

① R(A,B,C)

T <sub>1</sub>	A	B	C
	1	2	3
	1	3	4

T <sub>2</sub>	A	B	C
	1	3	3
	2	2	4
	3	3	3

a) A → B (înălțat de T<sub>1</sub>)

b) A → C (înălțat de T<sub>1</sub>)

c) B → A (înălțat de T<sub>2</sub>)

d) B → C ok

e) C → A (înălțat de T<sub>2</sub>)

k) A → C (înălțat de T<sub>1</sub>)

A	C	B
1	3	2
	4	3

f) C → B ok

g) AB → C ok

h) AC → B ok

i) BC → A (înălțat de T<sub>2</sub>)

j) A → B (înălțat de T<sub>1</sub>)

A	B	C
1	2	3
	3	4

l) B → A ok

B	A	C
3	1	3
	3	3
2	2	4

B	A	C
2	1	3
3	1	4

m) B → C ok

n) C → A ok

o) C → B ok

B	C	A
3	3	1
		3
2	4	2

+ în T<sub>1</sub> toate val pt  
T<sub>1</sub> B } distincte

C	A	B
3	1	3
	3	3
4	2	2

C	B	A
3	3	1
		3
4	2	2

\* ABCDE

8	1	2	9	4
8	3	7	6	5
8	1	7	6	4
2	9	7	1	8
8	3	2	9	5
2	9	3	3	8

E → BCD e dep. multivaluata

E	BCD	A
4	129	8
	176	8
5	376	8
	329	8
8	971	2
	933	2

AC → E nu e dep. multivaluata

AC	E	BD
82	4	19
	5	39

- $x \rightarrow y \Rightarrow x \twoheadrightarrow y$
- $y \subseteq x \Rightarrow \begin{cases} x \rightarrow y \\ x \twoheadrightarrow y \end{cases}$

- dc. toate val  $t \in [x]$  sunt diferite  $\Rightarrow \begin{cases} x \rightarrow y \\ x \twoheadrightarrow y \end{cases}$
- $XUY = U \Rightarrow X \twoheadrightarrow Y$

②  $X^+ = \{A \mid \Sigma \vdash X \rightarrow A\}$

X este o cheie candidat doar  $X^+ = U$  si  $\forall x' \subset X, x'^+ \neq U$

$\Sigma = \{A \rightarrow B, CD \rightarrow E, E \rightarrow A, B \rightarrow D\}$

$C^+ = \{C\}$   
 $CD^+ = \{C, D, E, A, B\} \Rightarrow CD$  cheie candidat

$CA^+ = \{C, A, B, D, E\} \Rightarrow CA$  cheie candidat

$CB^+ = \{C, B, D, E, A\} \Rightarrow CB$  cheie candidat

$CE^+ = \{C, E, A, B, D\} \Rightarrow CE$  cheie candidat

CDA, CDB, etc. sunt superchei nu chei candidat

stanga	mijloc	dreapta
C	D, A, B, E	$\emptyset$
atribute păune, incluse în $\forall$ cheie candidat	atribute păune/ nepăune	atribute nepăune

Atribut păun  $\rightarrow$  face parte din măcar o cheie candidat  
 Atribut nepăun  $\rightarrow$  nu face parte din nici o cheie cand

3)  $\Sigma = \{A \rightarrow BCD, AD \rightarrow E, EFG \rightarrow H, F \rightarrow GH\}$

sf.	mijloc	dreapta
A, F	D, E, G	B, C, H

atr. prime, incluse in cheia prim

atribute neprime

$AF^+ = \{A, F, G, H, B, C, D, E\}$   
 $\Downarrow$   
 AF unica cheie candidat

$A \rightarrow BCD$   
 $F \rightarrow GH$   
 $AD \rightarrow E$

b)  $EFG \rightarrow H$  poate fi eliminată

\*\*.)  $\Sigma = \{AD \rightarrow BCEF, AB EF \rightarrow D, EF \rightarrow AD, B \rightarrow A, BC F \rightarrow A, F \rightarrow ABD\}$

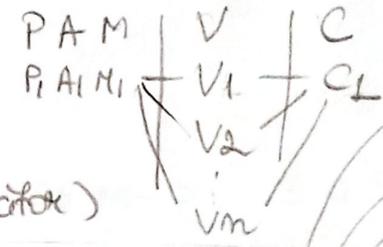
sf | mijloc | dreapta

$A, B, C, D, E, F$  |  $F$  |  $F^+ = \{F, A, B, D, C, E\} \Rightarrow F$  cheie cond.

BD cheie cond? |  $B^+ = \{B, A\}$   
 $D^+ = \{D\}$   
 $BD^+ = \{B, D, A, C, E, F\} \Rightarrow BD$  cheie cond.

4)

- a) model  $\rightarrow$  producător
- b) producător, vânzător  $\rightarrow$  model
- c) producător, am, model  $\Rightarrow$  culoare  
 (sau echivalent: producător, am, model  $\Rightarrow$  vânzător)



d)  $\Sigma = \{m \rightarrow p, p, v \rightarrow m\}$   $\Delta = \{p, a, m \Rightarrow c, p, a, m \Rightarrow v\}$

sf. | mijloc | dep.

v | m

a | p

c

$M(p, m, a, c, v), \Sigma^+ = \Sigma$   
 cheie se afla utilizând doar  $\Sigma^+$ , nu și  $\Delta^+$ !

cheie:  $v \rightarrow a, c, p$  ( $v \rightarrow a, c$ )  
 $v \rightarrow a, c, m, p$   
 $v \rightarrow a, c, p, m$ )

e) De. toate attributele sunt atomice schema satisface 1NF ✓

- Schema satisface 2NF dacă satisface 1NF și  $\forall$  atribut meșriu A este dependent prim de  $\forall$  cheie X (dependența  $X \rightarrow A \in \Sigma^+$  este primă dacă  $\forall x' \subset X, x' \rightarrow A \notin \Sigma^+$ )
- Schema satisface 3NF dacă satisface 2NF și  $\forall$  atribut meșriu A NU este tranzitiv dependent de nici o cheie X.  
 (A tranzitiv dependent de X ( $A \notin X, X \subset U$ ) dc.  $\exists y \subset U$  a.  $\begin{cases} A \neq y \\ X \rightarrow y \in \Sigma^+ \\ y \rightarrow A \in \Sigma^+ \\ y \rightarrow X \notin \Sigma^+ \end{cases}$ )
- Schema M nu conține attribute meșriu  $\Rightarrow$  este în 2NF și 3NF
- Schema satisface BCNF dc. este în 1NF și pt.  $\forall$  dep. pct. meșriu A  $X \rightarrow A \in \Sigma^+$ , X este (super)cheie. adică  $A \notin X$
- Schema satisface 4NF dc. este în 1NF și pt.  $\forall$  dep. multu. meșriu A  $X \rightarrow A \in \Delta^+$ , X este (super)cheie. adică  $A \notin X$  și  $X \cup A \neq U$

• Descomp. în 4NF:

$R(m, p, a, c, v)$

$pma \Rightarrow c \in \Sigma^+$   
 $pma$  nu e  
 supercheie

$R_1(p, m, a, c)$

$R_2(p, m, a, v)$

$\Sigma_1^+ = \{m \rightarrow p\}$  cheie: mac  
 $\Delta_1^+ = \{m \rightarrow p, pma \Rightarrow c, \dots\}$   
 $\hookrightarrow$  înloc 4NF

$\Sigma_2^+ = \{m \rightarrow p, v \rightarrow m\}$

sf.	m	p	v
v	m		
a	p		

cheie:  $vam, vap$

$\Delta_2^+ = \{pma \Rightarrow v, m \rightarrow p, pv \Rightarrow m, \dots\}$   
 $\hookrightarrow$  înloc 4NF

$R_4(m, p)$

$R_3(m, a, c)$

$\Sigma_3^+ = \emptyset$  mac cheie  
 $\Delta_3^+ = \{ma \Rightarrow c\}$   
 $\hookrightarrow$  înloc

$R_5(m, p)$

$R_6(m, a, v)$

$\Downarrow$

descomp. finală:

$R_4(m, p), R_3(m, a, c), R_5(m, a, v)$

(ex 5)  $R(A, B, C, D)$

a)  $\Sigma = \{A \rightarrow B, C \rightarrow D\}$

Schema e în BCNF dc. e în 1NF și  $\forall X \rightarrow A \in \Sigma^+ \Rightarrow X$  e (super)cheie

$\Sigma^+ = \Sigma$ , cheie: AC,  $\exists A \rightarrow B \in \Sigma^+$  și A nu este (super)cheie  $\Rightarrow$  schema nu e în BCNF!

O descomp. în BCNF:

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

$R_1(A, B)$

$R_2(A, C, D)$

$\Sigma_1^+ = \{A \rightarrow B\}$ , cheie: A

$\Sigma_2^+ = \{C \rightarrow D\}$  cheie: AC  
 $\Rightarrow C \rightarrow D$  înloc BCNF

$R_3(C, D)$

$R_4(A, C)$

$\Sigma_3^+ = \{C \rightarrow D\}$

$\Sigma_4^+ = \emptyset$

b)  $\Sigma = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow D\}$

$\Delta = \{B \Rightarrow CD\}$

cheie: A

Schema nu e în BCNF deoarece  $\exists B \rightarrow D \in \Sigma^+$  și B nu e (super)cheie

O descompunere în BCNF este:

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

$R_1(B, D)$

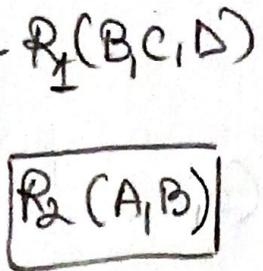
$R_2(A, B, C)$

$\Sigma_2^+ = \{A \rightarrow BC\}$  cheie A  
 $\Rightarrow$  e în BCNF

Schema nu era în BCNF  $\Rightarrow$  nu este nici în 4NF (Schema e în 4NF dc. e în 1NF și  $\forall X \rightarrow A \in \Delta^+$ , X e (super)cheie)

O descompunere în 4NF:

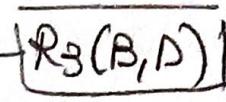
$R(A, B, C, D)$   
 cheia: A  
 $B \rightarrow CD \in \Delta^+$   
 B nu e (super)cheie



$\Sigma_1^+ = \{B \rightarrow D\}$

cheia: BC

$\Delta_1^+ = \{B \rightarrow CD, B \rightarrow D\}$   
 triviale



$\Sigma_2^+ = \{A \rightarrow B\}$  cheia: A  
 triviale

$\Delta_2^+ = \{A \rightarrow B, B \rightarrow A\}$

$\Rightarrow$  descompunerea finală  $R_2(A, B), R_3(B, D), R_4(B, C)$