



Model podataka tipova entiteta i poveznika

ER model podataka

Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Model tipova entiteta i poveznika

- **Entity-Relationship data model** (ER model)
 - Rodonačelnik - P. P. Chen (1976)
 - Chen, Peter Pin-Shan: *The entity-relationship model - toward a unified view of data*, ACM Transactions on Database Systems, Vol. 1, No. 1, 1976.
 - Kasnija proširenja
 - semantička – Extended ER model (EER model)
 - OO proširenja – složeni tipovi podataka (domeni)
- Osnovni pojmovi ER modela
(već uvedeni kroz osnovne pojmove BP)
 - obeležje i domen
 - tip entiteta i pojava tipa entiteta
 - tip poveznika i pojava tipa poveznika

Entitet i klasa entiteta

- **Entitet (realni entitet)**
 - jedinica posmatranja
 - činilac (resurs) poslovanja u realnom sistemu
- **Klasa realnih entiteta**
 - skup “sličnih” entiteta
 - skup entiteta koji poseduje zajedničko svojstvo
 - formalno: $E = \{e_i \mid P(e_i)\}$

Entitet i klasa entiteta

- Primer
 - neka realni sistem predstavlja jedan fakultet
 - neka je $P(e_i) ::= \text{"}e_i \text{ je } STUDENT\text{"}$
 - skupu (klasi entiteta) *Student* pripadaju samo studenti, a ne i ostali ljudi (činioci) fakulteta

Poveznik i klasa poveznika

- **Klasa poveznika**

- skup veza između klasa realnih entiteta ili prethodno identifikovanih klasa poveznika
- skup poveznika koji poseduje isto svojstvo
- formalno:

$$S = \{(e_1, \dots, e_m) \mid P(e_1, \dots, e_m)\}$$

- $e_i (i \in \{1, \dots, m\})$
 - jedan realni entitet ili prethodno uspostavljeni poveznik

Poveznik i klasa poveznika

- Primer
 - Klase entiteta
 - $Radnik = \{Ana, Aco, Eva\}$,
 - $Radno_mesto = \{Programer, Projektant, Operater\}$
 - Uočena osobina
 - $P(e_i, e_j) ::= \text{"Radnik } e_i \text{ radi na radnom mestu } e_j\text{"}$
 - $P(e_i, e_j)$ definiše klasu poveznika $Radi$
 - Jedan poveznik klase $Radi$: $(Ana, Programer)$

Poveznik i klasa poveznika

- Primer
 - Klase entiteta
 - $Radnik = \{Ana, Aco, Eva\}$,
 - $Projekat = \{Lido, Osig, RazvojIS\}$
 - Uočene osobine
 - $P_1(e_i, e_j) ::= \text{"Radnik } e_i \text{ radi na projektu } e_j\text{"}$
 - $P_2(e_i, e_j) ::= \text{"Radnik } e_i \text{ rukovodi projektom } e_j\text{"}$
 - $P_1(e_i, e_j)$ definiše klasu poveznika *Radi*
 - $P_2(e_i, e_j)$ definiše klasu poveznika *Rukovodi*

Poveznik i klasa poveznika

- Primer
 - Klase entiteta
 - $Radnik = \{Ana, Aco, Eva\}$,
 - $Projekat = \{Lido, Osig, Razvojs\}$
 - $Radi = \{(Ana, Lido), (Aco, Lido), (Aco, Osig)\}$
 - $Rukovodi = \{(Ana, Razvojs), (Eva, Lido)\}$

Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Strukturalna komponenta

- Primitivni koncepti strukturalne komponente ER modela podataka
 - vrednost
 - (predefinisani) domen
 - obeležje

Domen

- **Vrednost**
 - bilo koja konstanta, iz bilo kog skupa

Domen

- **Domen**
 - specifikacija skupa mogućih vrednosti obeležja
 - sa definisanim dozvoljenim relacijama i operacijama nad datim skupom
 - vrste
 - predefinisani (primitivni)
 - korisnički definisani (izvedeni)

Domen

- **Predefinisani (primitivni) domen**
 - predstavlja predefinisani, atomični tip podataka
 - ugrađen u definiciju modela podataka
 - praktično, zavisi od softverskog okruženja koje podržava izabrani (ER) model podataka
 - primeri
 - teoretski: \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{Q} , \mathbb{R} , neograničeni znakovni, boolean
 - praktični: integer, float, double, decimal, boolean, string

Domen

- **Korisnički definisani (izvedeni) domen**
 - definiše se
 - korišćenjem već postojećeg domena
 - predefinisanog, ili
 - korisnički definisanog
 - putem pravila za definisanje domena, ugrađenih u definiciju (ER) modela podataka
 - može predstavljati skup
 - atomičnih podataka, ili
 - složenih podataka
 - primeri
 - $DOCENA ::= \{d \in \mathbb{N} \mid d \geq 5 \wedge d \leq 10\}$
 - $DNAZIV ::= \text{String}(30)$
 - $DMONEY ::= \text{Decimal}(12, 2)$

Domen

- **Korisnički definisani (izvedeni) domen**
 - pravila za definisanje, ugrađena u definiciju (ER) modela podataka
 - pravilo nasleđivanja
 - pravilo tipa sloga
 - pravilo tipa skupa (kolekcije)
 - pravilo tipa izbora
 - pravila definišu ugrađene relacije i operacije
 - primeri
 - $DPOZOCENA ::= \{d \in DOCENA \mid d \geq 6\}$
 - $DTSLOG ::= Tuple\{(A_1: D_1), \dots, (A_n: D_n)\}$
 - $DTSKUP ::= Set\{D_e\}$
 - $DIZBOR ::= Choice\{(A_1: D_1), \dots, (A_n: D_n)\}$

Obeležje

- **Obeležje (atribut)**
 - osobina klase realnih entiteta
 - iskazana putem predikata $P(e_i)$
 - oznake:
 - A, B, X, W
 - $BRI, Datum_Prispeća, JMBG, Prz, Ime$

Domen obeležja

- Pravilo ER modela podataka
 - Svakom obeležju se pridružuje tačno jedan domen
 - Notacija
 - $Dom(A) = D$, ili $(A : D)$
 - oznaka za domen obeležja A
 - obeležju A pridružen je domen D
 - $dom(A)$
 - oznaka za skup mogućih vrednosti obeležja, definisan sa D
 - primeri
 - $Dom(Ocena) = DOCENA$
 - $Ocena$ prima vrednost iz $dom(Ocena) = \{5, 6, 7, 8, 9, 10\}$
 - $(PPNaziv : DNAZIV)$
 - $PPNAZIV$ prima vrednost iz skupa, predstavljenog sa $String(30)$
 - » skupa svih nizova znakova, nad propisanim kodnim rasporedom, do maksimalne dužine 30

Strukturalna komponenta

- Izvedeni koncepti strukturalne komponente ER modela podataka
 - podatak
 - tip entiteta
 - pojava tipa entiteta
 - tip poveznika
 - pojava tipa poveznika

Podatak

- Podatak - uređena četvorka
(Entitet, Obeležje, Vreme, Vrednost)
 - *Entitet*
 - identifikator (oznaka) entiteta
 - *Obeležje*
 - oznaka (mnemonik) obeležja
 - *Vreme*
 - vremenska odrednica
 - *Vrednost*
 - jedna vrednost iz skupa $dom(A)$
- Skraćeno (ako je poznat kontekst)
(Obeležje, Vrednost), ili (Vrednost)

Tip entiteta

- **Tip entiteta (TE)**

- Model klase realnih entiteta u IS
- Nastaje od obeležja klase realnih entiteta, bitnih za realizaciju ciljeva IS
- Predstavlja uređenu strukturu:

$N(Q, C)$

- N - naziv TE
- $Q = \{A_1, \dots, A_n\}$ - skup obeležja TE
- C - skup ograničenja TE
- $K = \{K_1, \dots, K_m\} \subseteq C$ - skup ključeva TE ($K \neq \emptyset$)

Pojava tipa entiteta

- **Pojava tipa entiteta**

- model jednog realnog entiteta u IS
- za tip entiteta $N(Q, C)$, $Q = \{A_1, \dots, A_n\}$, pojava $p(N)$ predstavlja skup podataka:

$$p(N) = \{(A_1, a_1), \dots, (A_n, a_n)\}$$

- za svaki $A_i \in Q$ mora biti $a_i \in \text{dom}(A_i)$
- skup svih pojava $p(N)$ mora zadovoljavati skup ograničenja C
- ako se u Q uvede linearno uređenje obeležja, tada

$$p(N) = (a_1, \dots, a_n)$$

Tip poveznika

- **Tip poveznika (TP)**

- model veza između pojava povezanih TE ili TP
- uređena struktura:

$$N(N_1, N_2, \dots, N_m, Q, C)$$

- N - naziv tipa poveznika
- $N_i (i \in \{1, \dots, m\})$ - povezani tip
 - tip entiteta, ili
 - prethodno definisani tip poveznika
- $Q = \{B_1, \dots, B_n\}$ - skup obeležja TP
- C - skup ograničenja TP
- $K = \{K_1, \dots, K_k\} \subseteq C$ - skup ključeva TP ($K \neq \emptyset$)

Tip poveznika

- **Tip poveznika**

- Identifikator tipa poveznika predstavlja

- niz

$$(N_1, N_2, \dots, N_m)$$

- ili neki neprazan podniz niza (N_1, N_2, \dots, N_m)

- **Ključ tipa poveznika**

- izveden na osnovu ključeva povezanih tipova (N_1, N_2, \dots, N_m)
 - Neka je K_i ključ tipa N_i
 - Ključ tipa poveznika je vrlo često, ali ne uvek, pravi ili nepravi podskup unije ključeva $K_1 \cup \dots \cup K_m$
 - videti integritetnu komponentu ER modela podataka

Tip poveznika

- **Tip poveznika**

- N_1, N_2, \dots, N_m ne moraju biti medusobno različiti tipovi
- Svaki tip N_i u okviru tipa poveznika N ima svoju ulogu
- Nad istim tipovima N_1, N_2, \dots, N_m se može definisati više različitih tipova poveznika
- m - arnost poveznika
- $m = 2$ - binarni tip poveznika

Pojava tipa poveznika

- **Pojava tipa poveznika**

$$N(N_1, N_2, \dots, N_m, \{B_1, \dots, B_k\}, C)$$

- reprezentuje jedan poveznik u realnom sistemu

- oznaka:

- $p(N, Vreme)$, u zadatom trenutku vremena, ili samo
- $p(N)$, ako se vremenska odrednica ne navodi

- predstavlja skup podataka:

$$p(N) = (p_1, \dots, p_m)(N) = \{(B_1, b_1), \dots, (B_k, b_k)\}$$

- Za svaki B_i mora biti $b_i \in dom(B_i)$
- skup svih pojava $p(N)$ mora zadovoljavati skup ograničenja C

Sadržaj

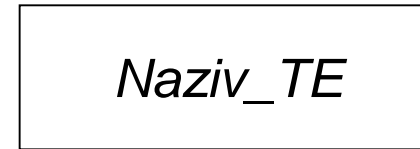
- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

ER dijagrami

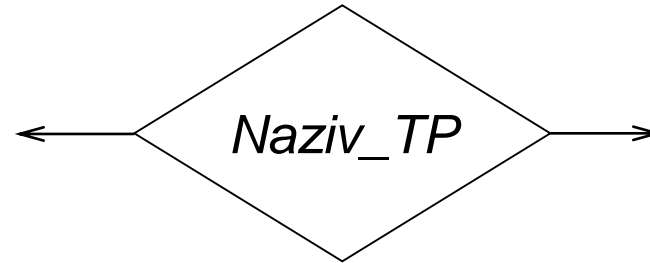
- Pogodna dijagramska tehnika za predstavljanje modela statičke strukture realnog sistema
- ER model podataka uživa popularnost zbog dijagramskog načina prikaza šeme BP
- Postoji više različitih načina za označavanje koncepata ER modela podataka

ER - dijagrami

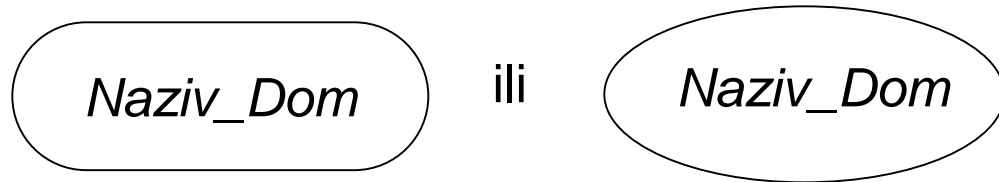
- Tip entiteta:



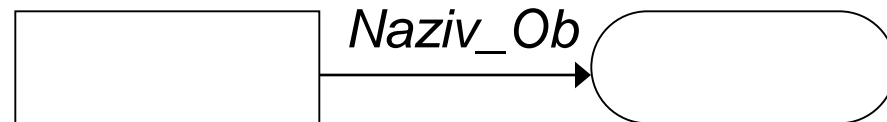
- Tip poveznika:



- Domen:

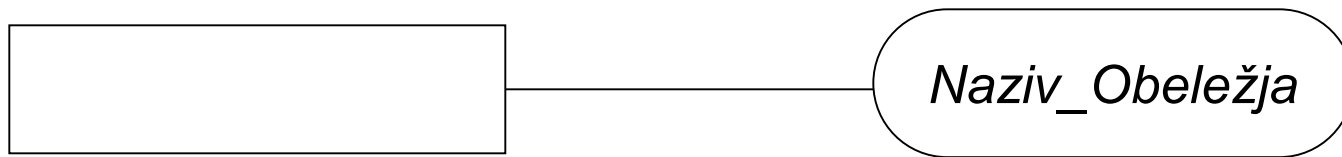


- Obeležje:

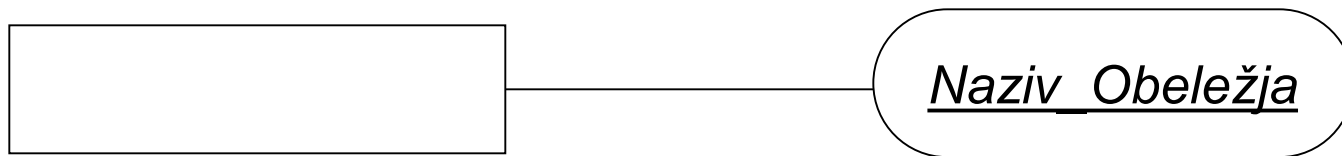


ER - dijagrami

- Kada se domeni na dijagramu ne prikazuju, vizuelna reprezentacija obeležja je:



- Obeležja primarnog ključa TE se podvlače

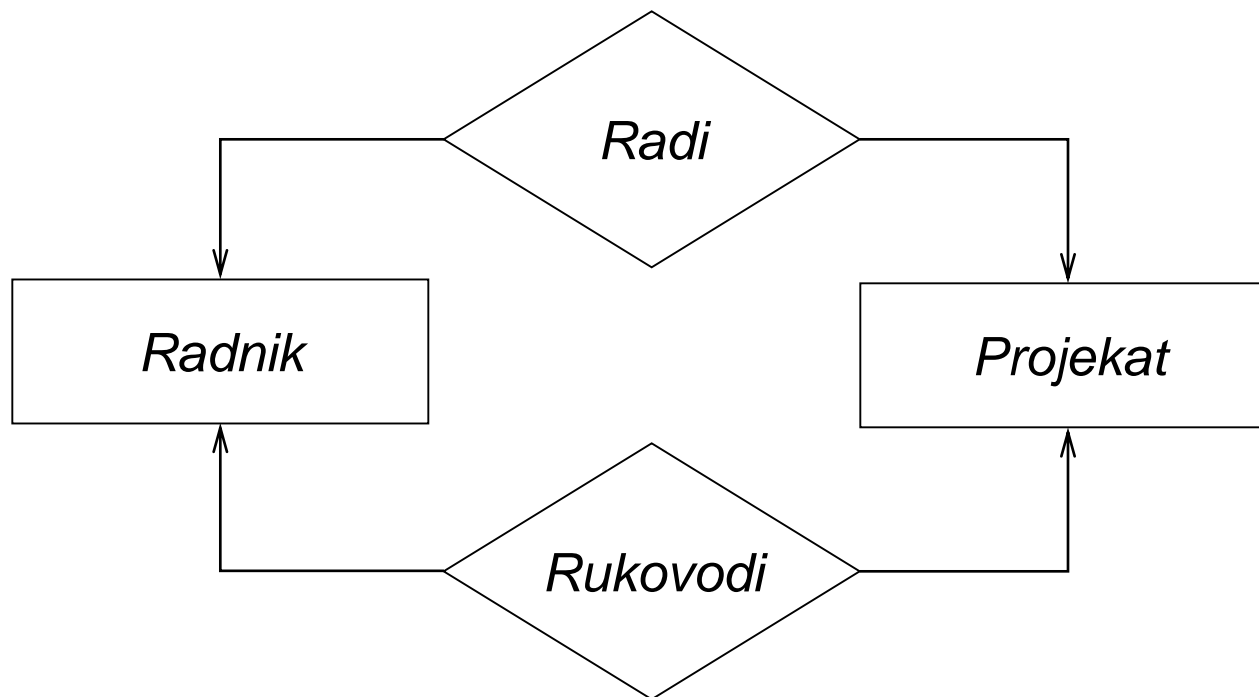


ER - dijagrami

- Nivoi detaljnosti prikaza ER dijagrama
 - nivo naziva tipova
 - globalni nivo prikaza
 - nivo naziva obeležja (i domena)
 - detaljni nivo prikaza

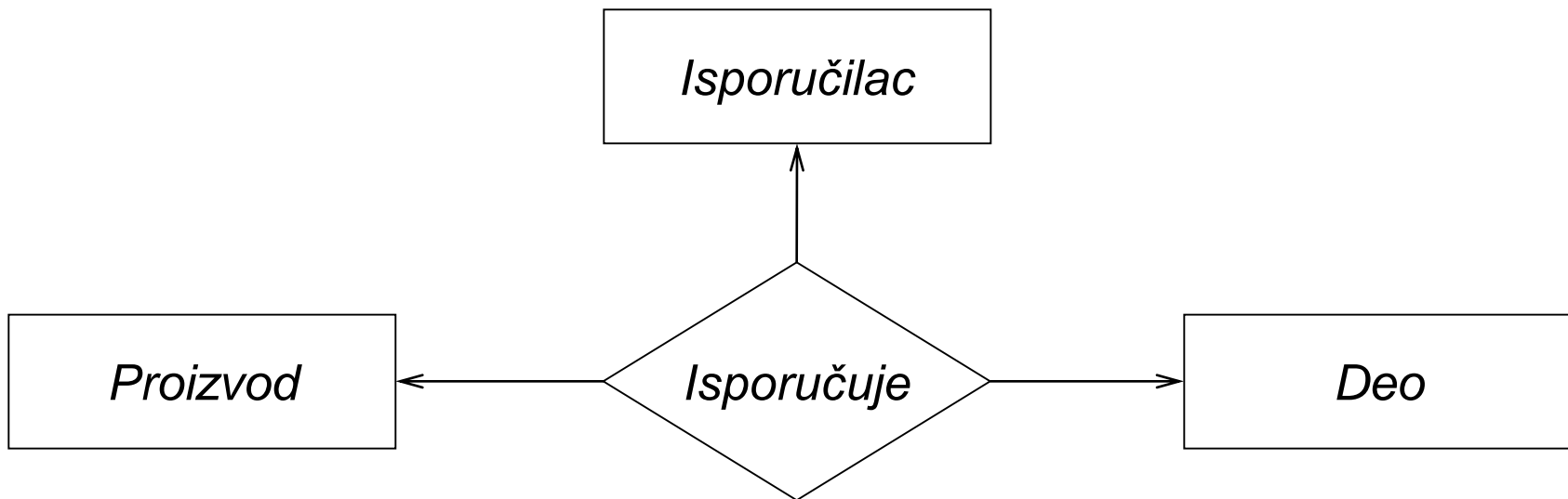
ER - dijagrami

- Nivo detaljnosti naziva
 - dva tipa poveznika između istih tipova entiteta



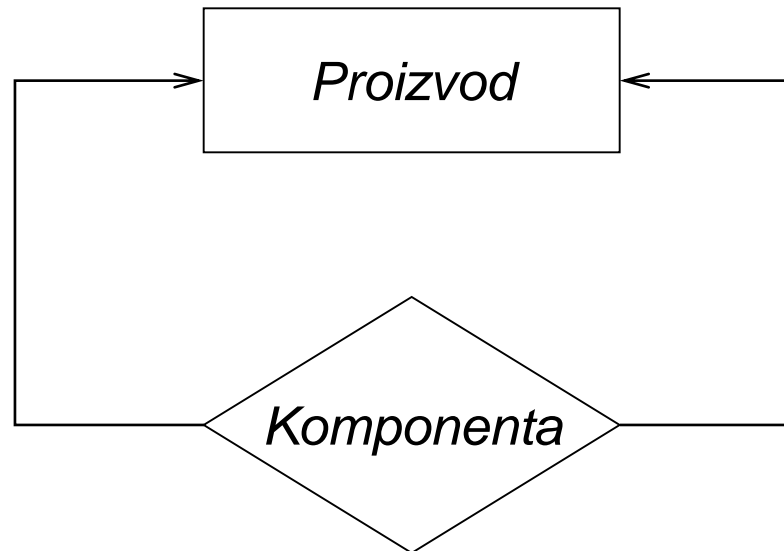
ER - dijagrami

- Nivo detaljnosti naziva
 - tip poveznika reda 3 (n -arni tip poveznika)



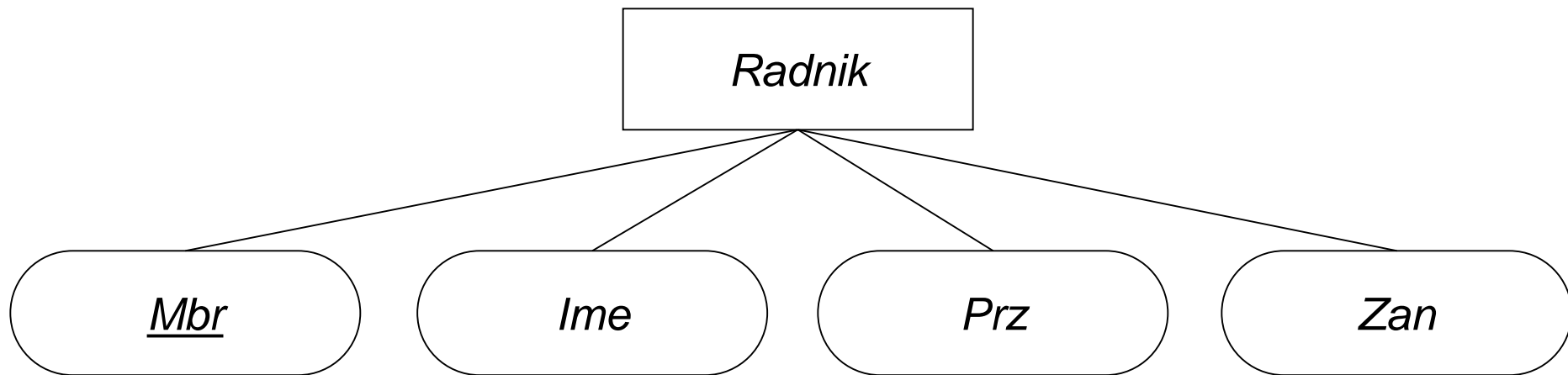
ER - dijagrami

- Nivo detaljnosti naziva
 - rekurzivni, binarni tip poveznika



ER - dijagrami

- Nivo detaljnosti obeležja (i domena)
 - skup obeležja jednog tipa entiteta



Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- **Integritetna komponenta**
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Integritetna komponenta

- Tipovi ograničenja u ER modelu podataka
 - ograničenje domena
 - ograničenje pojave tipa
 - kardinalitet tipa poveznika
 - ograničenje ključa (integritet tipa)
 - za tip entiteta i
 - tip poveznika

Ograničenje domena

- **Specifikacija domena**

- struktura

$$D(id(D), Predef)$$

- D
 - naziv domena
- $id(D)$
 - ograničenje domena
- $Predef$
 - predefinisana vrednost domena

Ograničenje domena

- **Ograničenje domena $id(D)$**
 - definiše se primenom izabranog pravila za specificiranje korisnički definisanog domena
 - pravila nasleđivanja
 - pravila tipa sloga
 - pravila tipa skupa (kolekcije)
 - pravila tipa izbora
 - izabrani slučaj u ovoj temi
 - definisanje ograničenja domena primenom pravila nasleđivanja

Ograničenje domena

- **Pravilo nasleđivanja i $id(D)$**

- ograničenje "nasleđenog" domena je struktura

$$id(D) = (Tip, Dužina, Uslov)$$

- *Tip*

- tip podatka

- » oznaka primitivnog domena, ili

- » oznaka prethodnog, korisnički definisanog domena

- *Dužina*

- dužina tipa podatka

- *Uslov*

- logički uslov koji svaka vrednost domena mora da zadovolji

Ograničenje domena

- *Tip*
 - jedina obavezna komponenta specifikacije
 - nasleđuju se sva ograničenja, relacije i operacije, definisane nad izabranim tipom
- *Dužina*
 - navodi se samo za tipove podataka (primitivne domene) koji to zahtevaju
- *Uslov*
 - u (ER) modelu podataka mora biti definisana sintaksa za zadavanje logičkih uslova
- *Predef*
 - mora da zadovolji ograničenja *tipa*, *dužine* i *uslova*

Ograničenje domena

- Interpretacija integriteta domena
 - moguća za bilo koju vrednost - konstantu
- Primeri
 - $DPREZIME((String, 30, \Delta), \Delta)$
 - $DDATUM((Date, \Delta, d \geq '01.01.1900'), \Delta)$
 - $DOCENA((Number, 2, d \geq 5 \wedge d \leq 10), \Delta)$
 - $DPOZOCENA((DOCENA, \Delta, d \geq 6), 6)$

Nula vrednost

- **Nula (nedostajuća) vrednost**
 - specijalna vrednost obeležja
 - označava se simbolom ω
 - u praksi, to je oznaka NULL
 - formalna interpretacija nula vrednosti
 - "vrednost obeležja nedostaje – nije zadata"
 - moguća značenja nula vrednosti
 - nepoznata - postojeća vrednost obeležja
 - nepostojeća vrednost obeležja
 - neinformativna vrednost obeležja
 - nekada se javlja potreba da obeležje, umesto vrednosti iz domena, poprimi vrednost ω

Ograničenje vrednosti obeležja

- **Specifikacija obeležja**
 - obeležje $A \in Q$, datog tipa N
 - struktura

$(id(N, A), Predef)$

- $id(N, A)$
 - ograničenje vrednosti obeležja
- $Predef$
 - predefinisana vrednost obeležja

Ograničenje vrednosti obeležja

- **Ograničenje vrednosti obeležja $id(N, A)$**

- definiše se za svako obeležje tipa
- struktura

$$id(N, A) = (Domen, Null)$$

- *Domen*
 - oznaka (naziv) pridruženog domena obeležja
- $Null \in \{T, \perp\}$
 - T - dozvola dodele nula vrednosti obeležju unutar N
 - \perp - zabrana dodele nula vrednosti obeležju unutar N

Ograničenje vrednosti obeležja

- *Domen i Null*
 - obavezne komponente specifikacije
- *Predef*
 - ako se navede, onda je on važeći
 - u protivnom, važeći je *Predef* odgovarajućeg *Domena*, ili
 - prvog sledećeg nasleđenog domena, za koji je *Predef* definisan
- Interpretacija ograničenja
 - moguća za bilo koju vrednost obeležja

Ograničenje pojave tipa

- **Ograničenje pojave tipa**

- definiše ograničenja na moguće vrednosti podataka unutar iste pojave TE ili TP
- predstavlja skup ograničenja vrednosti obeležja, kojem je pridodat logički uslov
- formalno, za tip N :

$$id(N) = (\{id(N, A) \mid A \in Q\}, Uslov)$$

- Q' - prošireni skup obeležja tipa
 - za TE je $Q' = Q$
 - za TP je $Q' = Q \cup K_p$, gde je K_p skup obeležja primarnog ključa TP

Ograničenje pojave tipa

- **Ograničenje pojave tipa**

$$id(N) = (\{id(N, A) \mid A \in Q\}, Uslov)$$

- *Uslov*

- logički uslov koji svaka pojava tipa mora da zadovolji
 - može, u ulozi operanda, da sadrži bilo koje obeležje proširenog skupa obeležja datog tipa
 - u (ER) modelu podataka mora biti definisana sintaksa za zadavanje logičkih uslova

- Interpretacija ograničenja pojave tipa

- moguća za bilo koju pojavu tipa nad skupom obeležja, nad kojim je definisano

Ograničenje pojave tipa

- Primer
 - $Radnik(\{MBR, PRZ, IME, ZAN, BPJZ\}, \{MBR\})$

<i>Radnik</i>	<i>Domen</i>	<i>Null</i>	<i>Predef</i>
<i>MBR</i>	<i>DMBR</i>	\perp	Δ
<i>PRZ</i>	<i>DPRZ</i>	\perp	Δ
<i>IME</i>	<i>DIME</i>	\perp	Δ
<i>ZAN</i>	<i>DZAN</i>	\perp	Δ
<i>BPJZ</i>	<i>DBPJZ</i>	T	Δ
Uslov: $ZAN = \text{'prg'} \Leftrightarrow BPJZ \neq \omega$			

Ograničenje pojave tipa

- Primer
 - *Radnik*({*MBR*, *PRZ*, *IME*, *ZAN*, *BPJZ*}, {*MBR*})

<i>Domen</i>	<i>Tip</i>	<i>Dužina</i>	<i>Uslov</i>	<i>Predef</i>
<i>DMBR</i>	<i>Number</i>	4	$d \geq 1$	Δ
<i>DPRZ</i>	<i>String</i>	30	Δ	Δ
<i>DIME</i>	<i>String</i>	15	Δ	Δ
<i>DZAN</i>	<i>String</i>	3	Δ	Δ
<i>DBPJZ</i>	<i>Number</i>	2	$d \geq 0$	0

Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Kardinalitet tipa poveznika

- **Kardinalitet TP prema povezanom tipu**

- par

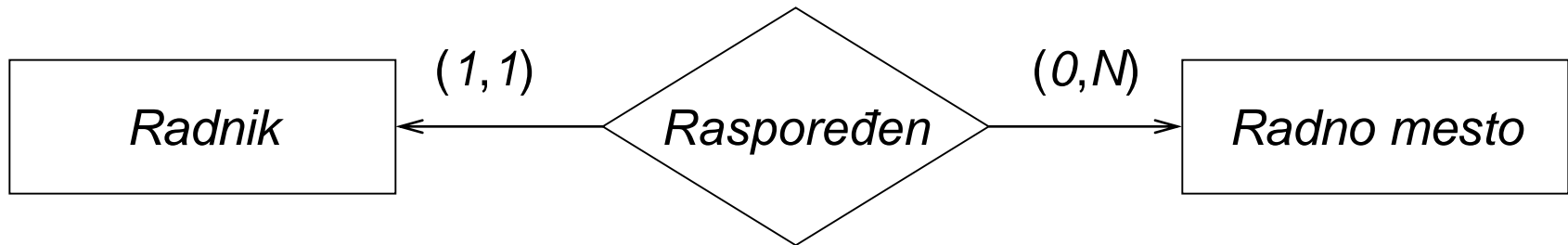
(a, b)

- $a \in \{0, 1\}$
 - minimalni kardinalitet
 - $b \in \{1, N\}, N \geq 2$
 - maksimalni kardinalitet
 - ograničava u koliko pojava tipa poveznika može učestvovati jedna, bilo koja pojava povezanog tipa
 - minimalno (a) i
 - maksimalno (b)

- definiše se za svaki povezani tip

Kardinalitet tipa poveznika

- Primer



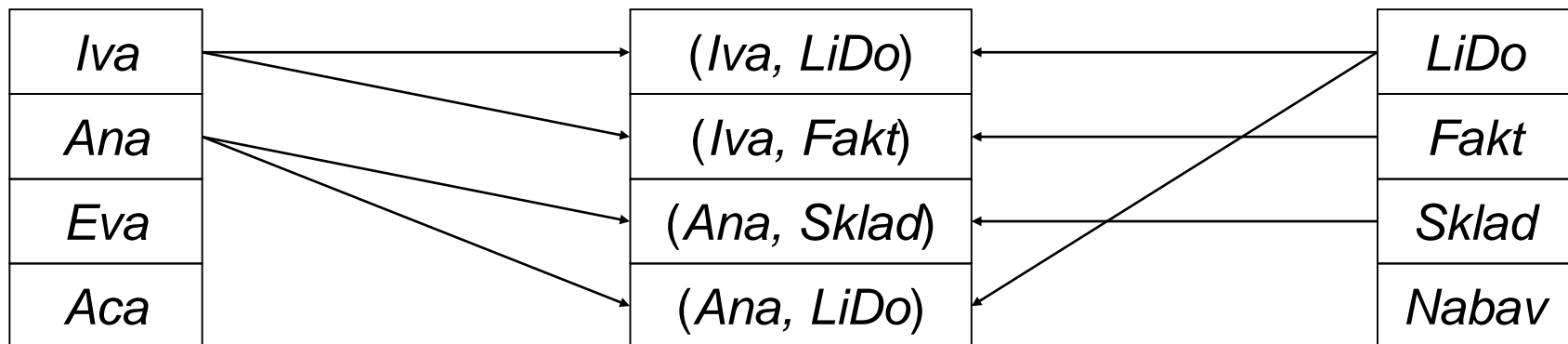
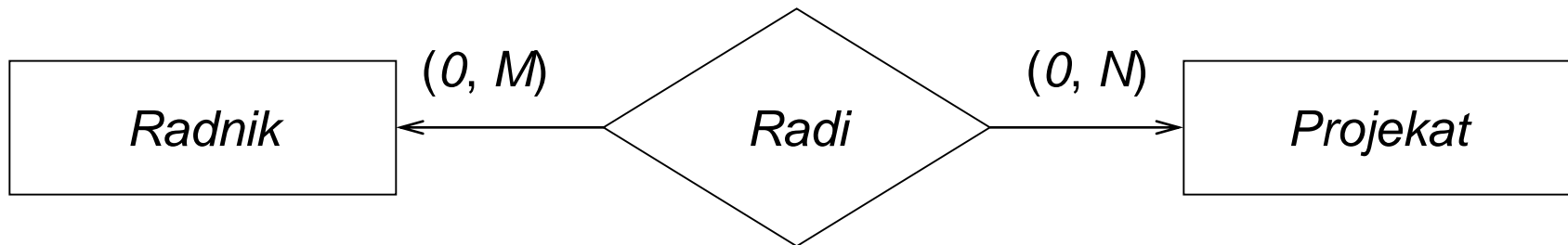
- Kardinaliteti prikazanog TP formalizuju ograničenja
 - $(1, 1)$
 - jedan radnik mora biti raspoređen na tačno jedno radno mesto
 - $(0, N)$
 - na jedno radno mesto može biti raspoređeno više radnika, ali ne mora ni jedan

Kardinalitet tipa poveznika

- Tri opšte grupe maksimalnih kardinaliteta
 - $M : N$
 - $N : 1$
 - $1 : 1$
 - uticaj na formiranje ključeva tipa poveznika
- Primeri pravila definisanja i pisanja kardinaliteta na dijagramima
 - binarni tipovi poveznika

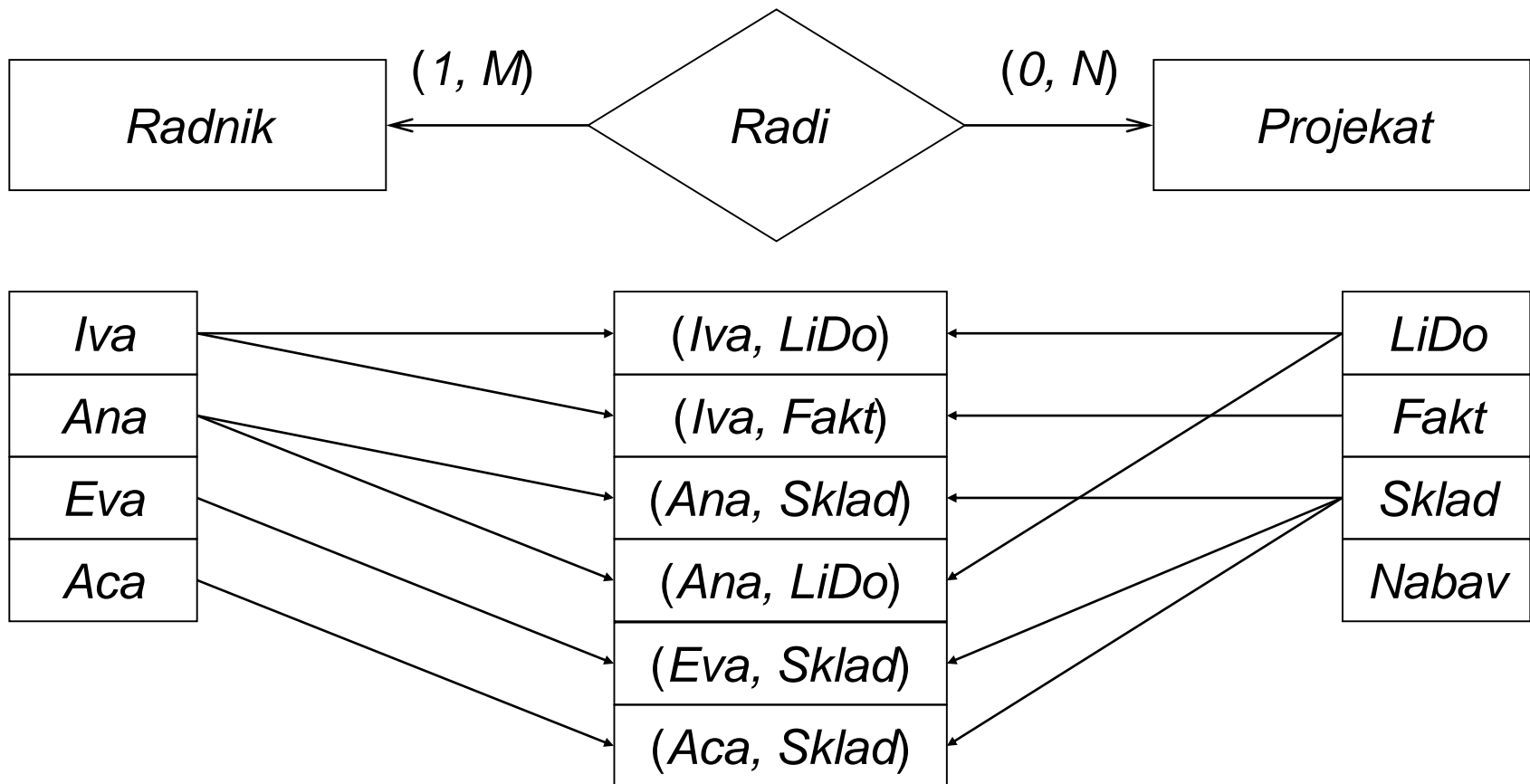
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa M : N (više prema više):



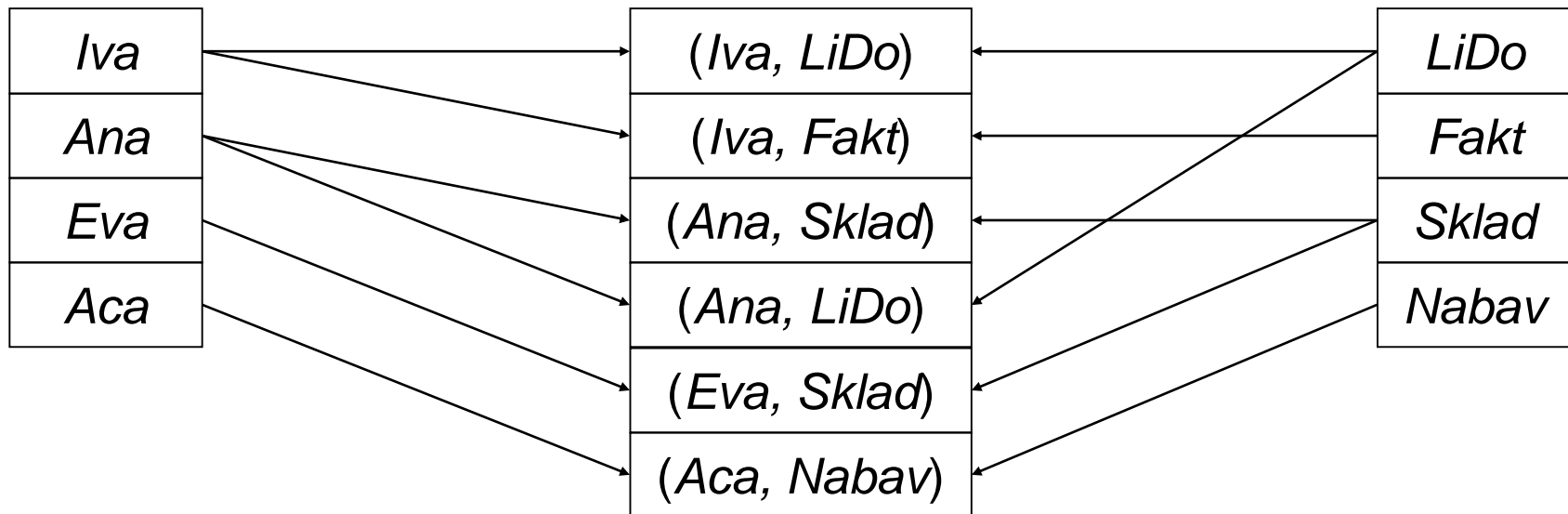
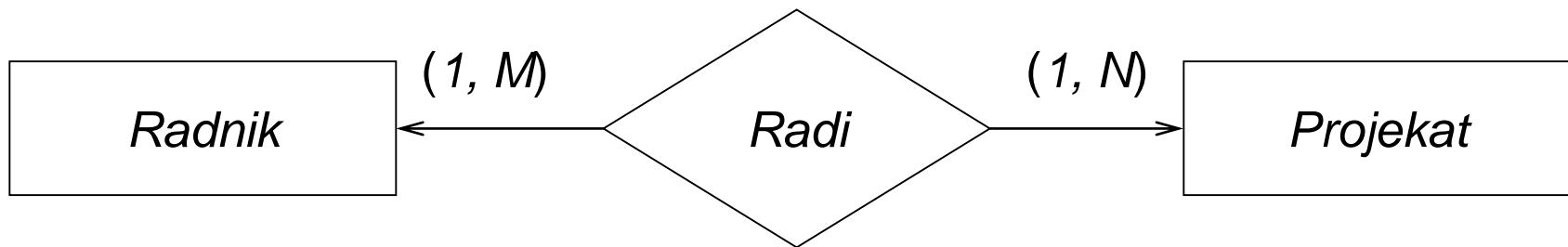
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa M : N (više prema više):



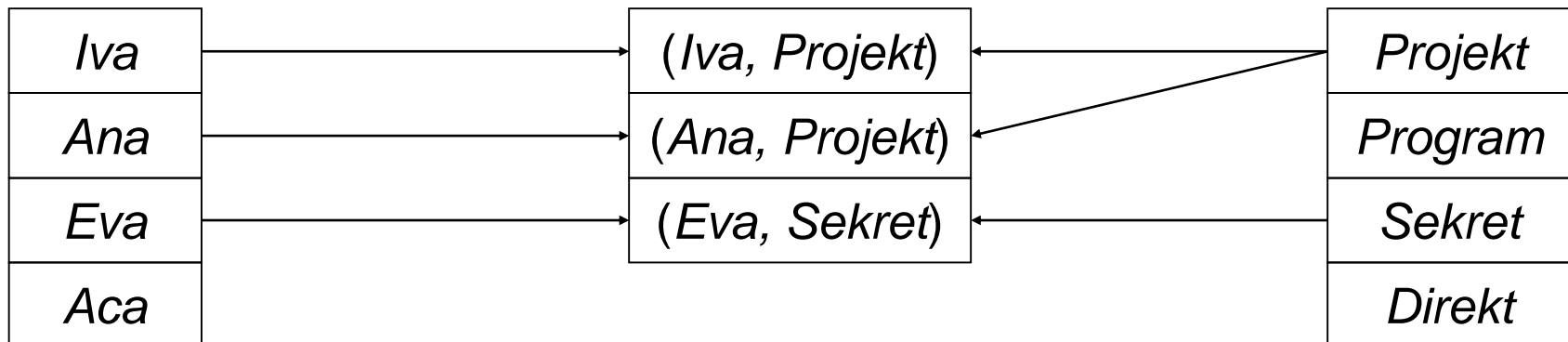
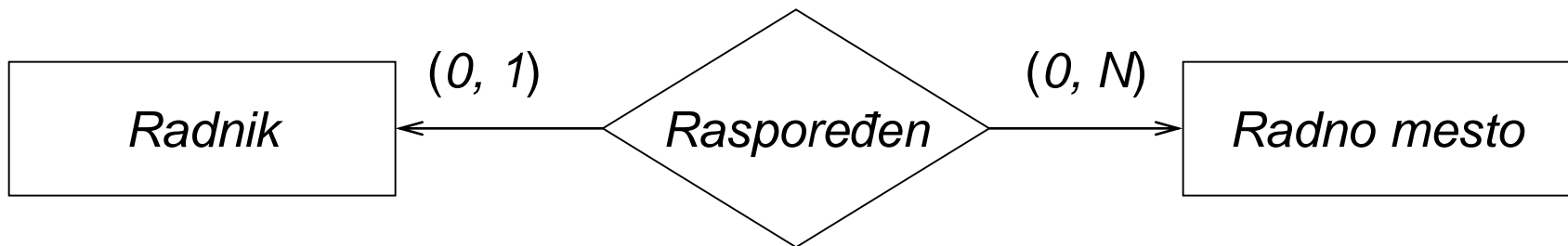
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa M : N (više prema više):



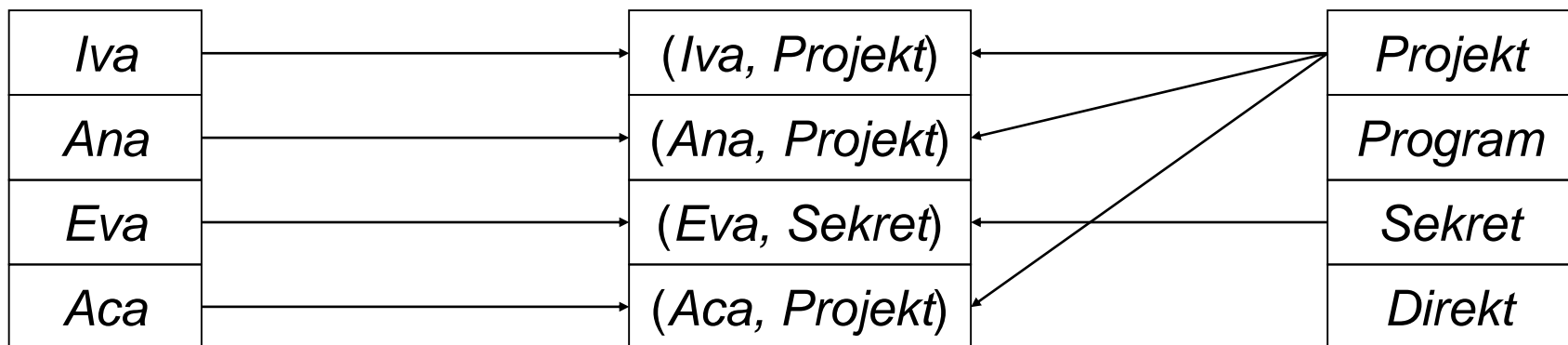
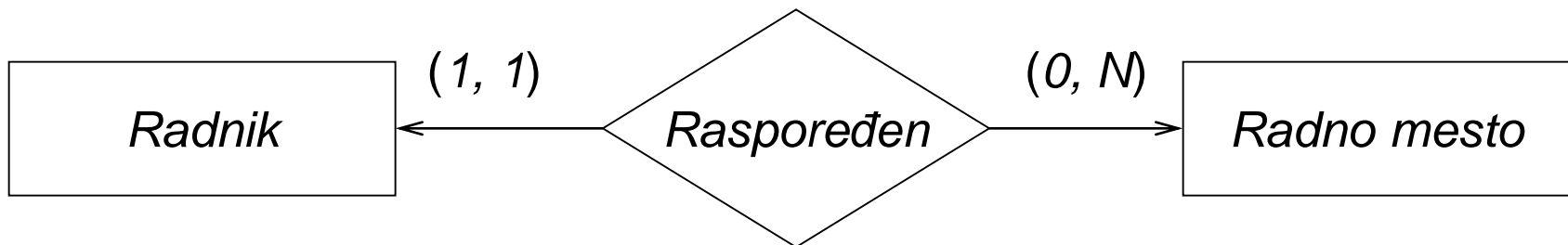
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa N : 1 (više prema jedan):



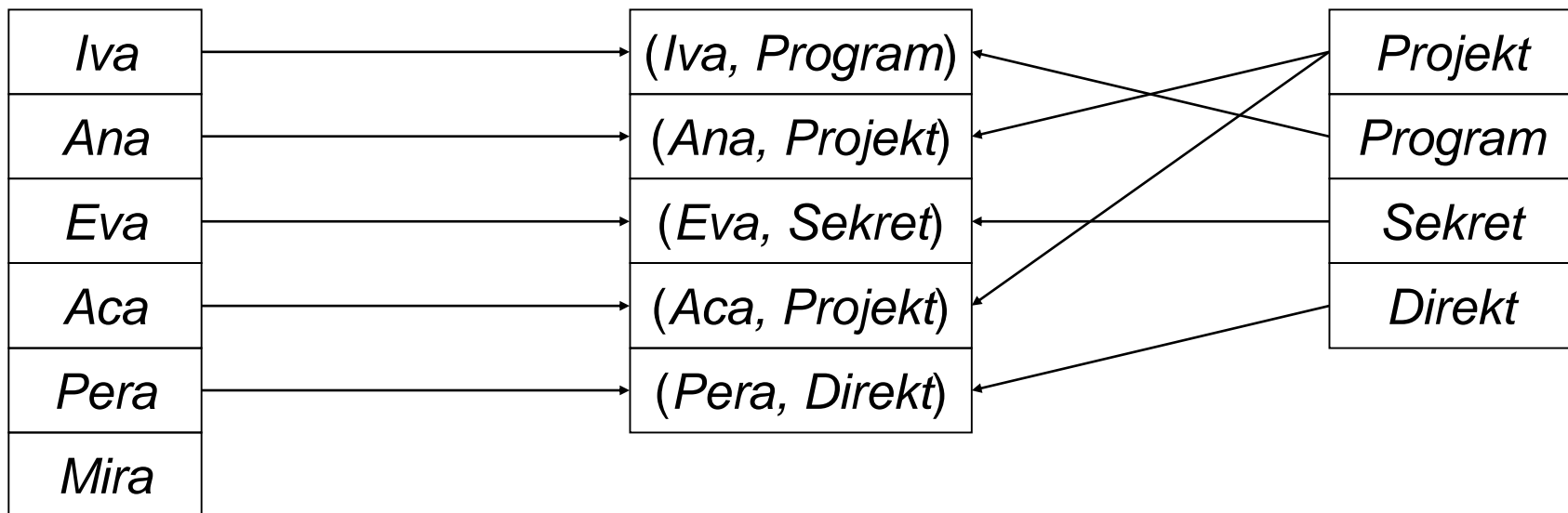
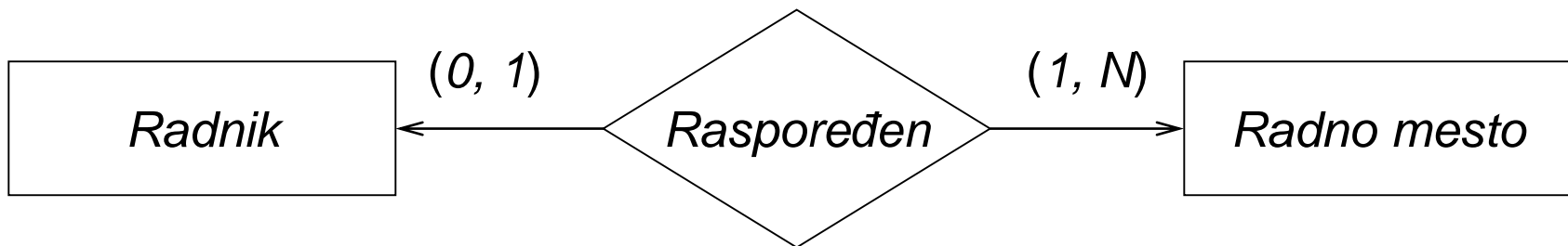
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa N : 1 (više prema jedan):



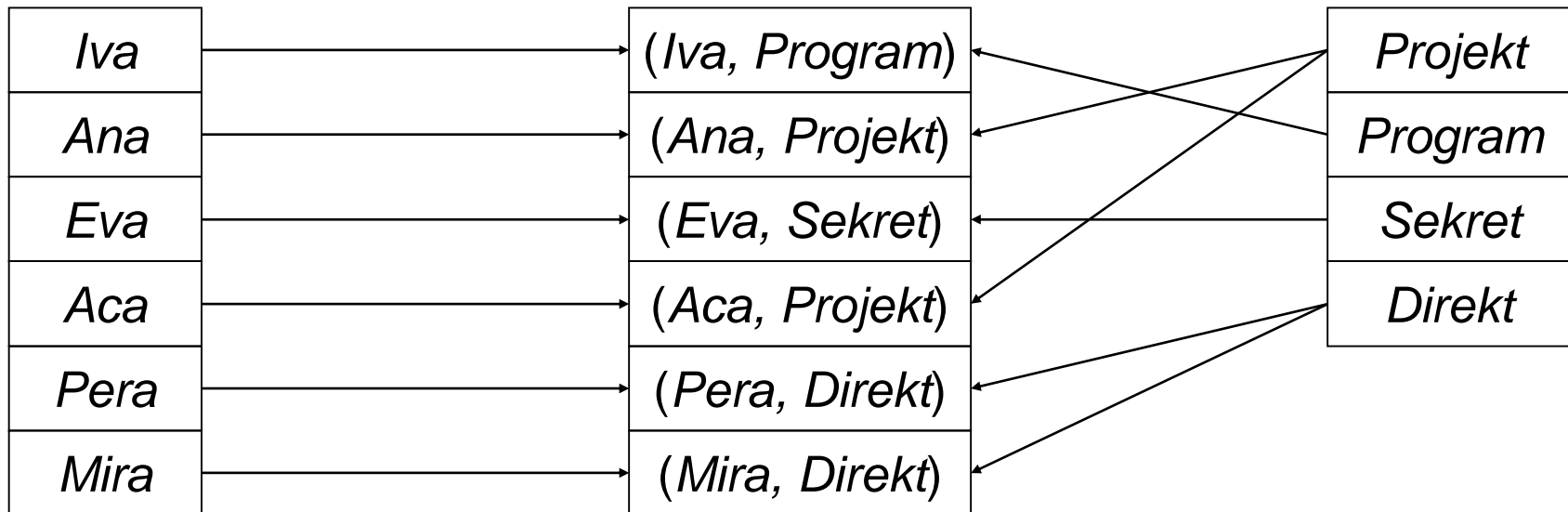
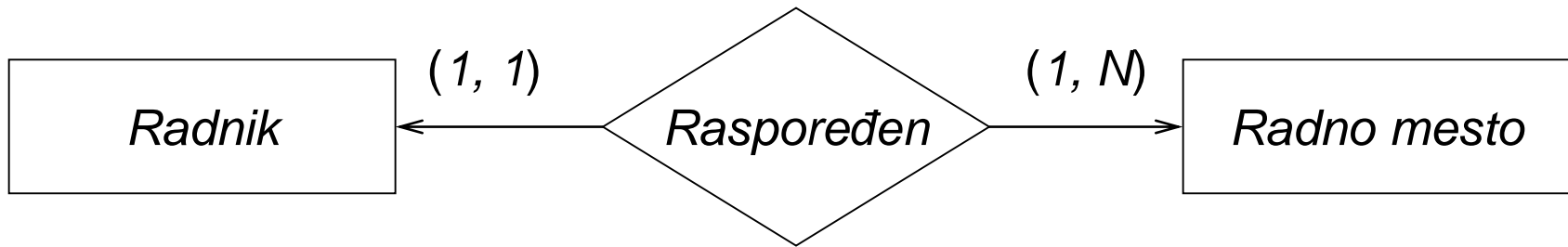
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa N : 1 (više prema jedan):



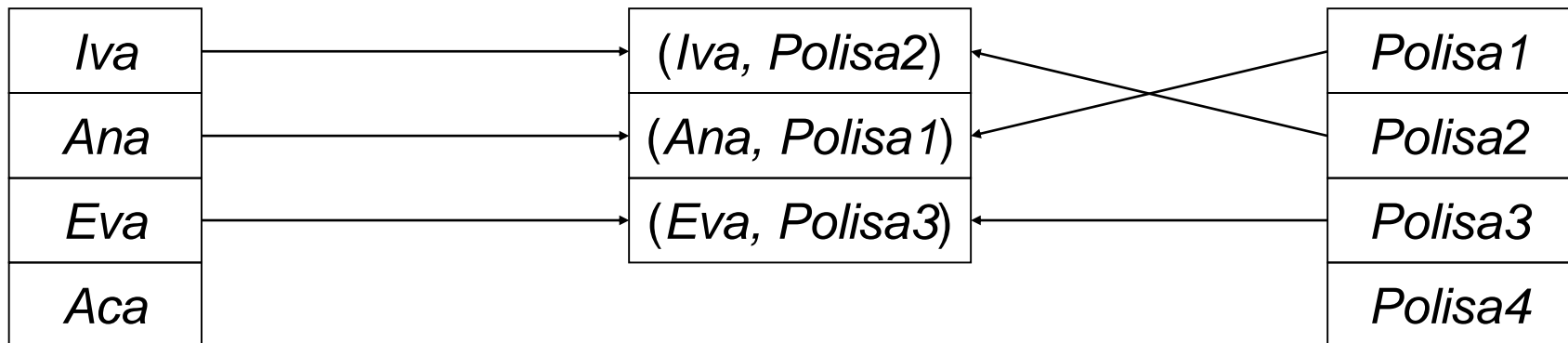
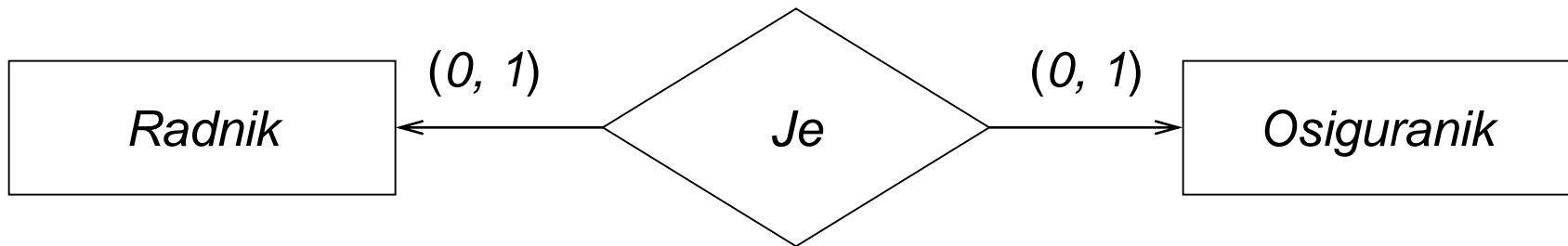
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa N : 1 (više prema jedan):



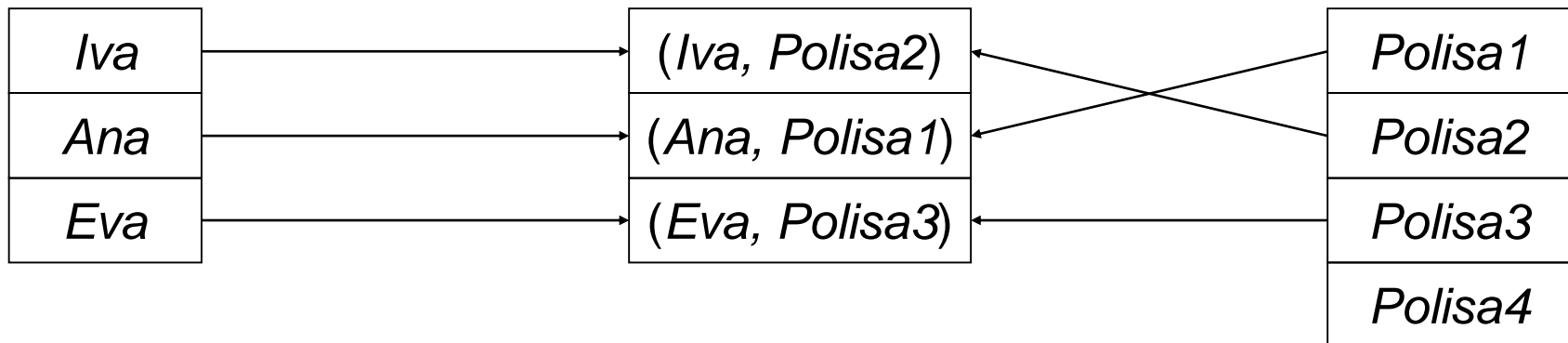
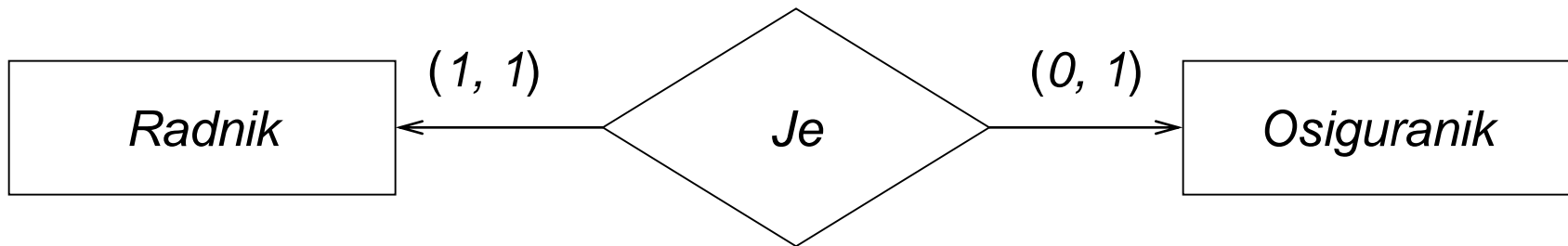
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa 1 : 1 (jedan prema jedan):



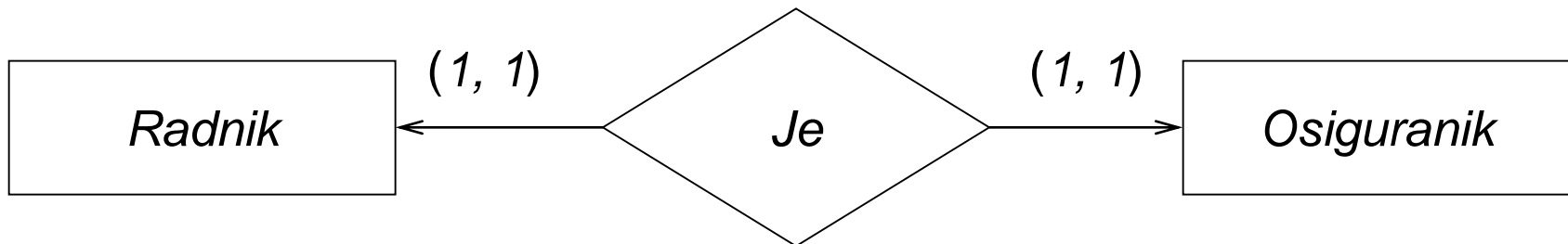
Kardinalitet tipa poveznika

- Grupa 1 : 1 (jedan prema jedan):



Kardinalitet tipa poveznika

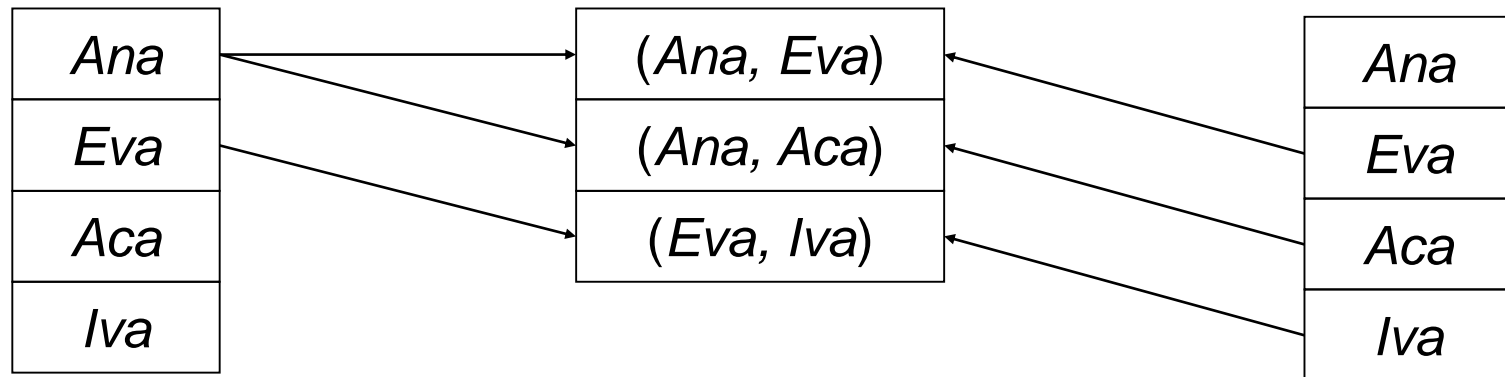
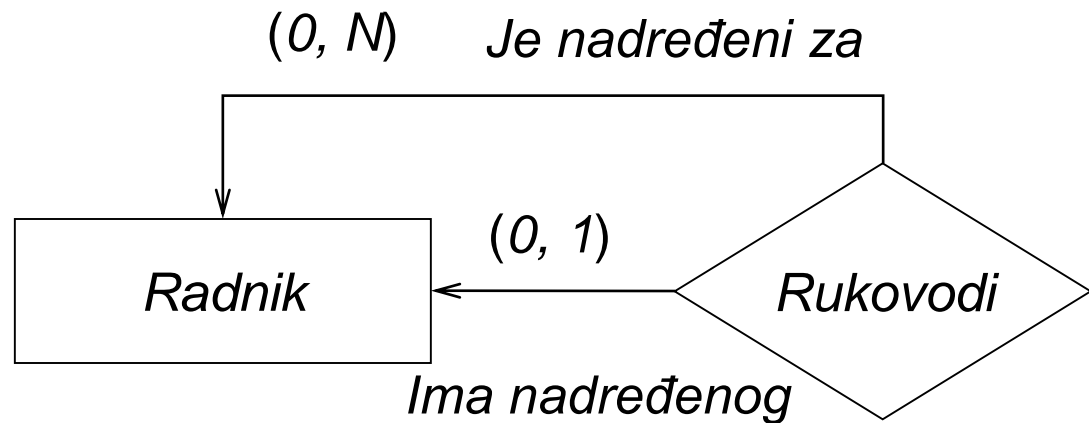
- Grupa 1 : 1 (jedan prema jedan):



Kardinalitet tipa poveznika

- Rekurzivni tip poveznika:

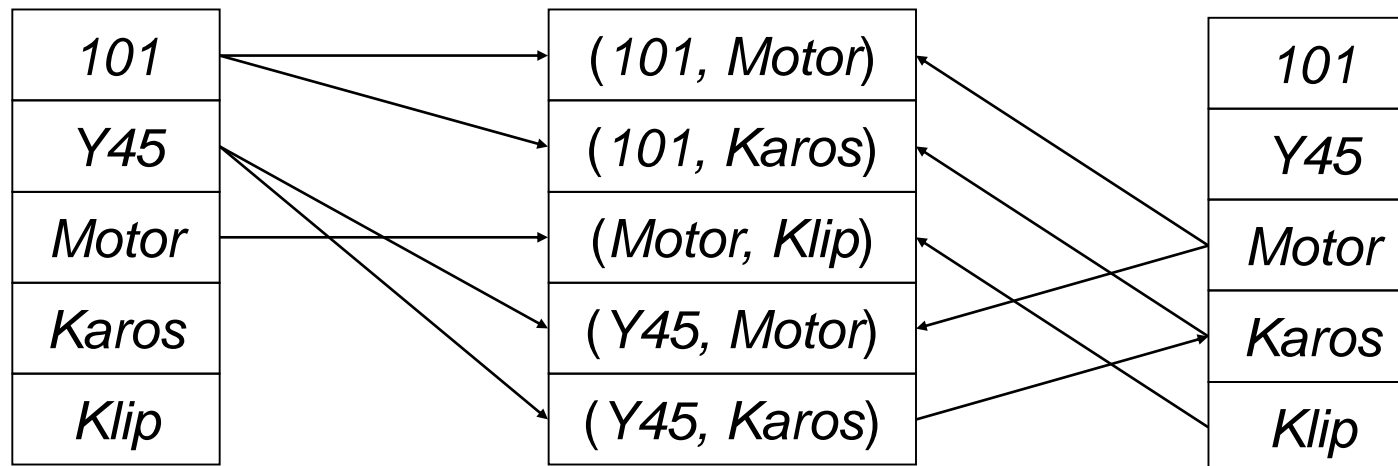
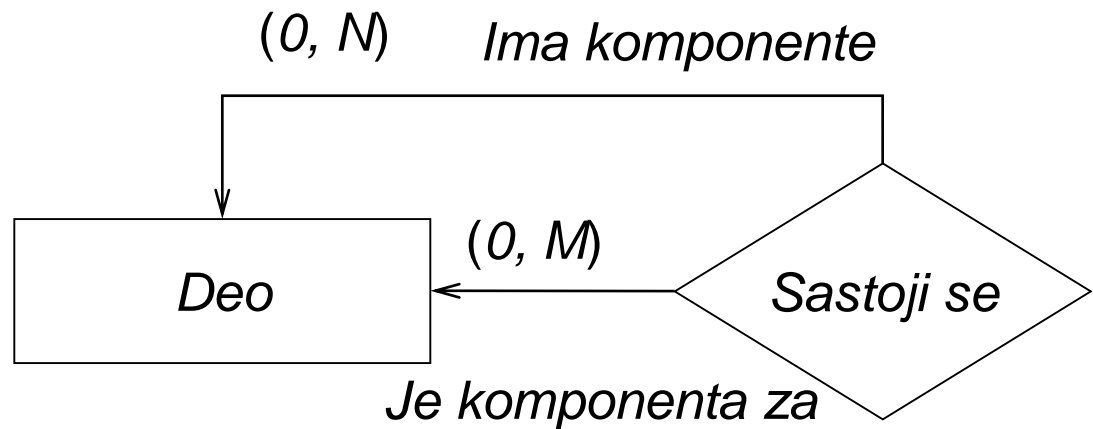
- Tip veze 1 : N



Kardinalitet tipa poveznika

- Rekurzivni tip poveznika:

- Tip veze $M : N$



Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- **Integritet tipa poveznika**
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Integritet tipa

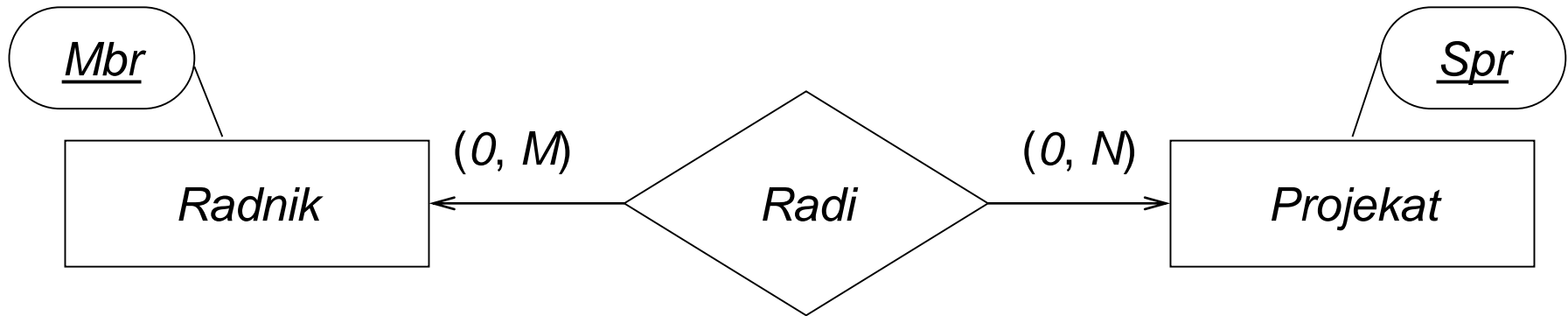
- Integritet tipa entiteta
 - ograničenje ključa
- Integritet tipa poveznika
 - niz pojava povezanih tipova, ili njegov neprazan podniz
 - ograničenje ključa

Integritet tipa poveznika

- Tri opšte grupe maksimalnih kardinaliteta
 - M : N
 - N : 1
 - 1 : 1
 - uticaj na formiranje ključeva tipa poveznika

Integritet tipa poveznika

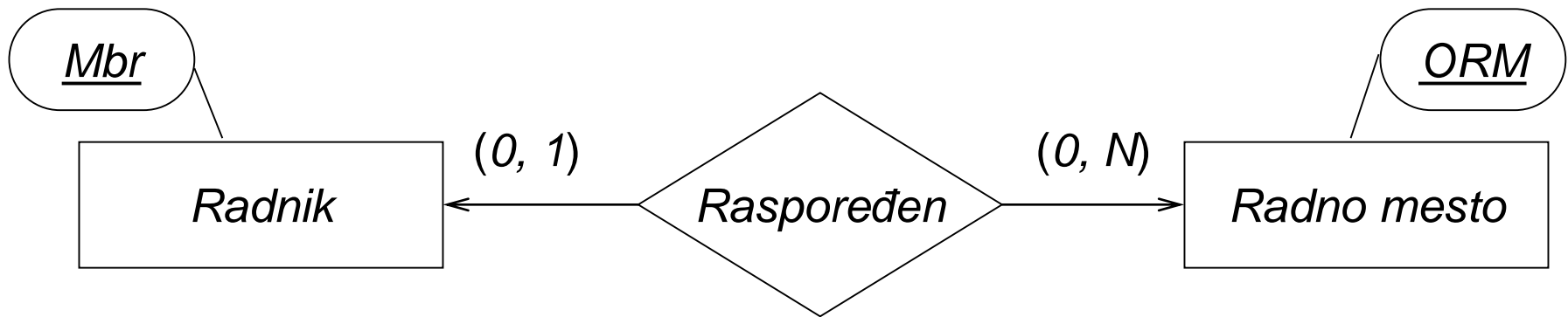
- Grupa M : N (više prema više):



- Integritet TP (identifikator TP) *Radi*:
 - (*Radnik*, *Projekat*)
 - $K_p = Mbr + Spr$

Integritet tipa poveznika

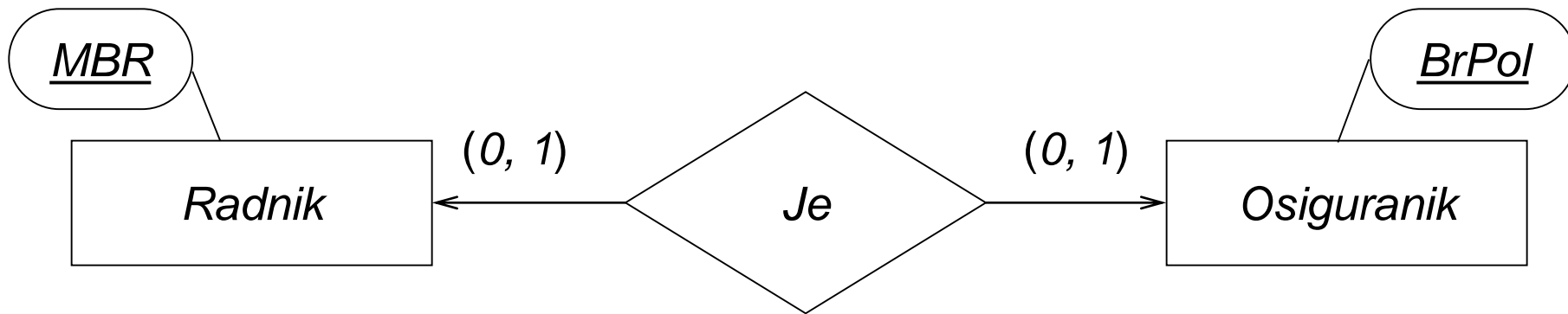
- Grupa N : 1 (više prema jedan):



- Integritet TP (identifikator TP) *Raspoređen*:
 - (*Radnik*)
 - $K_p = Mr$

Integritet tipa poveznika

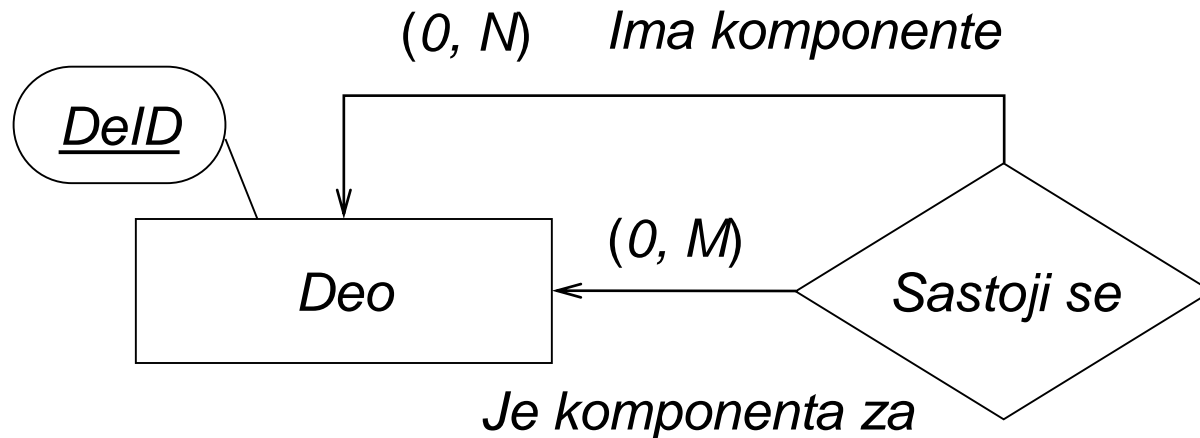
- Grupa 1 : 1 (jedan prema jedan):



- Integritet TP (identifikator TP) *Je*:
 - (*Radnik*) i (*Osiguranik*)
 - $K_1 = MBR$ i $K_2 = BrPol$

Integritet tipa poveznika

- Grupa $M : N$ (više prema više) i rekurzivni TP:



- Integritet TP (identifikator TP) *Sastoji se*:
 - (Deo, Deo) , tj.
 - $(Deo(\textit{Ima komponente}), Deo(\textit{Je komponenta za}))$
 - $K_p = DeID + DeID_{kom}$
 - $DeID_{kom}$ – preimenovano obeležje $DeID$
 - Semantika: $DeID$ sa ulogom komponente ugradnje

Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

N-arni tip poveznika ($n > 2$)

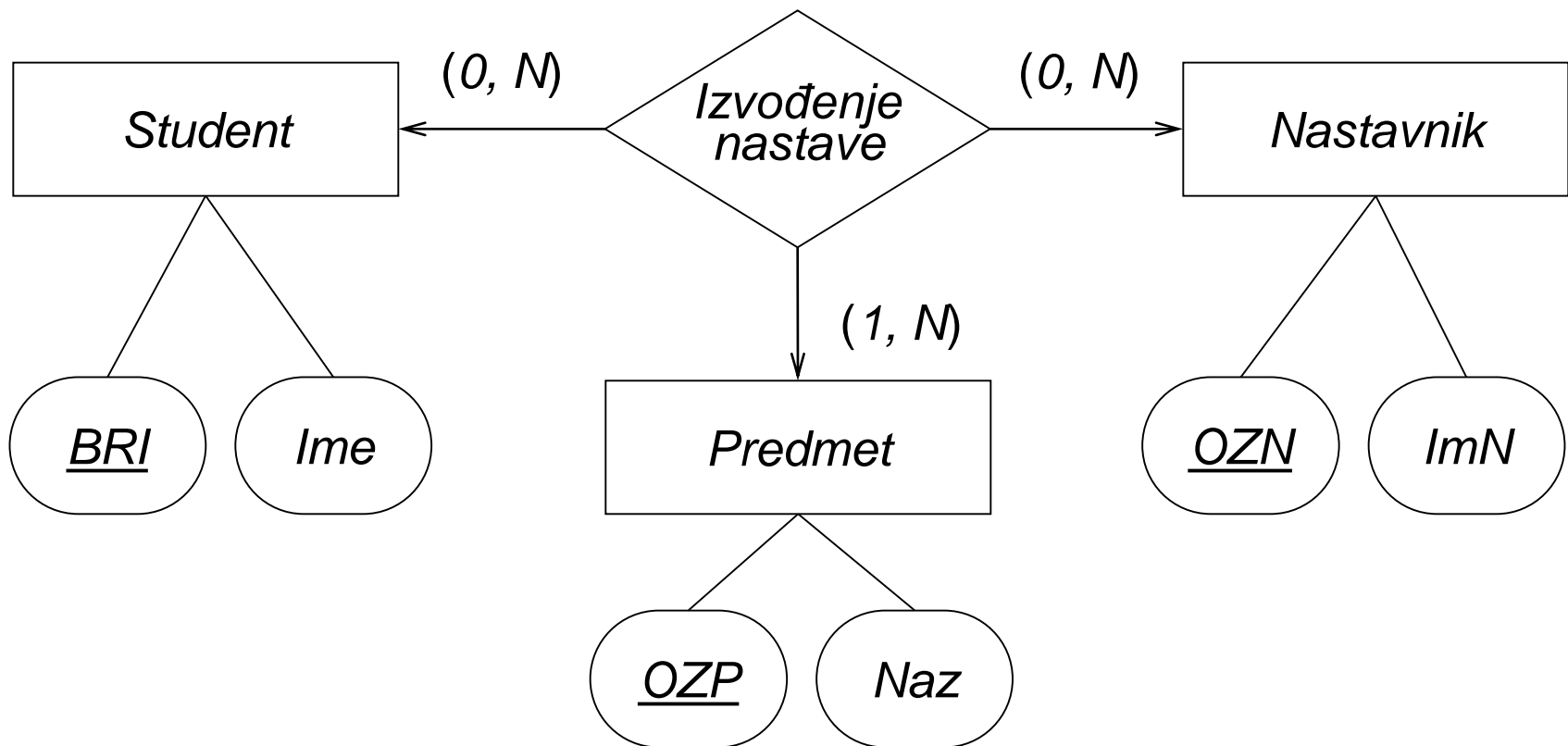
- Tip poveznika može da povezuje više od dva druga tipa
- **N-arni tip poveznika**
 - Određivanje kardinaliteta tipa poveznika reda $n > 2$:
 - za svaki od n povezanih tipova,
 - za bilo koju odabranu pojavu tipa,
 - » utvrđuje se koliko se minimalno i koliko se maksimalno puta javlja kao komponenta u pojavama tipa poveznika

N-arni tip poveznika ($n > 2$)

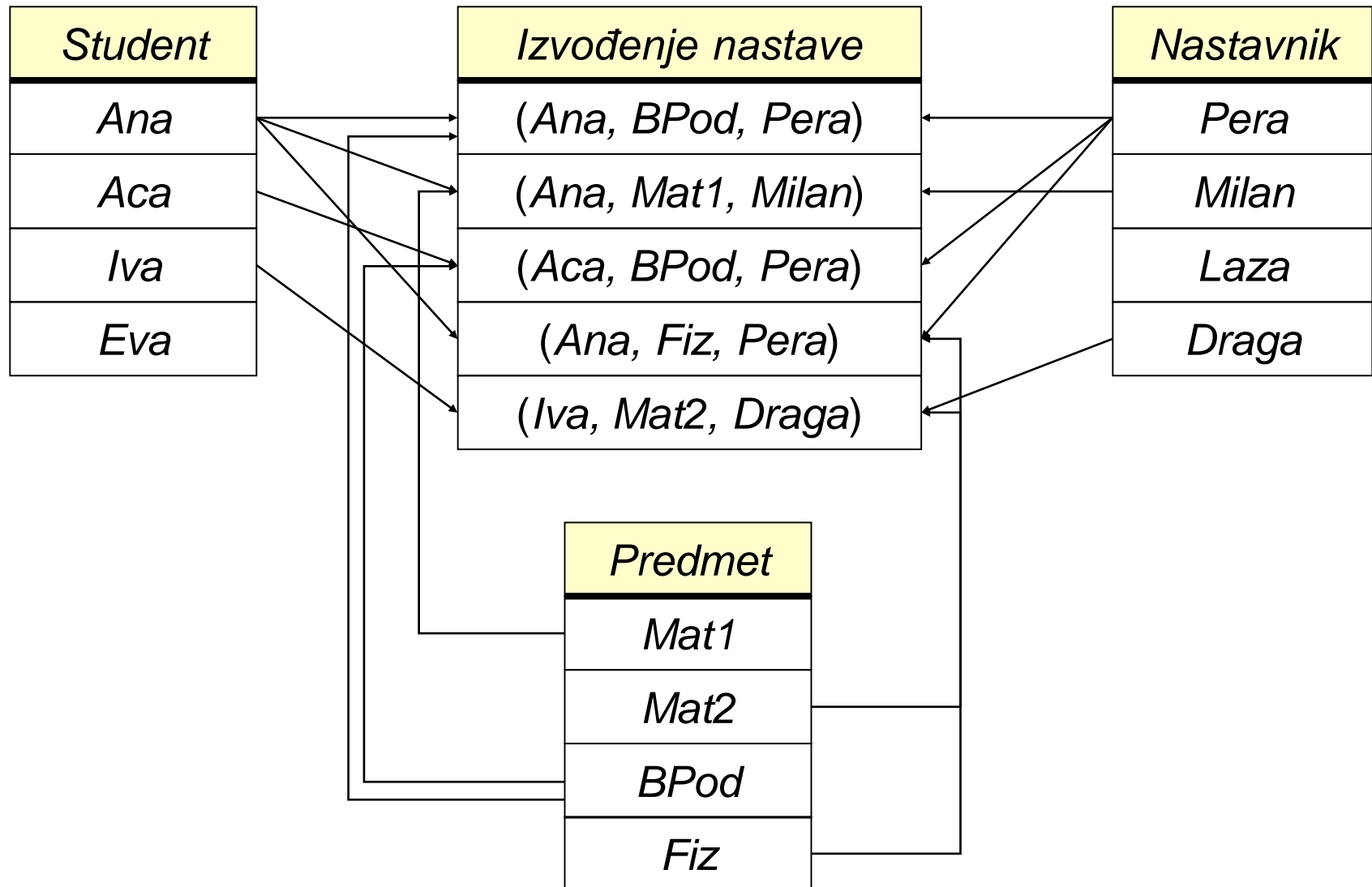
- Primer:
 - Tipovi entiteta: *Student*, *Nastavnik*, *Predmet*
 - Ograničenja:
 - jedan nastavnik može predavati **više predmeta za više studenata**
 - jedan student može slušati **više predmeta kod više nastavnika**
 - jedan predmet može predavati **više nastavnika za više studenata**
 - postoje nastavnici, koji ne predaju ni jedan predmet bilo kom studentu
 - postoje studenti koji ne slušaju ni jedan predmet kod bilo kog nastavnika
 - **ne postoje predmeti** koje ne predaje ni jedan nastavnik ni jednom studentu

N-arni tip poveznika ($n > 2$)

- ER-dijagram:



N-arni tip poveznika ($n > 2$)



Sadržaj

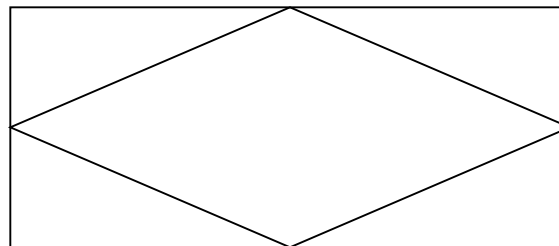
- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Gerund

- **Gerund**
 - glagolska imenica
 - u ER modelu
 - tip entiteta dobijen transformacijom tipa poveznika, tj.
 - tip poveznika, koji predstavlja povezani tip u nekom drugom tipu poveznika
 - dvojaka uloga gerunda, kao tipa
 - istovremeno i tip entiteta i tip poveznika
 - tip poveznika za neke druge, povezane tipove
 - tip entiteta u nekim drugim tipovima poveznika

Gerund

- Dat je TP $N(N_1, N_2, \dots, N_m, \{B_1, \dots, B_k\}, C)$
 - neka je neki N_i , takođe, tip poveznika
 - N_i predstavlja gerund
 - N_i se ponaša kao TE u odnosu na N
- Geometrijska predstava gerunda u ER dijagramima



Gerund

- Upotreba gerunda
 - kada **ne mogu proizvoljne kombinacije** pojava nekih tipova biti sadržane u pojavi posmatranog tipa poveznika i
 - postoji **pravilo koje kombinacije** pojava tih tipova mogu biti sadržane u pojavi posmatranog tipa poveznika
 - tip poveznika – gerund uvodi se s ciljem modeliranja tog pravila

Gerund

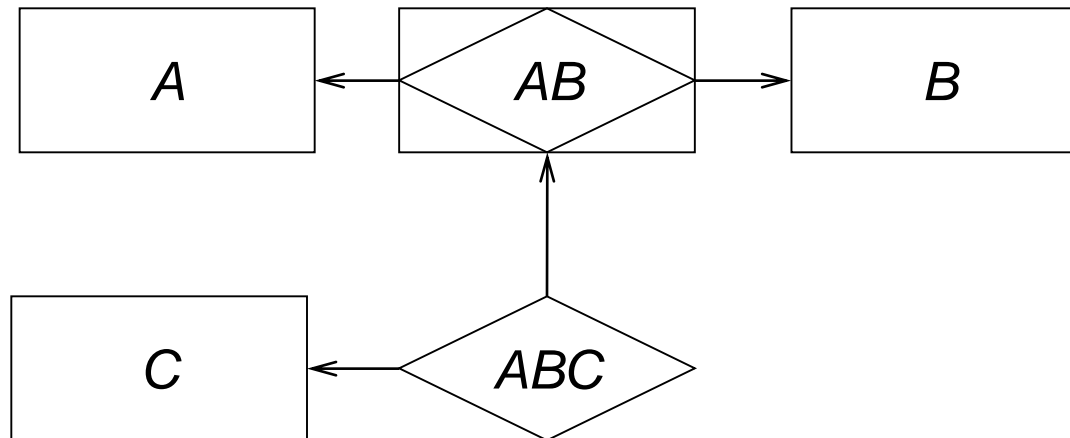
- Upotreba gerunda

- Primer

- entiteti klasa A , B i C su u međusobnim vezama tipa (a, b, c)
 - uvodi se tip poveznika ABC , između A , B i C
 - ne mogu svi (a, b) parovi entiteta iz A i B učestvovati u vezama (a, b, c) , nad tipom ABC
 - postoji pravilo koji (a, b) parovi iz A i B mogu učestvovati u vezama (a, b, c) , nad tipom ABC
 - uvodi se tip poveznika – gerund AB
 - tip poveznika ABC povezuje AB i C
 - pojave tipa poveznika ABC zavise od egzistencije pojava tipa poveznika AB

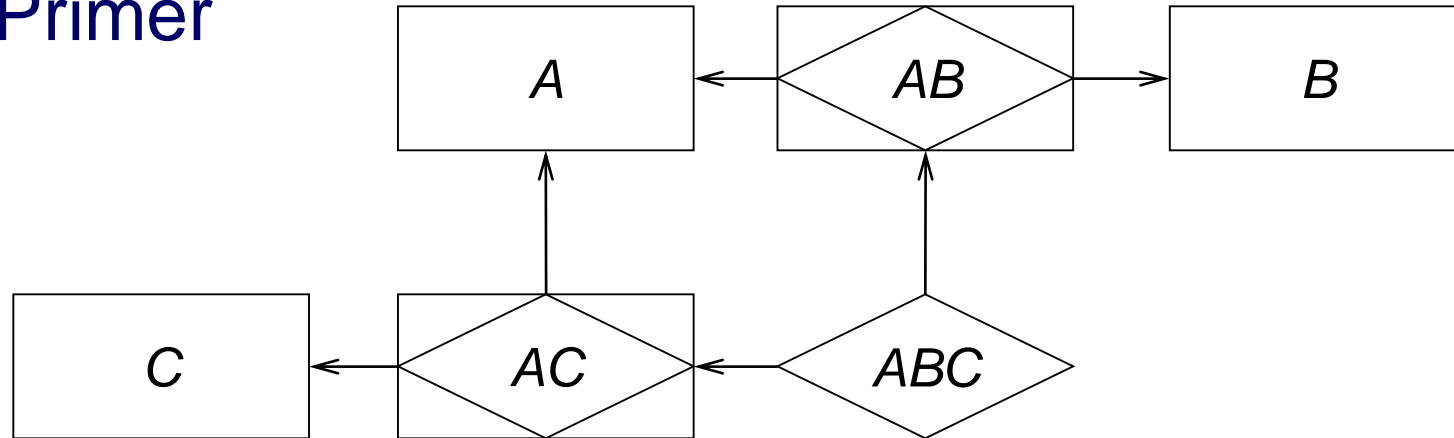
Gerund

- Upotreba gerunda
 - Primer



Gerund

- Primer

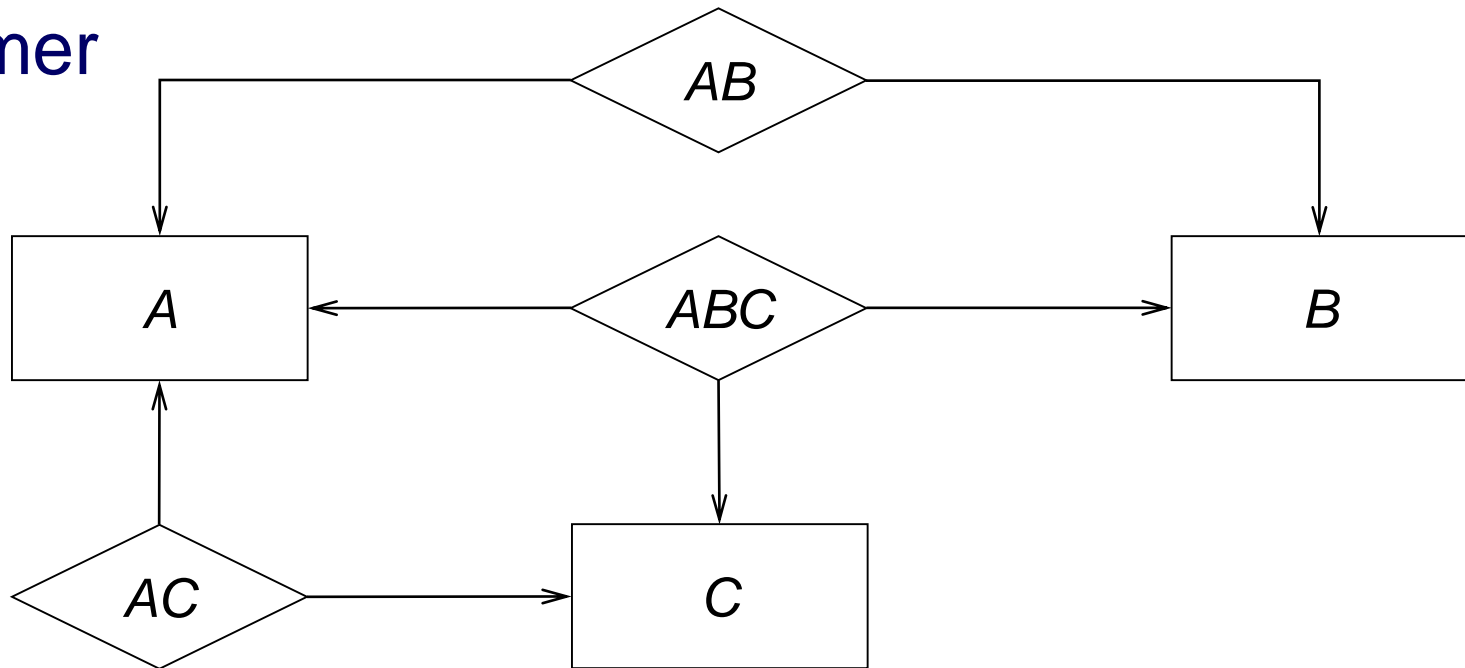


- Semantika

- entiteti klase *A* su u vezi sa entitetima klase *B*
 - dobijaju se (a, b) parovi
- neki (a, b) parovi su povezani sa nekim od (a, c) parova
 - dobijaju se (a, b, c) trojke, povezivanjem određenih (a, b) i (a, c) parova sa istim a komponentama

Gerund

- Primer



- Naizgled alternativni ER diagram

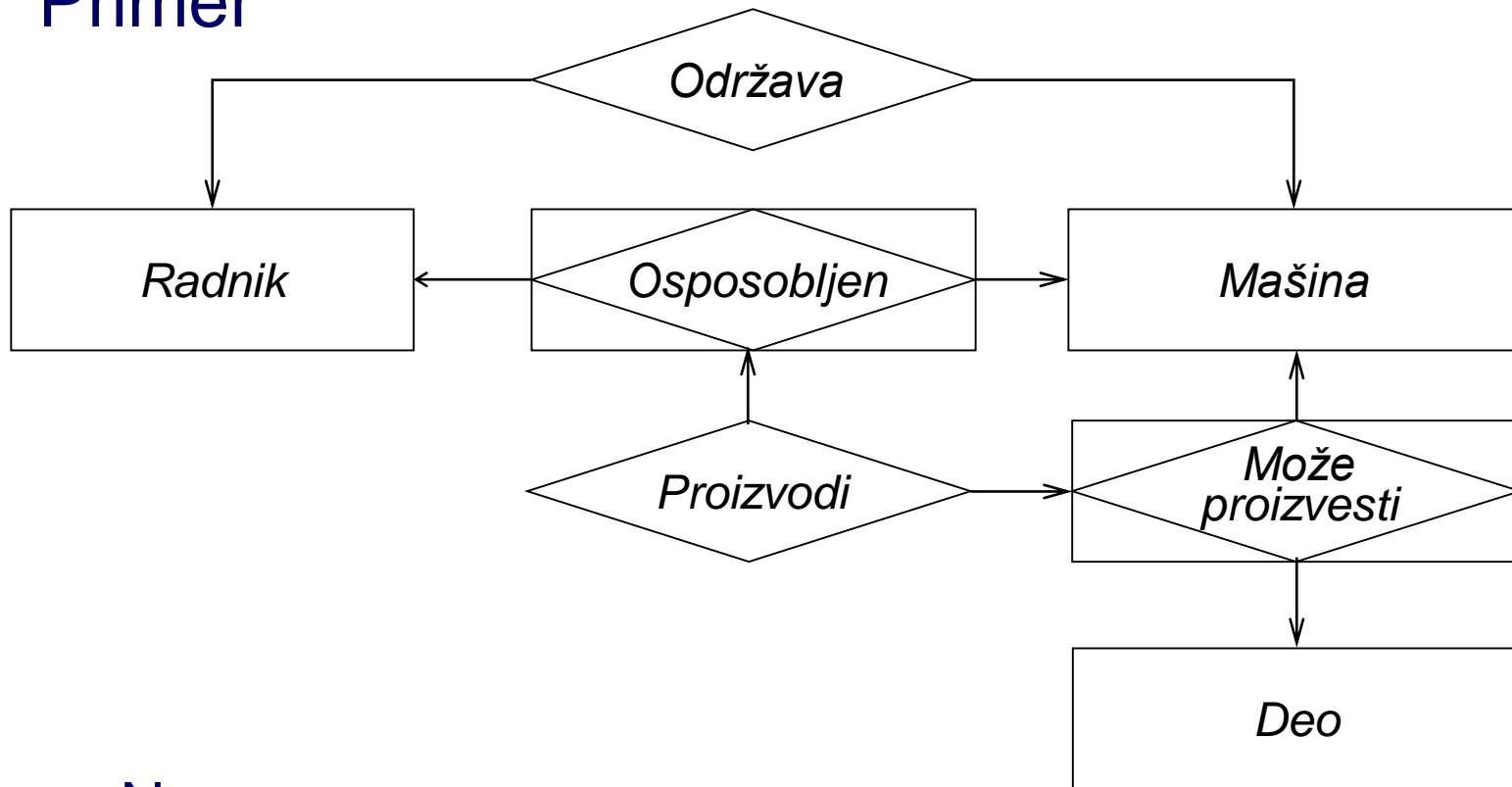
- isti ključevi svih TP, ali
- različita semantika
 - pojave TP *ABC* ne zavise od egzistencije pojava TP *AB* i *AC*

Gerund

- Primer
 - Klase entiteta
 - *Radnik, Mašina i Deo*
 - Odnosi:
 - radnik r je osposobljen za rad na mašini m
 - na mašini m se može proizvesti deo d
 - radnik r , na nekim od onih mašina m , za koje je osposobljen, izrađuje neke od onih delova d , koji se na mašini m mogu proizvesti
 - radnik r održava mašinu m
 - radnici na održavanju mogu, a ne moraju da rade na proizvodnji delova

Gerund

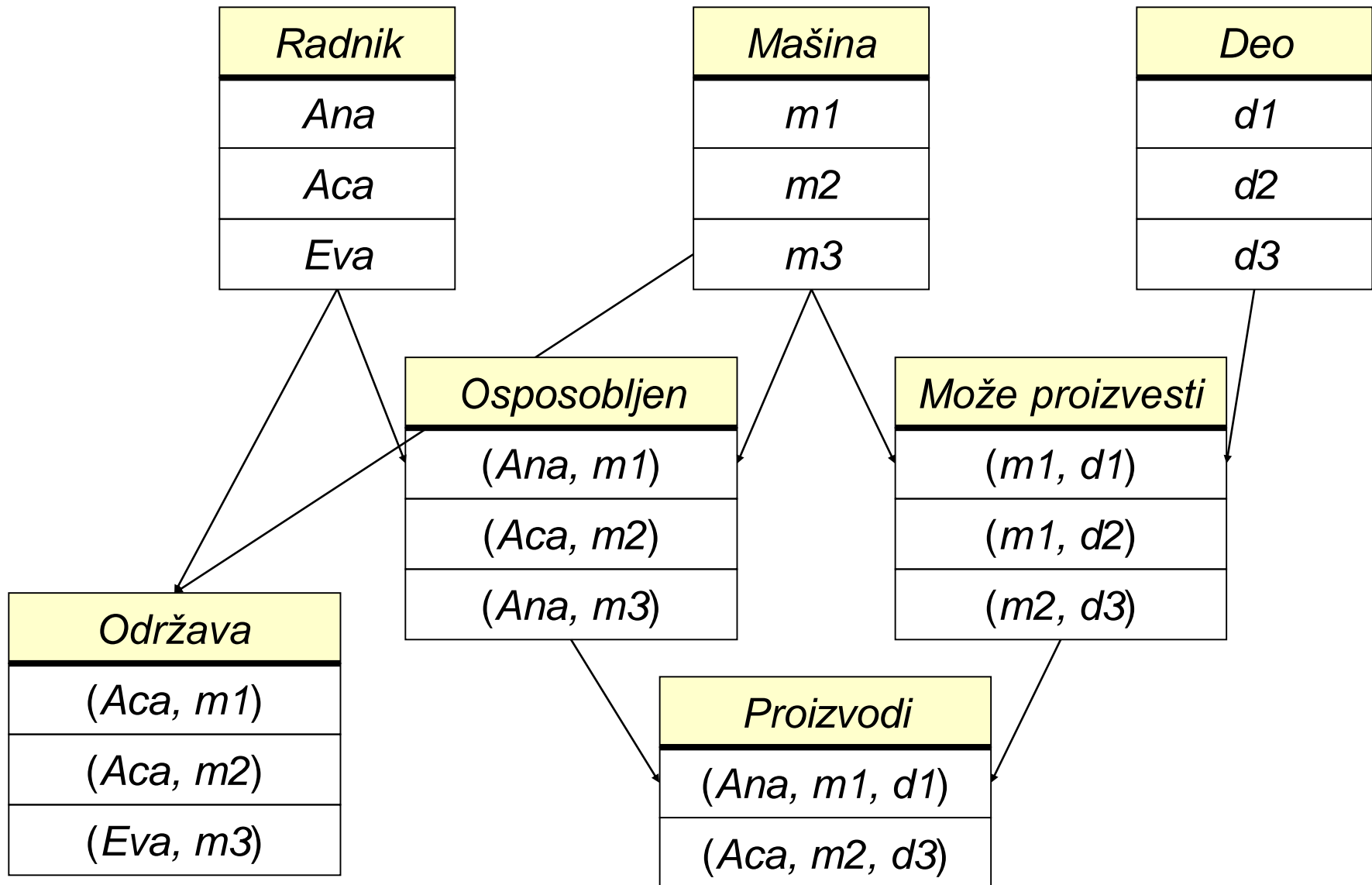
- Primer



- Napomena

- radnik *r*, koji je osposobljen za mašinu *m* i radnik koji održava mašinu *m*, mogu biti različiti, jer su TP *Održava* i gerund *Oposobljen* međusobno nezavisni

Gerund



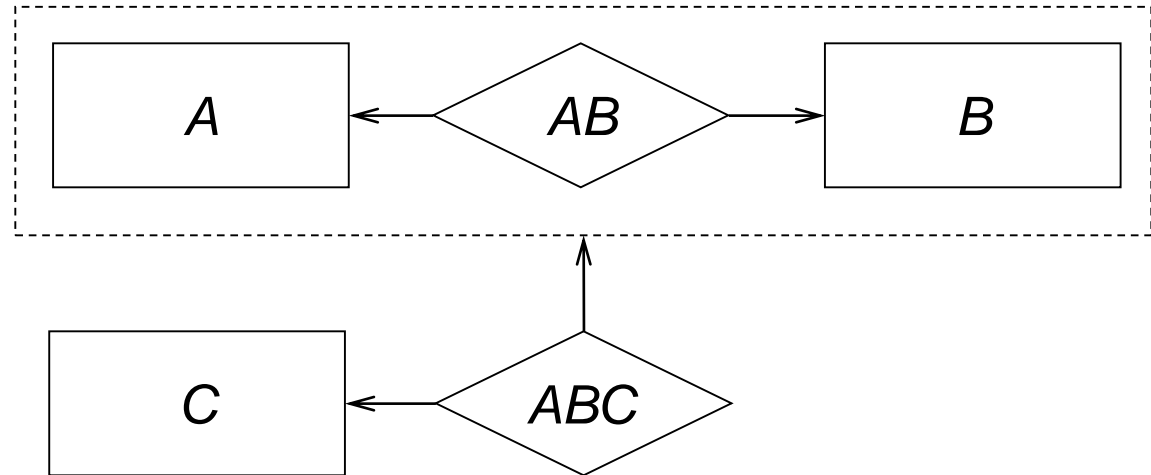
Agregacija

- **Agregacija**
 - obezbeđuje objedinjavanje složenijih ER struktura
 - cela ER struktura se posmatra kao jedan tip entiteta
 - predstavlja povezani tip za neki TP
 - može predstavljati korisnički pogled na BP ("virtuelni" TE)
 - najjednostavniji primer agregacije
 - gerund
 - Geometrijska predstava agregacije u ER dijagramima

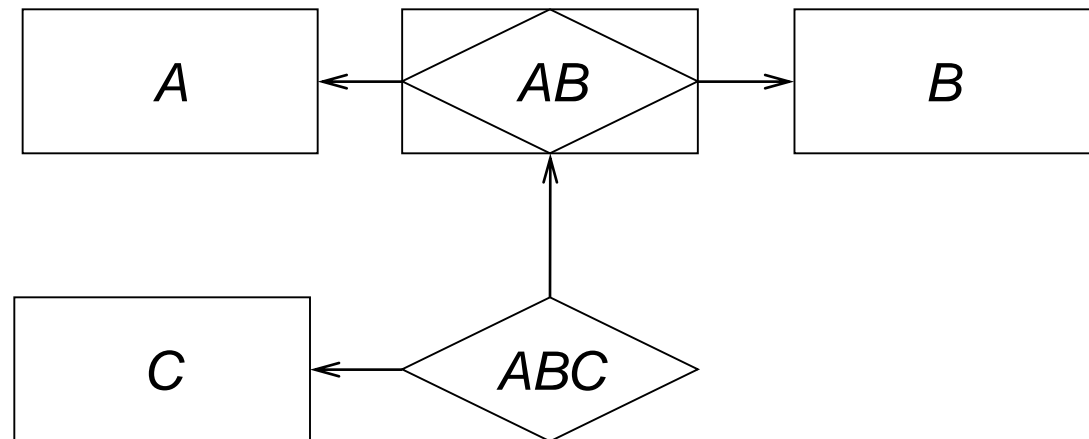


Agregacija

- Primer



– alternativni dijagram u ovom primeru:



Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Slabi tip entiteta

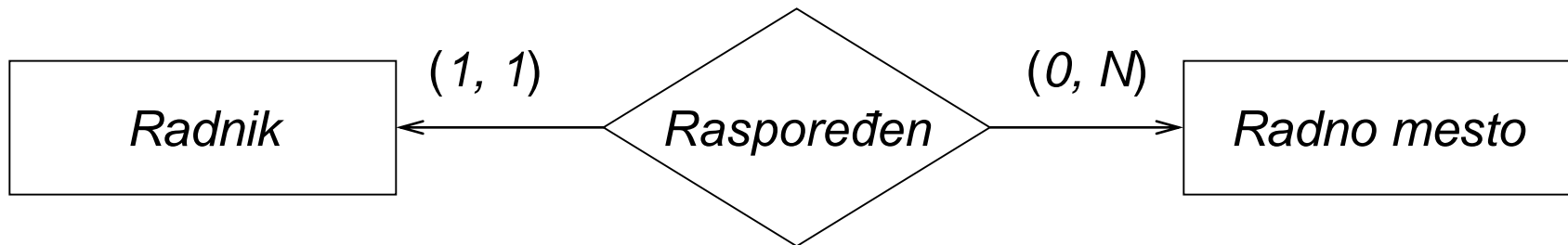
- **Slabi tip entiteta**
 - tip entiteta čije su pojave zavisne od pojava nekog drugog TE
- Vrste zavisnosti slabih TE
 - egzistencijalna
 - identifikaciona

Egzistencijalna zavisnost

- **Egzistencijalna zavisnost**
 - između pojava dva tipa entiteta
 - postoji kada je minimalni kardinalitet tipa poveznika (a) jednak 1
- **Regularni tip entiteta**
 - tip entiteta koji nije u egzistencijalnoj zavisnosti

Egzistencijalna zavisnost

- Primer:



- Regularni TE: *Radno_mesto*
- Slabi TE: *Radnik*
 - egzistencijalno zavisan od TE *Radno_mesto*
 - Ako se ukine radno mesto, radnik gubi posao
 - *Radnik* - egzistencijalno zavisni TE

Identifikaciona zavisnost

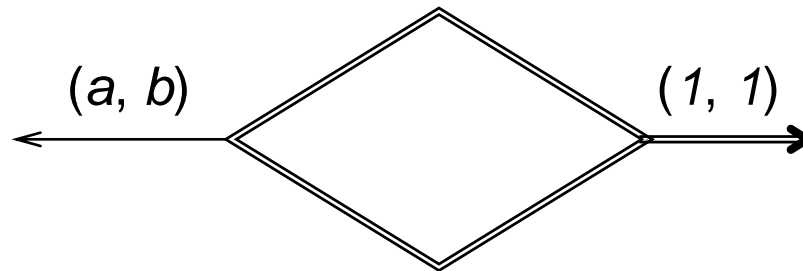
- **Identifikaciona zavisnost slabog tipa entiteta**
 - poseban slučaj egzistencijalne zavisnosti
 - može postojati samo kada su i minimalni i maksimalni kardinalitet TP prema slabom TE jednaki 1
 - $(a, b) = (1, 1)$
 - u semantičkom smislu, poseban koncept u ER modelu podataka
 - uvodi klasifikaciju tipova poveznika
 - neidentifikacioni TP
 - identifikacioni TP

Identifikaciona zavisnost

- **Identifikacioni tip poveznika**
 - reprezentuje identifikacionu zavisnost slabog TE
 - ukazuje da se svaka pojava zavisnog TE može identifikovati samo uz pomoć identifikatora nadređenog TE
 - identifikator (ključ) zavisnog TE formira se korišćenjem identifikatora (ključa) nadređenog TE

Identifikaciona zavisnost

- **Identifikacioni tip poveznika**
 - geometrijska predstava u ER dijagramima



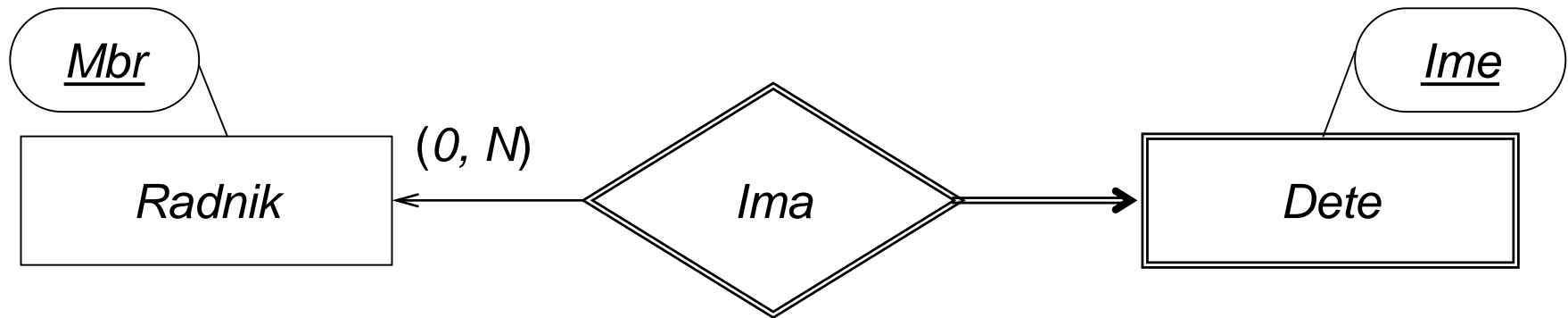
- opcionalno, id-zavisni TE može se predstaviti oblikom



- navođenje kardinaliteta $(1, 1)$ nije obavezno
 - podrazumeva se i često se izostavlja

Identifikaciona zavisnost

- Primer:



- *Ima* - identifikacioni TP
- *Dete* - identifikaciono zavisni TE
- *Radnik* - nadređeni (regularni) TE

Identifikaciona zavisnost

- Identifikaciono zavisni TE može posedovati neprazan skup sopstvenih identifikacionih obeležja
 - primer za TE *Dete*: *Ime*
- Bilo koja pojava id-zavisnog TE se može identifikovati isključivo navođenjem:
 - vrednosti njegovih identifikacionih obeležja i
 - vrednosti identifikatora (ključa) nadređenog TE

Identifikaciona zavisnost

- Identifikator id-zavisnog TE N_i
 (N, X)
 - N - naziv nadređenog TE
 - X - skup identifikatorskih obeležja TE N_i
- Ključ id-zavisnog TE N_i
 $K_i = K \cup X$
 - K - ključ nadređenog TE

Identifikaciona zavisnost

- Primer
 - Identifikator id-zavisnog TE *Dete*
 $(Radnik, \{Ime\})$
 - Ključ id-zavisnog TE *Dete*
 $K_i = Mbr + Ime$
- Napomene
 - regularni TE može učestvovati kao id-zavisan povezani tip u nekom drugom TP
 - id-zavisni TE može učestvovati i kao id-zavisan i kao regularan u više različitih TP

IS-A hijerarhija

- **Tip poveznika IS-A hijerarhija**
 - poseban koncept - tip poveznika u EER modelu
 - zahteva uvođenje superklase i potklase
- **Superklasa (nadtip) i potklasa (podtip)**
 - predstavljaju posebne vrste tipova
 - pojmovi vezani za postupak specijalizacije, odnosno generalizacije, svojstvene semantičkim modelima podataka

IS-A hijerarhija

- **Specijalizacija**

- primenjuje se kada neki skup entiteta ili poveznika - superklasa poseduje prepoznatljive podskupove (potklase) sa:
 - samo sebi svojstvenim obeležjima, ili
 - samo sebi svojstvenim vezama sa drugim klasama entiteta ili poveznika

IS-A hijerarhija

- Date su klase:

- $E_1 = \{e_i \mid P_1(e_i)\}$

- $E_2 = \{e_i \mid P_2(e_i)\}$

- Uočava se implikacija:

$$P_2(e_i) \Rightarrow P_1(e_i)$$

- Tada važi:

$$E_2 \subseteq E_1$$

- E_1 se naziva superklasom (nadtipom)

- E_2 se naziva potklasom (podtipom)

IS-A hijerarhija

- Pojmovi superklase i potklase se uvode
 - da bi model statičke strukture realnog sistema bio semantički bogatiji
 - da bi se izbegle nula vrednosti u ekstenziji
 - da bi se izbeglo definisanje tipa poveznika, koji nema mnogo smisla

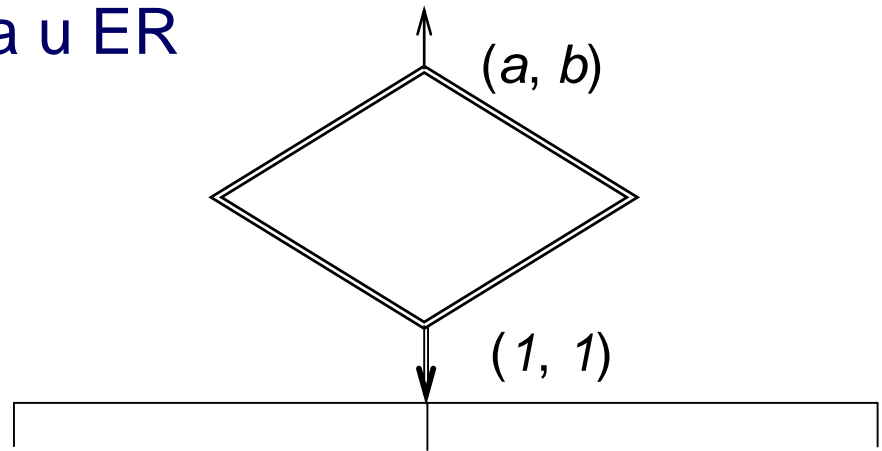
IS-A hijerarhija

- Specijalizacija se vrši na osnovu vrednosti nekog skupa klasifikacionih obeležja
- U tipu entiteta superklase ostaju
 - sva zajednička obeležja i
 - primarni ključ
- U tipove entiteta - potklase distribuiraju se samo svojstvena, specifična obeležja

IS-A hijerarhija

- **Tip poveznika IS-A hijerarhija**

- geometrijska predstava u ER dijagramima



- opcionalno, TE potklasa se može predstaviti oblikom



- navođenje kardinaliteta (a, b) je obavezno - tip IS-A
- Kardinaliteti $(1, 1)$ prema potklasama se mogu izostaviti

IS-A hijerarhija

- **Tip IS-A hijerarhije**
 - definiše se kardinalitetima tipa poveznika IS-A hijerarhija na strani superklase
- Minimalni kardinalitet (a)
 - 1 - Totalna IS-A hijerarhija
 - 0 - Parcijalna IS-A hijerarhija
- Maksimalni kardinalitet (b)
 - 1 - Nepresečna IS-A hijerarhija
 - N - Presečna IS-A hijerarhija

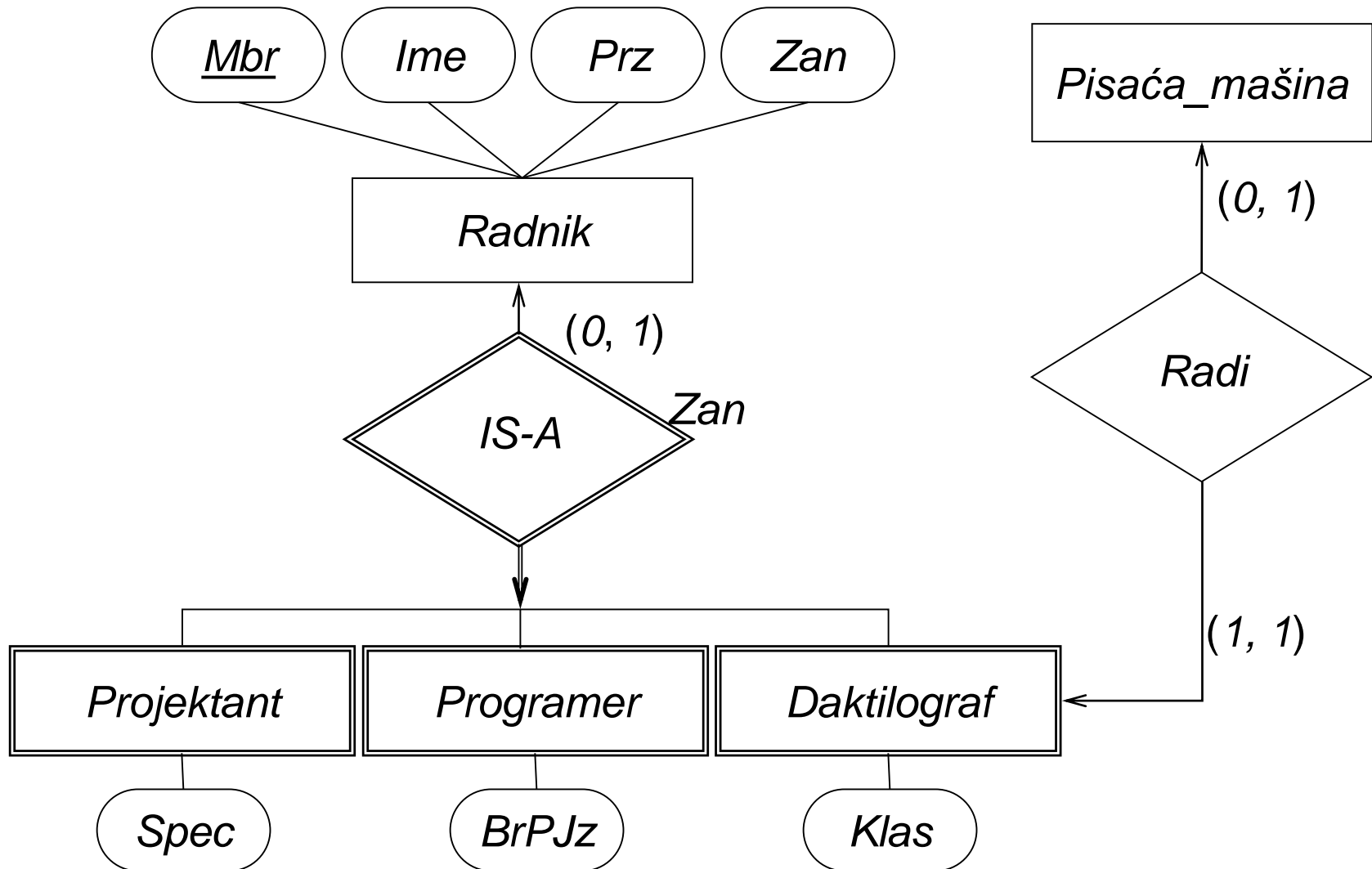
IS-A hijerarhija

- Primer:
 - inicijalni tip entiteta – superklasa

Radnik(*{Mbr, Ime, Prz, Zan, Klas, Spec, BrPJz}*,*{Mbr}*)

- klasifikaciono obeležje
 - *Zan* - zanimanje radnika

IS-A hijerarhija



IS-A hijerarhija

- Bitne karakteristike
 - Nasleđivanje osobina superklase
 - Ključ (identifikator) svake potklase je primarni ključ (identifikator) superklase – nasleđivanje ključeva
 - pojave potklase se identifikuju putem vrednosti primarnog ključa odgovarajuće pojave superklase
 - Potklase mogu imati svoje sopstvene ključeve
 - Identifikaciona zavisnost svake potklase prema superklasi
 - Potklasa može imati ulogu superklase u drugoj IS-A hijerarhiji
 - Nad jednim tipom može se napraviti više različitih IS-A hijerarhija, koristeći različite kriterijume

Kategorizacija

- **Tip poveznika kategorizacije**
 - poseban koncept - tip poveznika u EER modelu
 - pojam vezan za postupak klasifikacije (tipizacije), svojstvene semantičkim modelima podataka
 - zahteva uvođenje pojma kategorije

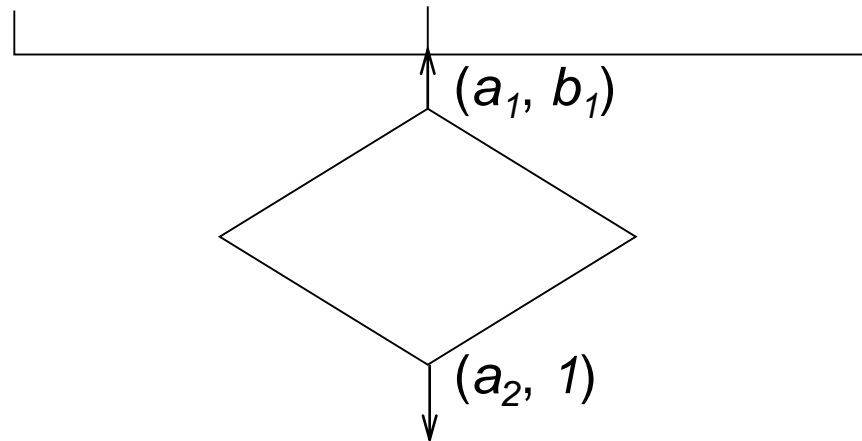
Kategorizacija

- **Kategorija**

- predstavlja posebnu vrstu tipa (TE, ili TP – gerunda)
- jedan TE se povezuje s jednom ili više kategorija
- svaka pojava posmatranog TE pripada najviše jednoj kategoriji
 - "ekskluzivni tip poveznika" prema kategorijama
- ne postoji id-zavisnost posmatranog TE od kategorija, ili obratno
 - posmatrani TE i kategorije su međusobno nezavisni (regularni) tipovi
- može, a ne mora postojati skup klasifikacionih obeležja kategorije

Kategorizacija

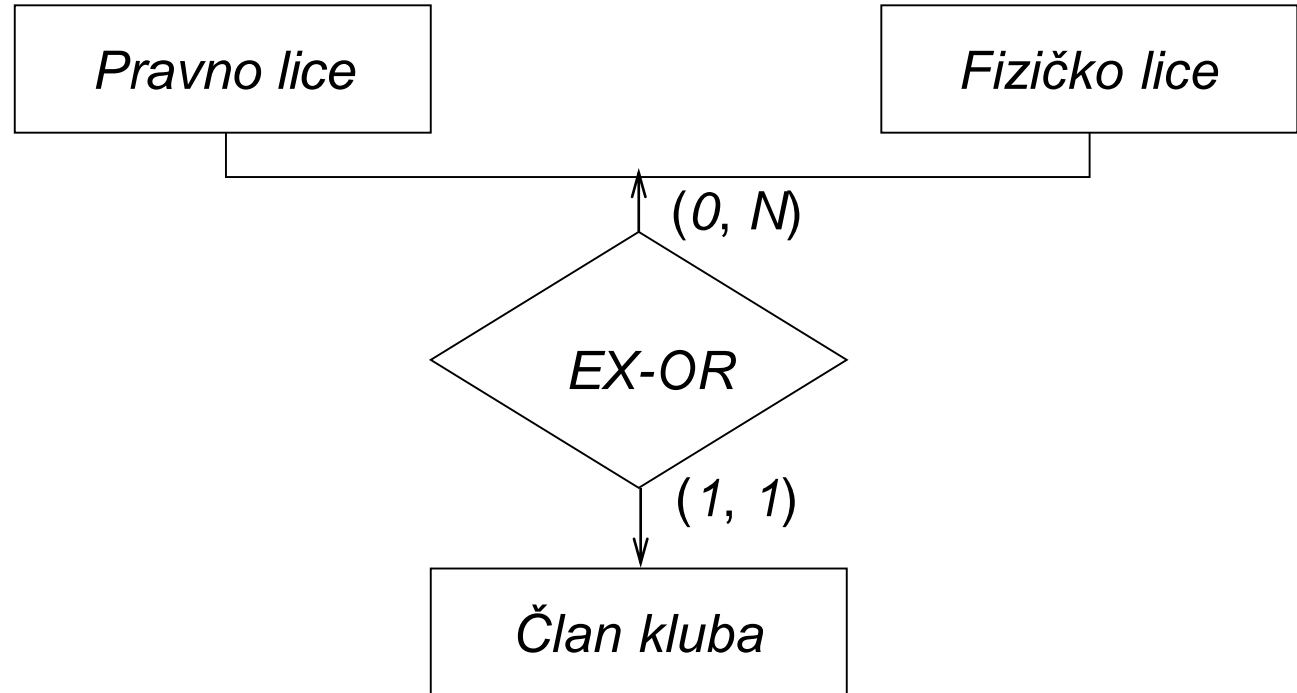
- **Tip poveznika kategorizacije**
 - geometrijska predstava u ER dijagramima



- navođenje kardinaliteta $(a, 1)$ je obavezno
 - a_2 definiše **tip kategorizacije**
 - 0 – parcijalna kategorizacija
 - 1 – totalna kategorizacija

Kategorizacija

- Primer:



- Semantika

- član kluba mora biti ili pravno, ili fizičko lice
- pravno ili fizičko lice može ostvariti više, a ne mora ostvariti ni jedno članstvo u klubu

Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Uloga ER modela u projektovanju

- Pogodan za rane korake projektovanja
- Pojam konceptualne i implementacione šeme
- Dijagramska tehnika pogodna je za komunikaciju sa korisnicima
- Postoje heuristička pravila projektovanja konceptualne šeme BP
 - na osnovu deskriptivnog opisa strukture i ograničenja u realnom sistemu
- Ne postoje standardi dijagramske reprezentacije

Uloga ER modela u projektovanju

- Neka heuristička pravila
 - Imenice ukazuju na potrebu uvođenja tipova entiteta
 - Glagolski oblici ukazuju na potrebu uvođenja tipova poveznika ili gerunda
 - Fraze oblika “bar jedan”, “više”, “najmanje jedan” i slične, ukazuju na kardinalitete tipova poveznika ili gerunda
 - Postojanje različitih uloga entiteta jednog skupa u vezama sa entitetima drugih skupova, ukazuje na potrebu uvođenja više tipova poveznika između odgovarajućih tipova entiteta

Uloga ER modela u projektovanju

- Neka heuristička pravila
 - Preporučljivo je da se uloge entiteta u vezama eksplicitno navedu
 - Veze između entiteta jednog skupa ukazuju na potrebu uvođenja rekurzivnog tipa poveznika
 - Kod rekurzivnih veza je posebno važno da se uloge entiteta eksplicitno navedu
 - Vremensko prethođenje entiteta jednog skupa u odnosu na entitete nekog drugog skupa, ukazuje na egzistencijalnu zavisnost entiteta drugog skupa od entiteta prvog skupa i potrebu uvođenja minimalnog kardinaliteta $a = 1$

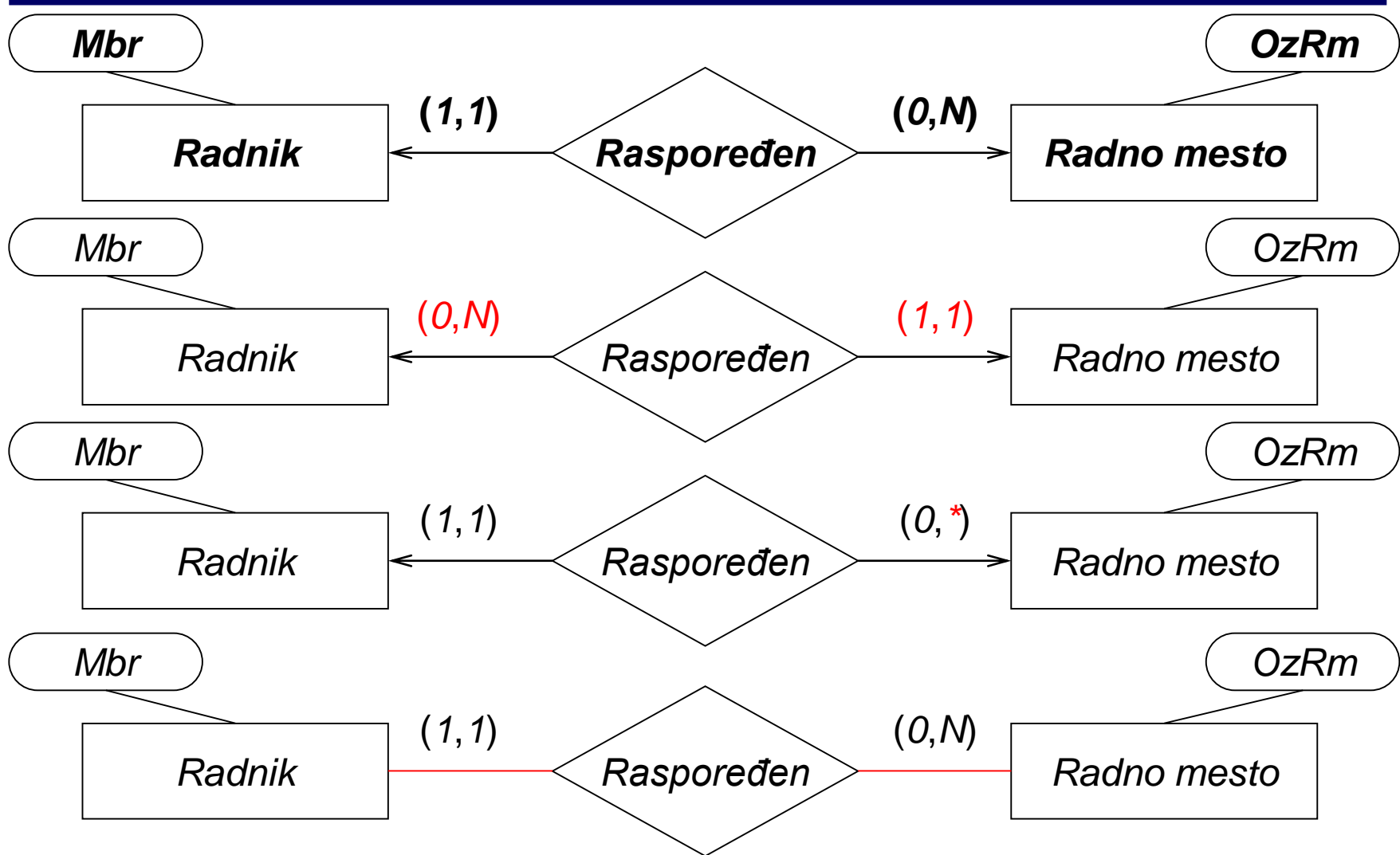
Uloga ER modela u projektovanju

- Neka heuristička pravila
 - Potreba takvog selektivnog povezivanja entiteta tri ili više skupova, kod kojeg u vezi mogu učestvovati samo entiteti koji su već u nekoj drugoj vezi sa entitetima jednog ili više drugih skupova, ukazuje na neophodnost korišćenja gerunda
 - Postojanje entiteta jednog skupa sa specifičnim osobinama ili vezama sa entitetima drugih skupova, ukazuje na potrebu uvođenja IS-A hijerarhije

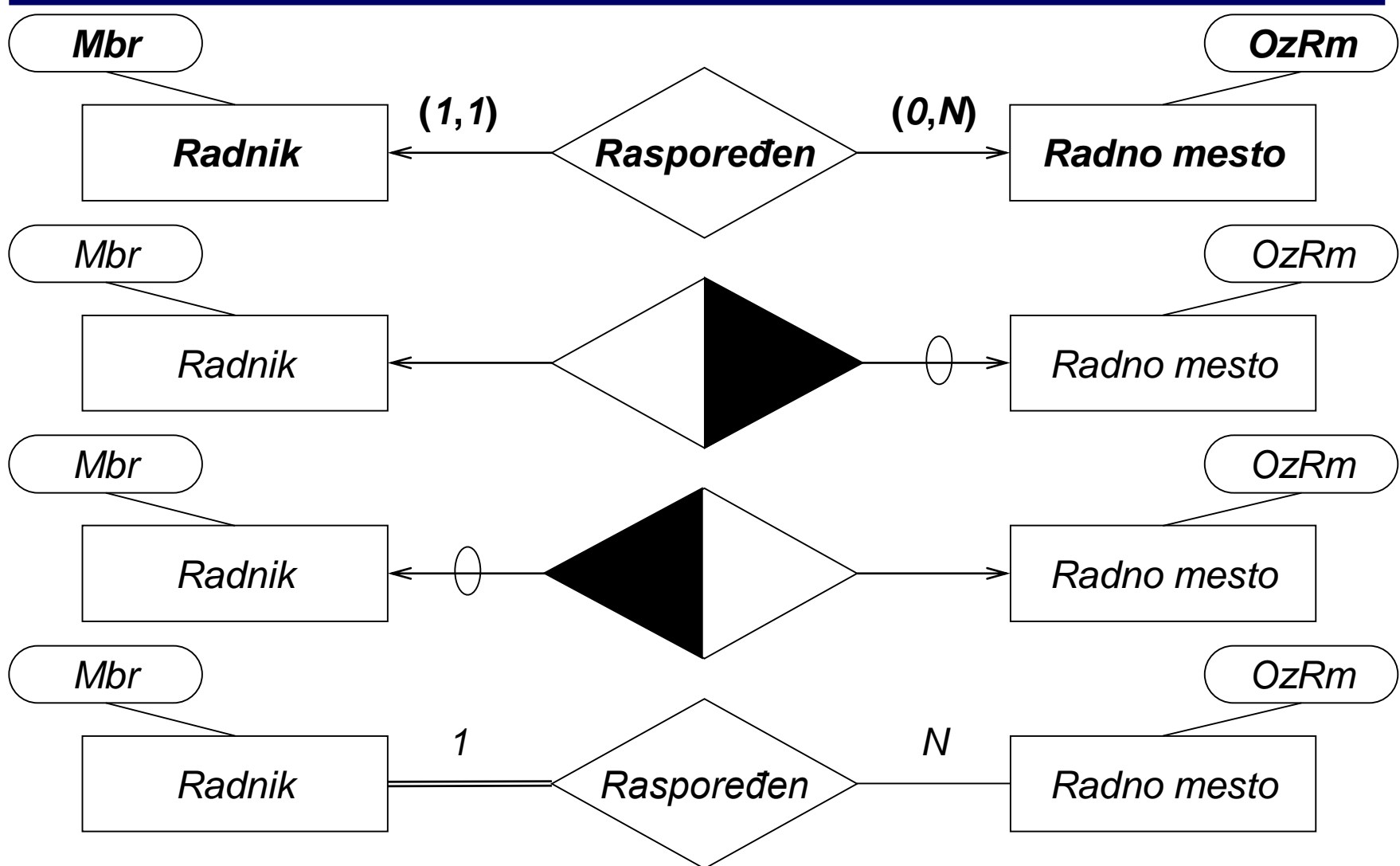
Uloga ER modela u projektovanju

- Neka heuristička pravila
 - Svako obeležje može pripadati samo jednom tipu entiteta, ili samo jednom tipu poveznika
 - Nasleđena obeležja ključa tipa poveznika se ne uključuju u sam skup obeležja tipa poveznika
 - Tip entiteta ili tip poveznika sadrži samo ona obeležja realnog skupa entiteta, ili realnog skupa poveznika, koja su bitna za realizaciju ciljeva postavljenih pred informacioni sistem

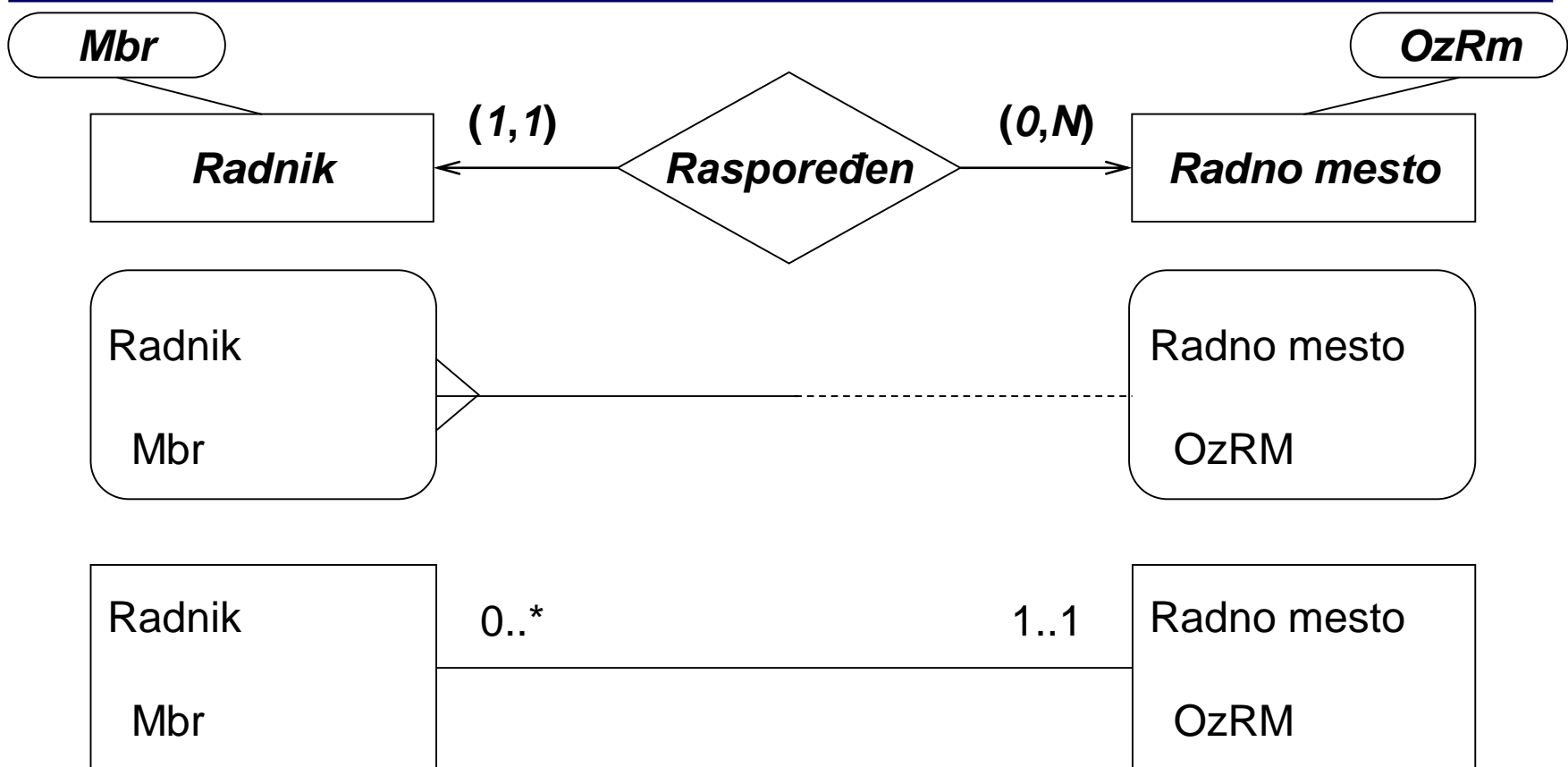
Varijante u dijagramskom označavanju



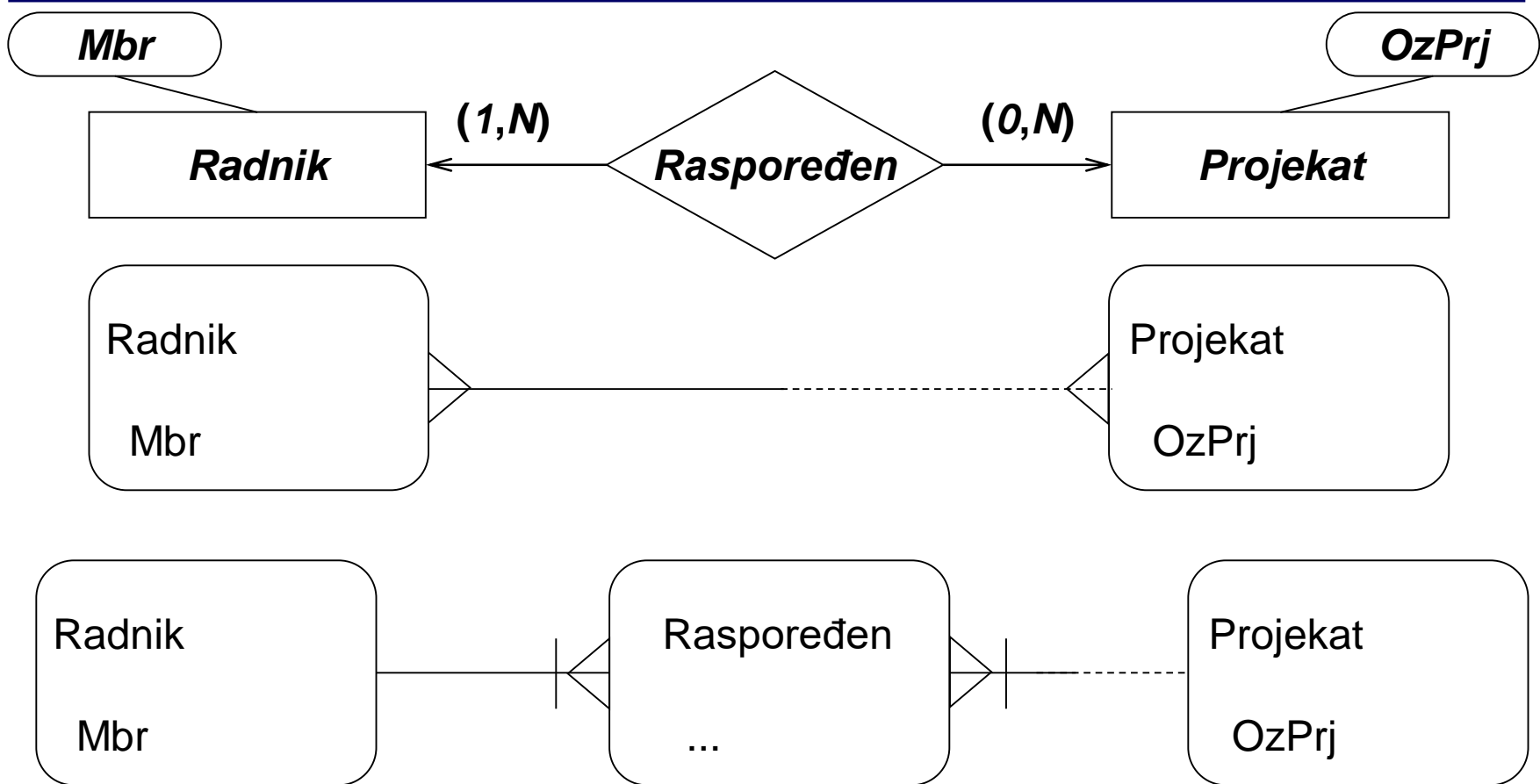
Varijante u dijagramskom označavanju



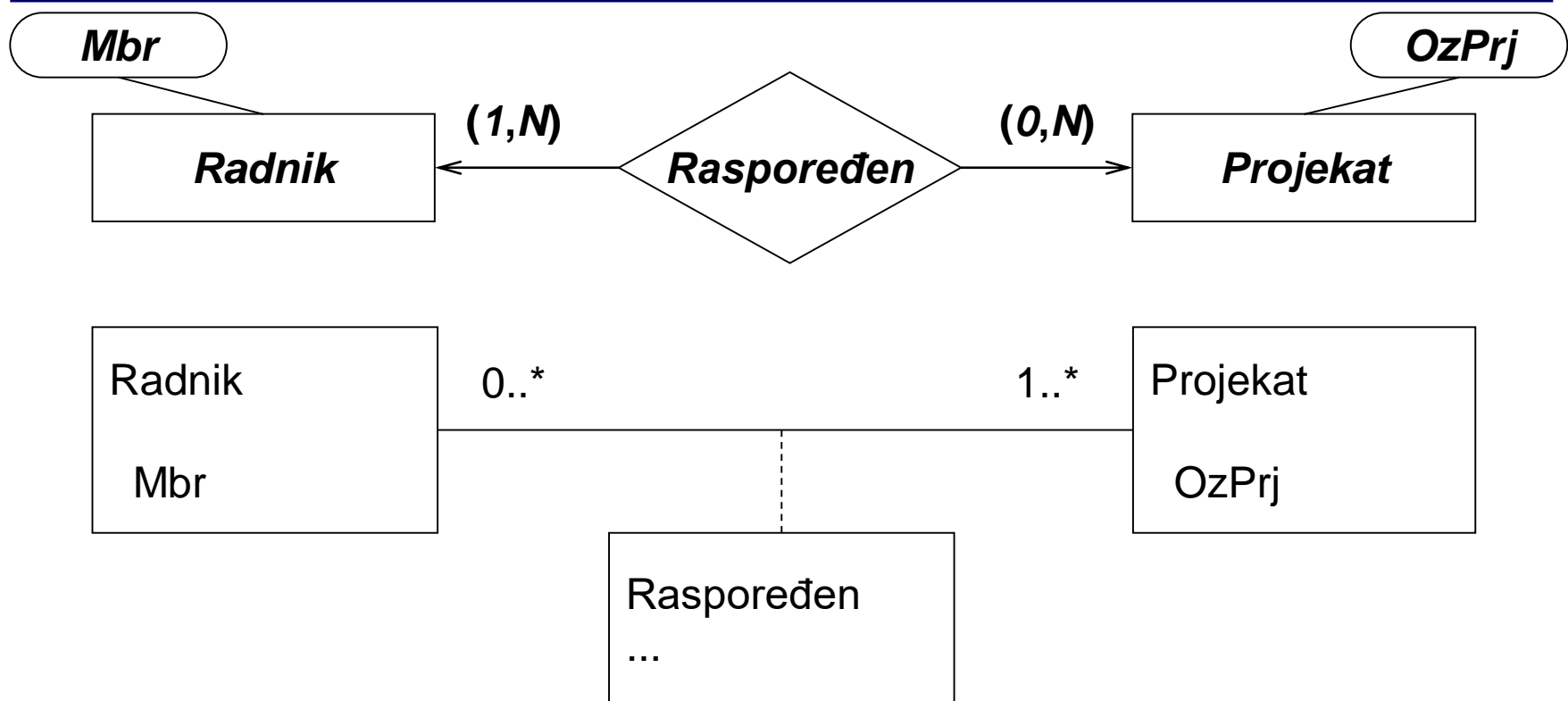
Varijante u dijagramskom označavanju



Varijante u dijagramskom označavanju



Varijante u dijagramskom označavanju



Sadržaj

- Osnovni pojmovi
- Strukturalna komponenta
- ER dijagrami
- Integritetna komponenta
- Kardinalitet tipa poveznika
- Integritet tipa poveznika
- N-arni tip poveznika
- Gerund i agregacija
- Id-zavisnost, IS-A hijerarhija i kategorizacija
- Završne napomene

Literatura

- Pavle Mogin, Ivan Luković: Principi baza podataka
 - Glava 2

Pitanja i komentari



Model podataka tipova entiteta i poveznika

ER model podataka