



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Funkční závislosti

Databázové systémy 2023/24



Funkční závislosti

Cíl:

- Popsat logický model (relační schéma) pomocí množiny zobrazení mezi atributy (alternativní popis k relačnímu modelu)

Forma a použití:

- Funkční závislost $X \rightarrow Y$ značí, že hodnoty atributů Y je možné jednoznačně odvodit z hodnot atributů X
- Funkční závislost jako integritní omezení na hodnoty atributů Y vůči hodnotám atributů X (souvislost s definicí relace)
- Armstrongovy axiomy na odvozování dalších funkčních závislostí
 - uzávěr a pokrytí funkčních závislostí, uzávěr množiny atributů
- Hledání vhodného minimálního popisu modelu
 - Minimální množina funkčních závislostí, redundatní funkční závislost/atribut
- Hledání klíčů
- Databázové normální formy

Exercise 1

Let us have the following relational schema

- $A = \{A, B, C\}$ is a set of attributes
- $F = \{A \rightarrow B\}$ is a set of functional dependencies

Calculate the **closure** of F

Exercise 2

Let us have two relational schemata with the same set of attributes $A = \{A, B, C, D, E\}$ but two different sets of dependencies

- $F = \{A \rightarrow C, BC \rightarrow D, C \rightarrow E, E \rightarrow A\}$
- $G = \{A \rightarrow CE, C \rightarrow A, E \rightarrow AE, AB \rightarrow D\}$

Is F a **cover** of G ?

- Use Armstrong's axioms only (not attribute closures)

Exercise 3

Assume we have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E\}$
- $F = \{AC \rightarrow B, E \rightarrow B, D \rightarrow C, AC \rightarrow E, E \rightarrow AC\}$

Are the following **dependencies redundant**?

- $AC \rightarrow B$
- $E \rightarrow B$
- Use Armstrong's axioms only (not attribute closures)

Exercise 4

Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E, F\}$
- $F = \{AB \rightarrow D, A \rightarrow CE, F \rightarrow F, C \rightarrow A, E \rightarrow AE\}$

Calculate the following **attribute closures**

- $\{A\}^+$
- $\{F\}^+$
- $\{B, C\}^+$
- $\{A, B, F\}^+$

Exercise 5

Let us have two sets of functional dependencies for a schema with attributes $A = \{A, B, C, D, E, F\}$

- $F = \{A \rightarrow BEF, BC \rightarrow DE, BDE \rightarrow F, ADF \rightarrow CE, E \rightarrow CBD\}$
- $G = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow E, AD \rightarrow C, BC \rightarrow E, BCE \rightarrow FD, E \rightarrow C, CE \rightarrow B\}$

Is F a **cover** of G ?

Exercise 6

Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D\}$
- $F = \{A \rightarrow C, B \rightarrow A, D \rightarrow AB, B \rightarrow C, D \rightarrow C\}$

Find and remove all **redundant dependencies**

Exercise 7

Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E, F\}$
- $F = \{AB \rightarrow D, A \rightarrow CE, C \rightarrow A, E \rightarrow AE, F \rightarrow B, BCEF \rightarrow A\}$

Find and remove **redundant attributes** in the following functional dependencies

- $AB \rightarrow D$
- $BCEF \rightarrow A$

Exercise 8

Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E\}$
- $F = \{ABC \rightarrow DE, BC \rightarrow A, DE \rightarrow B, CE \rightarrow AB\}$

Find a **minimal cover** of F

Exercise 9

Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E, F, G\}$
- $F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, D \rightarrow EG, BE \rightarrow C, CG \rightarrow BD, CE \rightarrow AG\}$

Find a **minimal cover** of F

Exercise 10

Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E, F, G, H\}$
- $F = \{AB \rightarrow H, EB \rightarrow C, CB \rightarrow A, C \rightarrow F, F \rightarrow G, A \rightarrow EC, E \rightarrow D\}$

Find a **minimal cover** of F

Exercise 11

Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E\}$
- $F = \{BC \rightarrow DE, DE \rightarrow B, CE \rightarrow B\}$

Find any **key**

Exercise 12

Find **all keys** for the previous schema, i.e. for a schema

- $A = \{A, B, C, D, E\}$
- $F = \{BC \rightarrow DE, DE \rightarrow B, CE \rightarrow B\}$

Exercise 13

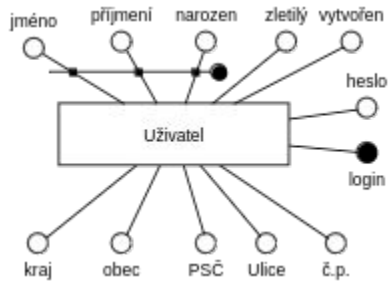
Let us have a relational schema

- $A = \{A, B, C, D, E, F\}$
- $F = \{AB \rightarrow C, C \rightarrow D, DEF \rightarrow B, DA \rightarrow EB\}$

Find **all keys**

Úkol:

- Navrhněte množinu funkčních závislostí F popisující uvedený konceptuální model



Úkol:

- Navrhněte množinu funkčních závislostí **F** popisující uvedený konceptuální model

{jméno, příjmení, narozen}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p., vytvořen}

{login}

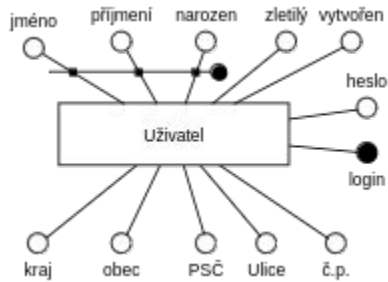
-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p., vytvořen}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

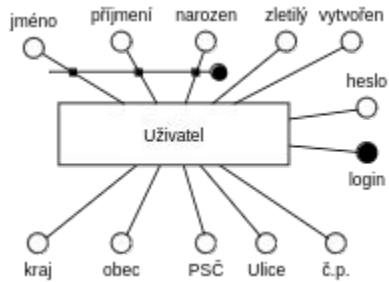
{narozen} -> {zletilý}

{obec} ->{PSČ, kraj}



Úkol:

- Které další funkční závislosti by bylo možné odhadnout z dat?



Funkční závislosti

Normalizace schéma

Úkol:

- Normalizujte uvedenou množinu funkčních závislostí

{jméno, příjmení, narozen}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

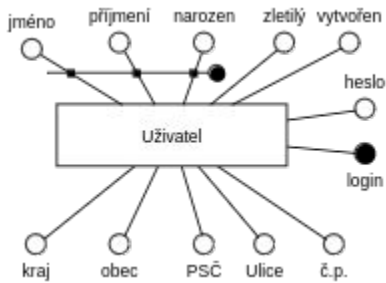
-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}



Funkční závislosti

1NF - první normální forma

1NF:

- Všechny atributy v relačním schématu jsou atomické.

{jméno, příjmení, narozen}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

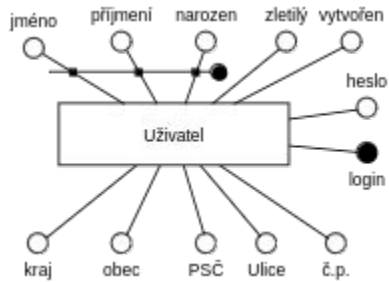
-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}



Funkční závislosti

1NF - první normální forma

1NF:

- Všechny atributy v relačním schématu jsou atomické.



{jméno, příjmení, narozen}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

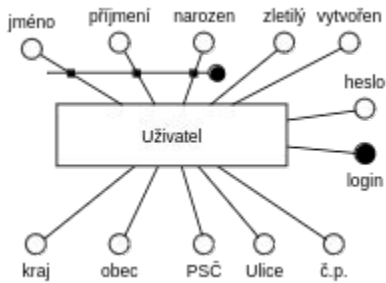
-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}



Funkční závislosti

2NF - druhá normální forma

2NF:

- 1NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut**, která závisí pouze na části **klíče**

{jméno, příjmení, narozen}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

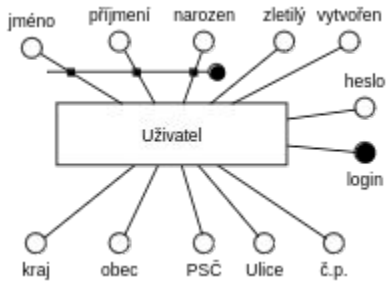
-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}



Funkční závislosti

2NF - druhá normální forma

2NF:

- 1NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut**, která závisí pouze na části **klíče**



{jméno, příjmení, **narozen**}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

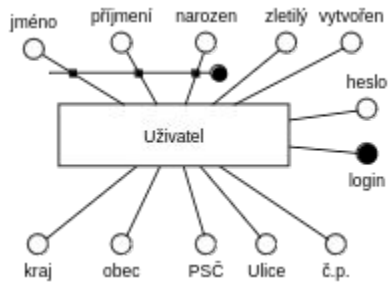
-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, **narozen**}

{jméno, příjmení, **narozen**} -> {login}

{**narozen**} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}



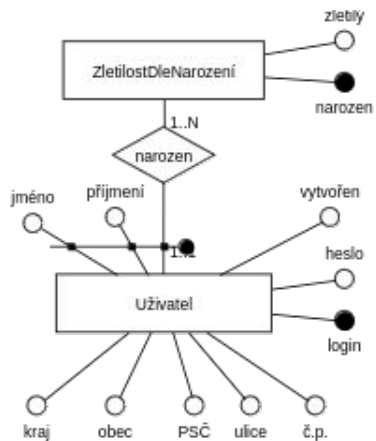


Funkční závislosti

2NF - druhá normální forma

2NF:

- 1NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut**, která závisí pouze na části **klíče**



{jméno, příjmení, narozen}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

-> { zletilý, vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}

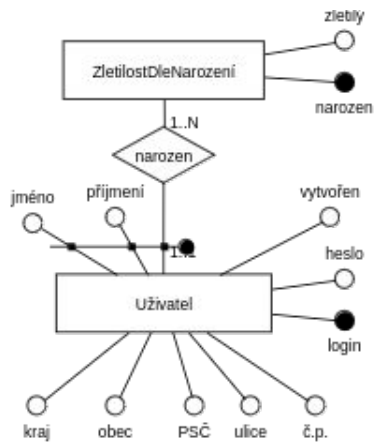


Funkční závislosti

3NF - třetí normální forma

3NF:

- 2NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut**, který závisí tranzitivně na **klíči**



{jméno, příjmení, **narozen**}

-> { vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

-> { vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{**narozen**} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}

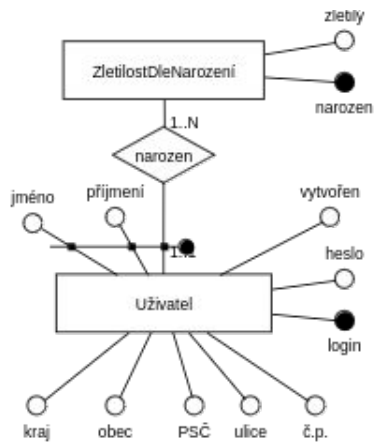


Funkční závislosti

3NF - třetí normální forma

3NF:

- 2NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut**, který závisí **tranzitivně** na **klíči**



{jméno, příjmení, narozen}

-> { vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login}

-> { vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

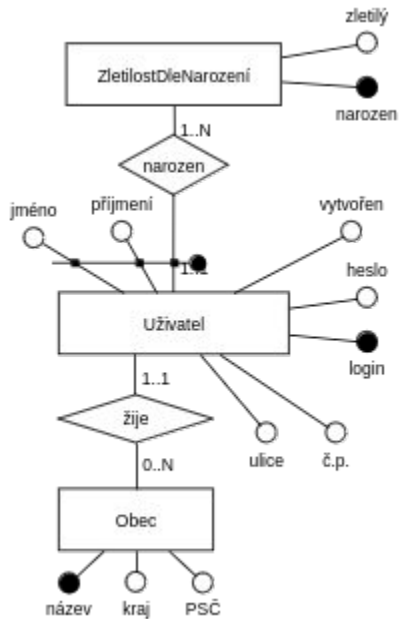
{obec} -> {PSČ, kraj}

Funkční závislosti

3NF - třetí normální forma

3NF:

- 2NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut**, který závisí **tranzitivně** na **klíči**



{jméno, příjmení, narozen}

-> { vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p. }

{login}

-> { vytvořen, heslo, kraj, obec, PSČ, ulice, č.p. }

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

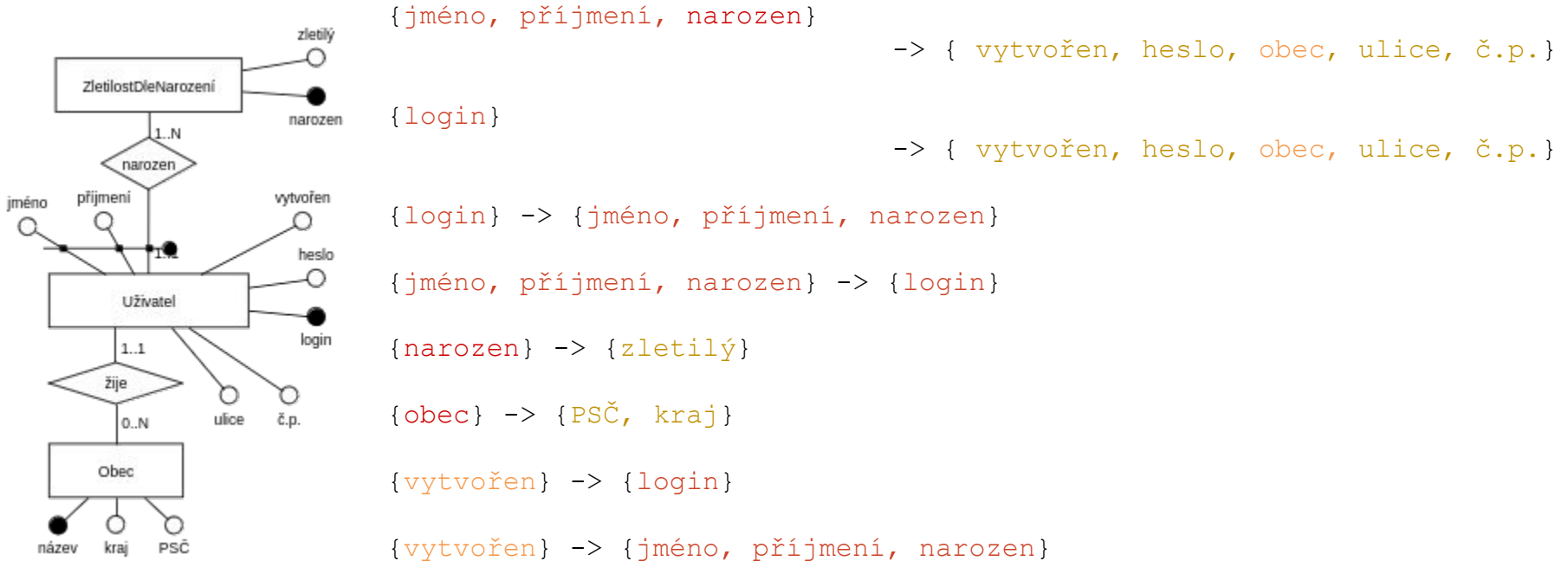
{obec} -> {PSČ, kraj}

Funkční závislosti

BCNF - Boyce-Coddova normální forma

BCNF:

- 3NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut** implikující hodnotu **klíče**

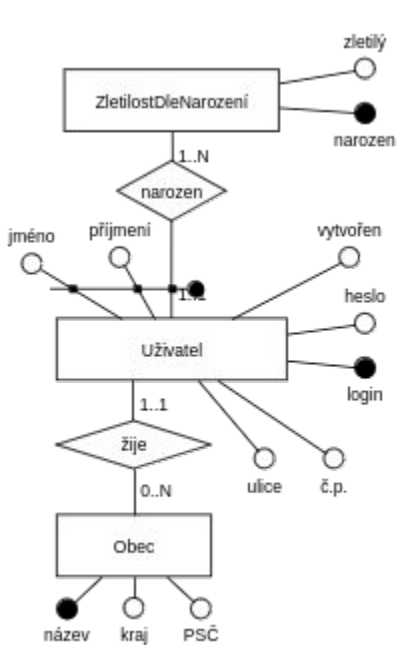


Funkční závislosti

BCNF - Boyce-Coddova normální forma

BCNF:

- 3NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut** implikující hodnotu **klíče**



{jméno, příjmení, narozen}

-> { **vytvořen**, heslo, obec, ulice, č.p. }

{login}

-> { **vytvořen**, heslo, obec, ulice, č.p. }

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}

{**vytvořen**} -> {login}

{**vytvořen**} -> {jméno, příjmení, narozen}

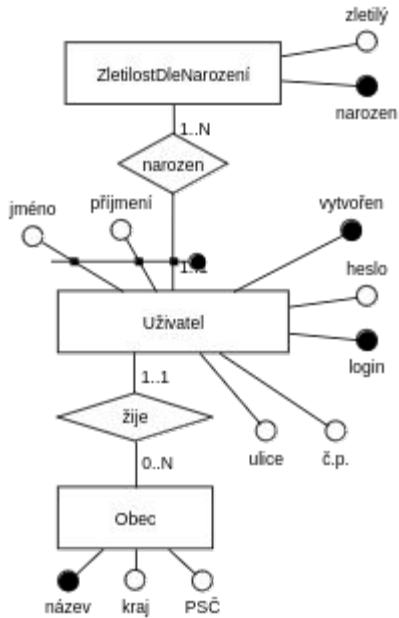


Funkční závislosti

BCNF - Boyce-Coddova normální forma

BCNF:

- 3NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut** implikující hodnotu **klíče**



{jméno, příjmení, narozen}

-> {vytvořen, heslo, obec, ulice, č.p.}

{login}

-> {vytvořen, heslo, obec, ulice, č.p.}

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}

{vytvořen} -> {login}

{vytvořen} -> {jméno, příjmení, narozen}

{login} -> {vytvořen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {vytvořen}

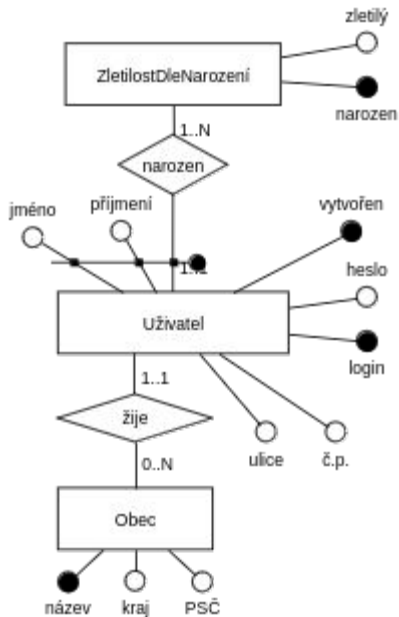


Funkční závislosti

BCNF - Boyce-Coddova normální forma

BCNF:

- 3NF a neexistuje žádný **neklíčový atribut** implikující hodnotu **klíče**



{jméno, příjmení, narozen}

-> { vytvořen, heslo, obec, ulice, č.p. }

{login}

-> { vytvořen, heslo, obec, ulice, č.p. }

{login} -> {jméno, příjmení, narozen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {login}

{narozen} -> {zletilý}

{obec} -> {PSČ, kraj}

{vytvořen} -> {login}

{vytvořen} -> {jméno, příjmení, narozen}

{login} -> {vytvořen}

{jméno, příjmení, narozen} -> {vytvořen}

Skutečně mají tyto funkční závislosti (pozorovatelné z dat) **fyzikální opodstatnění** a nebo je to jen důsledek podobnosti velikosti domén atributů?