



Databázové systémy

Vladislav Novák

6. cvičenie

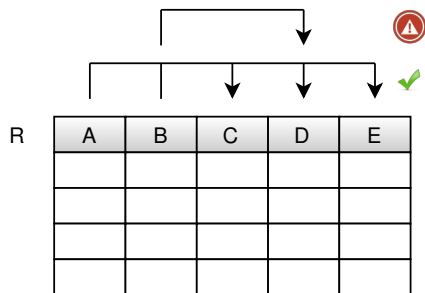
Normalizácia – abstraktné príklady

- Precvičenie viacerých a komplikovanejších prípadov
- Zadanie:
 - Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF
- Pri riešení budeme používať všeobecné definície 2NF a 3NF (budeme brať do úvahy všetkých kandidátov na kľúč)

2NF, 3NF, BCNF

2. normálna forma (2NF)

schéma relácie je v 1NF
a atribúty, ktoré nie sú súčasťou žiadneho kandidáta na kľúč,
musia byť úplne funkcionálne závislé
od každého kandidáta na kľúč



3. normálna forma (3NF)

schéma relácie je v 2NF
a atribúty, ktoré nie sú súčasťou žiadneho kandidáta na kľúč,
nie sú tranzitívne závislé
od žiadneho kandidáta na kľúč

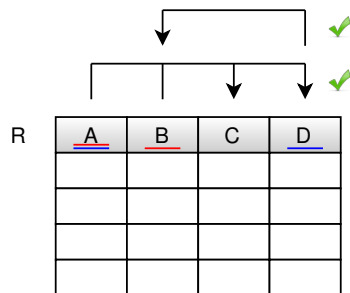
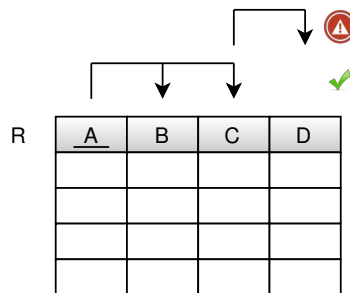
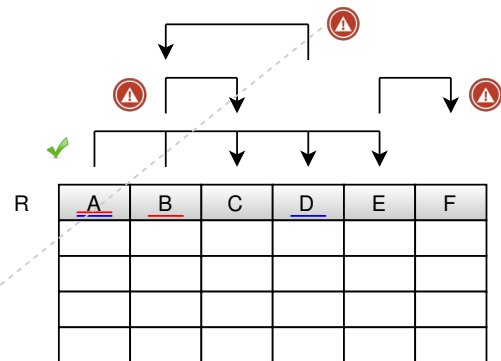


schéma relácie je v 2NF
a pre každú netriviálnu závislosť $X \rightarrow Y$ platí jedna z podmienok:
a) X je superkľúč
b) Y je súčasťou niektorého kandidáta na kľúč

Boyce-Coddova normálna forma (BCNF)

pre každú netriviálnu závislosť $X \rightarrow Y$ platí,
že X je superkľúč



Algoritmus pre rozklad na 2NF, 3NF, BCNF

Vstup:

množina schém relácii $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$, // v našich príkladoch bude len jedna
množina funkcionálnych závislostí // množina FD (functional dependency)
a požadovaná normálna forma NF

Výstup:

množina schém relácii v požadovanej NF

Pseudo-algoritmus dekompozície do požadovanej NF:

```
while (existuje FD, ktorá porušuje NF) {  
  forEach (FD  $X \rightarrow Y$ , ktorá porušujú NF v  $R_i$ ) {  
    rozdeľ  $R_i$  na  $R_{i1}$  a  $R_{i2}$  tak, že:  
       $R_{i1} = R_i - Y$  // z  $R_i$  odstráň  $Y$   
       $R_{i2} = X \cup Y$  // do  $R_{i2}$  skopíruj  $X$  a presuň  $Y$   
  }  
}
```

Kľúč (kombinácia atribútov,
s ktorých sa kľúč skladá)
musí zostať v niektorej
schéme relácie

Príklad 1

Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF

R(A, B, C, D, E, F, G, H, I, J)

FD1 {A, B} $\rightarrow$ {C}

DF2 {A} $\rightarrow$ {D, E}

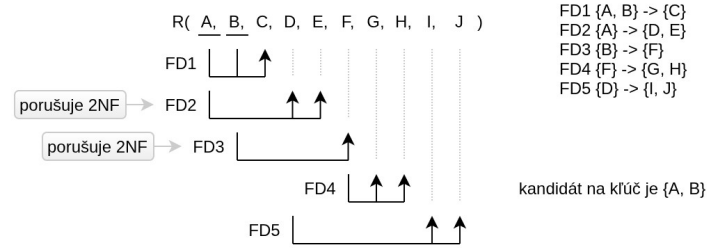
FD3 {B} $\rightarrow$ {F}

FD4 {F} $\rightarrow$ {G, H}

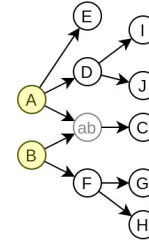
FD5 {D} $\rightarrow$ {I, J}

Príklad 1 - riešenie

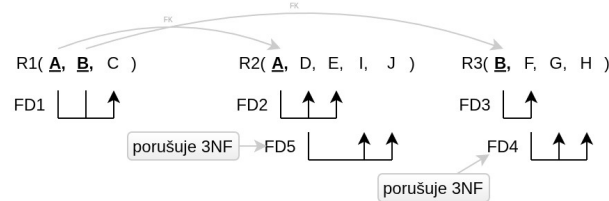
1. normálna forma



$$(\{A\} \rightarrow \{D, E\}) \Rightarrow (\{A\} \rightarrow \{D\}) \wedge \{A\} \rightarrow \{E\})$$



2. normálna forma



rozklad R:

kvôli FD2 a FD3:

 $R1 = R - \{D, E\} - \{F\}$, ale pre FD4 a FD5 aj mínus $\{G, H\}$ a $\{I, J\}$

kvôli FD2:

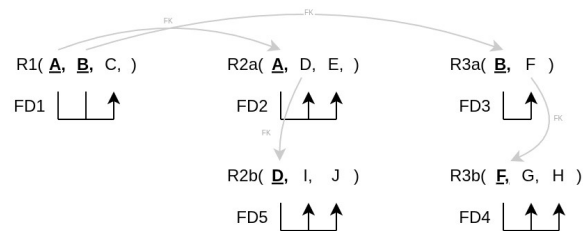
 $R2 = \{A\} \cup \{D, E\}$, ale pre FD5 aj zjednotenie s $\{I, J\}$

kvôli FD3:

 $R3 = \{B\} \cup \{F\}$, ale pre FD4 aj zjednotenie s $\{G, H\}$

FD4 a FD5
sme museli presunúť tiež

3. normálna forma



rozklad kvôli FD5:

 $R2a = R2 - \{I, J\}$
 $R2b = \{D\} \cup \{I, J\}$

rozklad kvôli FD4:

 $R3a = R3 - \{G, H\}$
 $R3b = \{F\} \cup \{G, H\}$

Príklad 2

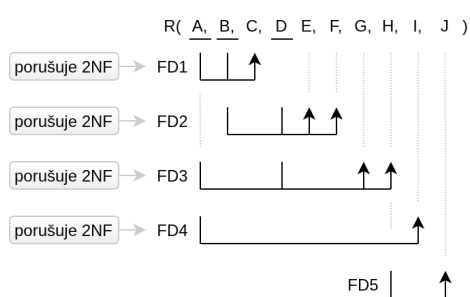
Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF

R(A, B, C, D E, F, G, H, I, J)

{A, B} -> {C}
{B, D} -> {E, F}
{A, D} -> {G, H}
{A} -> {I}
{H} -> {J}

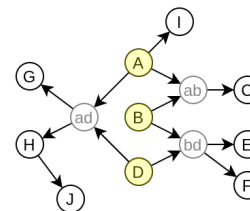
Príklad 2 - riešenie

1. normálna forma

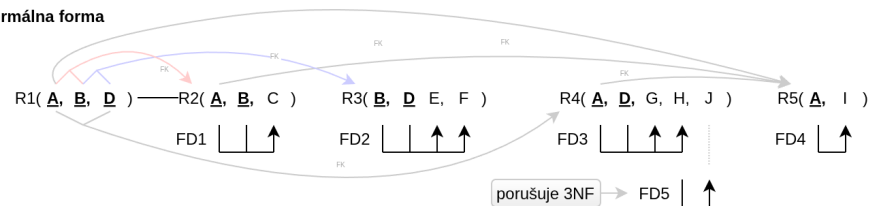


$\{A, B\} \rightarrow \{C\}$
 $\{B, D\} \rightarrow \{E, F\}$
 $\{A, D\} \rightarrow \{G, H\}$
 $\{A\} \rightarrow \{I\}$
 $\{H\} \rightarrow \{J\}$

kandidát na kľúč je $\{A, B, D\}$

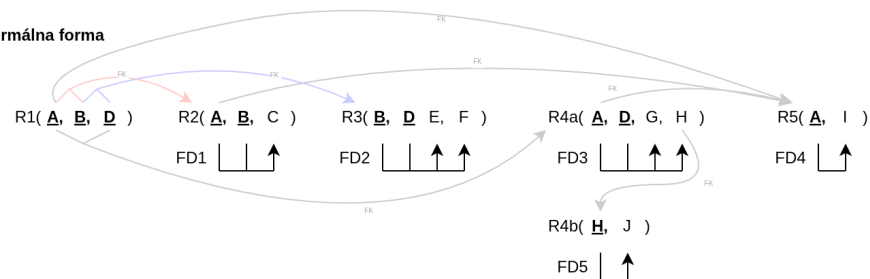


2. normálna forma



porušuje 3NF → FD5

3. normálna forma



$R4b(\underline{H}, J)$

FD5

Boyce-Coddova normálna forma už splnená

Príklad 4.a

Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF

R(A, B, C,)

Neexistujú funkcionálne závislosti

Príklad 4.a – riešenie a konkrétny príklad

1. normálna forma

R(A, B, C)

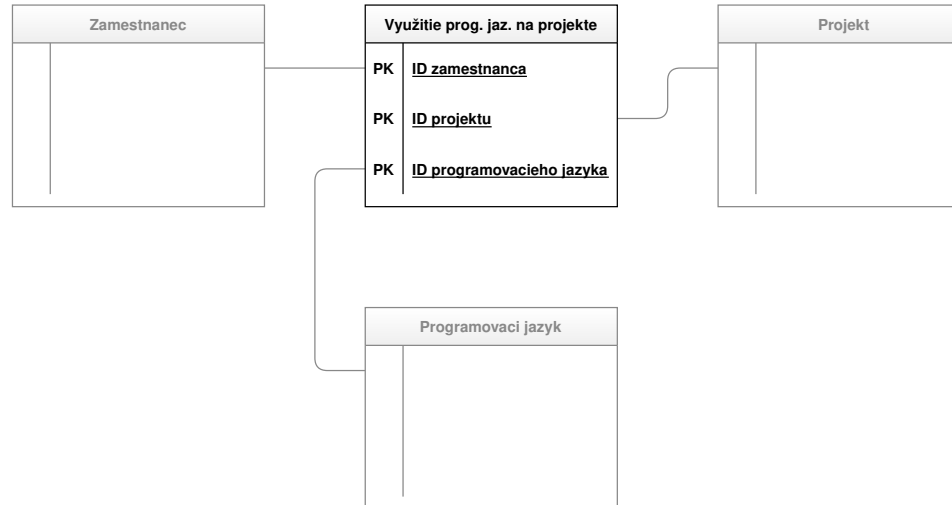
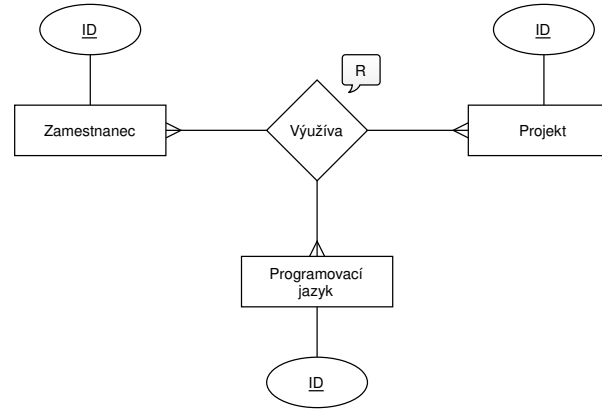
Neexistujú funkcionálne závislosti

Kľúč je {A, B, C}

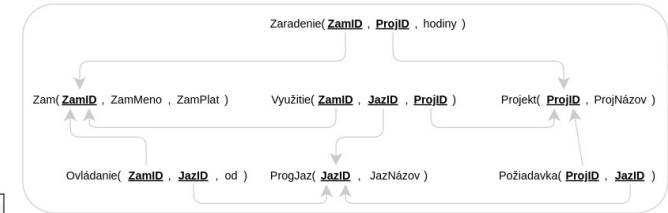
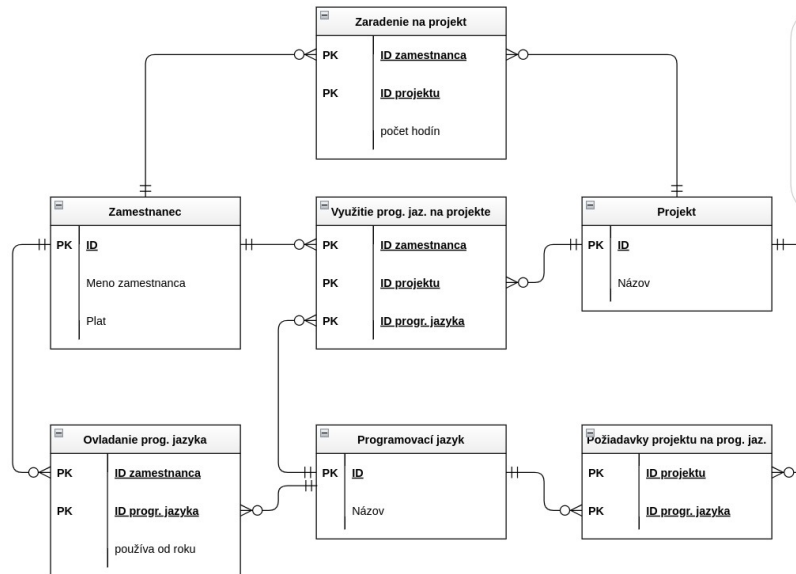
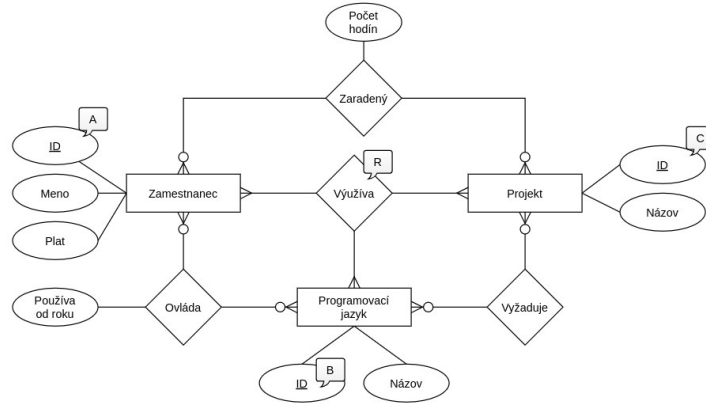
splnená
2. normálna forma,
3. normálna forma,
aj Boyce-Coddova normálna forma

R(ZamID, ProjID, JazID)

(A)
(B)
(C)



Príklad 4.b – riešenie a rozšírenie



Príklad 5

Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF

R(A B, C, D, E, F)

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

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

$\{B\} \rightarrow \{F\}$

$\{D\} \rightarrow \{E\}$

Príklad 5 - riešenie

1. normálna forma

R(A, B, C, D, E, F)

FD1 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

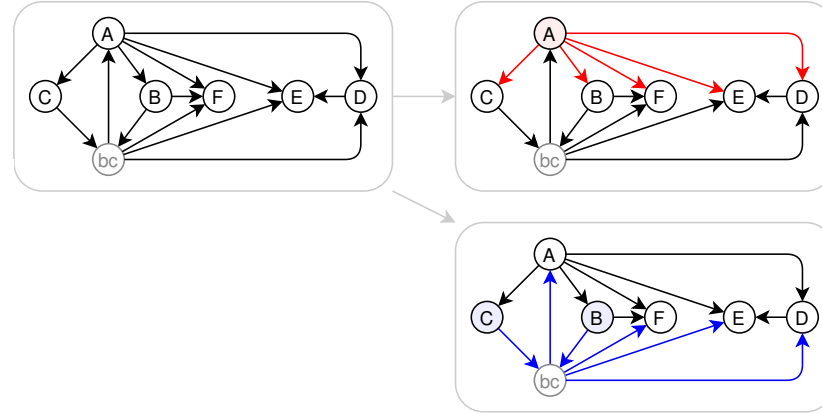
FD2 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

porušuje 2NF $\rightarrow$ FD3 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

FD4 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

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

kandidáti na kľúč sú
 $\{A\}$
 $\{B, C\}$



2. normálna forma

R1(A, B, C, D, E)

FD1 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

FD2 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

porušuje 3NF $\rightarrow$ FD4 $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

R2(B, F)

FD3 $\begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

3. normálna forma

R1a(A, B, C, D)

FD1 $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

FD2 $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

R1b(D, E)

FD4 $\begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

R2(B, F)

FD3 $\begin{array}{|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$

Príklad 6

Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF

$R(A, B, C, D)$

$\{A\} \rightarrow \{B, C, D\}$

$\{B, C\} \rightarrow \{A, D\}$

$\{D\} \rightarrow \{B\}$

Príklad 6 - riešenie

1. normálna forma

R(A, B, C, D)

FD1 $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

FD2 $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

FD3 $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

{A} $\rightarrow$ {B, C, D}
{B, C} $\rightarrow$ {A, D}
{D} $\rightarrow$ {B}

kandidáti na kľúč sú
{A},
{B, C},
{C, D}

porušuje BCNF $\rightarrow$ FD3

2. normálna forma

už splnená (všetky atribúty patria aspoň do jedného kandidáta na kľúč)

3. normálna forma

už splnená (všetky atribúty patria aspoň do jedného kandidáta na kľúč)

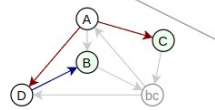
Boyce-Connodova normálna forma

R1(A, C, D)

FD1 $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

R2(B, D)

FD3 $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$



natural join

stratili sme FD2
{B, C} $\rightarrow$ {A, D}

R12(A, B, C, D)

FD1 $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

FD3 $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$



Nech B = 10, C = 20.
Podľa zadanej funkcionálnej závislosti FD2, musí pre túto kombináciu existovať len jedna hodnota A a jedna hodnota D.
Úlohou je nájsť príslušné hodnoty A a D.
V R sme mohli vyhľadať príslušný riadok.
Môžeme nájsť hľadané hodnoty v R1 a R2?

R	A	B	C	D
a1	10	20	20	d1
a2	10	21	20	d2
a3	10	22	20	d1
a4	11	20	20	d4
a5	12	20	20	d5

R1	A	C	D
a1	20	d1	
a2	21	d2	
a3	22	d1	
a4	20	d4	
a5	20	d5	

R2	B	D
a1	10	d1
a2	10	d2
a3	10	d2
a4	11	d4
a5	12	d5

Použitý spôsob dekompozície umožňuje nájsť údaje pomocou natural join-u (ak sú model a data podľa reality)

A	B	C	D
a1	10	20	d1
a2	10	21	d2
a3	10	22	d1
a4	11	20	d4
a5	12	20	d5

V realite platí funkcionálna závislosť {B, C} $\rightarrow$ {A, D},
preto táto funkcionálna závislosť musí platiť aj v databáze.



a8	10	20	d8
----	----	----	----

Možnosť automatickej kontroly

Nie, {B, C} musí obsahovať jedinečné kombinácie hodnôt

Môžeme pridať do R riadok (a8, 10, 20, d8)?



Bude systém pre správu relačnej databázy kontrolovať dodržanie {B, C} $\rightarrow$ {A, D} aj v rozložení na R1 a R2?

a8	20	d8
----	----	----

10	d8
----	----

Len za cenu porušenia {B, C} $\rightarrow$ {A, D}

Môžeme pridať do R1 riadok (a8, 20, d8) a do R2 riadok (10, d8)?

Nie je kontrolované dodržiavanie {B, C} $\rightarrow$ {A, D}

Ak sú hodnoty v stĺpci (alebo kombinácie hodnôt v skupine stĺpcov) jedinečné, potom je stĺpec (alebo kombinácia stĺpcov) determinantom funkcionálnej závislosti v rámci tabuľky. Systém pre správu relačnej databázy umožňuje definovať jedinečnosť hodnoty v stĺpci, alebo jedinečnosť kombinácie hodnôt v skupine stĺpcov. To môžeme využiť pre automatickú kontrolu správnosti údajov.

Jedinečnosť hodnôt primárneho kľúča tabuľky musí byť pre zachovanie integrity automaticky kontrolovaná. Ak by sme v tabuľke R nezvolili {B, C} za primárny kľúč, tak by sme mohli dodefinovať obmedzenie pre jedinečnosť kombinácie hodnôt v skupine stĺpcov {B, C}. To by zabezpečilo dodržanie funkcionálnej závislosti {B, C} $\rightarrow$ {A, D} v tabuľke R.

Príklad 7

Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF

$R(A, B, C, D)$

$\{A, B\} \rightarrow \{C\}$

$\{C\} \rightarrow \{D\}$

$\{D\} \rightarrow \{A\}$

Príklad 7 - riešenie

1. normálna forma

R(A, B, C, D)

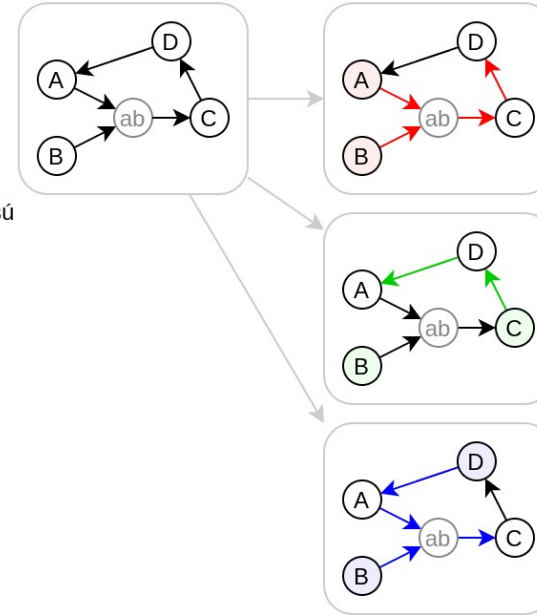


porušuje BCNF → FD2

porušuje BCNF → FD3

$\{A, B\} \rightarrow \{C\}$
 $\{C\} \rightarrow \{D\}$
 $\{D\} \rightarrow \{A\}$

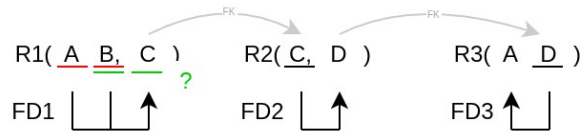
kandidáti na kľúč sú
 $\{A, B\}$,
 $\{B, C\}$,
 $\{B, D\}$,



2. normálna forma už splnená

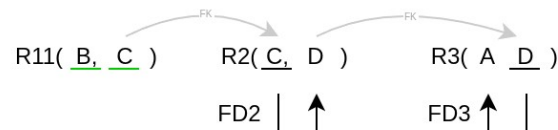
3. normálna forma už splnená

Boyce-Coddova normálna forma



$\{C\} \rightarrow \{D\}, \{D\} \rightarrow \{A\} \Rightarrow \{C\} \rightarrow \{A\}$

FD2, FD3 ⇒ ← porušuje BCNF



Príklad 8

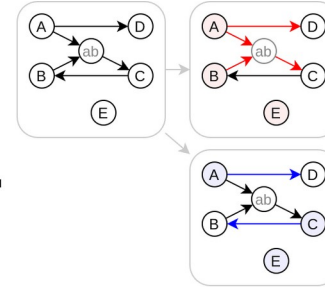
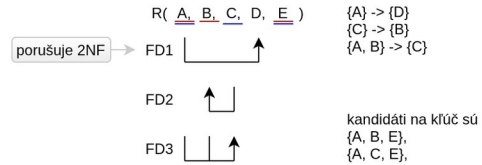
Schému relácie postupne pretransformujte do 2NF, 3NF, BCNF

$R(A, B, C, D, E)$

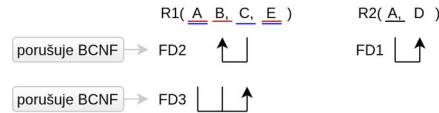
- $\{A\} \rightarrow \{D\}$
- $\{C\} \rightarrow \{B\}$
- $\{A, B\} \rightarrow \{C\}$

Príklad 8 - riešenie

1. normálna forma

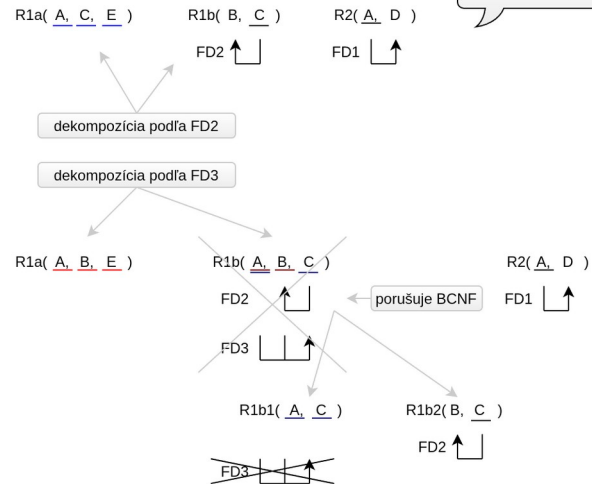


2. normálna forma



3. normálna forma už splnená

Boyce-Coddova normálna forma



V žiadnej schéme relácie
nie je FD3

Musi existovať schéma relácie
kde je aspoň jeden kandidát
na kľúč

Písomka

- 31. 3. 2026 o 17:00 (rezervujte si 1,5 hodiny)
- AB300, BC300, CD300
- doneste si perá, prípadne ceruzky a študentský preukaz
 - papiere dostanete

5. bonus

- bude ohodnotený až za týždeň