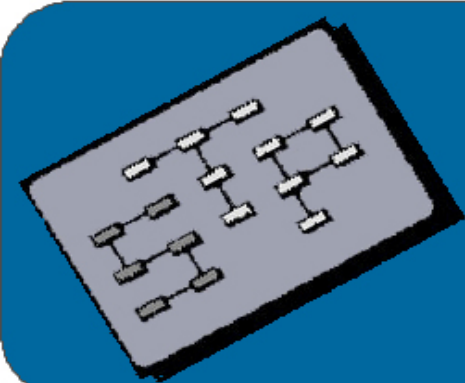
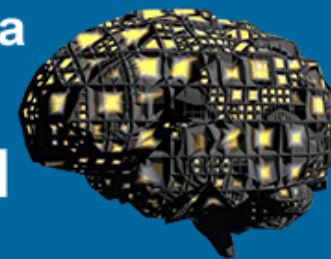


Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte

Sistēmu teorijas un projektēšanas katedra

MĀKSLĪGĀ INTELEKTA PAMATI



4. Modulis "Zināšanu atspoguļošanas shēmas"

4.3. Tēma

## Konceptuālie grafi

---

Dr.habil.sc.ing., profesors **Jānis Grundspenķis**, Dr.sc.ing., lektore **Alla Anohina**

*Sistēmu teorijas un projektēšanas katedra*

*Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte*

*Rīgas Tehniskā universitāte*

*E-pasts:* {janis.grundspenkis, alla.anohina}@rtu.lv

*Kontaktadrese:* Meža iela 1/4- {550, 545}, Rīga, Latvija, LV-1048

*Tālrunis:* (+371) 67089{581, 595}

# Tēmas mērķi un uzdevumi

Tēmas mērķis ir sniegt zināšanas par konceptuāliem grafiem, kā arī pamata prasmes to izmantošanai problēmsfēras zināšanu atspoguļošanai.

Pēc šīs tēmas apgūšanas Jūs:

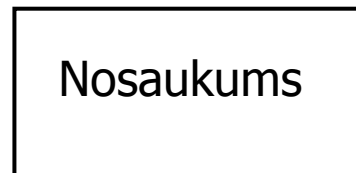
- zināsiet konceptuālo grafu elementus;
- pratīsiet formēt jaunus konceptuālos grafus no esošiem grafiem, pielietojot šim nolūkam konceptuālo grafu operācijas;
- pratīsiet atspoguļot problēmsfēras zināšanas ar konceptuālo grafu palīdzību.

# Konceptuālie grafi: definīcija un virsotnes

Autors: Sova (Sowa), 1984

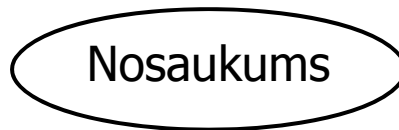
***Konceptuālais grafs*** ir galīgs, saistīts un divdaļīgs grafs. Divdaļīgajā grafā visas virsotnes ir sadalītas divās atšķirīgās un netukšās kopās, un loki pastāv tikai starp šo kopu virsotnēm.

Veidojot konceptuālo grafu tiek izmantotas divu tipu virsotnes:



Nosaukums

- Koncepts



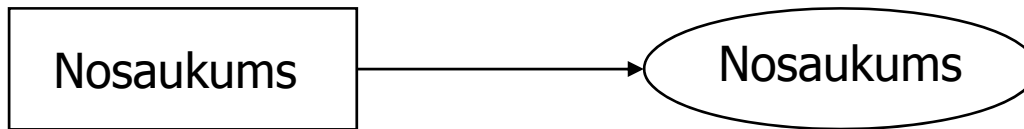
Nosaukums

- Konceptuālā attieksme

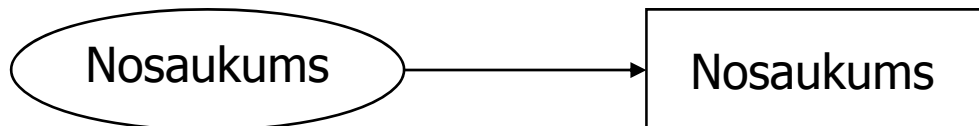
# Konceptuālie grafi: loki (1)

Konceptuālajos grafos atšķirībā no semantiskajiem tīkliem netiek izmantoti iezīmētie loki. Savukārt, atļautie loki ir šādi:

- Starp konceptu un konceptuālo attieksmi



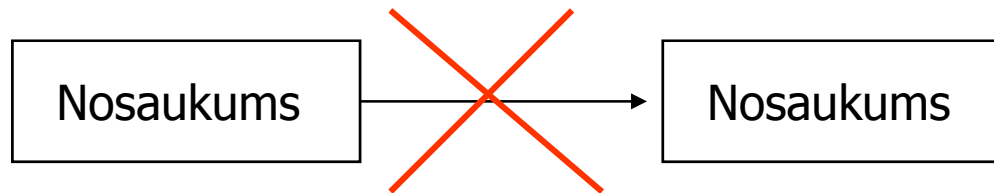
- Starp konceptuālo attieksmi un konceptu



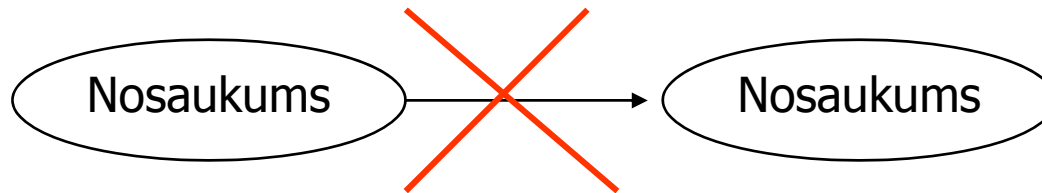
# Konceptuālie grafi: loki (2)

Konceptuālajos grafos nedrīkst būt šādi loki:

- Starp konceptu un konceptu



- Starp konceptuālo attieksmi un konceptuālo attieksmi



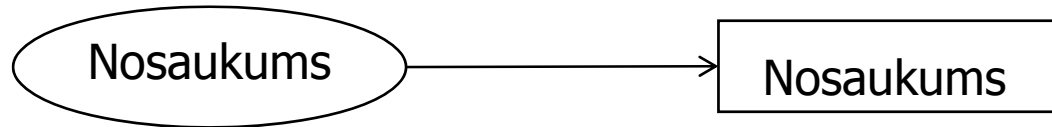
# Konceptuālie grafi: attieksmes (1)

***Konceptuālā attieksme*** atspoguļo attieksmi, kurā ir iesaistīti viens vai vairāki koncepti. Atbilstoši Sova, kas ir konceptuālo grafu pamatlicējs, katrai konceptuālai attieksmei ir attieksmes tips un pozitīvs vesels skaitlis, ko sauc par attieksmes *valenci*. Loku skaits, kas pieder konceptuālai attieksmei, ir vienāds ar šīs attieksmes ***valenci***. N-tās valences konceptuālas attieksmes tiek sauktas par n-tās kārtas attieksmēm.

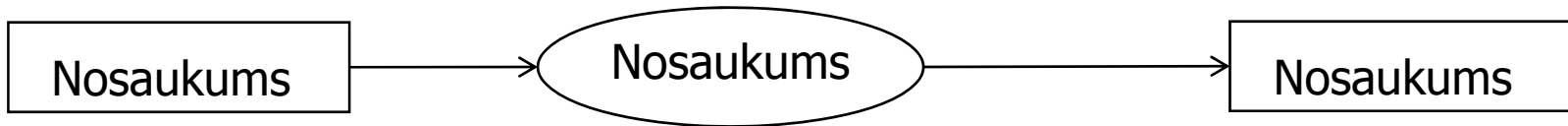
Konceptuālie grafi var atspoguļot jebkuras kārtas attieksmes. Tā ir to priekšrocība salīdzinājumā ar semantiskajiem tīkliem. N-tās kārtas attieksme tiek atspoguļota ar konceptuālo attieksmi, kurai ir N loki.

# Konceptuālie grafi: attieksmes (2)

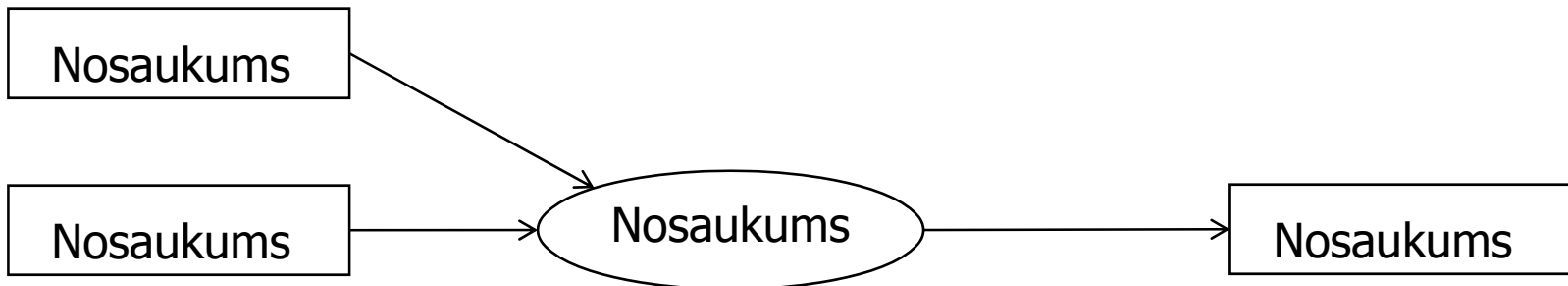
1. kārtas attieksme – Viens izejošs loks no konceptuālās attieksmes



2. kārtas attieksme – Viens loks ieejošs konceptuālajā attieksmē un viens izejošs no tās



3. kārtas attieksme – Divi loki ieejošie konceptuālajā attieksmē un viens izejošs no tās



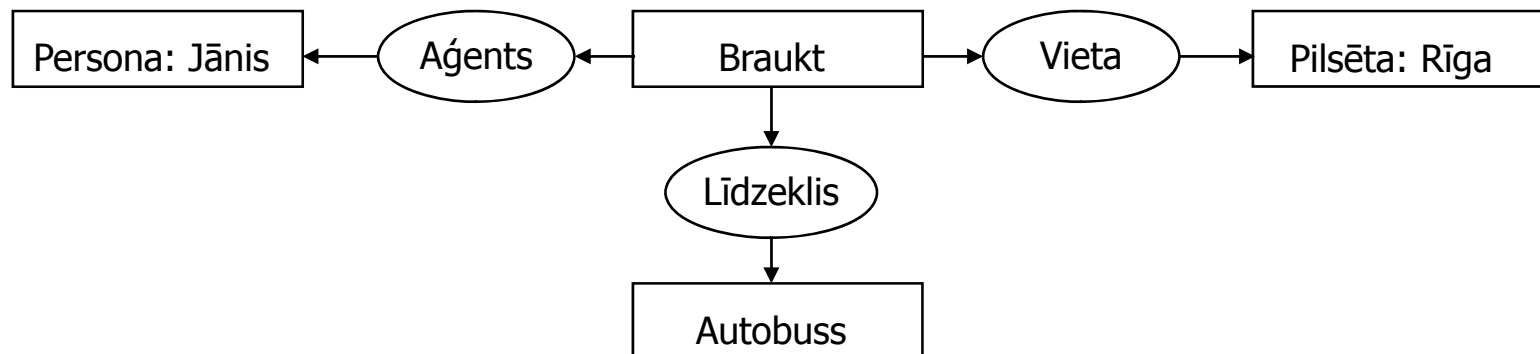
# Konceptuālie grafi: attieksmes (3)

Katrai  $n$ -tās kārtas konceptuālai attieksmei ir konceptu tipu secība  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , ko sauc par konceptuālas attieksmes signatūru. Konceptuālai attieksmei, kurai nav loku, signatūra ir tukša. Konceptuālās attieksmes signatūra atspoguļo ierobežojumus konceptu tipiem, kas var tikt piesaistīti attieksmes lokiem.



## Piemērs:

Zemāk atspoguļotajā konceptuālajā grafā konceptuālajai attieksmei *Aģents* signatūra ir (Darbība, Būtne). Tā norāda, ka vienam lokam piesaistīta koncepta tipam ir jābūt Darbībai vai tās apakštipam, piemēram, Braukt. Citam lokam piesaistīta koncepta tipam ir jābūt Būtnei vai tās apakštipam, piemēram, Personai.



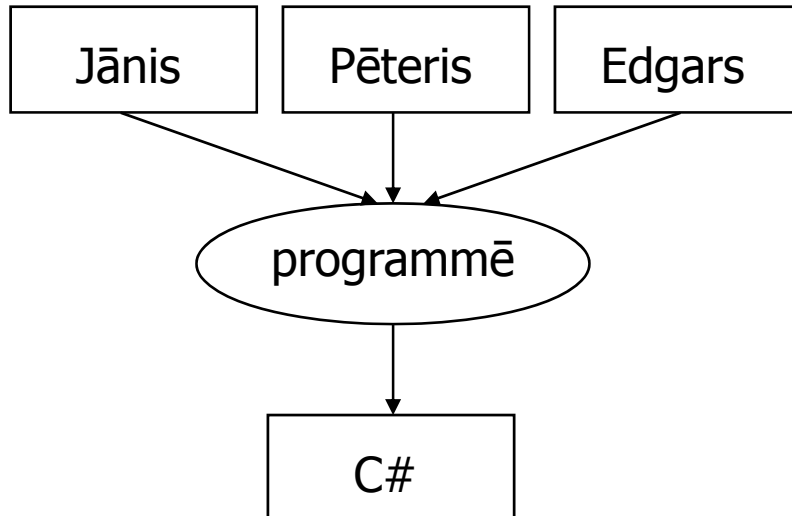


# Konceptuālie grafi: attieksmes (4)

Visām viena un tā paša tipa konceptuālām attieksmēm ir viena un tā pati valence un viena un tā pati signatūra.

Ja konceptuālai attieksmei ir  $n$ -loki, tad pirmajiem  $n-1$  lokiem ir jābūt ieejošiem konceptuālajā attieksmē, un pēdējam lokam ir jābūt izejošam no tās.

✓ **Piemērs:**



Dotajā konceptuālajā grafā konceptuālajai attieksmei *programmē* ir četri loki, trīs no kuriem ieiet attieksmē, un viens loks iziet no attieksmes.

# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (1)

***Konceptu virsotnes*** var atspoguļot:

- Konkrētus konceptus (objektus), piemēram, galds, grāmata, automobilis. Šiem konceptiem cilvēka smadzenēs tiek veidots attēls. Tie ietver gan vispārīgus konceptus, tādus kā automobilis, gan specifiskus, piemēram, Mārtiņa automobilis
- Abstraktus konceptus, tādus kā mūzika, laime, skaistums. Šiem konceptiem nav atbilstoša attēla cilvēka smadzenēs

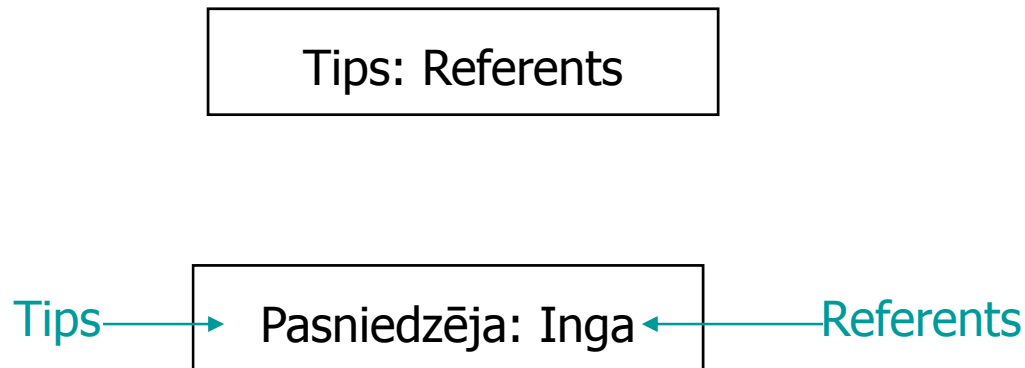
# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (2)

Koncepti tiek uzdoti šādā veidā:

Koncepts = Tips + Referents, kur

Tips ir koncepta tips;

Referents = Kvantors + Apzīmētājs, bet tas var būt arī tukšs



# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (3)

Konceptu virsotnes var pieņemt vairākas formas:

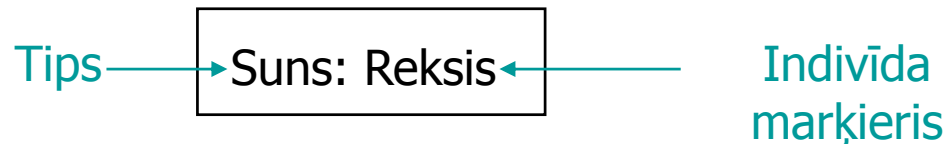
1. Koncepta virsotne ir iezīmēta tikai ar tipa iezīmi, kas norāda indivīda klasi jeb tipu. Nespecificētu indivīdu norāda ar sugas marķieri \*, bet to bieži izlaiž

Tipa iezīme



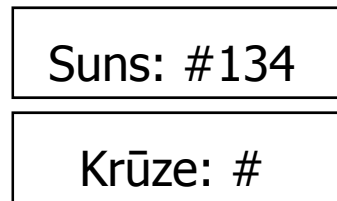
Atspoguļo kādu suņa tipa indivīdu, t.i., "eksistē kāds suns, bet nav specificēts, kurš konkrēti"

2. Koncepta virsotne var būt iezīmēta ar tipu un indivīda marķieri. Indivīda marķieris ir cilvēku vārdi, vietu un organizāciju nosaukumi, u.t.t.



# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (4)

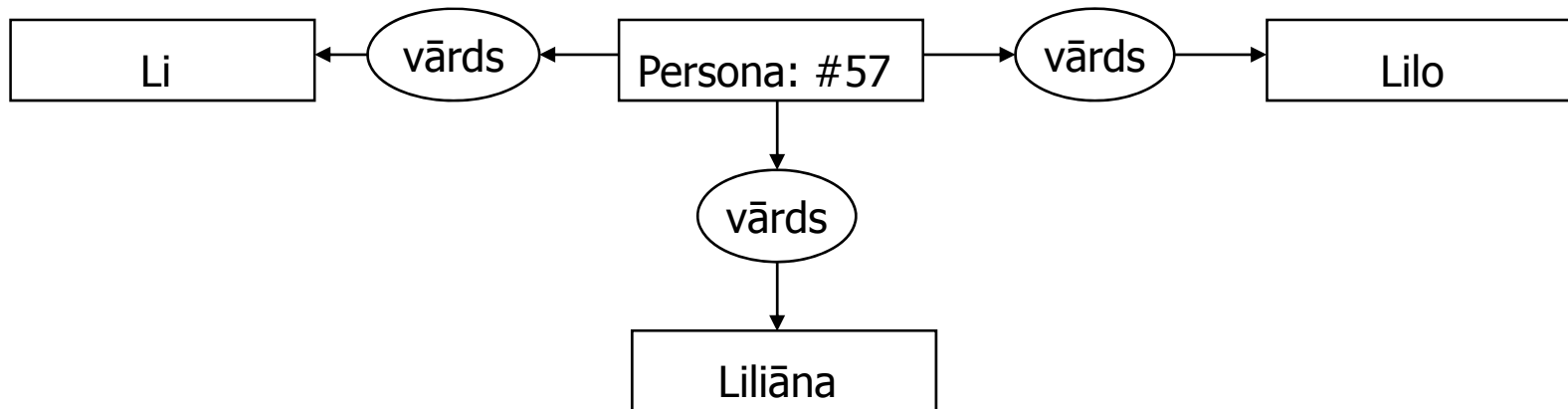
3. Koncepta virsotne var atspoguļot specifisku, bet nenosauktu indivīdu vai objektu, kura identitāti var iegūt no konteksta, veicot izvedumu



Atspoguļo specifisku, bet nenosauktu objektu. Objekta identitāti var iegūt, veicot izvedumu



**Piemērs:** Piemērs atspoguļo, ka ir persona, kuru sauc Liliāna, tuvākie viņu sauc par Lilo, bet draugi- par Li



# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (5)

4. Koncepta virsotnē var norādīt, kā piedalās daudzi objekti, tieši nespecificējot to skaitu:

- Vienkārši uzskaitot šos objektus



- Izmantojot {\*}



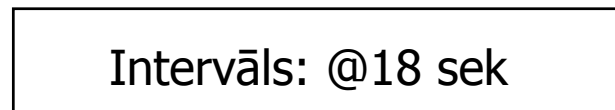
Nozīmē, ka runa iet par daudziem putniem

# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (6)

5. Koncepta virsotnē var uzdot precīzu skaitu, izmantojot šādus simbolus: @skaitlis



6. Koncepta virsotnē var norādīt mērvienības



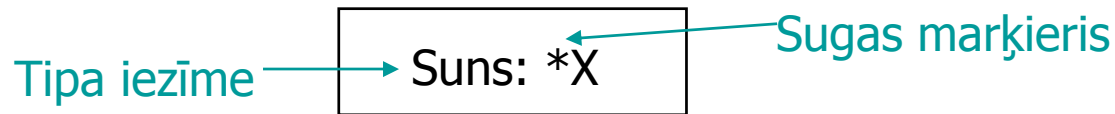
7. Koncepta virsotnē var norādīt tādu vērtību kā "visi"



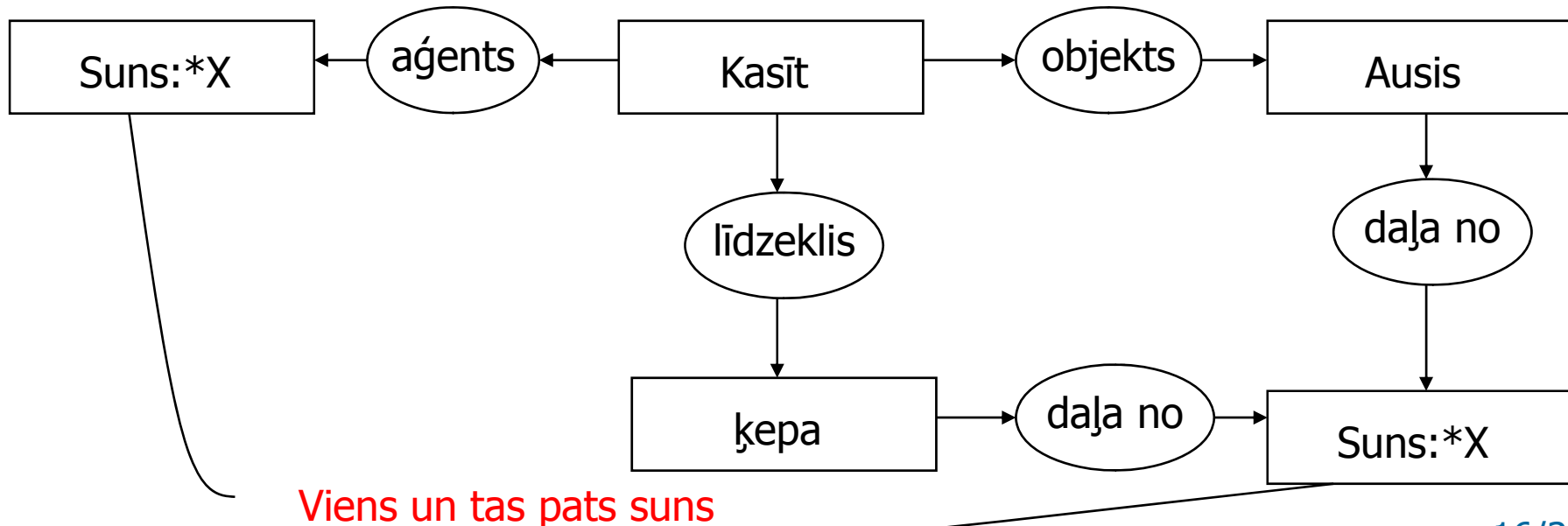
Visas zivis ir slapjas

# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (7)

8. Koncepta virsotnes var norādīt vienu un to pašu, bet nespecificētu indivīdu



✓ **Piemērs:**





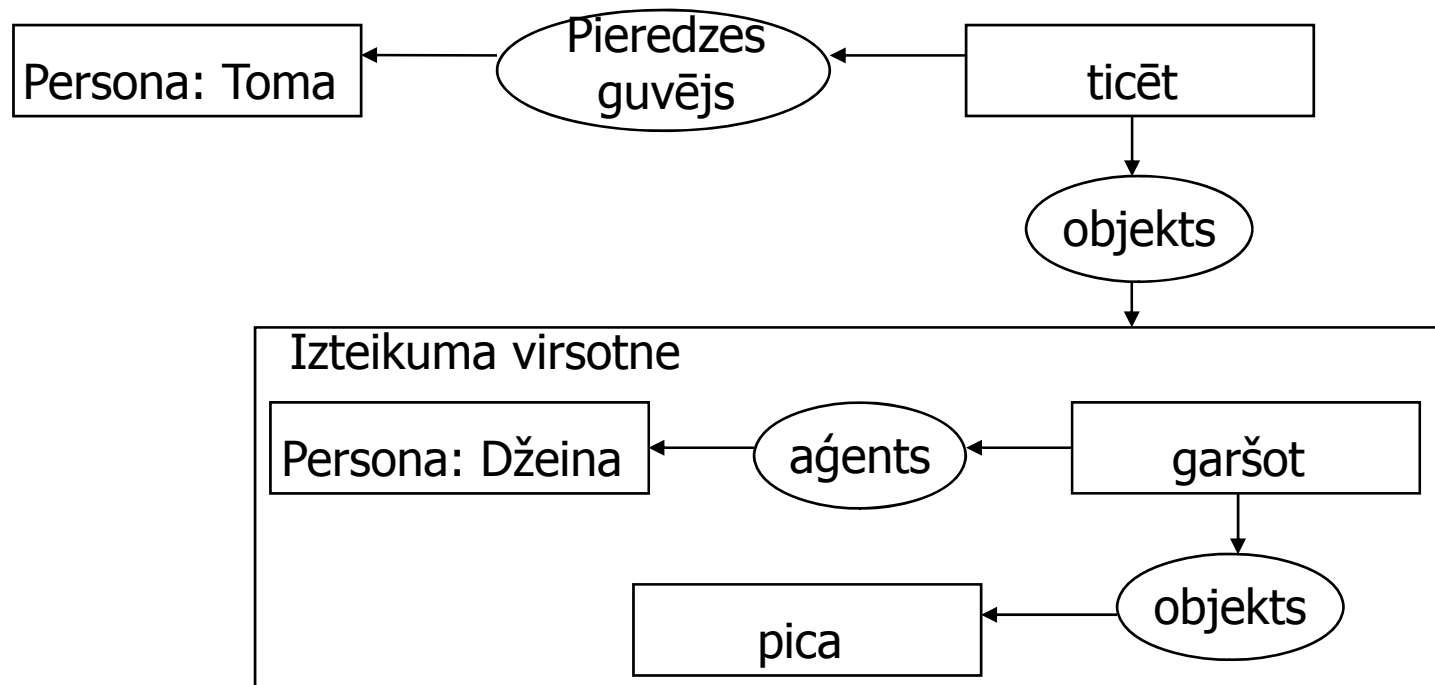
# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (8)

9. Konceptuālais grafs var ietvert koncepta virsotni, kura pati par sevi ir konceptuālais grafs. Tā ir tā saucama izteikuma virsotne



## Piemērs:

Konceptuālais grafs atspoguļo teikumu "Toms tic, ka Džeina garšo pica"



# Konceptuālie grafi: konceptu virsotnes (9)

10. Var arī izmantot dažādas kombinācijas

Skaitlis: 18

Ir skaitlis 18

Skaitlis: @18

Ir 18 skaitļi

Skaitlis: @18 18

Ir 18 skaitļi un visi ir vienādi ar 18

Skaitlis: {\*} @5 18

Ir 5 skaitļi, kas ir vienādi ar 18

# Konceptuālie grafi: veidi (1)

Eksistē šādi konceptuālo grafu veidi:

1. Tukšs konceptuālais grafs. Tam nav ne konceptu virsotņu, ne konceptuālo attieksmju.
2. Konceptuālais grafs, kas sastāv no vienas koncepta virsotnes, bet tam nav konceptuālo attieksmju.
3. Zvaigzne jeb konceptuālais grafs, kas sastāv no vienas konceptuālas attieksmes, jebkura loka, kas pieder šai attieksmei, un jebkura koncepta, kas piesaistīts attieksmei ar šo loku

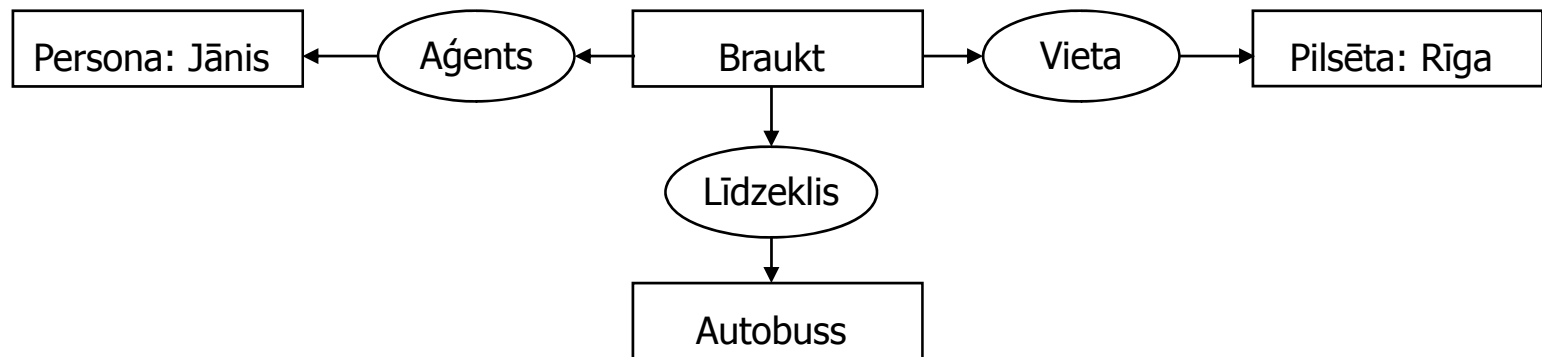
Jebkurš konceptuālais grafs ar  $n$  konceptuālām attieksmēm var tikt izveidots no  $n$  zvaigžņu grafiem, katrs no kuriem atbilst vienai konceptuālajai attieksmei.

# Konceptuālie grafi: veidi (2)

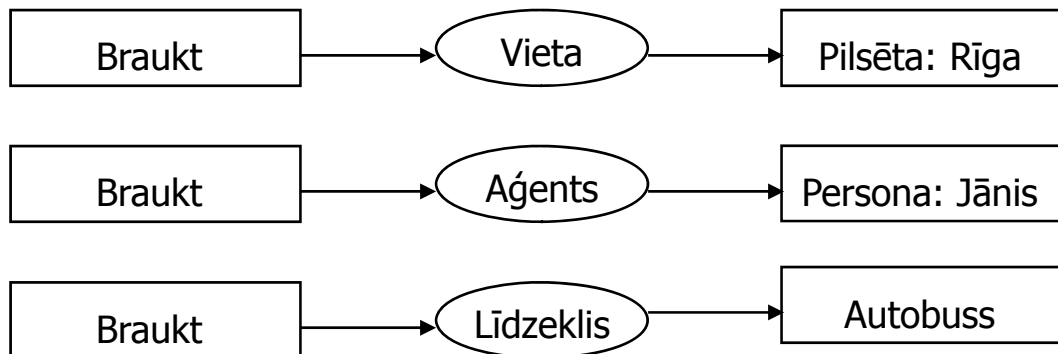


## Piemērs:

Zemāk dotais konceptuālais grafs ietver sevī 3 konceptuālās attieksmes: Aģents, Vieta un Līdzeklis.



Tas nozīmē, ka minētais konceptuālais grafs var tikt izveidots no šādiem 3 zvaigžņu grafiem:



# Konceptuālie grafi: operācijas (1)

Konceptuālo grafu teorija definē četras operācijas, kas ļauj formēt jaunus konceptuālus grafus no jau eksistējošiem grafiem. Operācijas ir šādas:

- Kopēšana
- Ierobežošana
- Savienošana
- Vienkāršošana

***Kopēšana*** ļauj formēt jaunu konceptuālo grafu  $G_1$ , kas precizē atkārtoti eksistējošo konceptuālo grafu  $G$ .

# Konceptuālie grafi: operācijas (2)

**Ierobežošana** ļauj koncepta virsotni aizstāt ar virsotni, kas atspoguļo tās specializāciju.

Ir iespējamie divi gadījumi:

- Sugas marķieris var tikt aizvietots ar indivīda marķieri
- Tipa iezīme var tikt aizvietota ar vienu no tā apakštipiem

**Savienošana** ļauj savienot divus konceptuālos grafus vienā, ja ir divas identiskas koncepta virsotnes abos grafos.

**Vienkāršošana** ļauj izslēgt vienu no divām vienādam konceptuālās attieksmes virsotnēm kopā ar visiem tās lokiem.

# Konceptuālie grafi: operācijas (3)

Lai būtu iespējams pielietot nosauktās operācijas, ir jādefinē tipu hierarhija, kas ir konceptu tipu kopas daļējais sakārtojums. Ja  $s$  un  $t$  ir konceptu tipi un  $t \leq s$ , tad  $t$  ir  $s$  apakštips.



## **Piemērs:**

Menedžeris  $\leq$  Darbinieks  $\leq$  Persona

Suns  $\leq$  Dzīvnieks

Jānis  $\leq$  Vīrietis  $\leq$  Cilvēks

# Konceptuālie grafi: operācijas (4)



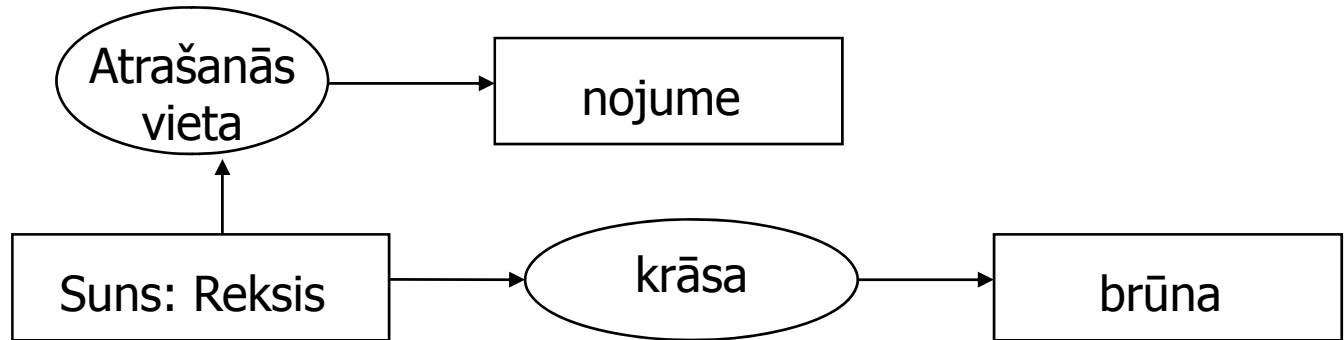
**Piemērs:**

Pieņemsim ir divi konceptuālie grafi G1 un G2 un tipu hierarhija  $\text{Suns} \leq \text{Dzīvnieks}$

G1



G2





# Konceptuālie grafi: operācijas (5)



## Piemērs:

Grafiem G1 un G2 tiek pielietota ierobežošanas operācija, aizstājot tipu Dzīvnieks ar tā apakštipu Suns:Reksis. Operācijas rezultātā tiek iegūts konceptuālais grafs G3.

G3



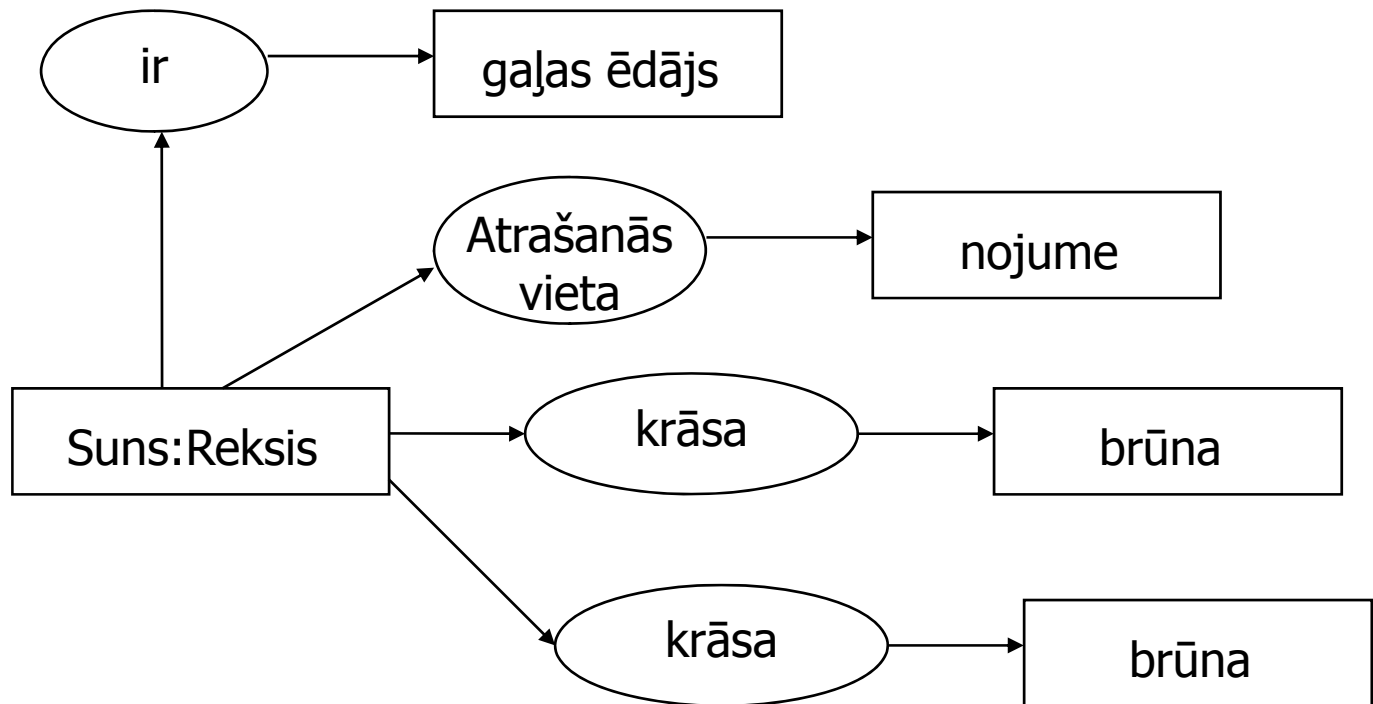
# Konceptuālie grafi: operācijas (6)



**Piemērs:**

Savienojot grafus G2 un G3 tiek iegūts konceptuālais grafs G4.

G4



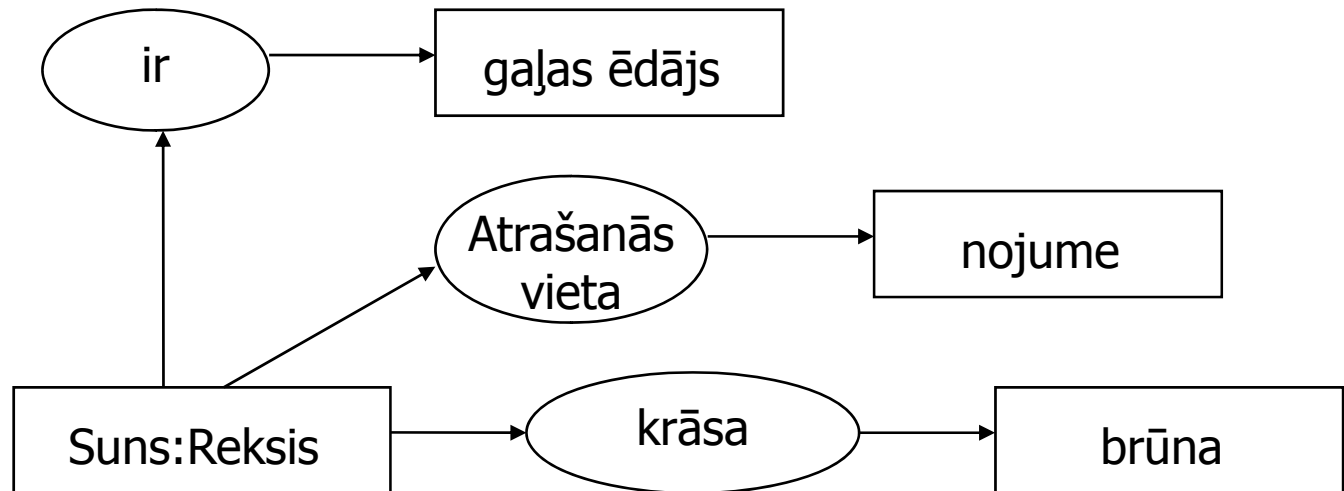
# Konceptuālie grafi: operācijas (7)



## Piemērs:

Vienkāršojot grafu G4 tiek iegūts grafs G5. Vienkāršošana paredz vienas konceptuālās attieksmes Krāsa dzēšanu kopā ar tās vērtību.

G5



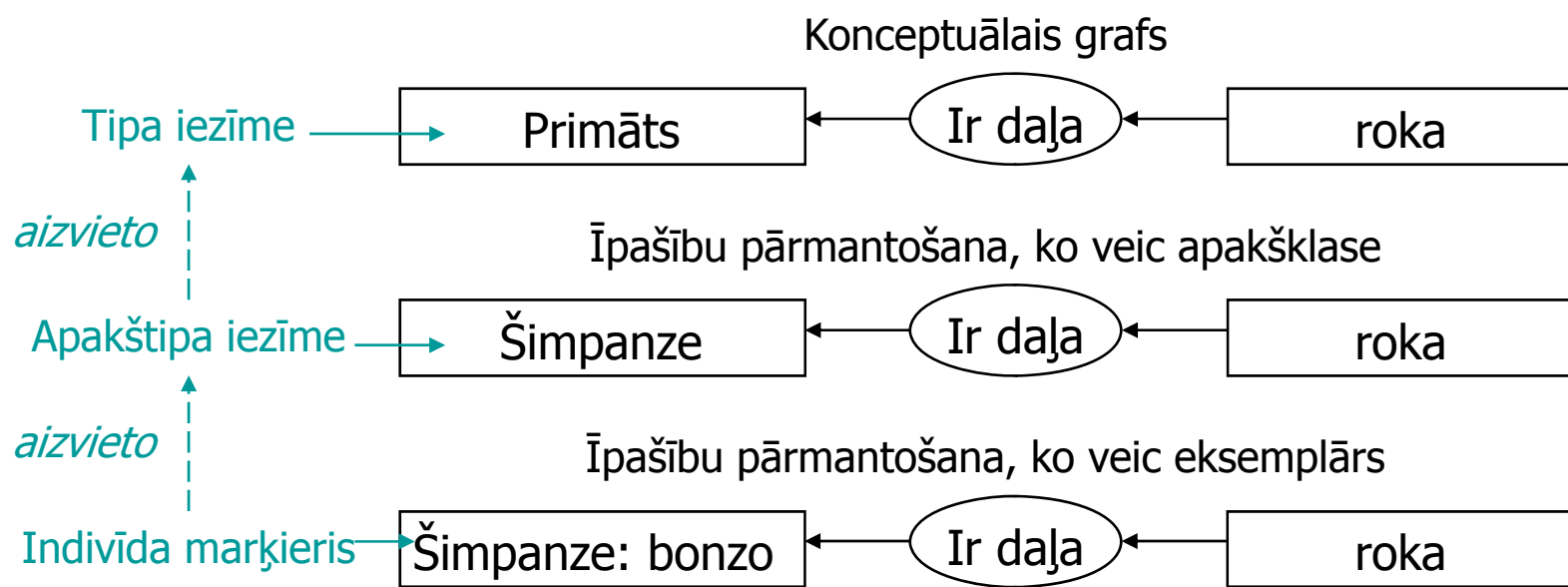
# Konceptuālie grafi: pārmantošana

Izmantojot konceptuālo grafu savienošanas un ierobežošanas operācijas, ir iespējams nodrošināt dažādu īpašību pārmantošanu. Sugas marķiera aizvietošana ar indivīda marķieri nodrošina tipa īpašību mantošanu, ko veic eksemplārs. Tipa iezīmes aizvietošana ar apakštīpa iezīmi nodrošina mantošanu starp klasi un apakšklasi.



## Piemērs:

Ja ir definēta tipu hierarhija Šimpanze  $\leq$  Primāts, tad



# Konceptuālie grafi: loģika (1)

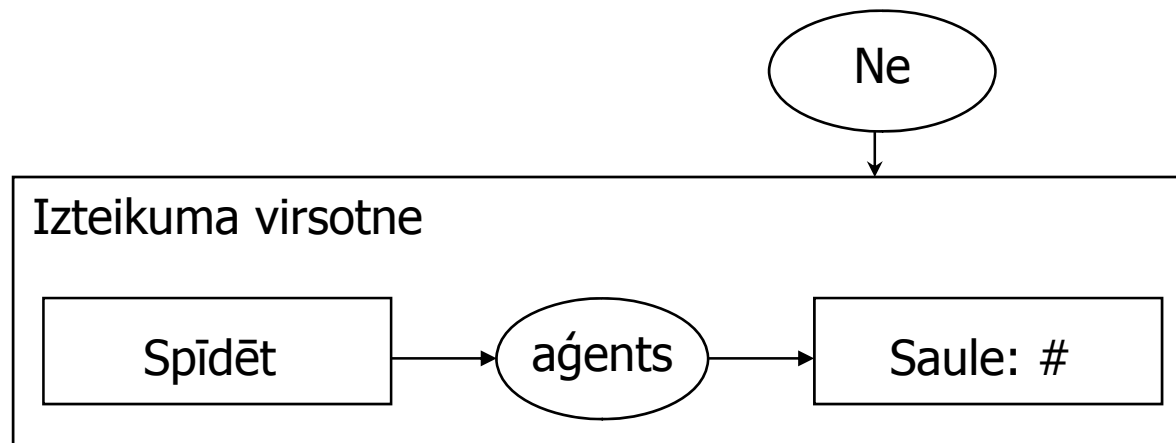
Izmantojot konceptuālos grafus, ir iespējams atspoguļot tādus loģikas jēdzienus kā negācija (Nē), konjunkcija (Un) un disjunkcija (Vai).

1. Negācija tiek atspoguļota, izmantojot izteikuma virsotnes un pirmās kārtas attieksmi *Ne*



## Piemērs:

Zemāk dotais konceptuālais grafs atspoguļo teikumu "Saule nespīd"



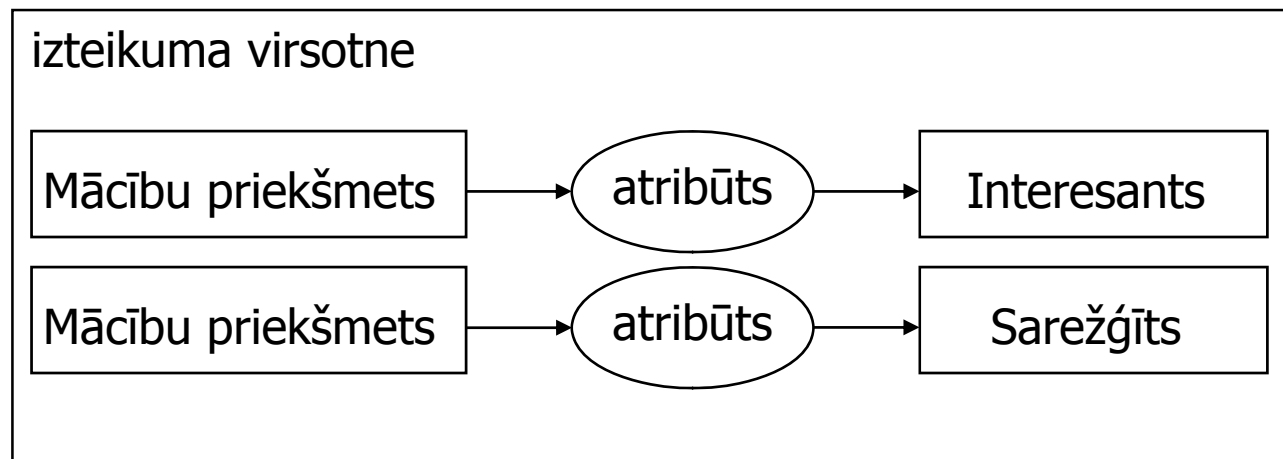
# Konceptuālie grafi: loģika (2)

2. Konjunkcija tiek atspoguļota tad, kad divi vai vairāki konceptuālie grafi atrodas blakus viens otram vienā un tajā pašā kontekstā bez savienošiem lokiem. Šajā gadījumā to interpretē šādi: abi teikumi, ko attēlo konceptuālie grafi, vienlaicīgi ir patiesi.



## Piemērs:

Zemāk dotā konceptuālā grafa izteikuma virsotne atspoguļo teikumu "Ir mācību priekšmets, kas ir interesants un sarežģīts"



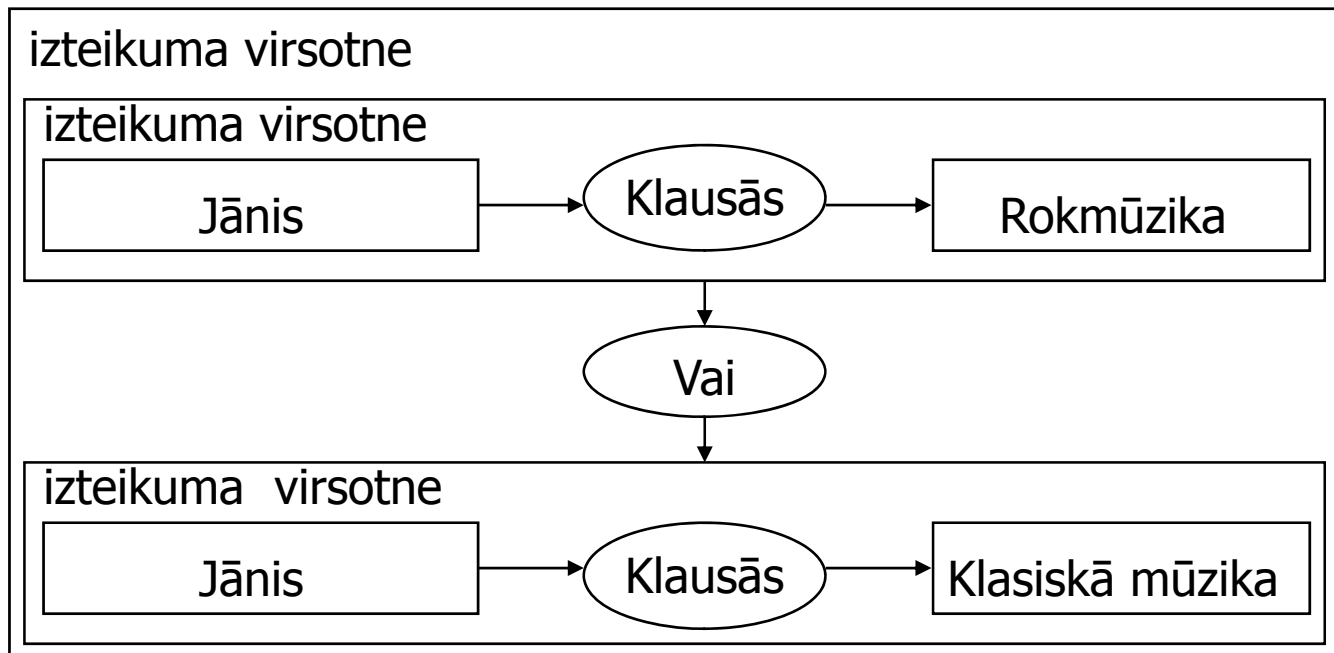
# Konceptuālie grafi: loģika (3)

3. Visvienkāršākais veids, kā atspoguļot disjunkciju, ir definēt konceptuālo attieksmi *Vai* starp divām izteikuma virsotnēm.



**Piemērs:**

Zemāk dotā konceptuālā grafa izteikuma virsotne atspoguļo teikumu "Jānis klausās rokmūziku vai klasisko mūziku"



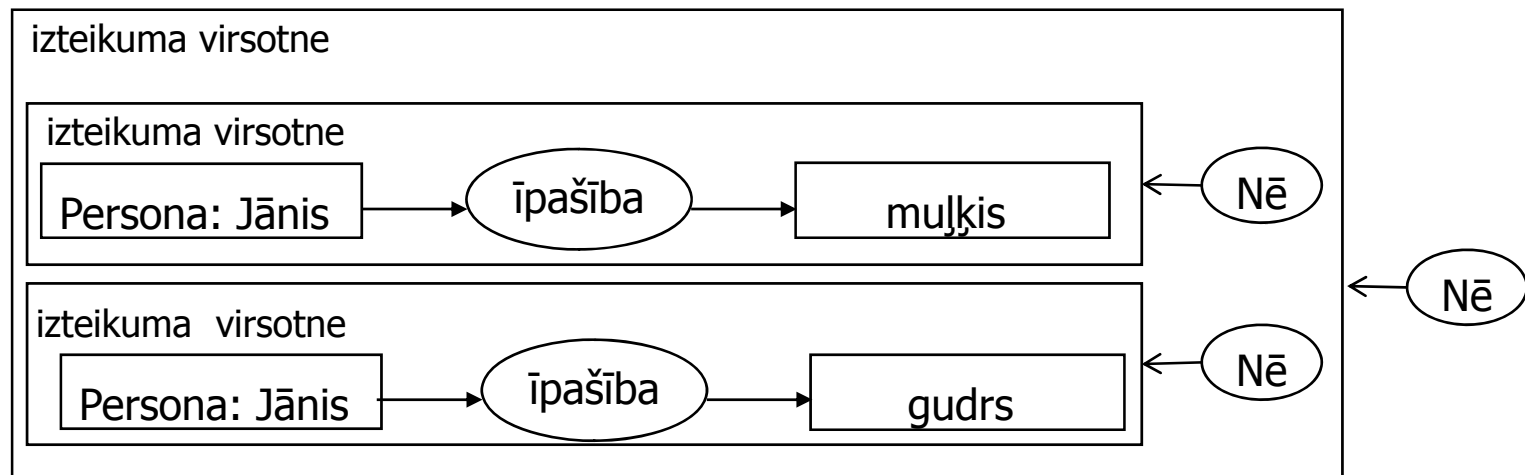
# Konceptuālie grafi: loģika (4)

Taču pareizāk ir veidot disjunkciju no konjunkcijas un negācijas:

1. Grafu G1 ievietot izteikuma virsotnē un veikt tās negāciju
2. Grafu G2 ievietot izteikuma virsotnē un arī veikt tās negāciju
3. Abas iepriekš izveidotās virsotnes ievietot izteikuma virsotnē un veikt tās negāciju



**Piemērs:**





# Konceptuālie grafi: kopsavilkums

- Katrs konceptuālais grafs atspoguļo vienu apgalvojumu jeb teikumu
- Zināšanu bāze ietver vairākus konceptuālos grafus. Grafi var būt jebkuras sarežģītības, bet tiem ir jābūt galīgiem
- + Pretstatā semantiskajiem tīkliem, kas lieto iezīmētus lokus, divdaļīga grafa izmantošana ļauj vieglāk atspoguļot jebkuras kārtas attieksmi
- + Atspoguļo zināšanas strukturizētā veidā
- + Konceptuāliem grafiem ir labāk izstrādāta teorija
- + Ļauj atspoguļot daudzveidīgu informāciju par konceptiem
- + Nodrošina pārmantošanas realizāciju
- Ļauj atspoguļot tikai deklaratīvu informāciju
- Semantika joprojām nav visai labi definēta

# Konceptuālie grafi: piemērs



## Piemērs:

Ar konceptuālā grafa palīdzību atspoguļosim zināšanas par studentu Jāni un viņa darba vietu. Jānis programmē C# valodā un strādā kompānijā "EuroSoft". "EuroSoft" izstrādā lietojumus C# valodā.

