

# PB007 Softwarové inženýrství I

## Cvičení 8 – Entity-Relationship Diagram

Valdemar Švábenský

Fakulta informatiky, Masarykova univerzita, Brno

3. novembra 2015



- 1 Entitne-relačný diagram
- 2 Objektovo-relačné mapovanie
- 3 Normálne formy
- 4 Úlohy

① Entitne-relačný diagram

② Objektovo-relačné mapovanie

③ Normálne formy

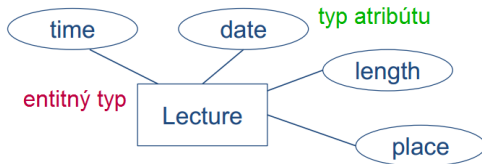
④ Úlohy

# Entitne-relačný diagram (ERD)

- **Dátový model** je sada nástrojov pre popis dát (ich syntaxe a sémantiky), vzťahov medzi dátami a podmienok, ktoré platia na dátach
  - Slúži pre návrh dátovej štruktúry
- **Entitne-relačný model** je **dátový model**, ktorý reprezentuje logickú štruktúru databázy
  - Odvádza sa z neho **relačná schéma databázy**
- ERD je grafickým vyjadrením **entitne-relačného modelu**
- Základné zložky ERD:
  - **Entity** (resp. entitné typy)
  - **Atribúty** (resp. typy atribútov)
  - **Vzťahy** (resp. vzťahové typy)

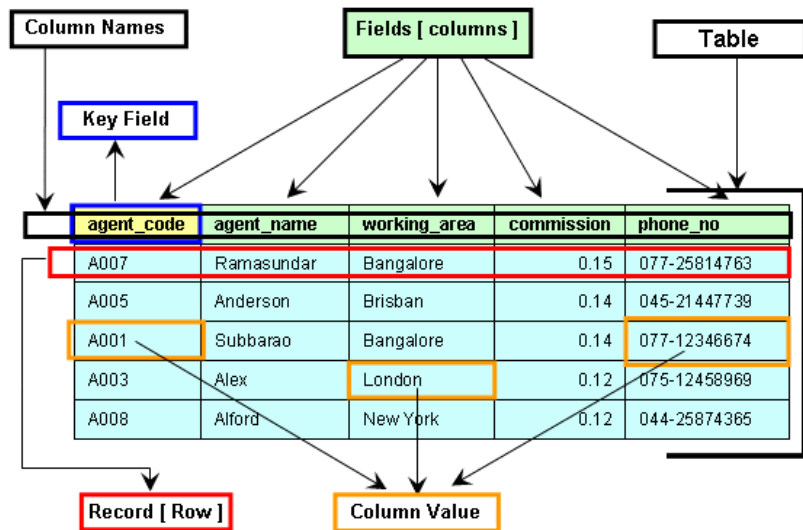
# ERD – entita

- **Entita** je **objekt**, ktorý existuje, je odlišiteľný od ostatných objektov a je v navrhovanom systéme potrebný
  - Abstraktná (výuka) aj konkrétna (študent)
  - Popísaná svojim **názvom** a množinou **atribútov**
  - Jednoznačne identifikovaná **klúčom**
- **Entitný typ** je vzor skupiny **entít**, ktoré zdieľajú rovnaké **typy atribútov**
  - **Entita** je „inštanciou“ **entitného typu**
  - Entitná množina je skupina všetkých **entít** daného **entitného typu** v databáze v aktuálnom čase



- Atribút je popisná **vlastnosť**; informácia o entite alebo vzťahu, ktorej hodnotu uchovávame a používame v systéme
- Každý atribút má dátový typ
- Druhy atribútov:
  - Jednoduché (napr. meno) a zložené (napr. dátum)
  - S jednoduchou hodnotou (*single-valued*, napr. meno) a s násobnou hodnotou (*multivalued*, napr. telefónne číslo)
  - Nulové (*null*) (napr. osoba nemá telefón)
  - Odvodené (*derived*) (napr. vek z dátumu narodenia)

# Databázová tabuľka

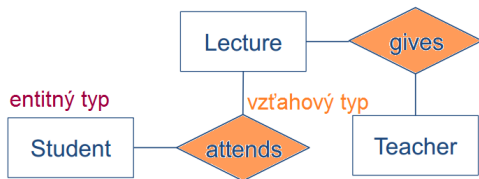


- **Kľúč** je časť relačnej schémy, podmnožina atribútov, ktorá identifikuje entitu (záznam,  $n$ -ticu v tabuľke)
- **Superkľúč** je identifikátor entity dostatočný pre jednoznačnú identifikáciu
- **Kandidátny kľúč** je minimálny superkľúč, tzn. po odobraní akejkoľvek množiny atribútov by už neidentifikoval entity jednoznačne
- **Primárny kľúč** je jeden zvolený kandidátny kľúč
  - Obvykle umelo vytvorené celočíselné ID, ktoré sa automatizovane inkrementuje
- **Cudzí kľúč** je množina atribútov v entite B, ktorá je superkľúčom v inej entite A
  - Obvykle kandidátny alebo primárny kľúč entity A



# ERD – vzťah

- Vzťah je spojenie medzi niekoľkými entitami, o ktorom uchováame informácie
- Vzťahový typ<sup>1</sup> je vzor vzťahov rovnakého druhu (môže mať atribúty)



Zdroj: <https://is.muni.cz/auth/el/1433/podzim2015/PB007/um/lec/05-StructuredAnalysis.pdf>

---

<sup>1</sup>Zdroj: <http://web.cse.ohio-state.edu/~gurari/course/cse670/cse670Ch2.xht>

# ERD – popisy vzťahu

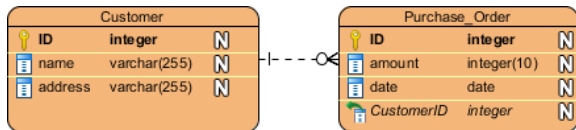
- **Rola** – úloha, ktorú nadobúda entita vo vzťahu
  - Vo vzťahu *manželstvo* medzi entitami typu *osoba* a *osoba* získavajú entity role muž a žena<sup>2</sup>
- **Stupeň vzťahu** – počet množín entít, ktoré sú súčasťou množiny vzťahu (obvykle unárny/binárny, príp. ternárny)
- **Kardinalita** – počet prvkov množiny; pri modelovaní sa niekedy zamieňa s korektnejším termínom multiplicita
- **Násobnosť vzťahu** (multiplicita) – počet entít, ktoré sa môžu zúčastniť vzťahu
  - Udáva dolnú a hornú kardinalitu
  - Typy: 0:1, 1:1, 0:N, 1:N, M:N
  - Pri násobnosti M:N sa počas implementácie vytvára stredná (tzv. asociačná) entita, ku ktorej majú predošlé dve entity vzťah 1:N

---

<sup>2</sup>Prípadne muž–muž alebo žena–žena

# ERD – cudzí kľúč detailne

- Vo vzťahu 1:N je cudzí kľúč na strane „N“; resp. ukazuje na stranu „1“:

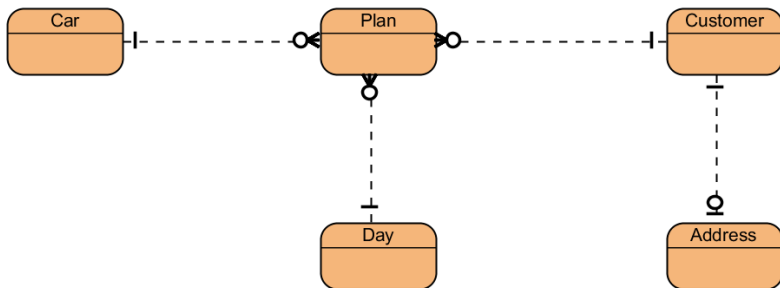


Zdroj: <http://www.visual-paradigm.com/tutorials/compare-logical-physical-erd.jsp>

- Vo vzťahu 1:1 je umiestnenie cudzieho kľúča na návrhárovi; prípadne sa dané dve tabuľky môžu zlúčiť do jednej

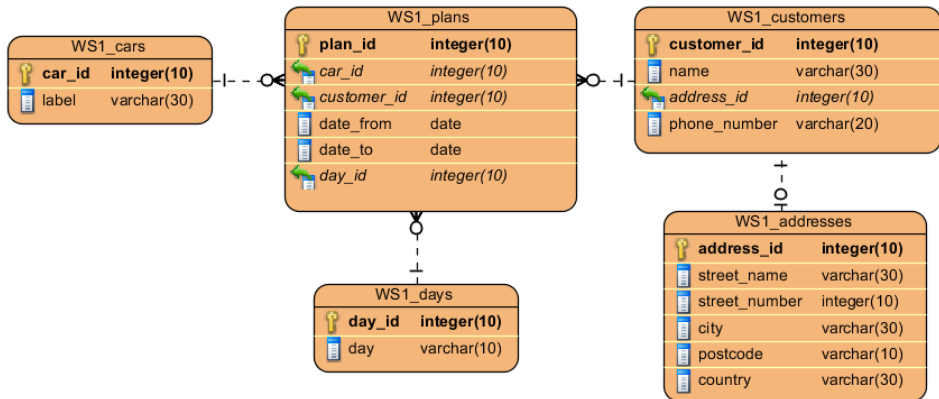
# ERD – konceptuálny model – ukážka

- Spoločnosť pre rozvoz tovaru
- Ku každému autu je priradený plán, ktorý určuje, k akému zákazníkovi na akej adrese bude auto jazdiť daný deň
- Zákazníka Z obsluhuje Auto A v  $i$ -tý deň v týždni



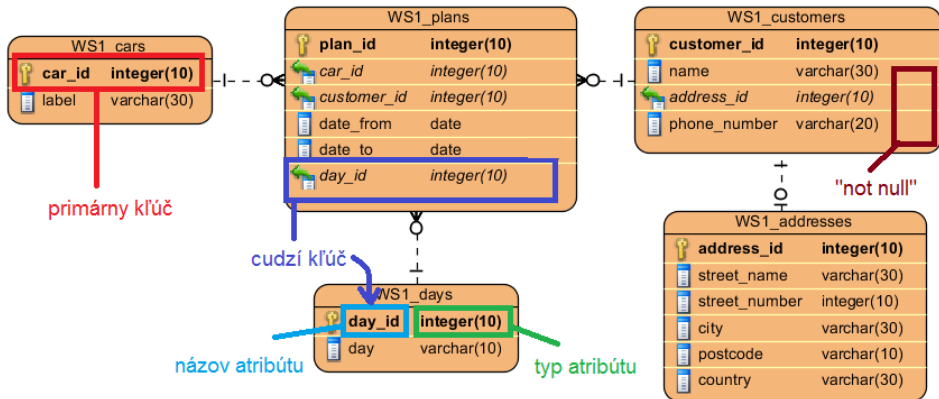
- Model definuje: entity, vzťahy, násobnosti

# ERD – implementačný, fyzický model – ukážka



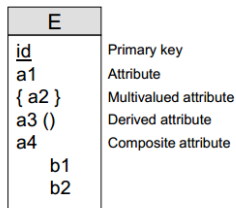
- Model definuje: entity, atribúty a ich dátové typy, vzťahy, násobnosti, kľúče, integritné obmedzenia

# ERD – implementačný, fyzický model – ukážka

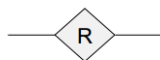


- Model definuje: entity, atribúty a ich dátové typy, vzťahy, násobnosti, kľúče, integritné obmedzenia

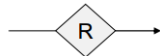
# ERD – grafické vyjadrenie



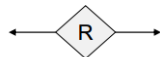
Entity set



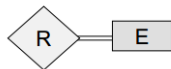
Many-to-many relationship set



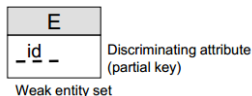
Many-to-one relationship set



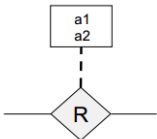
One-to-one relationship set



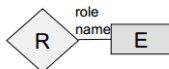
Total participation of entity set in relationship



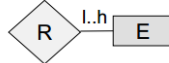
Identifying relationship set for weak entity set



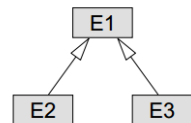
Relationship attributes



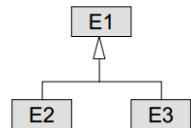
Role indicator



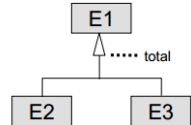
Cardinality limits



Generalization / specialization (overlapping)



Disjoint generalization



Total disjoint generalization

- 1 Entitne-relačný diagram
- 2 Objektovo-relačné mapovanie
- 3 Normálne formy
- 4 Úlohy



# Objektovo-relačné mapovanie (ORM)

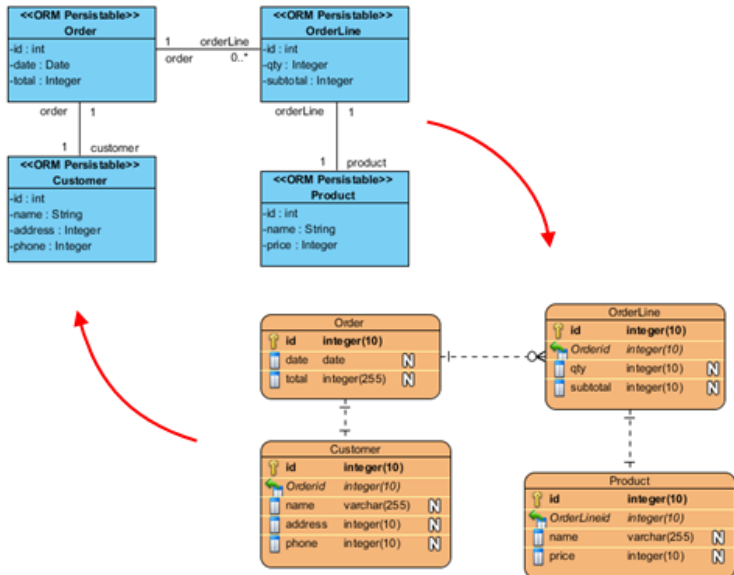
ORM je technika konverzie dát medzi relačnou databázou a objektovo orientovaným jazykom

- Perzistentná trieda  $\equiv$  entitný typ (tabuľka v DB)
- Objekt  $\equiv$  entita (riadok v tabuľke)
- Atribúty triedy  $\equiv$  atribúty entity (stĺpce tabuľky)
- Asociácia tried  $\equiv$  relácia (prepojenie tabuliek cudzími kľúčmi)
- Dedičnosť je možné riešiť tromi spôsobmi: mapovanie 1:1, zahrnutie do nadtriedy, rozpustenie do podtried

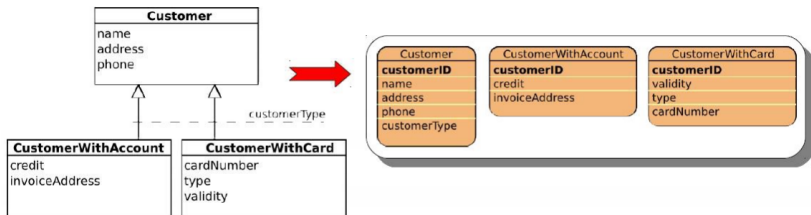
Poznámky:

- Jedna trieda môže byť mapovaná na viac tabuliek
- Viac tried môže byť mapovaných do jednej tabuľky
- Nie všetky triedy musia byť perzistentné

# ORM – ukážka



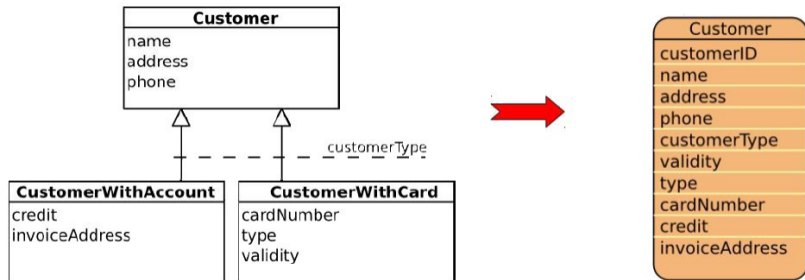
# ORM – dedičnosť – a) mapovanie 1:1



Zdroj: [https://is.muni.cz/auth/el/1433/podzim2015/PB007/um/sem/cz\\_files/08/pb007-cvicenie-08.pdf](https://is.muni.cz/auth/el/1433/podzim2015/PB007/um/sem/cz_files/08/pb007-cvicenie-08.pdf)

- Každá trieda sa stáva tabuľkou
- ID ex-nadtriedy = cudzí kľúč v ex-podtriedach
- Jedna inštancia triedy je uložená vo viacerých tabuľkách

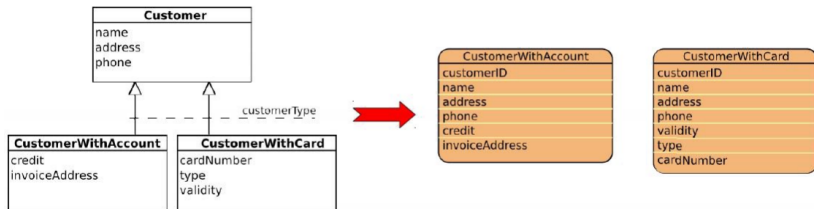
# ORM – dedičnosť – b) zahrnutie do nadtriedy



Zdroj: [https://is.muni.cz/auth/el/1433/podzim2015/PB007/um/sem/cz\\_files/08/pb007-cvicienie-08.pdf](https://is.muni.cz/auth/el/1433/podzim2015/PB007/um/sem/cz_files/08/pb007-cvicienie-08.pdf)

- Všetky atribúty podtried sú zahrnuté do jednej tabuľky
- Niektoré atribúty môžu byť `null` – porušenie BCNF
- Vhodné pri menšom počte podtried s málo atribútmi

# ORM – dedičnosť – c) rozpustenie do podtried



Zdroj: [https://is.muni.cz/auth/el/1433/podzim2015/PB007/um/sem/cz\\_files/08/pb007-cvicingie-08.pdf](https://is.muni.cz/auth/el/1433/podzim2015/PB007/um/sem/cz_files/08/pb007-cvicingie-08.pdf)

- Atribúty nadtriedy sú prenesené do tabuliek pre všetky neabstraktné podtriedy
- Vhodné, ak:
  - nadtrieda má málo atribútov
  - existuje mnoho podtried
  - podtriedy majú veľa atribútov

# Class Diagram vs. ERD

<b>Class diagram</b>	<b>ERD</b>
Orientuje sa na dáta aj procesy	Orientuje sa len na dáta
Modeluje štruktúru aj chovanie systému (atribúty, operácie)	Modeluje iba štruktúru dát
Obsahuje rôzne druhy vzťahov (asociácie, agregácie, kompozície, závislosti, generalizácie)	Obsahuje len jednoduché vzťahy (napr. len zriedkavo generalizuje)
Pripomína objekty z reálneho sveta	Pripomína DB tabuľky

- 1 Entitne-relačný diagram
- 2 Objektovo-relačné mapovanie
- 3 Normálne formy
- 4 Úlohy

# 1. normálna forma (1. NF)

- Relačná schéma je v 1. NF, keď každý jej atribút je **atomický** (ďalej nedeliteľný; teda jednoduchý a nie zložený ani viachodnotový)
- Relácia *Osoba* sa rozloží na relácie *Osoba* a *Telefon*

**Osoba**

ID	Jméno	Příjmení	Adresa	Telefony
1	Jan	Novák	Havlíčková 2 Praha 3	125789654;601258987
2	Petr	Kovář	Svatoplukova 15 Brno	369852147;357951456
3	Pavel	Pavel	Papalášova 25 Kocourkov	546789123;123456789

**Osoba**

ID	Jméno	Příjmení	Adresa
1	Jan	Novák	Havlíčková 2 Praha 3
2	Petr	Kovář	Svatoplukova 15 Brno
3	Pavel	Pavel	Papalášova 25 Kocourkov

**Telefon**

ID_osoby	Číslo
1	125789654
1	601258987
2	369852147
2	357951456
3	546789123
3	123456789



# Funkčná závislosť

- Nech  $R$  je relačná schéma DB
- Nech  $X \subseteq R, Y \subseteq R$  sú množiny atribútov
- Potom  $Y$  je **funkčne závislé** na  $X$  (píšeme  $X \rightarrow Y$ ), keď pre každú povolenú reláciu  $r(R)$  platí:
  - ak majú dva ľubovoľné prvky tejto relácie rovnaké hodnoty v atribútoch  $X$ ,
  - potom majú rovnaké hodnoty v atribútoch  $Y$

	SSN	Name	City	State	ZIP
$t_1$	72163	John Smith	Chicago	IL	90101
$t_2$	87991	Mark Green	LA	CA	90065
$t_3$	87891	Mark Smith	LA	CA	90065
$t_4$	23212	Mary Clarke	LA	CA	90101

## Functional Dependencies:

SSN  $\rightarrow$  Name, City, State, ZIP

Name  $\rightarrow$  SSN, City, State, ZIP

ZIP  $\rightarrow$  State, City (violated!)

## 2. normálna forma (2. NF)

- Relačná schéma je v 2. NF, keď je v 1. NF a každý atribút, ktorý nie je primárny (= nie je súčasťou kandidátneho kľúča), je závislý na celom kľúči (môže byť aj tranzitívne, ale vždy na celom kľúči)
- *Telefon výrobcu* nezávisí na celom kľúči, ale len na atribúte *Výrobca*
- Relácia *Sklad* sa rozloží na relácie *Výrobek* a *Výrobce*

**Sklad**

Název	Výrobca	Telefon Výrobce	Cena	Množství
Mléčná čokoláda	Milka	+420123456789	30Kč	2500
Oříšková čokoláda	Milka	+420123456789	30Kč	2800
Tyčinka milkyway	Milka	+420123456789	10Kč	7000
Mléčná čokoláda	Orion	+420987654321	25Kč	5800
Oříšková horalka	Horalka	+420897654321	7Kč	4560

**Výrobek**

Název	Výrobce_ID	Cena	Množství
Mléčná čokoláda	1	30Kč	2500
Oříšková čokoláda	1	30Kč	2800
Tyčinka milkyway	1	10Kč	7000
Mléčná čokoláda	2	25Kč	5800
Oříšková horalka	3	7Kč	4560

**Výrobce**

Vyrobce_ID	Vyrobce	Telefon
1	Milka	+420123456789
2	Orion	+420987654321
3	Horalka	+420897654321

### 3. normálna forma (3. NF)

- Relačná schéma je v 3. NF, keď je v 2. NF a každý atribút, kt. nie je primárny, je netranzitívne závislý na celom kľúči
- Schéma v 3NF môže byť redundantná

Zaměstnanec						
r.č	Jméno	Příjmení	Město	PSČ	Funkce	Plat
1	Jack	Smith	Jihlava	58601	CEO	150000
2	Franta	Vomáčka	Praha10	10000	Senior Software Architect	80000
3	Pepa	František	Praha10	10000	Senior Software Architect	80000
4	Pavel	Novák	Kocourkov	99999	Junior Developer	30000
5	Petr	Koukal	Plzeň	12345	Database Designer	75000
6	Honza	Novák	Plzeň	12345	Junior Developer	30000

Zaměstnanec				
r.č	Jméno	Příjmení	Město_ID	Funkce_ID
1	Jack	Smith	1	1
2	Franta	Vomáčka	2	2
3	Pepa	František	4	2
4	Pavel	Novák	3	4
5	Petr	Koukal	2	3
6	Honza	Novák	4	4

Město		
Město_ID	Město	PSČ
1	Jihlava	58601
2	Praha10	10000
3	Kocourkov	99999
4	Plzeň	12345

Funkce		
Funkce_ID	Funkce	Plat
1	CEO	150000
2	Senior Software Architect	80000
3	Database Designer	75000
4	Junior Developer	30000

- Závislosť  $r.č \rightarrow Město \rightarrow PSČ$  je tranzitívna závislosť  $PSČ$  na kľúči, rovnako ako závislosť  $r.č. \rightarrow Funkce \rightarrow Plat$
- *Zaměstnanec* sa rozloží na *Zaměstnanec*, *Město* a *Funkce*

# Boyce-Coddova normálna forma (BCNF)

- Relačná schéma je v Boyce-Coddovej normálnej forme, ak je v 3. NF a každý atribút je triviálne závislý na kľúči (teda každá závislosť v relačnej schéme je závislosť na kľúči)
- Jednoducho povedané, nie sú tam hodnoty null
- Zdroje: <http://www.manualy.net/article.php?articleID=13>

- 1 Entitne-relačný diagram
- 2 Objektovo-relačné mapovanie
- 3 Normálne formy
- 4 Úlohy

# Úlohy

- Opravte a doplňte State Diagram z minulého cvičenia
- Na základe analytického diagramu tried vytvorte ERD
  - Prakticky identický; eliminujte dedičnosť
- Vzťahy M:N rozložte pomocou asociačných entít
- U všetkých entít nájdite ich kľúče
  - Nevytvárajte umelé ID, ak netreba: v asociačných entitách identifikujte kľúčmi pôvodných entít
- (Normalizujte model do 3. NF)
- Vygenerujte PDF report a vložte ho do odovzdávarne „Week 08“ (skupiny 09, 10)
  - Názov v tvare *priezvisko1-priezvisko2-priezvisko3.pdf*
  - Odovzdáva jeden človek za svoj tím
  - Deadline: 8.11. 23:59