

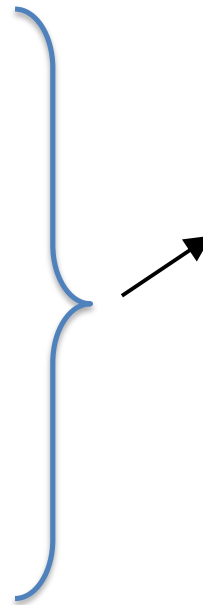
SQL-kieli pintaa syvemmältä ...

lehtori Harri Keto, TTY Pori
harri.keto@tuni.fi

Relaatietietokannan käsittelyn taustateoriana on relaatioalgebra

Relaatioalgebra

- matemaattiset joukko-operaatiot
 - yhdiste (*union*)
 - erotus (*difference, minus*)
 - leikkaus (*intersection*)
 - tulo (*cartesian product*)
- erityiset relaatio-operaatiot
 - valinta (*selection*)
 - projektio (*projection*)
 - liitos (*join*)
 - jako (*division*)
- laajennukset
 - ryhmittely ja koostefunktiot



Structured Query Language (SQL)

- DML : Data Manipulation Language
 - select
 - insert, update, delete
- tietojen kuvaus
 - DDL : Data Definition Language
 - VDL : View Definition Language
 - SDL : Storage Definition Language
- ...

Relaatioalgebra ja relaatiokalkyyli (1)

- Relaatioalgebra
 - sisältää relaatiomallin perusoperaatiot, joilla kyselyt voidaan toteuttaa
 - Kyselyn tuloksena on uusi relaatio, joka on voitu muodostaa yhdestä tai useammasta relaatiosta
 - Vahva teoriaperusta relaatiomallin operaatioille
 - Kyselyjen ja niiden optimoinnin implementoinnin perusta tiedonhallintajärjestelmiin
 - Relaatioalgebraa käytettäessä kirjoitetaan operaatioiden sekvenssi ("proseduuri), jolla ilmaistaan kyselyn evaluointi ja itse kysely
- Relaatiokalkyyli
 - Vaihtoehtoinen, yhtä ilmaisuvoimainen formaali esitys
 - Perustana matemaattisen logiikan osa-alue: predikaattilogiikka
 - Tuloksena syntyy yksi määritys tulosjoukolle

Esimerkki

Relaatioalgebra

```

RESEARCH_DEPT  $\leftarrow \sigma_{Dname='Research'}(DEPARTMENT)$ 
RESEARCH_EMPS  $\leftarrow (RESEARCH\_DEPT \bowtie_{Dnumber=Dno} EMPLOYEE)$ 
RESULT  $\leftarrow \pi_{Fname, Lname, Address}(RESEARCH\_EMPS)$ 

```

As a single expression, this query becomes

```

 $\pi_{Fname, Lname, Address} (\sigma_{Dname='Research'} (DEPARTMENT$ 
 $\bowtie_{Dnumber=Dno} (EMPLOYEE)))$ 

```

Relaatiokalkyyli

```

{t.Fname, t.Lname, t.Address | EMPLOYEE(t) AND ( $\exists d$ )
  (DEPARTMENT(d) AND d.Dname='Research' AND d.Dnumber=t.Dno)}

```

Relaatioalgebra ja relaatiokalkyyli (2)

- Relaatiokalkyyliä pidetään relaatioalgebraa nähden korkeamman tason kielenä
 - enemmän ”mitä” –tasolla
- Yksinkertaisissa kyselyissä relaatioalgebran tai relaatiokalkyylin käyttö ei ole välttämätöntä
 - Kirjoitetaan suoraan SQL-kielinen kysely
- Monimutkaisissa kyselyissä relaatioalgebran tai vaihtoehtoisesti relaatiokalkyylin osaaminen edesauttaa validin kyselyn johtamista (joskus jopa ainoa varma tapa).

Kts. lisää Elmasri & Navathe: Fundamentals of Database Systems

What is SQL and what can SQL do?

See http://www.w3schools.com/sql/sql_intro.asp

Structured Query Language (SQL)

- access and manipulate databases
- execute queries against a database
- retrieve data from a database
- insert records in a database
- update records in a database
- delete records from a database
- create new databases
- create new tables in a database
- create stored procedures in a database
- create views in a database
- set permissions on tables, procedures, and views

SQL –kielen standardointi

<https://en.wikipedia.org/wiki/SQL>

Year	Name	Alias	Comments
1986	SQL-86	SQL-87	First formalized by ANSI.
1989	SQL-89	FIPS 127-1	Minor revision that added integrity constraints, adopted as FIPS 127-1.
1992	SQL-92	SQL2, FIPS 127-2	Major revision (ISO 9075), <i>Entry Level</i> SQL-92 adopted as FIPS 127-2.
1999	SQL:1999	SQL3	Added regular expression matching, recursive queries (e.g. transitive closure), triggers , support for procedural and control-of-flow statements, non-scalar types (arrays), and some object-oriented features (e.g. structured types). Support for embedding SQL in Java (SQL/OLB) and vice versa (SQL/JRT).
2003	SQL:2003		Introduced XML -related features (SQL/XML), window functions , standardized sequences, and columns with auto-generated values (including identity-columns).
2006	SQL:2006		ISO/IEC 9075-14:2006 defines ways that SQL can be used with XML. It defines ways of importing and storing XML data in an SQL database, manipulating it within the database, and publishing both XML and conventional SQL-data in XML form. In addition, it lets applications integrate queries into their SQL code with XQuery , the XML Query Language published by the World Wide Web Consortium (W3C), to concurrently access ordinary SQL-data and XML documents. ^[34]
2008	SQL:2008		Legalizes ORDER BY outside cursor definitions. Adds INSTEAD OF triggers, TRUNCATE statement, ^[35] FETCH clause.
2011	SQL:2011		Adds temporal data (PERIOD FOR) ^[36] (more information at: Temporal database#History). Enhancements for window functions and FETCH clause. ^[37]
2016	SQL:2016		Adds row pattern matching, polymorphic table functions, JSON .
2019	SQL:2019		Adds Part 15, multidimensional arrays (MDarray type and operators).

Välineitä omalle työasemallesi

Voit tutustua SQLite tuotteeseen ja asentaa työasemallesi SQLite tietokannan osoitteesta

- <https://www.sqlitetutorial.net/>

Lisää välineitä löydät osoitteesta

- <https://dbmstools.com/databases/sqlite>
 - Esim Dbeaver: <https://dbeaver.io/>

Esimerkkeitä SQL-kielen käytöstä

- Seuraavissa kalvoissa on lisää yksinkertaisia esimerkkejä SQL-kielen käytöstä

Esimerkkitaulut

OSASTO

OSNRO	OSNIMI	SIJAINTI
10	Talous	Tampere
20	Tutkimus	Pori
30	Myynti	Rauma
40	Tuotanto	Kankaanpää

PALKKALUOKAT

LUOKKA	ALARAJA	YLARAJA
1	700	1200
2	1201	1400
3	1401	2000
4	2001	3000
5	3001	9999

HENKILO

HNRO	HNIMI	TEHTAVA	ESIMIES	SOPIMUSPVM	PALKKA	PROVIKKA	OSNRO
7369	SMITH	CLERK	7902	1980-12-17	800	0	20
7499	ALLEN	SALESMAN	7698	1981-02-20	1600	300	30
7521	WARD	SALESMAN	7698	1981-02-22	1250	500	30
7566	JONES	MANAGER	7839	1981-04-02	2975	0	20
7654	MARTIN	SALESMAN	7698	1981-09-12	1250	1400	30
7698	BLAKE	MANAGER	7839	1981-05-01	2850	0	30
7782	CLARK	MANAGER	7839	1981-06-09	2450	0	10
7788	SCOTT	ANALYST	7566	1982-12-09	3000	0	20
7839	KING	PRESIDENT	0	1981-11-17	5000	0	10
7844	TURNER	SALESMAN	7698	1981-09-08	1500	0	30
7876	ADAMS	CLERK	7788	1983-01-12	1100	0	20
7900	JAMES	CLERK	7698	1981-12-03	950	0	30
7902	FORD	ANALYST	7566	1981-12-03	3000	0	20
7934	MILLER	CLERK	7782	1982-01-23	1300	0	10

Valinta (SELECT)

Tulosta henkilötiedot johtajista sekä osaston 10 sihteeristä

```
select * from HENKILO  
where TEHTAVA = 'MANAGER'  
or  
( TEHTAVA = 'CLERK' and OSNRO = 10)
```

<u>HNRO</u>	HNIMI	TEHTAVA	ESIMIES	SOPIMIUSPVM	PALKKA	PROVIKKA	OSNRO
7369	SMITH	CLERK	7902	17-DEC-80	800		20
7499	ALLEN	SALESMAN	7698	20-FEB-81	1600	300	30
7521	WARD	SALESMAN	7698	22-FEB-81	1250	500	30
7566	JONES	MANAGER	7839	02-APR-81	2975		20
7654	MARTIN	SALESMAN	7698	28-SEP-81	1250	1400	30
7698	BLAKE	MANAGER	7839	01-MAY-81	2850		30
7782	CLARK	MANAGER	7839	09-JUN-81	2450		10
7788	SCOTT	ANALYST	7566	09-DEC-82	3000		20
7839	KING	PRESIDENT		17-NOV-81	5000		10
7844	TURNER	SALESMAN	7698	08-SEP-81	1500	0	30
7876	ADAMS	CLERK	7788	12-JAN-83	1100		20
7900	JAMES	CLERK	7698	03-DEC-81	950		30
7902	FORD	ANALYST	7566	03-DEC-81	3000		20
7934	MILLER	CLERK	7782	23-JAN-82	1300		10

Lajittelu

Tulosta yrityksen työntekijöistä osasto, nimi ja palkka ensisijaisesti nousevassa osastonumerojärjestyksessä ja toissijaisesti laskevassa palkan mukaisessa järjestyksessä.

```
select OSNRO, HNIMI, PALKKA  
from HENKILO  
order by OSNRO, PALKKA desc
```

OSNRO	HNIMI	PALKKA
10	KING	5000
10	CLARK	2450
10	MILLER	1300
20	FORD	3000
20	SCOTT	3000
20	JONES	2975
20	ADAMS	1100
20	SMITH	800
30	BLAKE	2850
30	ALLEN	1600
30	TURNER	1500
30	MARTIN	1250
30	WARD	1250
30	JAMES	950

Projektio

Selvitä yrityksen (erilaiset) tehtävänimikkeet.

HNRO	HNIMI	TEHTAVA	ESIMIES	SOPIMUSPVM	PALK
7369	SMITH	CLERK	7902	17-DEC-80	8
7499	ALLEN	SALESMAN	7698	20-FEB-81	16
7521	WARD	SALESMAN	7698	22-FEB-81	12
7566	JONES	MANAGER	7839	02-APR-81	29
7654	MARTIN	SALESMAN	7698	28-SEP-81	12
7698	BLAKE	MANAGER	7839	01-MAY-81	28
7782	CLARK	MANAGER	7839	09-JUN-81	24
7788	SCOTT	ANALYST	7566	09-DEC-82	30
7839	KING	PRESIDENT		17-NOV-81	50
7844	TURNER	SALESMAN	7698	08-SEP-81	15
7876	ADAMS	CLERK	7788	12-JAN-83	11
7900	JAMES	CLERK	7698	03-DEC-81	9
7902	FORD	ANALYST	7566	03-DEC-81	30
7934	MILLER	CLERK	7782	23-JAN-82	13

**select distinct tehtava
from HENKILO**

TEHTAVA

CLERK

SALESMAN

MANAGER

ANALYST

PRESIDENT

Valinta ja projektio

Tulosta kaikkien johtajien (manager) ja osaston 10 sihteerien (clerk) palkkatiedot

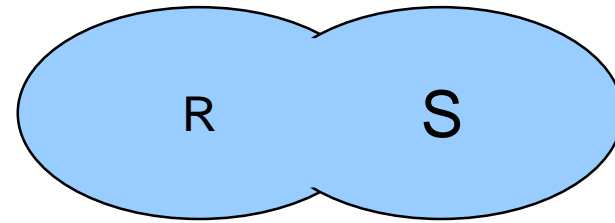
HNRO	HNIMI	TEHTAVA	ESIMIES	SOPIMUSPVM	PALKKA	PROVIKKA	OSNRO
7369	SMITH	CLERK	7902	17-DEC-80	800		20
7499	ALLEN	SALESMAN	7698	20-FEB-81	1600	300	30
7521	WARD	SALESMAN	7698	22-FEB-81	1250	500	30
7566	JONES	MANAGER	7839	02-APR-81	2975		20
7654	MARTIN	SALESMAN	7698	28-SEP-81	1250	1400	30
7698	BLAKE	MANAGER	7839	01-MAY-81	2850		30
7782	CLARK	MANAGER	7839	09-JUN-81	2450		10
7788	SCOTT	ANALYST	7566	09-DEC-82	3000		20
7839	KING	PRESIDENT		17-NOV-81	5000		10
7844	TURNER	SALESMAN	7698	08-SEP-81	1500	0	30
7876	ADAMS	CLERK	7788	12-JAN-83	1100		20
7900	JAMES	CLERK	7698	03-DEC-81	950		30
7902	FORD	ANALYST	7566	03-DEC-81	3000		20
7934	MILLER	CLERK	7782	23-JAN-82	1300		10

```
select hnimi, palkka
from HENKILO
where tehtava = 'MANAGER'
   or tehtava = 'CLERK'
   and osnro = 10
```

```
...
where tehtava
IN ('MANAGER','CLERK')
...
```

hnimi	palkka
JONES	2975
BLAKE	2850
CLARK	2450
MILLER	1300

Yhdiste (UNION)



Tulosta tiedot johtajista ja sihtereistä

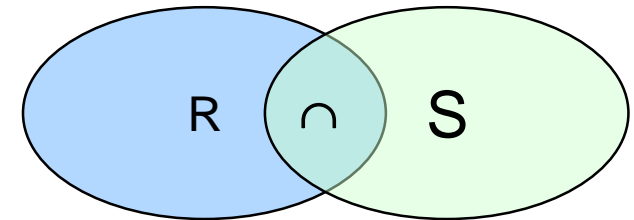
```
select *
from   HENKILO
where  TEHTAVA = 'MANAGER'
       or  TEHTAVA = 'CLERK'
```

```
select *
from   HENKILO
where  TEHTAVA = 'MANAGER'
UNION
select *
from   HENKILO
where  TEHTAVA = 'CLERK'
```

HNRO	HNIMI	TEHTAVA	ESIMIES	SOPIMUSPVM	PALKKA	PROVIKKA	OSNRO
7566	JONES	MANAGER	7839	1981-04-02	2975	0	20
7698	BLAKE	MANAGER	7839	1981-05-01	2850	0	30
7782	CLARK	MANAGER	7839	1981-06-09	2450	0	10
7369	SMITH	CLERK	7902	1980-12-17	800	0	20
7876	ADAMS	CLERK	7788	1983-01-12	1100	0	20
7900	JAMES	CLERK	7698	1981-12-03	950	0	30
7934	MILLER	CLERK	7782	1982-01-23	1300	0	10

Leikkaus (intersection)

Tulosta tiedot työntekijöistä, jotka työskentelevät osastolla 10 ja joiden tehtävänimike on sihteeri.



```
select *  
from   HENKILO  
where  TEHTAVA = 'CLERK'  
and    OSNRO = 10
```

HNRO	HNIMI	TEHTAVA	ESIMIES	SOPIMUSPVM	PALKKA	PROVIKKA	OSNRO
7934	MILLER	CLERK	7782	1982-01-23	1300	0	10

Liitos (JOIN) (= tulo & valinta)

Ketkä työskentelevät Porissa ?

```
select HNIMI
from HENKILO, OSASTO
where SIJAINTI = 'Pori'
and HENKILO.OSNRO = OSASTO.OSNRO
```

HNIMI
SMITH
JONES
SCOTT
ADAMS
FORD

```
select h.HNIMI, h.OSNRO
from HENKILO h join OSASTO o
on h.OSNRO = o.OSNRO
where o.SIJAINTI = 'Pori'
```

HNIMI	OSNRO
SMITH	20
JONES	20
SCOTT	20
ADAMS	20
FORD	20

Luonnollinen liitos (*natural join*) ja yhtäsuuruusliitos (*equijoin*)

```
select HNIMI from HENKILO
natural join OSAITO where SIJAINTI = 'Pori'
```

```
select HNIMI
from   HENKILO h join OSAITO o
      on h.OSNRO = o.OSNRO
where  SIJAINTI = 'Pori'
```

HNIMI

SMITH

JONES

SCOTT

ADAMS

FORD

JOIN esimerkki

Selvitä kunkin työntekijän palkkaluokka.

```
select HNIMI, LUOKKA, TEHTAVA, PALKKA
from HENKILO h join PALKKALUOKAT p
    on h.PALKKA between p.ALARAJA and p.YLARAJA
order by LUOKKA, HNIMI;
```

```
select h.HNIMI, p.LUOKKA, h.TEHTAVA, h.PALKKA
from HENKILO h, PALKKALUOKAT p
where h.PALKKA between p.ALARAJA and p.YLARAJA
order by LUOKKA, HNIMI;
```

LUOKKA	ALARAJA	YLARAJA
1	700	1200
2	1201	1400
3	1401	2000
4	2001	3000
5	3001	9999

HNIMI	LUOKKA	TEHTAVA	PALKKA
ADAMS	1	CLERK	1100
JAMES	1	CLERK	950
SMITH	1	CLERK	800
MARTIN	2	SALESMAN	1250
MILLER	2	CLERK	1300
WARD	2	SALESMAN	1250
ALLEN	3	SALESMAN	1600
TURNER	3	SALESMAN	1500
BLAKE	4	MANAGER	2850
CLARK	4	MANAGER	2450
FORD	4	ANALYST	3000
JONES	4	MANAGER	2975
SCOTT	4	ANALYST	3000
KING	5	PRESIDENT	5000

Ulkoinen liitos (outer join)

Tulosta tiedot osastoista (nimi ja sijainti) ja kunkin osaston työntekijöistä (nimi) siten, että vailla työntekijöitäkin olevien osastojen tiedot tulostuvat.

```
select OSNIMI, SIJAINTI, HNIMI
from HENKILO h right outer join OSASTO o
on h.OSNRO = o.OSNRO
order by OSNIMI;
```

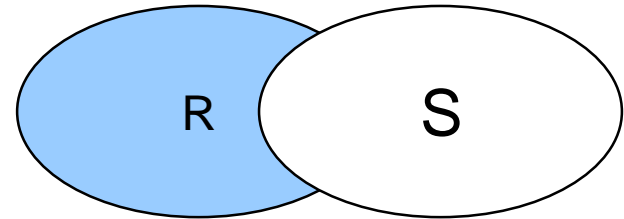


OSNIMI	SIJAINTI	HNIMI
Myynti	Rauma	MARTIN
Myynti	Rauma	JAMES
Myynti	Rauma	WARD
Myynti	Rauma	ALLEN
Myynti	Rauma	BLAKE
Myynti	Rauma	TURNER
Talous	Tampere	KING
Talous	Tampere	CLARK
Talous	Tampere	MILLER
Tuotanto	Kankaanpää	NULL
Tutkimus	Pori	SMITH
Tutkimus	Pori	FORD
Tutkimus	Pori	JONES
Tutkimus	Pori	SCOTT
Tutkimus	Pori	ADAMS

Erotus (difference, minus)

Esimerkki:

Millä osastolla ei ole työntekijöitä?



Toteutus ulkoisella liitoksella:

select o.OSNIMI

from OSASTO o **left outer join** HENKILO h **on** o.OSNRO = h.OSNRO

where h.HNIMI **is null**;

Oracle toteutus:

SELECT OSNRO FROM OSASTO
MINUS

SELECT OSNRO FROM HENKILO;

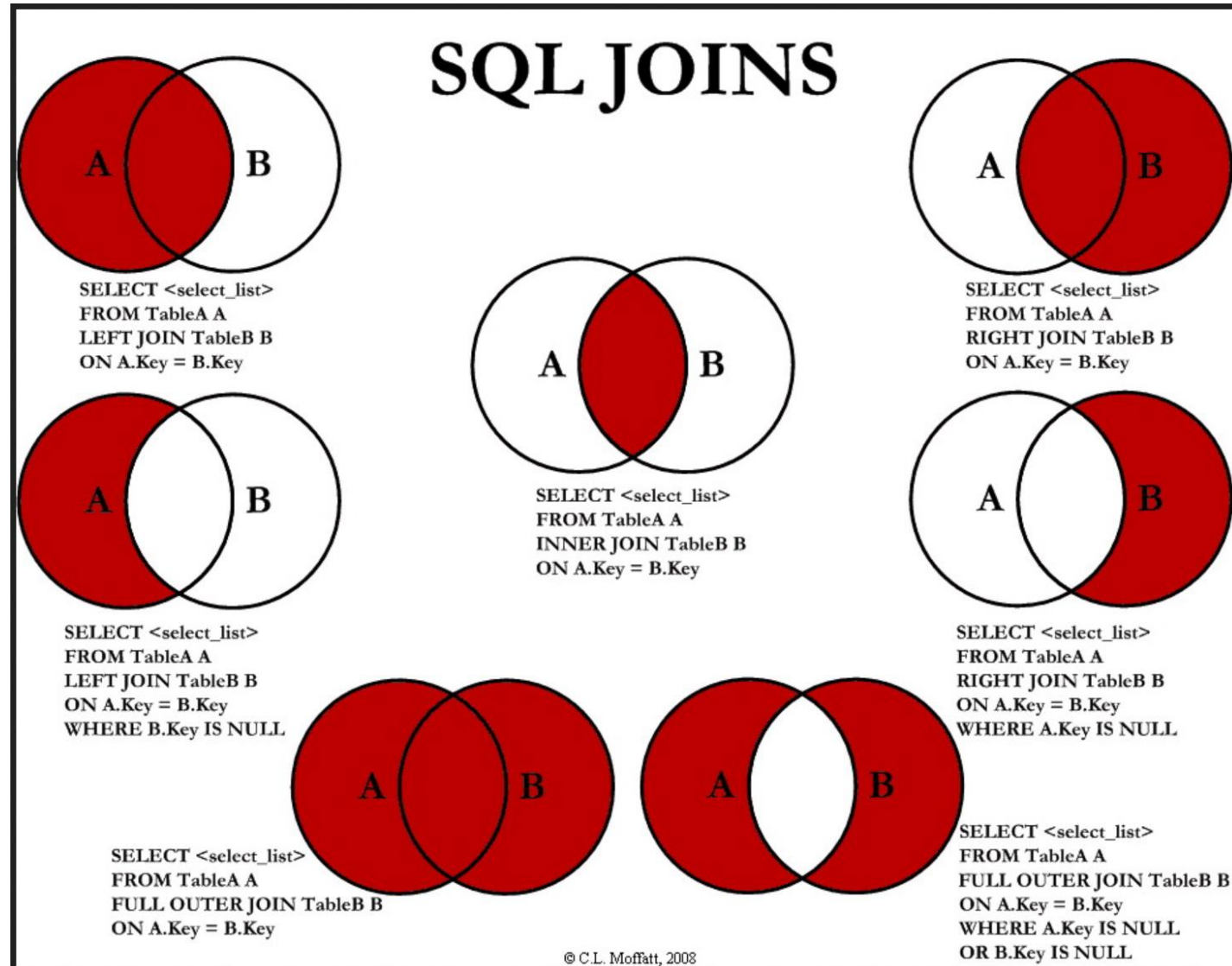
DB2 toteutus:

SELECT OSNRO FROM OSASTO
EXCEPT

SELECT OSNRO FROM HENKILO;

Visuaalinen opas “JOIN”-kyselyihin

Lähde: <http://www.codeproject.com/Articles/33052/Visual-Representation-of-SQL-Joins>



Yhteenvedot ja ryhmittely

Tulosta ammateittain työntekijöiden lukumäärä ja keskimääräinen vuosipalkka koskien niitä ammatteja, joilla yrityksessä on vähintään kolme edustajaa.

```
select TEHTAVA, count(*), avg( 12 * PALKKA )  
from HENKILO  
group by TEHTAVA  
having count(*) > 2
```

TEHTAVA	count(*)	avg(12 * PALKKA)
CLERK	4	12450.0000
MANAGER	3	33100.0000
SALESMAN	4	16800.0000

Alikyselyt

Kenellä on sama ammatti kuin Jones'illa tai palkkataso vähintään sama kuin Ford'illa?

```
select HNIMI, TEHTAVA, OSNRO, PALKKA
from HENKILO
where TEHTAVA = ( select TEHTAVA from HENKILO where HNIMI = 'JONES')
or PALKKA >= ( select PALKKA from HENKILO where HNIMI = 'FORD')
```

HNIMI	TEHTAVA	OSNRO	PALKKA
JONES	MANAGER	20	2975
BLAKE	MANAGER	30	2850
CLARK	MANAGER	10	2450
SCOTT	ANALYST	20	3000
KING	PRESIDENT	10	5000
FORD	ANALYST	20	3000

Sama unionin avulla:

```
select h.HNIMI, h.TEHTAVA, h.OSNRO, h.PALKKA
from HENKILO h, HENKILO z
where z.HNIMI = 'JONES' and h.TEHTAVA = z.TEHTAVA
UNION
select h.HNIMI, h.TEHTAVA, h.OSNRO, h.PALKKA
from HENKILO h, HENKILO f
where f.HNIMI = 'FORD' and h.PALKKA >= f.PALKKA
```


SQL Insert -komento

Esim :

Arvojen järjestys vastaa taulun sarakejärjestystä tietohakemistossa

```
INSERT INTO HENKILO VALUES (9001, 'Virtanen', 'ISOPOMO',  
                             7839, '2010-10-20', 3100, 0, 30);
```

Kun sarakkeet luetaan, sarakejärjestyksellä ei ole väliä.

```
INSERT INTO HENKILO (HNRO, HNIMI, TEHTAVA)  
VALUES (9002, 'Svensson', 'Lähettti' )
```

```
INSERT INTO      Osasto_Info (OsNimi, HenkiloLkm, Palkkakulut)  
SELECT OSNIMI, count(*), sum(sal)  
FROM    HENKILO h, OSASTO o  
WHERE   h.OSNRO = o.OSNRO  
GROUP BY OSNIMI
```

INSERT-lauseen arvo voidaan hakea kannasta SELECT-lauseella

SQL Update -komento

Esim :

```
UPDATE HENKILO
  SET    PALKKA = PALKKA * 1.6
  WHERE OSNRO = 10
```

```
UPDATE HENKILO
  SET    PALKKA = PALKKA * 1.1
  WHERE OSNRO in
    (      select  OSNRO
           from    OSASTO
           where   OSNIMI = 'Tutkimus' )
```

SQL Delete -komento

Esim : **DELETE**
 FROM HENKILO
 WHERE HNRO = 9002

DELETE
 FROM HENKILO
 WHERE OSNRO **IN**
 (**SELECT** OSNRO
 FROM OSASTO
 WHERE OSNIMI = 'Tutkimus')

DELETE FROM HENKILO;