

Laboratorium 8

Normalizacja

Zadanie 8.1

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{P, O, E, B, K\}$:

- ☐ Pracownik,
- ☐ Oddział,
- ☐ Email (pracownik może mieć wiele adresów email, po jednym dla każdego z oddziałów firmy),
- ☐ Biurko (oznaczenie),
- ☐ Komputer (oznaczenie)

oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{P, O\} \rightarrow E, \{P, E\} \rightarrow O, \{P, O\} \rightarrow B, B \rightarrow K \}$

1. Wyznacz wszystkie klucze relacji R.

Sprawdzamy najpierw z tych, które występują jedynie po lewej stronie, potem łącząc z tymi co są po obu stronach

$P \rightarrow P$ (nie jest kluczem),

$\{PO\} \rightarrow H$ (więc jest kluczem),

$\{PB\} \rightarrow \{P, B, K\}$ (więc nie jest kluczem),

$\{PE\} \rightarrow H$ (więc jest kluczem),

$\{POB\}$, $\{POE\}$ już nie sprawdzamy bo zawierają w sobie $\{PO\}$

$\{PBE\}$ już nie sprawdzamy bo zawierają w sobie $\{PE\}$

$\{POBE\}$ już nie sprawdzamy bo zawierają w sobie $\{PO\}$ i $\{PE\}$

Tabelka jest świetna do zobrazowania:

Kroki algorytmu:

I) Tworzymy tabelkę którą uzupełniamy według następujących reguł:

- Lewa czyli te literki, które w funkcjach są jedynie po lewej

- Prawa czyli te literki, które w funkcjach są jedynie po prawej

- Obie czyli te literki, które w funkcjach są zarówno po lewej i prawej

II) Ogólnie liczymy domknięcia - te plusy zbiorów. Zbiory wybieramy na zasadzie kombinacji Lewa z Obie. Lewa występuje zawsze i tworzy wszystkie kombinacje zbiorów powstałych z elementów z Obie.

$P \mid O, B, E \mid K$

2. Wyznacz co najmniej 5 nietrywialnych i prostych zależności funkcyjnych należących do F^+ , ale nie należących do F .

$P, O \rightarrow K : P, O \rightarrow B, B \rightarrow K$

$P, E \rightarrow B : P, E \rightarrow O, P, O \rightarrow B$ [reguła pseudoprzechodności]

$P, E \rightarrow K : P, E \rightarrow B, B \rightarrow K$

$P, O, B \rightarrow K : P, O, B \rightarrow P, O$ [zwrotność], $P, O \rightarrow B, B \rightarrow K$

$P, E, B \rightarrow O : P, E, B \rightarrow P, E$ [zwrotność], $P, E \rightarrow O$

3. Sprawdź czy F jest minimalny.

Jest minimalny, nie da się niczego usunąć ani uprościć.

Zadanie 8.2

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{P, E, O, B, K\}$ (patrz zadanie 8.1) oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{\{P, O\} \rightarrow E, \{P, E\} \rightarrow O, \{P, O\} \rightarrow B, B \rightarrow K\}$

Które z poniższych zależności należą do zbioru F^+ ?

1. $P \rightarrow E$

NIE, żeby wyznaczyć E potrzeba jeszcze O, inaczej się nie da.

2. $\{P, K\} \rightarrow B$

NIE, z samego P nic nie dostajemy a z K nie wynika nic

3. $\{P, E\} \rightarrow B$

TAK, bo $\{P, E\} \rightarrow O$ $\{P, O\} \rightarrow B$

4. $\star \{P, E, O\} \rightarrow K$

TAK, bo $P, O \rightarrow B$ $P, O, E \rightarrow B$, $E, B, E \rightarrow B$ $B \rightarrow K$

5. $\star B \rightarrow O$

NIE, w żaden sposób nie da się dojść do O mając samo B

6. $\star \{P, E\} \rightarrow \{K, B\}$

TAK, bo $P, E \rightarrow O$ $P, O \rightarrow B$ $B \rightarrow K$

Zadanie 8.3

Wyznacz minimalny zbiór zależności funkcyjnych dla poniższych zbiorów.

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

Rozbijamy prawe strony:

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

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

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

$F_{min} = \{C \rightarrow \{A, B, D\}, E \rightarrow \{A, D, B\}\}$

2. $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, \{A, B\} \rightarrow D, \{A, C\} \rightarrow \{B, D\}\}$.

Rozbijamy:

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

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

$F_{min} = \{A \rightarrow \{B, C, D\}\}$

3. $\star F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, A \rightarrow C, C \rightarrow A, C \rightarrow B, B \rightarrow A\}$.

Wychodzi $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$

Więc $F_{min} = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow B, B \rightarrow A\}$

Zadanie 8.4

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{A, C, G, N, S, R, T\}$

1. Aktor,
2. Czas trwania filmu,
3. Gaża,
4. Nagroda (dla Aktora, rozważane są tylko Oscary),
5. Studio filmowe,
6. Rok produkcji,
7. Tytuł filmu.

oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{\{S, T\} \rightarrow R, \{R, T\} \rightarrow C, \{R, T\} \rightarrow S, \{A, T\} \rightarrow G, \{A, T\} \rightarrow N, \{N, R, T\} \rightarrow A\}$.

Która z poniższych dekompozycji jest dekompozycją bezstratną?

1. $H1 = \{A, G, N, R, T\}$, $H2 = \{C, R, S, T\}$

Która z poniższych dekompozycji jest dekompozycją bezstratną?

1. $H1 = \{A, G, N, R, T\}$, $H2 = \{C, R, S, T\}$

$F = \{\{S, T\} \rightarrow R, \{R, T\} \rightarrow C, \{R, T\} \rightarrow S, \{A, T\} \rightarrow G, \{A, T\} \rightarrow N, \{N, R, T\} \rightarrow A\}$

Kroki algorytmu:

I) Najpierw symbolem v zaznaczamy te atrybuty, które występują w danej dekompozycji:

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v		v	v		v	v
H2		v			v	v	v

II) Teraz patrząc po zależnościach funkcyjnych sprawdzamy, która z nich jest spełniona dla obu dekompozycji, w tym przypadku idąc od lewej:

$\{S, T\} \rightarrow R$ nie bo H1 nie mamy S

$\{R, T\} \rightarrow C$ tak, bo R oraz T mamy dla obu dekompozycji, symbolem o oznaczamy brakujący fragment

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v	o	v	v		v	v
H2		V			v	v	v

III) Kroki powtarzamy, aż uwzględnimy wszystkie relacje bądź napotkamy wiersz, który dla wszystkich kolumn będzie miał wpisany jakiś symbol (wtedy dekompozycja jest bezstratna):

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v	o	v	v	o	v	v
H2		V			v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA BESTRATNA

2. $H1 = \{A, G, N, T\}$, $H2 = \{C, R, S, T\}$

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v		v	v			v
H2		v			v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA STRATNA

3. $\star H1 = \{A, G, N, S, T\}$, $H2 = \{C, R, S, T\}$

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v	o	v	v	v	o	v
H2		v			v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA BEZSTRATNA

4. $H1 = \{A, G, S, T\}$, $H2 = \{A, N, R, T\}$, $H3 = \{C, S, R, T\}$

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v	o	v	o	v	o	v
H2	v			v	o	v	v
H3		v			v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA BESTRATNA

5. $\star H1 = \{A, G, T\}$, $H2 = \{A, N, T\}$, $H3 = \{C, S, R, T\}$

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v		v	o			v
H2	v		o	V			v
H3		V			v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA STRATNA

6. $\star H1 = \{A, G, S, T\}$, $H2 = \{A, N, T\}$, $H3 = \{C, S, R, T\}$

	A	C	G	N	S	R	T
H1	v	o	v	o	v	o	v
H2	v		o	v			v
H3		v			v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA BESTRATNA

Zadanie 8.5

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{M, P, S, T\}$

1. Moduł zajęć,
2. Prowadzący,
3. Sala,
4. Termin egzaminu

oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{S, T\} \rightarrow M, M \rightarrow P, P \rightarrow S \}$.

Która z poniższych dekompozycji zachowuje wszystkie zależności funkcyjne?

1. $H_1 = \{M, S, T\}$, $H_2 = \{M, P, S\}$

Zależności są zachowane, gdy z H_1 i H_2 można wyprowadzić wszystkie zależności z F .

$$\begin{aligned}\{M\}^+ &= \{M, P, S\} \\ \{P\}^+ &= \{P, S\} \\ \{S\}^+ &= \{S\} \\ \{T\}^+ &= \{T\} \\ \{S, T\}^+ &= \{S, T, M, P\} \\ \{M, T\}^+ &= \{M, T, P, S\} \\ \{P, S\}^+ &= \{P, S\} \\ \{M, S\}^+ &= \{M, S, P\} \\ \{M, P\}^+ &= \{M, P, S\}\end{aligned}$$

$$H_1(f) = \{ M \rightarrow P, P \rightarrow S, \{M, S\} \rightarrow P, \{M, T\} \rightarrow P, P \rightarrow S, \{S, T\} \rightarrow M, M \rightarrow P \} = \\ \{ M \rightarrow S, \{M, S\} \rightarrow P, \{M, T\} \rightarrow P, \{S, T\} \rightarrow M \} = \{ M \rightarrow S, \{S, T\} \rightarrow M \}$$

$$H_2(f) = \{ M \rightarrow P, P \rightarrow S, \{M, P\} \rightarrow S, \{P, S\} \rightarrow S, \{M, S\} \rightarrow P, P \rightarrow S \} = \\ \{ M \rightarrow P, \{M, P\} \rightarrow P, \{P, S\} \rightarrow S, \{M, S\} \rightarrow P \} = \{ M \rightarrow P, P \rightarrow S \}$$

Odp. Dekompozycja zachowuje zależności funkcyjne.

2. $H_1 = \{M, S, T\}$, $H_2 = \{P, S\}$

H_1 wyprowadza ale H_2 nie (mając tylko P i S nie wyprowadzimy np. $S, T \rightarrow M$).

3. $\star H_1 = \{M, P, S\}$, $H_2 = \{S, T\}$

H_1 zachowuje ale H_2 nie zachowuje (mając tylko S i T nie wyprowadzimy np. $M \rightarrow P$)

Zadanie 8.6

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{M, P, S, T\}$ (patrz zadanie 8.5) oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{S, T\} \rightarrow M, M \rightarrow P, P \rightarrow S \}$. Zakładając, że R jest w 1NF, wyznacz w jakiej maksymalnej postaci normalnej jest relacja R.

Kolejność sprawdzania maksymalnej postaci normalnej: BCNF \rightarrow 3NF \rightarrow 2NF

Klucze:

$M^+ = \{M, P, S\}$

$P^+ = \{P, S\}$

$S^+ = \{S\}$

$T^+ = \{T\}$

$\{M, P\}^+ = \{M, P, S\}$

$\{M, T\}^+ = \{M, T, P, S\} = H$ (klucz)

$\{M, S\}^+ = \{M, S\}$

$\{P, S\}^+ = \{P, S\}$

$\{P, T\}^+ = \{P, T, S, M\} = H$ (klucz)

$\{S, T\}^+ = \{S, T, M, P\} = H$ (klucz)

Dalej nie trzeba sprawdzać bo wszelkie kombinacje będą po części zawierały któryś z kluczy.

Znalezione klucze: $\{S, T\}$, $\{M, T\}$, $\{P, T\}$

Nie jest w BCNF, bo relacje $M \rightarrow P$ i $P \rightarrow S$ po lewej stronie nie mają nadkluczy.

Jest w 3NF, bo zależności, które wcześniej psuły nam BCNF, teraz są spełnione (czyli prawe strony zawierają część klucza).

★ Zadanie 8.7

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{G, P, T, W\}$

- ☐ Gabinet,
- ☐ Prowadzący,
- ☐ Termin konsultacji,
- ☐ Wymagane umówienie się (tak/nie).

oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{P, T\} \rightarrow G, P \rightarrow W, \{G, T\} \rightarrow P \}$. Zakładając, że R jest w 1NF, wyznacz w jakiej maksymalnej postaci normalnej jest relacja R.

Klucze:

$G^+ = \{G\}$

$P^+ = \{P, W\}$

$T^+ = \{T\}$

$W^+ = \{W\}$

$\{G, P\}^+ = \{G, P, W\}$

$\{G, T\}^+ = \{G, T, P, W\} = H$ (klucz)

$\{G, W\}^+ = \{G, W\}$

$\{P, T\}^+ = \{P, T, G, W\} = H$ (klucz)

$\{P, W\}^+ = \{P, W\}$

$\{T, W\}^+ = \{T, W\}$

Dalej nie trzeba sprawdzać bo wszelkie kombinacje będą po części zawierały któryś z kluczy.

Znalezione klucze: $\{G, T\}$, $\{P, T\}$

Nie jest w BCNF, bo relacja $P \rightarrow W$ po lewej stronie nie ma nadklucza.

Nie jest w 3NF bo w relacji $P \rightarrow W$ atrybut W nie należy do żadnego klucza.

Nie jest w 2NF bo P jest częścią klucza $\{P, T\}$.

Jest w 1NF.

Zadanie 8.8

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{C, N, O, P\}$

☐ Cena,

☐ Napój,

☐ Opakowanie (pojemność),

☐ Producent,

oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{N \rightarrow P, \{N, O\} \rightarrow C\}$.

1. Zakładając, że R jest w 1NF, wyznacz w jakiej maksymalnej postaci normalnej jest relacja R.

$C^+ = \{C\}$

$N^+ = \{N, P\}$

$O^+ = \{O\}$

$P^+ = \{P\}$

$\{C, N\}^+ = \{C, N, P\}$

$\{C, O\}^+ = \{C, O\}$

$\{C, P\}^+ = \{C, P\}$

$\{N, O\}^+ = \{N, O, C, P\} = H$ (klucz)

$\{N, P\}^+ = \{N, P\}$

$\{O, P\}^+ = \{O, P\}$

Nie ma sensu sprawdzać dalej.

Znalezione klucze: $\{N, O\}$

BCNF: nie bo $N \rightarrow P$ [N nie jest nadkluczem]

3NF : nie, bo $N \rightarrow P$ [P nie należy do żadnego klucza]

2NF : nie bo $N \rightarrow P$ [N jest częścią klucza NO]

Tak więc jest w 1NF

2. Sprowadź relację do 3NF.

$H1 = \{N, P\}$

$H2 = \{N, O, C\}$

3. Czy wszystkie relacje w wyniku dekompozycji są w BCNF?

Tak

Zadanie 8.9

Sprowadź relację z zadania 8.6 do BCNF. Czy istnieje dekompozycja, która zachowuje zależności funkcyjne?

```
H = {M, P, S, T}
F = {{S, T} → M, M → P, P → S}
Klucze główne: {T, S}, {T, M}, {T, P}
M → P oraz P → S nam psują
Przypadek M → P:
    H1={M} v {P} = {M, P}
    H2={M, S, T} (tu nam P → S nie psuje)
Przypadek P → S
    H1={P} v {S} = {P, S}
    H2={M, P, T} => to nie jest BCNF, więc rozkładamy dalej:
        H21={M, P}
        H22={M, T}
        Czy to zachowuje założenia funkcyjne? Nie, bo nie ma {S, T}
Odp.: Nie istnieje kompozycja, która zachowuje założenia funkcyjne.
```

★Zadanie 8.10

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{A, B, C, D\}$ oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{A, B\} \rightarrow C, \{A, C\} \rightarrow D \}$. Sprowadź relację do 3NF.

Algorytm przejścia do 3NF

- (1) Dla każdej zależności funkcyjnej w minimalnym pokryciu z jej atrybutów tworzymy schemat relacji. Jeżeli jeden schemat jest podzbiorem drugiego, to bierzemy pod uwagę tylko większy.
- (2) Łączymy ze sobą małe schematy mające ten sam klucz.
- (3) W jednym ze schematów relacji powinien wystąpić klucz. Jeśli nie występuje, dodajemy dodatkowy schemat złożony z atrybutów klucza.
- (4) Atrybuty nie występujące w zależnościach z F wchodzą w skład klucza.

Klucz : {A,B}

Dzielimy schemat po relacjach F:

H1 = {A, B, C}

H2 = {A, C, D}

H1 zawiera klucz H. Mamy 3NF.

★ Zadanie 8.11

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{A, B, C, D, E\}$ oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{A, B\} \rightarrow C, \{A, D\} \rightarrow E, C \rightarrow D, E \rightarrow B \}$.

1. Wyznacz wszystkie klucze relacji R.

Klucze:

$\{A\}^+ = \{A\}$

$\{B\}^+ = \{B\}$

$\{C\}^+ = \{C, D\}$

$\{D\}^+ = \{D\}$

$\{E\}^+ = \{E, B\}$

$\{A, B\}^+ = \{A, B, C, D, E\} = H$ (klucz)

$\{A, C\}^+ = \{A, B, C, D, E\} = H$ (klucz)

$\{A, D\}^+ = \{A, B, C, D, E\} = H$ (klucz)

$\{A, E\}^+ = \{A, B, C, D, E\} = H$ (klucz)

$\{B, C\}^+ = \{B, C, D\}$

$\{B, D\}^+ = \{B, D\}$

$\{B, E\}^+ = \{B, E\}$

$\{C, D\}^+ = \{C, D\}$

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

$\{D, E\}^+ = \{D, E\}$

Dalej nie ma sensu szukać bo pozostałe kombinacje i tak zawierałyby w sobie znalezione już klucze.

Znalezione klucze: $\{A, B\}$, $\{A, C\}$, $\{A, D\}$, $\{A, E\}$

2. Wyznacz co najmniej 5 nietrywialnych i prostych zależności funkcyjnych należących do F^+ .

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

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

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

$\{A, D\} \rightarrow E \gg E \rightarrow B \gg \{A, D\} \rightarrow B$

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

★ Zadanie 8.12

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{A, B, C, D, E, F\}$ oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{A, B\} \rightarrow \{C, E\}, \{A, D\} \rightarrow E, E \rightarrow D, E \rightarrow \{B, C\}, A \rightarrow F \}$.

Która z poniższych dekompozycji jest dekompozycją bezstratną?

1. $H1 = \{A,B,C,D\}$, $H2 = \{D,E,F\}$

	A	B	C	D	E	F
H1	v	v	v	v		
H2				v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA STRATNA

2. $H1 = \{A,B,E\}$, $H2 = \{C,D,E,F\}$

	A	B	C	D	E	F
H1	v	v	o	o	v	
H2		o	v	v	v	v

Odp. DEKOMPOZYCJA STRATNA

3. $H1 = \{A,B,E,F\}$, $H2 = \{C,D,E\}$

	A	B	C	D	E	F
H1	v	v	o	o	v	v
H2		o	v	v	v	

Odp. DEKOMPOZYCJA BESTRATNA

4. $H1 = \{A,E\}$, $H2 = \{B,E,F\}$, $H3 = \{C,D,E\}$

	A	B	C	D	E	F
H1	v			o	v	
H2		v		o	v	v
H3			v	v	v	

Odp. DEKOMPOZYCJA STRATNA

5. $H1 = \{A,E\}$, $H2 = \{B,E,F\}$, $H3 = \{A,C,D,F\}$

	A	B	C	D	E	F
H1	v				v	
H2		v			v	v
H3	v		v	v		v

Odp. DEKOMPOZYCJA STRATNA

6. $H1 = \{A, B, C, E\}$, $H2 = \{A, B, D\}$, $H3 = \{A, F\}$

	A	B	C	D	E	F
H1	v	v	v	o	v	o
H2	v	v	o	v	o	o
H3	v					v

Odp. DEKOMPOZYCJA BESTRATNA

★ Zadanie 8.13

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{A, B, C, D\}$ oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{A, B\} \rightarrow C, A \rightarrow D, \{C, D\} \rightarrow B \}$. Zakładając, że R jest w 1NF, wyznacz w jakiej maksymalnej postaci normalnej jest relacja R.

Klucze:

$A^+ = \{A, D\}$

$B^+ = \{B\}$

$C^+ = \{C\}$

$D^+ = \{D\}$

$\{A, B\}^+ = \{A, B, C, D\} = H$ (klucz)

$\{A, C\}^+ = \{A, C, D, B\} = H$ (klucz)

$\{A, D\}^+ = \{A, D\}$

$\{B, C\}^+ = \{B, C\}$

$\{B, D\}^+ = \{B, D\}$

$\{C, D\}^+ = \{C, D, B\}$

Dalej nie ma sensu sprawdzać bo każda pozostała kombinacja zawiera któryś ze znalezionych kluczy.

Znalezione klucze: $\{A, B\}$, $\{A, C\}$

Nie jest w BCNF, bo relacje $A \rightarrow D$, $\{C, D\} \rightarrow B$ nie mają w sobie całego nadklucza.

Nie jest w 3NF bo atrybut D w relacji $A \rightarrow D$ nie należy do klucza.

Nie jest też w 2NF bo lewe strony zawierają części któregoś z kluczy.

Jest w 1NF.

★Zadanie 8.14

Dana jest relacja R o schemacie $H = \{A, B, C, D\}$ oraz zbiór zależności funkcyjnych $F = \{ \{A, B\} \rightarrow C, \{A, D\} \rightarrow C \}$. Zakładając, że R jest w 1NF, wyznacz w jakiej maksymalnej postaci normalnej jest relacja R.

Klucze:

$A^+ = \{A\}$

$B^+ = \{B\}$

$C^+ = \{C\}$

$D^+ = \{D\}$

$\{A, B\}^+ = \{A, B, C\}$

$\{A, C\}^+ = \{A, C\}$

$\{A, D\}^+ = \{A, D, C\}$

$\{B, C\}^+ = \{B, C\}$

$\{B, D\}^+ = \{B, D\}$

$\{C, D\}^+ = \{C, D\}$

$\{A, B, C\}^+ = \{A, B, C\}$

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

$\{A, C, D\}^+ = \{A, C, D\}$

Znalezione klucze: $\{A, B, D\}$

Nie jest w BCNF, bo relacje nie mają w sobie całego nadklucza.

Nie jest w 3NF

Nie jest też w 2NF bo lewe strony zawierają części klucza.

Jest w 1NF.

©Marcin Sawczuk