

① $R(A, B, C)$

T_1	A	B	C
1	2	3	
1	3	4	

T_2	A	B	C
1	3	3	
2	2	4	
3	3	3	

a) $A \rightarrow B$ (înscot de T_1)

b) $A \rightarrow C$ (înscot de T_1)

c) $B \rightarrow A$ (înscot de T_2)

d) $B \rightarrow C$ OK

e) $C \rightarrow A$ (înscot de T_2)

k) $A \rightarrow C$ (înscot de T_1)

A	C	B
1	3	2
4	3	3

f) $C \rightarrow B$ OK

g) $AB \rightarrow C$ OK

h) $AC \rightarrow B$ OK

i) $BC \rightarrow A$ (înscot de T_2)

j) $A \Rightarrow B$ (înscot de T_1)

A	B	C
1	2	3
3	4	

m) $B \Rightarrow C$ OK

B	C	A
3	3	1
2	4	2

+ în T_1 toate
val pt
 $T_1 \setminus B$ distincte

n) $C \Rightarrow A$ OK

C	A	B
3	1	3
4	2	2

l) $B \Rightarrow A$ OK

B	A	C
3	1	3
2	2	4

B	A	C
2	1	3
3	1	4

o) $C \Rightarrow B$ OK

C	B	A
3	3	1
4	2	2

*

A	B	C	D	E
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

$E \Rightarrow BCD$ e dep. multivaluata

E	BCD	A
4	129	8
5	376	8
8	971	2

$AC \Rightarrow E$ nu e dep. multivaluata

AC	E	BD
82	4	19
	5	39

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

$\bullet$ de toate val $t \in [x]$ sunt diferite
 $\Rightarrow \begin{cases} x \rightarrow y \\ x \Rightarrow y \end{cases}$
 $\bullet x \cup y = U \Rightarrow x \Rightarrow y$

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

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

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

$C^+ = \{C\}$

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

$CDA, CDB, \text{etc.}$ 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, include în cheie		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

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

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

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

④ a) model $\rightarrow$ producător

b) producător, vânzător $\rightarrow$ model

c) producător, am, model $\Rightarrow$ culoare

(sau echivalent: producător, am, model $\Rightarrow$ vânzător)

P A M	V	C
P A M	V ₁	C ₁
	V ₂	
	V _m	



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

sf.	mijloc	dreapta
v	m	
a	p	
c		

$M(p, m, a, c, v), \Sigma^+ = \Sigma$

cheie se află utilizând doar Σ^+ , nu și Δ^+ !

cheie: $v a c m, v a c p$

$(v a c^+ = \{v, a, c\})$

$v a c m^+ = \{v, a, c, m, p\}$

$v a c p^+ = \{v, a, c, p, m\}$

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

• Schema satisface 2NF dacă satisface 1NF și $\forall$ atribut meșum 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 meșum 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. $\begin{cases} A \notin y \\ X \rightarrow y \in \Sigma^+ \\ y \rightarrow A \in \Sigma^+ \\ y \rightarrow X \notin \Sigma^+ \end{cases}$)

• Schema M nu conține atribute meșum
 $\Rightarrow$ este în 2NF și 3NF

• Schema satisface BCNF dc. este în 1NF și pt. $\forall$ dep. pot. meșum A $X \rightarrow A \in \Sigma^+$, X este (super)cheie.
 adică $A \notin X$

$\exists m \rightarrow p \in \Sigma^+$, a. m nu este (super)cheie $\Rightarrow$ schema nu e în BCNF $\Rightarrow$ nu satisface nici 4NF

• Schema satisface 4NF dc. este în 1NF și pt. $\forall$ dep. meșum A $X \twoheadrightarrow A \in \Delta^+$, X este (super)cheie.
 adică $A \notin X$ și $X \cup A \neq U$

• Descomp. în 4NF:

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

$p \rightarrow m, a \rightarrow c, v$

$p \rightarrow m$ nu e

supercheie

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

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

$\Sigma_1^+ = \{m \rightarrow p\}$ cheie: mac

$\Delta_1^+ = \{m \rightarrow p, m \rightarrow a, \dots\}$

→ înviolă 4NF

$R_4(m, p)$

$R_3(m, a, c)$

$\Sigma_3^+ = \emptyset$ mac cheie

$\Delta_3^+ = \{m \rightarrow a, \dots\}$ înviolă

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

$R_5(m, p)$

$R_6(m, a, v)$

sf. | mij. | de

v | m

a | p

cheie: v a m, v a p

$\Delta_2^+ = \{p \rightarrow m, m \rightarrow p, p \rightarrow a, \dots\}$

→ înviolă 4NF

↓

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:

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

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

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

$R_1(A, B)$

$R_2(A, C, D)$

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

$\Rightarrow C \rightarrow D$ înviolă BCNF

$R_3(C, D)$

$R_4(A, C)$

$\Sigma_4^+ = \emptyset$

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

$\Sigma^+ = \Sigma \cup \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D\}$

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

$\Delta^+ = \{B \rightarrow CD, A \rightarrow BC, B \rightarrow D, A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D, B \rightarrow A, A \rightarrow D, B \rightarrow AC, A \rightarrow CD, A \rightarrow BD, A \rightarrow BC, \dots\}$

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

O descompunere în 4NF:

$R(A, B, C, D)$
cheie: A
 $B \twoheadrightarrow CD \in \Delta^+$
 B nu este (super)cheie

$R_1(B, C, D)$

$R_2(A, B)$

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

cheie: BC

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

$R_3(B, D)$

$R_4(B, C)$

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

triviale

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

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