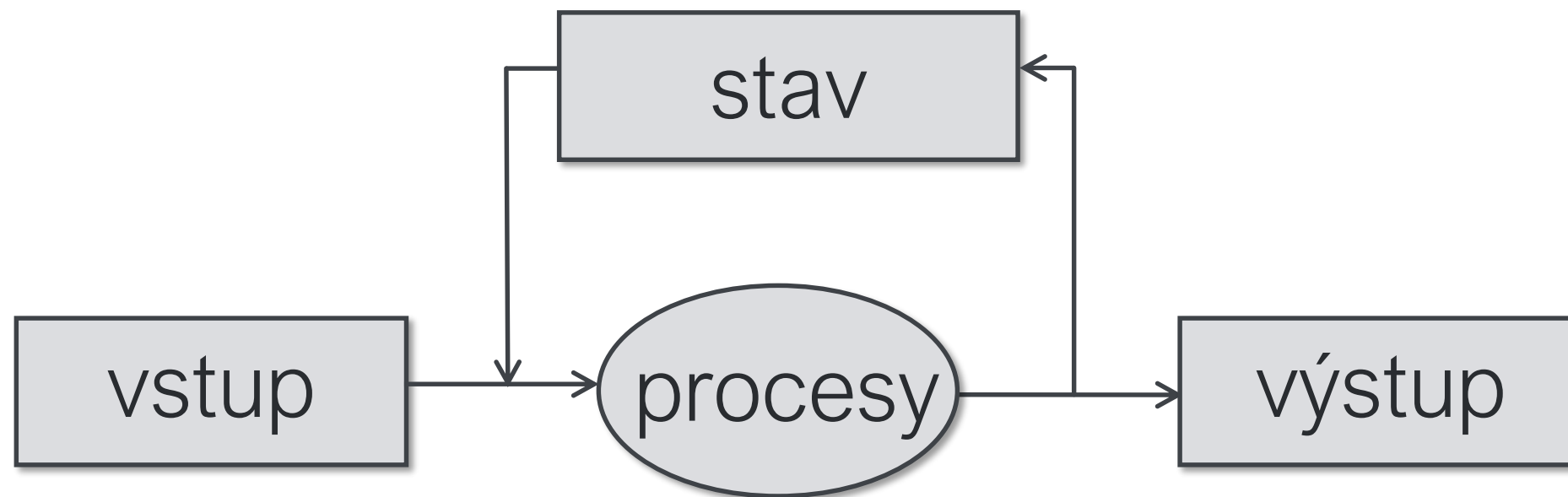
- ve fyzickém systému se pracuje s peněžními zdroji, tj. **skutečnými penězi**, pak se v informačním systému pracuje s jejich **virtuálním obrazem**.
- pokud ve fyzickém systému je provedena funkce, která na základě objednávky vytvoří skutečnou fakturu, pak v informačním systému je vytvořen její obraz.

Návrh informačního systému

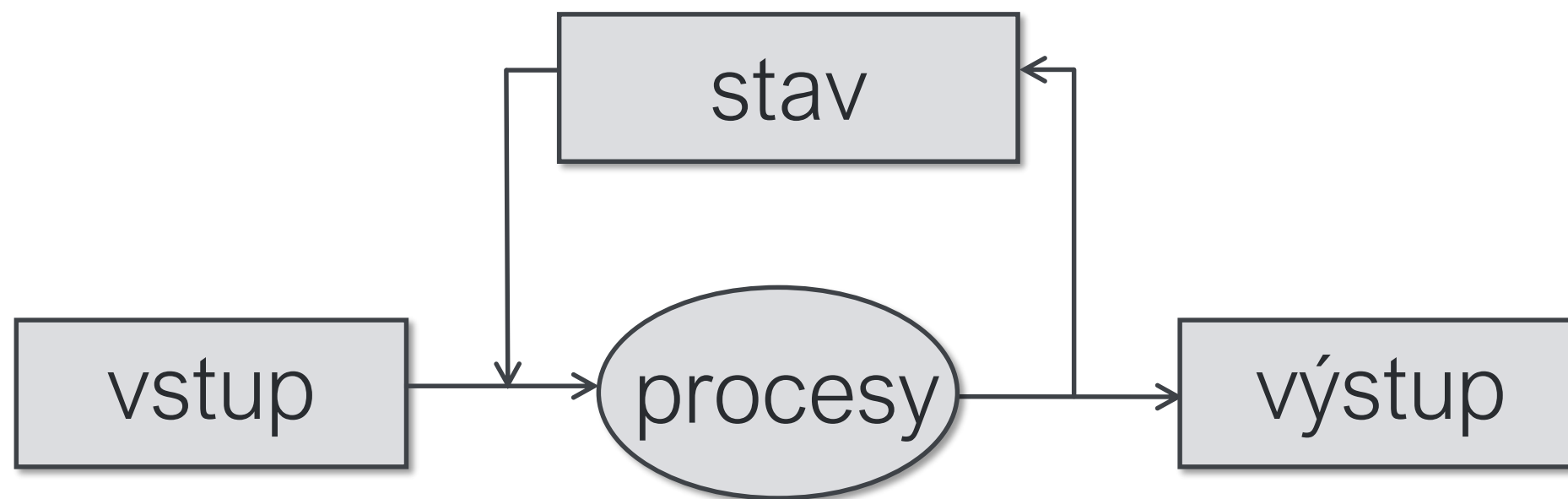


Návrh informačního systému

- S jakými daty pracujeme?
- Analýza domény, model, persistence, konzistence, ...

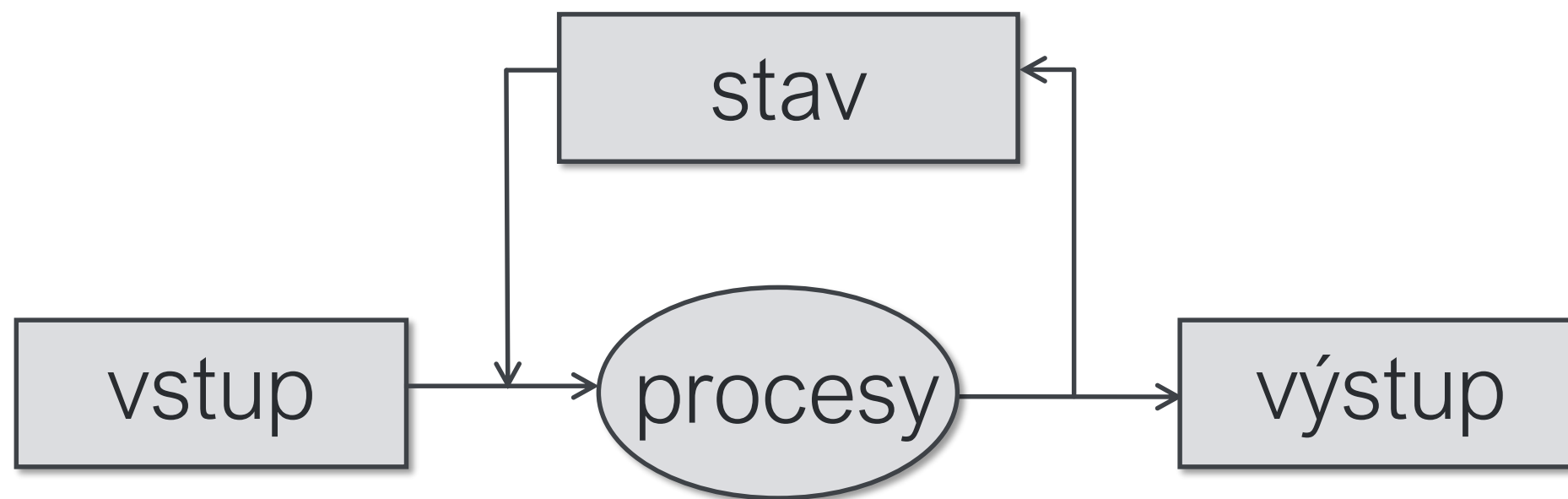


Návrh informačního systému



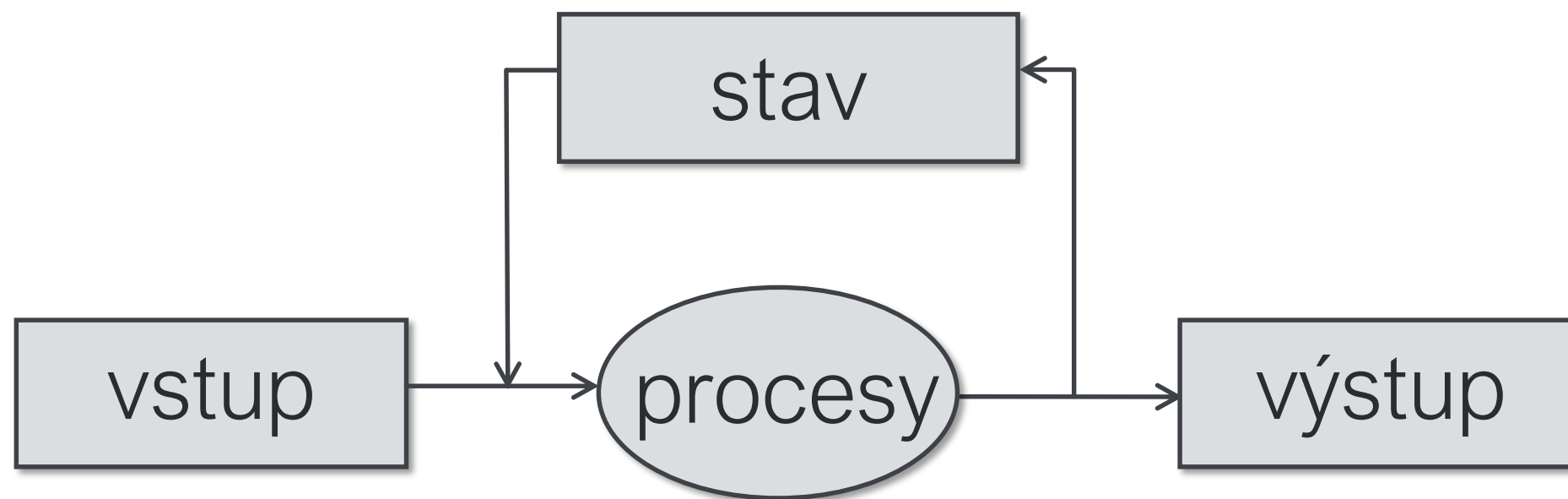
- **Jaké jsou k dispozici vstupy?**
- Jak se informace pořizují, kdo je zadává?

Návrh informačního systému



- **Jak mají vypadat výstupy?**
- Aby to odpovídalo účelu systému?

Návrh informačního systému



- **Jak je třeba data transformovat?**
- Jaké jsou procesy a postupy v cílové doméně?

Netypované a typované informační systémy

Netypovaný informační systém

- Data bez popisu jejich struktury
- Prostředky pro vytvoření obálky a vkládání libovolného počtu položek vesměs různých typů
- Nelze popsat složitější procesy (pouze operace nad strukturou)
- Není standardizovaný vstup a výstup
- Příkladem je systém textových poznámek, myšlenkové mapy, apod.

Typovaný informační systém

- Struktura dat ((meta⁰)data) je součástí definice – meta⁽¹⁾data
- Data jsou vytvářena pouze na základě metadat
- Lze definovat standardní procesy
- Lze použít databázi se strukturovanými daty
- Lze napsat manuály a vyškolit obsluhu
- Vstupy a výstupy lze standardizovat
- Příkladem jsou klasické OLTP systémy s databází

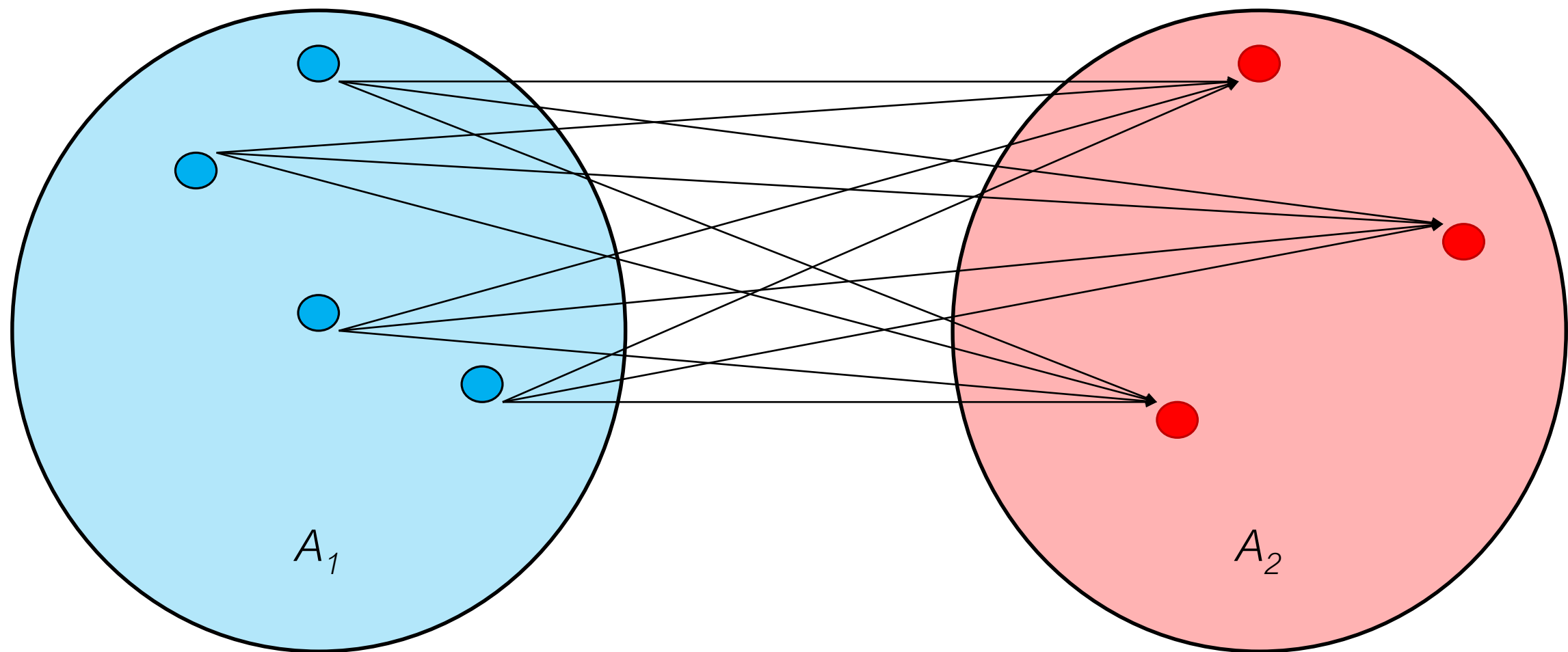
Typované informační systémy - pojmy

úroveň	popis	příklad pro relační databázový model	příklad pro objektový model
meta ⁿ data	atd. cestou odvození uvedených pojmů k základním definicím, se zvyšující se mocninou se používá obecnějších modelů vesměs matematických		
meta ⁵ data	jak vypadá množina, uspořádání atd.	uspořádání je binární relace na množině tranzitivní, reflexivní, antisymetrická	
meta ⁴ data	jak vypadá struktura a kolekce	kartézský součin je množina uspořádaných dvojic; uspořádaná multimnožina je množina obecně obsahující více stejných prvků s definovaným uspořádáním	
meta ³ data	jak vypadá databázový model – základní stavební kameny struktura, kolekce	struktura je kartézský součin dvojic; kolekce je uspořádaná multimnožina (zde a výše už to nezáleží na modelu)	
meta ² data	jak vypadá katalog – databázový model (schéma)	relace je kolekce struktur	objekt je pojmenovaná struktura s libovolnou úrovní vnoření struktur a kolekcí
meta ⁽¹⁾ data = metadata	jak vypadá výskyt - katalog	relace faktura má domény číslo, adresát a klíčem je vázána na relaci položky	objekt faktura má položku číslo a vnořenou prostou struktura adresa, vnořenou kolekci struktur položka atd.
(meta ⁰)dat a = data	výskyt	faktura číslo 1200005, Jan Novák, 1 ks telefon, 2500 Kč, celkem 2500 Kč atd. (výskyt prvku relace nebo objektu)	

Kartézský součin a uspořádaná množina – META⁴DATA

Kartézský součin $A_1 \times A_2$

prerekvizita: kurz Diskrétní matematika (IDA), UMAT



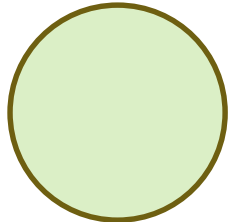
zde prvky jsou všechny dvojice vyjádřené šipkami, v tomto případě konečných množin je jich $4 \times 3 = 12$ (násobí se kardinality všech množin součinu)

Kartézský součin

- *Uspořádaná n -tice* je množina hodnot ve tvaru (a_1, a_2, \dots, a_n)
- *Kartézský součin* $A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$ je množina všech uspořádaných n -tic takových, že $a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \dots, a_n \in A_n$. Podstatné je, že v uspořádané n -tici každá hodnota je prvkem jediné z množin definice kartézského součinu a to té, která jí indexem odpovídá

Struktura a kolekce – META³DATA

Základní typy

- Vždy musejí existovat nějaké základní datové nestrukturované typy:
 - Celočíselné
 - Reálná čísla
 - Znaky / řetězce
 - Datum/čas
 - Výčtové typy apod.
- 

Strukturované datové typy

- *Strukturované **datové typy** = **meta¹data*** (též nazývané datové struktury) popisují, jak z jednodušších datových typů (ať už základních nebo i jednodušších strukturovaných) budovat složitější.
- Existují základní dva způsoby, jak strukturované datové typy vytvářet:
 - *struktura a*
 - *kolekce.*
- Vše je definováno předem, před vznikem hodnoty

Struktura

- Uspořádané n-tice, které jsou prvky kartézského součinu jsou strukturované hodnoty vytvářené:
- *Pevným počtem pojmenovaných dílčích hodnot (dvojic jméno, hodnota) obecně různých typů*
- Jako synonymum pro uspořádanou n-tici (tedy hodnotu) je velmi často užíván termín *struktura* nebo *záznam*. Jako synonymum pro kartézský součin (tedy datový typ) budeme často používat *typ struktura* nebo *typ záznam*.

Schéma struktury



Příklad datového typu struktura

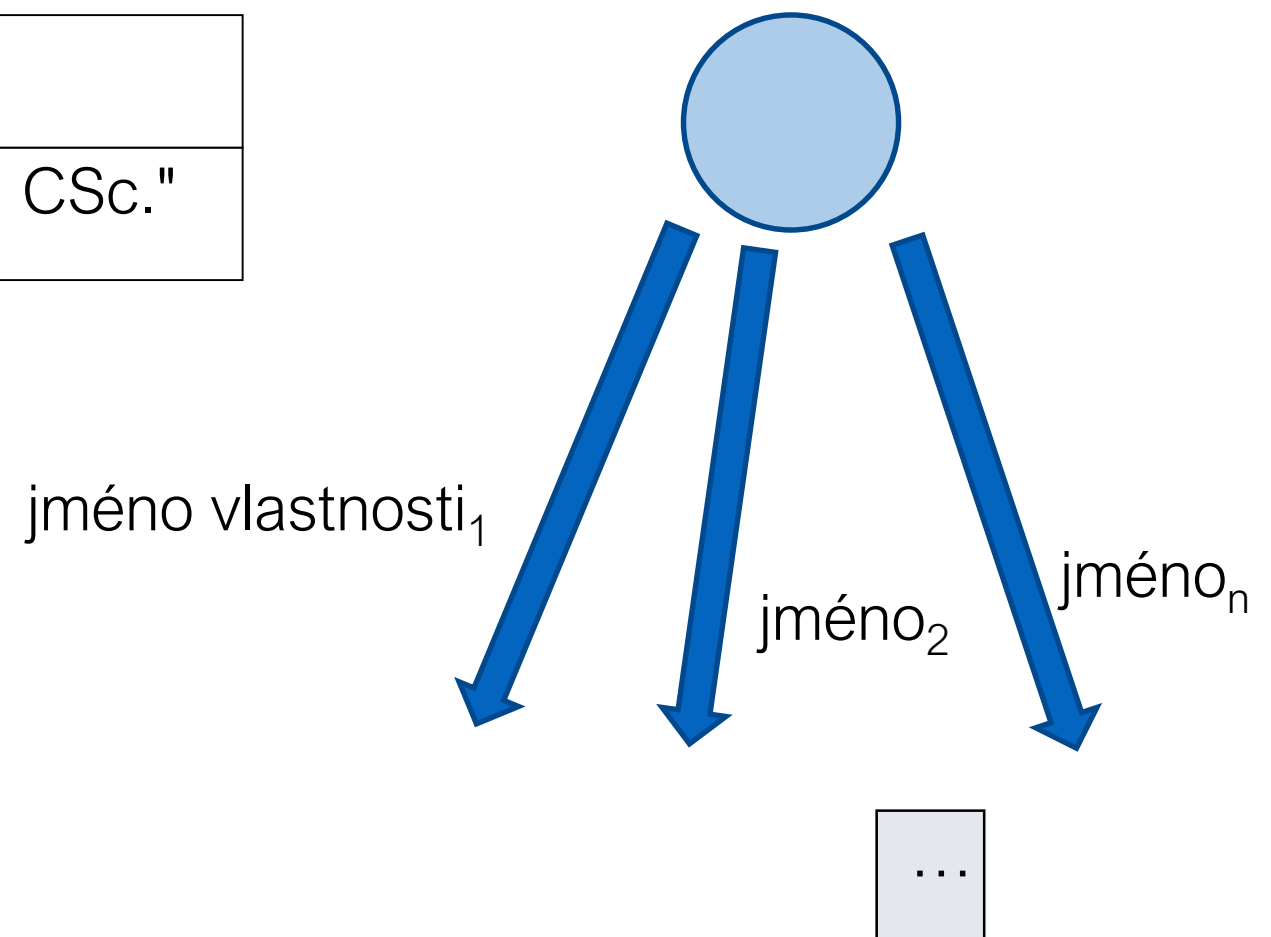
```
structure FyzOsoba  
  properties  
    UplneJmeno: string  
    Jmeno:      string  
    Prijmeni:   string  
    DatumNarozi: date  
end structure
```

Např. Java

```
class FyzOsoba
{
    private String uplneJmeno;
    private String jmeno;
    private String prijmeni;
    private Date datumNarozeni;
}
```

Hodnota struktury

jména vlastností	hodnoty vlastností	
UplneJmeno:	"Prof. Ing. Jan Novák, CSc."	
Jmeno:	"Jan"	
Prijmeni:	"Novák"	
DatumNaroz:	24.5.1954	



Kolekce

- *Kolekce* (synonyma jsou *řetězec*, *posloupnost*, *seznam*, *soubor*) je, na rozdíl od *struktur*, tvořena
- *Předem neomezeným počtem hodnot stejných datových typů.*

Typy kolekcí

- **Opakování prvků:** *Množina* obsahuje obvykle každý prvek pouze jednou. Pokud je povoleno, aby daný prvek byl v množině vícekrát, mluvíme o *multimnožině*
- **Pořadí prvků:** kolekce může být *uspořádaná* (záleží na pořadí prvků) nebo *neuspořádaná*
- *Tradiční seznam je uspořádanou multimnožinou*
- Obecně lze vytvářet kolekce s prvky libovolných datových typů.
 - Časté omezení je vytvářet *pouze kolekce s prvky datového typu struktura*

Operace nad množinou

- Vkládání prvku do kolekce (*add*),
- Získání prvku z kolekce (*item*),
- Určení počtu prvků kolekce (*count*) a
- Rušení prvku kolekce (*remove*)

- další
- provádění operací nad všemi prvky (*forall*)

Vlastnosti kolekce

- *Kurzor (iterator)*, což je ukazovátka do kolekce, kterým lze posunovat oběma směry a nastavovat je do různých pozic v kolekci podle různých kritérií.
- Protože v průběhu práce s kurzorem se může kolekce měnit co do obsahu i počtu prvků, dělíme kurzory na *stabilní*, které na tuto skutečnost neberou zřetel a *nestabilní*, které reflektují změny
- Nad kolekcí může existovat jedno nebo více definovaných *uspořádání* jejich prvků podle různých klíčů.

Schéma kolekce

datový typ prvků
(typ prvku kolekce)

datový typ vlastností

{ A }

hodnota kolekce

hodnota vlastnosti₁

hodnota vlastnosti₂

hodnota vlastnosti₃

...

hodnota vlastnosti_n

{

a₁

,

a₂

,

a₃

,

,

a_n

}

Příklad datového typu kolekce struktur

collection FyzickeOsoby of

structure FyzOsoba

properties

UplneJmeno: **string**

Jmeno: **string**

Prijmeni: **string**

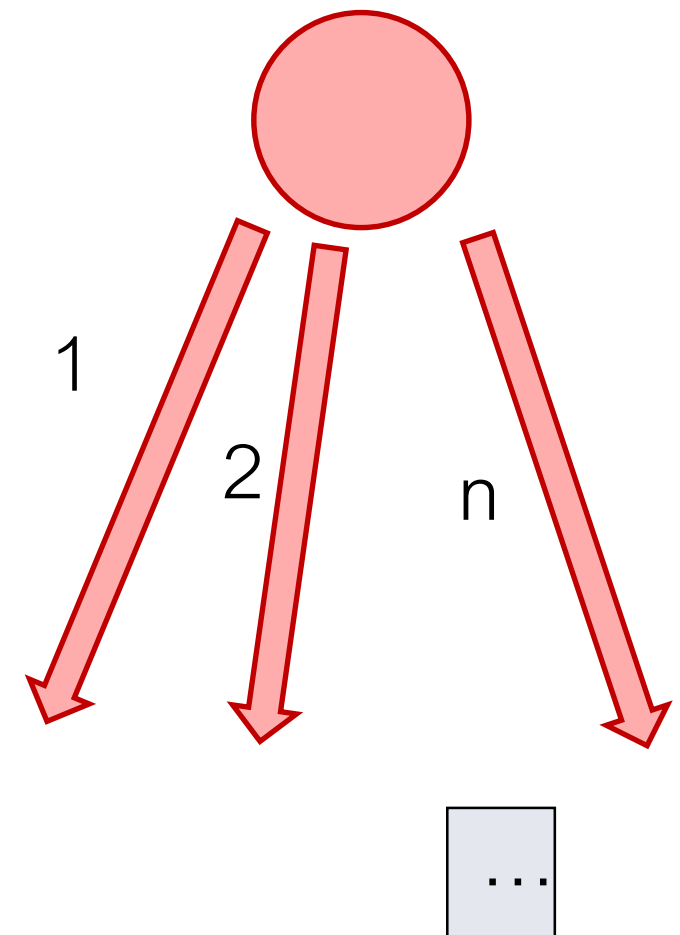
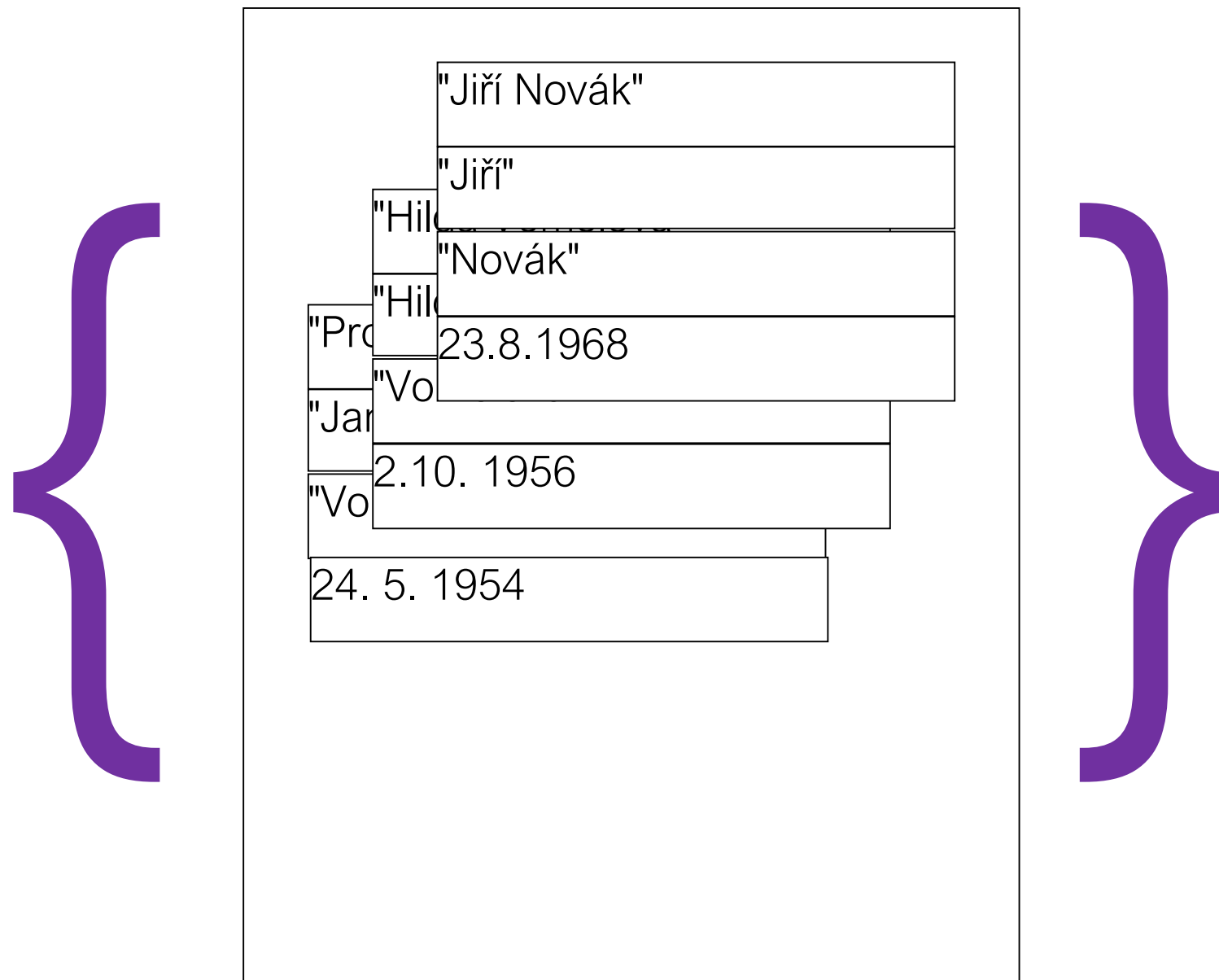
DatumNaroz: **date**

end structure

Např. Java

- `Collection<FyzOsoba> obecnaKolekce;`
 - `List<FyzOsoba> seznamOsob;`
 - `Set<FyzOsoba> mnozinaOsob;`
- ...

Hodnota kolekce



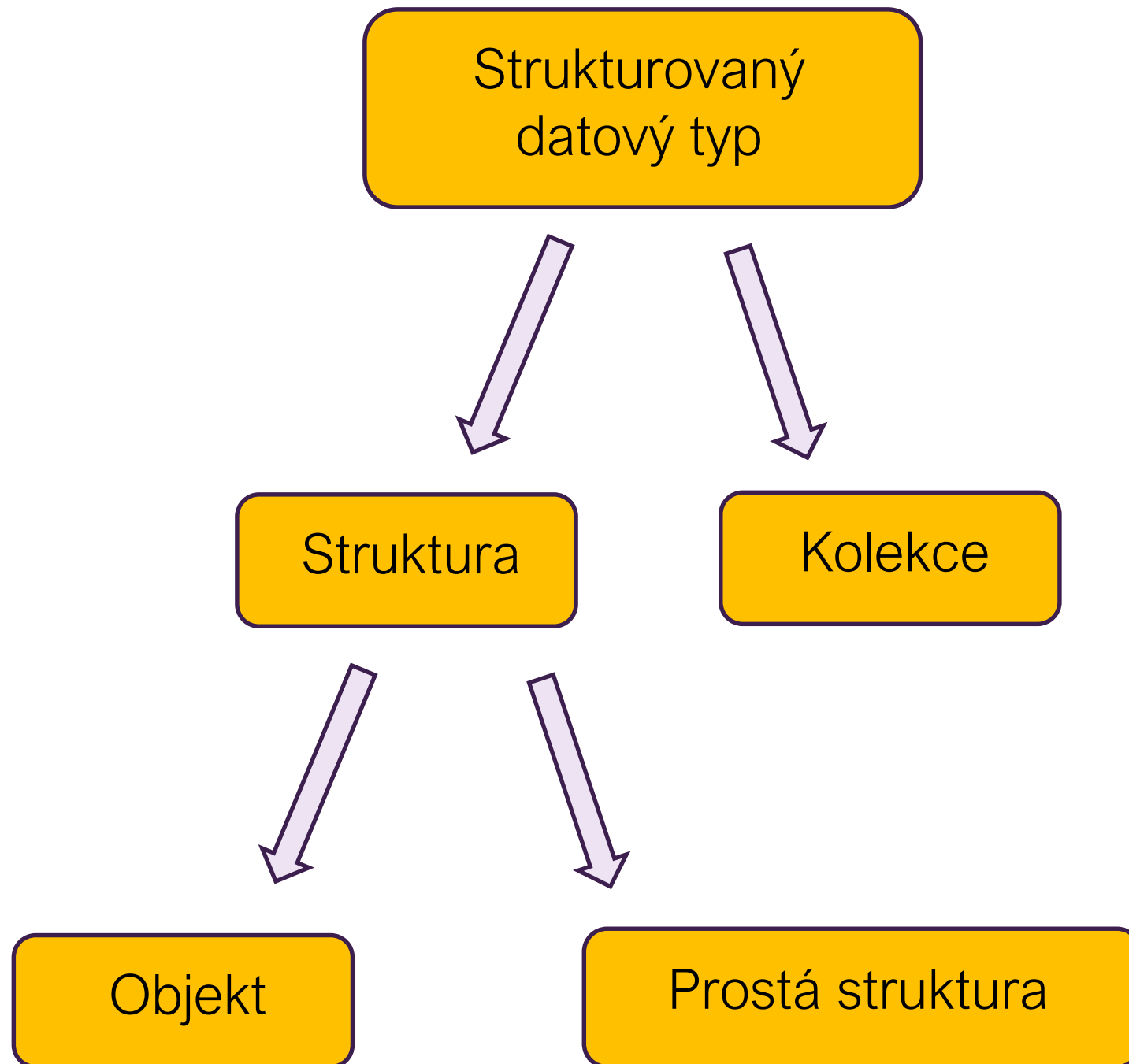
Agregáty

- Vlastnostmi kolekce jsou nejčastěji *agregáty* (*agregované hodnoty*), což jsou hodnoty statisticky popisující prvky *kolekce* nejčastěji *číselných hodnot*.
- *počet prvků*,
- *maximum*,
- *minimum*,
- *součet hodnot*,
- *průměr* atd.

Objekt a prostá struktura

- *Objekt je struktura s identifikací.*
- Každému objektu v systému přiřazena *jednoznačná identifikace* nazývaná *OID* (*object identification*).
- Objekt je tedy *struktura, jejíž systémovou a obvykle první vlastností je OID*. Hodnotu OID generuje databázový systém při vzniku objektu a po celou dobu činnosti ji nemění
- Tím, že má objekt OID, je *identifikovatelný* a tudíž i *odkazovatelný*. Má to za následek, že může figurovat jako *člen ve vztazích*. To struktura bez identifikace nemůže. Takovou strukturu bez OID budeme nadále nazývat *prostou strukturou*.

Strukturované datové typy



Zanořené kolekce a struktury

- Obecně lze struktury a kolekce libovolně vzájemně vnořovat (v CDL pouze pouze pojmenované typy)

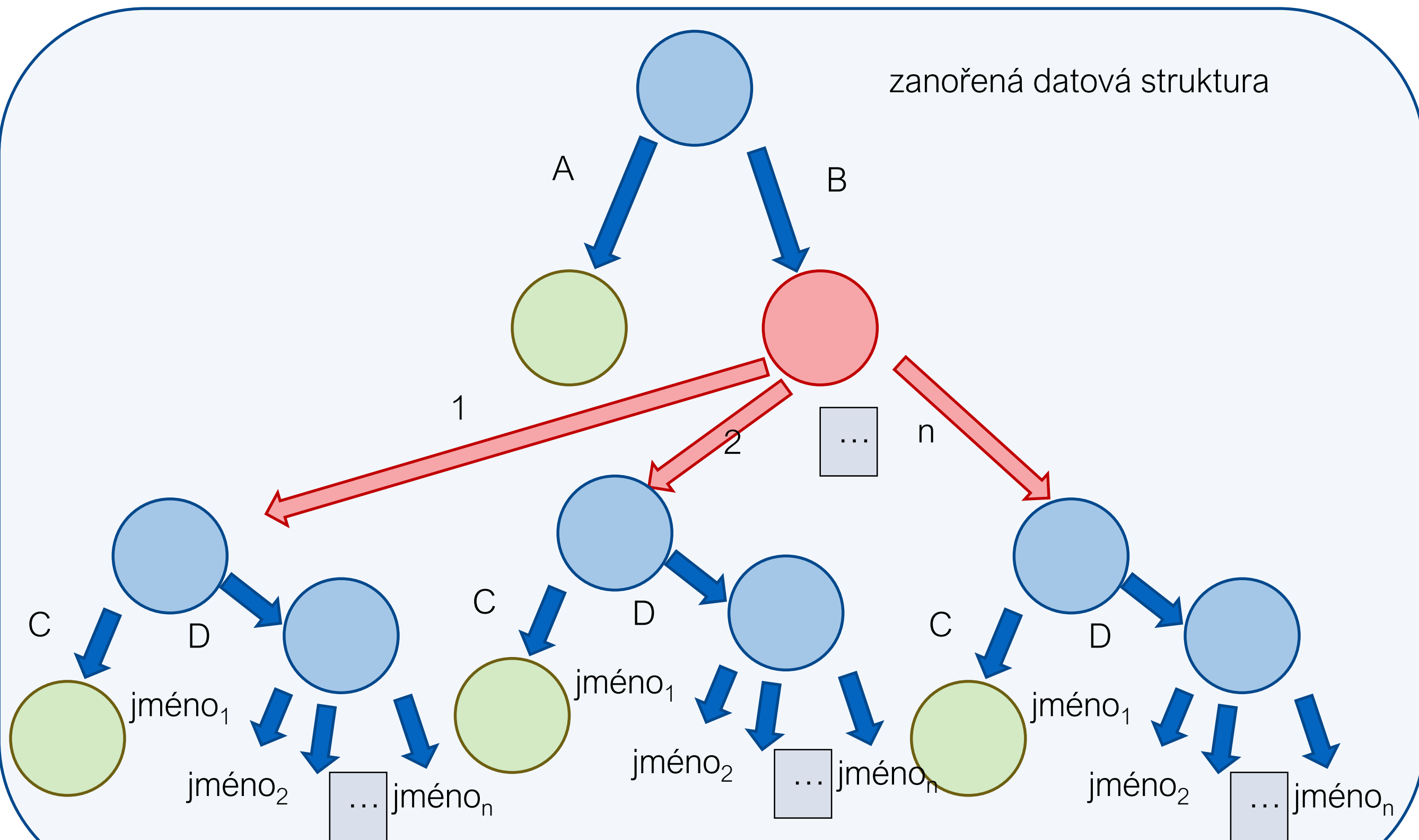
```
concept TYPD [Data=Value]
...
end concept
concept TYPB/TYPYB [Data=Value]
  properties
    C: integer
    D: TYPD
  end concept
concept ZANORENA [Data=Ref]
  properties
    A: integer
    B: TYPYB
  end concept
```

[Data= Value]
(hodnota) značí
prostou strukturu

Atributy v hranatých
závorkách prvků
konceptuálního schématu,
mají implicitní hodnoty

[Data = Ref] (reference)
značí objekt a je možné
tento atribut vynechat,
protože je častější

Graf hodnoty zanořených typů



Datové modelování

Databázové modely

- Modely, které je schopen interpretovat systém pro řízení databázového systému SŘBD
- Jinak též zvané *produkční modely*
- V jejich definičním jazyku musejí být zapsána metadata pro všechny datové struktury uložené v databázi
- Prozatím budeme uvažovat *relační a objektový datový model*

Databázové modely

- Jednoduché (NoSQL)
 - Key-value (MUMPS, Redis, ...)
 - Dokumentové (MongoDB, CouchDB, ...)
 - Sloupcové (Apache HBase, ...)
- **Relační datový model**
 - Mnoho implementací
- **Objektový datový model**
 - Objektově-relační mapování (ORM)
- Grafové
 - Grafové databáze (Neo4J, OrientDB, ...)
 - Sémantická úložiště (sémantický web, RDF)

Konceptuální modely

- Slouží pro komunikaci mezi návrháři, případně se zákazníky
- Jsou formálně přesné a **převoditelné** na produkční modely
- Často jsou grafické pro větší přehlednost
- Budeme krátce uvažovat **diagram tříd (UML) a E-R diagram** a zejména **CDL**.

Transformace mezi datovými modely

- Slouží nejčastěji pro transformaci konceptuálních modelů na produkční.
- Transformace je tím složitější, čím jsou modely více sémanticky odlišné
- Nejčastěji se uvažuje *transformace E-R diagramu na relační datový model*

DATABÁZOVÉ MODELÝ - META²DATA

Relační model dat

- Relace v relačním modelu je *kolekcí struktur*, přičemž datové typy vlastností jsou *jednoduché* (tedy především *ne odkazy/vztahy*)
- Srovnej: *Podmnožina kartézského součinu*

collection of

**structure
properties**

jméno vlastnosti₁: jednoduchý datový typ₁

jméno vlastnosti₂: jednoduchý datový typ₂

...

jméno vlastnosti_n: jednoduchý datový typ_n

end structure

Vztahy

- Relační model dat vztahy **přímo neobsahuje**
 - (Neplést s referenční integritou)
 - Vytváří se až v okamžiku dotazování (JOIN apod.)

Objektový model dat

Vztahy

- Umožňují odkazovat z jedné (strukturované) hodnoty (vlastníka) jinou (člen)
- Musí existovat datový typ *jednoznačné identifikující (odkazující) strukturovanou hodnotu* (disková adresa, OID)
- Vztah je definován prvkem vlastníka typu odkaz (reference) a členem, který je hodnotou odkazu identifikován.

Odkazované struktury (objekty)

concept VLASTNIK

properties

A: integer

B: CLEN

end concept

concept CLEN [Data=Ref]

properties

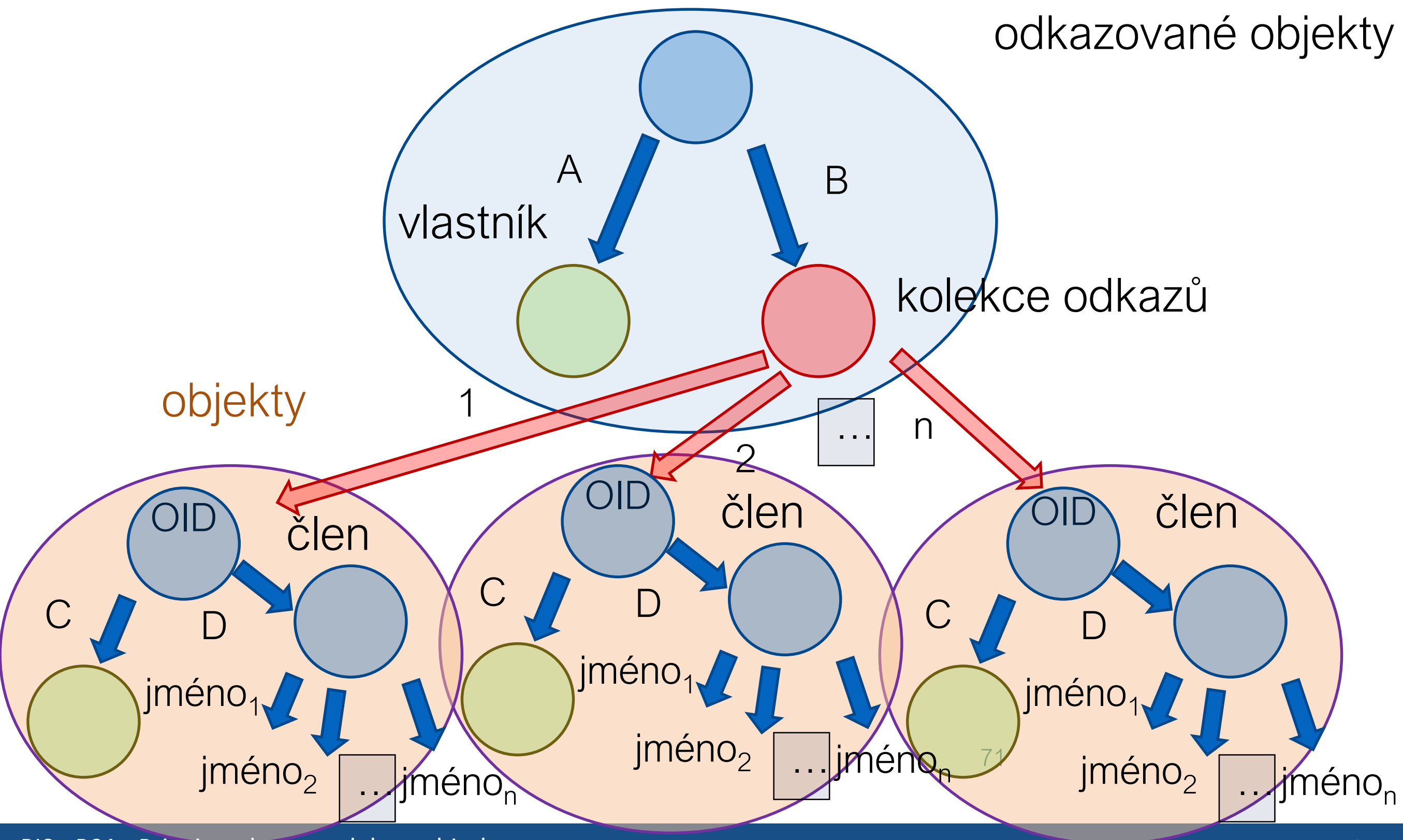
C: integer

D: structure

...

end concept

Graf hodnoty odkazovaných typů



Objektový model dat

- Základní typy + datový typ OID
- Objekt je vždy *strukturou na nejvyšší úrovni*
- Dva druhy neomezeně zanořených struktur
 - kolekce (někdy omezení pouze na kolekce prostých struktur a OID)
 - prosté struktury (ostatní)
- Další vlastnosti – dědičnost, role apod.

Unikátní výskyt v kolekci

- Častým požadavkem na kolekce je *jedinečná hodnota vlastnosti v kolekci*.
- Podle této hodnoty se také často vyhledává.
- Jedinečnost hodnoty v kolekci budeme v definici vyznačovat atributem Key. Půjde o atribut booleovský s implicitní hodnotou False.

Příklad zápisu klíče

concept Obcan/Obcane

properties

Oznaceni: **string**

Adresat: **string**

RodneCislo: **string** [Key]

RodnePrijmeni: **string**

Prezdivka: **string**

Pozice: **string**

end concept

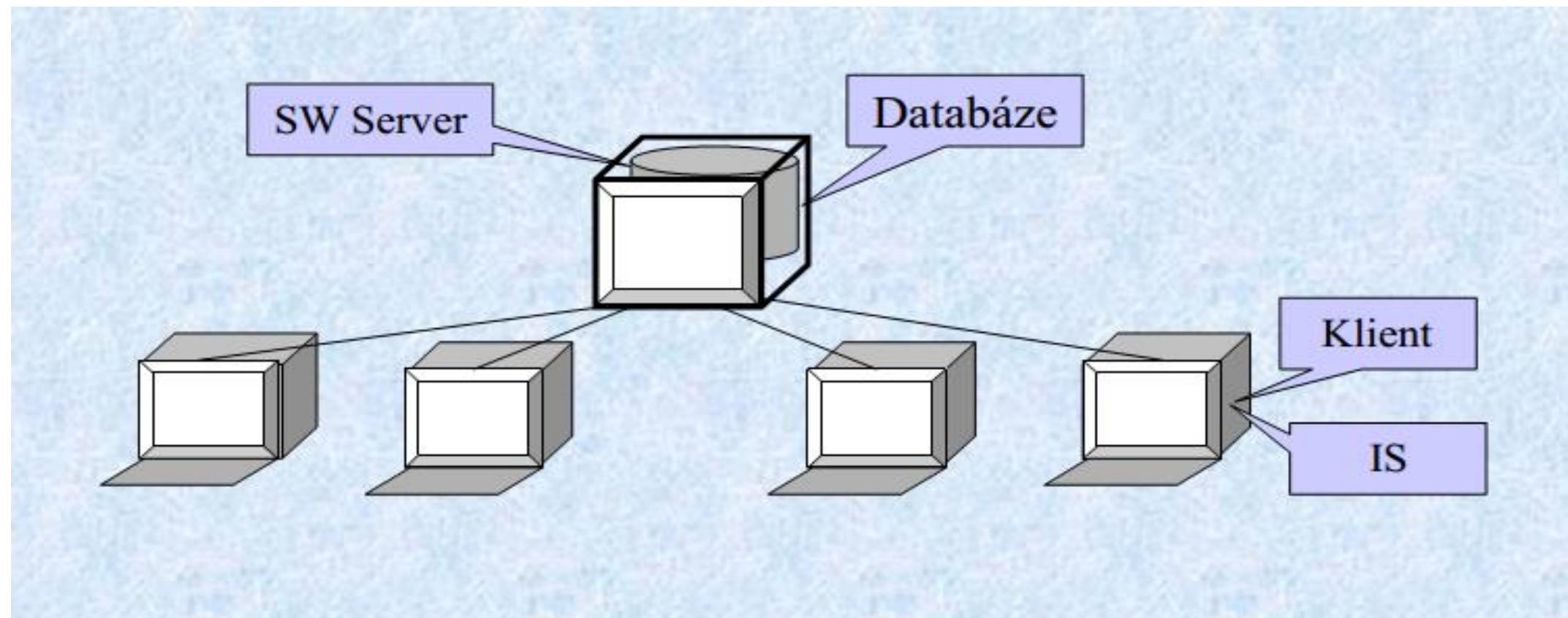
Shrnutí

- Strukturovaná data modelujeme jako **kolekce** a **struktury**
- Metadata = meta1data – popisují data, se kterými systém pracuje
- Konceptuální modely
 - Vyjádření metadat pro účely modelování
 - E-R diagram, Class diagram, CDL
- Produkční (databázové) modely
 - Definice metadat pro konkrétní databázi
 - Relační model, objektový model
 - Alternativní modely – dokumentové, grafové, ...

Architektury a implementace informačních systémů

Architektura klient-server (dvouvrstvá)

- Užity dva druhy oddělených výpočetních systémů ***klient*** a ***server***.
- ***Tloušťka*** klienta odpovídá jeho "***inteligenci***"



Architektura klient-server

- Na nižší úrovni použita síťová komunikace standardizovaná protokoly Internetu TCP/IP
- Chování klienta a serveru rovněž standardizováno
 - Server specializovaný pro databázové dotazy
 - Po síti se přenášejí pouze dotazy a výsledky
- Ve vyšších vrstvách aplikačních protokolů se nejčastěji komunikuje ***serializovanými daty***, případně v SQL

V současnosti nejvíce užívaná architektura – oblast našeho zájmu.

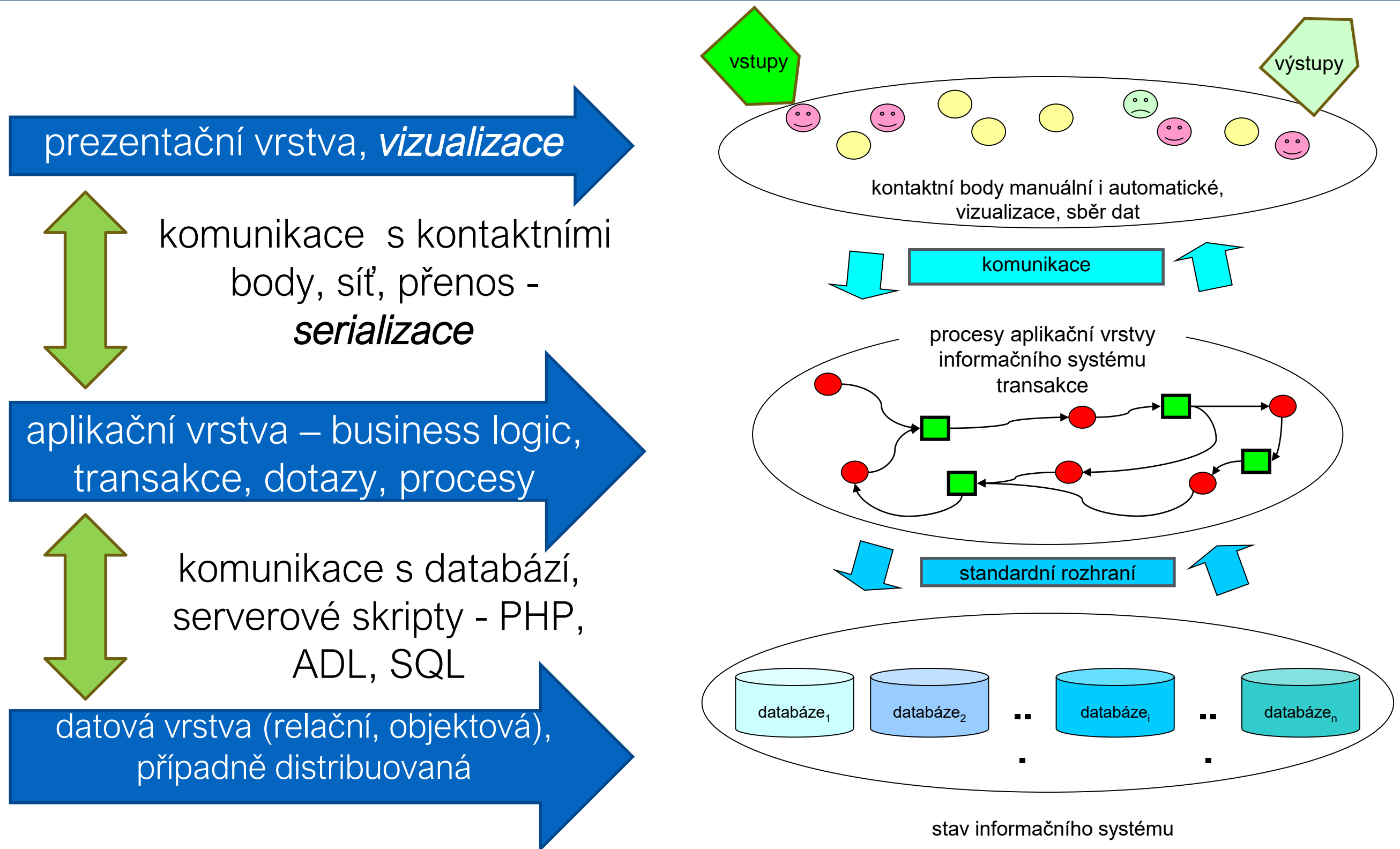
Třívrstvá architektura

- ***Třívrstvá architektura (three-tier architecture)***
- ***Prezentační vrstva*** – **vizualizuje** informace pro uživatele, většinou formou grafického uživatelského rozhraní, může kontrolovat zadávané vstupy, neobsahuje však zpracování dat
- ***Aplikační vrstva*** – jádro aplikace, logika a funkce, výpočty a zpracování dat
- ***Datová vrstva*** – nejčastěji databáze. Může zde být ale také (síťový) souborový systém, webová služba nebo jiná aplikace.

Terminologická odbočka

- **Tier** – fyzická vrstva – jednotka nasazení (deployment)
 - Fyzické členění systému – klient, aplikační server, DB server
 - Tomu odpovídá volba technologií pro realizaci jednotlivých částí
- **Layer** – logická vrstva – jednotka organizace kódu
 - Obvykle řešena v rámci aplikační vrstvy
 - *Data layer* – část řešící komunikaci s databází
 - *Business layer* – část implementující logiku aplikace
 - *Presentation layer* – komunikace s klientem

Schéma třívrstvé architektury



Technologie třívrstvé architektury

- **Prezentační vrstva** - vizualizace prováděná klientem HTTP
 - Tlustší nebo tenčí klient
- **Komunikace mezi prezentační a aplikační vrstvou**
 - HTTP, přenos dat – serializace
 - Aplikační rozhraní – REST, JAX-RS, SOAP, GraphQL
- **Aplikační vrstva** – aplikační logika (business logic)
 - Java, .NET, PHP, JavaScript, Python, Ruby, ...
 - Různá rámcová řešení (frameworky)

Technologie třívrstvé architektury

- ***Komunikace mezi aplikační a datovou vrstvou***
 - Standardizované databázové rozhraní (SQL)
- ***Datová vrstva*** - relační nebo objektový databázový model
 - *Relační model* viz kurz Databázové systémy
 - *Objektový model* v kurzu Pokročilé informační systémy

Aplikační vrstva – Java

- Java EE umožňuje implementovat *monolitický* IS s *třívrstvou* *architekturou*:
 1. Databázová vrstva
 - JPA – definice entit, persistence (*PersistenceManager*)
 - Alternativně: Relační databáze (JDBC), NoSQL (MongoDB), ...
 2. Logická (business) vrstva
 - Enterprise Java Beans (EJB) nebo CDI beans
 - Dependency injection – volné propojení
 3. Prezentační vrstva
 - Webové rozhraní (JSF) nebo API (REST, JAX-RS)

Další platformy – přehled

- Java
 - Existuje mnoho možností kromě „standardní“ J EE
- .NET (Core / Framework)
 - Mnoho řešení na všech vrstvách
- PHP
 - Různé frameworky, důraz na webovou vrstvu
- JavaScript
 - Node.js + frameworky, důraz na web a mikroslužby
- Python, Ruby, ... - podobné principy

Distribuované architektury

- Monolitický systém (typické pro třívrstvou architekturu)
 - Vyvíjí se a nasazuje jako jeden celek
 - + snáze zvládnutelný vývoj, testování
 - - obtížnější a pomalejší nasazování nových verzí
- Distribuované architektury
 - Service-oriented architecture (SOA)
 - Mikroservices (mikroslužby)

Mikroslužby (Microservices)

Architektura orientovaná na služby

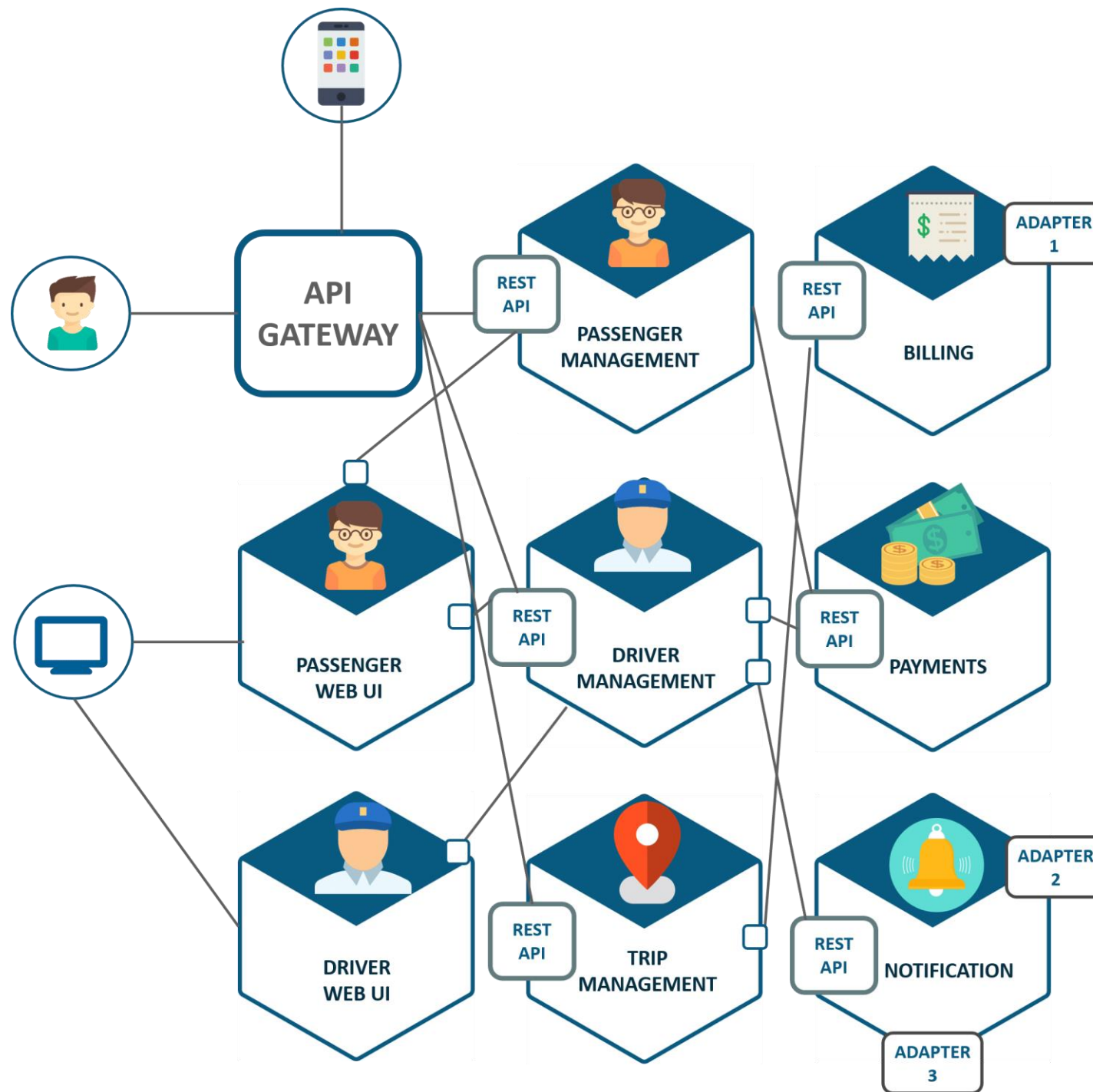
Monolitická architektura

- Jedna aplikace
 - Jedna databáze, webové (aplikační) rozhraní
 - Business moduly – např. objednávky, doprava, sklad, ...
- Výhody
 - Jednotná technologie, sdílený popis dat
 - Testovatelnost
 - Rychlé nasazení – jeden balík
- Nevýhody
 - Rozměry aplikace mohou přerůst únosnou mez
 - Neumožňuje rychlé aktualizace částí, reakce na problémy
 - Pokud použité technologie zastarají, přepsání je téměř nemožné

Mikroslužby

- Aplikace je rozdělena na malé části
 - Vlastní databáze (nepřístupná vně)
 - Business logika
 - Aplikační rozhraní (REST)
- Typicky malý tým vývojářů na každou část (2 pizzas rule)
- Výhody
 - Technologická nezávislost
 - Snadné aktualizace, kontinuální vývoj
- Nevýhody
 - Testovatelnost – závislosti na dalších službách
 - Režie komunikace, riziko nekompatibility, řetězové selhání, ...

Mikroslužby (příklad: Uber)



Vlastnosti mikroslužby

- Vnější API
 - Dostatečně obecné – reprezentuje logiku, ne např. schéma databáze (která je skrytá)
- Externí konfigurace
- Logování
- Vzdálené sledování
 - Telemetrie – metriky (počty volání apod.), výjimky
 - Sledování živosti (Health check)

Implementace mikroslužeb

- V čemkoliv – spojovacím bodem je pouze API
- Node.js (+ express + MongoDB)
 - Populární rychlé řešení
- Java
 - Spring Boot
 - Ultralehké frameworky
Např. Spark - <https://github.com/perwendel/spark>
 - Microprofile

Otázky?