

# Duomenų bazės

---

RELIACINIS DB MODELIS

# Paskaitos planas

---

## 1. DB sistemų evoliucija

- Nuo failų sistemos iki reliacinės DB
  - <https://www.youtube.com/watch?v=KG-mqHoXOXY>
- Reliacinis DB modelis

## 2. Dėl 3 paskaitos

# Paskaitos tikslai

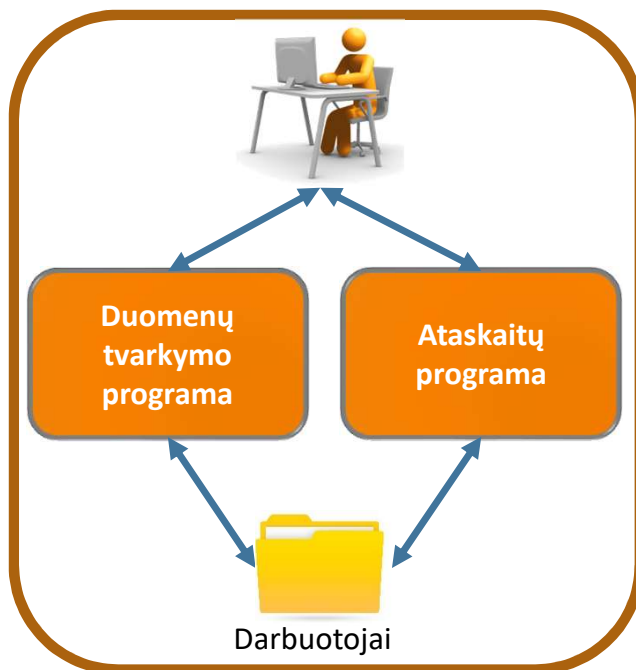
---

Išklausę paskaitą gebėsite paaiškinti:

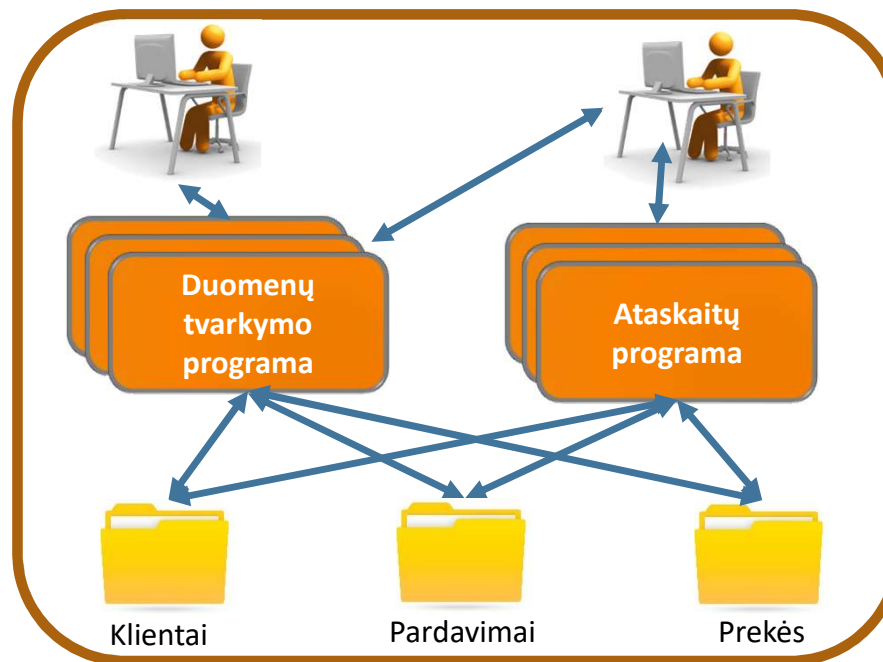
- reliacinio DB modelio atsiradimo priežastis,
- esmines reliacinio DB modelio sąvokas,
- reliacinio DB modelio privalumus ir trūkumus.

# 1968 m. Failų sistemos

Personalo skyrius



Pardavimų skyrius



# Failų sistemos trūkumai

---

1. Reikalavo daug programavimo (COBOL, DBASE)
2. Sunkus failų struktūrų keitimas
3. Sudėtingas ir sunkus administravimas
4. Sunku užtikrinti saugumą
5. Didelė tikimybė saugoti perteklinius duomenis

# Failai ir failų sistema. Pavyzdys

## KLIENTAI

VARDAS	TELEFONAS	ADRESAS	A_VARDAS	TELEF	SUMA	DATA
Jonas Jonaitis	866678785	Uogų g. 6, Kaunas	J. Jurkus	845456662	100	2016-10-01
Tomas Šimkus	865678759	Liepų g. 7, Vilnius	J. Jurkus	845456662	200	2016-09-07
Lina Butkutė	876789898	Brastos g. 1, Šilutė	L. Tomkus	876543321	50	2016-01-04
Rima Jurkutė	867676767	Akmenos g. 4, Alytus	E. Rimkus	877754345	300	2017-09-12
Agnė Letaitė	867675454	Zuikių g. 4, Kaunas	K. Lapkus	899908080	222	2018-03-23

## AGENTAI

VARDAS	TELEFONAS	ADRESAS	DIRBA_NUO	PARDAVIMAI
J. Jurkus	845456662	Taikos pr. 10, Kaunas	2010-01-09	90234
L. Tomkus	877777777	Vilniaus g. 2, Kaunas	2012-10-09	32891
Rimkus E.	877754345	Laisvės pr. 3, Vilnius	2012-08-07	32322

# 1968-1980 m. m. nereliacinių DB era

---

DB – integruotas ir struktūruotas saugomų duomenų rinkinys

## ➤ Hierarchinis duomenų modelis

- Sukurtas 1960 m. dideliems sudėtingiems gamybos projektams, tokiems kaip *Apollo* raketos, valdyti;
- Suformavo dabartinių DB pagrindus
- Išpopuliarėjo 1970 m. kai *Rokwell* kartu su *IBM* sukūrė pirmąją DB sistemą *Information Mangement System (IMS)*

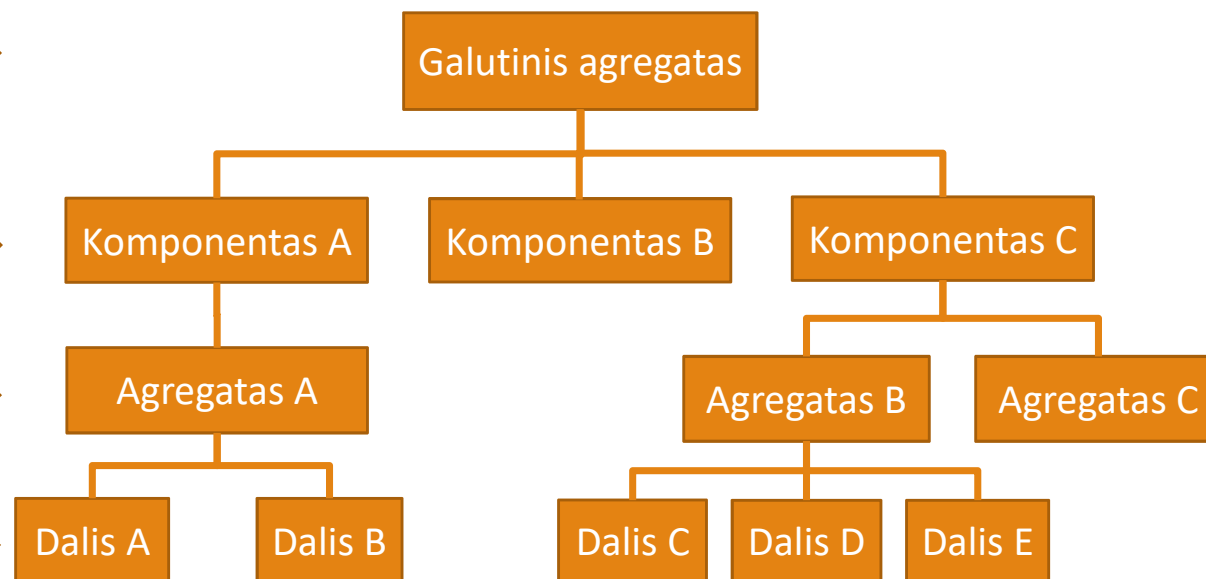
# Hierarchinis duomenų modelis

Šakninis segmentas →

1 lygio segmentai →

2 lygio segmentai →

3 lygio segmentai →





# Hierarchinio duomenų modelio savybės

---

## ➤ Pliusai:

- Efektyvi paieška
- Mažiau perteklinių duomenų
- Duomenų saugumas ir integralumas

## ➤ Minusai:

- Sudėtinga realizuoti
- Sunku valdyti, standartų trūkumas, sunku realizuoti *daug-su-daug* ryšius
- Struktūrinės nepriklausomybės trūkumas

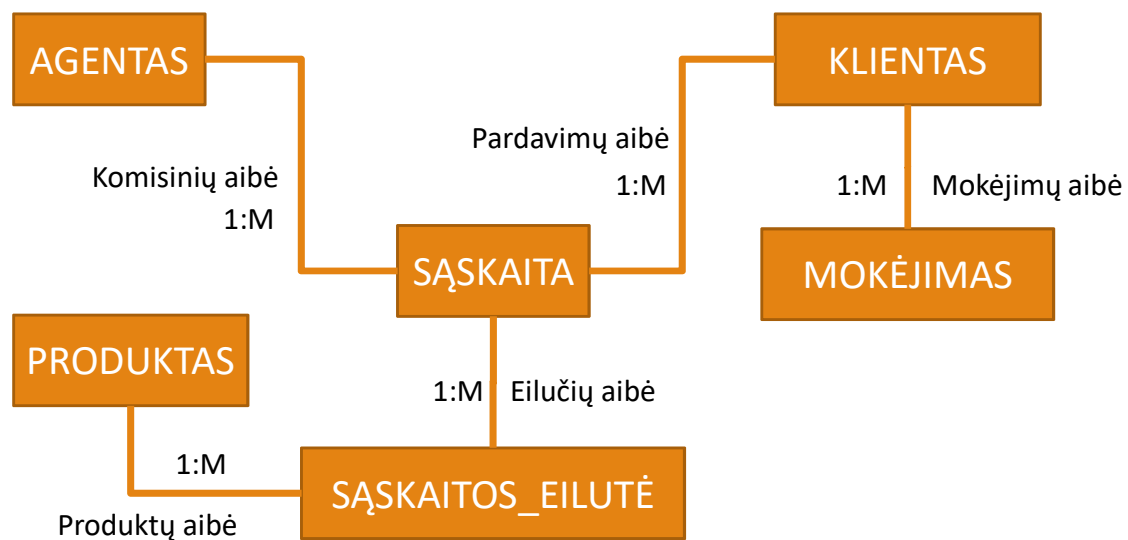
# 1968 -1980 m. m. nereliacinių DB era

---

## ➤ Tinklinės DB

- Kryptingas neciklinis grafas
- CODASYL (*Conference on Data Systems Languages*) darbo grupė (*Database Task Group (DBTG)*) standartizavo DB kūrimo ir manipuliavimo aplinką, (1971 m.) apibrėžė tokius komponentus:
  - schema – koncepcinis visos DB vaizdas, kurį mato DB administratorius
  - poschemė – DB schemos dalis, skirta taikomajai programai
  - duomenų manipuliavimo kalba

# Tinklinis duomenų modelis



# Tinklinio duomenų modelio savybės

---

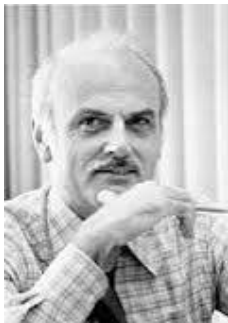
## ➤ Plusai:

- modelis lankstesnis nei hierarchinis
- galima realizuoti *daug-su-daug* ryšius
- lengviau pasiekti reikiamą informaciją
- standartizuoti sprendimai

## ➤ Minusai:

- Sudėtingoms programoms DB sistema tapdavo griozdiška
- Sunku projektuoti ir valdyti
- Išliko struktūrinės nepriklausomybės trūkumas

# Reliacinių DB ir DBVS era



- **1970 m. Edgar F. Codd (IBM matematikas) pristatė reliacinį duomenų modelį**
  - straipsnis “A Relational Model of Data for Large Shared Databanks” (*Communications of the ACM*, June 1970, pp. 377–387)
  - manyta, kad modelis sumanus, bet nepraktiškas
  - nors koncepcija paprasta, to laikmečio kompiuteriai per silpni ją realizuoti
- **IBM projektas System R, reliacinės DB prototipas → SQL ir DB2 sukūrimas**
- **Larry Ellison iniciatyva 1979 m. į rinką išleido pirmąją SQL grįstą reliacinę DB sistemą.**
  - 1983 m. išleista versija uždirbo apie 5 mln. \$. Kompanija pasivadino *Oracle*
- **IBM pirmąją reliacinę DB SQL/DS išleido 1980 m.**

# Reliacinio duomenų modelio savybės

---

## ➤ Plusai:

- minimalus duomenų dubliavimas
- struktūrinė nepriklausomybė
- koncepcinis paprastumas
- standartizuota užklausų kalba *SQL*- nurodo ką atlikti, nereikia nurodyti kaip atlikti
- galingesnės DBVS:
- RDBVS atlieka daugiau funkcijų nei hierarchinės ar tinklinės DBVS
- RDBVS paslepia nuo vartotojų sudėtingą modelio fizinę realizaciją, galimybę operuoti labiau suprantamoje, logiškoje aplinkoje

## ➤ Minusai:

- reikalauja nemažų techninės ir programinės įrangos išteklių
- gali skatinti prastą projektavimą ir realizavimą<sup>3</sup>

# Reliacinis DB modelis

---

Reliacinis duomenų bazės modelis (angl. *Relational DB model*) – matematinis duomenų modelis, skirtas reliacinėms DB projektuoti.

Reliacinis duomenų modelis apima:

- Loginė duomenų struktūra, išreikšta susijusiais santykiais
- Duomenų darnumą užtikrinanti integralumo taisyklių aibė
- Operacijų aibė, skirta manipuluoti duomenimis

# Reliacinio DB modelio teorinis pagrindas

## □ Predikatų logika

- leidžia patikrinti ar teiginys yra tiesa, ar melas, pavyzdžiui, ar modulio, kurio kodas yra P175B602, pavadinimas yra „Duomenų bazės“

## □ Aibių teorija

- apibrėžia duomenų manipuliavimo operacijas, pavyzdžiui, ar modulių aibėje yra modulių, kurie dėstomi antro kurso studentams

$IS\_MODULIAI = \{P130B001, P175B602, P170B112, P175B122\}$

$PS\_MODULIAI = \{P130B001, P175B602, P175B124, T125B114, T120B162\}$

$IS\_MODULIAI \cap PS\_MODULIAI = \{P130B001, P175B602\}$



# RDB modelis. Loginė duomenų struktūra

---

Pagrindinis elementas - matematinis santykis (angl. *Relation*)

Reliacinis modelis - tarpusavyje susietų santykių rinkinys

Matematinį santykį patogiau vaizduoti dvimate struktūra - lentele:

- Lentelė skirta vieno tipo esybių egzemplioriams saugoti
- Lentelės eilutė atitinka tik vieną esybės egzempliorių
- Kiekvienai lentelei suteikiamas vardas, kuris turėtų atspindėti atitinkamos esybės pavadinimą, o stulpeliai – to esybės savybių pavadinimus
- Lentelės vardas ir jos stulpelių aibė vadinama lentelės schema

# Lentelės (santykio) pavyzdys

lentelės vardas      stulpelis      atributas

lentelės schema

eilutė

ORO_UOSTAI		
kodas	pavadinimas	taku_sk
VNO	Vilnius	1
ROM	Leonardo Da Vinci	2
KUN	Kauno Karmėlavos	1

# Reliacinio modelio realizacija RDBVS

santykis  
(relation)

atributas  
(attribute)

kortežas  
(tuple)

SASKAITOS

sask_nr	balansas	tipas
12345	1000.00	taupomoji
67890	2255.90	einamoji

Reliacinė algebra ir skaičiavimai

$R = \pi_{balansas}(\sigma_{sask\_nr="12345"}(SASKAITOS))$

eilutė, įrašas  
(row, record)

lentelė  
(table)

stulpelis  
(column)

SASKAITOS

sask_nr	balansas	tipas
12345	1000.00	taupomoji
67890	2255.90	einamoji
...	...	...

SQL užklausa

SELECT balansas  
FROM SASKAITOS  
WHERE sask\_nr="12345"

# Lentelės stulpelių savybės. Pavyzdys

Unikalūs lentelės ribose

*DESTYTOJAI*

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	dirba_nuo	telefonas
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
5678	Rimantas	Butleris	profesorius	1980	<i>Null</i>
9012	Saulius	Gudas	profesorius	1974	<i>Null</i>

Tik viena reikšmė

Reikšmė nežinoma

# Lentelės savybės

Visos lentelės eilutės vienodai organizuotos, yra tos pačios struktūros.

*DESTYTOJAI*

<i>tabnr</i>	<i>vardas</i>	<i>pavarde</i>	<i>pareigos</i>	<i>dirba_nuo</i>	<i>telefonas</i>
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
5678	Rimantas	Butleris	profesorius		
9012	Saulius	Gudas			

← **Taip negali būti!**

# Lentelės savybės

Visose eilutėse yra tiek pat stulpelių, jie yra vienerūšiai, t. y. atskiros stulpelio reikšmės yra vieno tipo. Tačiau skirtinguose stulpeliuose reikšmės gali būti skirtingų tipų.

*DESTYTOJAI*

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	dirba_nuo	telefonas
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993 <b>int</b>	300382
5678	Rimantas	Butleris	profesorius	1980 <b>char</b>	<i>Null</i>
9012	Saulius	Gudas	profesorius	1974 <b>int</b>	<i>Null</i>

**Taip negali būti!**

# Lentelės savybės

Lentelėje negali būti tuščių eilučių, taip pat identiškų eilučių, nors atskirų stulpelių reikšmės gali būti tuščios arba pasikartojančios.

*DESTYTOJAI*

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	dirba_nuo	telefonas
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
<i>Null</i>	<i>Null</i>	<i>Null</i>	<i>Null</i>	<i>Null</i>	<i>Null</i>
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382

**Taip negali būti!**

# Lentelės savybės

*DESTYTOJAI*

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	dirba_nuo	telefonas
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
5678	Rimantas	Butleris	profesorius	1980	<i>Null</i>
9012	Saulius	Gudas	profesorius	1974	<i>Null</i>

Eilučių išdėstymo  
tvarka lentelėje nėra  
svarbi.



*DESTYTOJAI*

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	dirba_nuo	telefonas
5678	Rimantas	Butleris	docentas	1980	<i>Null</i>
9012	Saulius	Gudas	profesorius	1974	<i>Null</i>
1234	Rita	Butkienė	profesorius	1993	300382



# Lentelės savybės

DESTYTOJAI

tabnr	vardas	pavardė	pareigos	dirba_nuo	telefonas
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
5678	Rimantas	Butleris	profesorius	1980	<i>Null</i>
9012	Saulius	Gudas	profesorius	1974	<i>Null</i>

Stulpelių išdėstymo  
tvarka lentelėje nėra  
svarbi.



DESTYTOJAI

tabnr	pareigos	vardas	pavardė	dirba_nuo	telefonas
5678	docentas	Rita	Butkienė	1980	<i>Null</i>
9012	profesorius	Rimantas	Butleris	1974	<i>Null</i>
1234	profesorius	Saulius	Gudas	1993	300382

# Funkcinė priklausomybė

Atributas B funkciškai priklauso nuo atributo A ( $A \rightarrow B$ ), jei kiekviena ta pati A stulpelio reikšmė nustato (atitinka) tik vieną ir tą pačią B stulpelio reikšmę.

tabnr  $\rightarrow$  vardas, pavardė, pareigos, dirba\_nuo, telefonas

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	dirba_nuo	telefonas
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
5678	Rimantas	Butleris	profesorius	1980	<i>Null</i>
9012	Saulius	Gudas	profesorius	1974	<i>Null</i>

tabnr  $\rightarrow$  vardas, pavardė

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	pareigos_nuo
1234	Rita	Butkienė	lektorė	2001
1234	Rita	Butkienė	docentė	2003
5678	Rimantas	Butleris	profesorius	2005
9012	Saulius	Gudas	profesorius	2000

# Duomenų vientisumo sąlygos

---

DB lentelės atributų sudėčiai keliamos šios pagrindinės sąlygos:

- Tarp lentelės atributų **neturi būti nepageidaujamos funkcinės priklausomybės**;
- Lentelės atributų **rinkinys turi užtikrinti minimalų duomenų dubliavimą** bei jų nesudėtingą apdorojimą ir atnaujinimą.

Šios sąlygos įvykdomos atlikus DB lentelių norminimą, kuris užtikrina duomenų vientisumą.

*Pastaba: nuodugniau funkcinės priklausomybės bus nagrinėjamos 14 paskaitoje*

# Lentelė ir raktai

Atributas, kuris unikaliai identifikuoja lentelės eilutes, vadinamas **raktu**.

Tarp rakto ir kitų lentelės atributų yra funkcinė priklausomybė.

Lentelės eilutes unikaliai identifikuoti gali ir atributų grupė.

Raktas iš kelių atributų vadinamas **sudėtinio raktu**.

Atributas, įeinantis į rakto sudėtį, vadinamas **raktiniu atributu**.

Kartais lentelę gali sudaryti tik raktiniai atributai.

## UŽSAKYMAI

nr	data	busena
00001	2015.01.03	įvykdytas
00002	2015.02.11	įvykdytas
00001	2016.01.02	vykdomas

nr, data → busena

# Lentelė ir raktai

Bet koks raktas, kuris unikalčiai identifikuoja lentelės eilutes, dar vadinamas **superraktu** (angl. *Superkey*)

**Raktas kandidatas** yra superraktas be nebūtinų atributų, minimalus superraktas.

DESTYTOJU lentelės superraktai:

**tabnr**

tabnr, vardas

tabnr, vardas, pavarde

← raktas kandidatas

tabnr	vardas	pavarde	pareigos	dirba_nuo	telefonas
1234	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
5678	Rimantas	Butleris	profesorius	1980	<i>Null</i>
9012	Saulius	Gudas	profesorius	1974	<i>Null</i>

# Lentelė ir raktai

Kiekviena lentelė turi turėti **pirminį raktą** (angl. *Primary Key (PK)*).

**Pirminiu raktu** tampa raktas kandidatas.

Pirminis raktas užtikrina **esybės** (kategorijos) **integralumą**.

**Pirminio rakto atributai negali būti *Null*.**

DESTYTOJU lentelės raktai kandidatai:

**tabNr**

asmensKodas



*Projektuotojo pasirinktas pirminis raktas*

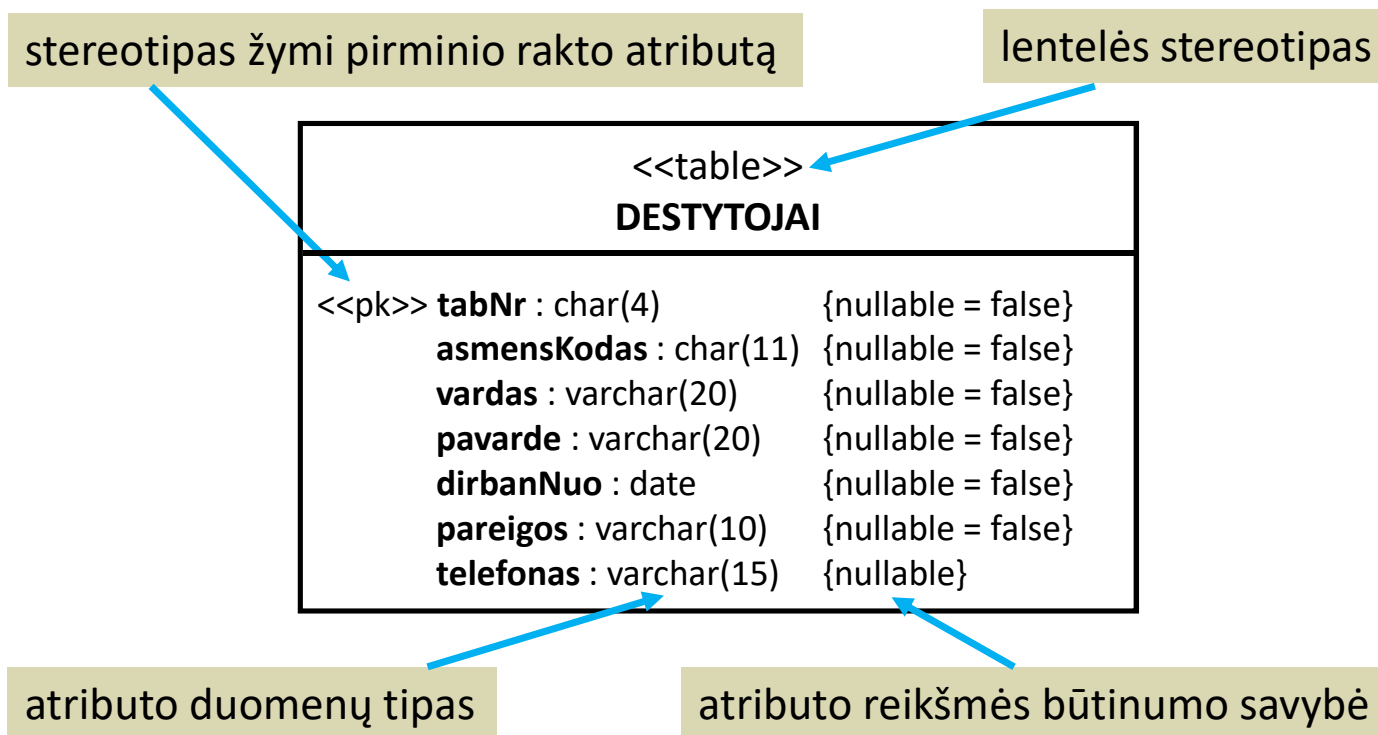
tabnr	asmens_kodas	vardas	pavarde	pareigos	dirbaNuo	telefonas
1234	47009090999	Rita	Butkienė	docentė	1993	300382
5678	35606060088	Rimantas	Butleris	profesorius	1980	<i>Null</i>
9012	35011111434	Saulius	Gudas	profesorius	1974	<i>Null</i>

# Kontrolinis klausimas

*Kuris (arba kurie) lentelės stulpelis (ar stulpeliai) yra pirminio rakto stulpelis (stulpeliai)?*

STUDENTAS	MODULIS	PRIVALOMUMAS	SEMESTRAS
S1	P175B602	Privalomas	04
S2	P175B602	Privalomas	04
S3	P175B602	Privalomas	03
S1	T100B101	Pasirenkamas	04
S2	T220B102	Pasirenkamas	04
S3	T333B103	Pasirenkamas	03

# Lentelės *DESTYTOJAI* schema (UML klasė)





# Išoriniai raktai

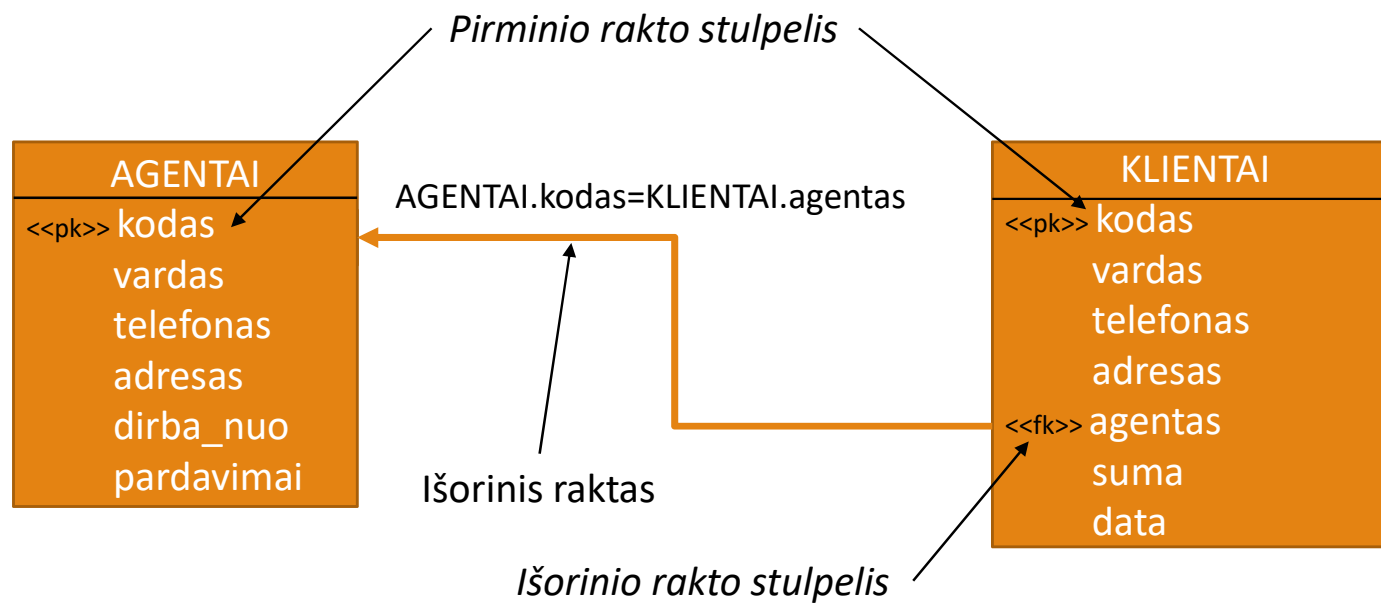
---

Reliacinį DB modelį sudaro tarpusavyje susietos lentelės.

Ryšį tarp lentelių užtikrina lenteles siejantys atributai.

**Išoriniu raktu** (angl. *Foreign Key (FK)*) vadinamas vienos lentelės atributas ar jų grupė, kuri kitoje lentelėje (ar net toje pačioje) atitinka pirminį raktą.

# Išorinio rakto pavyzdys



# Reliacinės DB lentelių pavyzdys

PK KLIENTAI				FK		
kodas	vardas	telefonas	adresas	agentas	suma	data
1	Jonas Jonaitis	866678785	Uogų g. 6, Kaunas	1	100	2016-10-01
2	Tomas Šimkus	865678759	Liepų g. 7, Vilnius	1	200	2016-09-07
3	Lina Butkutė	876789898	Brastos g. 1, Šilutė	2	50	2016-01-04
4	Rima Jurkutė	867676767	Akmenos g. 4, Alytus	3	300	2017-09-12
5	Agnė Letaitė	867675454	Zuikių g. 4, Kaunas	4	222	2018-03-23

AGENTAI					
kodas	vardas	telefonas	adresas	dirba_nuo	pardavimai
1	J. Jurkus	845456662	Taikos pr. 10, Kaunas	2010-01-09	90234
2	L. Tomkus	877777777	Vilniaus g. 2, Kaunas	2012-10-09	32891
3	E. Rimkus	877754345	Laisvės pr. 3, Vilnius	2012-08-07	32322
4	K. Lapkus	866666666	Pušų g. 5, Ukmergė	2013-04-05	1100

PK

# Nuorodų vientisumo sąlygos

---

Lentelėje išorinio rakto atributai gali būti tušti (*Null*), jei jie neįeina į pirminį raktą.

## Nuorodų vientisumo sąlyga:

- kiekvieno išorinio rakto reikšmė DB-je turi būti tuščia arba sutapti su viena pirminio rakto reikšme lentelėje, į kurią kreipia išorinis raktas.

# Lentelių susiejimo pavyzdys



*Nuorodų vientisumo pažeidimas*

# Lentelių susiejimo pavyzdys

STUDENTAI						
PK						
kodas	vardas	pavarde	Istojimo_metai	busena	telefonas	FK vadovas
11111	Rita	Butkutė	2012	ST	Null	Null
22222	Romas	Butėnas	2011	BR	866677777	11111
33333	Sigitas	Guoga	2013	ST	899977888	11111
44444	Agnė	Agnytė	2012	ST	865656556	55555
55555	Lukas	Lukaitis	2009	BR	Null	Null

# Ryšiai tarp lentelių

---

Išorinių raktų pagalba RDB galima realizuoti šio tipo ryšius:

- „vienas su daug“
- „vienas su vienu“
- Ryšys „daug su daug“ realizuojamas sukuriant ryšio lentelę su 2 išoriniais raktais.

**DB reliacinė schema** - visų jos lentelių schemų rinkinys kartu su lentelių išoriniais raktais.

# „Vienas su daug“ ryšio pavyzdys



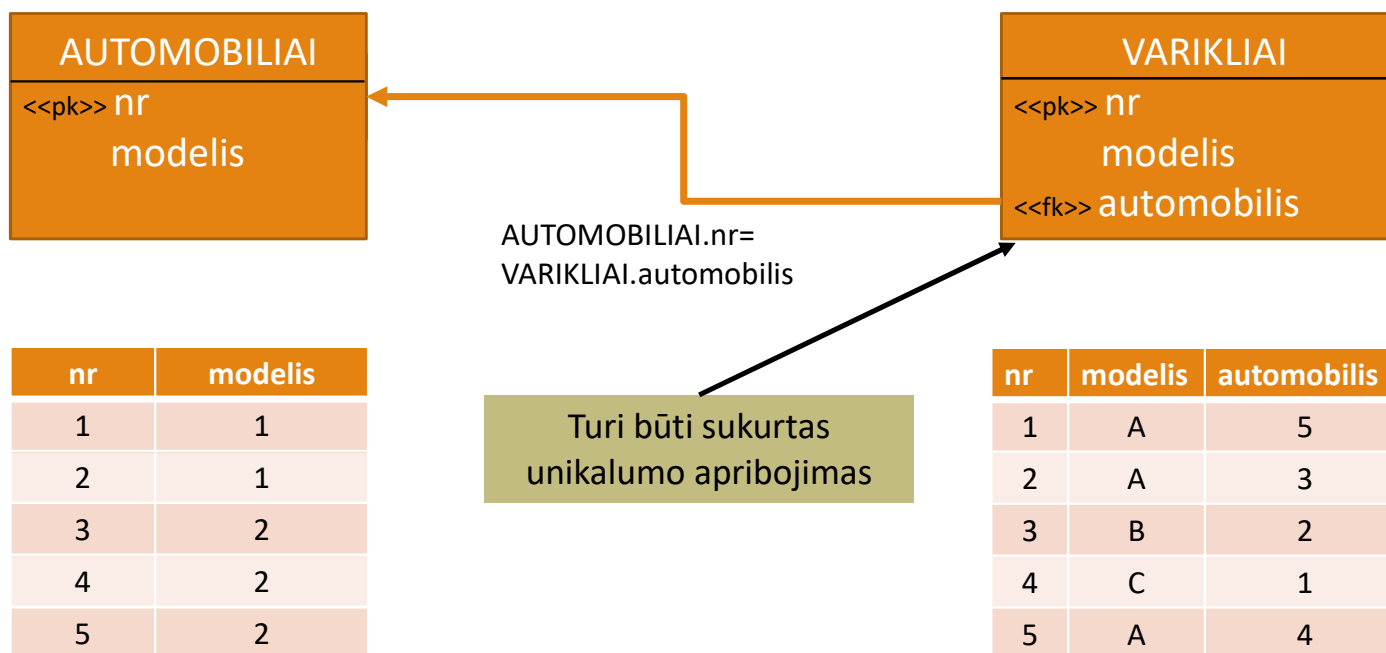
kodas	vardas
1	Jonas Jonaitis
2	Tomas Šimkus
3	Lina Butkutė
4	Rima Jurkutė
5	Agnė Letaitė

nr	modelis	savininkas
1	1	1
2	1	1
3	2	1
4	2	4
5	2	4

**Automobilio savininku gali būti tik 1 asmuo.**

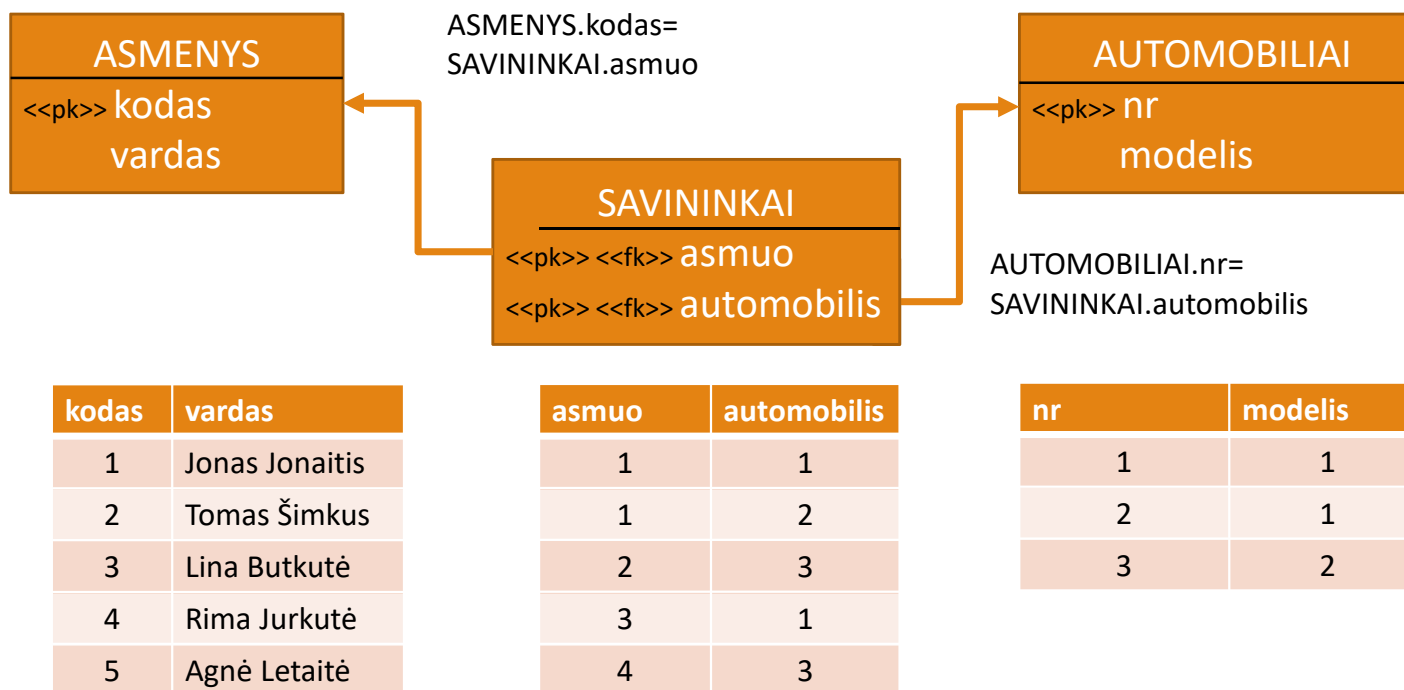


# „Vienas su vienu“ ryšio pavyzdys



**Automobilis gali turėti tik 1 variklį.**

# „Daug su daug“ ryšio pavyzdys



**Automobilio savininku gali būti daugiau nei 1 asmuo.**

# Apibendrinimas

---

- DB modelių evoliucija iki reliacinio DB modelio atsiradimo
- Reliacinio DB modelio privalumai ir trūkumai
- Esminės reliacinio DB modelio sąvokos: lentelė, schema, raktai, ryšiai

# Esybių ir ryšių modeliavimas

---

## 3 PASKAITA

# ER diagramų notacijos. UML

UML klasių diagrama ER modeliuoti



## 3 paskaita – savarankiškai

---

1. medžiaga apie ER modeliavimą – <https://open.ktu.edu>
2. ER modeliavimo kursas - <https://open.ktu.edu/course/view.php?id=137>

# Esybių ir ryšių modeliavimas

Pagrindinis / Kursai / Esybių ir ryšių modeliavimas / Įregistravimo parinktys

## Įregistravimo parinktys

### 🔗 Esybių ir ryšių modeliavimas

Esybių ir ryšių modeliavimas (naudojant UML klasių diagramos notaciją)



#### ▼ Savarankiška registracija (Besimokantysis)

Svečiai negali pasiekti šio kurso. Prašome prisijungti.

Tęsti

## ATVIRIEJI MOKYMAI OPEN COURSES



Naudotojo vardas

---

Slaptažodis

---

Pamiršote savo naudotojo vardą ar slaptažodį?

Prisijungti

Kurti paskyrą

Prisijungti su

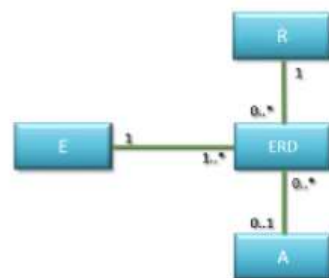
Prisijungti su Google

Prisijungti su KTU



# Esybių ir ryšių modeliavimas

Pagrindinis / Mano kursai / Esybių ir ryšių modeliavimas



## Esybių ir ryšių modeliavimas

Susipažinkite su esybių ir ryšių modeliavimo technika taikant UML klasių diagramos notaciją.

Kurso autoriai: doc. dr. Rita Butkienė, dr. Algirdas Šukys ir dr. Linas Ablonskis

► Viską išskleisti ▼ Viską sutraukti

Instrukcijos: Spragtelėjus ant dalies pavadinimo bus parodoma/paslepiama dalis.

► Apie kursą



# Atsiskaitymas už 3 paskaitą

---

Aktyvumo balas už 3 paskaitą turi būti sukauptas [open.ktu.edu](https://open.ktu.edu) Moodle kurse „Esybių ir ryšių modeliavimas“ **išsprendus 1-11 temose pateiktus testus.**

Galutinės užduoties atlikimas – pasiruošimas ER kontroliniui.

Įvertinkite kursą užpildydami klausimyną.

# Ačiū už dėmesį

---