

Tietokantojen perusteet

SQL – Useita tauluja

- Taulujen väliset riippuvuudet
 - Viiteavain, viite-eheys
 - Tietokannan kaavion graafinen esitys

Useita tauluja

- SQL-tietokanta koostuu yleensä useista tauluista, joiden tiedot liittyvät toisiinsa.
- Luentojen esimerkkisovellusalueella on yrityksen työntekijöille, osastoille ja projekteille kuillekin oma taulunsa.
- Taulujen tiedot liittyvät toisiinsa:
 - Kukin työntekijä työskentelee jollakin osastolla.
 - Osa työntekijöistä toimii toisten työntekijöiden esimiehinä.
 - Osa työntekijöistä osallistuu projekteihin tietyllä viikkotuntimäärällä.
- Taulujen tietoja liitetään toisiinsa **viiteavainrakenteen** (vierasavainrakenteen) avulla.

Viiteavain

- **Viiteavain** (foreign key) on
 - sarake tai sarakkeyhdistelmä,
 - jonka kaikki arvot ovat jonkin taulun pääavaimen arvoja tai tyhjäarvoja
- Viiteavain voi viitata toiseen tauluun.

tyontekija

ttnro	etunimi	sukunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka	Susi		1	
33	Ville	Viima		5	88
12	Pekka	Puro		5	33
98	Jenni	Joki		4	88
99	Alli	Kivi		4	98

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

Osastonro-sarake viittaa osasto-tilin sarakkeeseen onro. Se liittää työntekijä-tilin rivejä osasto-tilin riveihin.

Esim. Alli Kivi työskentelee Hallinto-osastolla.

Viiteavain

- Viiteavain voi viitata tauluun itseensä.
 - Liittää saman taulun rivejä toisiinsa.

tyontekija

ttnro	etunimi	sukunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka	Susi		1	
33	Ville	Viima		5	88
12	Pekka	Puro		5	33
98	Jenni	Joki		4	88
99	Alli	Kivi		4	98

Esim.
Jukka Sudella ei
ole esimiestä.

Ville Viiman
esimies on
Jukka Susi.

Esimiesnro-sarake viittaa tyontekija-tilin sarakkeeseen ttnro. Se liittää tyontekija-tilin rivejä toisiinsa.

Viiteavain

- Viiteavain määritellään taulun luontilauseessa **FOREIGN KEY** -avainsanoilla

FOREIGN KEY(sarake {,sarake}) REFERENCES taulu
[(pääavainsarake {,pääavainsarake})]

- Viiteavaimen on oltava yhteensopiva viitattavan taulun pääavaimen kanssa.
 - sarakkeiden lukumäärän ja
 - tietotyyppienon vastattava toisiaan

Viiteavain

```
CREATE TABLE osasto (  
  onro INT,  
  onimi VARCHAR(15) NOT NULL,  
  PRIMARY KEY (onro),  
  UNIQUE (onimi));
```

Taulu, johon viitataan
(jostakin toisesta
taulusta), on luotava
ensin.

```
CREATE TABLE tyontekija (  
  ttnro INT,  
  etunimi VARCHAR(15) NOT NULL,  
  sukunimi VARCHAR(20) NOT NULL,  
  saika DATE NOT NULL,  
  kotikunta VARCHAR(20) NOT NULL,  
  palkka NUMERIC(8,2),  
  puhelin VARCHAR(15),  
  osastonro INT NOT NULL,  
  esimiesnro INT,  
  PRIMARY KEY (ttnro),  
  FOREIGN KEY (osastonro) REFERENCES osasto(onro),  
  FOREIGN KEY (esimiesnro) REFERENCES tyontekija(ttnro));
```

Viiteavain

tyontekija

ttnro	etunimi	...	esimiesnro
88	Jukka		
33	Ville		88
12	Pekka		33
98	Jenni		88
99	Alli		98

projekti

pnro	pnimi
1	Tuote X
2	Tuote Y
3	Tuote Z

- Taulu voi toimia kahden taulun tietojen yhdistäjänä.

Osallistuu-taulu yhdistää tyontekija- ja projekti-
taulujen rivejä toisiinsa.

Esim. Pekka osallistuu Tuote X -projektiin 32.5
viikkotunnin verran.

osallistuu

ttnro	pnro	tunnit
12	1	32.5
12	2	7.5
33	2	10.0
33	3	10.0
99	3	30.0
99	1	10.0
98	2	15.0

Viiteavain

```
CREATE TABLE projekti (  
  pnro INT,  
  pnimi VARCHAR(15) NOT NULL,  
  PRIMARY KEY (pnro),  
  UNIQUE (pnimi));
```

osallistuu-taulun pääavain muodostuu ttnro- ja pnro-sarakkeista.

Kukin (ttnro, pnro)-pari voi esiintyä taulussa vain yhdellä rivillä.

```
CREATE TABLE osallistuu (  
  ttnro INT,  
  pnro INT,  
  tunnit NUMERIC(3,1),  
  PRIMARY KEY (ttnro,pnro),  
  FOREIGN KEY (ttnro) REFERENCES tyontekija,  
  FOREIGN KEY (pnro) REFERENCES projekti);
```

projekti

pnro	pnimi
1	Tuote X
2	Tuote Y
3	Tuote Z

osallistuu

ttnro	pnro	tunnit
12	1	32.5
12	2	7.5
33	2	10.0
33	3	10.0
99	3	30.0
99	1	10.0
98	2	15.0

Viittauksen kohteena olevan pääavainsarakkeen voi jättää pois.

Viite-eheys

- Viiteavainrajoitteita ei ole välttämätöntä antaa taulua määriteltäessä, mutta ...
- kun ne on määritelty, tietokannanhallintajärjestelmä (esim. PostgreSQL) tarkistaa tietoja päivitettäessä viittausten johdonmukaisuuden.
- SQLite on poikkeus eikä valvo viite-eheyttä oletusarvoisesti, vaan viite-eheyden valvonta laitetaan päälle komennolla
`PRAGMA foreign_keys = ON;`
- Voidaan viitata vain olemassa oleviin riveihin ja arvoihin.

Viite-eheys

Alla oleva rivin lisääminen ei onnistu, koska osasto-
taulussa ei ole riviä, jolla onro = 10.

```
INSERT INTO tyontekija  
VALUES (102, 'Nelli', 'Naakka', '1988-09-09',  
'Toijala', 2900.00, NULL, 10, 33);
```

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

PostgreSQL-tietokannanhallintajärjestelmän antama virheilmoitus:

```
=> INSERT INTO tyontekija  
-> VALUES (102, 'Nelli', 'Naakka', '1988-09-09', 'Toijala', 2900.00, NULL, 10, 33);
```

```
ERROR: insert or update on table "tyontekija" violates  
foreign key constraint "tyontekija_osastonro_fkey"  
DETAIL: Key (osastonro)=(10) is not present in table "osasto".
```

SQLite-tietokannanhallintajärjestelmän antama virheilmoitus:

```
SQL error: foreign key constraint failed
```

Viite-eheys PostgreSQL:ssä ja SQLitessa

- Viiteavainmäärittelyn yhteydessä voidaan antaa toimintasääntö, minkä mukaan toimitaan, jos muutos- tai poisto-operaatio (UPDATE tai DELETE) uhkaa rikkoa viite-eheyden.
- Toimintasäännöt PostgreSQL:ssä ja SQLitessa
 - NO ACTION
 - oletussääntö
 - Jos viitteen kohde katoaisi operaation seurauksena, operaatio estetään (ei tehdä muutosta tai poistoa) *
 - RESTRICT
 - Jos viitteen kohde katoaa, operaatio estetään*
 - CASCADE
 - Muutokset vyörytetään viitanneisiin riveihin
 - SET NULL
 - Jos viitteen kohde katoaa, asetetaan viitannut arvo tyhjäärvoksi.
 - SET DEFAULT
 - Jos viitteen kohde katoaa, asetetaan viitannut arvo oletusarvoksi.

*NO ACTION ja RESTRICT –toimintasäännöillä on ero PostgreSQL:ssä ja SQLitessa (liittyy transaktioihin); tämä on tietokantojen jatkokurssien asioita.

Viite-eheys

```
CREATE TABLE tyontekija (  
  ttnro INT,  
  etunimi VARCHAR(15) NOT NULL,  
  sukunimi VARCHAR(20) NOT NULL,  
  saika DATE NOT NULL,  
  kotikunta VARCHAR(20) NOT NULL,  
  palkka NUMERIC(8,2),  
  puhelin VARCHAR(15),  
  osastonro INT NOT NULL,  
  esimiesnro INT,  
  PRIMARY KEY (ttnro),  
  FOREIGN KEY (osastonro) REFERENCES osasto(onro),  
  FOREIGN KEY (esimiesnro) REFERENCES tyontekija(ttnro));
```

Kun viiteavain määritellään, on NO ACTION -toimintasääntö oletusarvoisesti voimassa muutos- ja poisto-operaatioille.

Viite-eheys: PostgreSQL:n ja SQLiten toimintasäännöt

NO ACTION

Table "public.tyontekija"

Column	Type	Modifiers
ttnro	integer	not null
etunimi	character varying(15)	not null
sukunimi	character varying(20)	not null
saika	date	not null
kotikunta	character varying(20)	not null
palkka	numeric(8,2)	
puhelin	character varying(15)	
osastonro	integer	not null
esimiesnro	integer	

Indexes:

"tyontekija_pkey" PRIMARY KEY, btree (ttnro)

Foreign-key constraints:

"tyontekija_esimiesnro_fkey" FOREIGN KEY (esimiesnro) REFERENCES tyontekija(ttnro)

"tyontekija_osastonro_fkey" FOREIGN KEY (osastonro) REFERENCES osasto(onro)

Referenced by:

TABLE "osallistuu" CONSTRAINT "osallistuu_ttnro_fkey" FOREIGN KEY (ttnro) REFERENCES tyontekija(ttnro)

TABLE "tyontekija" CONSTRAINT "tyontekija_esimiesnro_fkey" FOREIGN KEY (esimiesnro) REFERENCES tyontekija(ttnro)

Viite-eheys

NO ACTION

- Viittauksen kohteena olevaa arvoa ei voi muuttaa eikä riviä poistaa.
- Muita arvoja voidaan muuttaa.
- Rivi, joka ei ole viittauksen kohteena, voidaan poistaa.

NO ACTION

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

Muutosoperaatiota

```
UPDATE osasto  
SET onro = 500  
WHERE onro = 5;
```

ei suoriteta, vaan seurauksena on tietokannanhallintajärjestelmän antama virheilmoitus:

```
=> UPDATE osasto  
-> SET onro = 500  
-> WHERE onro = 5;
```

```
ERROR: update or delete on table "osasto" violates  
foreign key constraint "tyontekija_osastonro_fkey" on table "tyontekija"  
DETAIL: Key (onro)=(5) is still referenced from table "tyontekija".
```

NO ACTION

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

Poisto-operaatiota

```
DELETE FROM osasto  
WHERE onro = 5;
```

ei suoriteta, vaan seurauksena on tietokannanhallintajärjestelmän antama virheilmoitus:

```
=> DELETE FROM osasto  
-> WHERE onro = 5;
```

ERROR: update or delete on table "osasto" violates foreign key constraint "tyontekija_osastonro_fkey" on table "tyontekija"

DETAIL: Key (onro)=(5) is still referenced from table "tyontekija".

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

```
UPDATE osasto
SET onimi = 'Tutkimuskeskus'
WHERE onro = 5;
```

```
UPDATE tyontekija
SET osastonro = 5,
    esimiesnro = 33
WHERE ttnro = 99;
```

taulut muutosoperaatioiden jälkeen:

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimuskeskus

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		5	33

NO ACTION

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus
6	Markkinointi

Muutos

```
UPDATE osasto  
SET onro = 600  
WHERE onro = 6;
```

onnistuu, koska arvo 6 ei ole viittauksen kohteena.

taulut muutosoperaation jälkeen:

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus
600	Markkinointi

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

NO ACTION

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus
6	Markkinointi

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

Poisto

```
DELETE FROM osasto  
WHERE onro = 6;
```

onnistuu, koska poistettava rivi (rivillä oleva arvo 6) ei ole viittauksen kohteena.

taulut poisto-operaation jälkeen:

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

Viite-eheys: PostgreSQL:n ja SQLiten toimintasäännöt

CASCADE

```
CREATE TABLE tyontekija (  
  ttnro INT,  
  etunimi VARCHAR(15) NOT NULL,  
  sukunimi VARCHAR(20) NOT NULL,  
  saika DATE NOT NULL,  
  kotikunta VARCHAR(20) NOT NULL,  
  palkka NUMERIC(8,2),  
  puhelin VARCHAR(15),  
  osastonro INT NOT NULL,  
  esimiesnro INT,  
  PRIMARY KEY (ttnro),  
  FOREIGN KEY(osastonro) REFERENCES osasto(onro)  
  ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,  
  FOREIGN KEY (esimiesnro) REFERENCES tyontekija(ttnro)  
  ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE);
```

Oletetaan kalvoilla 21-23, että tietokannassa on vain osasto- ja tyontekija-taulut.

Viite-eheys: PostgreSQL:n ja SQLiten toimintasäännöt

CASCADE

Table "public.tyontekija"		
Column	Type	Modifiers
ttnro	integer	not null
etunimi	character varying(15)	not null
sukunimi	character varying(20)	not null
saika	date	not null
kotikunta	character varying(20)	not null
palkka	numeric(8,2)	
puhelin	character varying(15)	
osastonro	integer	not null
esimiesnro	integer	

Indexes:

"tyontekija_pkey" PRIMARY KEY, btree (ttnro)

Foreign-key constraints:

"tyontekija_esimiesnro_fkey" FOREIGN KEY (esimiesnro) REFERENCES tyontekija(ttnro) ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE

"tyontekija_osastonro_fkey" FOREIGN KEY (osastonro) REFERENCES osasto(onro) ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE

Referenced by:

TABLE "tyontekija" CONSTRAINT "tyontekija_esimiesnro_fkey" FOREIGN KEY (esimiesnro) REFERENCES tyontekija(ttnro) ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE

Viite-eheys: PostgreSQL:n ja SQLiten toimintasäännöt

ON UPDATE CASCADE

- Kun viittauksen kohteena olevaa arvoa muutetaan, tehdään vastaava muutos päivitettyyn riviin viittanneisiin riveihin.

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

```
UPDATE osasto  
SET onro = 500  
WHERE onro = 5;
```

Taulut UPDATE-lauseen suorituksen jälkeen

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
500	Tutkimus

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		500	88
12	Pekka		500	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

Viite-eheys: PostgreSQL:n ja SQLiten toimintasäännöt

ON DELETE CASCADE

- Kun viittauksen kohteena oleva rivi poistetaan, poistetaan myös siihen viittanneet rivit

osasto

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto
5	Tutkimus

tyontekija

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
33	Ville		5	88
12	Pekka		5	33
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

DELETE FROM osasto
WHERE onro = 5;

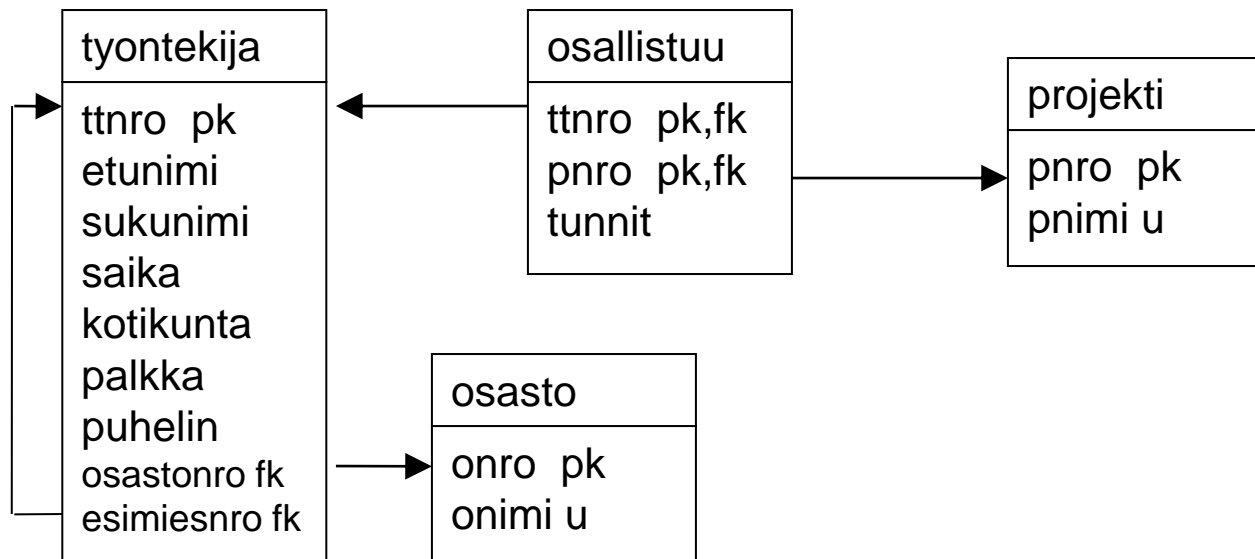
Taulut DELETE-lauseen suorituksen jälkeen

onro	onimi
1	Pääkonttori
4	Hallinto

ttnro	etunimi	...	osastonro	esimiesnro
88	Jukka		1	
98	Jenni		4	88
99	Alli		4	98

Pää- ja viiteavaimet tietokannan kaavion graafisessa esityksessä

- Eräs tietokannan kaavion graafinen esitystapa
 - taulut suorakaiteita, joissa sarakkeet lueteltu allekkain
 - pääavaimet merkitty pk-merkinnällä
 - avaimet merkitty u-merkinnällä
 - viiteavaimet merkitty fk-merkinnällä ja nuolilla: viiteavaimen kohdalta lähtee nuoli viittauksen kohteeseen



- Tietokannan kaavio on kokoelma tietokannan taulujen kaavioita.