

Terje Berg-Hansen



Introduksjon til SQL

For relasjonelle og distribuerte databaser

Dekker: MySQL/MariaDB, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, Hive, Phoenix, Hawq og Spark SQL

Introduksjon til SQL

for relasjonelle og distribuerte databaser

Terje Berg-Hansen

ITFakultetet.no

Introduksjon til SQL

Av Terje Berg-Hansen

Copyright © 2019 ITFakultetet.no – Alle rettigheter reservert

Publisert av ITFakultetet, Kåsabakken 28, 3804 Bø i Telemark, Norge

Mars 2019 – Første utgave

ISBN-13: 978-1542801478

ISBN-10: 1542801478

Boken kan leses som supplement til bl.a. disse kursene hos ITFakultetet.no:

- SQL Grunnkurs
- SQL for Viderekomne (påbyggingskurs)
- Hive og HiveQL Grunnkurs
- HBase Grunnkurs

Sjekk gjerne www.itfakultetet.no for kursbeskrivelser aktuelle kursdatoer.

Forord

Velkommen som leser av denne introduksjonsboken om spørrespråket SQL. Boken er skrevet på bakgrunn av at jeg gjennom flere år har holdt et 3-dagers SQL Grunnkurs med et 2-dagers påbygningskurs for en rekke norske bedrifter og organisasjoner, og erfaring fra disse kursene har dannet grunnlaget for både struktur, innhold, eksempler og ikke minst oppgavene til hvert kapittel. Boken kan dermed også godt leses som et supplement til disse kursene – for de som er i ferd med å ta dem, vurderer om de skal ta dem, eller har tatt dem tidligere og gjerne vil gjenoppfriske kunnskapene. Boken dekker boken også distribuerte databaser, noe det ikke er tid til på de allerede tettpakkede SQL-kursene.

Boken er skrevet for den komplette nybegynner, men bør også fungere bra for de som har jobbet en del med SQL fra før, kanskje uten noen formell opplæring i språket, men som har «Googlet» løsninger, klippet og limt litt, men gjerne vil ha litt større forståelse for hva som egentlig foregår når SQL-setningene gir forventede eller overraskende resultater – eller ikke vil kjøres i det hele tatt.

Alle tilbakemeldinger mottas med takk, spesielt slike som kan forbedre boken og gjøre den mest mulig tilgjengelig og nyttig for leseren.

Bø i Telemark, 2019

Terje Berg-Hansen

Daglig leder / Kursleder
ITFakultetet.no

Epost: terje@itfakultetet.no

INNHold

Forord.....	5
Innledning.....	14
Del 1 Relasjonelle Databaser.....	15
Kapittel 1 Introduksjon til relasjonelle databaser og SQL.....	16
➤ Hva er en database?.....	16
➤ Hva er en relasjonell database?.....	16
➤ To ulike typer relasjonelle databaser: OLTP og OLAP.....	17
OLTP-databaser.....	17
OLAP-databaser.....	17
➤ Relasjonsmodellen.....	17
➤ Andre modeller for organisering av data.....	18
➤ Hva er SQL?.....	18
DDL (Data Definition Language).....	18
DML (Data Manipulation Language).....	19
DCL (Data Control Language).....	19
TCL (Transaction Control Language).....	19
➤ SQL-standarder og dialekter.....	19
➤ «De fire store».....	20
Kort om MySQL og MariaDB.....	20
Kort om Oracle.....	21
Kort om Microsoft SQL Server.....	21
Kort om PostgreSQL.....	21
Hvilken RDBMS bør jeg velge til eksemplene og oppgavene i denne boken?.....	22
➤ Normalisering.....	22
Første normalform (1NF).....	23
Andre normalform (2NF).....	23
Tredje normalform (3NF).....	24
Boyce-Codd normalform (BCNF).....	24
Normalformene forklart med én setning.....	24
Normalisering forklart med et eksempel.....	24
➤ Denormalisering.....	26
➤ ACID.....	26
Kapittel 2 DDL (Data Definition Language) CREATE, ALTER, DROP, TRUNCATE, COMMENT og RENAME.....	28
Datamodellering.....	28
Forholdet mellom en enhet og dens egenskaper.....	28
1 til 1.....	28
1 til mange.....	29
Mange til mange.....	29
Eksempel på modellering av en enkel database.....	30

EER.....	30
➔ Opprette og endre databaser.....	31
MySQL / MariaDB.....	31
PostgreSQL.....	32
➔ Opprette Tabeller.....	34
MySQL / MariaDB.....	34
PostgreSQL.....	35
Oracle og MS SQL Server.....	35
➔ Selv-økende primærnøkler.....	36
MySQL / MariaDB.....	36
MS SQL Server.....	36
PostgreSQL og Oracle.....	36
Oracle før versjon 12c.....	38
➔ Default-verdier.....	38
➔ Tegnsett, språk og lagringsformat.....	39
➔ Endre eksisterende tabeller.....	39
➔ Legge til en kolonne.....	39
MySQL / MariaDB.....	39
PostgreSQL.....	40
MS SQL Server.....	40
➔ Endre en kolonne.....	40
MySQL / MariaDB.....	40
Endre navn på en kolonne.....	42
PostgreSQL.....	42
Endre navn på en kolonne.....	43
Endre begrensninger ved en kolonne.....	43
➔ Slette en kolonne.....	44
➔ Slette hele tabeller.....	44
➔ Opprette og fjerne begrensninger på tabell-kolonner.....	44
➔ Legge til begrensninger når en tabell lages.....	44
Oracle / MySQL/ MariaDB / Microsoft SQL Server / PostgreSQL :.....	44
➔ Legge til begrensninger etter at en tabell er laget.....	45
PostgreSQL / MySQL / MariaDB / Oracle / MS SQL Server.....	45
MS SQL Server / Oracle / MariaDB / PostgreSQL.....	46
SQL Server / Oracle / MariaDB / PostgreSQL.....	46
➔ Fjerne begrensninger.....	46
SQL Server / Oracle / PostgreSQL:.....	46
MySQL / MariaDB.....	47
Fjerne primær- og fremmednøkler.....	47
➔ Datasettet HR.....	49
Kapittel 3 DML (Data Manipulation Language) SELECT, INSERT, UPDATE og DELETE.....	50
➔ Hente data med SELECT.....	50
➔ Hente en enkelt kolonne fra en tabell.....	51
➔ Hente flere kolonner / felt fra en tabell.....	51
➔ Hente alle kolonner fra en tabell.....	52

➔ Hente alle unike rader fra en kolonne i en tabell.....	53
➔ Begrense antall rader i resultatet.....	53
Begrense antall rader med Microsoft SQL Server.....	54
Begrense antall rader med Oracle.....	54
Begrense antall rader med MySQL/MariaDB og PostgreSQL.....	54
➔ Sortere data med ORDER BY.....	55
ORDER BY med begrensning av resultatet i Oracle.....	56
➔ Sortering etter flere kolonner.....	56
➔ Angi sorterings-retning.....	57
Sorteringsrekkefølge.....	58
➔ Sortering etter språk.....	58
Sortering etter språk med MySQL / MariaDB.....	58
Endre språk per søk.....	59
Sortering etter språk med PostgreSQL.....	61
Sortering etter språk med Microsoft SQL Server.....	62
Sortering etter språk med Oracle.....	65
➔ Filtrering av data med WHERE.....	66
Flere eksempler på filtrering.....	67
Filtrere etter en gitt verdi.....	67
Filtrere etter kolonner som ikke har en gitt verdi.....	68
Filtrere etter en rekke gitte verdier.....	68
Filtrere etter rader hvor det ikke er satt noen verdi for en kolonne.....	68
➔ Kombinerte betingelser med AND, OR og IN.....	69
Bruk av AND.....	69
Bruk av OR.....	69
Kombinasjon av OR og AND.....	70
Bruk av IN.....	71
Bruk av NOT.....	72
➔ Filtrering med bruk av jokertegn.....	73
Bruk av LIKE.....	73
Skille mellom små og store bokstaver ved bruk av jokertegn.....	73
Prosent-tegn (%).....	73
Understrekingstegn (_).....	75
Rette klammer ([]).....	75
➔ Fulltekstsøk.....	76
Fulltekstsøk med PostgreSQL.....	76
Fulltekstsøk med Microsoft SQL-server.....	79
Kapittel 4 Funksjoner og beregnede kolonner.....	81
➔ Beregnede kolonner.....	81
➔ Skjømte sammen kolonner.....	81
Microsoft SQL-server.....	81
Oracle.....	82
MySQL/MariaDB.....	83
PostgreSQL.....	83
➔ Bruk av aliaser.....	84

➔ Kalkulerte kolonner.....	85
Kalkulerte kolonner med MySQL / MariaDB og PostgreSQL:.....	85
Kalkulerte kolonner med Microsoft SQL Server:.....	86
Kalkulerte kolonner med Oracle:.....	86
Kalkulering via underspøringer med MySQL / MariaDB:.....	86
Kalkulering via underspøringer med PostgreSQL:.....	87
Kalkulering via underspøringer med Oracle:.....	87
Kalkulering via underspøringer med Microsoft SQL Server:.....	88
➔ Betingelser med CASE.....	88
CASE med MySQL / MariaDB, PostgreSQL, MS SQL Server og Oracle.....	89
➔ Bruk av funksjoner.....	91
➔ Funksjoner for manipulering av tekst:.....	91
Noen av de vanligste tekst-funksjonene:.....	91
➔ Funksjoner for manipulering av Dato og Tid.....	93
TIMESTAMP.....	93
Datofunksjoner med MySQL / MariaDB.....	94
Navn på måneder og dager på ulike språk.....	94
Eksempler fra HR-databasen.....	95
Beregne differansen mellom to datoer med funksjonen TIMESTAMPDIFF().....	97
Datofunksjoner med Microsoft SQL Server.....	98
Eksempler på bruk av datofunksjoner med Microsoft SQL Server.....	98
Navn på måneder og dager på ulike språk.....	99
Eksempler fra HR-databasen.....	100
Datofunksjoner med Oracle.....	101
Eksempler fra HR-databasen.....	102
Datofunksjoner med PostgreSQL.....	102
Egne funksjoner med PostgreSQL.....	104
Kapittel 5 Aggregering av data.....	107
➔ AVG().....	107
MS SQL Server og AVG().....	108
➔ COUNT().....	109
➔ MAX().....	109
➔ MIN().....	109
➔ SUM().....	110
MS SQL Server og SUM().....	110
➔ Aggregering med distinkte verdier.....	111
➔ Kombinering av aggregerte funksjoner.....	111
Kapittel 6 Gruppering av Data.....	112
➔ Gruppering av data med GROUP BY.....	112
➔ Filtrering av grupper med HAVING.....	113
➔ Gruppering med ROLLUP og CUBE.....	113
ROLLUP og CUBE med Oracle.....	113
ROLLUP med MySQL / MariaDB.....	114
ROLLUP og CUBE med PostgreSQL.....	115
ROLLUP og CUBE med MS SQL Server.....	116

Og med CUBE;	117
Kapittel 7 Underspøringer	118
➔ Filtrere med underspøringer.....	118
Hente et resultat basert på en verdi vi ikke kjenner (men kan slå opp i en annen tabell).....	119
➔ Bruke underspøringer til å lage beregnede kolonner.....	120
Kapittel 8 Joins	121
➔ Koble data fra flere tabeller med Join-setninger.....	121
Ulike typer joins.....	121
➔ INNER JOIN.....	122
INNER JOIN skrevet med EQUIJOIN-syntaks.....	122
INNER JOIN skrevet med INNER JOIN-syntaks.....	123
Hvilken syntaks er best for å skrive en INNER JOIN-setning?.....	124
➔ OUTER JOIN.....	124
LEFT OUTER JOIN.....	124
RIGHT OUTER JOIN.....	124
FULL OUTER JOIN.....	125
➔ NATURAL JOIN.....	126
➔ Joins med flere enn to tabeller.....	127
Et mer komplekst eksempel:.....	128
Eksempler på OUTER JOINS.....	128
➔ Sett-operasjoner med UNION, INTERSECT og EXCEPT.....	130
➔ Kombinerte Spøringer med UNION og UNION ALL.....	131
Bruk av UNION og UNION ALL.....	131
➔ Kombinerte spørringer med INTERSECT og EXCEPT.....	133
INTERSECT og EXCEPT med MS SQL server.....	134
➔ PIVOT-tabeller med SQL.....	135
PostgreSQL: PIVOT med CROSSTAB().....	135
PIVOT og UNPIVOT med MS SQL Server.....	136
Kapittel 9 Vindusfunksjoner	138
➔ Vindusfunksjoner.....	138
➔ Eksempel 1: Bruke en vindusfunksjon til å lage et løpenummer.....	138
Med MariaDB / MySQL.....	138
Med PostgreSQL.....	139
Med Oracle.....	140
Med Microsoft SQL Server.....	140
➔ Eksempel 2: Bruke en vindusfunksjon til å lage en rangering.....	141
Med MySQL/MariaDB, Oracle og PostgreSQL.....	141
Med Microsoft SQL-server.....	144
➔ Eksempel 3: Bruke vindusfunksjon til å liste ut forskjellen mellom de ansattes lønn og snittlønnen for avdelingen de jobber i.....	146
Med Oracle, MySQL/MariaDB og PostgreSQL.....	146
Med Microsoft SQL Server.....	147
➔ Eksempel 4: Beregne lønnsøkning for en ansatt i forhold til lønnen året før med vindusfunksjonen lag().....	147
Med Oracle, PostgreSQL og MySQL/MariaDB.....	148

Med Microsoft SQL-Server.....	148
➔ Eksempel 5: Beregne lønn i kvantiler.....	149
NTILE() med MS SQL Server, PostgreSQL, MariaDB og Oracle.....	149
➔ Aggregering med vindusfunksjoner.....	150
➔ Eksempel 5: Lønnshistorikk med kumulativ sum.....	150
Med Microsoft SQL Server.....	150
Med Oracle, PostgreSQL og MySQL/MariaDB.....	151
➔ Eksempel 6: En overforenklet bank-applikasjon.....	152
Med PostgreSQL.....	152
Med MySQL/MariaDB.....	156
Kapittel 10 Views og Materialized Views.....	160
➔ Bruk av Views.....	160
Views med MySQL / MariaDB.....	161
Views med PostgreSQL.....	162
VIEWS med Oracle.....	162
Views med MS SQL Server.....	163
➔ Hvordan vise alle views i en database.....	164
MySQL / MariaDB.....	164
Oracle.....	165
PostgreSQL.....	165
MS SQL Server.....	166
➔ Materialized Views.....	166
For Oracle, PostgreSQL, MS SQL Server og MySQL/MariaDB.....	166
➔ Ulike typer Materialized Views.....	167
Kapittel 11 Common Table Expressions (CTE).....	168
➔ CTE med PostgreSQL.....	168
Eksempel 1: CTE med SELECT.....	168
Eksempel 2: CTE med DELETE.....	169
➔ CTE med MS SQL Server.....	171
Eksempel 1: Rekursiv CTE.....	171
Eksempel 2: DELETE uten CTE.....	172
Kapittel 12 Indekser.....	173
➔ Når bør vi bruke indekser?.....	173
➔ Ulike typer indekser.....	173
B-Tree.....	174
GIN - Generalized Inverted Index.....	174
GIST - Generalized Search Tree.....	174
Brin.....	174
Hash.....	174
Bit.....	175
➔ Oppretting av indekser.....	175
➔ Hvor effektiv er indeksen?.....	176
Med MySQL / MariaDB.....	176
Med MS SQL Server.....	177
Kapittel 13 Innsetting, oppdatering og sletting av data.....	178

➡ Insetting av nye rader med INSERT INTO.....	178
➡ Bruk av INSERT INTO uten feltnavn.....	179
MySQL / MariaDB.....	179
➡ Oppdatere eksisterende rader med UPDATE.....	179
MySQL / MariaDB.....	180
➡ «UPSERT» og MERGE.....	181
UPSERT med MySQL / MariaDB.....	181
UPSERT / MERGE med ORACLE.....	182
UPSERT med Microsoft SQL Server.....	184
UPSERT med PostgreSQL.....	185
➡ Slette data med DELETE og TRUNCATE.....	185
Kapittel 14 Komplekse Datatyper: Arrays, JSON og XML.....	187
➡ Komplekse datatyper.....	187
➡ Arrays.....	187
Arrays med PostgreSQL.....	187
Innsetting av elementer i et array.....	188
Søke etter elementer i et array.....	188
Oppdatering og sletting av elementer i et array:.....	190
Operander og funksjoner for arrays i PostgreSQL.....	190
➡ JSON.....	193
JSON med PostgreSQL.....	193
Operander som kun gjelder for JSONB.....	196
➡ XML.....	198
XML med MS SQL Server.....	198
FOR XML PATH.....	199
Kapittel 15 Geometriske og Geografiske data.....	201
➡ Geometriske datatyper.....	201
Geografiske og geometriske data med MS SQL Server.....	201
Datatypen Geography.....	202
Point Geography Data Type.....	202
Point Geometry Data Type.....	202
Eksempler.....	203
Eksempel 2 – byer som punkter.....	204
Oversikt over OGC-metoder som støttes av SQL Server.....	205
Del 2 Distribuerte Databaser.....	207
Kapittel 16 Introduksjon til Distribuerte databaser.....	208
➡ Hva er distribuerte databaser?.....	208
➡ Hva er NoSQL?.....	208
➡ Brewers CAP-teorem.....	209
Konsistens.....	209
Tilgjengelighet.....	209
Partisjons-toleranse.....	209
➡ Hva betyr dette i praksis?.....	210
➡ BASE erstatter ACID.....	211
Kapittel 17 Apache Hive og HiveQL.....	212

➡ Apache Hive.....	212
➡ Hive QL.....	212
➡ Terminalklienten Beeline.....	212
Kapittel 18 Apache Phoenix - SQL for HBase.....	216
➡ Hva er Phoenix?.....	216
➡ Noen eksempler.....	216
Selv-økende felt ved bruk av sekvenser.....	221
Kapittel 19 Spark SQL.....	223
➡ Hva er Spark?.....	223
➡ Hva er Spark SQL?.....	223
➡ Sparks terminalklienter.....	223
➡ SQL direkte mot en fil.....	225
➡ Spark SQL via Scala, Python, Java og R.....	226
Vedlegg 1 Installasjon og konfigurering av MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Oracle Express og MS SQL Server.....	229
➡ MySQL.....	229
Linux.....	229
Ubuntu / Debian / Linux Mint.....	229
Fedora / Red Hat / Centos:.....	229
SuSE / OpenSuse.....	229
➡ Installasjon av MariaDB.....	230
Windows / Mac.....	230
Linux.....	230
Ubuntu / Debian / Linux Mint.....	230
Fedora / Red Hat / Centos.....	230
SuSE / OpenSuse.....	230
➡ Installasjon av PostgreSQL og pgAdmin.....	230
Windows / Mac.....	230
➡ Installere PostgreSQL på en Linux-server (eller laptop e.l.).....	231
Red Hat (RHEL) / Centos.....	231
Fedora.....	231
Ubuntu / Debian.....	231
OpenSuSE / SuSE Linux Enterprise Server (SLES).....	231
➡ Installere Microsoft SQL-server på en Linux-server.....	232

Innledning

Denne boken er delt i to hoveddeler:

Del 1 tar for seg SQL slik språket brukes i relasjonelle databaser, med eksempler på dialektforskjeller mellom de 4 store relasjonelle databasene: Oracle, MySQL/MariaDB, Microsoft SQL Server og PostgreSQL.

Del 2 introduserer distribuerte databaser og hvordan SQL blir brukt i stadig større grad innenfor det som gjerne kalles NoSQL-databaser, som på grunn av SQLs popularitet har blitt redefinert til å representere *Not Only SQL*. Her vises eksempler på forskjeller og spesialiteter knyttet til databaser som bruker innen Big Data, som Apache Hive, Phoenix (SQL for HBase), Hawq (distribuert PostgreSQL/Greenplum) og Spark SQL.

Hovedfokus i begge hoveddelene er selve språket SQL, med vekt på kompatibilitet og belysning av dialektforskjeller mellom ulike implementeringer av SQL. Boken inneholder også informasjon om nedlasting, installasjon og konfigurering av de databasehåndteringsystemene som omtales.

Som tittelen antyder er boken ment som en introduksjon til språket SQL og pretenderer ikke å gi noen utfyllende eller komplett beskrivelse av språket. Det er lenker til videre dokumentasjon og veiledninger for de ulike databasesystemene i de kapitlene hvor de omtales. Som all annen IT er også SQL i konstant utvikling, og ikke minst legges det hele tiden til ny funksjonalitet fra de ulike database-leverandørene. Så hvis du er i tvil, sjekk alltid dokumentasjonen til versjonen av den databasen du bruker SQL mot.

Del 1

Relasjonelle Databaser

Kapittel 1

Introduksjon til relasjonelle databaser og SQL

➔ Hva er en database?

Når vi snakker om en **database** mener vi gjerne én av to ting, enten:

1) Databasehåndteringsystemet, som gjerne forkortes til **DBMS** (Data Base Management System) og er **programvaren** som administrerer systemet, dvs. organiserer dataene og styrer all lesing og skriving til databasen. Populære DBMSer er MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server og Oracle. En av disse er gjerne svaret på spørsmålet: Hvilken database bruker dere?

eller

2) **Databasen**, som er de **lagrede data** som håndteres av systemet. Dette er f.eks. betydningen som ligger i spørsmålet: Har du sikkerhetskopiert databasen?

➔ Hva er en relasjonell database?

Det finnes ulike typer databasesystemer. En vanlig måte å kategorisere dem på er etter **datamodellen** de bruker, dvs etter hvordan databasen organiserer data. Den mest brukte datamodellen er **relasjonsmodellen**, og en database som organiserer data etter relasjonsmodellen kalles en **relasjonell database**, ofte forkortet til det engelske akronymet RDBMS (Relational Data Base Management System).

En **relasjonell database** er m.a.o. en database som er organisert etter **relasjonsmodellen**.

➔ To ulike typer relasjonelle databaser: OLTP og OLAP

Relasjonelle databaser har blitt delt inn i to ulike hovedtyper etter bruksområde: **OLTP** (Online Transaction Processing) og **OLAP** (Online Analytical Processing). Her er en kort beskrivelse av hovedforskjellene mellom dem:

OLTP-databaser

En typisk OLTP-database er for eksempel knyttet til **kassa-apparatet i en butikk**. Hver gang en vare skannes registrerer databasen en ny rad med informasjon som varenummer, antall m.m., og til slutt lagres dette sammen med kortinformasjonen til kunden, tidspunktet for handelen osv. Det skrives mao nye rader til tabeller i databasen kontinuerlig, derav betegnelsen **Transaction Processing**, for slike databaser brukes primært til å prosessere transaksjoner.

En OLTP-database er en database som det skrives ofte til og leses sjelden fra. For når butikksjefen, eller butikk-kjedesjefen skal hente en oversikt over hvor mye potetgull som ble solgt i Bergen i uke 34 i forhold til uke 34 i fjor, går han eller hun ikke inn i kassasystemet og summerer opp. Det ville tatt altfor lang tid, og ville i tillegg vært en belastning på databasen som er opptatt med å hele tiden lagre nye varekjøp. I stedet knas og aggregeres data fra OLTP-databasene med jevne mellomrom og lastes over i OLAP-databaser, hvor det kan søkes i ferdig summerte tabeller.

OLAP-databaser

Som det fremgår av begrepet **Analytical Processing** er OLAP-databaser er databaser som er laget for analyser. Det søkes kontinuerlig i OLAP-databasens tabeller, hvor data grupperes og summeres på ulike måter til ulike analyseformål. Typiske OLAP-databaser er **Datavarehus** og systemer for **Business Intelligence (BI)**.

En OLAP-database er mao en database som det leses mye fra og skrives sjelden til.

➔ Relasjonsmodellen

Relasjonsmodellen ble utarbeidet av Edgar Codd i 1969-70 . Databaser basert på denne modellen organiserer dataene i **tabeller** som igjen inneholder **kolonner** (også kalt **felt**). **Normalisering** er et sentralt begrep i relasjonelle databaser, og kort fortalt innebærer normalisering at data splittes opp i flere tabeller som så bindes sammen og reguleres av **nøkler**. En kolonne kan defineres som **fremmednøkkel** i en tabell, som f.eks. refererer til en kolonne som er definert som **primærnøkkel** i en annen tabell, og tabellene kan så bindes sammen ved hjelp av SQL-setninger som inneholder **joins** eller **under-spørringer**. Vi skal gå igjennom dette i detalj i senere kapitler.

➔ Andre modeller for organisering av data

Det finnes flere andre måter å organisere data i en database på enn relasjonsmodellen. **Dokument-orienterte databaser** organiserer f.eks. data i dokumenter som lagres i dokumentsamlinger, mye likt filer og mapper i et filsystem. Databasehåndteringssystemet **MongoDB** er et eksempel på en database som bruker **dokumentmodellen**, og MongoDB har utviklet et eget spørrespråk til å søke i databasens dokumenter.

Grafiske databaser organiserer data i noder og forbindelseslinjer (nodes and edges) og bruker heller ikke relasjonsmodellen. Den svensk-utviklede databasen **Neo4j** (utt: Neo-for-Jay) er f.eks. et mye brukt grafisk databasehåndteringssystem.

Kolonnebaserte databaser organiserer data i kolonner, som av og til igjen er organisert i **kolonnefamilier**, og dette gjør det bl.a. raskt å søke opp data fra hele kolonner av gangen. Kolonnebaserte databaser, som f.eks. HBase og Cassandra støtter vanligvis ikke relasjonsmodellen fullt ut, men det er blitt laget tilnærminger som gjør at man kan bruke i alle fall deler av SQL til å søke også i noen av disse databasene – f.eks. Apache Phoenix som tilbyr et SQL-grensesnitt mot HBase, og CQL som er et SQL-liknende spørrespråk for Cassandra.

➔ Hva er SQL?

SQL (Structured Query Language), som denne boken omhandler, er et **spørrespråk** som brukes mot relasjonelle databaser, og de senere årene også mot noen distribuerte databaser (se del 2 av denne boken).

SQL er et såkalt **deklarativt språk** - i motsetning til **imperative, objektorienterte** eller **funksjonelle språk** (som de fleste vanlige programmeringsspråk er) - og SQL-syntaksen er laget for å ligne mest mulig på vanlig engelsk. I praksis betyr dette at du skriver en spørresetning som ligner en del på hvordan du ville spørre etter data på vanlig engelsk, og uten å måtte tenke på **hvordan** data søkes opp. Du beskriver hvilke data du vil hente med SQL, databasehåndteringssystemet analyserer SQL-setningen, finner den mest effektive måten å gjennomføre søket på og gir deg tilbake en tabell med data.

SQL brukes både til å lese fra og skrive til databaser. SQL kan opprette og slette databaser og tabellstrukturer, sette inn data organisert i rader og kolonner, og SQL kan endre data, slette data og gjennomføre enkle og avanserte søk etter data i en eller flere tabeller.

For å skille de ulike bruksområdene fra hverandre har man delt SQL inn i følgende deler:

DDL (Data Definition Language)

Med DDL kan man opprette databaser og tabeller, lage tabellstrukturer, views og indekser, samt endre og slette dem. Typiske nøkkelord innen DDL er f.eks.:

```
CREATE, ALTER, DROP, TRUNCATE, COMMENT, RENAME
```

DML (Data Manipulation Language)

Med DML kan man jobbe med data i de strukturene man har opprettet med DDL. Nøkkelord innen DML er f.eks.:

```
SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE
```

DCL (Data Control Language)

DCL inneholder setninger for å gi eller frata tilgangsrettigheter til brukere. Avhengig av hvilken DBMS man bruker kan rettigheter gis på ulike nivåer (database, tabell, rad, rute) for søk, innsetting, oppdatering sletting osv. Det er to hoved-nøkkelord innen DCL, som henholdsvis tildeler og tilbakekaller rettigheter:

```
GRANT og REVOKE
```

TCL (Transaction Control Language)

TCL brukes innenfor transaksjoner (se kapittel XXX), dvs. når vi vil sikre at hele (og ikke bare deler) av en databaseoperasjon utføres. TCL lar med andre ord SQL-setninger bli gruppert i logiske transaksjoner. Nøkkelord her er f.eks.:

```
BEGIN, COMMIT, SAVEPOINT, ROLLBACK, SET TRANSACTION
```

➔ SQL-standarder og dialekter

Det finnes flere standarder for SQL, blant annet **ANSI SQL** etter den amerikanske organisasjonen American National Standardization Institute (ANSI) hvor SQL ble en standard i 1986 eller **ISO SQL** etter organisasjonen International Organization for Standardization (ISO) hvor SQL ble en standard i 1987. SQL-standarden er under utvikling, og den versjonen som er støttet av flest teknologier er fremdeles SQL-92, mens det finnes flere nyere versjoner: SQL-99 og SQL-2003, SQL-2008 og SQL-2011. Ulike versjoner av ulike databasesystemer støtter ulike deler av de ulike standardene – det er mao. tilnærmet umulig å vite hvilke deler av hvilken standard databasen din støtter uten å sjekke dokumentasjonen for den versjonen du bruker.

De mest populære databasesystemene har (dessverre eller heldigvis, avhengig av ståsted) lagt til egne funksjoner og språklige særegenheter til SQL-standarden, og ingen av dem følger den 100%. Dermed har det utviklet seg **dialektforskjeller** i språket, og vi skal bruke en del plass i dette kurset på å belyse disse forskjellene, som ikke minst blir viktige når man skal skrive SQL-setninger som skal være mest mulig portable mellom de ulike systemene.

➔ «De fire store»

I denne boken skal vi hovedsakelig se på dialektforskjellene mellom de fire mest brukte SQL-baserte relasjonsdatabasene:

1. **MySQL / MariaDB**
2. **Oracle**
3. **Microsoft SQL Server**
4. **PostgreSQL**

Disse fire RDBMSene forholder seg til SQL-standardene på litt forskjellige måter. De har også ulike funksjoner, datatyper og lagringsformater. Og ikke minst har de forskjellige server- og klientverktøy for administrasjon, drift, søk i data osv.

Men alle har en terminalklient, dvs. et klientverktøy som man kan koble seg til databaser med og utføre diverse oppgaver med via SQL. Og vi skal bruke disse terminalklientene gjennom denne boken. Dermed fjerner vi oss fra de grafiske verktøyenes ulike grensesnitt og får fokus på rene SQL-setninger, skrevet i et tekstbasert terminalvindu. Vi skal introdusere ulike grafiske verktøy også, for de har av og til mer funksjonalitet enn terminalklientene og gjør det som regel enklere å skrive og ta vare på lengre, komplekse SQL-setninger.

Det finnes selvfølgelig en rekke andre RDBMSer som bruker SQL som spørrespråk. Nettstedet <https://db-engines.com> har p.t. en rangering av 330 ulike DBMSer, hvorav 132 er av den Relasjonelle typen. Blant disse finner vi IBMs DB2, Microsofts Access, SQLite, Teradata, Netezza og den arkaiske dBase, en av de første RDBMSene man kunne installere på en PC og den første databasen denne forfatteren programmerte mot.

Kort om MySQL og MariaDB

MySQL er et SQL-basert databaseadministrasjonssystem som er lisensiert under GPL. Denne databasetjeneren er veldig mye brukt, og er en vesentlig del av den såkalte LAMP-stacken, hvor M-en står for nettopp MySQL (og L for Linux operativsystem, A for Apache webserver og P for PHP programmeringsspråk). MySQL ble utviklet av bl.a. finnen **Michael «Monty» Widenius** (oppkalt etter hans datter My), som solgte MySQL AB til Sun Microsystems for 1 milliard dollar i 2008. Det hører med til historien at Monty skal ha lagt inn en klausul i kjøpsavtalen om at Sun ikke fikk lov til å videreselge MySQL til Oracle, siden det var frykt for at Oracle skulle kjøpe den irriterende gratis-konkurrenten MySQL og f.eks. legge den ned. Det ingen på det tidspunktet klarte å forutse var det som faktisk skjedde, nemlig at Oracle i 2010 kjøpte opp *hele* Sun og dermed også ble eier og videreutvikler av MySQL.

«Monty» Widenius og andre kjerneutviklere startet sitt eget selskap **MariaDB AB** (oppkalt etter Montys andre datter Maria) med en kopi av kildekoden til MySQL, som de siden har videreutviklet. MariaDB er fremdeles en "drop in replacement" for MySQL, og mange har valgt å bruke denne, mens andre foretrekker Oracles MySQL.

Kort om Oracle

Oracle Database (også kalt Oracle RDBMS eller bare Oracle) er et object-relational database management system. (**ORDBMS**), og den ekstra O'en henspiller på at den er objekt-orientert, slik at man kan lage database-objekter som bla. kan arve egenskaper fra hverandre osv. Oracle-databasen er utviklet og selges av av **Oracle Corporation**.

Larry Ellison, Bob Miner og Ed Oates startet selskapet Software Development Laboratories (SDL) i 1977, og dette firmaet utviklet den første utgaven av Oracle. Dagens versjon(er) av Oracle er en sofistikert RDBMS med en rekke konfigurerbare parametre, en relativt dyr lisens og en stor brukermasse.

Det finnes en rekke grafiske klienter som kan kommunisere med Oracle, bl.a. **Oracle SQL Developer** som kan lastes ned gratis fra Oracles nettsider. **Toad** er en annen populær klient, som også finnes som en gratis plugin til **Eclipse** (som kan lastes ned gratis fra www.eclipse.org).

Oracle kommer også med en terminalklient - **sqlplus** – som er best egnet til å kjøre SQL-skript som er skrevet i en annen editor, lagret som en tekstfil og som sendes til terminalklienten. Men det er også mulig, om enn lite elegant, å skrive SQL rett i kommandolinjen til sqlplus.

Kort om Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server ble opprinnelig utviklet av Microsoft sammen med selskapene Sybase og Ashton Tate og «portet» til OS/2 i 1988. (Sybase ble forøvrig kjøpt av SAP i 2010 og er idag en integrert del av SAP). Spørrespråket som benyttes av Microsoft SQL Server er **Transact-SQL**, en implementasjon av ANSI/ISO standard SQL. SQL Server 7.0. fra 1998 inkluderte OLAP-funksjonalitet og i 2000-versjonen ble det lagt til rapporterings-funksjoner. Nye versjoner med forbedringer og tillegg har blitt utviklet via SQLServer 2005, 2008, osv til vi ved denne bokens tilblivelse er på versjonen **SQL Server 2017**.

To interessante endringer skjedde med SQL Server 2016: Det ble lansert en **Linux-versjon** av serveren, som frem til da bare hadde kunnet installeres på en Windows-server. Og en ved å registrere en utvikler-konto hos Microsoft kunne man fra da av laste ned og installere serveren **gratis for utviklings- og demonstrasjons-formål**. Noe bla. forfatteren av denne boken har benyttet seg av til undervisning ved diverse SQL-kurs. Installasjonen på en Linux-server er enkel og rask, og inneholder bla. en helt grei terminalklient for Linux, i tillegg til at man også kan installere Microsoft SQL Management Studio for Windows. Se vedlegg xxx for installasjonsveiledning.

Kort om PostgreSQL

PostgreSQL het opprinnelig Postgres og ble utviklet ved University of California, Berkeley i USA av bl.a. Michael Stonebraker, som en videreføring av databasen **Ingres** på 1980-tallet. Etter noen navneendringer (Post-Ingres, Postgres, Postgres95) ble det endelige navnet PostgreSQL valgt i 1996 for å understreke at databasen nå - takket være studentene Andrew Yu og Jolly Chen - støttet SQL som spørrespråk.

I likhet med Oracle er PostgreSQL en såkalt **object-relational database management system (ORDBMS)**. Forøvrig legger PostgreSQL vekt på at den forsøker å følge standarder strikt, bl.a. **ANSI-SQL:2008**-standarden, og at den er bygget slik at det er enkelt for andre å lage utvidelser til den. Og det finnes en rekke slike utvidelser man kan installere og bruke sammen med kjernefunksjonene i databasen. En av de mest kjente er antagelig **PostGIS**, som gjør PostgreSQL til et komplett system for håndtering av geografiske data. PostgreSQL har antagelig den beste terminalklienten av de fire - **psql** - som er enkel og oversiktlig å bruke og har en rekke funksjoner. Av grafiske verktøy er **pgAdmin4** det meste avanserte når denne boken publiseres..

PostgreSQL er den minst brukte av de fire store RDBMSene, men øker stadig i bruk, spesielt siden versjon 9 ble lansert, hvor bl.a. databasens hastighet økte vesentlig. Utviklingen skjer gjennom en kjernegruppe sammensatt av utviklere fra ulike organisasjoner, og det er mao. ikke ett firma alene som har eierskap til produktet.

Hvilken RDBMS bør jeg velge til eksemplene og oppgavene i denne boken?

Alle de 4 nevnte RDBMSene kan brukes til å gjennomføre eksemplene og oppgavene i denne boken. Både MySQL og MariaDB kan brukes, men MariaDB er når dette skrives den eneste av dem som har støtte for check constraints og vindusfunksjoner – som forøvrig begge skal komme i versjon 8.0 av MySQL, som ikke er sluppet når denne boken publiseres. Hvis du velger å bruke MariaDB, kan du fremdeles laste ned **MySQL Workbench** fra Oracle, og kobler denne til MariaDB-installasjonen din. MySQL Workbench fungerer stort sett like bra for begge databasene, men støtter ikke «intellisense» for MariaDB (dvs. at du får forslag til utfylling av feltnavn, funksjoner osv).

➔ Normalisering

Normalisering (av databaser) er en teknikk for å designe tabeller i relasjonsdatabaser slik at man forhindrer dobbeltlagring av informasjon og minimerer kilder til feil. Hvis samme informasjon lagres på flere ulike steder i en tabell, risikerer man at en endring fører til at databasen blir inkonsistent når noe endres. Hvis for eksempel en persons adresse er lagret på flere ulike steder i tabellen og adressen endres kun på ett av stedene kan man ikke lenger vite hvilken adresse som er riktig.

En database normaliseres ved å designe den slik at den tilfredsstiller kravene til et hierarki av normalformer som bygger på hverandre. For at en database skal være *normalisert på tredje normalform* (som ofte er det anbefalte) må den også oppfylle kravene til første og andre normalform. Høyere *normaliseringsgrad* fører vanligvis til flere tabeller i databasen, noe som kan gi redusert ytelse (hastighet) fordi man må koble tabellene sammen igjen med *Joins* eller *Underspørringer* for å finne sammensatt informasjon. Som vi skal se er det derfor ikke alle typer databaser som egner seg til normalisering.

Normalisering er basert på matematisk relasjonsalgebra og beskriver forholdet mellom **enheter** og enhetenes **attributter** eller egenskaper. En enhet identifiseres gjennom en **identifikator**, som er en attributt eller en kombinasjon av attributter som er unik for den aktuelle enheten. En enhet kan f.eks. være en person, en vare, et firma e.l. og attributtene er da egenskaper ved disse, slik som fornavn, etternavn, vekt,

adresse, organisasjonsnummer osv. Gjennom å normalisere en database organiserer vi enhetene og deres attributter på en optimal måte ved at ulike typer enheter skilles ut i ulike tabeller og en enhets egenskaper samles i én unik tabellrad.

Nedenfor følger en kortfattet gjennomgang av hva de ulike normalformene innebærer.

Første normalform (1NF)

En tabell oppfyller første normalform hvis **alle kolonner i tabellen er atomære**. Det vil si at vi splitter data opp i så mange kolonner som det er naturlig å dele opp data i. For eksempel kan vi dele en persons fulle navn over to eller tre kolonner: Fornavn, evt. Mellomnavn og Etternavn.

Tabellen under bryter første normalform fordi verdiene ikke er atomære;

navn	telefonnummer
Ivar Bø, Hilde Svanhjell	750 55 647
Ole Iversen	750 13 113, 750 54 524

Nedenfor er samme data normalisert på første normalform (1NF).

fornavn	etternavn	telefonnummer
Ivar	Bø	750 55 647
Hilde	Svanhjell	750 55 647
Ole	Iversen	750 13 113
Ole	Iversen	750 54 524

Vi ser at Ivar Bø og Hilde Svanhjell har fått hver sin rad selv om de har samme telefonnummer, og at Ole Iversen har fått to rader siden han har to telefonnumre. Vi har også skilt fornavn og etternavn i to separate kolonner. Vi ser også at vi har måttet skrive navnet til Ole Iversen og telefonnummeret 750 55 647 to ganger, så 1NF er ikke nok til å unngå dobbeltlagring.

Hver rad i den nederste av tabellene over er unik. En **primærnøkkel** er et felt eller en kombinasjon av felter i en tabell som alene eller tilsammen er unik for hver rad. Det vil si at kombinasjonen av de tre feltene i tabellen kan defineres som en primær-nøkkel for tabellen. Det er også vanlig - og anbefalelsesverdig - å legge til et eget felt med for eksempel et løpenummer, og så definere dette feltet som primær-nøkkel for tabellen.

Andre normalform (2NF)

For at en relasjon skal være på andre normalform må den oppfylle kravene til første normalform. I tillegg skal **alle felt som ikke er definert som nøkler være avhengige av hele primær-nøkkelen**.

Derfor skal alle felt som ikke er nøkler være avhengig av **hele** primærnøkkelen. Eksempler på primærnøkler er Personnummer i en tabell med personer, organisasjonsnummer i en tabell med organisasjoner, kombinasjon av et dato-felt og en ansatt-id for en tabell med daglige arbeidsplaner etc. At et felt er avhengig av en primærnøkkel vil si at det er knyttet opp til denne, slik for eksempel feltene fornavn, etternavn, epost, telefon osv. er knyttet til ett og bare ett personnummer. Putter vi telefonnummeret til Per på samme rad som personnummeret til Pål, bryter vi 2NF (dersom personnummeret er primærnøkkel i tabellen).

Tredje normalform (3NF)

For at en relasjon skal være på tredje normalform må den oppfylle kravene til første og andre normalform. I tillegg skal **alle kolonner som ikke er en del av primærnøkkelen være gjensidig uavhengige av hverandre**.

At felter som ikke er en del av primærnøkkelen er uavhengige av hverandre betyr i praksis at man skal kunne bytte epost uten samtidig å måtte bytte telefonnummer, at et firma kan bytte adresse uten å måtte bytte daglig leder osv., gitt at epost, telefonnummer, adresse og daglig leder er kolonner som ikke er en del av primærnøkkelen i de tabellene de opptre i.

Boyce-Codd normalform (BCNF)

Denne denne normalformen er oppkalt etter Edgar Boyce og Raymond Codd. En relasjon er på Boyce-Codd normalform hvis alle attributter som er en del av en nøkkel, ikke er avhengig av andre nøkler. Vanligvis vil relasjoner som er på tredje normalform også oppfylle kravene til BCNF, men BCNF er litt strengere enn 3NF, hvor nøkler i prinsippet kan være avhengige av andre nøkler.

Normalformene forklart med én setning

Med utgangspunkt i eden som avsverges i amerikanske rettssaler - to tell the truth, the whole truth and nothing but the truth – har smarte hoder kommet opp med denne setningen for å forklare de tre første normalformene:

- **Alle felt som ikke er definert som nøkler skal være avhengige av primær-nøkkelen (1NF), hele primær-nøkkelen (2NF) og ikke noe annet enn primær-nøkkelen (3NF)**

Normalisering forklart med et eksempel

Jeg har ovenfor forsøkt å forklare normalisering med et ikke-matematisk språk. Det finnes også presise matematiske formler for hver normalform (forklart for eksempel på Wikipedia). Men for mange vil antagelig et eksempel være mer oppklarende:

Eksempel: Vi skal bestille en pizza. Det finnes tre ulike typer toppinger vi kan velge til pizzaene på denne restauranten:

- type ost
- type kjøtt
- type grønnsak

Så vi bestiller 2 pizzaer og velger følgende toppinger:

Pizza	Topping	Toppingtype
1	mozzarella	ost
1	pepperoni	kjøtt
1	oliven	grønnsak
2	mozzarella	kjøtt
2	pølse	ost
2	paprika	grønnsak

Men vent litt - mozzarella kan ikke være både ost og kjøtt! Og pølse er ikke en ost!

For å unngå denne typen feil, for å sikre at mozzarella alltid vil være topping av typen ost, kan vi bruke en egen tabell for dette, slik at vi skriver det ned kun på ett sted:

Pizza	Topping
1	mozzarella
1	pepperoni
1	oliven
2	mozzarella
2	pølse
2	paprika

Topping	Topping Type
mozzarella	ost
pepperoni	kjøtt
oliven	grønnsak
pølse	kjøtt
paprika	grønnsak

Ved å skille ut topping-typen i en egen tabell, kan vi slå opp i denne tabellen og se der hvilken type topping mozzarella eller paprika er, og få det riktig hver gang. Vi har normalisert på 3NF (og også på BCNF).

➔ Denormalisering

Databaser som brukes til **online transaction processing** (OLTP) er typisk mer normalisert enn de som brukes til **online analytical processing** (OLAP). OLTP-applikasjoner har et stort antall mindre transaksjoner - slik som oppdatering av salgsdata i en kasse på et supermarked. Det forventes at hver transaksjon vil bli gjennomført uten at databasen blir inkonsistent.

Databaser som brukes til OLAP-operasjoner er først og fremst "read mostly"-databaser. OLAP-applikasjoner trekker ofte ut historiske data som er samlet inn over en lang tidsperiode. For en slik database kan "denormaliserte" data lette arbeidet for applikasjoner innen business intelligence.

Spesielt vil dimensjonelle tabeller organiserte i stjerne-skjemaer ofte inneholde denormaliserte data. Slike data må kontrolleres nøye av ETL-prosesser (ETL: Extract, Transform, Load). Et normalisert alternativ til stjerne-skjema er snøflak-skjema. I praksis bruker OLAP-databaser fremdeles ofte denormaliserte skjemaer.

➔ ACID

ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) er et sett av krav som sikrer at operasjoner på databaser utføres pålitelig.

Atomære operasjoner

En operasjon på en database er **atomær** hvis DBMSen sikrer at hvis en del av operasjonen ikke utføres så utføres heller ikke andre deler – alt eller ingenting. Idéen er å splitte opp en databaseoperasjon i sine enkeltdele, utføre en del av gangen, og ha mulighet til å «gå tilbake til start» (eller et fastsatt stopp-punkt) dersom noe går galt. Viktigheten av dette kan enkelt illustreres med et eksempel fra en bank-transaksjon hvor oppgaven er å overføre et 1000 kroner fra konto A til konto B. Del 1 er å ta pengene ut av konto A, dvs. senke saldoen på konto A med kr. 1000. Del 2 er å settes beløpet inn på konto B, dvs. øke saldoen på konto B med kr. 1000. Når begge delene er utført er transaksjonen gjennomført, og transaksjonen avsluttes i SQL med en **commit** Hvis noe derimot går galt underveis, f.eks. at linjen går ned eller en server dør etter del 1, slik at del 2 ikke kan utføres, skal man kunne oppheve hele transaksjonen, dvs. føre pengene tilbake til konto A, og evt. forsøke på nytt senere. En slik tilbakeføring kalles i SQL for en **rollback**.

Konsistens

Databasen skal være **konsistent** både før en operasjon utføres og etter at den er avsluttet (men den kan være inkonsistent mens operasjoner utføres). I relasjonsdatabaser opprettes derfor **nøkler** som inneholder regler som sikrer integriteten både innenfor og mellom tabeller. En **primærnøkkel** kan for eksempel opprettes på et felt (eller en kombinasjon av felt) i en tabell for å sikre at feltet er unikt, siden to rader ikke kan ha samme primærnøkkel-verdi. Så hvis for eksempel et felt som inneholder personnummer blir definert som primærnøkkel, så sikrer vi at det ikke kan finnes flere rader med samme personnummer. En rad inneholder mao informasjon knyttet til en person, og det kan ikke finnes to rader for samme person. Vi kan også opprette **fremmenøkler**, som er nøkler som knyttes til et felt i en tabell og refererer til et tilsvarende felt (som regel primærnøkkel) i en annen tabell. For eksempel kan vi ha en tabell med

ansatte og en annen tabell med avdelinger. I tabellen over ansatte legger vi inn et felt som heter *avdelings_id* som vi definerer som en fremmenøkkel som refererer til primærnøkkel i tabellen over avdelinger. Så når en ansatt har *avdelings_id* 5, kan vi slå opp i avdelings-tabellen og se at avdelingen med primærnøkkel-verdi 5 er utviklingsavdelingen. Navnet til avdelingen ligger som et annet felt i avdelings-tabellen, og hvis den skulle skifte navn, vil vi kun gjøre det der, og alle aktuelle ansatte vil fremdeles være knyttet til avdeling 5, som nå har et nytt navn. Integriteten mellom tabellene sikres ved at vi nå kan lage en regel som gjør det ulovlig å legge inn en ny ansatt i ansatte-tabellen med et avdelingsnummer som ikke finnes i avdelings-tabellen. Og vi kan lage en regel som sier at vi ikke får lov til å slette en avdeling i avdelings-tabellen hvis det finnes ansatte i ansatte-tabellen som er knyttet til dens *avdelings_id*. Så vi kan unngå vanlige feilkilder som å knytte en ansatt til en avdeling som ikke finnes, eller slette en avdeling som har ansatte knyttet til seg, og slik bevare integriteten i databasen.

Isolasjon

Moderne RDBMSer er gjerne servere med mange samtidige brukere, og det er viktig å isolere disse fra hverandre slik at de ikke kan endre samme data samtidig. **Isolasjon** innebærer at operasjoner ikke kan arbeide med data som er i en midlertidig endret tilstand på grunn av at andre prosesser arbeider med dem. Dette er ikke noe problem hvis systemet arbeider serielt – hvis det bare behandler en og en operasjon. Men i praksis designes databasesystemer for at mange prosesser skal kunne arbeide parallelt. Prinsippet om serialiserbarhet innebærer at operasjoner skal utføres slik at det finnes en seriell utførelse som gir samme resultat. Rekkefølgen av operasjonene kan ha stor betydning for resultatet, men det skal ikke være slik at forskjellige operasjoner blandes sammen og gir et helt uventet resultat.

Varighet innebærer at resultatet av utførte transaksjoner aldri kan forsvinne. Dette innebærer at databasen skal takle ulike forventede og ikke-forventede hendelser, som for eksempel systemkrasj eller fysiske feil.

Eksterne ressurser

- [Comparison of Different SQL Implementations](#) This comparison of various SQL implementations is intended to serve as a guide to those interested in porting SQL code between various RDBMS products, and includes comparisons between SQL:2008, PostgreSQL, DB2, MS SQL Server, MySQL, Oracle, and Informix.

Kapittel 2

DDL (Data Definition Language)

CREATE, ALTER, DROP, TRUNCATE, COMMENT og RENAME

I dette kapitlet skal vi se på hvordan vi lager en database med SQLs Data Definition Language (DDL) . Kapitlet forutsetter at du har tilgang til en RDBMS. Se vedlegg 1 for hvordan du installerer en av RDBMSene: Oracle Express, Microsoft SQL Server, MySQL, MariaDB eller PostgreSQL.

Nøkkelordene CREATE, ALTER, DROP, TRUNCATE, COMMENT og RENAME brukes for å implementere DDL til å opprette, endre og slette databaser, tabeller og kolonner.

Datamodellering

Før vi går igang med å opprette en database kan det være nyttig med en enkel gjennomgang av hvordan vi modellerer en database, dvs. designer en datamodell og implementerer denne i kolonner og tabeller og regulerer forholdet mellom disse slik at vi sørger for best mulig dataintegritet og minimerer dobbeltlagring og feilkilder.

Forholdet mellom en enhet og dens egenskaper

Forholdet mellom en enhet og dens egenskaper er avgjørende for hvordan vi strukturerer data i tabeller. Dette forholdet kan inndeles i tre hovedkategorier:

1. 1 til 1 (1:1)
2. 1 til mange (1:n)
3. mange til mange (n:m)

1 til 1

Denne kategorien omfatter f.eks. forholdet mellom en person og personens etternavn, siden en person kun kan ha ett etternavn, eller en bedrift og dens organisasjonsnummer, en bok og dens tittel osv. Her er et eksempel. Vi lager en tabell «kontakter» som skal inneholde oversikt over kontaktene våre. Til å begynne

med lager vi et felt som heter «kontakt_id» som vil være et unikt løpenummer som vi kan bruke som primærnøkkel (identifikator) for hver kontakt. Så legger vi inn feltene «fornavn», «etternavn» og feltet «epost» hvor vi vil legge inn kontaktens epostadresse, og så evt. andre felt vi trenger.

Hovedregelen er å lage en kolonne for hver egenskap som har et 1 til 1-forhold til enheten, f.eks. slik:

Tabell over kontakter med navn og epost:

kontakt_id	fornavn	etternavn	epost
1	Jo	Li	jo@li.no
2	Lykke	Li	lykke@li.no
3	Hans	Jensen	han@jensen.no

1 til mange

«1 til mange» - relasjoner har vi når en rad i tabell A kan lenkes til mange rader i tabell B, men en rad i tabell B kun er lenket til én rad i tabell A.

Denne kategorien omfatter for eksempel forhold der en medarbeider er ansatt i én avdeling, mens en avdeling kan ha mange ansatte, eller når en bok kan ha mange sider, men en side kan bare tilhøre én bok, en epostadresse kan bare tilhøre én person, men en person kan ha mange epostadresser osv. Når dette er tilfelle, vil vi skille ut de det er mange av i en egen tabell – f.eks. en tabell som heter ansatte, boksider, epostadresser etc.

Når vi begynner å legge inn data i tabellen vår over kontakter, oppdager vi at vi har opp til fire eller fem epostadresser for noen kontakter og kun en eller to for andre. Så vi lager en tabell til: «epost» med to felt: «kontakt_id» og «epost». Kombinasjonen av disse to feltene vil være unik (vi trenger bare å registrere en epostadresse til en kontakt én gang) og kan brukes som primærnøkkel. Feltet «kontakt_id» i epost-tabellen kan vi bruke til å slå opp navnet på kontakten epostadressen hører til. For å sikre integriteten mellom de to tabellene kan vi definere dette feltet som en fremmednøkkel som refererer til primærnøkkelen «kontakt_id» i tabellen «kontakter». Slik kan vi regulere et «1 til mange»-forhold mellom kontakter og epostadresser.

Mange til mange

«Mange-til-mange»-forhold har vi når for eksempel en forfatter kan ha skrevet mange bøker og en bok kan ha mange forfattere. Hvis vi har en tabell med bøker og en tabell med forfattere, så vil vi da lage en tredje tabell som regulerer forholdet mellom dem. Denne kan vi for eksempel kalle «bok_forfatter» eller lignende, slik at vi allerede av navnet skjønner hva tabellen inneholder. Tabellen trenger kun 2 felt: «bok_id» og «forfatter_id». Kombinasjonen av disse vil være unik og kan defineres som primærnøkkel

for tabellen. Feltet «bok_id» definerer vi som en fremmednøkkel som refererer til tilsvarende felt i bok-tabellen, og feltet «forfatter_id» definerer vi som en fremmednøkkel som refererer til tilsvarende felt i forfatter-tabellen.

Eksempel på modellering av en enkel database

Som et enkelt eksempel skal vi modellere en enkel database for lagring av data for et konsulentfirma. Databasen skal vise hvilken konsulent som jobber for hvilken kunde til ulike tider. Enhetene vi skal modellere databasen for er m.a.o. personer (konsulenter), organisasjoner (kunder) og tidsrom (oppdrag).Attributtene til personene er bl.a. navn, timelønn og personaldata. Attributtene til organisasjonene er bl.a. firmanavn, kontaktperson, adressedata o.l. Attributtene til tidsrom er bla. fra_dato og til_dato. Personer kan identifiseres via personnummer og organisasjoner gjennom organisasjonsnummer, og tidsrom kan identifiseres ved å kombinere identifikatorene for konsulent og kunde med en fra-dato og en til-dato, men vi kan også lage pseudo-identifikatorer som er unike for databasen og ikke knyttet til reelle data, som f.eks. automatisk genererte løpenumre, noe som ofte anbefales da det gir større stabilitet i forhold til endringer som ligger utenfor databasen, samtidig som man kanskje ikke har anledning til å lagre f.eks. personnummer.

Vi starter med å designe en tabell for kunder (organisasjoner), en tabell for konsulenter (personer) og en tabell for oppdrag (tidsrom). Her er et første utkast til hvordan disse tabellene kan se ut:

Tabellnavn: konsulent

Feltnavn: konsulent_id, fornavn, etternavn, telefon, epost, gate, postnummer, poststed, notater, registrert, oppdatert, endret_av

Tabellnavn: kunde

Feltnavn: kunde_id, firmanavn, telefon, epost, gate, postnummer, poststed, notater, registrert, oppdatert, endret_av

Tabellnavn: oppdrag

Feltnavn: oppdrags_id, konsulent_id, kunde_id, fra_dato, til_dato, notater, registrert, oppdatert, endret_av

EER

To do ...

➔ Opprette og endre databaser

Det er enkelt å opprette, endre og slette databaser med SQL, men det krever (heldigvis) at man har tilgangsrettigheter til å gjøre dette.

Syntaksen for å opprette og slette databaser er ganske lik for de ulike DBMSene, men de varierer når det kommer til å angi tegnsett, sorteringsspråk og ikke minst lagringsformat.

MySQL / MariaDB

Har du tilgangsrettigheter som gir deg adgang til å lage nye databaser, er det enkelt å opprette dem med SQL. Syntaksen for å opprette en database med default-instillinger er enkel:

```
CREATE DATABASE <navn>;
```

Eller slik:

```
CREATE SCHEMA <navn>;
```

Som vi ser er SCHEMA og DATABASE synonyme i MySQL og MariaDB. Databasen vil få default tegnsett og språk, men vi kan spesifisere disse verdiene ved å legge til noen parametre:

```
CREATE DATABASE <navn> ENCODING <tegnsett> COLLATE "<språk>"
```

For eksempel kan vi lage en ny database, **konsul** med tegnsett **utf8** og dansk-norsk sorterings-språk, **utf8_danish_ci**, slik:

```
CREATE DATABASE konsul CHARACTER SET utf8 COLLATE utf8_danish_ci;
```

Vi kan sjekke at databasen ble riktig laget med kommandoen **show create database**, slik:

```
show create database konsul;
```

```
+-----+-----+
| Database | Create Database |
+-----+-----+
| konsul  | CREATE DATABASE `konsul` /*!40100 DEFAULT CHARACTER SET utf8 COLLATE utf8_danish_ci */ |
+-----+-----+

1 row in set (0.00 sec)
```

For å opprette en bruker **kurs**, med passord **kurs123**, som har full tilgang til databasen, kan vi bruke følgende setning:

```
GRANT ALL ON konsul.* TO 'kurs'@'%' identified by 'kurs123';
```

MERK: Setningen over oppretter samtidig brukeren **kurs** og tildeler brukeren passordet **kurs123**. Hvis brukeren finnes fra før, sløyfer vi bare *identified by 'kurs123'* i setningen.

Vil vi begrense tilgangen slik at brukeren **kurs** kun kan logge seg på fra maskinen MySQL/MariaDB er installert på, kan vi erstatte %-tegnet (som angis innlogging fra alle domener), til **localhost**, slik:

```
GRANT ALL ON konsul.* TO 'kurs'@'localhost' identified by 'kurs123';
```

Sjekk gjerne dokumentasjonen for MySQL/MariaDB for hvordan man tildeler mer detaljerte tilgangsrettigheter til databaser og tabeller.

PostgreSQL

For å kunne opprette en ny database i PostgreSQL må man være **superbruker** eller ha tilgangs-rettigheten **CREATEDB**. Syntaksen for å opprette en database med default-instillinger er enkel:

```
CREATE DATABASE <navn>;
```

Databasen vil få default tegnsett (mest sannsynlig *utf8*), og språk og eier av databasen vil være den brukeren som oppretter den. Vil man opprette en database for en bruker som ikke finnes, må brukeren opprettes først. Det kan man gjøre med denne setningen:

```
CREATE USER <brukernavn> WITH PASSWORD '<passord>';
```

Vi kan spesifisere disse verdiene ved å legge til noen parametre:

```
CREATE DATABASE <navn> WITH OWNER <brukernavn> ENCODING <tegnsett> COLLATE  
"<språk>" TEMPLATE <databasemal>
```

For eksempel kan vi lage en ny database, **konsul**, med eier **kurs**, tegnsett **utf8** og norsk sorterings-språk, **nb_NO.utf8**, slik:

```
CREATE DATABASE konsul WITH OWNER kurs ENCODING utf8 LC_COLLATE  
"nb_NO.utf8" TEMPLATE template0;
```

MERK: Siden **nb_NO.utf8** ikke er default for standard-malen for nye databaser: **template1**, må vi enten lage en nye mal, eller bruke **template0**. Bruken av maler for databaser ligger utenfor dette kurset, men hvis du skal bruke PostgreSQL mye, kan det være lurt å sjekke dokumentasjonen for hvordan maler brukes og lages. Sjekk også gjerne dokumentasjonen for hvordan man tildeler mer detaljerte tilgangsrettigheter til databaser og tabeller i PostgreSQL.

NB! PostgreSQL skiller mellom begrepene **database** og **schema**. I PostgreSQL kan en database inneholde ett eller flere schema. Ved opprettelsen av databasen lages det et schema ved navn **public**, som brukes som default schema, men man kan opprette flere etter ønske - f.eks. ett for utvikling, ett for test og ett for produksjon. Schema opprettes med denne syntaksen:

```
CREATE SCHEMA <navn>
```

Eksempler:

```
create schema prod;  
create schema dev;  
create schema test;
```

kan vise hvilke schema som finnes i databasen med kommandoen **\dn** (*describe namespace*), slik:

```
\dn  
  
List of schemas  
  Name | Owner  
-----+-----  
 dev   | kurs  
 prod  | kurs  
 public | postgres  
 test  | kurs  
(4 rows)
```

Bruk av schemas ligger utenfor dette kurset, men man refererer til en tabell i et annet schema ved å sette schema-navn og punktum før tabellnavnet, f.eks. slik:

```
SELECT * FROM dev.konsul;
```


MERK: Du kan bruke komandoen: **SHOW search_path;** til å se hvilket schema som er default for den sesjonen du er inne i. Og du kan bruke komandoen **SET search_path TO <schema-navn>** til å sette et schema som default (eller evt. flere schemas ved å sette dem etter hverandre med komma mellom).

➔ Opprette Tabeller

SQL har syntaks for å lage, endre og slette tabeller. Setningen for å lage en tabell er denne:

```
CREATE TABLE <navn> (  
  <kolonnenavn> <datatype> [evt. andre tilleggskriterier for kolonnen],  
  <kolonnenavn> <datatype> [evt. andre tilleggskriterier for kolonnen] ...  
) [evt. andre tilleggskriterier for tabellen];
```

Som vi ser inneholder setningen en parentes hvor tabellens kolonner defineres. En tabell må ha minst én kolonne (felt). Har den flere kolonner listes de etter hverandre med komma mellom (men ikke etter den siste). Vi må spesifisere hver kolonne med minimum to informasjonen: navn og data-type, og kan også legge til andre parametre - som f.eks. en default-verdi, om feltet skal akseptere NULL-verdier (tomme felt), om det skal være primær- eller fremmed-nøkkel, begrensninger på hvilke verdier vi kan legge inn i kolonnen, hvilket språk kolonnens verdier skal sorteres etter og evt. kommentarer vi vil legge inn om kolonnen. Hvis vi ikke legger til valgfrie parametre, som f.eks. språk, vil kolonnen bli behandlet etter default-instillingene for disse parametrene, som f.eks. default sorterings-språk.

Etter parentesen med kolonne-definisjonene kan vi angi hvilket tegnsett og språk tabellen skal håndtere data med, hvilket lagringsformat som skal brukes osv.

La oss se noen eksempler på hvordan vi oppretter tabeller med de ulike RDBMSene.

MySQL / MariaDB

Her er setningen som oppretter tabellen employees i vår test-database i MySQL / MariaDB.

```
CREATE TABLE employees (  
  emp_no int(11) NOT NULL,  
  birth_date date NOT NULL,  
  first_name varchar(14) NOT NULL,  
  last_name varchar(16) NOT NULL,  
  gender enum('M','F') NOT NULL,  
  hire_date date NOT NULL,  
  PRIMARY KEY (`emp_no`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8;
```

Vi kan se av setningen over at ansattnummeret (`emp_no`) er satt som primærnøkkel, at lagringsformatet er *InnoDB* og tegnsettet er *utf8*. Det står NOT NULL etter alle feltene, det er med andre ord ingen valgfrie felt i denne tabellen - alle feltene må gis en verdi.

Legg merke til datatypen for kjønn (`gender`) som er *enum('M','F')* – datatypen **enum** angir at det kun er mulig å legge inn en av de verdiene som står inne i parentesene, i dette tilfelle bokstaven M eller bokstaven F (Male eller Female).

PostgreSQL

Slik ser den samme setningen ut med PostgreSQL. Vi oppretter først en egen datatype som vi f.eks. kan kalle **gendertype**, og så setter vi feltet `gender` til å ha denne datatypen, slik

```
CREATE TYPE gendertype AS ENUM ('M', 'F');

CREATE TABLE employees (
    emp_no integer NOT NULL PRIMARY KEY,
    birth_date timestamp NOT NULL,
    first_name varchar(14) NOT NULL,
    last_name varchar(16) NOT NULL,
    gender gendertype NOT NULL,
    hire_date timestamp NOT NULL
) TABLESPACE pg_default;
```

Vi ser at datatypene er forskjellige fra MySQL og at primærnøkkel er satt til ansattnummeret (`emp_no`). TABLESPACE angir i hvilken mappe / disk datafilene skal lagres fysisk, og er satt til default for databasen.

Oracle og MS SQL Server

Slik opprettes tabellen **employees** med Oracle og MS SQL Server:

```
CREATE TABLE EMPLOYEES
(EMP_NO INT PRIMARY KEY,
 BIRTH_DATE DATE NOT NULL,
 FIRST_NAME VARCHAR(255) NOT NULL,
 LAST_NAME VARCHAR(255) NOT NULL,
 GENDER CHAR(2) NOT NULL check(GENDER in ('M','F')),
 HIRE_DATE DATE NOT NULL
);
```

MERK: Hverken Oracle eller MS SQL Server har datatypen ENUM, men vi kan legge inn en **CHECK CONSTRAINT** som sjekker at feltet GENDER inneholder enten en M eller en F. Gender har en

feldtlengde på 2 bytes for å ta høyde for utf8-tegn, som består av 2 bytes hver. Merk også at selv med denne sjekken kan feltet fremdeles inneholde NULL, dvs. sjekken aksepterer tomme felt. Vil vi at et felt skal være obligatorisk, må vi også legge til NOT NULL selv om vi har en check constraint.

➔ Selv-økende primærnøkler

En vanlig praksis er å la kolonnen som skal være primær-nøkkel være selv-økende, slik at den automatisk øker med en verdi for hver ny rad som settes inn. Når vi setter inn nye rader, angir vi ikke noen verdi for primærnøkkel, siden den lages automatisk av systemet. En av fordelene med dette er at løpenummerne ikke gjenbrukes av systemet. Slettes raden som har primærnøkkel med verdi 5, vil ikke noen ny rad senere kunne få primærnøkkel med verdi 5. Så hvis f.eks. en ansatt med en id generert av systemet slutter og slettes fra databasen, så vil ikke en ny ansatt kunne få vedkommendes id, siden løpenummere ikke gjenbrukes. Dermed unngår man mulige feil som kan oppstå ved at en ansatt får tilgang til dokumenter, adgangskort e.l. som er knyttet til en tidligere ansatts id.

Det er litt ulike måter å lage selvøkende primærnøkler på med de ulike RDBMSene:

MySQL / MariaDB

Med MySQL og MariaDB lager vi en selv-økende primærnøkkel ved å føye til: **AUTO_INCREMENT** før eller etter PRIMARY KEY, f.eks. slik:

```
CREATE TABLE test (id int primary key auto_increment, notat text);
```

MS SQL Server.

Med MS SQL Server lager vi en selv-økende primærnøkkel ved å føye til: **IDENTITY** før eller etter PRIMARY KEY, f.eks. slik:

```
CREATE TABLE test (id int primary key IDENTITY, notat text);
```

PostgreSQL og Oracle

Med PostgreSQL angir vi at et felt skal være selv-økende ved å legge til en av disse setningene før eller etter PRIMARY KEY:

- GENERATED **ALWAYS** AS IDENTITY
- GENERATED **BY DEFAULT** AS IDENTITY

Dette gir PostgreSQL eller Oracle beskjed om å lage en sekvens og bruke denne til å øke verdien med 1 for hver nye rad som settes inn. Forskjellen på de to – **always** eller **by default** - ligger i at den første ikke tillater at du setter inn en verdi for feltet manuelt, mens den siste tillater at du overstyrer den automatiske nummereringen og legger inn et egendefinert nummer. Her er et par eksempler. Først ved å bruke **GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY** til primærnøkkel-feltet **id**, og så legge inn et par rader hvor vi ikke spesifiserer en verdi for feltet id – og lar systemet lage løpenummere for oss. Og så legger vi til en rad hvor vi manuelt gir raden en id på 500:

```
CREATE TABLE test (id int GENERATED BY DEFAULT AS IDENTITY primary key,
notat varchar(255) );

INSERT INTO test (notat) VALUES ('Dette er notat 1');
INSERT INTO test (notat) VALUES ('Dette er notat 2');
INSERT INTO test (id, notat) VALUES (500, 'Dette er notat 500');

SELECT * FROM test;
```

id	notat
1	Dette er notat 1
2	Dette er notat 2
500	Dette er notat 500

Bruker vi **GENERATED ALWAYS AS IDENTITY** får vi en feilmelding når vi forsøker å sette inn et notat med en egendefinert id, slik vi ser i eksemplet under:

```
CREATE TABLE test (id int GENERATED ALWAYS AS IDENTITY primary key, notat
varchar(255));

INSERT INTO test (notat) VALUES ('Dette er notat 1');
INSERT INTO test (notat) VALUES ('Dette er notat 2');
INSERT INTO test (id, notat) VALUES (500, 'Dette er notat 500');
```

PostgreSQL:

```
ERROR: cannot insert into column "id"
DETAIL: Column "id" is an identity column defined as GENERATED ALWAYS.
HINT: Use OVERRIDING SYSTEM VALUE to override.
Time: 0,360 ms
```

Oracle:

```
ERROR at line 1:
ORA-32795: cannot insert into a generated always identity column
```

```
SELECT * FROM test;
```

```
id |      notat
----+-----
 1 | Dette er notat 1
 2 | Dette er notat 2
```

MERK: Med tidligere versjoner av PostgreSQL (før versjon 9.6) angir vi i stedet at datatypen til primærnøkkelen skal være av typen **SERIAL** eller **BIGSERIAL**. Dette er en mindre anvendelig måte å lage en selv-økende primærnøkkel på (bl.a. kan det skape problemer ved endring av eierskapet til en tabell)

Oracle før versjon 12c

Med Oracle **før versjon 12c** lager vi først en sekvens, og så bruker vi denne når vi setter inn nye rader.

```
CREATE SEQUENCE <name_of_sequence>
START WITH 1
INCREMENT BY 1
CACHE 100;
```

Setningen over lager en sekvens som starter med tallet 1 og øker med ett tall for hver innsetting. 100 tall lagres i minne (dette øker hastigheten ved innsetting av mange nye rader).

Slik setter vi inn en ny rad med bruk av denne sekvensen:

```
INSERT INTO <tabellnavn> ( <primary_key_column>, <<other columns>> )
VALUES ( <name_of_sequence>.nextval, <<other values>> );
```

➔ Default-verdier

Vi kan også angi default-verdier for enkelte kolonner når vi oppretter en tabell. Dette gjør vi ved å skrive nøkkelordet **DEFAULT** etterfulgt av en verdi eller en funksjon som returnerer en verdi, f.eks. slik:

```
CREATE TABLE test (
id int PRIMARY KEY,
antall int DEFAULT 1,
pris int DEFAULT 100,
```

```
registrert date DEFAULT now()
);
```

MERK: Funksjonen **now()** fungerer med MySQL/MariaDB og PostgreSQL. Med Oracle kan vi bruke SYSDDATE istedenfor now() og med MS SQL Server kan vi bruke en av funksjonene GETDATE() eller SYSDATETIME() for å hente frem dato og tid akkurat nå.

➔ Tegnsett, språk og lagringsformat

Etter parentesen, men før semikolon, kan vi også angi tegnsett, og for noen databaser også lagringsformat for tabellen.

➔ Endre eksisterende tabeller

Vi kan endre eksisterende tabeller med **ALTER TABLE**. Det er som regel begrenset hva man får lov til å endre, og alle endringer krever at du har tilgangsrettigheter som inkluderer skriving til databasen.

MERK: Data kan bli slettet hvis man f.eks. endrer data-typen for en kolonne til en datatype som ikke klarer å ta imot eksisterende innhold - f.eks. endrer en kolonne med tekstinnhold til datatypen INT. Derfor anbefales det på det sterkeste å lage en kopi av tabellen (evt. bare med noen få rader) og først gjøre endringene på denne. Hvis endringene går bra på kopien, kan man kjøre samme SQL-setning på den originale databasen. Slik kan du enkelt lage en kopi av en tabell med 100 rader data:

```
CREATE TABLE employees_copy AS
SELECT * from employees limit 100;
```

➔ Legge til en kolonne

Å legge til en kolonne er det minst farlige vi kan gjøre når vi skal endre en tabell. Du kan f.eks. legge til et felt med epostadresse slik:

```
ALTER TABLE employees
ADD email VARCHAR(255);
```

MySQL / MariaDB

Med MySQL / MariaDB kan du i tillegg spesifisere om en nye kolonnen skal plasseres sist (default), først eller etter en annen kolonne, f.eks. slik:

```
ALTER TABLE employees  
ADD email VARCHAR(255) after gender;
```

eller slik:

```
ALTER TABLE employees  
ADD email VARCHAR(255) first;
```

PostgreSQL

PostgreSQL lagrer feltene i den rekkefølgen du spesifiserer når du oppretter tabellen, og den kan ikke endres i etterkant (i nåværende versjon: 9.6). Men du kan f.eks. lage et **view** basert på en select-setning som setter feltene i den rekkefølgen du ønsker.

Er det viktig å endre rekkefølgen i selve tabellen, må du ta en backup av data, slette tabellen, opprette den på nytt med riktig kolonne-rekkefølge og så sette inn data igjen.

MS SQL Server

Med SQL Server legger man til en kolonne med denne syntaksen:

```
ALTER TABLE <tabellnavn>  
ADD <kolonnenavn> <datatype> [default-verdi, check constraint etc]
```

Her er et enkelt eksempel:

```
ALTER TABLE employees ADD email NVARCHAR(50) check(email like '%@%.%');
```

➔ Endre en kolonne

MySQL / MariaDB

Vi kan endre kolonner på to måter med MySQL og MariaDB: enten med syntaksen:

```
ALTER TABLE <tabellnavn> MODIFY COLUMN <kolonnenavn> <komplett kolonne-  
spesifikasjon>.
```

eller med syntaksen:

```
ALTER TABLE <tabellnavn> CHANGE COLUMN <kolonnenavn> <nytt kolonnenavn>
<komplett kolonne-spesifikasjon>.
```

De fleste endringer kan gjøres med `MODIFY COLUMN`, men `CHANGE COLUMN` må brukes når vi f.eks. skal endre navn på kolonnen. Husk å angi alle egenskapene til kolonnen, selv om du bare vil endre noen av dem. Her er noen eksempler:

```
show create table employees;
```

```
Create Table: CREATE TABLE `employees` (
  `emp_no` int(11) NOT NULL,
  `birth_date` date NOT NULL,
  `first_name` varchar(14) NOT NULL,
  `last_name` varchar(16) NOT NULL,
  `gender` enum('M','F') NOT NULL,
  `hire_date` date NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`emp_no`),
  KEY `idx_lastname` (`last_name`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1
1 row in set (0,00 sec)
```

SHOW CREATE TABLE <tabellnavn> gir oss kolonne-strukturen til tabellen. Som vi ser har feltene **first_name** og **last_name** en øvre begrensning på henholdsvis 14 og 16 tegn, noe som ikke er spesielt gunstig hvis vi vil legge inn flere ansatte i tabellen. Vi kan endre datatypen for disse to feltene med denne SQL-setningen:

```
ALTER TABLE employees
MODIFY first_name varchar(255) NOT NULL,
MODIFY last_name varchar(255) NOT NULL;
```

```
Query OK, 0 rows affected (5,44 sec)
```

```
Records: 0 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

Vi ser at vi kan endre flere kolonner med samme SQL-setning, ved å sette komma mellom hver endring, og at vi må gjenta nøkkelordet *modify* for hver kolonne. Kjører vi en ny *show create table*, ser vi at datatypen er endret.

```
show create table employees;
```



```

Create Table: CREATE TABLE `employees` (
  `emp_no` int(11) NOT NULL,
  `birth_date` date NOT NULL,
  `first_name` varchar(255) NOT NULL,
  `last_name` varchar(255) NOT NULL,
  `gender` enum('M','F') NOT NULL,
  `hire_date` date NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`emp_no`),
  KEY `idx_lastname` (`last_name`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1

```

MERK: Hadde vi ikke tatt med NOT NULL i setningen over, ville denne restriksjonen ha falt bort for disse to kolonnene.

Endre navn på en kolonne

Vil du endre en kolonnes navn må du bruke ALTER TABLE + CHANGE COLUMN, f.eks. slik:

```

alter table employees change column hire_date ansattdato date NOT NULL;
Query OK, 0 rows affected (0,02 sec)

Records: 0  Duplicates: 0  Warnings: 0

```

Setningen over endre navnet fra **hire_date** til **ansattdato**, uten å endre noen andre egenskaper ved kolonnen. Husk å ta med nytt navn, data-type og andre egenskaper ved kolonnen. Egenskaper du ikke spesifiserer (f.eks. NOT NULL) blir fjernet.

PostgreSQL

Vi kan endre datatype, navn osv. på kolonnene i en PostgreSQL-tabell. For å se strukturen på f.eks. employees-tabellen i HR-databasen, kan vi bruke terminalklienten (psql) og taste inn \d employees, slik:

```

hr=# \d employees;
          Table "public.employees"
   Column   |          Type          | Modifiers
-----+-----+-----
 emp_no     | integer                | not null
 birth_date | timestamp(6) without time zone | not null
 first_name  | character varying(14)  | not null

```

```

last_name | character varying(16) | not null
gender    | character varying(1)  | not null
hire_date | timestamp(6) without time zone | not null

```

Som vi ser har kolonnene **first_name** og **last_name** øvre begrensninger på 14 og 16 tegn. For å øke antall mulige tegn i kolonnen, slik at vi kan legge inn nye ansatte, kan vi bruke denne SQL-setningen:

```

hr=# ALTER TABLE employees ALTER COLUMN first_name TYPE varchar(255),
ALTER COLUMN last_name TYPE varchar(255);
ALTER TABLE

```

MERK: I motsetning til MySQLs **modify**, fjerner ikke ALTER COLUMN de egenskaper ved kolonnene vi ikke nevner, men endrer bare de vi spesifiserer. (NOT NULL blir stående).

En ny **\d employees** (d står for describe) viser at endringene er utført:

```

hr=# \d employees
          Table "public.employees"
   Column   |          Type          | Modifiers
-----+-----+-----
 emp_no     | integer                | not null
 birth_date | timestamp(6) without time zone | not null
 first_name  | character varying(255) | not null
 last_name   | character varying(255) | not null
 gender     | character varying(1)   | not null
 hire_date  | timestamp(6) without time zone | not null

```

Endre navn på en kolonne

Vi kan endre navn på kolonnene i en tabell ved å bruke ALTER TABLE med RENAME COLUMN, f.eks. slik:

```

ALTER TABLE employees RENAME COLUMN last_name TO etternavn;

```

Endre begrensninger ved en kolonne

Vi kan legge til en NOT NULL - begrensning slik:

```
ALTER TABLE employees ALTER COLUMN first_name SET NOT NULL;
```

Og vi kan fjerne en NOT NULL - begrensning slik:

```
ALTER TABLE employees ALTER COLUMN first_name DROP NOT NULL;
```

➔ Slette en kolonne

Å slette en kolonne er enkelt, men vær klar over at kolonnen og alle dens data blir slettet umiddelbart når du kjører SQL-setningen, som f.eks.

```
ALTER TABLE employees  
DROP COLUMN email;
```

➔ Slette hele tabeller

For å slette en hel tabell, bruk **drop table <tabellnavn>**, f.eks. slik:

```
DROP TABLE employees_copy;
```

MERK: Vi kan tømme en tabell for innhold med TRUNCATE TABLE, men det sletter ikke selve tabellen, eller endrer tabellstrukturen. DROP TABLE fjerner tabellen helt fra databasen.

➔ Opprette og fjerne begrensninger på tabell-kolonner

Vi kan la DBMSen sjekke data som settes inn i en kolonne med ulike former for begrensninger (CONSTRAINTS). Begrensninger brukes også til å angi at en kolonne skal være en primær-nøkkel eller fremmed-nøkkel. Begrensninger kan legges til en kolonne når tabellen opprettes eller etter at tabellen er laget ved å endre tabellen med **ALTER TABLE**.

➔ Legge til begrensninger når en tabell lages

Oracle / MySQL/ MariaDB / Microsoft SQL Server / PostgreSQL :

```
CREATE TABLE firma (  
  firma_id int primary key,
```

```
firmanavn varchar(255)
);
```

Setningen over oppretter en enkel tabell med en primærnøkkel og et tekstfelt for firmanavn. Primærnøkkel er en begrensning på feltet **firma_id**, som bl.a. innebærer at feltet må inneholde unike verdier (to firmaer kan ikke ha samme firma_id).

```
CREATE TABLE personer (
  person_id int NOT NULL PRIMARY KEY CHECK (person_id > 0),
  etternavn varchar(255) NOT NULL,
  fornavn varchar(255),
  epost varchar(255),
  firma_id int REFERENCES firma (firma_id)
);
```

Setningen over setter inn tre begrensninger: En **primærnøkkel-begrensning**, en **check-begrensning** - begge på feltet **person_id**, og en **fremmednøkkel-begrensning** på feltet **firma_id** som peker til feltet firma_id i tabellen firma. Den siste begrensningen innebærer at alle firma_id som legges inn i personer-tabellen også må være registrert i firma-tabellen. Man kan mao ikke legge inn en referanse til et firma som ikke finnes i firma-tabellen. Man kan heller ikke slette et firma som har personer knyttet til seg før man har slettet personene, eller endret deres firma_id til et annet firma eller til NULL. Check-begrensningen gjør at man ikke kan legge inn et negativt tall som person_id.

MERK: MySQL og MariaDB **støttet opprinnelig ikke check constraints**. MariaDB gjør det fra versjon [10.2.1](#), og MySQL har foreløpig laget en «workaround» ved bruk av «triggere» - så sjekk gjerne dokumentasjonen for den versjonen du bruker for å være sikker.

Vær obs på at når check constraints ikke støttes får du ingen feilmelding hvis du legger dem inn, men de blir ignorert av RDBMSen når SQL-setningene kjøres.

➔ Legge til begrensninger etter at en tabell er laget

Vi kan angi at en kolonne skal være primærnøkkel, også etter at tabellen er laget. Det gjøres slik:

PostgreSQL / MySQL / MariaDB / Oracle / MS SQL Server

```
ALTER TABLE personer
ADD CONSTRAINT PRIMARY KEY (person_id);
```

Vi kan også angi at en kolonne skal være sekundær-nøkkel som henviser til en primærnøkkel i en annen tabell. Det gjøres slik:

```
ALTER TABLE personer
ADD CONSTRAINT
FOREIGN KEY (firma_id) REFERENCES firma (firma_id);
```

Vi kan i tillegg legge til sjekker for hvilke data som tillates å legge inn:

MS SQL Server / Oracle / MariaDB / PostgreSQL

```
ALTER TABLE Personer
ADD CHECK (person_id > 0)
```

For å kunne gi et eget navn til en CHECK-constraint, eller for å definere en CHECK-constraint for mer enn én kolonne, brukes denne syntaksen:

SQL Server / Oracle / MariaDB / PostgreSQL

```
ALTER TABLE Personer
ADD CONSTRAINT chk_person CHECK (person_id > 0 AND epost like '%@%.%')
```

Setningen over setter inn en begrensning som sier at person_id må være et positivt tall og at epost-feltet må inneholde en krøllalfa (@) etterfulgt av noe, et punktum og noe mer. Vi kan teste dette, f.eks. i PostgreSQL, slik:

```
insert into personer (person_id,etternavn,epost) values
(2, 'Pettersen', 'ola.pettersen.com');

ERROR:new row for relation "personer" violates check constraint
"chk_person"

DETAIL:Failing row contains (2, Pettersen, null, ola.pettersen.com, null).
```

Innsettingen over feilet fordi det manglet en @ i epost-feltet.

➔ Fjerne begrensninger

SQL Server / Oracle / PostgreSQL:

For å slette en CHECK-constraint, primærnøkkel eller fremmednøkkel, bruk syntaksen:

```
ALTER TABLE <navn> DROP CONSTRAINT <navn>;
```

f.eks. slik:

```
ALTER TABLE personer
DROP CONSTRAINT personer_person_id_check;
```

Med PostgreSQL kan du finne ut hva begrensningene heter ved å kjøre kommandoen: `\d <tabellnavn>` i terminalklienten, slik:

```
\d personer
```

```

      Table "public.personer"
  Column      |      Type      | Modifiers
-----+-----+-----
 person_id    | integer        | not null
 etternavn    | character varying(255) | not null
 fornavn      | character varying(255) |
 epost        | character varying(255) |
 firma_id     | integer        |
Indexes:
    "personer_pkey" PRIMARY KEY, btree (person_id)
Check constraints:
    "personer_person_id_check" CHECK (person_id > 0)
Foreign-key constraints:
    "personer_firma_id_fkey" FOREIGN KEY (firma_id) REFERENCES
    firma(firma_id)

```

MySQL / MariaDB

Fjerne primær- og fremmednøkler

Primærnøkler kan fjernes med denne setningen:

```
ALTER TABLE <tabellnavn> DROP PRIMARY KEY;
```

MERK: Du får ikke lov til å slette en primærnøkkel som er selv-økende (AUTO_INCREMENT).

Fremmednøkler kan fjernes med denne setningen:

```
ALTER TABLE <tabellnavn> DROP FOREIGN KEY <nøkkelnavn>;
```

Navnet på fremmednøklerne kan vises med:

```
SHOW CREATE TABLE <tabellnavn>
```

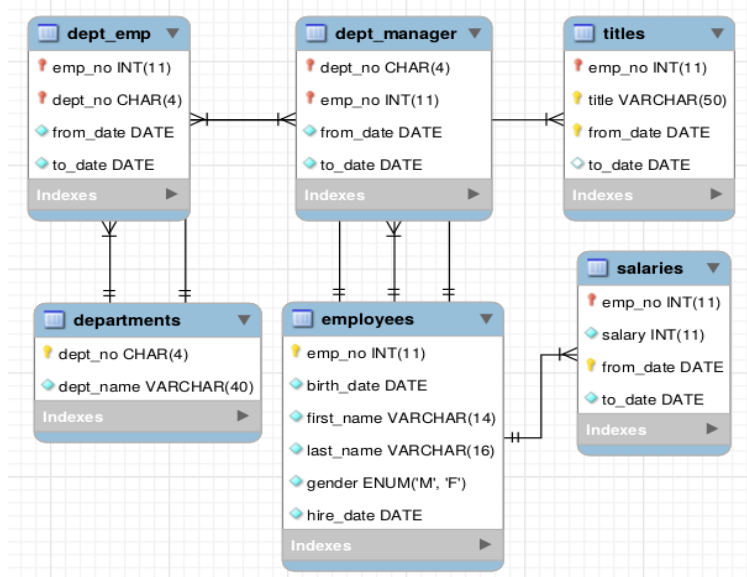
For eksempel slik:

```
show create table salaries \G

***** 1. row *****
      Table: salaries
Create Table: CREATE TABLE `salaries` (
  `emp_no` int(11) NOT NULL,
  `salary` int(11) NOT NULL,
  `from_date` date NOT NULL,
  `to_date` date NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`emp_no`,`from_date`),
  KEY `emp_no` (`emp_no`),
  CONSTRAINT `salaries_ibfk_1` FOREIGN KEY (`emp_no`) REFERENCES
`employees` (`emp_no`) ON DELETE CASCADE
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1
```

➔ Datasettet HR

Dette datasettet ble opprinnelig laget av og er en konstruert database med personaldata for en stor bedrift. Vi har valgt dette datasettet som en test-database for de fleste eksemplene i denne boken, bl.a. på grunn av størrelsen - det ligger f.eks. mer enn 2,8 millioner rader med lønnsdata i tabellen «salaries» for ca. 240 000 ansatte. Databaseen er også konstruert slik at den inneholder historiske data og både én-til-mange-relasjoner (1:n) og mange-til-mange-relasjoner (n:m).



Kapittel 3

DML (Data Manipulation Language)

SELECT, INSERT, UPDATE og DELETE

➔ Hente data med SELECT

Alle SQL-søk starter med nøkkelordet **SELECT**. SQL har en rekke nøkkelord - og det er viktig at man ikke bruker disse til f.eks. feltnavn i tabeller. En SQL-setning som starter med **SELECT** gir alltid tilbake en **tabell**, med rader og kolonner (også kalt felt). Tabellen kan inneholde kun én rute, dvs, en rad og en kolonne, eller millioner av rader og tusenvis av kolonner. Men det er alltid en tabell hvis setningen starter med **SELECT**.

SELECT trenger minimum to tilleggsinformasjoner for å kunne hente data:

- Hva vil du hente, dvs. hvilke kolonner skal tabellen inneholde.
- Hvor vil du hente det fra, dvs. hvilke tabeller skal kolonnene hentes fra.

Som vi skal se kan vi i tillegg skrive inn flere søkekriterier i **SELECT**-setningen, som f.eks. filtrering av data etter søkemønstre, gruppering og sortering av data, antall rader vi vil hente osv. Rekkefølgen på elementene i en **SELECT**-setning må følge dette mønsteret:

- **SELECT** <ett eller flere feltnavn og/eller uttrykk og funksjoner>
- **FROM** <tabellnavn data skal hentes fra>
- **WHERE** <en eller flere betingelser for filtrering av rader>
- **GROUP BY** <ett eller flere felt å gruppere på>
- **HAVING** <en eller flere betingelser for å filtrere ut grupper>
- **ORDER BY** <et eller flere feltnavn resultatet skal sorteres etter>
- **LIMIT** <antall rader som skal hentes> (gjelder for MySQL/MariaDB og PostgreSQL, men ikke for Oracle eller MS SQL Server)

Vi skal starte med enkle søk og bygge dem opp til mer avanserte søke-setninger gjennom dette kapitlet. Alle eksemplene er laget med test-databasen **employees**, en konstruert personal-database som du kan laste ned og installere hvis du vil følge eksemplene og eksperimentere med egne søk (se forrige kapittel for informasjon om nedlasting, installasjon og kodeeksempler). Eksemplene er vist med terminalklienten til

MySQL / MariaDB, alternativt med terminalklienten til PostgreSQL, Oracle Express eller Microsoft SQL Server der hvor syntaksen for disse avviker fra MySQL/MariaDB.

➔ Hente en enkelt kolonne fra en tabell

For å hente en enkelt kolonne fra en tabell, trenger vi bare å skrive **SELECT** etterfulgt av navnet på kolonnen vi vil hente etterfulgt av nøkkelordet **FROM** og navnet på tabellen som inneholder kolonnen. Setningen nedenfor henter alle radene i en enkelt kolonne ved navn **dept_name** fra tabellen **departments**. Dataene er usorterte og ufiltrede. Vi skal se senere i kapitlet hvordan vi kan sortere og filtrere dem.

```
SELECT dept_name FROM departments;
```

```
+-----+
| dept_name          |
+-----+
| Customer Service   |
| Development        |
| Finance            |
| Human Resources    |
| Marketing          |
| Production         |
| Quality Management |
| Research           |
| Sales              |
+-----+
```

MERK: Tabellnavn kan være «case sensitive», dvs. at det skilles mellom små og store bokstaver i navnet. Om det er det eller ikke kommer an på filsystemet til serveren data er lagret på. En Linux-server skiller mellom små og store bokstaver i filnavn, mens en Windows-server ikke gjør det. Og tabellnavnet ender opp som en del av et filnavn der DBMSen lagrer data på serveren.

➔ Hente flere kolonner / felt fra en tabell

Skal du hente flere kolonner, er det bare å sette dem etter hverandre med komma imellom, i den rekkefølgen du vil ha dem i tabellen du får tilbake. Husk at du ikke skal ha komma etter den siste kolonnen. Setningen nedenfor henter f.eks. alle radene i de tre kolonnene **first_name**, **last_name** og **birth_date** fra tabellen **employees**. Dataene er fremdeles usorterte, ufiltrede og uformaterte. Vi skal se senere hvordan vi f.eks. kan formatere en ny kolonne med fullt navn ved å slå sammen kolonnene **first_name** og **last_name** til én kolonne.

```
SELECT first_name, last_name, birth_date FROM employees;
```

```

+-----+-----+-----+
| first_name | last_name | birth_date |
+-----+-----+-----+
| Georgi     | Facello   | 1953-09-02 |
| Bezalel    | Simmel    | 1964-06-02 |
| Parto      | Bamford   | 1959-12-03 |
| Chirstian   | Koblick   | 1954-05-01 |
| Kyoichi    | Maliniak  | 1955-01-21 |
| Anneke     | Preusig   | 1953-04-20 |
| Tzvetan    | Zielinski | 1957-05-23 |
| Saniya     | Kalloufi  | 1958-02-19 |
| Sumant     | Peac      | 1952-04-19 |
| Duangkaew | Piveteau  | 1963-06-01 |
| .....    | .....    | .....    |

```

➔ Hente alle kolonner fra en tabell

Du kan enkelt hente alle kolonnene fra en tabell ved å bruke jokertegnet *. Setningen nedenfor henter alle kolonnene og alle radene i tabellen **departments**. Ved å bruke * henter vi med andre ord **hele tabellen**.

Du kan også bruke * til å hente bare en eller noen få rader hvis du vil vite navnet på de ulike kolonnene (se hvordan du begrenser antall rader senere i kapittelet).

```
SELECT * FROM departments;
```

```

+-----+-----+
| dept_no | dept_name          |
+-----+-----+
| d009    | Customer Service   |
| d005    | Development         |
| d002    | Finance             |
| d003    | Human Resources     |
| d001    | Marketing           |
| d004    | Production          |
| d006    | Quality Management  |
| d008    | Research            |
| d007    | Sales               |
+-----+-----+

```

MERK: Det er enkelt å bruke * istedenfor å spesifisere hver enkelt kolonne du trenger, men søket vil gå raskere hvis du spesifiserer kun de kolonnene du trenger. Du bør også være forsiktig med bruk av * med store tabeller, siden hele tabellen hentes, hvis det ikke ligger en standard øvre grense i antall rader i det

programmet du bruker for å kjøre SQL-setningen. Terminalklientene har typisk ikke noen slik begrensning, mens f.eks. MySQL Workbench og pgAdmin har det.

➔ Hente alle unike rader fra en kolonne i en tabell

Nøkkelordet **DISTINCT** brukes før en kolonne for å angi at du vil ha tilbake unike verdier, dvs. en rad for hver unike verdi kolonnen inneholder.

Setningen nedenfor henter bare 1 rad for hver unike *title* i tabellen *titles*. Dette er nyttig hvis du f.eks. vil ha en oversikt over hvilke stillingskategorier bedriften har og bare vil ha dem listet opp én gang hver, siden de er registrert flere ganger i tabellen (en gang for hver ansatt). Tabellen *titles* inneholder 443308 rader, men som vi ser er det bare 7 ulike titler i hele bedriften, så her er **DISTINCT** helt nødvendig for å få en brukbar oversikt.

```
SELECT DISTINCT title FROM titles;
```

```
+-----+
| title |
+-----+
| Senior Engineer |
| Staff          |
| Engineer       |
| Senior Staff   |
| Assistant Engineer |
| Technique Leader |
| Manager        |
+-----+
```

MERK: Du kan bare bruke **DISTINCT** på én kolonne i hver SQL-setning. Det gir mening siden databasen ikke vil kunne hente mer enn én rad for hver unike verdi, så det vil være meningsløst å legge til flere distinkte kolonner i en rad. Med de fleste DBMSer vil det gi en feilmelding om du forsøker.

➔ Begrense antall rader i resultatet

SELECT henter alle rader som møter søkekriteriene. Dersom man kun ønsker å hente et bestemt antall rader, kan dette gjøres, men måten å gjøre det på varierer mellom ulike databasesystemer. Her er noen eksempler:

Begrense antall rader med Microsoft SQL Server

SQL Server har en syntaks som skiller seg fra de andre ved at begrensningen legges til rett etter nøkkelordet **SELECT**. Man bruker nøkkelordet **TOP** etterfulgt av et tall som angir antall rader du vil hente.

```
SELECT TOP 3 dept_name FROM departments;
```

MERK: TOP henter et antall **tilfeldige rader** fra søkeresultatet, i praksis de første databasen finner, og ikke f.eks. de nyeste radene eller de med høyest verdi for en kolonne e.l.. Vil du f.eks. ha en liste med de 10 nyeste må du sortere på et datofelt først, og så begrense med **TOP**. Du kan lese om sortering senere i dette kapitlet.

Med MS SQL Server kan du også spesifisere **TOP** i prosent, istedenfor i antall rader, f.eks. hente 2 promille av radene i tabellen:

```
SELECT TOP (0.2) PERCENT * from employees;
```

Vi kan også sette et tall for en **OFFSET** med MS SQL Server, dvs. et antall rader som det skal hoppes over før radene hentes, hvis vi sorterer resultatet og bruker denne syntaksen:

```
SELECT * FROM employees  
OFFSET 50 ROWS FETCH NEXT 25 ROWS ONLY;
```

Begrense antall rader med Oracle

```
SELECT dept_name FROM departments WHERE ROWNUM <=3;
```

Begrense antall rader med MySQL/MariaDB og PostgreSQL

MySQL, MariaDB og PostgreSQL bruker alle nøkkelordet **LIMIT** etterfulgt av et tall, til å begrense antall rader i resultat-tabellen. Setningen nedenfor henter tre vilkårlige rader i en tabell med tre definerte kolonner:

```
SELECT emp_no, first_name, last_name FROM employees  
LIMIT 3;
```

Med MySQL, MariaDB og PostgreSQL kan man sette verdi for en **OFFSET**, dvs. et antall rader som systemet skal hoppe over før radene hentes - f.eks. kan man hente 3 rader fra rad 100 og utover, slik:

```
SELECT emp_no, first_name, last_name FROM employees
LIMIT 3 OFFSET 100;
```

Med MySQL og MariaDB kan man også skrive dette på denne måten:

```
SELECT emp_no, first_name, last_name FROM employees
LIMIT 100,3;
```

MERK: PostgreSQL tillater ikke den siste kortversjonen av LIMIT med OFFSET – og gir denne feilmeldingen hvis du forsøker:

```
ERROR: LIMIT #,# syntax is not supported
LINE 1: select * from employees limit 100,3
HINT: Use separate LIMIT and OFFSET clauses.
```

➔ Sortere data med ORDER BY

Når vi henter ut data med SELECT, vises de ikke i noen gitt rekkefølge. Som regel vises de i den rekkefølge de ble lagt inn, men vi har ingen garanti for dette. For å sortere data, bruker vi derfor betingelsen: **ORDER BY** etterfulgt av feltet vi vil ha sortert, f.eks. slik:

```
SELECT dept_no, dept_name FROM departments ORDER BY dept_name;
```

```
+-----+-----+
| dept_no | dept_name |
+-----+-----+
| d009    | Customer Service |
| d005    | Development      |
| d002    | Finance          |
| d003    | Human Resources  |
| d001    | Marketing         |
| d004    | Production        |
| d006    | Quality Management |
| d008    | Research          |
| d007    | Sales             |
+-----+-----+
```

MERK: ORDER BY må alltid komme helt til slutt i en SELECT-setning. Hvis ikke genereres en feilmelding. (Unntak for MySQL/MariaDB og PostgreSQL hvor LIMIT kan komme etter ORDER BY)

ORDER BY med begrensning av resultatet i Oracle

Oracle skiller seg fra de andre RDBMSene ved at det hentes *vilkårlige* rader med ROWNUM *selv om resultatet er sortert*, så hvis du f.eks. vil hente navnet til de 3 sist ansatte medarbeiderne må du først lage en SELECT-setning som er sortert på hire_date i synkende rekkefølge og så lage en «select *» fra denne igjen, som på denne måten:

```
SELECT * from (SELECT first_name, last_name FROM employees ORDER BY
hire_date DESC) WHERE ROWNUM <= 3;
```

FIRST_NAME	LAST_NAME
-----	-----
Bikash	Covnot
Yucai	Gerlach
Hideyuki	Delgrande

➔ Sortering etter flere kolonner

Vi kan sortere data etter en eller flere kolonner. List opp kolonnene etter hverandre, med et komma imellom, så sorteres data i den rekkefølge kolonnene er satt opp. F.eks.:

```
SELECT emp_no, first_name, last_name FROM employees
ORDER BY last_name, first_name LIMIT 10;
```

emp_no	first_name	last_name
258641	Abdelkader	Aamodt
258005	Adhemar	Aamodt
455773	Aemilian	Aamodt
436560	Alagu	Aamodt
266651	Aleksander	Aamodt
487598	Alexius	Aamodt
216963	Alois	Aamodt
15427	Aluzio	Aamodt
100860	Amabile	Aamodt
107070	Anestis	Aamodt

Setningen over vil først sortere listen med ansatte etter etternavn. Innenfor hvert etternavn vil listen bli sortert etter fornavn. Sorteringen er alfanumerisk og stigende, siden ikke noe annet er spesifisert. Resultatet begrenses til de 10 første radene etter at de er sortert (pga. LIMIT 10 til slutt i setningen).

MERK: Det er fullt mulig å sortere etter kolonner vi ikke henter, dvs. etter kolonner som ikke er skrevet inn i SELECT-setningen - men det vil da ikke fremgå automatisk av resultatet hvilken kolonne det er sortert på. Hadde vi f.eks. sortert tabellen ovenfor etter de ansattes alder (feltet *birth_date*) ville rekkefølgen sett vilkårlig ut, siden alder ikke er et av feltene i tabellen

➔ Angi sorterings-retning

Hvis vi ikke angir retning, sorteres data alfanumerisk i stigende rekkefølge. Stigende rekkefølge kan angis eksplisitt med nøkkelordet **ASC** (for ascending), men siden dette alltid er standard sorteringsrekkefølge er det som regel utelatt. Vi kan angi at data skal sorteres i synkende rekkefølge med parameteret **DESC** (for descending), slik:

```
SELECT emp_no, salary FROM salaries
ORDER BY salary DESC, emp_no LIMIT 10;
```

```
+-----+-----+
| emp_no | salary |
+-----+-----+
|  43624 | 158220 |
|  43624 | 157821 |
| 254466 | 156286 |
|  47978 | 155709 |
| 253939 | 155513 |
| 109334 | 155377 |
| 109334 | 155190 |
| 109334 | 154888 |
| 109334 | 154885 |
|   80823 | 154459 |
+-----+-----+
```

MERK: I eksemplet ovenfor sorteres data etter lønn (*salary*), i synkende rekkefølge, dvs. med høyeste lønn øverst, og innenfor hver lønnskategori sorteres det etter ansattnummer (*emp_no*), i stigende rekkefølge. Som vi ser er det kun én rad innenfor hver lønnsverdi, slik at det i praksis ikke blir sortert på *emp_no* på disse første 10 radene.

Vil vi sortere flere kolonner i synkende rekkefølge må vi sette **DESC** etter hvert kolonnenavn, slik:


```
SELECT emp_no, salary FROM salaries
ORDER BY emp_no DESC, salary DESC LIMIT 10;
```

```
+-----+-----+
| emp_no | salary |
+-----+-----+
| 499999 | 77303 |
| 499999 | 74327 |
| 499999 | 70745 |
| 499999 | 67043 |
| 499999 | 63707 |
| 499998 | 55003 |
| 499998 | 51182 |
| 499998 | 49971 |
| 499998 | 47429 |
| 499998 | 46206 |
+-----+-----+
```

Sorteringsrekkefølge

I de fleste tilfeller vil databasen være satt opp slik at tekst-data sorteres i **leksikalsk rekkefølge**. Det vil si at tall kommer før bokstaver og at A og a behandles som like. Noen databaser kan ha blitt satt opp med andre rekkefølger. Hvis du får uventede resultater, kan det lønne seg å ta en prat med administratoren for databasen (DBA) eller sjekke dokumentasjonen for den versjonen av programvaren du har installert.

➔ Sortering etter språk

Sortering angis ved nøkkelordene: **collation/collate** og kategoriseres etter språk i henhold til internasjonal standard. Når man lager en tabell kan man f.eks. angi at en kolonne skal sorteres etter norsk bokmål, mens en annen kolonne skal sorteres etter engelsk eller fransk. Hvis man ikke angir sorteringsspråk, brukes standardinnstillingen databasen er satt opp med.

Sortering etter språk med MySQL / MariaDB

Med **MySQL / MariaDB** kan du få frem hvilken sorteringsrekkefølge som er brukt på en kolonne ved å bruke funksjonen **collation()**, f.eks. slik:

```
select collation(last_name) from employees order by last_name limit 1;
```

```
+-----+
| collation(last_name) |
+-----+
```

```
+-----+
| latin1_swedish_ci |
+-----+
```

Du kan vise hvilke ulike valg man har for sortering, f.eks. med utf8 som tegnsett, med denne kommandoen:

```
show collation like '%utf8%';
```

Collation	Charset	Id	Default	Compiled	Sortlen
utf8_general_ci	utf8	33	Yes	Yes	1
utf8_bin	utf8	83		Yes	1
utf8_unicode_ci	utf8	192		Yes	8
utf8_icelandic_ci	utf8	193		Yes	8
utf8_latvian_ci	utf8	194		Yes	8
utf8_romanian_ci	utf8	195		Yes	8
utf8_slovenian_ci	utf8	196		Yes	8
utf8_polish_ci	utf8	197		Yes	8
utf8_estonian_ci	utf8	198		Yes	8
utf8_spanish_ci	utf8	199		Yes	8
utf8_swedish_ci	utf8	200		Yes	8
utf8_turkish_ci	utf8	201		Yes	8
utf8_czech_ci	utf8	202		Yes	8
utf8_danish_ci	utf8	203		Yes	8
.....					
utf8mb4_croatian_mysql561_ci	utf8mb4	245		Yes	8
utf8mb4_thai_520_w2	utf8mb4	610		Yes	4

```
59 rows in set (0,01 sec)
```

Betegnelsen **_ci** på slutten av navnene angir at store og små bokstaver sorteres sammen (**ci** = **case insensitive**). Alternativene er **_cs** (**case sensitive**) og **_bn** (**binary**).

MERK: MySQL og MariaDB bruker **utf8_danish_ci** til å angi norsk og dansk sortering for tegnsettet utf8.

Endre språk per søk

Vi kan endre sorterings-språket for et enkelt søk ved å sette språket inn i SQL-setningen. Nedenfor vises et søk uten å angi språk, hvor resultatet er sortert etter standardinnstillingen for databasen, evt for tabellen,

hvis den er angitt. Vi ser at Aamodt kommer først i tabellen, dvs. at dette ikke er etter norsk/dansk språk, men antagelig engelsk.

```
SELECT * FROM employees ORDER BY last_name, first_name LIMIT 5;
```

emp_no	birth_date	first_name	last_name	gender	hire_date
258641	1961-05-23	Abdelkader	Aamodt	M	1994-12-02
258005	1953-02-17	Adhemar	Aamodt	F	1991-01-21
455773	1960-05-04	Aemilian	Aamodt	M	1988-04-21
436560	1959-03-16	Alagu	Aamodt	F	1991-10-17
266651	1959-05-28	Aleksander	Aamodt	F	1989-03-29

5 rows in set (0,26 sec)

Her er den samme tabellen sortert etter norsk/dansk språk, og vi ser at Acton nå er først (og Aamodt vil være sidestilt med Åmodt).

```
SELECT * FROM employees ORDER BY last_name COLLATE utf8_danish_ci,
first_name COLLATE utf8_danish_ci LIMIT 5;
```

emp_no	birth_date	first_name	last_name	gender	hire_date
93347	1960-10-04	Abdulla	Acton	M	1992-10-31
215122	1959-05-14	Adit	Acton	M	1988-11-28
230078	1952-06-14	Aimee	Acton	F	1998-01-05
255705	1954-08-28	Aimee	Acton	F	1994-01-06
277402	1961-07-04	Alassane	Acton	M	1990-02-19

5 rows in set (0,34 sec)

I tabellen nedenfor er språket satt til **utf8_general_ci**, som i praksis betyr engelsk språk uten å skille mellom små og store bokstaver, og Aamodt er igjen på toppen av tabellen:

```
SELECT * FROM employees ORDER BY last_name COLLATE utf8_general_ci,
first_name COLLATE utf8_general_ci LIMIT 5;
```

emp_no	birth_date	first_name	last_name	gender	hire_date
--------	------------	------------	-----------	--------	-----------

```

| 258641 | 1961-05-23 | Abdelkader | Aamodt | M | 1994-12-02 |
| 258005 | 1953-02-17 | Adhemar | Aamodt | F | 1991-01-21 |
| 455773 | 1960-05-04 | Aemilian | Aamodt | M | 1988-04-21 |
| 436560 | 1959-03-16 | Alagu | Aamodt | F | 1991-10-17 |
| 266651 | 1959-05-28 | Aleksander | Aamodt | F | 1989-03-29 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
5 rows in set (0,25 sec)

```

Sortering etter språk med PostgreSQL

Med **PostgreSQL** kan man f.eks. angi at etternavn skal sorteres etter norsk bokmål, direkte i søkesetningen, ved å bruke nøkkelordet **COLLATE** etterfulgt av den internasjonale standarden for angivelse av språk - <språk>_<LANDSKODE> f.eks. slik:

```
SELECT emp_no, first_name, last_name collate "nb_NO" FROM employees
ORDER BY last_name LIMIT 10;
```

```

emp_no | first_name | last_name
-----+-----+-----
 20737 | Oscar      | Acton
 23861 | Tayeb      | Acton
 15229 | Xiahua     | Acton
 17823 | Uriel      | Acton
 15171 | Brigham    | Acton
 21519 | Xumin      | Acton
 14092 | Yahiko     | Acton
 10695 | Zorica     | Acton
 27201 | Soenke     | Acton
 26736 | Shaz       | Acton

```

Bruker vi **britisk engelsk sortering** på etternavn gir det dette resultatet:

```
SELECT emp_no, first_name, last_name collate "en_GB" FROM employees
ORDER BY last_name limit 10;
```

```

emp_no | first_name | last_name
-----+-----+-----
 17400 | Basim      | Aamodt
 17885 | Takanari   | Aamodt
 15427 | Aluzio     | Aamodt
 16572 | Matt       | Aamodt
 12982 | Sachem     | Aamodt
 12516 | Sreenivas  | Aamodt

```

11761	Bartek	Aamodt
12791	Mokhtar	Aamodt
19898	Vidar	Aamodt
18182	Dekang	Aamodt

MERK: Språk- og landskoden må stå i doble anførselstegn, i likhet med feltnavn hvor PostgreSQL skal skille mellom små og store bokstaver, siden PostgreSQL ellers håndterer alt som små bokstaver, og dermed ikke finner landskoden.

Hvilke språk som er installert på serveren som PostgreSQL kjører på (og dermed kan erstatte "nb_NO" i setningen over) kan man få frem på en Linux-server med denne kommandoen fra et terminalvindu:

locale -a

```
af_ZA
af_ZA.iso88591
af_ZA.utf8
ak_GH
ak_GH.utf8
am_ET
am_ET.utf8
an_ES
an_ES.iso885915
an_ES.utf8
anp_IN
anp_IN.utf8
ar_AE
ar_AE.iso88596
ar_AE.utf8
ar_BH
ar_BH.iso88596
etc .....
```

Sortering etter språk med Microsoft SQL Server

Sortering etter språk (**collation**) kan anvendes på uttrykk, kolonner og databaser. Språket kan angis etter en av to spesifikasjoner:

1. [Windows Collation Name](#).
2. [SQL Server Collation Name](#).

For å finne hvilke sorteringsrekkefølger SQL-serveren støtter for norsk språk kan man bruke denne SQL-setningen:

```
SELECT name FROM sys.fn_helpcollations() where lower(name) like
'%norwegian%'
```

```
name
```

```
-----
```

```
Danish_Norwegian_BIN
Danish_Norwegian_BIN2
Danish_Norwegian_CI_AI
Danish_Norwegian_CI_AI_WS
Danish_Norwegian_CI_AI_KS
Danish_Norwegian_CI_AI_KS_WS
Danish_Norwegian_CI_AS
Danish_Norwegian_CI_AS_WS
Danish_Norwegian_CI_AS_KS
Danish_Norwegian_CI_AS_KS_WS
Danish_Norwegian_CS_AI
Danish_Norwegian_CS_AI_WS
Danish_Norwegian_CS_AI_KS
Danish_Norwegian_CS_AI_KS_WS
Danish_Norwegian_CS_AS
Danish_Norwegian_CS_AS_WS
Danish_Norwegian_CS_AS_KS
Danish_Norwegian_CS_AS_KS_WS
Norwegian_100_BIN
Norwegian_100_BIN2
Norwegian_100_CI_AI
Norwegian_100_CI_AI_WS
Norwegian_100_CI_AI_KS
Norwegian_100_CI_AI_KS_WS
Norwegian_100_CI_AS
Norwegian_100_CI_AS_WS
Norwegian_100_CI_AS_KS
Norwegian_100_CI_AS_KS_WS
Norwegian_100_CS_AI
Norwegian_100_CS_AI_WS
Norwegian_100_CS_AI_KS
Norwegian_100_CS_AI_KS_WS
Norwegian_100_CS_AS
Norwegian_100_CS_AS_WS
Norwegian_100_CS_AS_KS
Norwegian_100_CS_AS_KS_WS
Norwegian_100_CI_AI_SC
Norwegian_100_CI_AI_WS_SC
```

```
Norwegian_100_CI_AI_KS_SC
Norwegian_100_CI_AI_KS_WS_SC
Norwegian_100_CI_AS_SC
Norwegian_100_CI_AS_WS_SC
Norwegian_100_CI_AS_KS_SC
Norwegian_100_CI_AS_KS_WS_SC
Norwegian_100_CS_AI_SC
Norwegian_100_CS_AI_WS_SC
Norwegian_100_CS_AI_KS_SC
Norwegian_100_CS_AI_KS_WS_SC
Norwegian_100_CS_AS_SC
Norwegian_100_CS_AS_WS_SC
Norwegian_100_CS_AS_KS_SC
Norwegian_100_CS_AS_KS_WS_SC
```

(52 rows affected)

MERK: Av alle disse mulighetene er det kun de som begynner med Danish_Norwegian som gir oss riktig sortering av Aa sammen med Å.

Her er et eksempel hvor vi først søker fornavn og etternavn fra tabellen employees, og sorterer etter etternavn med databasens standard-innstillinger for språk:

```
SELECT TOP 5 first_name, last_name FROM employees ORDER BY last_name;
```

first_name	last_name
-----	-----
Weiyi	Aamodt
Ziya	Aamodt
Kensyu	Aamodt
Gladys	Aamodt
Roddy	Aamodt

Vi ser at Aamodt kommer først i sorteringen, dvs. at det ikke sorteres etter norsk (eller dansk) språk. Legger vi til dansk-norsk sortering – **Danish_Norwegian_CI_AS** - blir det riktig:

```
SELECT TOP 5 first_name, last_name FROM employees ORDER BY last_name
collate Danish_Norwegian_CI_AS;
```

first_name	last_name
-----	-----
Oscar	Acton
Xumin	Acton

Tayeb	Acton
Shaz	Acton
Soenke	Acton

Sortering etter språk med Oracle

Hvis vi skal hente ute en sortert tabell, men vil begrense resultatet til noen få rader, må vi med Oracle bruke to SELECT-setninger: Først en som henter ut hele tabellen i sortert rekkefølge, og så setter vi denne inne i en parentes og henter f.eks. kun 5 rader fra denne ved å sette `SELECT * FROM` før parentesen og `WHERE rownum <= 5` etter parentesen, slik:

```
SELECT * FROM (SELECT first_name, last_name FROM employees ORDER BY
last_name) WHERE rownum <= 5 ;
```

first_name	last_name
-----	-----
Wei yi	Aamodt
Ziya	Aamodt
Kensyu	Aamodt
Gladys	Aamodt
Roddy	Aamodt

Eksemplet over bruker standard-instillingen for språk, som vi ser ikke er norsk eller dansk. For å sortere etter reglene for et annet språk, bruker vi også med Oracle – funksjonen **NLSSORT()**. Denne funksjonen tar to parametre: Feltet som skal sorteres og en parentes med `'NLS_SORT = <SPRÅKKODE>'` f.eks. slik:

```
SELECT * FROM (SELECT first_name, last_name FROM employees ORDER BY
NLSSORT(last_name, 'NLS_SORT = XDanish') ) WHERE rownum <= 5;
```

first_name	last_name
-----	-----
Lene	Acton
Djenana	Acton
Idoia	Acton
Heon	Acton
Zita	Acton

MERK: Vi ser at Oracle henter andre fornavn enn f.eks. SQL Server gjør for de 5 første radene. Siden vi ikke har sortert på fornavn vil det være tilfeldig hvilke som kommer først innenfor hvert etternavn.

Vi kan få en oversikt over hvilke Språkkoder som NLS_SORT() støtter ved å gå til denne lenken i Oracles dokumentasjon: <https://docs.oracle.com/cloud/latest/db112/NLSPG/applocaledata.htm#g681743>.

X'en før XDanish står for **Extended**, og tar hensyn til spesialiteter utenfor det som normalt ligger i ASCII-tegnsettet, som f.eks at AA skal tolkes som én bokstav: Å. Dessverre er det ingen XNorwegian, men XDanish fungerer fint også for norsk.

Istedenfor å angi språk i hver SQL-setning, kan vi også skrive inn dette i terminalklienten før vi starter søkene:

```
ALTER SESSION SET NLS_COMP = 'LINGUISTIC';
ALTER SESSION SET NLS_SORT = 'XDanish';
```

Koden over setter default søkespråk til Dansk for gjeldende **session**, dvs. så lenge vi er innlogget.

➔ Filtrering av data med WHERE

Ofte ønsker man å hente ut et utvalg fra en eller flere tabeller ved å søke (filtrere) etter spesifiserte søkekriterier. Dette kan vi gjøre ved å kombinere **SELECT** med nøkkelordet **WHERE**. Her er et eksempel:

```
SELECT from_date, to_date, salary FROM salaries
WHERE emp_no = 50500;
```

from_date	to_date	salary
1991-08-28	1992-08-27	42391
1992-08-27	1993-08-27	45006
1993-08-27	1994-08-27	48098
1994-08-27	1995-08-27	51398
1995-08-27	1996-08-26	50937
1996-08-26	1997-08-26	53809
1997-08-26	1998-08-26	55322
1998-08-26	1999-08-26	57802
1999-08-26	2000-08-25	57745
2000-08-25	2001-08-25	61783
2001-08-25	9999-01-01	63934

Denne setningen henter ut fra- og til-dato og lønn for medarbeideren med ansattnummer 50500.

MERK: Hvis data sorteres med ORDER BY må sorteringen stå helt til slutt i setningen, mao etter WHERE. ORDER BY er alltid det siste vi skriver inn i en SQL-setning (med unntak for LIMIT som kommer helt til slutt med PostgreSQL og MySQL/MariaDB).

Filtreringsvalg med WHERE

Filtrering	Beskrivelse
=	Er lik
<>	Er ulik
!=	Er ulik
<	Er mindre enn
<=	Er mindre enn eller lik
!<	Er ikke mindre enn
>	Er større enn
>=	Er større enn eller lik
!>	Er ikke større enn
BETWEEN ... AND ...	Er mellom to verdier
IS NULL	Er et tomt felt, dvs. er NULL, ingen verdi er satt

Flere eksempler på filtrering

Filtrere etter en gitt verdi

```
SELECT * FROM salaries
WHERE salary > 155000
ORDER BY salary DESC;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| emp_no | salary | from_date | to_date |
+-----+-----+-----+-----+
| 43624 | 158220 | 2002-03-22 | 9999-01-01 |
| 43624 | 157821 | 2001-03-22 | 2002-03-22 |
| 254466 | 156286 | 2001-08-04 | 9999-01-01 |
| 47978 | 155709 | 2002-07-14 | 9999-01-01 |
| 253939 | 155513 | 2002-04-11 | 9999-01-01 |
| 109334 | 155377 | 2000-02-12 | 2001-02-11 |
| 109334 | 155190 | 2002-02-11 | 9999-01-01 |
+-----+-----+-----+-----+
```

Filtrere etter kolonner som *ikke* har en gitt verdi

```
SELECT * FROM salaries
WHERE salary <> 40000 LIMIT 10;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| emp_no | salary | from_date | to_date |
+-----+-----+-----+-----+
| 253406 | 38623 | 2002-02-20 | 9999-01-01 |
| 49239 | 38735 | 1996-09-17 | 1997-09-17 |
| 281546 | 38786 | 1996-11-13 | 1997-06-26 |
| 15830 | 38812 | 2001-03-12 | 2002-03-12 |
| 64198 | 38836 | 1989-10-20 | 1990-10-20 |
| 475254 | 38849 | 1993-06-04 | 1994-06-04 |
| 50419 | 38850 | 1996-09-22 | 1997-09-22 |
| 34707 | 38851 | 1990-10-03 | 1991-10-03 |
| 49239 | 38859 | 1995-09-18 | 1996-09-17 |
| 274049 | 38864 | 1996-09-01 | 1997-09-01 |
+-----+-----+-----+-----+
```

Filtrere etter en rekke gitte verdier

```
SELECT * FROM salaries
WHERE salary BETWEEN 156000 AND 158000
ORDER BY salary;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| emp_no | salary | from_date | to_date |
+-----+-----+-----+-----+
| 254466 | 156286 | 2001-08-04 | 9999-01-01 |
| 43624 | 157821 | 2001-03-22 | 2002-03-22 |
+-----+-----+-----+-----+
```

Filtrere etter rader hvor det ikke er satt noen verdi for en kolonne

```
SELECT * FROM salaries
WHERE salary IS NULL;
```

Empty set (0,00 sec)

MERK: Null-verdi (IS NULL) er ikke det samme som at kolonnen inneholder 0 eller en tom streng, men betyr at kolonnen ikke inneholder noe data, mao at det ikke er satt noen verdi for kolonnen i den aktuelle raden.

➔ Kombinerte betingelser med AND, OR og IN

Vi kan lage avanserte utvelgelser av data ved å kombinere flere **WHERE**-betingelser med nøkkelordene **AND**, **OR** og **IN**.

Bruk av **AND**

For å filtrere på mer enn én kolonne, kan vi koble sammen flere WHERE-betingelser med AND. Vi kan for eksempel hente navnet på alle som er født før 1. januar 1960 og ansatt etter 1. januar 2000 ved å koble disse to kriteriene sammen med AND, slik:

```
SELECT first_name, last_name FROM employees
WHERE birth_date < '1960-01-01'
AND hire_date > '2000-01-01';
```

```
+-----+-----+
| first_name | last_name |
+-----+-----+
| Randi      | Luit      |
| Volkmar    | Perko     |
| Xuejun     | Benzmueller |
| Shahab     | Demeyer   |
| Jaana      | Verspoor  |
| Jeong      | Boreale   |
| Yucai      | Gerlach   |
| Hideyuki   | Delgrande |
+-----+-----+
```

Bruk av **OR**

OR er motsatt av AND, og henter ut data som tilfredsstiller minst ett av flere kriterier. Setningen under henter info for ansatte i avdelingene d009 og d007, dvs for alle som er eller har vært ansatt i en av de to avdelingene, sorterer etter emp_no og begrenser resultatet til 10 rader:

```
SELECT emp_no, dept_no FROM dept_emp
WHERE dept_no = 'd009'
```

```
OR dept_no = 'd007'
ORDER BY emp_no LIMIT 10;
```

```
+-----+-----+
| emp_no | dept_no |
+-----+-----+
| 10002  | d007    |
| 10011  | d009    |
| 10016  | d007    |
| 10034  | d007    |
| 10038  | d009    |
| 10041  | d007    |
| 10049  | d009    |
| 10050  | d007    |
| 10053  | d007    |
| 10060  | d007    |
+-----+-----+
```

Ved bruk av OR vil en rad bli hentet når det første kriteriet er møtt, og ved treff sjekkes som regel ikke de andre kriteriene i det hele tatt.

Kombinasjon av **OR** og **AND**

Vi kan kombinere betingelser med OR og AND så mange ganger vi har behov for i samme SQL-setning. Men rekkefølgen på betingelsene kan være avgjørende for resultatet. Setter vi opp en SQL-setning som i eksemplet under, kan vi få uventede resultater:

```
SELECT birth_date FROM employees
WHERE hire_date < '1998-01-01' OR hire_date > '1995-01-01'
AND birth_date > '1960-01-01' LIMIT 10;
```

```
+-----+
| birth_date |
+-----+
| 1953-09-02 |
| 1964-06-02 |
| 1959-12-03 |
| 1954-05-01 |
| 1955-01-21 |
| 1953-04-20 |
| 1957-05-23 |
| 1958-02-19 |
```

```
| 1952-04-19 |
| 1963-06-01 |
+-----+
```

Vi ser at flere av resultatene har fødselsdato **før** 1. januar 1960. Årsaken er at **AND** blir behandlet før **OR**. Så SQL vil tolke setningen over som "Hent fødselsdatoen til alle medarbeidere som er ansatt før 1. januar 1998 uavhengig av alder, og hent deretter fødselsdatoen til alle medarbeidere ansatt etter 1. januar 1995 som er født etter 1. januar 1960,

Løsningen på dette problemet er å bruke **parenteser** til å knytte sammen riktige betingelser. Det som står inne i en parentes blir behandlet sammen, før resten av setningen behandles. Så denne setningen vil gi riktig resultat:

```
SELECT birth_date FROM employees
WHERE (hire_date < '1998-01-01' OR hire_date > '1995-01-01')
AND birth_date > '1960-01-01' LIMIT 10;
```

```
+-----+
| birth_date |
+-----+
| 1964-06-02 |
| 1963-06-01 |
| 1960-10-04 |
| 1963-06-07 |
| 1961-05-02 |
| 1960-02-20 |
| 1962-07-10 |
| 1963-11-26 |
| 1960-08-09 |
| 1962-12-29 |
+-----+
```

MERK: Det anbefales å bruke parenteser så ofte som mulig - det er ingen ulempe/kostnad med parenteser, og de sikrer at resultatet blir det man forventer.

Bruk av IN

IN brukes til å angi at data kan tilfredsstille en eller flere av en rekke betingelser, IN etterfølges av en komma-separert liste med betingelser, alle omsluttet av en parentes. Her er et eksempel:

```
SELECT emp_no, dept_no FROM dept_emp
WHERE dept_no IN ('d001', 'd002', 'd007')
ORDER BY emp_no LIMIT 10;
```

emp_no	dept_no
10002	d007
10016	d007
10017	d001
10034	d007
10041	d007
10042	d002
10050	d002
10050	d007
10053	d007
10055	d001

Dette gir akkurat samme resultat som å bruke OR flere ganger, men er raskere å skrive. En annen fordel med IN er at søket går raskere enn hvis man spesifiserer mange OR-betingelser. Men den største fordel ligger i at man kan erstatte innholdet i parentesen med et eget SELECT-søk, slik at man kan bygge dynamiske WHERE-setninger. Vi skal se mer på dette når vi behandler underspøringer i kapittel 6.

Bruk av **NOT**

NOT-betingelsen angir rett og slett det motsatte av det som følger. NOT blir mao aldri brukt alene, men alltid før en annen betingelse. NOT er derimot den eneste betingelsen som skrives *før* kolonnenavnet det skal filtreres på. Som for eksempel i denne setningen, som henter informasjon for alle ansatte som ikke jobber eller har jobbet i avdeling d007 (og begrenser resultatet til 10 rader):

```
SELECT emp_no, dept_no FROM dept_emp
WHERE NOT dept_no = 'd007'
ORDER BY emp_no LIMIT 10;
```

emp_no	dept_no
10001	d005
10003	d004
10004	d004
10005	d003

	10006		d005	
	10007		d008	
	10008		d005	
	10009		d006	
	10010		d004	
	10010		d006	

➔ Filtrering med bruk av jokertegn

Bruk av **LIKE**

Hittil har vi filtrert etter kjente verdier. Ofte vet vi ikke eksakt hvilke verdier vi søker etter, og da er jokertegn eller **søkemønstre** redningen. For å bruke jokertegn må vi bruke betingelsen **LIKE**. Dette gir databasesystemet beskjed om at vi nå skal søke etter et mønster og ikke en eller flere bestemte verdier.

MERK: Jokertegn kan bare brukes med tekst-kolonner. Man kan ikke søke med jokertegn i tall, datoer eller andre kolonne-typer.

Skille mellom små og store bokstaver ved bruk av jokertegn

De ulike RDBMSene er ikke samstemte i å skille mellom små og store bokstaver ved bruk av jokertegn. Oracle og PostgreSQL skiller mellom små og store bokstaver, mens Microsoft SQL Server og MySQL/MariaDB ikke gjør det.

Hvis du vil gjøre et søk uavhengig av bokstavstørrelsen – dvs et søk som er *case insensitive* – så kan du få dette til på flere måter med Oracle og PostgreSQL.

Med PostgreSQL kan du bruke funksjonen ILIKE istedenfor LIKE. ILIKE angir en (case) Insensitiv LIKE. Men det kan være mer effektivt å konvertere feltet du søker på til enten små eller store bokstaver med en av funksjonene LOWER() eller UPPER() og så angi søkemønstret med små eller store bokstaver, f.eks. slik:

```
SELECT * from employees where LOWER(last_name) LIKE '%facel%';
```

Denne måten å gjøre det på fungerer også for Oracle og de fleste andre RDBMSer.

Prosent-tegn (%)

Det mest brukte av alle jokertegn er %. I en søkestreng står % for: **alle forekomster av alle tegn**.

For eksempel kan vi søke etter ansatte med etternavn som starter på G, velge ut en av hver (med DISTINCT) og sortere dem etter etternavn, slik:

```
SELECT DISTINCT last_name FROM employees WHERE last_name LIKE 'G%'
ORDER BY last_name LIMIT 5;
```

```
+-----+
| last_name |
+-----+
| Gadepally |
| Gajiwala  |
| Gammage   |
| Gargeya   |
| Garigliano|
+-----+
```

%-tegnet kan stå i begynnelsen, slutten eller midt i søkesetningen, og du kan bruke flere %-tegn hvis nødvendig.

MERK: Søking etter tekst kombinert med %-tegnet skiller i noen databaser mellom store og små bokstaver og i andre ikke. Er du i tvil kan du f.eks. konvertere søkefeltet til bare små bokstaver med funksjonen **lower()** og bruke små bokstaver i søkesetningen, **f.eks. slik:**

```
SELECT emp_no, first_name, last_name FROM employees WHERE lower(last_name) LIKE 'g%';
```

Hvis du bruker Microsoft Access kan det hende at du må bruke * istedenfor %.

Følgende søk henter de 5 første radene med ansatte med navn som begynner på F og slutter på y:

```
SELECT emp_no, first_name, last_name FROM employees
WHERE last_name LIKE 'F%y'
ORDER BY last_name, first_name LIMIT 5;
```

```
+-----+-----+-----+
| emp_no | first_name | last_name |
+-----+-----+-----+
| 212799 | Abdelkader | Falby     |
| 488208 | Aiichiro   | Falby     |
| 207608 | Alain      | Falby     |
| 283261 | Aleksander | Falby     |
| 203729 | Anneli     | Falby     |
+-----+-----+-----+
```

Understrekingstegn (_)

Et annet mye brukt jokertegn er understrekingstegnet (_). Det brukes akkurat likt %-tegnet, men gjelder bare for ett tegn.

```
SELECT DISTINCT title FROM titles
WHERE title LIKE '___ior engineer';
```

```
+-----+
| title  |
+-----+
| Senior Engineer |
+-----+
```

Søket over vil hente titler som **junior engineer** eller **senior engineer** siden vi ber spesifikt om 3 tegn (___) som kan være hva som helst, etterfulgt av engineer. I vårt datasett har vi bare Senior Engineer som matcher søket. Vi har også effektivt silt ut evt. ingeniører av typen: Anterior, Behavior, Exterior, Inferior, Interior, Superior eller Ulterior (og andre som har færre eller flere enn 3 tegn før engineer).

MERK: Hvis du bruker Microsoft Access kan det hende at du må bruke ? istedenfor _.

Rette klammer ([])

Rette klammer brukes til å spesifisere et sett av tegn, som alle må være likt tilsvarende tegn, i tilsvarende posisjon inne i klammene. For eksempel, for å finne alle ansatte med navn som begynner med bokstaven J eller M, kan man skrive denne setningen (som begrenser resultatet til de 5 første radene av resultatet):

```
1> SELECT DISTINCT TOP 5 last_name
FROM employees WHERE last_name LIKE '[JM]%';
```

```
2> go
```

```
last_name
-----
Maliniak
Montemayor
Joslin
Merlo
Makrucki
```

MERK: Rette klammer anerkjennes ikke av alle databasesystemer. Spesifikt anerkjennes rette klammer av **Microsoft Access** og **Microsoft SQL-server**

➔ Fulltekstsøk

Fulltekstsøk er søk i tekstfelt hvor det tas hensyn til språket det søkes i. For eksempel kan man søke i en norsk tekst, og så vet databasen hvordan norsk språk i er strukturert (i hovedtrekk). Det vil si det DBMSen gjør er å luke ut såkalte «stop words», som f.eks. «i, over, under, som, hvis, på, noen» og en rekke andre vanlige småord som man vanligvis ikke søker på. I tillegg foretas en «stemming» av søkeordene, dvs. det lages en stamme av ordet, slik at man får med ulike varianter ordet kan opptre i, dvs. at det tas hensyn til flertalls-ender, verb-bøyninger osv. Og man kan også få treff på synonymer til søkeordene. Fulltekstsøk er en del av det som kalles **Natural Language Processing (NLP)**, som er en egen kunstart i seg selv. Og for å ta det med det samme: NLP er ikke på noen måte perfekt ennå, og som vi skal se er det stort rom for forbedringer i hvordan databasene tolker f.eks. norsk språk. Men det er likevel en nyttig funksjon som kan forbedre søkeresultatene betraktelig hvis du søker i større mengder tekst.

Fulltekstsøk med PostgreSQL

PostgreSQL har en innstilling som heter **default_text_search_config** og som viser hvilket språk databasen er satt opp med til fulltekstsøk. Du kan få frem default-innstillingen med denne SQL-setningen:

```
select name, setting from pg_settings where name=
'default_text_search_config';
```

name	setting
default_text_search_config	pg_catalog.english

Som vi ser er denne databasen satt opp med engelsk som default språk.

I eksemplet nedenfor søker vi i en tabell som heter «kontakter». Tabellen har et felt «fornavn» og et felt «notater». For raden hvor feltet «fornavn» har verdien «Terje» inneholder feltet «notater» denne teksten (tilfeldig sakset fra en artikkel om tilbakebetaling av skatt):

«Til sammen 28 mrd. kroner skal tilbakebetales, og de som har penger til gode, får dem utbetalt innen tre uker fra i dag. De aller fleste får pengene på konto oppgjørsmåten.»

Dette er resultatet når vi søker etter tekst i feltet «notater» som inneholder ordet «hver»:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('hver');
```

fornavn

```
(0 rows)
```

Vi har her brukt to fulltekstøk-funksjoner: **to_tsvector()** og **to_tsquery()**, bundet sammen med to krøllalfaer: **@@**. Den første funksjonen konverterer feltet notater ved bl.a. å gjennomføre en «stemming» av ordene, dvs trekke ut ordenes stamme, noe som gjør dem om til såkalte «leksemer» eller søkbare ord, samt å luke ut «stop words» - småord som man sjelden søker etter, slik som «å», «man», «en», «et» osv.. Den andre funksjonen angir søkeordet eller søkeordene vi leter etter.

Vi får ingen treff, og ingen advarsler om at ordet «hver» er et såkalt «stop word». Så vi setter søkespråket over til norsk, og forsøker igjen:

```
set default_text_search_config TO norwegian;
SET

select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('hver');

NOTICE:  text-search query contains only stop words or doesn't contain
lexemes, ignored
```

Denne gangen får vi beskjed om at søkeordet «hver» er et «stop word», og at søket dermed ikke inneholder noen søkbare «leksemer». Så vi legger til et søkeord til og ber om å søke etter tekst som inneholder begge ordene, slik:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('hver & uker');

 fornavn
-----
Terje
(1 row)
```

Denne gangen får vi ett treff, siden feltet notater i raden hvor fornavn er Terje inneholder ordet «uker». Vi får treff selv om teksten ikke inneholder ordet «hver», siden det er definert som et «stop word» og derfor ignoreres.

Vil vi søke etter tekst som inneholder minst ett av søkeordene, kan vi liste opp ordene med rør-tegnet | mellom, for eksempel slik:

```
select fornavn from kont where
```

```
to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('to | tre | fire');
```

```
fornavn
-----
Terje
```

Setningen over søker i feltet notater etter tekst som inneholder ett av ordene «to», «tre» eller «fire»

Vi kan også søke på en setning eller en del av en setning ved å angi at vi vil søke på ord som følger etter hverandre. Det gjør vi ved å sette dette tegnet mellom ordene: <->, for eksempel slik:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('får <-> dem <-> utbetalt');
```

```
fornavn
-----
Terje
```

PostgreSQL vil tolke søkestrengen over som: Søk etter ordet «får» etterfulgt av ordet «dem» etterfulgt av ordet «utbetalt». Ordene må komme rett etter hverandre, uten noen andre ord imellom. Vi kan angi at det skal komme ett eller flere ord mellom hvert søkeord ved å erstatte bindestreken mellom < og > med et tall. Tallet 1 angir det samme som bindestreken, dvs. at ordene følger rett på hverandre, mens tallet 2 angir at det skal være ett ord mellom søkeordene, tallet 3 at det skal være to ord mellom søkeordene osv.

En variant av søket over som tillater at det står ett vilkårlig ord mellom får og utbetalt, vil m.a.o. se slik ut:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('får <2> utbetalt');
```

```
fornavn
-----
Terje
```

Dersom vi søker etter deler av setninger, dvs. uten noen mulige ord mellom ordene i søkesetningen, kan vi forenkle skrivemåten ved å bruke fulltekst-funksjonen **phraseto_tsquery()**, f.eks. slik:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ phraseto_tsquery('får dem utbetalt');
```

```
fornavn
-----
```

```
Terje
(1 row)
```

Vi kan kombinere ulike betingelser, for eksempel slik:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('to <-> uker | tre <-> uker |
fire <-> uker');

fornavn
-----
Terje
```

Setningen over søker etter tekst i feltet notater som inneholder «to uker», «tre uker» eller «fire uker»

Søker vi på ordet «oppgjørsgdato» ser vi at vi får treff på ordet «oppgjørsgdatoen», siden det er ordets stamme vi søker etter:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('oppgjørsgdato');

fornavn
-----
Terje
```

Men søker vi på ordet «uke» får vi ikke treff, selv om feltet inneholder ordet «uke»:

```
select fornavn from kontakter
where to_tsvector(notater) @@ to_tsquery('uke');

fornavn
-----
(0 rows)
```

Med andre ord er ikke «stemmingen» perfekt ennå. Men dette er en funksjonalitet som det er verdt å lære seg, for den blir stadig mer treffsikker for hver versjon av RDBMSene.

Fulltekstsøk med Microsoft SQL-server

TO DO

Vi skal se hvordan fulltekst-søk fungerer med SQL-server ved å søke i et felt som heter **notater** etter ord og fraser i denne teksten som matcher et søkekriterium. Her er teksten i feltet notater, som vi skal søke i:

«Til sammen 28 mrd. kroner skal tilbakebetales, og de som har penger til gode, får dem utbetalt innen tre uker fra i dag. De aller fleste får pengene på konto oppgjørsdatoen.»

Dersom vi får treff på søket returneres fornavnet til personen notatet er knyttet til.

Vi må først sette opp SQL-serveren til å håndtere fulltekstsøk. Det gjøres i følgende to trinn:

1. Opprette en fulltekst-katalog i databasen

For eksempel kan vi opprette en fulltekst-katalog i databasen «Publikasjoner» slik:

```
CREATE FULLTEXT CATALOG PublikasjonerDocFTCat;
```

2. Opprette en fulltekst-indeks på tabell-feltet du vil gjøre søket på.

Først må vi sørge for at vi har en indeks på et unikt felt som ikke inneholder null-verdier (hvis vi ikke har det fra før):

```
CREATE UNIQUE INDEX ui_ID ON Publikasjoner.artikler(artikkelID);
```

Så kan vi opprette en fulltekst-indeks på feltet «notater» i tabellen «artikler» slik:

```
CREATE FULLTEXT INDEX ON Publikasjoner.artikler
( notater -- Full-text indeksens kolonnenavn
  TYPE COLUMN FileExtension -- Navn på kolonnen som inneholder
                             informasjon om filtype
  Language 2057 -- 2057 er LCID for Britisk Engelsk
)
KEY INDEX ui_ukDoc ON AdvWksDocFTCat --Unique indeks
WITH CHANGE_TRACKING AUTO --Population type;
GO
```

3. to do...

MERK: Navnet vi gir katalogen og indeksen velger vi selv, men det kan være smart å gi dem navn som henspiller på hva de er og hvilke databaser/tabeller/felt de er knyttet til.

Kapittel 4

Funksjoner og beregnede kolonner

➔ Beregnede kolonner

Data lagret i en database er ikke alltid i den formen vi ønsker. For eksempel kan fornavn og etternavn være lagret i to ulike kolonner i databasen (som de burde være), mens programmet som skriver ut adresser kanskje vil ha hele navnet i én kolonne. SQL har heldigvis funksjoner som kan lage nye kolonner basert på eksisterende kolonner, og hvor du også kan skjøte dette sammen med tekst du setter inn via SQL-setningen. Som vi skal se kan vi også gjøre enkle utregninger med tallkolonner, som f.eks. å dele en årslønn på 12 for å hente ut en månedslønn, gange pris med antall for å hente ut en ordreverdi osv.

➔ Skjøte sammen kolonner

Syntaksen for å skjøte sammen kolonner med tekst og/eller andre kolonner varierer dessverre mellom de ulike RDBMSene.

Her er et enkelt eksempel som setter sammen to kolonner til én, og setter inn et mellomrom mellom kolonnene:

Microsoft SQL-server

```
SELECT TOP 5 first_name + ' ' + last_name AS Navn
FROM employees ORDER BY Navn;
```

Navn

Aamer Anger

Aamer Armand

Aamer Azevdeo


```
Aamer Azuma  
Aamer Baak
```

Oracle

Med Oracle skrives den samme SQL-setningen med || istedenfor + :

```
SELECT first_name || ' ' || last_name Navn  
FROM employees WHERE rownum<=5  
ORDER BY Navn;  
  
NAVN  
-----  
Aamod Michaels  
Bouchung Remmers  
Rafail Beutelspacher  
Siddarth Ratnakar  
Vishwani Linares
```

Eller så kan du bruke funksjonen concat(), slik:

```
SELECT concat(first_name,last_name) Navn  
FROM employees WHERE rownum<=5  
ORDER BY Navn;  
  
NAVN  
-----  
Aamod Michaels  
Bouchung Remmers  
Rafail Beutelspacher  
Siddarth Ratnakar  
Vishwani Linares
```

Med funksjonen **concat()** kan du med Oracle skjøte sammen felt med andre felt eller tekst ved å sette komma mellom hver del (felt eller tekst) og sette tekst-delene i anførselstegn. Men du kan bare skjøte sammen to deler av gangen. Er dette to felt, settes det automatisk inn et mellomrom mellom disse. Vil du skjøte sammen flere enn to deler, kan du nøste flere concat()-funksjoner inne i hverandre, f.eks. slik:

```
SELECT concat('Fornavn: ',concat(first_name,concat('Etternavn:  
' ,last_name)))) Navn  
FROM employees WHERE rownum<=5
```

```
ORDER BY Navn;
```

```
Navn
```

```
-----
Fornavn: Aamod Etternavn: Michael
Fornavn: Bouchung Etternavn: Remmers
Fornavn: Rafail Etternavn: Beutelspacher
Fornavn: Siddarth Etternavn: Ratnakar
Fornavn: Vishwani Etternavn: Linares
```

MERK: Med Oracle bruker man ikke ordet **AS** mellom kolonnenavn og alias, men skriver bare f.eks.; `SELECT first_name fornavn FROM ...` og altså *ikke* `SELECT first_name AS fornavn FROM ...`. Noen versjoner av Oracle kan imidlertid tillate bruk av **as** med feltnavn, men ikke med tabellnavn.

MySQL/MariaDB

MySQL/MariaDB bruker funksjonen **concat()** til å skjøte sammen feltnavn og tekst (et mellomrom er også å regne som tekst) ved å sette komma mellom hver del (felt eller tekst) - men ikke etter den siste - og sette tekst-delene i anførselstegn. Syntaksen blir dermed slik:

```
SELECT concat(first_name, ' ', last_name) AS Navn
FROM employees
ORDER BY Navn LIMIT 5;
```

```
+-----+
| Navn      |
+-----+
| Amer Anger |
| Aamer Armand |
| Aamer Azevdeo |
| Aamer Azuma |
| Aamer Baak  |
+-----+
```

MERK: Til forskjell fra `concat()` med Oracle må vi når vi bruker `concat()` med MySQL/MariaDB sette inn mellomrommet manuelt.

PostgreSQL

Med PostgreSQL kan vi velge mellom denne syntaksen (samme som MySQL/MariaDB):

```
SELECT concat(first_name, ' ', last_name) AS Navn
FROM employees
ORDER BY Navn LIMIT 5;
```

```
      navn
-----
Abdelaziz Alencar
Abdelaziz Ananiadou
Abdelaziz Anick
Abdelaziz Assaf
Abdelaziz Atrawala
```

og denne (samme som Oracle, men med valgfri AS før aliaset):

```
SELECT first_name || ' ' || last_name AS Navn
FROM employees
ORDER BY Navn LIMIT 5;
```

```
      navn
-----
Abdelaziz Alencar
Abdelaziz Ananiadou
Abdelaziz Anick
Abdelaziz Assaf
Abdelaziz Atrawala
```

➔ Bruk av aliaser

Som vi ser av eksemplene ovenfor har vi brukt et **alias** for den sammenskjøtede kolonnen: **fullname**.

Alias er mye brukt når vi henter beregnede data, eller bare for å gi kolonnen et mer anvendelig navn. Uten bruk av alias vil databasesystemet gi et kolonnenavn som enten er lik kolonnenavnet slik det er lagret i tabellstrukturen eller dersom kolonnen er resultat av en funksjon eller et uttrykk så kan funksjonen eller formelen som resulterte i kolonnen eller noe annet bli brukt som kolonnenavn. Uten alias kan f.eks. resultatet se slik ut med PostgreSQL:

```
SELECT first_name || ' ' || last_name FROM employees LIMIT 3;
```

```
      ?column?
-----
Georgi Facello
Bezael Simmel
```

```
Parto Bamford
(3 rows)
```

og slik med MySQL / MariaDB:

```
SELECT concat(first_name, ' ', last_name) FROM employees LIMIT 3;
```

```
+-----+
| concat(first_name, ' ', last_name) |
+-----+
| Georgi Facello                      |
| Bezalel Simmel                     |
| Parto Bamford                      |
+-----+
```

➔ Kalkulerte kolonner

Vi kan opprette nye, beregnede kolonner ved å utføre kalkulasjoner på eksisterende kolonner, f.eks. ved å multiplisere en kolonne (pris) med en annen (antall) for å beregne en ordreverdi, eller dele årslønn på 12 for å regne ut månedslønn. Her er en SQL setning som gjør det siste:

Kalkulerte kolonner med MySQL / MariaDB og PostgreSQL:

```
SELECT emp_no AS Ansattnummer, salary/12 AS Månedslønn
FROM salaries WHERE to_date = '9999-01-01' LIMIT 5;
```

```
+-----+-----+
| Ansattnummer | Månedslønn |
+-----+-----+
| 10001        | 7413.1667  |
| 10002        | 6043.9167  |
| 10003        | 3609.2500  |
| 10004        | 6171.4167  |
| 10005        | 7891.0000  |
+-----+-----+
```

Kalkulerte kolonner med Microsoft SQL Server:

```
SELECT TOP 5 emp_no AS Ansattnummer, salary/12 AS Månedslønn FROM salaries  
WHERE to_date = '9999-01-01'
```

Ansattnummer	Månedslønn
11572	5791
11573	5460
11574	4050
11575	5476
11576	7768

Kalkulerte kolonner med Oracle:

```
SELECT emp_no AS Ansattnummer, salary/12 AS Månedslønn FROM salaries WHERE  
to_date = '01-01-9999' and rownum < 6;
```

ANSATTNUMMER	MÅNEDSLØNN
200091	5480,83333
200092	5695,75
200094	6314,16667
200097	9563,5
200098	4439,66667

MERK: Legg merke til at MySQL/MariaDB/PostgreSQL velger samme ansatte, fra begynnelsen av tabellen, dvs. i den rekkefølge de ble lagt inn, som starter med 10001, mens MS SQL Server og Oracle velger andre, tilfeldige rader. Vi har ingen kontroll med hvilke ansatte vi henter ut når vi begrenser antall rader med noen av RDBMSene, hvis vi ikke eksplisitt sorterer søket.

Her er et mer avansert eksempel som deler antall kvinner med antall ansatte og multipliserer resultatet med 100 for å regne ut prosentandelen kvinner i bedriften:

Kalkulering via underspøringer med MySQL / MariaDB:

```
SELECT (SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'M') AS Menn,  
(SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F') AS Kvinner,  
((SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F')/(SELECT count(*) FROM  
employees))*100 AS Kvinneandel;
```

```

+-----+-----+-----+
| Menn   | Kvinner | Kvinneandel |
+-----+-----+-----+
| 179974 | 120051 | 40.0137 |
+-----+-----+-----+

```

Kalkulering via underspøringer med PostgreSQL:

Hvis vi prøver den samme SQL-setningen med PostgreSQL får vi dette uventede resultatet:

```

SELECT (SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'M') AS Menn,
(SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F') AS Kvinner,
((SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F')/(SELECT count(*) FROM
employees))*100 AS Kvinneandel;

```

```

      menn | kvinner | kvinneandel
-----+-----+-----
 179973   | 120051   |           0

```

Vi får en kvinneandel på 0 fordi vi deler et heltall med et annet heltall, og svaret blir rundet av til nærmeste heltall. Vi kan fikse dette ved å gjøre om («cast'e») telleren i brøken til desimaltall. Dette gjøres ganske enkelt ved å sette to kolon-tegn etterfulgt av datatypen vi ønsker, i dette tilfelle kan vi f.eks. bruke float eller decimal (decimal gir flere desimaler), slik ::float eller slik ::decimal. Her er en setning som gir et bedre svar:

```

SELECT (SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'M') AS Menn,
(SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F') AS Kvinner,
((SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F')::float/(SELECT
count(*) FROM employees))*100 AS Kvinneandel;

```

```

      menn | kvinner | kvinneandel
-----+-----+-----
 179973   | 120051   | 40.0137988960883

```

Kalkulering via underspøringer med Oracle:

```

SELECT (SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'M') Menn,
(SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F') Kvinner,

```

```
((SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F')/(SELECT count(*) FROM employees))*100 Kvinneandel from dual;
```

MENN	KVINNER	KVINNEANDEL
179973	120051	40,0137989

MERK: Oracle lar oss ikke bruke SELECT uten at vi velger fra en tabell, men vi kan bruke den «fiktive» tabellen **dual** (som Oracle har opprettet for dette formålet) og velge fra den, så får vi riktig svar

Kalkulering via underspøringer med Microsoft SQL Server:

Med SQL Server får vi samme problem som med PostgreSQL, så vi må konvertere heltallet i telleren i brøken til et desimaltall – og det gjøres med funksjonen `convert(float, «det som skal konverteres»)`, eller `cast(«det som skal konverteres» to float)`, f.eks. slik:

```
SELECT (SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'M') Menn, (SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F') Kvinner, (convert(float, (SELECT count(*) FROM employees WHERE gender = 'F'))/(SELECT count(*) FROM employees))*100 Kvinneandel
```

Menn	Kvinner	Kvinneandel
179974	120051	40.013665527872675

MERK: Legg merke til at desimalene i svaret er litt forskjellige med MS SQL Server i forhold til de andre tre. Det skyldes subtile forskjeller i hvordan desimalene utregnes i de ulike RDBMSene.

➔ Betingelser med CASE

SQL har begrensede muligheter til å legge inn betingelser i søkene, og en av disse er med konstruksjonen CASE, som fungerer slik:

```
CASE WHEN <betingelse> THEN <resultat>
      [WHEN ... THEN ...]
      [ELSE <resultat hvis ingen av betingelsene inntreffer>]
END
```

(Det som står i rette klammer er valgfritt)

MERK: Hvis du ikke har med en ELSE til slutt kan du få en feilmelding hvis ingen av betingelsene inntreffer. Det anbefales derfor alltid å ha med en ELSE som fanger opp de som ikke tilfredsstiller noen av betingelsene.

CASE med MySQL / MariaDB, PostgreSQL, MS SQL Server og Oracle

Her er et eksempel som fungerer helt likt (hurra!) med alle 4 RDBMSene:

```
SELECT CASE WHEN gender = 'M' THEN 'Mann' ELSE 'Kvinne' END AS Kjønn,
first_name AS Fornavn, last_name AS Etternavn FROM employees;
```

Kjønn	Fornavn	Etternavn
Mann	Georgi	Facello
Kvinne	Bezalel	Simmel
Mann	Parto	Bamford
Mann	Chirstian	Koblick
Mann	Kyoichi	Maliniak
Kvinne	Anneke	Preusig
....

Et potensielt problem med setningen over er hvis det ikke er satt kjønn på en ansatt – f.eks. ved at det står en NULL-verdi i gender-feltet. Disse vil da (muligens feilaktig) bli listet som kvinner.

La oss sette gender til NULL for ansatt nummer 10001 og kjøre setningen på nytt:

```
UPDATE employees SET gender = NULL WHERE emp_no = 10001;
```

```
SELECT CASE WHEN gender = 'M' THEN 'Mann' ELSE 'Kvinne' END AS Kjønn,
first_name AS Fornavn, last_name AS Etternavn FROM employees LIMIT 3;
```

Kjønn	Fornavn	Etternavn
Kvinne	Georgi	Facello
Kvinne	Bezalel	Simmel
Mann	Parto	Bamford

Setningen nedenfor, som sjekker for både mann og kvinne og trigger en **ELSE** hvis ingen av dem finnes, løser problemet med Georgis utilsiktede kjønnsendring:

```
SELECT CASE WHEN gender = 'M' THEN 'Mann' WHEN gender = 'F' THEN 'Kvinne'
ELSE 'Kjønn ikke satt' END AS Kjønn, first_name AS Fornavn, last_name AS
Etternavn FROM employees LIMIT 10;
```

Kjønn	Fornavn	Etternavn
Kjønn ikke satt	Georgi	Facello
Kvinne	Bezalel	Simmel
Mann	Parto	Bamford

Her er et eksempel til, hvor CASE brukes til å kategorisere antall nyansettelser per år i 3 kategorier: *mange*, *middels* eller *få*.

```
SELECT
  EXTRACT(YEAR FROM hire_date) AS År,
  COUNT(*) AS Nyansatte,
  CASE
    WHEN COUNT(*) > 30000 THEN 'mange'
    WHEN COUNT(*) BETWEEN 20000 AND 30000 THEN 'middels'
    ELSE 'få'
  END AS Nyansettelser
FROM
  employees
GROUP BY EXTRACT(YEAR FROM hire_date)
ORDER BY 1;
```

År	nyansatte	nyansettelser
1985	35316	mange
1986	36150	mange
1987	33501	mange
1988	31436	mange
1989	28394	middels
1990	25610	middels
1991	22568	middels
1992	20402	middels
1993	17772	få
1994	14835	få
1995	12115	få

1996		9574		få
1997		6669		få
1998		4155		få
1999		1514		få
2000		13		få

Her er et eksempel hvor vi bruker en CASE WHEN til å liste ut antall menn og kvinner i bedriften:

```
SELECT
CASE WHEN gender = 'F' THEN count(*) ELSE null END as Kvinner,
CASE WHEN gender = 'M' THEN count(*) ELSE null END as Menn
FROM employees GROUP BY gender;
```

Kvinner	Menn
120051	NULL
NULL	179976

MERK: Setningene over fungerer for Oracle, MySQL/MariaDB og PostgreSQL. Ved å bytte ut funksjonen EXTRACT(YEAR from hire_date) med funksjonen year(hire_date) vil den også fungere for MS SQL Server.

➔ Bruk av funksjoner

DBMSer har ofte innebygde funksjoner for manipulering av data. Det er viktig å merke seg at det ikke er noen konsistent bruk av slike funksjoner - man må sjekke dokumentasjonen til den databasen man bruker for en oversikt over funksjonene den støtter og den syntaksen de bruker.

Her er noen vanlige og mye brukte funksjoner:

➔ Funksjoner for manipulering av tekst:

Det er begrenset i hvor stor grad SQL er egnet eller kapabel til å formatere tekst, men det finnes et knippe funksjoner, som heldigvis er relativt like for RDBMSene.

Noen av de vanligste tekst-funksjonene:

- LEFT() - Returnerer et antall tegn fra begynnelsen av en streng
- LENGTH() eller DATALENGTH() eller LEN() - Returnerer lengden på en streng
- LOWER() eller LCASE() (hvis Access) - Konverterer strengen til små bokstaver
- LTRIM() - Fjerner mellomrum fra begynnelsen av en streng

- RIGHT() - Returnerer et antall tegn slutten av en streng
- RTRIM() - Fjerner mellomrum fra slutten av en streng
- SOUNDEX() - Returnerer en strengs SOUNDEX-verdi, dvs. verdier som høres ut som søkestrengen
- UPPER() eller UCASE() (hvis Access) - Konverterer en streng til store bokstaver

Eksemplet under gir et resultat som viser avdelingsnavnet med store bokstaver ved bruk av funksjonen UPPER().

```
SELECT UPPER(dept_name) AS Avdeling FROM departments
ORDER BY dept_name;
```

```
avdeling
-----
CUSTOMER SERVICE
DEVELOPMENT
FINANCE
HUMAN RESOURCES
MARKETING
PRODUCTION
QUALITY MANAGEMENT
RESEARCH
SALES
```

Følgende eksempel kombinerer funksjonene **upper()**, **left()** og **concat()** til å liste ut første bokstav i fornavnet etterfulgt av et punktum, et mellomrom, og hele etternavnet:

```
SELECT CONCAT(UPPER(LEFT(first_name,1)), '. ', last_name) AS Navn FROM
employees LIMIT 5;
```

```
+-----+
| Navn   |
+-----+
| G. Facello |
| B. Simmel  |
| P. Bamford |
| C. Koblick |
| K. Maliniak |
+-----+
```

Vi ser av eksemplet over at vi kan sette en funksjon inne i en annen funksjon, og sette det hele inn i en tredje funksjon, hvis vi har behov for det. Funksjonen LEFT(first_name,1) henter ett tegn fra begynnelsen (LEFT) av verdiene vi henter fra feltet first_name. RIGHT(first_name,3) vil således hente de **tre siste** tegnene fra fornavnet osv.

Funksjonen `SOUNDEX()` skiller seg litt fra de andre ved at den henter et felts `SOUNDEX`-verdi, dvs. verdier som **høres ut som** det vi søker etter. Funksjonen kan brukes for eksempel slik:

```
SELECT DISTINCT first_name FROM employees
WHERE SOUNDEX(first_name) = SOUNDEX('George');
```

```
+-----+
| first_name |
+-----+
| Georgi     |
| Georgy     |
| George     |
| Georg      |
+-----+
```

Søket over henter alle fornavn som høres ut som George, og siden vi bruker nøkkelordet `DISTINCT` filtrerer vi ut duplikater slik at vi får en av hver variasjon.

➔ Funksjoner for manipulering av Dato og Tid

Dato og tid er komplekst. Så komplekst at da man gikk over fra Juliansk til Gregoriansk kalender gikk det mer enn 300 år fra den ny kalenderen ble introdusert i 1582 til alle land hadde implementert den. Den Julianske kalenderen måtte fornyes siden den ikke klarte å beregne året nøyaktig nok, slik at bl.a. skuddårsberegningene ble feil. For å få til overgangen måtte man fjerne 10-12 dager helt, slik at det er et hull i kalenderen ved overgangen der 10-12 dager mangler. I USA ble f.eks. september 1752 hele 11 dager kortere enn vanlig.

IT-verden har brukt mye tid og krefter på å få tid og dato riktig. Og ikke minst er man påpasselig med ikke å gjenta tabben med å sette av kun 2 siffer til årstall, som førte til my ekstra stress og konsulenttimer rundt årtusenskiftet. Dato- og Tidsfunksjoner varierer ritignok en del mellom de ulike databasesystemene, men det er tegn til at man samler seg rundt ANSI-standarder i større grad i tidligere. De fleste DBMSer støtter nå f.eks. bruk av funksjonen `EXTRACT()` (se nedenfor) for å trekke ut deler av en dato/tidspunkt. Flere har også valgt å implementere funksjonen `NOW()` for å hente dato og tid på det øyeblikket funksjonen kjøres.

TIMESTAMP

En måleenhet som er felles for alle systemer er det som gjerne kalles en **UNIX TIMESTAMP** eller bare **TIMESTAMP**. Det er et heltall som er antall sekunder fra det som regnes som «dataepokens begynnelse», (som er satt til midnatt 1. januar 1970) og frem til nåværende tidspunkt. Tidsstemplett i det øyeblikket dette skrives er f.eks. **1498646852**, som kan oversettes til **2017-06-28 12:48:36**. De fleste RDBMSer vil være mer nøyaktige enn dette, og gi tiden i milli- eller mikrosekunder, f.eks. slik: **2017-06-28 12:48:36.749456+02**. Tallet **+02** til slutt angir tidssonen.

Mange av dato- og tidsfunksjonen i RDBMSene bygger på Unix Timestamp. Vi skal nå se på hvordan de 4 store håndterer dato og tid.

Datofunksjoner med MySQL / MariaDB

MySQL / MariaDB har en rekke dato- og tidsfunksjoner. Her er noen av de mest brukte:

- NOW() - Returnerer dato og tid akkurat nå
- YEAR() - Returnerer år fra et datofelt
- QUARTER() - Returnerer kvartals-nummeret fra et datofelt
- MONTH() - Returnerer måned fra et datofelt
- MONTHNAME() - Returnerer månedens navn fra et datofelt
- DAY() - Returnerer dag fra et datofelt
- DAYNAME() - Returnerer navnet på ukedagen fra et datofelt
- DAYOFMONTH() - Returnerer dagen fra et datofelt (f.eks. 28 fra '2017-06-28')
- DAYOFYEAR() - Returnerer dagen i året fra et datofelt (f.eks. 179 fra '2017-06-28')
- EXTRACT(YEAR/MONTH/DAY etc. from <datofelt>) - Returnerer årstallet fra et datofelt, og er kompatibel med PostgreSQL og Oracle.
- DATE_FORMAT(datofelt, '<formateringstegn>') - Returnerer en streng formatert etter hvilke tegn vi angir etter datofeltet inne i parentesene, f.eks. %M for måned skrevet med bokstaver og %Y for årstall med fire siffer).

Navn på måneder og dager på ulike språk

I setningen under velger vi ut navnet på ukedagen fra funksjonen NOW(), som gir oss ukedagen i dag:

```
select DAYNAME(NOW());
+-----+
| DAYNAME(NOW()) |
+-----+
| Wednesday      |
+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

Vi ser at ukedagen returneres på engelsk, siden denne databasen er satt opp med engelsk som default-språk. Vi kan angi hvilket språk vi vil ha navnet på ved å sette inn en standard språk-kode på formen <språk>_<LAND>, hvor norsk bokmål er **nb_NO** og nynorsk er **nn_NO**, med denne setningen:

```
SET lc_time_names = 'nb_NO';
```

Så kan vi kjøre den samme spørringen om igjen og få resultatet på norsk bokmål:

```
select DAYNAME(NOW());
+-----+
| DAYNAME(NOW()) |
+-----+
| onsdag          |
+-----+
```

Eller hente navnet på måneden på fransk, hvis vi ønsker det:

```
SET lc_time_names = 'fr_FR';

select MONTHNAME(NOW());
+-----+
| MONTHNAME(NOW()) |
+-----+
| juin             |
+-----+
```

Funksjonen DATE_FORMAT() gir full kontroll over hvordan vi vil ha datoen formatert, f.eks. slik:

```
select DATE_FORMAT(NOW(), 'Kl. %T, %W %e. %M, %Y') AS nå;

+-----+
| nå                    |
+-----+
| Kl. 14:37:31, torsdag 29. juni, 2017 |
+-----+
```

Vi ser at vi kan kombinere tekst og formaterings tegn inne i tekststrengen i parentes.

Formaterings tegnene begynner med et prosenttegn % og etterfølges av en bokstav. Alt annet tolkes som fritekst og blir gjengitt akkurat slik vi skriver det.

Oversikt over hva de ulike formaterings tegnene betyr finnes i dokumentasjonen til MySQL og MariaDB.

Eksempler fra HR-databasen

Setningen under henter ut ansattnummer og gjeldende tittel for alle ansatte. (Når årstallet i kolonnen **to_date** er satt til 9999 betyr det at dette er tittelen de har nå)

```
SELECT emp_no, title FROM titles
WHERE YEAR(to_date) = 9999 LIMIT 5;
```

```

+-----+-----+
| emp_no | title          |
+-----+-----+
| 10001  | Senior Engineer |
| 10002  | Staff           |
| 10003  | Senior Engineer |
| 10004  | Senior Engineer |
| 10005  | Senior Staff    |
+-----+-----+

```

Samme resultat kan hentes med extract-funksjonen, slik:

```

SELECT emp_no, title FROM titles
WHERE EXTRACT(YEAR from to_date) = 9999 LIMIT 5;

```

```

+-----+-----+
| emp_no | title          |
+-----+-----+
| 10001  | Senior Engineer |
| 10002  | Staff           |
| 10003  | Senior Engineer |
| 10004  | Senior Engineer |
| 10005  | Senior Staff    |
+-----+-----+

```

Det vil gå raskere å filtrere ut dagens ansatte, titler, lønn osv ved å bruke en av funksjonene over, i forhold til å filtrere på hele datoen slik: **WHERE to_date = '9999-01-01'**. Her er et enkelt eksempel, som viser mer enn 60% reduksjon i tid ved å bruke funksjonen YEAR():

```

SELECT AVG(salary) FROM salaries WHERE to_date = '9999-01-01';

```

```

+-----+
| avg(salary) |
+-----+
| 72012.2359  |
+-----+
1 row in set (4.29 sec)

```

```

SELECT AVG(salary) FROM salaries WHERE YEAR(to_date) = 9999;

```

```

+-----+
| avg(salary) |
+-----+

```

```
+-----+
| 72012.2359 |
+-----+
1 row in set (1.31 sec)
```

MERK: Tidsbesparelse ved bruk av funksjon fremfor å søke opp hele datofelt gjelder ikke for alle RDBMSer, så man bør teste dette ut med den versjonen av RDBMSen man bruker.

I setningen under henter vi ut alle som ble ansatt de 4 første månedene i 1995:

```
SELECT COUNT(*) AS Ansatte FROM employees
WHERE MONTH(hire_date) < 5 AND YEAR(hire_date) = 1995 ;

+-----+
| Ansatte |
+-----+
|    4318 |
+-----+
```

Beregne differansen mellom to datoer med funksjonen TIMESTAMPDIFF()

Med funksjonen **TIMESTAMPDIFF()** kan vi beregne differansen mellom to datoer ved å gå veien om UNIX TIMESTAMP, og f.eks. beregne gjennomsnittsalderen til alle ansatte ut fra fødselsdatoene deres, slik:

```
SELECT AVG(TIMESTAMPDIFF(year,birth_date,NOW())) as snittalder
FROM employees;

+-----+
| snittalder |
+-----+
|    58.4093 |
+-----+
```

Funksjonen **TIMESTAMPDIFF()** tar tre parametre: Hvilken tidsenhet vi vil ha svaret i (her har vi brukt **year**), navnet på datofeltet vi vil beregne differansen fra (her er det feltet **birth_date**), og hvilken dato vi vil beregne differansen til (her har vi brukt funksjonen **NOW()** for å beregne alderen akkurat nå).

Hvis vi for eksempel ville vise hva gjennomsnittsalderen til de ansatte var 15. februar 1995, trenger vi bare å erstatte funksjonen **NOW()** med **'1995-02-15'**, slik:


```
SELECT AVG(TIMESTAMPDIFF(year,birth_date,'1995-02-15')) as snittalder
FROM employees;
```

```
+-----+
| snittalder |
+-----+
|    36.0442 |
+-----+
```

Datofunksjoner med Microsoft SQL Server

Microsoft SQL-server har bl.a. disse datofunksjonene:

- DATEPART() - henter en del av et datofelt, f.eks. DATEPART(year, datofelt) henter årstallet med fire siffer fra feltet datofelt.
- DATENAME() - henter navnet til en del av et datofelt.
- YEAR() gir det samme som DATEPART-eksemplet ovenfor.
- MONTH() - henter tallet til måneden (oktober = 10, osv) fra et datofelt
- DAY() - henter dagen fra et datofelt, f.eks. «28» fra «2017-06-28».

Eksempler på bruk av datofunksjoner med Microsoft SQL Server

MERK: I eksemplene nedenfor brukes funksjonen GETDATE() til å hente dagens dato. Bytt ut GETDATE() med navnet til et datofelt for å bruke eksemplene til søk i en tabell.

Vi kan f.eks. hente kvartal-numeret idag med denne setningen:

```
select DATEPART(QUARTER,GETDATE()) AS Kvartal;
```

```
Kvartal
-----
2
```

Eller hente ukedagen idag med denne setningen:

```
select DATEPART(WEEKDAY,GETDATE()) AS Ukedag;
```

```
Ukedag
```

4

MERK: Ukedagen i eksemplet over er en onsdag, som blir ukedag 4 siden databasen er satt opp med engelsk lokalisering, hvor søndag er første dag i uken

Vi kan også hente navnet på ukedagen og måneden med denne setningen:

```
SELECT DATENAME(WEEKDAY, GETDATE()) AS Ukedag,
       DATENAME(MONTH, GETDATE()) AS Måned;
```

Ukedag	Måned
-----	-----
Wednesday	June

Navn på måneder og dager på ulike språk

Vi kan endre språket vi vil ha resultatet i med denne setningen:

```
SET LANGUAGE <språknavn>
```

For eksempel kan vi sette språket til norsk:

```
SET LANGUAGE Norwegian
(Changed language setting to Norsk)
```

og få ukedag og månedsnavn ut på norsk:

```
SELECT DATENAME(WEEKDAY, GETDATE()) AS Ukedag,
       DATENAME(MONTH, GETDATE()) AS Måned;
```

Ukedag	Måned
-----	-----
onsdag	juni

Og onsdag blir 3. ukedag, som den skal være etter norsk beregning, hvor uken starter med mandag:

```
SELECT DATENAME(WEEKDAY, GETDATE()) AS Ukedag,
       DATEPART(WEEKDAY, GETDATE()) AS dag;
```

Ukedag	dag
onsdag	3

Eksempler fra HR-databasen

Setningen under henter de fem første radene av en tabell som lister opp ansattnummer og tittel fra tabellen **titles** hvor årstallet i feltet **to_date** er 9999, dvs at vi vil hente de titlene de ansatte har nå (og luke ut historiske data for de som har byttet tittel).

```
SELECT TOP 5 emp_no, title FROM titles
WHERE DATEPART(year, to_date) = 9999;
```

emp_no	title
10001	Senior Engineer
10002	Staff
10003	Senior Engineer
10004	Senior Engineer
10005	Senior Staff

Vi får eksakt samme resultat ved å bruke funksjonen YEAR(), slik:

```
SELECT TOP 5 emp_no, title FROM titles
WHERE YEAR(to_date) = 9999;
```

emp_no	title
10001	Senior Engineer
10002	Staff
10003	Senior Engineer
10004	Senior Engineer
10005	Senior Staff

Vi kan for eksempel liste ut hvor mange som er født i oktober måned med denne setningen:

```
SELECT COUNT(*) as oktoberbarn FROM employees
WHERE MONTH(birth_date) = 10;
```

oktoberbarn

```
-----
25518
```

Eller hvor mange kvinner som ble ansatt i første kvartal 1998 med denne setningen:

```
SELECT COUNT(*) as Ansatte from employees
WHERE DATEPART(QUARTER, hire_date) = 1
AND YEAR(hire_date) = 1998 AND gender = 'F';
```

```
Ansatte
-----
517
```

Vil vi beregne gjennomsnittsalderen til de ansatte ut fra fødselsdato-feltet kan vi bruke funksjonen **DATEDIFF()**, slik:

```
SELECT AVG(DATEDIFF(YEAR, birth_date, GETDATE())) as Snittalder FROM
employees;
```

```
Snittalder
-----
58
```

Funksjonen **DATEDIFF()** tar 3 parametre: Hvilken tidsenhet vi vil beregne differansen med (her **YEAR**), hvilken dato vi vil beregne differansen fra (her fra feltet **birth_date**) og hvilken date vi vil beregne differansen til (her dagens dato angitt med **GETDATE()**, noe som gir alderen idag).

Datofunksjoner med Oracle

Oracle har bl.a. disse datofunksjonene:

- **TO_DATE()** (<dato som tekst>, f.eks. '12-31-2012')
- **EXTRACT(year/month/day etc FROM <datofelt>)** - eller f.eks. **EXTRACT(YEAR FROM DATE '1998-03-07')**

I setningen nedenfor konverterer vi en tekststreng til en gyldig dato. Vi kjører **SELECT** mot Oracles «dummy»-tabell **dual**, siden Oracle ikke tillater søk uten **FROM**:

```
SELECT TO_DATE('06-29-2017') idag FROM dual;
```

```
IDAG
```

```
-----  
06/29/2017
```

MERK: Funksjonen TO_DATE() vil ha tekststrengen på det amerikanske formatet: <måned> - <dag> - <år>, og ikke etter ISO-standarden <år> - <måned> - <dag>.

I neste eksempel henter vi ut årstallet fra en dato:

```
SELECT EXTRACT(YEAR FROM DATE '1998-03-07') År FROM dual;  
  
ÅR  
-----  
1998
```

MERK: Funksjonen EXTRACT() med DATE vil ha tekststrengen som angir datoen skrevet etter ISO-standarden: <år> - <måned> - <dag> (yyyy-mm-dd)

Eksempler fra HR-databasen

```
SELECT emp_no, title  
FROM titles  
WHERE to_number(to_char(to_date, 'YYYY')) = 9999;
```

Alternativt kan vi bruke funksjonen EXTRACT() slik:

```
SELECT emp_no, title  
FROM titles  
WHERE EXTRACT(year from to_date) = 9999;
```

Datofunksjoner med PostgreSQL

PostgreSQL har bl.a. disse datofunksjonene:

- DATE_PART() - f.eks. DATE_PART('year', <datofelt>) gir år med fire siffer.
- EXTRACT(year/month/day/minute etc FROM <datofelt>)
- eller f.eks. EXTRACT(QUARTER FROM DATE '1998-03-07')

```
SELECT emp_no, title
FROM titles
WHERE DATE_PART('year', to_date) = 9999;
```

Alternativt kan vi bruke EXTRACT, slik:

```
SELECT emp_no, title
FROM titles
WHERE EXTRACT(year from to_date) = 9999;
```

Her trekker vi ut sekunder-delen av NOW():

```
SELECT EXTRACT(second FROM NOW());

date_part
-----
49.719786
```

MERK: I eksemplet under ser vi at i motsetning til MySQL/MariaDB er det med PostgreSQL raskere å søke etter hele datofeltet enn å bruke funksjonen EXTRACT(year from to_date):

```
SELECT AVG(salary) FROM salaries WHERE to_date = '9999-01-01';

      avg
-----
72012.235857307058
(1 row)

Time: 1279,727 ms
```

Som vi ser under tar det nesten tre ganger så lang til å søke ut årstallet med funksjonen EXTRACT():

```
SELECT AVG(salary) FROM salaries WHERE EXTRACT(year from to_date) = 9999;

      avg
-----
72012.235857307058
(1 row)

Time: 3069,452 ms
```

PostgreSQL har en egen funksjon **AGE()** for å beregne alder riktig ut fra fødselsdato, f.eks. slik:

```
SELECT emp_no AS Ansattnummer, AGE(birth_date) AS Alder
FROM employees
ORDER BY Alder desc;
```

Setningen over henter ansattnummer og alder for alle ansatte sortert med den eldste øverst på listen, slik;

ansattnummer	alder
237571	64 years 7 mons 4 days
65308	64 years 7 mons 4 days
91374	64 years 7 mons 4 days
207658	64 years 7 mons 4 days
406121	64 years 7 mons 4 days
87461	64 years 7 mons 4 days
13944	64 years 7 mons 3 days
48910	64 years 7 mons 3 days
51486	64 years 7 mons 3 days
33131	64 years 7 mons 3 days

MERK: Vil man vite en persons alder på et gitt tidspunkt, kan dette angis som et første parameter i funksjonen, f.eks. slik: **age('2010-01-01',birth_date)**, som gir alderen de hadde 1. januar 2010

Egne funksjoner med PostgreSQL

Det er enkelt å lage egne funksjoner med PostgreSQL. Syntaksen er denne:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION <navn>([parameter,...]) AS

  RETURNS <datatype>
  LANGUAGE '<språk>'

AS $[valgfri tekst]$

<kode>

$[valgfri tekst]$;
```

Språk som kan brukes til funksjoner er disse: SQL, PL/PgSQL, C++, Perl og Python. Men man kan også installere flere språk som kan brukes til funksjoner.

Her er et eksempel på en enkel funksjon som legger til 10 til et felt eller en verdi:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION plus10(bigint)

    RETURNS bigint
    LANGUAGE 'sql'

AS $BODY$

select $1+10

$BODY$;
```

og Slik kan den brukes:

```
select plus10(20);

plus10
-----
30
```

Og her er et eksempel på en funksjon som tar to tekst-parametre og slår dem sammen med et mellomrom mellom dem, samtidig som den konverterer første bokstav i begge argumentene til stor bokstav – med andre ord en funksjon som f.eks. lager fullt navn av fornavn og etternavn:

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION navn(text, text)

    RETURNS text
    LANGUAGE 'sql' AS

$$

SELECT concat(left(upper($1),1),right($1,length($1)-1),' ',
left(upper($2),1),right($2,length($2)-1))

$$;
```

MERK: Siden SQL er valgt som språk, skriver vi en SELECT-setning som utfører beregningen (legger til 10). \$1 refererer til det første parameteret som sendes inn til funksjonen, dvs. tallet eller verdien til feltet vi setter i funksjonens parentes, \$2 til det andre parameteret osv. Vi trenger strengt tatt ikke sette noen tekst mellom de to \$-tegnene som angir begynnelsen og slutten på koden, men vi kan – som i den første funksjonen (\$body\$) eller vi kan la være, som i den andre (\$\$).

Eksterne ressurser

- Lenke til **MySQLs** innebygde funksjoner:
<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/functions.html>
- Lenke til **MariaDBs** innebygde funksjoner:
<https://mariadb.com/kb/en/mariadb/functions-and-operators/>
- Lenke til dokumentasjon for **Oracles** innebygde funksjoner:
<https://docs.oracle.com/database/121/SQLRF/functions002.htm#SQLRF51180>
- Lenke til dokumentasjon for **MS SQL Servers** innebygde funksjoner:
<https://technet.microsoft.com/en-us/library/ms174318%28v=sql.90%29.aspx>
- Lenke til dokumentasjon for **PostgreSQLs** innebygde funksjoner:
<https://www.postgresql.org/docs/9.5/static/functions-datetime.html>

Kapittel 5

Aggregering av data

SQL har spesielle funksjoner for å aggregere data uten å måtte laste dem ned først. Eksempler på denne typen data kan være:

- Finne antall rader i en tabell (evt. etter gitte kriterier)
- Finne summen av verdien i en kolonne for et sett med rader i en tabell
- Finne maksimum, minimum eller gjennomsnittsverdiene i en kolonne (enten for alle rader eller for utvalgte rader)

Vi sparer mye tid ved å la databasen foreta aggregeringene, i forhold til først å måtte laste ned alle dataene og så foreta aggregeringen hos klienten. I likhet med filtrering er det en gevinst jo nærmere dataene aggregeringen skjer, slik at vi bare trenger å laste ned de ferdig filtrerte og aggregerte dataene.

Disse SQL-funksjonene henter aggregerte data, og støttes av de fleste DBMSer:

- AVG() - Henter en kolonnes gjennomsnittsverdi
- COUNT() - Henter antall rader i en kolonne
- MAX() - Henter den høyeste verdien i en kolonne
- MIN() - Henter den laveste verdien i en kolonne
- SUM() - Henter summen av kolonnens verdier

➔ AVG()

AVG() kan brukes til å hente gjennomsnittsverdien for alle eller utvalgte rader i tallbaserte kolonner. Det er vanlig å bruke AVG() med funksjonen ROUND(), siden snittverdien som oftest regnes ut med et større antall desimaler enn ønskelig.

Denne setningen henter gjennomsnittslønnen for alle ansatte i databasen (inkludert historiske data, dvs. snittet for hele lønnshistorikken til alle ansatte):

```
SELECT AVG(salary) AS "Snittlønn"
```

```
FROM salaries;
```

Denne setningen henter nåværende gjennomsnittslønn for alle ansatte - og runder av til 2 desimaler:

```
SELECT ROUND(AVG(salary),2) AS "Snittlønn"
FROM salaries
WHERE extract(year from to_date) = 9999;
```

MERK: Kolonner som har NULL-verdi blir ikke regnet med i gjennomsnittet

MS SQL Server og AVG()

Microsoft SQL server vil ikke la deg beregne gjennomsnitt av et heltall uten først å konvertere det til et desimaltall. Prøver vi får vi denne feilmeldingen:

```
select count(*), avg(salary) from salaries where year(to_date) = 9999;
```

```
Msg 8115, Level 16, State 2, Server server4, Line 1
Arithmetic overflow error converting expression to data type int.
```

Løsningen er å bruke funksjonen **convert()**, hvor vi inne i parentesen først setter datatypen vi vil konvertere til (i dette tilfelle f.eks. float eller decimal), etterfulgt av hvilket felt vi vil konvertere. For eksempel slik:

```
select count(*) as ansatte, avg(convert(float,salary)) as "snittlønn" from
salaries where year(to_date) = 9999;
```

ansatte	snittlønn
240124	72012.235857307052

Vi kan også bruke funksjonen **cast()**, som også konverterer en datatype til en annen på denne måten:

```
select count(*) as ansatte, avg(cast(salary as bigint)) as "snittlønn"
from salaries where year(to_date) = 9999;
```

ansatte	snittlønn
240124	72012

➔ COUNT()

COUNT() teller antall rader i en tabell - evt. etter gitte kriterier. Funksjonen kan brukes på to måter:

1. Bruk **COUNT(*)** til å telle antall rader i en tabell, uavhengig av om radene inneholder verdier eller NULL-verdier
2. Bruk **COUNT(<kolonnenavn>)** til å telle antall rader som har verdier i en tabell, og ignorerer NULL-verdier

Eksempler:

```
SELECT COUNT(*) AS Ansatte
FROM employees;
SELECT COUNT(hire_date) AS Ansatte_med_ansettelsesdato
FROM employees;
```

Det første eksemplet teller opp alle ansatte, mens det siste eksemplet bare teller ansatte som vi har registrert ansettelsesdatoen til.

➔ MAX()

For å bruke MAX() må et kolonnenavn angis:

```
SELECT MAX(salary) AS "Topplønn"
FROM salaries
```

MERK: Kolonner med NULL-verdi ignoreres av MAX()

➔ MIN()

For å bruke MIN() må et kolonnenavn angis:

```
SELECT MIN(salary) AS "Minstelønn"
FROM salaries
```

MERK: Kolonner med NULL-verdi ignoreres også av MIN()

➔ SUM()

SUM() brukes til å beregne summen av verdiene i en angitt kolonne.

```
SELECT SUM(salary) AS "Årlig Lønnskostnad"
FROM salaries
WHERE year(to_date) = 9999;
```

Setningen over summerer opp bedriftens samlede **årlige** lønnskostnad i dag (ekskludert historiske data)

```
SELECT SUM(salary/12) AS "Månedlig Lønnskostnad"
FROM salaries
WHERE year(to_date) = 9999;
```

Setningen over summerer opp bedriftens samlede **månedlige** lønnskostnad i dag (ekskludert historiske data)

MS SQL Server og SUM()

Siden feltet salary er av datatypen heltall (integer), vil vi få feil resultat med MS SQL Server hvis vi ikke først konverterer feltet til et desimaltall. Derimot får vi ikke noen feilmelding, slik som med beregning av gjennomsnitt med avg(). Her er resultatet, først uten og så med konvertering:

```
SELECT SUM(salary/12) AS "Månedlig Lønnskostnad" FROM salaries WHERE
year(to_date) = 9999;
```

```
Månedlig Lønnskostnad
-----
          1440878693
```

```
SELECT SUM(convert(float,salary)/12) AS "Månedlig Lønnskostnad" FROM
salaries WHERE year(to_date) = 9999;
```

```
Månedlig Lønnskostnad
-----
    1440988843.5833328
```

Som vi ser er det relativt stor forskjell mellom de to resultatene. Så husk alltid å konvertere til desimaltall før du foretar regneoperasjoner med MS SQL Server som kan resultere i desimaler. Hadde vi konvertert til datatypen ***decimal*** istedenfor ***float***, hadde vi fått et litt ulikt resultat, men bare i selve desimalene, som vi i dette tilfellet antagelig likevel ville avrundet med funksjonen *round()* til nærmeste heltall, noe som ville fjernet forskjellen.

➔ Aggregering med distinkte verdier

De 5 aggregat-funksjonene kan alle brukes på distinkte verdier ved å legge til argumentet **DISTINCT**:

```
SELECT AVG(DISTINCT salary) AS "Snittlønn"
FROM salaries
WHERE emp_no = '100002';
```

➔ Kombinering av aggregerte funksjoner

Ofte vil vi hente ut flere aggregerte tall for en eller flere kolonner, og det kan vi gjøre med samme SQL-setning, f.eks. slik:

```
SELECT COUNT(*) AS "Antall Ansatte",
       MIN(salary) AS "Minstelønn",
       MAX(salary) AS "Topplønn",
       ROUND(AVG(salary)) AS "Snittlønn"
FROM salaries
WHERE extract(year from to_date) = 9999;
```

Kapittel 6

Gruppering av Data

➔ Gruppering av data med GROUP BY

Alle beregninger hittil har vært gjort på alle data i en tabell som tilfredsstilte WHERE-betingelsen i SQL-setningene. Ofte har vi behov for å dele data inn i kategorier - f.eks. å liste opp ansatte per avdeling, gjennomsnittslønn etter stillingskategori, eller data fordelt på menn og kvinner . Dette gjør vi ved å lage grupper med **GROUP BY**. F.eks. slik:

```
SELECT gender as "Kjønn", COUNT(*) AS Antall
FROM employees
GROUP BY gender;
```

Denne setningen henter to kolonner - en med den ansattes kjønn (registerert som "F" og "M") og en med antall ansatte innenfor hver kategori. **GROUP BY gender** gjør at antall ansatte blir listet opp per kjønn.

Dette er det vi trenger å vite om grupper:

- **GROUP BY** kan inneholde så mange kolonner vi vil, med komma mellom hver kolonne. Slik kan grupper inneholde undergrupper.
- Har du angitt undergrupper blir data aggregert på den sist definerte undergruppen
- Hver kolonne som er listet i GROUP BY må være en eksisterende kolonne eller et gyldig uttrykk. Hvis et uttrykk er angitt i SELECT, må samme uttrykk brukes i GROUP BY.
- De fleste database-systemer tillater ikke at man bruker GROUP BY på kolonner med variabel lengde, slik som *text* eller *memo*.
- Bortsett fra aggregerings-kalkuleringer, må hver kolonne i SELECT være tilstede i GROUP BY
- Hvis kolonnen du grupperer etter inneholder en rad med NULL-verdi, vil NULL bli listet opp som en gruppe. Er det flere rader med NULL-verdi, grupperes de sammen
- GROUP BY må komme etter WHERE og før ORDER BY i SQL-setningen

MERK: Oracle tillater ikke at man grupperer på et alias, men det gjør MySQL/MariaDB og PostgreSQL. Det sikreste er å gruppere på det opprinnelig kolonnenavnet eller på funksjonen som beregner kolonnen, f.eks.: **GROUP BY extract(year from to_date)** heller enn **GROUP BY "År"** e.l.

Husk at når man bruker GROUP BY vil det (tilnærmet) alltid inkludere en eller flere aggregerte kolonner. Du kan derfor ikke blande dette sammen med kolonner som ikke er aggregerte (bortsett fra den eller de kolonnene du grupperer på).

➔ Filtrering av grupper med HAVING

SQL lar deg filtrere hvilke grupper som skal inkluderes eller ekskluderes. Dette gjøres ved å filtrere på hele grupper, og ikke individuelle rader. **WHERE** brukes til å filtrere enkelt-rader, men kan ikke brukes på grupper. I stedet bruker vi **HAVING** når vi skal filtrere grupper.

HAVING fungerer akkurat som WHERE, men brukes kun på grupper.

```
SELECT dept_no as Avdeling, COUNT(*) AS Ansatte
FROM dept_emp
GROUP BY dept_no
HAVING COUNT(*) >=30000
ORDER BY Ansatte desc;
```

Avdeling	Ansatte
d005	85707
d004	73485
d007	52245

Setningen over filtrerer ut avdelinger som har 30000 eller flere ansatte. Som vi ser vil ikke WHERE fungere her, siden vi filtrerer basert på gruppens aggregerte verdi, ikke på verdien til enkelte rader.

MERK: WHERE filtrerer **før** data er gruppert, HAVING filtrerer **etter** at data er gruppert

Vi kan kombinere WHERE og HAVING i samme SQL-setning, hvis vi først vil filtrere ut rader, og så gruppere dem og filtrere ut grupper etterpå.

➔ Gruppering med ROLLUP og CUBE

ROLLUP og CUBE med Oracle

```
SELECT title, gender, sum(salary) AS salary FROM salaries s
INNER JOIN titles t ON s.emp_no=t.emp_no
INNER JOIN employees e ON e.emp_no=s.emp_no
WHERE extract(year from s.to_date) = 9999
```



```
AND extract(year from t.to_date) = 9999
AND title IN ('Engineer','Senior Staff')
GROUP BY ROLLUP(title,gender);
```

TITLE	GE	SALARY
-----	--	-----
Engineer	F	739970609
Engineer	M	1106701015
Engineer		1846671624
Senior Staff	F	2645100493
Senior Staff	M	3974769125
Senior Staff		6619869618
		8466541242

Og med CUBE:

```
SELECT title, gender, sum(salary) AS salary FROM salaries s
INNER JOIN titles t ON s.emp_no=t.emp_no
INNER JOIN employees e ON e.emp_no=s.emp_no
WHERE extract(year from s.to_date) = 9999
AND extract(year from t.to_date) = 9999
AND title IN ('Engineer','Senior Staff')
GROUP BY CUBE(title,gender);
```

TITLE	GE	SALARY
-----	--	-----
		8466541242
	F	3385071102
	M	5081470140
Engineer		1846671624
Engineer	F	739970609
Engineer	M	1106701015
Senior Staff		6619869618
Senior Staff	F	2645100493
Senior Staff	M	3974769125

ROLLUP med MySQL / MariaDB

MariaDB har støtte for ROLLUP, men ikke CUBE i nåværende stund (versjon 10.1). Forsøker vi med CUBE får vi denne feilmeldingen:

```
ERROR 1235 (42000): This version of MariaDB doesn't yet support 'CUBE'
```

MERK: Syntaksen for ROLLUP med MySQL/MariaDB er annerledes enn for de andre tre RDBMSene, som har like syntaks.

Med MySQL / MariaDB brukes GROUP BY med ROLLUP slik:

```
SELECT title, gender, sum(salary) as salary FROM salaries s
INNER JOIN titles t ON s.emp_no=t.emp_no
INNER JOIN employees e ON e.emp_no=s.emp_no
WHERE extract(year from s.to_date) = 9999
AND extract(year from t.to_date) = 9999
AND title in ('Engineer','Senior Staff')
GROUP BY title,gender WITH ROLLUP;
```

title	gender	salary
Engineer	F	739970609
Engineer	M	1106701015
Engineer	NULL	1846671624
Senior Staff	F	2645100493
Senior Staff	M	3974769125
Senior Staff	NULL	6619869618
NULL	NULL	8466541242

ROLLUP og CUBE med PostgreSQL

Med ROLLUP

```
SELECT title, gender, sum(salary) AS salary FROM salaries s
INNER JOIN titles t ON s.emp_no=t.emp_no
INNER JOIN employees e ON e.emp_no=s.emp_no
WHERE extract(year from s.to_date) = 9999
AND extract(year from t.to_date) = 9999
AND title in ('Engineer','Senior Staff')
GROUP BY ROLLUP(title,gender);
```

title	gender	salary
Engineer	F	739970609
Engineer	M	1106701015
Engineer		1846671624
Senior Staff	F	2645100493

Senior Staff	M	3974769125
Senior Staff		6619869618
		8466541242

Med CUBE

```
SELECT title, gender, sum(salary) AS salary FROM salaries s
INNER JOIN titles t ON s.emp_no=t.emp_no
INNER JOIN employees e ON e.emp_no=s.emp_no
WHERE extract(year from s.to_date) = 9999
AND extract(year from t.to_date) = 9999
AND title IN ('Engineer','Senior Staff')
GROUP BY CUBE(title,gender);
```

title	gender	salary
Engineer	F	739970609
Engineer	M	1106701015
Engineer		1846671624
Senior Staff	F	2645100493
Senior Staff	M	3974769125
Senior Staff		6619869618
		8466541242
	F	3385071102
	M	5081470140

ROLLUP og CUBE med MS SQL Server

```
1> SELECT title, gender, sum(salary) as salary FROM salaries s
INNER JOIN titles t ON s.emp_no=t.emp_no
INNER JOIN employees e ON e.emp_no=s.emp_no
WHERE year(s.to_date) = 9999 AND year(t.to_date) = 9999
AND title IN ('Engineer','Senior Staff')
GROUP BY ROLLUP(title,gender)
```

2> go

title	gender	salary
Engineer	F	739970609
Engineer	M	1106701015
Engineer	NULL	1846671624

Senior Staff	F	2645100493
Senior Staff	M	3974769125
Senior Staff	NULL	6619869618
NULL	NULL	8466541242

Og med CUBE;

```
1> SELECT title, gender, sum(salary) as salary FROM salaries s
INNER JOIN titles t ON s.emp_no=t.emp_no
INNER JOIN employees e ON e.emp_no=s.emp_no
WHERE year(s.to_date) = 9999 AND year(t.to_date) = 9999
AND title IN ('Engineer','Senior Staff')
GROUP BY CUBE(title,gender)
```

2> go

title	gender	salary
Engineer	F	739970609
Senior Staff	F	2645100493
NULL	F	3385071102
Engineer	M	1106701015
Senior Staff	M	3974769125
NULL	M	5081470140
NULL	NULL	8466541242
Engineer	NULL	1846671624
Senior Staff	NULL	6619869618

Kapittel 7

Underspørringer

➔ Filtrere med underspørringer

SELECT-setninger er SQL-spørringer (Queries). Alle spørringer vi har gjort hittil er enkeltstående spørringer, dvs, enkle setninger som henter data fra individuelle tabeller. Med SQL kan vi også lage **underspørringer** (subqueries). Dette er spørringer som er bygget inn i andre spørringer. Her er et par eksempler:

```
SELECT emp_no AS Ansattnummer,  
(SELECT salary FROM salaries WHERE (salaries.emp_no = dept_emp.emp_no) AND  
extract(year from to_date) = 9999) AS "Lønn"  
FROM dept_emp WHERE extract(year from to_date) = 9999 limit 10;
```

ansattnummer		Lønn
10001		88958
10002		72527
10003		43311
10004		74057
10005		94692
10006		59755
10007		88070
10009		94409
10010		80324
10012		54423

Setningen over henter ansattnummer og dagens lønn for alle ansatte som er tilknyttet en avdeling (og begrenser for enkelthets skyld resultatet til 10 rader). Hovedspørringen henter ansattnummeret (emp_no) fra tabellen dept_emp, og underspørringen henter ut lønnen fra tabellen salaries. Where-betingelsen i underspørringen knytter lønnen for hver rad til riktig ansattnummer.

Setningen over gir oss bare ansattnummer og lønn. Vi kan gå videre og hente navnet til de ansatte fra employees-tabellen, slik:

```
SELECT emp_no AS Ansattnummer,
(SELECT concat(first_name, ' ', last_name) FROM employees WHERE
employees.emp_no = dept_emp.emp_no) AS Navn,
(SELECT salary FROM salaries WHERE (salaries.emp_no = dept_emp.emp_no) AND
extract(year from to_date) = 9999) AS "Lønn"
FROM dept_emp WHERE extract(year from to_date) = 9999 limit 10;
```

ansattnummer	navn	Lønn
10001	Georgi Facello	88958
10002	Bezalel Simmel	72527
10003	Parto Bamford	43311
10004	Chirstian Koblick	74057
10005	Kyoichi Maliniak	94692
10006	Anneke Preusig	59755
10007	Tzvetan Zielinski	88070
10009	Sumant Peac	94409
10010	Duangkaew Piveteau	80324
10012	Patricio Bridgland	54423

Her har vi bygget to underspøringer inn i en hoved-spørring. Det er ingen begrensninger på hvor mange slike «subqueries» vi kan bygge inn, men i praksis vil vi se at det tar uforholdsvis mye tid med mange underspøringer av denne typen.

MERK: SELECT-setninger som er en underspørning til en annen SELECT-setning kan bare hente **en enkelt kolonne**. Forsøker vi å hente flere kolonner i en underspørning, får vi en feilmelding!

Hente et resultat basert på en verdi vi ikke kjenner (men kan slå opp i en annen tabell)

En vanlig bruk av underspøringer er å søke etter kriterier vi ikke kjenner, men kan slå opp i en annen tabell, Hvis vi for eksempel skulle hente ut hvor mange ansatte som jobber i den avdelingen som Georgi Facello jobber i (uten å vite hvilken avdeling dette er), kan vi gjøre dette slik;

```
SELECT count(*) from dept_emp WHERE extract(year from to_date) = 9999 AND
dept_no = (SELECT dept_no from dept_emp WHERE extract(year from to_date) =
9999 AND emp_no = 10001 );
```

```
count
-----
61386
```

MERK: Vi må hente ut de som jobber i Facellos avdeling idag, og vi må velge den avdelingen Facello jobber i idag - derfor to betingelser med **extract(year from to_date) = 9999**.

➔ Bruke underspøringer til å lage beregnede kolonner

En annen måte å bruke Subqueries på er for å lage beregnede kolonner. Vi kan lage en SELECT-setning som henter ut data til en beregnet kolonne, f.eks. slik:

```
SELECT dept_name as Avdeling,
       (SELECT COUNT(*)
        FROM dept_emp
        WHERE dept_no = departments.dept_no
        AND extract(year FROM to_date)=9999) AS Ansatte
FROM departments
ORDER BY Avdeling;
```

avdeling	ansatte
Customer Service	17569
Development	61386
Finance	12437
Human Resources	12898
Marketing	14842
Production	53304
Quality Management	14546
Research	15441
Sales	37701

SQL-setningen over henter to kolonner for hver avdeling i tabellen *departments*: Navnet til avdelingen og antall ansatte i avdelingen. Antall ansatte er beregnet ut fra en underspørning som er satt i parentes og som hentes til en alias-kolonne. Underspørningen blir utført for hver avdeling som hentes, og den teller opp antall ansatte den aktuelle avdelingen har.

MERK: Hvis to kolonner fra ulike tabeller har samme navn, og disse skal bruke i samme SQL-setning, må vi angi hvilken tabell de er hentet fra ved å skrive tabellnavnet før feltnavnet, og et punktum mellom.

Kapittel 8

Joins

➔ Koble data fra flere tabeller med Join-setninger

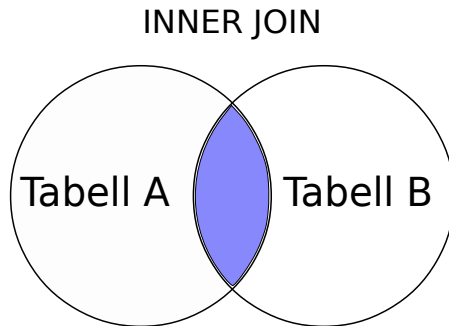
For å lage en join mellom to tabeller må man spesifisere alle tabellene som er involvert og forholdet mellom dem, dvs. hvilke felt som er like i tabellene og kan brukes til å koble dem til hverandre. Som regel vil et felt som er definert som en **fremmednøkkel** i en tabell referere til et felt som er definert som **primærnøkkel** i en annen tabell, og dermed vet vi at disse feltene kan brukes til å koble tabellene sammen. Definerte nøkler er en stor hjelp for å sikre integriteten mellom tabellene som skal kobles sammen, men de er ikke nødvendige for å lage en join. Det er også som regel nødvendig med et felt å «joine på», dvs. et felt som finnes i begge tabellene som skal kobles sammen og hvor en rad kan ha samme verdi i begge tabellene. F.eks. kan to tabeller med persondata «joines på» et felles felt: personnummer, eller to tabeller med produkter «joines på» et felles felt: produkt_id, osv. Det er teoretisk mulig å lage en join mellom to tabeller *uten* et felles felt, men da kan det kun lages en spesiell type join (cartesiansk join) som er et kryssprodukt mellom alle feltene i begge tabellene (cartesiansk produkt), og det er stort sett aldri det vi vil ha.

Ulike typer joins

Joins bygger på teoriene om **matematiske sett**, som ligger utenfor denne bokens område, men et par søk på internett kan gi fine aha-opplevelser hvis de ulike typene av joins oppleves som vanskelig å skille fra hverandre. Vi skal her nøye oss med å gi en enkel beskrivelse av de vanligste join-typene, illustrert med noen eksempler og visuelle venn-diagrammer (overlappende sirkler). De fargede områdene i diagrammene symboliserer områder hvor data blir hentet fra, de hvite områdene det som ikke blir hentet.

➔ INNER JOIN

En INNER JOIN er en type join som henter rader som har verdi i alle tabellene vi kobler sammen. Lager vi en join mellom to tabeller, vil **kun de radene som har verdi i begge tabellene** bli tatt med i resultatet. Dette kan illustreres grafisk slik:



En INNER JOIN kan skrives på to ulike måter. Vi kan bruke en **INNER JOIN-syntaks** eller en **EQUIJOIN-syntaks**. Her er et eksempel skrevet med begge syntakser:

INNER JOIN skrevet med EQUIJOIN-syntaks

I spørringen nedenfor henter vi ut fornavn etternavn og lønn for de ansatte ved å koble sammen tabellene **employees** og **salaries**. Vi lister først opp feltene vi vil hente (med komma mellom feltene, men ikke komma etter siste felt) og så setter vi inn en WHERE-betingelse som sikrer at vi kobler riktig lønn til riktig navn. Til slutt i setningen tar vi med en betingelse som sier at vi vil ha **dagens lønn**, dvs. lønn som har feltet **to_date** satt til 9999-01-01. For eksemplets skyld henter vi bare de 5 første radene i resultatet:

```
SELECT first_name, last_name, salary FROM employees, salaries
WHERE employees.emp_no = salaries.emp_no
AND to_date = '9999-01-01' LIMIT 5;
```

```
+-----+-----+-----+
| first_name | last_name | salary |
+-----+-----+-----+
| Georgi     | Facello   | 88958  |
| Bezalel    | Simmel    | 72527  |
| Parto      | Bamford   | 43311  |
| Chirstian  | Koblick   | 74057  |
```

```
| Kyoichi      | Maliniak    | 94692 |
+-----+-----+-----+
```

MERK: Her må vi spesifisere hele navnet til kolonnene **emp_no**, dvs. på formen: **tabellnavn.kolonnenavn**, siden primærnøkkelen og fremmednøkkelen som skal kobles sammen, har samme kolonne-navn.

WHERE-betingelsen er ekstremt viktig her. Uten den vil alle feltene i hver tabell lenkes opp mot hverandre i en potensielt enorm tabell (som kalles en **CROSS JOIN**, eller et Cartesiansk produkt), som i de aller fleste tilfeller ikke er det vi vil ha.

INNER JOIN skrevet med INNER JOIN-syntaks

Setningen under gir det samme resultatet ved å bruke en **INNER JOIN-syntaks**, som skrives på denne måten:

```
SELECT first_name, last_name, salary FROM employees
INNER JOIN salaries ON employees.emp_no = salaries.emp_no
WHERE to_date = '9999-01-01' LIMIT 5;
```

```
+-----+-----+-----+
| first_name | last_name | salary |
+-----+-----+-----+
| Georgi     | Facello   | 88958  |
| Bezalel    | Simmel    | 72527  |
| Parto      | Bamford   | 43311  |
| Chirstian   | Koblick   | 74057  |
| Kyoichi     | Maliniak  | 94692  |
+-----+-----+-----+
```

Den generelle INNER JOIN-syntaksen er slik:

```
SELECT <felt1, felt2, felt3 ...> FROM <tabell1>
INNER JOIN <tabell2> ON <tabell1.felt> = <tabell2.felt>;
```

MERK: Med INNER JOIN-syntaks bruker vi ikke en WHERE-betingelse til å angi hvilke felt som skal brukes til å lenke tabellene sammen, men nøkkelordet **ON** etterfulgt av hvilke felt som skal være like i de to tabellene som skal lenkes sammen.

Hvilken syntaks er best for å skrive en INNER JOIN-setning?

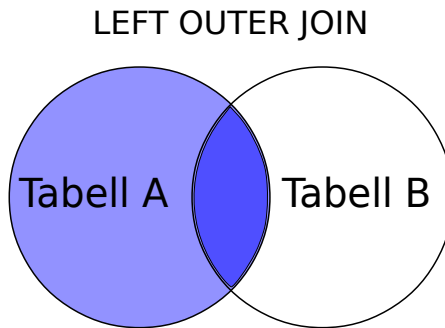
Det er ingen forskjell i utførelsen av en INNER JOIN om du skriver den med EQUIJOIN-syntaks eller INNER JOIN-syntaks, så du kan velge den du synes er enklest å forholde deg til. Mange lærebøker anbefaler å bli vant til å skrive INNER JOIN-syntaksen, siden den er mer lik syntaksen for OUTER JOINS (se neste punkt)

➔ OUTER JOIN

Outer joins brukes når man vil hente alle rader fra en annen tabell, også de som *ikke* har relaterte rader i den første tabellen. Man kan skrive dette som LEFT OUTER JOIN eller RIGHT OUTER JOIN ettersom om tabellen man vil hente alle radene fra står til venstre eller høyre for nøkkelordene OUTER JOIN i setningen. Man kan også velge alle radene fra begge tabellene ved å lage en FULL OUTER JOIN, som er en kombinasjon av en LEFT OUTER JOIN og en RIGHT OUTER JOIN. La oss se nærmere på hvordan dette fungerer i teori og praksis.

LEFT OUTER JOIN

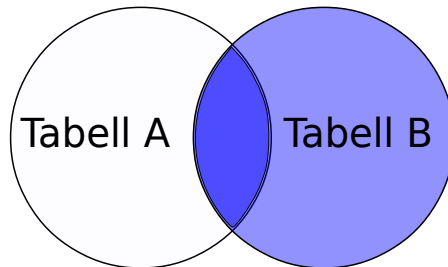
En LEFT OUTER JOIN er en kobling mellom to tabeller der det hentes alle rader fra den tabellen som er skrevet til venstre i setningen, mens det fra tabellen som er skrevet til høyre i setningen kun hentes rader som har verdi i den andre tabellen. Dette kan illustreres grafisk slik:



RIGHT OUTER JOIN

En RIGHT OUTER JOIN er en kobling mellom to tabeller der det hentes alle rader fra den tabellen som er skrevet til høyre i setningen, mens det fra tabellen som er skrevet til venstre i setningen kun hentes rader som har verdi i den andre tabellen. Dette kan illustreres grafisk slik:

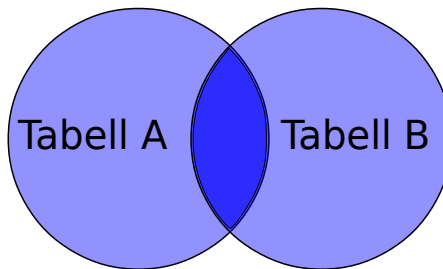
RIGHT OUTER JOIN



FULL OUTER JOIN

En **FULL OUTER JOIN** henter alle rader fra begge tabellene, både den til venstre og den til høyre i spørresetningen. Dette kan illustreres grafisk slik:

FULL OUTER JOIN



Her er et eksempel på en FULL OUTER JOIN:

```
SELECT count(*) FROM dept_emp AS de FULL OUTER JOIN employees AS e ON  
e.emp_no = de.emp_no;
```

MERK: Ikke alle DBMSer støtter **FULL OUTER JOINS**. **MySQL / MariaDB** gjør det f.eks. **ikke**, mens Microsoft SQL Server og Oracle gjør det. Man kan lage en tilsvarende FULL OUTER JOIN i MySQL / MariaDB med bruk av UNION. (Jfr. punktet om UNION og UNION ALL nedenfor).

➔ NATURAL JOIN

En NATURAL JOIN er en join hvor man ikke spesifiserer hvilke felt det skal «joines på», men hvor RDBMSen selv finner felt som har samme navn og datatype til å lage en join. Dette forenkler syntaksen for å skrive en join-setning betraktelig, men det tåkelegger hvilke felt som brukes til en join. Feil kan oppstå hvis det for eksempel legges til et felt i en av tabellene som har sammen navn og datatype som et felt i den andre tabellen, noe som vil medføre at det blir laget en join på dette nye feltet i tillegg til den eksisterende join-betingelsen, og resultatet er kort skissert ødelagt. Så uansett hvor fristende det kan virke å bruke NATURAL JOINS, anbefales det *ikke* av denne forfatteren. Ta heller bryet med å spesifisere feltene som skal brukes til en join, så vil du kunne unngå ubehagelige overraskelser senere.

Men siden NATURAL JOIN er en del av SQL-standarden skal vi gi noen enkle eksempler på syntaksen, som vi skal se er relativt enkel:

```
SELECT first_name, last_name, dept_no
FROM employees NATURAL JOIN dept_emp;
```

first_name	last_name	dept_no
Georgi	Facello	d005
Bezalel	Simmel	d007
Parto	Bamford	d004
Chirstian	Koblick	d004
Kyoichi	Maliniak	d003
.....

Setningen over vil lage en **NATURAL INNER JOIN**, siden det er default-innstillingen, og bruke feltet **emp_no** til join-betingelsen, siden det har same navn og datatype for de to tabellene. For lage en LEFT, RIGHT eller FULL OUTER JOIN er syntaksen slik:

```
SELECT first_name, last_name, dept_no
FROM employees NATURAL LEFT JOIN dept_emp;
```

```
SELECT first_name, last_name, dept_no
FROM employees NATURAL RIGHT JOIN dept_emp;
```

```
SELECT first_name, last_name, dept_no
FROM employees NATURAL FULL JOIN dept_emp;
```

➔ Joins med flere enn to tabeller

Det er ingen begrensninger i SQL i forhold til hvor mange tabeller man kan koble sammen i en SELECT-setning. Reglene for sammenkobling er de samme. Først må alle tabellene listes, og deretter defineres forholdet mellom dem, f.eks. slik:

```
SELECT first_name, last_name, title, titles.from_date, salary,
       salaries.from_date
FROM employees, salaries, titles
WHERE employees.emp_no = salaries.emp_no
AND employees.emp_no = titles.emp_no
AND salaries.to_date = '9999-01-01'
AND titles.to_date = '9999-01-01' LIMIT 5;
```

first_name	last_name	title	from_date	salary	from_date
Georgi	Facello	Senior Engineer	1986-06-26	88958	2002-06-22
Bezalel	Simmel	Staff	1996-08-03	72527	2001-08-02
Parto	Bamford	Senior Engineer	1995-12-03	43311	2001-12-01
Chirstian	Koblick	Senior Engineer	1995-12-01	74057	2001-11-27
Kyoichi	Maliniak	Senior Staff	1996-09-12	94692	2001-09-09

Eller med **INNER JOIN** - syntaksen, slik:

```
SELECT first_name, last_name, title, titles.from_date, salary,
       salaries.from_date FROM employees
INNER JOIN salaries ON employees.emp_no = salaries.emp_no
INNER JOIN titles ON employees.emp_no = titles.emp_no
WHERE salaries.to_date = '9999-01-01'
AND titles.to_date = '9999-01-01' LIMIT 5;
```

first_name	last_name	title	from_date	salary	from_date
Georgi	Facello	Senior Engineer	1986-06-26	88958	2002-06-22
Bezalel	Simmel	Staff	1996-08-03	72527	2001-08-02
Parto	Bamford	Senior Engineer	1995-12-03	43311	2001-12-01
Chirstian	Koblick	Senior Engineer	1995-12-01	74057	2001-11-27
Kyoichi	Maliniak	Senior Staff	1996-09-12	94692	2001-09-09

Et mer komplekst eksempel:

I setningen nedenfor vil vi hente ut en oversikt over bedriftens avdelinger, med navn på avdelingen, navn, kjønn og alder på avdelingslederen, samt gjennomsnittlønn, samlede lønnsutgifter og antall ansatte i avdelingen:

```
SELECT dept_name AS Avdeling, concat(first_name, ' ', last_name) AS Leder,
gender AS Kjønn, TIMESTAMPDIFF(year,birth_date,CURDATE()) AS Alder,
round(avg(salary)) AS Snittlønn, sum(salary) AS Lønnskostnad, count(*) AS
Ansatte
FROM departments AS d
INNER JOIN dept_emp AS de ON d.dept_no = de.dept_no
INNER JOIN salaries AS s ON s.emp_no = de.emp_no
INNER JOIN dept_manager AS dm ON dm.dept_no = d.dept_no
INNER JOIN employees AS e ON e.emp_no = dm.emp_no
WHERE year(s.to_date) = 9999
AND year(de.to_date) = 9999
AND year(dm.to_date) = 9999
GROUP BY Avdeling ORDER BY Avdeling;
```

Avdeling	Leder	Kjønn	Alder	Snittlønn	Lønnskostnad	Ansatte
Customer Service	Yuchang Weedman	M	56	67285	98511184.0833	17569
Development	Leon DasSarma	F	52	67658	346104087.5000	61386
Finance	Isamu Legleitner	F	59	78560	81420828.0000	12437
Human Resources	Karsten Sigstam	F	58	63922	68705388.6667	12898
Marketing	Vishwani Minakawa	M	53	80059	99019452.8333	14842
Production	Oscar Ghazalie	M	53	67843	301359947.4167	53304
Quality Management	Dung Pesch	M	56	65442	79326603.0000	14546
Research	Hilary Kambil	F	64	67913	87387535.2500	15441
Sales	Hauke Zhang	M	61	88853	279153816.8333	37701

Eksempler på OUTER JOINS

Data i HR-databasen er organisert slik at det f.eks. ikke ligger inne ansatte uten avdelingstilhørighet eller lignende, men vi kan legge til en ny ansatt uten å putte vedkommende i noen avdeling, og så illustrere forskjellen på inner og outer join ved å søke opp antall ansatte med avdelingstilhørighet (inner join), og antall ansatte totalt (outer join).

Først ser vi hvilket ansattnummer som er det høyeste:

```
SELECT max(emp_no) FROM employees;
```

```
+-----+
```

```
| max(emp_no) |
+-----+
|      499999 |
+-----+
```

Så setter vi inn en ny rad i employees-tabellen med det neste ansattnummeret i rekken, det vil si: 500000:

```
INSERT INTO employees (emp_no, first_name, last_name, birth_date, gender,
hire_date ) VALUES (500000, 'Ola', 'Nordmann', '1986-01-05', 'M', '2016-01-
01');
```

```
Query OK, 1 row affected (0,01 sec)
```

Så kan vi bruke en **INNER JOIN** til å telle opp antall ansatte som tilhører en avdeling, dvs både har en rad i tabellen employees og i tabellen dept_emp (hvor emp_no er koblet til dept_no).

```
SELECT count(*) FROM employees AS e INNER JOIN dept_emp AS de ON e.emp_no
= de.emp_no;
```

```
+-----+
| count(*) |
+-----+
|   331603 |
+-----+
```

Kjører vi en **OUTER JOIN** som peker til employees-tabellen, dvs. at vi vil ha med alle rader i employees-tabellen, også de som ikke har noen oppføring i dept_emp, får vi:

```
SELECT count(*) FROM employees AS e LEFT OUTER JOIN dept_emp AS de ON
e.emp_no = de.emp_no;
```

```
+-----+
| count(*) |
+-----+
|   331604 |
+-----+
```


Vi ser at vi har en ansatt ekstra med OUTER JOIN enn med INNER JOIN, siden INNER JOIN bare inkluderer de i employees-tabellen som har emp_no som også finnes i dept_emp-tabellen – og vi har ikke lagt inn Ola Nordmann i dept_emp-tabellen ennå.

MERK: Vi bruker en LEFT outer join her fordi vi har skrevet employees først (til venstre) i SQL-setningen.

Vi kan hente ut alle som er registrert i employees-tabellen, men ikke i dept_emp-tabellen med denne setningen:

```
SELECT * FROM employees WHERE emp_no NOT IN (SELECT emp_no FROM dept_emp);
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| emp_no | birth_date | first_name | last_name | gender | hire_date |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 500000 | 1986-01-05 | Ola       | Nordmann | M      | 2016-01-01 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

Vi deler outer joins i **LEFT OUTER JOIN** og **RIGHT OUTER JOIN** etter som om det er tabellen til venstre eller høyre i setningen vi vil hente alle rader fra. Vi kan m.a.o. få samme resultat hvis vi bytter om rekkefølgen på tabellene og endrer fra left til right:

```
SELECT count(*) FROM dept_emp AS de RIGHT OUTER JOIN employees AS e ON
e.emp_no = de.emp_no;
```

```
+-----+
| count(*) |
+-----+
|   331604 |
+-----+
```

➔ Sett-operasjoner med UNION, INTERSECT og EXCEPT

Sett-operasjoner er kombinasjoner av SQL-setninger som kopler resultatet av SQL-setningene sammen til en felles tabell. Mens JOINS kan øke antall kolonner i en resultat-tabell, vil sett-operasjoner kunne øke antall rader, men ikke antall kolonner i resultat-tabellen. Det er tre mye brukte sett-operasjoner: UNION, INTERSECT og EXCEPT (som også kalles MINUS i noen RDBMSer). Vi skal se hvordan de fungerer.

➔ Kombinerte Spøringer med UNION og UNION ALL

De fleste SQL-setninger inneholder en enkel **SELECT**-setning, som returnerer data fra en eller flere tabeller. Men med SQL kan man også utføre kombinerte spørringer (multiple **SELECT**s) og returnere data som et enkelt datasett. Slike kombinerte spørringer kalles gjerne Unions eller Compound Queries.

```
spørring1 UNION [ALL] spørring2
```

Ofte vil en kombinert spørring gi samme resultat som en enkelt spørring med flere **WHERE**-betingelser. Eller sagt på en annen måte - en spørring med flere **WHERE**-betingelser kan også struktureres som en kombinert spørring.

Bruk av UNION og UNION ALL

I praksis brukes **UNION** mest når vi skal hente data fra flere tabeller og kombinere resultatet til ett datasett:

```
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_norge
UNION
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_sverige
UNION
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_danmark;
```

Dersom vi er sikre på at danske, svenske og norske kunder ikke overlapper hverandre, vil søket gå raskere hvis vi bruker **UNION ALL**, som ikke sjekker for duplikater:

```
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_norge
UNION ALL
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_sverige
UNION ALL
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_danmark;
```

Vi kan også bruke **UNION** til å simulere en **FULL OUTER JOIN**, f.eks i MySQL / MariaDB, slik:

```
SELECT concat(fornavn, ' ', etternavn) as Navn,
```

```

p.tel as Telefon, firmanavn as Firmanavn,
f.tel as Firmatelefon
FROM person p LEFT OUTER JOIN firma f
ON p.firma_id = f.firma_id
UNION
SELECT concat(fornavn, ' ', etternavn) as Navn,
p.tel as Telefon, firmanavn as Firmanavn,
f.tel as Firmatelefon
FROM person p RIGHT OUTER JOIN firma f
ON p.firma_id = f.firma_id;

```

Setningen over henter først ut alle personer, også de som ikke er knyttet til et firma, og så alle firma, også de som ikke har noen personer knyttet til seg. Mao blir alle rader i firmatabellen og alle rader i person-tabellen hentet ut, som er hensikten med en FULL OUTER JOIN.

En snedig bruk av UNION/UNION ALL er for å løse problemstillingen: Hent de NN beste/siste/nyeste e.l. radene per gruppe, f.eks. de 5 ansatte med høyest lønn per stillingskategori (title) i bedriften. Det er enkelt å hente 1 fra hver gruppe, f.eks. den ansatte med høyest eller lavest lønn innenfor hver stillingskategori. Det kan vi gjøre med min() eller max() kombinert med group by. Og det er lett å finne de 5 eller 10 høyest lønnede i hele bedriften, som vi kan gjøre ved å sortere lønnen synkende og begrense resultatet til 5 eller 10. Men å gjøre dette kombinert med group by byr på problemer. Her kommer UNION til unnsetning. Slik kan det gjøres - for å spare plass henter jeg bare ut de 5 høyeste lønningene for to stillinger:

```

SELECT * FROM (SELECT
    s.emp_no, t.title, salary
FROM
    salaries AS s,
    titles AS t
WHERE
    s.emp_no = t.emp_no
    AND s.to_date = '9999-01-01'
    AND t.to_date = '9999-01-01'
    AND title = 'Engineer'
ORDER BY salary DESC limit 5) as a
UNION
SELECT * FROM (SELECT
    s.emp_no, t.title, salary
FROM
    salaries AS s,
    titles AS t
WHERE
    s.emp_no = t.emp_no

```

```

        AND s.to_date = '9999-01-01'
        AND t.to_date = '9999-01-01'
        AND title = 'Senior Staff'
ORDER BY salary DESC limit 5) as b;

```

```

+-----+-----+-----+
| emp_no | title      | salary |
+-----+-----+-----+
| 453260 | Engineer   | 130939 |
| 419180 | Engineer   | 121819 |
| 456344 | Engineer   | 120910 |
| 37330  | Engineer   | 120417 |
| 464572 | Engineer   | 119645 |
| 43624  | Senior Staff | 158220 |
| 254466 | Senior Staff | 156286 |
| 47978  | Senior Staff | 155709 |
| 253939 | Senior Staff | 155513 |
| 109334 | Senior Staff | 155190 |
+-----+-----+-----+
10 rows in set (0,21 sec)

```

Vi ser at vi må sette hvert søk inn i en parentes som vi kjører *SELECT ** fra. Dette er for å kunne kombinere ORDER BY og LIMIT med UNION, og dermed må vi også lage en alias per stilling (per tabell) - jeg har kalt dem a og b i setningen ovenfor, men de kan hete hva som helst, så lenge de har et navn.

MERK: UNION filtrerer ut duplikater. Vil vi ha med duplikate rader bruker vi uttrykket: **UNION ALL**. Dersom vi vet at det ikke vil være duplikater i sluttresultatet, er det mer effektivt å bruke **UNION ALL**, hvor det ikke sjekkes for duplikater enn **UNION** (som gjør en tidkrevende sjekk for duplikater).

UNION og UNION ALL fungerer naturlig nok bare hvis det er identiske felt i de spørringene som kobles sammen.

➔ Kombinerte spørringer med INTERSECT og EXCEPT

```

query1 INTERSECT [ALL] query2
query1 EXCEPT [ALL] query2

```

Disse spørringene fungerer som UNION / UNION ALL, bortsett fra at:

INTERSECT returnerer alle rader som finnes **både** i resultatet fra den første **og** den andre spørringen. Duplikater fjernes hvis man ikke bruker INTERSECT ALL.

EXCEPT returnerer alle rader som finnes i resultatet fra den første spørringen, men **ikke** i resultatet fra den andre spørringen. (Dette kalles også for *differansen* mellom de to spørringene). Duplikater fjernes hvis man ikke bruker EXCEPT ALL.

INTERSECT og EXCEPT med MS SQL server

Her er et par eksempler på bruk av INTERSECT og EXCEPT med Microsoft SQL Server:

Med INTERSECT får vi i setningen under listet ut navn, epost og telefon for alle kunder fra Norge, som **også** er kunder i Sverige og Danmark

```
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_norge
INTERSECT
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_sverige
INTERSECT
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_danmark;
```

Med INTERSECT og EXCEPT får vi i setningen under listet ut navn, epost og telefon for alle kunder fra Norge, som **også** er kunder i Sverige, men **ikke** er kunder i Danmark

```
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_norge
INTERSECT
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_sverige
EXCEPT
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_danmark;
```

Med EXCEPT får vi i setningen under listet ut navn, epost og telefon for alle kunder fra Norge, som **ikke** er kunder i Sverige eller Danmark

```
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_norge
EXCEPT
SELECT navn, epost, telefon
```

```
FROM kunder_sverige
EXCEPT
SELECT navn, epost, telefon
FROM kunder_danmark;
```

➔ PIVOT-tabeller med SQL

Mange RDBMSer har innebygde PIVOT-funksjoner som kan «vende en tabell 90 grader», slik at innholdet av en rad blir PIVOTERT til kolonner.

PostgreSQL: PIVOT med CROSSTAB()

Her er et eksempel fra PostgreSQL, som bruker funksjonen CROSSTAB() til å lage PIVOT-tabeller.

Først må vi installere crosstab-funksjonen, som ligger i en «extension» ved navn **tablefunc**:

```
CREATE extension tablefunc;
```

Crosstab-funksjonen tar en SELECT-setning som parameter og denne må returnere 3 kolonner:

1. Første kolonne må være en identifikator, unik for hver rad
2. Andre kolonne representerer kategoriene i pivot-tabellen. Verdiene her blir kolonner i den nye tabellen.
3. Tredje kolonne inneholder verdiene som kolonnene i den nye tabellen skal inneholde.

Her er en eksempel-tabell med studenter, deres fag og karakterer:

student	fag	karakter
Kari Pettersen	Norsk	B
Kari Pettersen	Engelsk	A
Kari Pettersen	Matematikk	A
Ola Nilsen	Norsk	A
Ola Nilsen	Matematikk	B
Ola Nilsen	Engelsk	C

Vi kan gjøre om denne tabellen med PIVOT-funksjonen CROSSTAB() slik:

```
SELECT * FROM crosstab('SELECT student, fag, karakter FROM studenter ORDER
BY 1,2') AS slutt_resultat (student text, norsk text, engelsk text,
Mmatematikk text);
```

student	norsk	engelsk	matematikk
Kari Pettersen	A	A	B
Ola Nilsen	C	B	A

PIVOT og UNPIVOT med MS SQL Server

Først lager vi en eksempel-tabell *studenter*, med tre kolonner: student, fag og karakter:

```
create table studenter (
student NVARCHAR(25),
fag NVARCHAR(20),
karakter float(2)
);

insert into studenter VALUES
('Kari Pettersen', 'Norsk', 2.1),
('Kari Pettersen', 'Engelsk', 1.8),
('Kari Pettersen', 'Matematikk', 2.3),
('Ola Nilsen', 'Norsk', 2.0),
('Ola Nilsen', 'Matematikk', 2.6),
('Ola Nilsen', 'Engelsk', 2.8);
```

```
select * from studenter;
```

student	fag	karakter
Kari Pettersen	Norsk	2,1
Kari Pettersen	Engelsk	1,8
Kari Pettersen	Matematikk	2,3
Ola Nilsen	Norsk	2
Ola Nilsen	Matematikk	2,6
Ola Nilsen	Engelsk	2,8

Vi kan bruke SQL Servers PIVOT-funksjon til å regne ut snittkarakterene for hvert fag og presentere dem i en ny tabell, slik:

```
SELECT 'Snittkarakter' as [Alle Studenter], norsk, engelsk, matematikk
FROM (SELECT fag, karakter FROM studenter) AS SourceTable
PIVOT
(avg(karakter) FOR fag IN (norsk,engelsk,matematikk)) AS PivotTable;
```

Alle Studenter	norsk	engelsk	matematikk
-----	-----	-----	-----
Snittkarakter	2,049999995231628	2,299999995231628	2,449999992847443

Kapittel 9

Vindusfunksjoner

➔ Vindusfunksjoner

Vindusfunksjoner er funksjoner som forholder seg til en rad og dens foregående og etterfølgende rader på en slik måte at vi kan lage beregninger som ellers er vanskelige å få til med SQL. To av de mest brukte er **row_number()** for å lage et løpenummer og **rank()** for å lage en rangering, men vi kan også bruke vanlige aggregeringsfunksjoner som **sum()**, **avg()** og **count()** for f.eks å beregne et løpende gjennomsnitt, en kumulativ sum osv. Med vindusfunksjoner kan vi aggregere uten å bruke GROUP BY og likevel ikke få redusert resultatet til kun 1 rad.

Vindusfunksjonene har en felles syntaks som har denne strukturen:

```
<funksjon>() OVER ([PARTITION BY <felt>, ORDER BY <felt>])
```

Nøkkelordene **PARTITION BY** brukes for å angi at vi vil bruke funksjonen på grupperte data, slik at f.eks. et løpenummer eller rangering starter på nytt for hver gruppe.

Noen eksempler vil antagelig klargjøre bruken av vindusfunksjoner bedre enn teoretiske definisjoner:

➔ Eksempel 1: Bruke en vindusfunksjon til å lage et løpenummer

Med MariaDB / MySQL

MariaDB har støtte for vindusfunksjoner fra og med versjon 10.2, og MySQL fra versjon 8. Slik bruker vi vindusfunksjonen **row_number()** til å lage et løpenummer som begynner på 1 og øker med 1 for hver rad. Legg merke til at vi må sortere to ganger, både inne i parentesene og til slutt i setningen:

```
SELECT first_name, last_name, row_number() OVER (ORDER BY last_name,  
first_name) as løpenummer FROM employees ORDER BY last_name, first_name  
limit 10;
```

```

+-----+-----+-----+
| first_name | last_name | løpenummer |
+-----+-----+-----+
| Abdelkader | Aamodt    |          1 |
| Adhemar    | Aamodt    |          2 |
| Aemilian   | Aamodt    |          3 |
| Alagu      | Aamodt    |          4 |
| Aleksander | Aamodt    |          5 |
| Alexius    | Aamodt    |          6 |
| Alois      | Aamodt    |          7 |
| Aluzio     | Aamodt    |          8 |
| Amabile    | Aamodt    |          9 |
| Anestis    | Aamodt    |         10 |
+-----+-----+-----+
10 rows in set (0.386 sec)

```

Med PostgreSQL

Slik bruker vi vindusfunksjonen **row_number()** til å lage et løpenummer som begynner på 1 og øker med 1 for hver rad i PostgreSQL:

```

select first_name, last_name, row_number() OVER (ORDER BY last_name,
first_name) as løpenummer from employees limit 10;

first_name | last_name | løpenummer
-----+-----+-----
Abdelkader | Aamodt    |          1
Adhemar    | Aamodt    |          2
Aemilian   | Aamodt    |          3
Alagu      | Aamodt    |          4
Aleksander | Aamodt    |          5
Alexius    | Aamodt    |          6
Alois      | Aamodt    |          7
Aluzio     | Aamodt    |          8
Amabile    | Aamodt    |          9
Anestis    | Aamodt    |         10
(10 rows)

```

Eller hvis vi vil ha etternavn sortert på norsk måte, hvor Aa blir behandlet sammen med Å, kan vi legge til **collate "nb_NO"** etter last_name inne i parenteser slik:

```
select first_name, last_name, row_number() OVER (ORDER BY last_name
collate "nb_NO", first_name) as løpenummer from employees limit 10;
```

first_name	last_name	løpenummer
Abdulla	Acton	1
Adit	Acton	2
Aimee	Acton	3
Aimee	Acton	4
Alassane	Acton	5
Almudena	Acton	6
Aluzio	Acton	7
Amstein	Acton	8
Aral	Acton	9
Basim	Acton	10

(10 rows)

Med Oracle

Slik bruker vi **row_number()** for å lage et løpenummer med Oracle:

```
select first_name, last_name, row_number() OVER (ORDER BY last_name,
first_name) løpenummer from employees where rownum<11;
```

FIRST_NAME	LAST_NAME	LØPENUMMER
Rafail	Beutelspacher	1
Vishwani	Linares	2
Aamod	Michaels	3
Charlene	Miculan	4
Salvador	Montresor	5
Siddarth	Ratnakar	6
Ronghao	Remmele	7
Bouchung	Remmers	8
Taegyun	Seghrouchni	9
Shmuel	Simmel	10

Med Microsoft SQL Server

Og slik bruker vi **row_number()** for å lage et løpenummer med MS SQL Server:

```
SELECT TOP 10 first_name, last_name, row_number() OVER (ORDER BY
last_name, first_name) as løpenummer from employees;
```

first_name	last_name	løpenummer
Abdelkader	Aamodt	1
Adhemar	Aamodt	2
Aemilian	Aamodt	3
Alagu	Aamodt	4
Aleksander	Aamodt	5
Alexius	Aamodt	6
Alois	Aamodt	7
Aluzio	Aamodt	8
Amabile	Aamodt	9
Anestis	Aamodt	10

(10 rows affected)

➔ Eksempel 2: Bruke en vindusfunksjon til å lage en rangering

I eksemplet nedenfor bruker vi vindusfunksjonen **rank()** til å lage en rangering basert på dagens lønn innenfor hver avdeling. For å gjøre listen kortere har vi bare tatt med de med lønn høyere en 140 000. Vi grupperer på avdelingsnavn ved å rangere over **PARTITION BY dept_name**, og lager rangeringen basert på lønn sortert i synkende rekkefølge ved å sortere med **ORDER BY salary desc**.

Med MySQL/MariaDB, Oracle og PostgreSQL

Setningen i eksemplet nedenfor fungerer med MariaDB 10.2, Oracle Express 11g og PostgreSQL 9.6. Siden Microsoft SQL Server ikke støtter funksjonen `extract()`, bytter vi denne ut med `year()` for SQL Server (se neste eksempel)

MERK: Vindusfunksjoner ble først introdusert i MariaDB versjon 10.2.0, og i MySQL versjon 8.0, så bruker du en eldre versjon enn disse vil ikke eksemplene nedenfor fungere for MySQL/MariaDB

```
SELECT first_name, last_name, dept_name, salary, rank() OVER (PARTITION BY
dept_name ORDER BY salary desc) AS rank FROM employees e
INNER JOIN dept_emp de ON e.emp_no = de.emp_no
INNER JOIN departments d ON d.dept_no = de.dept_no
INNER JOIN salaries s ON s.emp_no = de.emp_no
WHERE extract(year from s.to_date) = 9999 AND extract(year from
de.to_date) = 9999 AND salary > 140000 ORDER BY dept_name, rank;
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+
| first_name | last_name | dept_name | salary | rank |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Vidya      | Hanabata  | Customer Service | 144866 | 1 |
| Odoardo    | Lindenbaum | Customer Service | 143950 | 2 |
| Seongbin   | Mitsuhashi | Customer Service | 143937 | 3 |
| Bedrich    | Luft      | Customer Service | 143832 | 4 |
| Yefim      | Taneja    | Customer Service | 141555 | 5 |

| Khosrow    | Sgarro    | Development      | 144434 | 1 |
| Jixiang    | Rindone   | Development      | 140784 | 2 |

| Lunjin     | Swick     | Finance          | 142395 | 1 |
| Uta        | Lowrie    | Finance          | 140742 | 2 |

| Yinlin     | Flowers   | Human Resources  | 141953 | 1 |

| Akemi      | Warwick   | Marketing        | 145128 | 1 |
| Ingmar     | Isard     | Marketing        | 143644 | 2 |
| Ortrud     | Diderrich | Marketing        | 142506 | 3 |
| Chikako    | Jiang     | Marketing        | 142485 | 4 |
| Clyde     | Georgakopoulos | Marketing      | 141842 | 5 |
| Sungwon    | Vural     | Marketing        | 140974 | 6 |
| Minghong   | Siegrist  | Marketing        | 140077 | 7 |

| Tokuyasu   | Pesch     | Sales            | 158220 | 1 |
| Honesty    | Mukaidono | Sales            | 156286 | 2 |
| Xiahua     | Whitcomb  | Sales            | 155709 | 3 |
| Sanjai     | Luders    | Sales            | 155513 | 4 |
| Tsutomu    | Alameldin | Sales            | 155190 | 5 |
..... OSV ...

```

Vi kan også bruke denne vindusfunksjonen til å lage «n-på-topp» lister, som f.eks liste over de 3 ansatte med lavest eller høyest lønn innenfor hver avdeling, de 5 sist ansatte innen hver stillingskategori e.l. Dette er vanskelig å få til uten vindusfunksjoner, siden GROUP BY fungerer dårlig sammen med LIMIT, som begrenser antall rader i hele resultattabellen, og ikke innenfor hver gruppe.

For å få dette til legger vi en SELECT-setning rundt setningen over (og fjerner betingelsen om at lønnen må være mer enn 140 000), og legger til en begrensning om at feltet **rank** ikke må være større enn så mange vi ønsker fra hver gruppe. Setningen under henter f.eks. ut de 3 ansatte i hver avdeling som har høyest lønn:

```

SELECT * from (SELECT first_name, last_name, dept_name, salary, rank() OVER
(PARTITION BY dept_name ORDER BY salary desc) AS rank FROM employees e
INNER JOIN dept_emp de ON e.emp_no = de.emp_no
INNER JOIN departments d ON d.dept_no = de.dept_no
INNER JOIN salaries s ON s.emp_no = de.emp_no
WHERE extract(year from s.to_date) = 9999 AND extract(year from de.to_date) = 9999
ORDER BY dept_name, rank
) AS salary_rank where rank < 4;

```

first_name	last_name	dept_name	salary	rank
Vidya	Hanabata	Customer Service	144866	1
Odoardo	Lindenbaum	Customer Service	143950	2
Seongbin	Mitsuhashi	Customer Service	143937	3
Khosrow	Sgarro	Development	144434	1
Jixiang	Rindone	Development	140784	2
Dayanand	Morrey	Development	136130	3
Lunjin	Swick	Finance	142395	1
Uta	Lowrie	Finance	140742	2
Genki	DeLaune	Finance	138775	3
Yinlin	Flowers	Human Resources	141953	1
Kannan	Emiris	Human Resources	128308	2
Yifei	Gien	Human Resources	125263	3
Akemi	Warwick	Marketing	145128	1
Ingmar	Isard	Marketing	143644	2
Ortrud	Diderrich	Marketing	142506	3
Youjian	Cronau	Production	138273	1
Shimshon	Azuma	Production	137563	2
Fumino	Schahn	Production	132552	3
Shin	Luck	Quality Management	132103	1
Mandell	Alencar	Quality Management	123225	2
Honglan	Petereit	Quality Management	122965	3
Ramachenga	Soicher	Research	130211	1
Giap	Pashtan	Research	127240	2
Shuji	Felder	Research	124356	3
Tokuyasu	Pescher	Sales	158220	1
Honesty	Mukaidono	Sales	156286	2
Xiahua	Whitcomb	Sales	155709	3

(27 rows)

Som vi ser får vi kun ut 3 ansatte fra hver avdeling: De som er rangert som 1, 2 eller 3 når det gjelder størrelsen på lønnen.

MERK: For at setningen over skal fungere med Oracle, må du fjerne AS mellom SQL-setningen i parentes og aliaset salary_rank, slik:) salary_rank where rank < 4; Oracle liker generelt ikke at vi

bruker AS mellom en tabell og dens alias – og SELECT-setningen inne i parentesen blir her behandlet som en tabell som vi henter alle feltene fra.

Med Microsoft SQL-server

Med SQL-server må i bare bytte ut `extract()` med `year()`, så fungerer den ellers samme SQL-setningen som for de andre RDBMSene, mao slik:

```
SELECT first_name, last_name, dept_name, salary, rank() OVER (PARTITION BY
dept_name ORDER BY salary desc) AS rank FROM employees e
INNER JOIN dept_emp de ON e.emp_no = de.emp_no
INNER JOIN departments d ON d.dept_no = de.dept_no
INNER JOIN salaries s ON s.emp_no = de.emp_no
WHERE year (s.to_date) = 9999 AND year(de.to_date) = 9999 AND salary >
140000 ORDER BY dept_name, rank;
```

first_name	last_name	dept_name	salary	rank
-----+-----+-----+-----+-----				
Vidya	Hanabata	Customer Service	144866	1
Odoardo	Lindenbaum	Customer Service	143950	2
Seongbin	Mitsubishi	Customer Service	143937	3
Bedrich	Luft	Customer Service	143832	4
Yefim	Taneja	Customer Service	141555	5
Khosrow	Sgarro	Development	144434	1
Jixiang	Rindone	Development	140784	2
Lunjin	Swick	Finance	142395	1
Uta	Lowrie	Finance	140742	2
Yinlin	Flowers	Human Resources	141953	1
Akemi	Warwick	Marketing	145128	1
Ingmar	Isard	Marketing	143644	2
Ortrud	Diderrich	Marketing	142506	3
Chikako	Jiang	Marketing	142485	4
Clyde	Georgakopoulos	Marketing	141842	5
Sungwon	Vural	Marketing	140974	6
Minghong	Siegrist	Marketing	140077	7
Tokuyasu	Pesch	Sales	158220	1
Honesty	Mukaidono	Sales	156286	2
Xiahua	Whitcomb	Sales	155709	3
Sanjai	Luders	Sales	155513	4

```
Tsutomu      | Alameldin      | Sales      | 155190 | 5
.... OSV ...
```

MERK: Den eneste forskjellen mellom MS SQL Server og de andre RDBMSene er at vi bruker funksjonen **year()** istedenfor funksjonen **extract()** til å hente årstallet for de dataene vi vil ha rangert. Selve rangeringsfunksjonen er lik for alle fire.

For å hente ut de 3 ansatte i hver avdeling som har høyest lønn kan vi også bruke den samme setningen som for de andre RDBMSene (se over), men SQL-server aksepterer ikke at vi bruker ORDER BY inne i parentes, så vi må flytte sorteringen til slutt i hele setningen. I tillegg må vi også her bruke year() istedenfor extract() til å finne årstallet for dagens lønn og dagens avdelingstilhørighet:

```
SELECT * FROM
(SELECT first_name, last_name, dept_name, salary, rank() OVER (PARTITION
BY dept_name ORDER BY salary desc) as rank FROM employees e
INNER JOIN dept_emp de ON e.emp_no = de.emp_no INNER JOIN departments d ON
d.dept_no = de.dept_no INNER JOIN salaries s ON s.emp_no = de.emp_no
WHERE year(s.to_date) = 9999 AND year(de.to_date) = 9999 ) AS salary_rank
where rank < 4 ORDER BY dept_name, rank;
```

Vidya	Hanabata	Customer Service	144866	1
Odoardo	Lindenbaum	Customer Service	143950	2
Seongbin	Mitsushashi	Customer Service	143937	3
Khosrow	Sgarro	Development	144434	1
Jixiang	Rindone	Development	140784	2
Dayanand	Morrey	Development	136130	3
Lunjin	Swick	Finance	142395	1
Uta	Lowrie	Finance	140742	2
Genki	Delaune	Finance	138775	3
Yinlin	Flowers	Human Resources	141953	1
Kannan	Emiris	Human Resources	128308	2
Yifei	Gien	Human Resources	125263	3
Akemi	Warwick	Marketing	145128	1
Ingmar	Isard	Marketing	143644	2
Ortrud	Diderrich	Marketing	142506	3
Youjian	Cronau	Production	138273	1
Shimshon	Azuma	Production	137563	2
Fumino	Schahn	Production	132552	3
Shin	Luck	Quality Management	132103	1
Mandell	Alencar	Quality Management	123225	2
Honglan	Petereit	Quality Management	122965	3

Ramachenga	Soicher	Research	130211	1
Giap	Pashtan	Research	127240	2
Shuji	Felder	Research	124356	3
Tokuyasu	Pesch	Sales	158220	1
Honesty	Mukaidono	Sales	156286	2
Xiahua	Whitcomb	Sales	155709	3

MERK: Vi kunne også ha flyttet ORDER BY til slutten av setningen for Oracle, PostgreSQL og MySQL/MariaDB, så hadde vi fått en mer portabel kode.

➔ Eksempel 3: Bruke vindusfunksjon til å liste ut forskjellen mellom de ansattes lønn og snittlønnen for avdelingen de jobber i

I eksemplet nedenfor brukes vindusfunksjoner for å liste ut en tabell med alle ansatte med deres nåværende lønn, gjennomsnittlønnen for avdelingen de jobber i og forskjellen mellom lønn og snittlønn.

Med Oracle, MySQL/MariaDB og PostgreSQL

```
SELECT dept_emp.emp_no, dept_no, salary, round(AVG(salary) OVER (PARTITION
BY dept_no)) AS snitt, round((salary - AVG(salary) OVER (PARTITION BY
dept_no))) AS diff
FROM dept_emp, salaries
WHERE salaries.emp_no = dept_emp.emp_no
AND extract(year from salaries.to_date) = 9999 AND extract(year from
dept_emp.to_date) = 9999 ORDER BY dept_no, salary DESC;
```

emp_no	dept_no	salary	snitt	diff
466852	d001	145128	80059	65069
89825	d001	143644	80059	63585
107140	d001	142506	80059	62447
80937	d001	142485	80059	62426
51531	d001	141842	80059	61783
102078	d001	140974	80059	60915
477358	d001	140077	80059	60018
.....				
290305	d001	39926	80059	-40133
107931	d001	39871	80059	-40188
65337	d001	39821	80059	-40238
413137	d002	142395	78560	63835
237069	d002	140742	78560	62182

```
274371 | d002      | 138775 | 78560 | 60215
.... osv
```

Med Microsoft SQL Server

Med SQL-server blir syntaksen litt annerledes, selv om vindusfunksjonene er helt like, siden vi må konvertere lønnen til desimaltall med **convert()** før vi kan regne ut gjennomsnittet, og siden vi må bruke funksjonen **year()** istedenfor **extract()**.

```
SELECT dept_emp.emp_no, dept_no, salary, round(AVG(convert(float,salary))
OVER (PARTITION BY dept_no),0) AS snitt,
round((salary - AVG(convert(float,salary)) OVER (PARTITION BY dept_no)),0)
AS diff
FROM dept_emp, salaries
WHERE salaries.emp_no = dept_emp.emp_no
AND year(salaries.to_date) = 9999 AND year(dept_emp.to_date) = 9999
ORDER BY dept_no asc, salary DESC;
```

emp_no	dept_no	salary	snitt	diff
466852	d001	145128	80059	65069
89825	d001	143644	80059	63585
107140	d001	142506	80059	62447
80937	d001	142485	80059	62426
51531	d001	141842	80059	61783
102078	d001	140974	80059	60915
477358	d001	140077	80059	60018
278498	d001	138755	80059	58696
475041	d001	137413	80059	57354
403062	d001	136327	80059	56268
457372	d001	136105	80059	56046
...				

➔ Eksempel 4: Beregne lønnsøkning for en ansatt i forhold til lønnen året før med vindusfunksjonen **lag()**

Vi kan bruke vindusfunksjonen **lag()** til å sammenligne en rad med den foregående raden i resultatet fra en SQL-setning, og dermed f.eks. beregne hvor mye en lønn har gått opp eller ned i forhold til foregående år.

Setningen nedenfor beregner lønnsøkningen for ansatt nummer 10005 ved å trekke et års lønn fra forrige års lønn (siden lønnen justeres hvert år) :

Med Oracle, PostgreSQL og MySQL/MariaDB

```
SELECT EXTRACT(YEAR FROM from_date) AS år, salary AS lønn, salary -  
lag(salary) OVER (PARTITION BY emp_no ORDER BY emp_no) AS økning FROM  
salaries WHERE emp_no = 10005;
```

år	lønn	økning
-----	-----	-----
1989	78228	
1990	82621	4393
1991	83735	1114
1992	85572	1837
1993	85076	-496
1994	86050	974
1995	88448	2398
1996	88063	-385
1997	89724	1661
1998	90392	668
1999	90531	139
2000	91453	922
2001	94692	3239

Med Microsoft SQL-Server

Bytt ut extract() med year(), så fungerer setningen for SQL-server:

```
SELECT year(from_date) AS år, salary AS lønn, salary - lag(salary) OVER  
(PARTITION BY emp_no ORDER BY emp_no) AS økning FROM salaries WHERE emp_no  
= 10005;
```

år	lønn	økning
-----	-----	-----
1989	78228	NULL
1990	82621	4393
1991	83735	1114
1992	85572	1837
1993	85076	-496

1994	86050	974
1995	88448	2398
1996	88063	-385
1997	89724	1661
1998	90392	668
1999	90531	139
2000	91453	922
2001	94692	3239

MERK: Oracle og MS SQL-Server tillater ikke en PARTITION som ikke er sortert med ORDER BY. Det gjør derimot MySQL/MariaDB og PostgreSQL, så for disse kunne vi ha sløyfet ORDER BY og bare skrevet **OVER (PARTITION BY emp_no)** – men samtidig ville koden ha blitt mindre portabel.

➔ Eksempel 5: Beregne lønn i kvantiler

En **kvantil** er en gjennomsnittsverdi for en frekvensiell andel av et utvalg. Kvantiler brukes gjerne til å lage frekvensfordelinger i et datasett.

Vi kan enkelt dele inn en tabell i kvantiler – dvs. i grupper av 4, 5, 10 , 100 osv basert på en sortering, slik at vi for eksempel kan se hvilken gruppe lønnen til en ansatt hører hjemme i – er han/hun blant de 25% høyest lønnede eller i den laveste prosent-gruppen. Vi kan gjøre dette med vindusfunksjonen **NTILE(<tail>)**, f.eks. slik:

NTILE() med MS SQL Server, PostgreSQL, MariaDB og Oracle

```
SELECT s.emp_no, salary, dept_name,
       NTILE(4) OVER (partition by de.dept_no order by salary)
       as kvartil,
       NTILE(10) OVER (partition by de.dept_no order by salary)
       as desentil,
       NTILE(100) OVER (partition by de.dept_no order by salary)
       as prosentil
from salaries s
inner join dept_emp de on s.emp_no = de.emp_no
inner join departments d on d.dept_no = de.dept_no
where s.to_date = '9999-01-01' and de.to_date = '9999-01-01';
```

```
EMP_NO  SALARY  DEPT_NAME  KVARTIL  DESENTIL  PROSENTIL
-----
.....
```

80937	142485	Marketing	4	10	100
107140	142506	Marketing	4	10	100
89825	143644	Marketing	4	10	100
466852	145128	Marketing	4	10	100
15830	39012	Finance	1	1	1
52559	39346	Finance	1	1	1
451706	39794	Finance	1	1	1
291552	39949	Finance	1	1	1
.....

MERK: Bytt ut datoformatet til 01.01.9999 for at setningen over skal fungere med Oracle.

➔ Aggregering med vindusfunksjoner

En vanlig bruk av vindusfunksjoner er for å beregne diverse aggregeringer, f.eks. en kumulativ sum eller et løpende gjennomsnitt. Som med alle vindusfunksjoner bruker vi aggregeringen sammen med nøkkelordet **OVER** etterfulgt av en parentes som inneholder informasjon om hvordan vi vil lage den kumulative aggregeringen, f.eks. slike **SELECT SUM(kostnad) OVER (ORDER BY dato) FROM ...** Denne setningen vil gi oss et felt som inneholder den kumulative summen av kostnadene etter dato (gitt at vi har et felt som heter *kostnad* og et annet som heter *dato*). Et par eksempler vil forhåpentlig klargjøre hvordan dette fungerer i praksis:

➔ Eksempel 5: Lønnshistorikk med kumulativ sum

Setningen nedenfor lister opp de ansattes lønnshistorikk år for år og beregner en kumulativ sum av lønnsutbetalinger og en kumulativ gjennomsnittslønn over perioden for den ansatte. Det er kanskje en relativt lite anvendelig tabell, men det illustrerer godt hvordan vindusfunksjoner kan brukes til å aggregere felt ut fra verdiene til foregående rader.

Med Microsoft SQL Server

```
SELECT emp_no, year(from_date) AS "år", salary AS "lønn",
sum(salary) OVER (PARTITION BY emp_no order by salary asc) AS sum,
round(avg(convert(float,salary)) OVER (PARTITION BY emp_no order by salary
asc),2) as avg
FROM salaries WHERE emp_no = 10001;
```

emp_no	år	lønn	sum	avg
10001	1986	60117	60117	60117
10001	1987	62102	122219	61109,5

10001	1988	66074	188293	62764,33
10001	1989	66596	254889	63722,25
10001	1990	66961	321850	64370
10001	1991	71046	392896	65482,67
10001	1992	74333	467229	66747
10001	1993	75286	542515	67814,38
10001	1994	75994	618509	68723,22
10001	1995	76884	695393	69539,3
10001	1996	80013	775406	70491,45
10001	1997	81025	856431	71369,25
10001	1998	81097	937528	72117,54
10001	1999	84917	1022445	73031,79
10001	2001	85097	1107542	73836,13
10001	2000	85112	1192654	74540,88
10001	2002	88958	1281612	75388,94

MERK: Legg merke til at vi må konvertere feltet «salary» fra heltall til desimaltall med funksjonen **convert()** for å få ut gjennomsnittet med to desimaler

Med Oracle, PostgreSQL og MySQL/MariaDB

```
SELECT emp_no, extract(year from from_date) "år", salary "lønn",
sum(salary) OVER (PARTITION BY emp_no order by salary asc) sum,
round(avg(salary) OVER (PARTITION BY emp_no order by salary),2) avg
FROM salaries WHERE emp_no = 10001;
```

emp_no	År	lønn	sum	avg
10001	1986	60117	60117	60117.00
10001	1987	62102	122219	61109.50
10001	1988	66074	188293	62764.33
10001	1989	66596	254889	63722.25
10001	1990	66961	321850	64370.00
10001	1991	71046	392896	65482.67
10001	1992	74333	467229	66747.00
10001	1993	75286	542515	67814.38
10001	1994	75994	618509	68723.22
10001	1995	76884	695393	69539.30
10001	1996	80013	775406	70491.45
10001	1997	81025	856431	71369.25
10001	1998	81097	937528	72117.54
10001	1999	84917	1022445	73031.79
10001	2001	85097	1107542	73836.13

10001		2000		85112		1192654		74540.88
10001		2002		88958		1281612		75388.94

➔ Eksempel 6: En overforenklet bank-applikasjon

Vi skal vise et eksempel hvor vi opprette en liten bank og etabler en database med **to tabeller – en for kunder og en for konto-transaksjoner**. I dette eksemplet bruker vi PostgreSQL, men aggregeringene fungerer helt likt med de andre tre RDBMSene.

Først oppretter vi de to tabellene **kunde** og **konto**.

Tabellen kunde inneholder et felt **id**, som er et løpenummer som genereres automatisk og vil være primærnøkkel i tabellen. Med PostgreSQL skjer dette automatisk hvis vi setter datatypen for feltet til **serial** eller **bigserial** (anbefales). Videre er det et felt **konto** som er av typen **uuid** (universally unique identifier) og i tillegg er satt til å inneholde unike verdier med nøkkelordet *unique*. Vi kan angi at det skal settes en default-verdi for feltet, og den kan lages med funksjonen *uuid_generate_v4()*, som automatisk lager en uuid og setter den inn i feltet. Så kommer feltet **epost**, som også er satt til å inneholde unike verdier, og vil inneholde kundens epostadresse. Til sist er det et felt **registrert** som er av datatypen **timestampz**, dvs. feltet vil inneholde dato og tid og ta hensyn til tidssone (tz står for time zone), og setter default-verdien til funksjonen *now()*, slik at tidspunktet for registreringen av kontoen legges inn automatisk. Vi trenger mao bare å legge inn kundens epostadresse, så opprettes en id og et kontonummer og et registreringstidspunkt automatisk.

Tabellen konto inneholder også et felt **id** som er primærnøkkel og selv-økende, og i tillegg et felt **konto** som er av typen **uuid** og vil angi hvilken konto vi skal registrere transaksjoner på. Beløpet som settes inn eller tas ut av konto angis i feltet **transaksjon** som er av typen **numeric**, det vil si et tallfelt. Vi legger også til et felt **reg** som er likt **registrert** i kunde-tabellen, og hvor tidspunktet for registrering av transaksjonen blir satt inn automatisk. Vi trenger mao bare sette inn kontonummer og beløp for hver transaksjon.

Med PostgreSQL

Her er SQL-setningene som oppretter de to tabellene:

```
create table kunde (id bigserial primary key, konto uuid unique default
uuid_generate_v4(),epost text unique,registrert timestampz default
now());
```

```
create table konto (id bigserial primary key, konto uuid, transaksjon
numeric, registrert timestampz default now());
```

MERK: For å bruke funksjonen `uuid_generate_v4()` må vi først installere utvidelsen «`uuid-oss`», som vi gjør med denne kommandoen: `CREATE EXTENSION "uuid-oss"`

Vi kan beskrive de to tabellene med kommandoen `\d <tabellnavn>` i PostgreSQLs terminaklient. (`\` angir en kommando og `d` står for describe):

```
\d kunde
```

Column	Type	Table "kunde"	Modifiers
id	bigint	not null default	nextval('kunde_id_seq'::regclass)
konto	uuid	default	uuid_generate_v4()
epost	text		
registrert	timestamp with time zone	default	now()

Indexes:

- "kunde_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)
- "kunde_epost_key" UNIQUE CONSTRAINT, btree (epost)
- "kunde_konto_key" UNIQUE CONSTRAINT, btree (konto)

```
\d konto
```

Column	Type	Table "konto"	Modifiers
id	bigint	not null default	nextval('konto_id_seq'::regclass)
konto	uuid		
transaksjon	numeric		
reg	timestamp with time zone	default	now()

Indexes:

- "konto_pkey" PRIMARY KEY, btree (id)

MERK: Vi ser at PostgreSQL har opprettet indekser for primærnøkkel og de unike feltene, og to sekvenser (`kunde_id_seq` og `konto_id_seq`) som de selv-økende id-feltene bruker til å hente neste tall fra.

Så kan vi legge inn noen **testdata** i tabellene. PostgreSQL har en fin funksjon som vi kan dra nytte av her: **`generate_series()`**. Den kan vi bruke til å generere epostadresser vi kan sette inn i kundetabellen, slik:

```
INSERT INTO kunde (epost)
VALUES ('kunde' || generate_series(1,1000) || '@example.com');
```

Denne setningen vil sette inn 1000 rader i kunde-tabellen med unike epostadresser. Slik vil de første radene av tabellen se ut:

```
select * from kunde limit 5;
```

id	konto	epost	registrert
1	2884c053-148b-4395-a40e-cec393b2ec8d	kunde1@example.com	2017-07-14 13:51:51.568805+02
2	dc02b4b5-fd20-477f-aa56-d9eed4d1fb1f	kunde2@example.com	2017-07-14 13:51:51.568805+02
3	2c27ab28-67c9-4190-8f4b-f5c18a35307b	kunde3@example.com	2017-07-14 13:51:51.568805+02


```

4 | f455abad-4a8a-4778-ba4d-f85f6e613574 | kunde4@example.com | 2017-07-14 13:51:51.568805+02
5 | 89e0ce44-1357-4ab3-af9f-fb2ac44f0ecf | kunde5@example.com | 2017-07-14 13:51:51.568805+02

```

Så kan vi legge inn noen transaksjoner for kundene. Siden kontonumrene er lange og vanskelige å huske, kan vi slå dem opp via epostadressen med en underspørring (se senere kapittel), slik:

```

INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),7000);

```

Setningen over setter inn 7000 på kontoen til kunden med epost kunde1@example.com. Vi kan gjenbruke setningen og bytte ut beløpet og legge inn flere transaksjoner, slik:

```

INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),4000);

INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),-600);

INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),-700);

terje=# INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from
kunde where epost ='kunde1@example.com'),4000);

```

Vi kan få en oversikt over kontotransaksjonene til kunde1@example.com med denne setningen:

```

select * from konto where konto= (select konto from kunde where
epost='kunde1@example.com');

```

id	konto	transaksjon	reg
13	2884c053-148b-4395-a40e-cec393b2ec8d	7000	2017-07-14 16:52:20.015053+02
14	2884c053-148b-4395-a40e-cec393b2ec8d	4000	2017-07-14 16:52:28.332063+02
15	2884c053-148b-4395-a40e-cec393b2ec8d	-600	2017-07-14 16:52:33.830643+02
16	2884c053-148b-4395-a40e-cec393b2ec8d	-700	2017-07-14 16:52:36.613939+02
17	2884c053-148b-4395-a40e-cec393b2ec8d	4000	2017-07-14 16:52:42.660808+02

Vi kan pynte litt på resultatet og legge til en **saldo ved hjelp av en vindusfunksjon**, slik:

```

SELECT DATE(reg), transaksjon, sum(transaksjon) OVER (order by reg) as
saldo from konto where konto = (SELECT konto from kunde
where epost='kunde1@example.com');

```

date	transaksjon	saldo
2017-07-14	7000	7000
2017-07-14	4000	11000
2017-07-14	-600	10400
2017-07-14	-700	9700
2017-07-14	4000	13700

Så kan vi legge inn noen transaksjoner for kunde2@example.com:

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),3000);
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),12000);
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),-4000);
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),-670);
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),-3000);
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),12000);
```

Vi kan nå liste ut en tabell med alle transaksjonene til de to kontoinnehaverne med saldo som justeres for hver konto (og epostadressen istedenfor kontonummeret) , slik:

```
SELECT date(reg), epost,transaksjon,
sum(transaksjon) OVER (partition by k.konto order by reg) as saldo
FROM konto k INNER JOIN kunde k2 ON k.konto=k2.konto;
```

date	epost	transaksjon	saldo
2017-07-14	kunde1@example.com	7000	7000
2017-07-14	kunde1@example.com	4000	11000
2017-07-14	kunde1@example.com	-600	10400
2017-07-14	kunde1@example.com	-700	9700
2017-07-14	kunde1@example.com	4000	13700
2017-07-14	kunde2@example.com	3000	3000
2017-07-14	kunde2@example.com	12000	15000
2017-07-14	kunde2@example.com	-4000	11000
2017-07-14	kunde2@example.com	-670	10330

2017-07-14		kunde2@example.com		-3000		7330
2017-07-14		kunde2@example.com		12000		19330

Med MySQL/MariaDB

Først oppretter vi de to tabellene vi skal bruke i eksemplet:

```
CREATE TABLE kunde (
  id bigint primary key auto_increment,
  konto VARCHAR(36) unique default UUID(),
  epost VARCHAR(299) unique,
  registrert datetime default now()
);

CREATE TABLE konto (
  id bigint primary key auto_increment,
  konto VARCHAR(36),
  transaksjon decimal,
  registrert datetime default now());
```

Så legger vi inn test-data i tabellene:

```
INSERT INTO kunde (epost) VALUES ('kunde1@example.com');
INSERT INTO kunde (epost) VALUES ('kunde2@example.com');
INSERT INTO kunde (epost) VALUES ('kunde3@example.com');
INSERT INTO kunde (epost) VALUES ('kunde4@example.com');
INSERT INTO kunde (epost) VALUES ('kunde5@example.com');
```

Siden feltene id, konto og registrert blir lagt inn automatisk med default-verdiene, vil kunde-tabellen nå se slik ut:

```
select * from kunde;
+-----+-----+-----+-----+
| id | konto | epost | registrert |
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a | kunde1@example.com | 2018-01-24 18:12:59 |
| 2 | d57ba2cf-0129-11e8-8443-002324cb441a | kunde2@example.com | 2018-01-24 18:13:02 |
| 3 | d79db1f2-0129-11e8-8443-002324cb441a | kunde3@example.com | 2018-01-24 18:13:05 |
| 4 | d9cb1736-0129-11e8-8443-002324cb441a | kunde4@example.com | 2018-01-24 18:13:09 |
| 5 | dc00d9c5-0129-11e8-8443-002324cb441a | kunde5@example.com | 2018-01-24 18:13:13 |
+-----+-----+-----+-----+
5 rows in set (0.000 sec)
```

Så kan vi legge inn noen transaksjoner for kundene. Siden kontonumrene er lange og vanskelige å huske, kan vi slå dem opp via epostadressen med en underspørring (se senere kapittel), slik:

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),7000);
```

Setningen over setter inn 7000 på kontoen til kunden med epost kunde1@example.com. Vi kan gjenbruke setningen og bytte ut beløpet og legge inn flere transaksjoner, slik:

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),4000);
```

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),-600);
```

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde1@example.com'),-700);
```

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from
kunde where epost ='kunde1@example.com'),4000);
```

Vi kan få en oversikt over kontotransaksjonene til kunde1@example.com med denne setningen:

```
select * from konto where konto= (select konto from kunde where
epost='kunde1@example.com');
```

id	konto	transaksjon	registrert
7	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	7000	2018-01-24 18:17:38
8	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	4000	2018-01-24 18:17:38
9	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	-600	2018-01-24 18:17:38
10	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	-700	2018-01-24 18:17:38
11	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	4000	2018-01-24 18:17:38

5 rows in set (0.000 sec)

Så kan vi legge inn noen transaksjoner for kunde2@example.com:

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),3000);
```

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),12000);
```

```
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),-4000);
```

```

INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),-670);
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),-3000);
INSERT INTO konto (konto,transaksjon) VALUES ((select konto from kunde
where epost ='kunde2@example.com'),12000);

```

Etter insetting av default-verdier for registrert-feltet ser da konto-tabellen slik ut:

```

select * from konto;

```

id	konto	transaksjon	registrert
1	d57ba2cf-0129-11e8-8443-002324cb441a	3000	2018-01-24 18:17:38
2	d57ba2cf-0129-11e8-8443-002324cb441a	12000	2018-01-24 18:17:38
3	d57ba2cf-0129-11e8-8443-002324cb441a	-4000	2018-01-24 18:17:38
4	d57ba2cf-0129-11e8-8443-002324cb441a	-670	2018-01-24 18:17:38
5	d57ba2cf-0129-11e8-8443-002324cb441a	-3000	2018-01-24 18:17:38
6	d57ba2cf-0129-11e8-8443-002324cb441a	12000	2018-01-24 18:17:38
7	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	7000	2018-01-24 18:17:38
8	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	4000	2018-01-24 18:17:38
9	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	-600	2018-01-24 18:17:38
10	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	-700	2018-01-24 18:17:38
11	d3e6b3a7-0129-11e8-8443-002324cb441a	4000	2018-01-24 18:17:38

11 rows in set (0.001 sec)

Vi kan nå liste ut en tabell med alle transaksjonene til de to kontoinnehaverne med saldo som justeres for hver konto (og epostadressen istedenfor kontonummeret) , slik:

```

SELECT date(k.registrert), epost,transaksjon,
sum(transaksjon) OVER (partition by k.konto order by k.registrert) saldo
FROM konto k INNER JOIN kunde k2 ON k.konto=k2.konto;

```

date(k.registrert)	epost	transaksjon	saldo
2018-01-24	kunde2@example.com	3000	3000
2018-01-24	kunde2@example.com	12000	15000
2018-01-24	kunde2@example.com	-4000	11000
2018-01-24	kunde2@example.com	-670	10330
2018-01-24	kunde2@example.com	-3000	7330
2018-01-24	kunde2@example.com	12000	19330
2018-01-24	kunde1@example.com	7000	7000
2018-01-24	kunde1@example.com	4000	11000

2018-01-24	kunde1@example.com	-600	10400	
2018-01-24	kunde1@example.com	-700	9700	
2018-01-24	kunde1@example.com	4000	13700	
+-----+	+-----+	+-----+	+-----+	+

Kapittel 10

Views og Materialized Views

➔ Bruk av Views

Views er virtuelle tabeller - dvs. tabeller som ikke inneholder data, men spørresetninger som dynamisk henter data til en visning. En komplisert spørresetning kan lagres som et View med et nytt navn og deretter brukes som en ordinær tabell. "Select * from <navn-på-view>" vil gi samme resultat som den opprinnelige spørresetningen.

Slik slipper man å skrive den kompliserte spørringen om igjen, og man kan lage enda mer kompliserte spørringer ved å legge til filtreringskriterier til spørringen mot view'et - og man slipper å lagre noe i en ny tabell for å få dette til - View'et er bare et vindu inn til data som er lagret i eksisterende tabeller.

En vanlig grunn til å opprette views er også at man kan gi tilgangsrettigheter til å kjøre SELECT på et view uten å gi tilgangsrettigheter til å kjøre SELECT på de underliggende tabellene. Slik kan en bruker f.eks. få tilgang til summerte lønnsversikter uten å få tilgang til individuelle lønnsdata.

Views lages enkelt med denne syntaksen:

```
CREATE VIEW <navn> AS <SQL-spørresetning>
```

Man kan lage nye views basert på eksisterende views, men det er viktig å ha et blikk for hvor kompliserte joins som må utføres (av hastighetshensyn) og hvor "obfuskerte" data blir - det blir vanskelig å vite hvilke tabeller de ulike dataene opprinnelig kommer fra.

MERK: Et view gir oppdaterte data, og tar derfor like lang tid å utføre som de originale SQL-spørringene Viewet er basert på. Dersom du ønsker en rask tabell kan du lage en ny tabell av spørringen istedenfor et view. Tabellen vil derimot være statisk og ikke reflektere endringer i de underliggende data.

For eksempel kan denne spørringen lagres som et view med navn **avdelingsoversikt**:

Views med MySQL / MariaDB

```
CREATE VIEW avdelingsoversikt AS
SELECT
    d.dept_name AS Avdeling,
    COUNT(de.emp_no) AS Ansatte,
    CONCAT(e.first_name, ' ', e.last_name) AS Leder,
    e.gender AS Kjønn,
    TIMESTAMPDIFF(YEAR,e.birth_date,CURDATE()) AS Alder
FROM
    departments AS d, employees AS e, dept_manager AS dm, dept_emp AS
de
WHERE
    d.dept_no = dm.dept_no
    AND e.emp_no = dm.emp_no
    AND de.dept_no = d.dept_no
    AND YEAR(dm.to_date) = 9999
    AND YEAR(de.to_date) = 9999
GROUP BY d.dept_name
ORDER BY Ansatte DESC;
```

Så kan vi bruke SELECT på avdelingsoversikt og få samme resultatet som den mye lengre setningen ovenfor:

```
SELECT * FROM avdelingsoversikt;
```

Avdeling	Ansatte	Leder	Kjønn	Alder
Development	61386	Leon DasSarma	F	52
Production	53304	Oscar Ghazalie	M	53
Sales	37701	Hauke Zhang	M	61
Customer Service	17569	Yuchang Weedman	M	56
Research	15441	Hilary Kambil	F	64
Marketing	14842	Vishwani Minakawa	M	53
Quality Management	14546	Dung Pesch	M	56
Human Resources	12898	Karsten Sigstam	F	58
Finance	12437	Isamu Legleitner	F	59

Views med PostgreSQL

Med PostgreSQL blir SQL-setningen litt annerledes. PostgreSQL har f.eks. funksjonen **age()** som kan settes rundt et datofelt og beregner alder med år, måned og dag. Vi må også sette alle uttrykk/feltnavn som ikke er aggregeringer, dvs alt utenom count()-funksjonen inn i GROUP BY, slik man også må med ORACLE og Microsoft SQL Server.

```
CREATE VIEW avdelingsoversikt AS
SELECT
    d.dept_name AS Avdeling,
    COUNT(de.emp_no) AS Ansatte,
    CONCAT(e.first_name, ' ', e.last_name) AS Leder,
    e.gender AS Kjønn,
    age(birth_date) AS Alder
FROM
    departments AS d, employees AS e, dept_manager AS dm, dept_emp AS de
WHERE
    d.dept_no = dm.dept_no
    AND e.emp_no = dm.emp_no
    AND de.dept_no = d.dept_no
    AND extract(year from dm.to_date) = 9999
    AND extract(year from de.to_date) = 9999
GROUP BY d.dept_name, Leder, e.gender, birth_date
ORDER BY Ansatte DESC;
```

Vi kan spørre direkte i view-et slik:

```
select * from avdelingsoversikt;
```

avdeling	ansatte	leder	kjønn	alder
Development	61386	Leon DasSarma	F	52 years 5 mons 1 day
Production	53304	Oscar Ghazalie	M	53 years 1 mon 30 days
Sales	37701	Hauke Zhang	M	61 years 6 mons 10 days
Customer Service	17569	Yuchang Weedman	M	56 years 6 mons 1 day
Research	15441	Hilary Kambil	F	64 years 2 mons 29 days
Marketing	14842	Vishwani Minakawa	M	53 years 3 mons 5 days
Quality Management	14546	Dung Pesch	M	56 years 1 mon 7 days
Human Resources	12898	Karsten Sigstam	F	57 years 9 mons 24 days
Finance	12437	Isamu Legleitner	F	59 years 5 mons 29 days

VIEWS med Oracle

Med Oracle blir SQL-setningen som danner grunnlaget for Viewet litt annerledes:

```

CREATE VIEW avdelingsoversikt AS
SELECT
    d.dept_name AS Avdeling,
    COUNT(de.emp_no) AS Ansatte,
    e.first_name || ' ' || e.last_name AS Leder,
    e.gender AS "Kjønn",
    trunc((to_number(to_char(sysdate, 'YYYYMMDD')) -
to_number(to_char(birth_date, 'YYYYMMDD')))/10000) AS Alder
FROM
    departments d, employees e, dept_manager dm, dept_emp de
WHERE
    d.dept_no = dm.dept_no
    AND e.emp_no = dm.emp_no
    AND de.dept_no = d.dept_no
    AND extract(year from dm.to_date) = 9999
    AND extract(year from de.to_date) = 9999
GROUP BY d.dept_name, e.first_name || ' ' || e.last_name, e.gender,
    birth_date
ORDER BY Ansatte DESC;

```

MERK: For å beregne alder fra fødselsdato kan vi bruke denne konstruksjonen med Oracle (anbefalt ev Oracles «Tom»: **to_number(to_char(birth_date, 'YYYYMMDD'))/10000**). Legg også merke til at vi må gruppere på det samme uttrykket vi bruker for å slå sammen fornavn og etternavn til én kolonne.

Vi kan nå søke i viewet som i en regulær tabell:

```
SELECT * from avdelingsoversikt;
```

AVDELING	ANSATTE	LEDER	Kj	ALDER
Development	61386	Leon DasSarma	F	54
Production	53304	Oscar Ghazalie	M	54
Sales	37701	Hauke Zhang	M	63
Customer Service	17569	Yuchang Weedman	M	58
Research	15441	Hilary Kambil	F	65
Marketing	14842	Vishwani Minakawa	M	55
Quality Management	14546	Dung Pesch	M	57
Human Resources	12898	Karsten Sigstam	F	59
Finance	12437	Isamu Legleitner	F	61

Views med MS SQL Server

Vi kan opprette views i SQL Server på samme måte som for de andre RDBMSene, men syntaksen for SQL-setningen må være gyldig T-SQL, som f.eks. denne:

```

CREATE VIEW avdelingsoversikt AS
SELECT
    d.dept_name AS Avdeling,
    COUNT(de.emp_no) AS Ansatte,
    CONCAT(e.first_name, ' ', e.last_name) AS Leder,
    e.gender AS Kjønn,
    DATEDIFF(YEAR,e.birth_date,GETDATE()) AS Alder
FROM
    departments AS d, employees AS e, dept_manager AS dm, dept_emp AS de
WHERE
    d.dept_no = dm.dept_no
    AND e.emp_no = dm.emp_no
    AND de.dept_no = d.dept_no
    AND YEAR(dm.to_date) = 9999
    AND YEAR(de.to_date) = 9999
GROUP BY d.dept_name, CONCAT(e.first_name,' ',e.last_name), e.gender,
e.birth_date;

```

Vi kan vise innholdet i view'et med en enkel select-setning:

```
SELECT * FROM Avdelingsoversikt;
```

Avdeling	Ansatte	Leder	Kjønn	Alder
Customer Service	17569	Yuchang Weedman	M	59
Development	61386	Leon DasSarma	F	55
Finance	12437	Isamu Legleitner	F	62
Human Resources	12898	Karsten Sigstam	F	61
Marketing	14842	Vishwani Minakawa	M	56
Production	53304	Oscar Ghazalie	M	56
Quality Management	14546	Dung Pesch	M	59
Research	15441	Hilary Kambil	F	67
Sales	37701	Hauke Zhang	M	64

➔ Hvordan vise alle views i en database

MySQL / MariaDB

Denne setningen vil vise alle views i en database:

```
SHOW FULL TABLES WHERE TABLE_TYPE LIKE 'VIEW';
```

Og denne setningen viser alle tabeller med indikasjon på om de er tabeller eller views:

```
SHOW FULL TABLES;
```

Oracle

Denne setningen viser alle views brukeren har tilgang til:

```
SELECT view_name FROM all_views
```

Og denne setningen viser brukerens egne views:

```
SELECT view_name FROM user_views
```

PostgreSQL

Med PostgreSQL kan man vise alle views i en database med kommandoen **\dv (describe views)**, slik:

```
\dv
      List of relations
 Schema |      Name      | Type | Owner
-----+-----+-----+-----
 public | avdelingsoversikt | view | kurs
```

Et par relativt nye funksjoner i terminalklienten til PostgreSQL er at man kan vise hvilken opprinnelig SQL-setning et view er basert på, og man kan også redigere et view direkte fra terminalklienten. For å vise et view bruker man kommandoen **\sv** (kort for **show view**) etterfulgt av navnet til viewet man vil vise, f.eks. slik:

```
\sv avdelingsoversikt

CREATE OR REPLACE VIEW public.avdelingsoversikt AS
SELECT d.dept_name AS avdeling,
       concat(e.first_name, ' ', e.last_name) AS leder,
       e.gender AS "kjønn",
       age(e.birth_date) AS alder,
       round(avg(s.salary)) AS "snittlønn",
       sum(s.salary) AS "lønnskostnad",
```

```
count(*) AS ansatte
FROM departments d
  JOIN dept_emp de ON d.dept_no::text = de.dept_no::text
  JOIN salaries s ON s.emp_no = de.emp_no
  JOIN dept_manager dm ON dm.dept_no::text = d.dept_no::text
  JOIN employees e ON e.emp_no = dm.emp_no
WHERE date_part('year'::text, s.to_date) = 9999::double precision AND
date_part('year'::text, de.to_date) = 9999::double precision A
ND date_part('year'::text, dm.to_date) = 9999::double precision
GROUP BY d.dept_name, (concat(e.first_name, ' ', e.last_name)), e.gender,
(age(e.birth_date))
ORDER BY d.dept_name
```

Man kan også redigere et view med kommandoen `\ev`, f.eks slik:

```
\ev avdelingsoversikt
```

MS SQL Server

Vis alle views i databasen:

```
SELECT name from sys.views;
```

```
name
```

```
-----
```

```
avdelingsoversikt
```

➔ Materialized Views

En ulempe med views er at det tar like lang tid å søke i dem som i den opprinnelige SQL-setningen viewet er laget på grunnlag av. En annen tilnærming er å lage en tabell med sumtall istedenfor et view (med `CREATE TABLE AS` eller `SELECT * INTO ...` istedenfor `CREATE VIEW AS ...`), men da blir data statiske og reflekterer ikke endringer i de underliggende tabellene. Så behovet for en løsning som gir rimelig oppdaterte data og er rask å søke i førte til at man laget et system for å lage sumtabeller som kan «refreshes» med jevne mellomrum – og det er akkurat det Materialized Views er.

For Oracle, PostgreSQL, MS SQL Server og MySQL/MariaDB

For RDBMSer som har støtte for det kan materialized view opprettes med denne syntaksen:

```
CREATE MATERIALIZED VIEW <navn> AS <SELECT-setning >;
```

Når den er lagret, vil et Materialized View oppføre seg som en statisk tabell, men den kan hente inn oppdaterte data fra underliggende tabeller med denne syntaksen:

```
REFRESH MATERIALIZED VIEW <navn>;
```

➔ Ulike typer Materialized Views

Oracle skiller mellom disse variantene av Materialized Views:

1. Read-Only – Materialized Views som man ikke kan skrive til, kan kun brukes med SELECT
2. Updatable - Materialized Views som kan brukes med INSERT/UPDATE/DELETE, og hvor endringene kan oppdatere de underliggende tabellene.
3. Writeable – Materialized Views som kan brukes med INSERT/UPDATE/DELETE, men endringene tilbakeføres ikke til de underliggende tabellene – det er kun dataene i viewet som endres.

Hvilken type materialized view man vil lage, angis ved opprettelsen. Vil man lage et Updatable eller Writable view legges man til nøkkelordene FOR UPDATE, slik:

```
CREATE MATERIALIZED VIEW <navn> FOR UPDATE AS  
SELECT <...> ;
```

For at viewet skal være Writable er dette nok, men skal det i tillegg være Updatable må viewet være medlem av en **materialized view group**. Dette har med replikering å gjøre og ligger utenfor denne bokens område, men Oracle har god dokumentasjon på hva dette innebærer og hvordan det gjøres.

Kapittel 11

Common Table Expressions (CTE)

Common Table Expressions, gjerne forkortet til CTEs er en egen måte å skrive SQL-setninger på som også blir kalt WITH-setninger, siden idéen er å starte setningen med WITH etterfulgt av en SQL-setning som man så gir et alias og kan bruke senere i setningen.

➔ CTE med PostgreSQL

PostgreSQL har støtte for CTEs med SELECT, DELETE, UPDATE og INSERT. Her er noen eksempler hvor vi kan se nytten av disse.

Eksempel 1: CTE med SELECT

I eksemplet under oppretter vi en tabell «ansatte» med et løpenummer - «id» - som primærnøkkel, samt feltene «fornavn», «etternavn» og «lonn» (for å unngå en ø i feltnavnet – for sikkerhets skyld) og feltet «leder_id», som vil være id'en til den som er vedkommendes leder. Så setter vi inn noen rader i tabellen, noe som i PostgreSQL kan gjøres med samme INSERT INTO-setning ved å sette komma mellom VALUE-parentesene.

```
create table ansatte (  
  id int primary key generated by default as identity,  
  fornavn text, etternavn text, lonn int, leder_id int  
);  
  
insert into ansatte (fornavn,etternavn,lonn,leder_id) values  
( 'Jo', 'Li', 450000, null),  
( 'Lykke', 'Li', 570000, 1),  
( 'Hans', 'Jensen', 460000, 1),  
( 'Olga', 'Lifjell', 670000, 1),  
( 'Ola', 'Hansen', 435000, 8),  
( 'Lise', 'Nielsen', 360000, 8),  
( 'Henrik', 'Abel', 840000, 3),  
( 'Petter', 'Olsen', 1280000, null);
```

Vi vil gjerne hente ut en tabell som viser navnet på de ansatte, navnet på lederen deres og for de som er ledere: hvor mange ansatte de har under seg (alt undersåtter i spørringen under). Vi kan bruke en CTE til å gjøre dette i én setning, slik:

WITH leder AS

```
(SELECT a.leder_id AS leder_id, a.id AS id, a.fornavn || ' ' ||  
a.etternavn AS ansatt, l.fornavn || ' ' || l.etternavn AS leder  
FROM ansatte a LEFT OUTER JOIN ansatte l ON a.leder_id = l.id)
```

```
SELECT ansatt, leder, (SELECT count(*) FROM ansatte WHERE leder_id =  
leder.id) AS undersåtter
```

FROM leder

ORDER BY leder, ansatt;

ansatt	leder	undersåtter
Henrik Abel	Hans Jensen	0
Hans Jensen	Jo Li	1
Lykke Li	Jo Li	0
Olga Lifjell	Jo Li	0
Lise Nielsen	Petter Olsen	0
Ola Hansen	Petter Olsen	0
Jo Li		3
Petter Olsen		2

(8 rows)

Eksempel 2: CTE med DELETE

For å lage et eksempel på en CTE med DELETE, oppretter vi en tabell til, «ansatte2» som en kopi av ansatte, men uten data (siden betingelsen $1=2$ alltid er falsk).

Oppgaven vår er å flytte ansatte med lønn over 500 000 fra «ansatte» til «ansatte2». Vi kan løse dette enkelt med en CTE, som først sletter radene i «ansatte», tar vare på resultatet i en midlertidig tabell - «flyttede» - og lagrer disse i tabellen «ansatte2». Slik ser dette ut i gyldig SQL-kode:

```
create table ansatte2 as select * from ansatte where 1=2;
```


Her er en CTE-setning som først sletter ansatte med lønn over 500 000, tar vare på resultatet og setter disse inn i tabellen ansatte2:

```
WITH flyttede AS (
  DELETE FROM ansatte
  WHERE
    lønn > 500000
  RETURNING *
)
INSERT INTO ansatte2 (SELECT * FROM flyttede);
```

Så kan vi sjekke at dette har gått bra med en **select *** fra de to tabellene:

```
select * from ansatte;
```

id	fornavn	etternavn	lønn	leder_id
1	Jo	Li	450000	
3	Hans	Jensen	460000	1
5	Ola	Hansen	435000	8
6	Lise	Nielsen	360000	8

(4 rows)

```
select * from ansatte2;
```

id	fornavn	etternavn	lønn	leder_id
2	Lykke	Li	570000	1
4	Olga	Lifjell	670000	1
7	Henrik	Abel	840000	3
8	Petter	Olsen	1280000	

(4 rows)

Som vi ser er ansatte med lønn over 500 000 flyttet til tabellen ansatte2.

MERK: PostgreSQL bruker nøkkelordet **RETURN** til å gi oss en tabell med de radene vi har slettet – og **RETURN *** angir at vi vil ha alle. RETURN kan også brukes med UPDATE og INSERT.

➔ CTE med MS SQL Server

Microsoft SQL-server har støtte for to typer av Common Table Expressions: rekursive og ikke-rekursive CTE. Her er noen av reglene for bruk av CTE med SQL Server

- En CTE må etterfølges av en enkelt **SELECT**, **INSERT**, **UPDATE**, eller **DELETE** -setning som refererer til noen eller alle feltene som er definert av CTEen. Man kan også bruke en CTE når man lager et **VIEW** med **CREATE VIEW**.
- En CTE kan referere til seg selv og tidligere definerte CTE i den samme **WITH**-setningen. Men ikke til påfølgende definerte CTE .
- Man kan bare ha én **WITH**-setning med en CTE.
- Disse nøkkelordene kan **ikke** brukes når man definerer en CTE:
 - **ORDER BY** (bortsett fra sammen med **TOP**)
 - **INTO**
 - **OPTION**
 - **FOR BROWSE**
- Tabeller på eksterne servere kan brukes i en CTE.

Eksempel 1: Rekursiv CTE

Dette eksemplet er identisk med Eksempel 1 for PostgreSQL, og fungerer helt likt med SQL Server hvis vi gjør om datatypeene fra text til nvarchar, fjerner *generated by default as* når vi lager primærnøkkelen, og endrer sammenskjøtings-tegnet for navn fra | til +.

```
CREATE TABLE ansatte (
  id int primary key identity,
  fornavn NVARCHAR(10),
  etternavn NVARCHAR(10),
  lønn int,
  leder_id int
);

INSERT INTO ansatte
(fornavn, etternavn, lønn, leder_id)
VALUES
('Jo', 'Li', 450000, null),
('Lykke', 'Li', 570000, 1),
('Hans', 'Jensen', 460000, 1),
```

```

('Olga', 'Lifjell', 670000, 1),
('Ola', 'Hansen', 435000, 8),
('Lise', 'Nielsen', 360000, 8),
('Henrik', 'Abel', 840000, 3),
('Petter', 'Olsen', 1280000, null);

WITH leder AS
(
SELECT a.leder_id AS leder_id, a.id AS id, a.fornavn + ' ' + a.etternavn
AS ansatt, l.fornavn + ' ' + l.etternavn AS leder
FROM ansatte a LEFT OUTER JOIN ansatte l ON a.leder_id = l.id
)
SELECT ansatt, leder,
(SELECT count(*) FROM ansatte
WHERE leder_id = leder.id) AS undersatter
FROM leder
ORDER BY leder, ansatt;

GO

```

ansatt	leder	undersatter
-----	-----	-----
Jo Li	NULL	3
Petter Olsen	NULL	2
Henrik Abel	Hans Jensen	0
Hans Jensen	Jo Li	1
Lykke Li	Jo Li	0
Olga Lifjell	Jo Li	0
Lise Nielsen	Petter Olsen	0
Ola Hansen	Petter Olsen	0

Eksempel 2: DELETE uten CTE

Med SQL Server ville vi ikke brukt en CTE til å flytte rader fra en tabell til en annen. Men vi kunne gjort dette enkelt med kombinasjonen av nøkkelordene DELETE, OUTPUT og INTO. Ved bruk av OUTPUT returneres nemlig de kolonnene vi angir fra de slettede radene i en midlertidig tabell med navnet: **deleted**. Slik gjøres dette i praksis:

```

DELETE FROM ansatte OUTPUT deleted.fornavn, deleted.etternavn,
deleted.lonn, deleted.leder_id INTO ansatte2
WHERE lonn > 500000;

```

Kapittel 12

Indekser

En indeks er en spesiell form for **sortert kopi** av et felt i en tabell, eller av en kombinasjon av felter i en tabell. Uten indekser må databasen gå igjennom alle radene i en tabell hver gang vi søker etter noe – den må gjøre en såkalt «full table scan». Søker vi f.eks. etter en person med etternavn «Olsen» må etternavn-feltet i alle radene i tabellen sjekkes, for etternavnet Olsen kan opptre i hvilken som helst rad. Ved å opprette en indeks på feltet det søkes mye på (som f.eks. «etternavn») sparer vi databasen for mye arbeid – siden den kan sjekke en sortert versjon av feltet og dermed gå rett til bokstaven **O**, så rett til bokstaven **L**, osv. Og dermed kan vi begrense antall rader systemet må bla igjennom til et minimum.

➔ Når bør vi bruke indekser?

Indekser effektiviserer søk, men ineffektiviserer lagring, siden felt som er indekserte må re-indekseres hver gang data legges til, oppdateres eller slettes. Så indeksering bør brukes med forsiktighet på tabeller som det skrives mye til. Det kan indekseres på enkeltfelt og kombinasjoner av felt, på felt som hentes frem med funksjoner, geografiske feltyper osv., og det finnes ulike typer indekser som er effektive for ulike typer av søk. Optimal bruk av indekser er på mange måter mer en kunstart enn en vitenskap, og det kan være smart å sjekke databasens bruksmønstre med jevne mellomrom, og eventuelt endre indekseringen etter de mest brukte søkemønstrene.

Når man bygger en ny database, kan man i testfasen bruke metoden enkelte gartnere bruker når de skal anlegge en park med gress og heller der folk skal gå. Metoden består i å legge en gressplen og så vente noen uker til man ser stiene der hvor folk går, og så legge heller der. Så slipper man å ha fine stier med heller som ingen bruker, mens folk har tråkket seg gjennom rosebuskene for å komme raskest dit de vil. Overført til databaseverden kan man lansere test-versjonen av databasen uten indekser, og ved å sjekke logger osv. kan man se hvilke felt det søkes på, om det brukes kombinasjoner av felt, jokertegn eller ikke osv., og så opprette indekser i henhold til den faktiske bruken.

➔ Ulike typer indekser

De forskjellige RDBMSene har ulike typer indekser til ulike formål: B-Tree, Hash, Brin, Gin og Gist er noen av de mest brukte.

B-Tree

Den aller vanligste typen er en såkalt **B-Tree** indeks, som er den som opprettes som default både med MySQL/MariaDB, PostgreSQL, Oracle og MS SQL Server. Kort fortalt lager denne indekstypen en sortert trestruktur som brukes til å sammenlikne et felt med et søk til resultatet er funnet. Istedenfor å søke gjennom 1 million rader for å sjekke om feltet inneholder søkeordet, kan man ved å bruke en indeks av typen B-Tree klare det samme ved ca. 20 sammenlikninger. Ulempene med en B-Tree indeks ligger bl.a. i at det kan være tidkrevende å sette inn mange nye rader, gjøre mange og store oppdateringer og at hele indeksen må bygges på nytt hvis man f.eks. øker maksimumslengden på feltet.

GIN - Generalized Inverted Index

En indeks av typen GIN brukes av PostgreSQL til å håndtere fulltekst-søk og søk som inneholder jokertegn, som f.eks. WHERE last_name LIKE 'Mc%' eller WHERE last_name LIKE '%sen', dvs alle etternavn som begynner på *Mc* eller slutter på *sen*. Slik opprettes en GIN-index med PostgreSQL

```
CREATE INDEX <navn> ON <tabellnavn> USING GIN (<kolonne>);
```

Kolonnen indeksen opprettes på må være av data-typen **tsvector**. GIN-indekser er de best egnede til fulltekst-søk, siden de inneholder en index-verdi for hvert ord (lexem) med henvisning til matchende lokasjoner.

GIST - Generalized Search Tree

GIST-indekser brukes også til fulltekst-søk, men det anbefales å bruke GIN-indekser. GIST-indekser er «lossy», dvs. de kan produsere falske treff. Dette er fordi de er basert på hash-verdier av ord, og to hash-verdier kan i sjeldne tilfeller være like for ulike ord. Slik opprettes en GIST-index med PostgreSQL

```
CREATE INDEX <navn> ON <tabellnavn> USING GIST (<kolonne>);
```

Brin

To do ...

Hash

To do ...

Bit

To do ...

➔ Oppretting av indekser

En indeks (av den typen som er default, som regel en BTREE-indeks) opprettes med setningen:

```
CREATE INDEX <indeksnavn> ON <tabellnavn> (<feltnavn>)
```

For eksempel slik:

```
CREATE INDEX lastname_idx ON employees (last_name);
```

En god nyhet er at denne syntaksen er lik for de fleste DBMSer.

Hver indeks må ha et unikt navn, selv om de er indekser av ulik type. Hvor effektiv en indeks er avhenger av bruken av databasen, så det lønner seg å sjekke dette med jevne mellomrom slik at man kan endre indeksene etter behov. Et ideelt sett med indekser kan vise seg å være mindre ideelt etter noen måneders datamanipulering.

Man kan vise hvilke indekser som er opprettet for en tabell med denne syntaksen i MySQL:

```
SHOW INDEXES FROM <tabellnavn>
```

Og man kan slette indekser med denne syntaksen:

```
DROP INDEX <indexnavn> ON <tabellnavn>
```

eller hvis man skal slette indeksen på en primærnøkkel:

```
DROP INDEX `PRIMARY` ON <tabellnavn>
```

siden indekser på primærnøkler alltid heter "primary".

➔ Hvor effektiv er indeksen?

Med MySQL / MariaDB

Du kan sjekke hvor mange rader databasen må søke gjennom med og uten indeksering ved å bruke uttrykket **EXPLAIN** før SQL-setningen, f.eks. slik:

```
EXPLAIN SELECT * FROM employees
WHERE last_name = 'Facello' AND first_name = 'Georgi';
```

id	select_type	table	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	Extra
1	SIMPLE	employees	index_merge	firstname_idx,lastname_idx	lastname_idx,firstname_idx	18,16	NULL	1	Using intersect(lastname_idx,firstname_idx); Using where

Vi ser at det er brukt to indekser: **lastname_idx** og **firstname_idx** og at databasen kun behøvde å lete i én eneste rad for å finne resultatet.

Uten indekser ser vi at antall rader er økt til 300252, mao. det må søkes i alle radene i tabellen:

id	select_type	table	type	possible_keys	key	key_len	ref	rows	Extra
1	SIMPLE	employees	ALL	NULL	NULL	NULL	NULL	300252	Using where

Med MS SQL Server

Vi kan sjekke hvilke indekser som brukes i et søk, og hvor effektive de er ved å la f.eks. Management Studio eller Azure data Studio vise oss kjøreplanen til søket. I Management Studio kan vi f.eks. gjøre dette med kommandoen <ctrl> + L og i Azure Data Studio kan vi klikke Explain (i rød ramme på bildet under til venstre). Som vi ser av bildet til venstre er det tre operasjoner som må til for å utføre søket. Holder vi musepekeren over boksen *Index Seek*, vises detaljene i denne operasjonen – som vist i bildet til høyre.

The screenshot shows the SQL Server Query Plan for the query: `SELECT * FROM [dbo].[employees] WHERE last_name = 'Facello';`. The query plan consists of three operations: **SELECT**, **Nested Loops (Inner Join)**, and **Index Seek (NonClustered)**. The **Index Seek (NonClustered)** operation is highlighted, and its details are shown in the right pane.

Index Seek (NonClustered)
Scan a particular range of rows from a nonclustered index.

Physical Operation	Index Seek
Logical Operation	Index Seek
Estimated Execution Mode	Row
Storage	RowStore
Estimated Operator Cost	0.003484 (1%)
Estimated I/O Cost	0.003125
Estimated CPU Cost	0.000359
Estimated Subtree Cost	0.003484
Estimated Number of Executions	1
Estimated Number of Rows to be Read	183.6
Estimated Number of Rows	183.6
Estimated Row Size	31.8
Ordered	True
Node ID	2

Output List
[hr].[dbo].[employees].emp_no
[hr].[dbo].[employees].first_name
[hr].[dbo].[employees].last_name
Object
[hr].[dbo].[employees].[name_idx]
Seek Predicates
Seek Keys[1]: Prefix: [hr].[dbo].[employees].last_name = Scalar
Operator('Facello')

Som vi ser av bildet til høyre må SQL Server lete i ca. 183,6 rader for å finne de 186 ansatte med etternavn Facello, og vil bruke indeksen: `name_idx` til å finne disse radene.

Kapittel 13

Innsetting, oppdatering og sletting av data

➔ Innsetting av nye rader med INSERT INTO

Med **INSERT INTO** kan vi sette inn nye, hele rader eller deler av rader. Det er flere måter å gjøre dette på. Den anbefalte syntaksen er **INSERT INTO** <tabellnavn> og så en parentes hvor man lister opp de feltene som det skal settes inn verdier for, etter fulgt av nøkkelordet **VALUES** og en ny parentes med verdiene til de tilsvarende feltene i den første parentesen :

```
INSERT INTO <tabellnavn> (<feltnavn1>, <feltnavn2>,<feltnavn3> ...)  
VALUES (<verdi1>,<verdi2>,<verdi3>...);
```

For eksempel:

```
INSERT INTO employees  
(emp_no, first_name, last_name, birth_date, gender, hire_date)  
VALUES ('500002', 'Ola', 'Pettersen', '1980-05-05', 'M', '2016-01-01');
```

MERK: Med noen DBMSer er nøkkelordet **INTO** valgfritt, men det anbefales å ta den med likevel, slik at koden blir mer portabel, dvs kan overføres til andre databaser senere.

Husk at hvis primærnøkkel er et **selv-økende felt** (feltegenskap *auto_increment* i MySQL/MariaDB, datatype *serial* i PostgreSQL eller som *identity* i MS SQL Server og Oracle fra og med versjon 12c) så skal det naturlig nok ikke settes inn noen verdi for dette feltet - DBMSen vil legge til en verdi automatisk. Vi utelater det ganske enkelt fra begge parentesene. I eksemplet over er primærnøkkelen *emp_no* ikke selv-økende, så vi må sette inn verdien manuelt. Uten verdi for primærnøkkelen vil du få en feilmelding, og den nye raden vil ikke bli lagret.

➔ Bruk av INSERT INTO uten feltnavn

Det er mulig å sløyfe den første parentesen med feltnavnene og kun spesifisere verdiene, slik:

```
INSERT INTO <tabellnavn> VALUES (verdi1, verdi2, ...)
```

Men **dette anbefales ikke**, siden det innebærer at man må legge inn alle felt (uten evt. selv-økende primærnøkler) og de må legges inn i riktig rekkefølge (og da må man kjenne rekkefølgen) og det er lett å gjøre feil. Samtidig blir koden mindre fleksibel - hvis man legger til et felt i tabellen, kan man ikke bruke koden uten å legge til en verdi for dette feltet i SQL-setningen.

MySQL / MariaDB

Med MySQL/MariaDB kan du i tillegg velge å sette inn nye rader med **INSERT INTO <tabellnavn> SET** og en syntaks som likner den man bruker for å oppdatere rader. Eksemplet ovenfor vil med denne syntaksen se slik ut:

```
INSERT INTO employees SET
emp_no = '500002',
first_name = 'Ola',
last_name = 'Pettersen',
birth_date '1980-05-05',
gender = 'M',
hire_date = '2016-01-01';
```

MERK: Noen synes denne syntaksen er ryddigere siden feltnavn og feltverdi er direkte knyttet til hverandre gjennom likhetstegnet. Det kan være verdt å huske at denne syntaksen kun gjelder for MySQL og MariaDB og hvis koden skal være portabel kan det lønne seg å bruke den anbefalte syntaksen med to parenteser, siden den kan brukes med alle DBMSene.

➔ Oppdatere eksisterende rader med UPDATE

Med **UPDATE** kan vi oppdatere hele eller deler av eksisterende rader. Syntaksen er denne, som er lik for alle RDBMSene:

```
UPDATE <tabellnavn>
SET <feltnavn> = <ny verdi>
WHERE <feltnavn> = <verdi>;
```

MERK: **WHERE**-betingelsen er ekstremt viktig her. Utelater vi den, vil vi oppdatere alle radene i tabellen til å få den verdien vi setter inn for dette feltet, f.eks. kan det føre til at alle får samme telefonnummer eller epostadresse, når det vi ville var å oppdatere dette for en person.

Eksempler:

MySQL / MariaDB

```
UPDATE salaries
SET to_date = curdate()
WHERE emp_no = 100001 and to_date = '9999-01-01';
```

Med denne setningen har vi oppdatert lønnsdata for ansatt nr. 100001 slik at det som var dagens lønn nå er en lønn med sluttdato i dag.

Så kan vi sette inn en ny lønnslinje med ny lønn fra dagens dato og til 1.1.9999 (som angir at dette er gjeldende lønn), slik:

```
INSERT INTO salaries (emp_no, from_date, to_date, salary)
VALUES (100001, curdate(), '9999-01-01', 89673)
```

Med disse to setningene er lønnsdata justert for den aktuelle ansatte, og ingen andre, siden **emp_no** har en unik verdi - det finnes bare en ansatte med emp_no 100001.

MERK: Du kan også oppdatere mer enn én rad av gangen - ved å sette en **WHERE**-betingelse som søker opp flere rader, f.eks. **WHERE dept_no = 'd001'** vil oppdatere alle ansatte som tilhører denne avdelingen hvis en SQL-setning kjøres mot dept_emp-tabellen.

Skal vi oppdatere flere kolonner, setter vi dem etter hverandre med komma imellom, men bruker bare én SET-setning, slik:

```
UPDATE employees
SET birth_date = '1986-05-05',
    hire_date = '2009-01-01'
WHERE emp_no = '10006';
```

Skal du **slette verdien for et felt** i en rad, kan du gjøre dette ved å bruke **UPDATE** og så sette verdien til **NULL**, eller til '' (to apostrofer) eller **0** hvis feltet ikke aksepterer **NULL**-verdier.

MERK: Du kan bruke **underspøringer** til å oppdatere en rad med input fra en annen rad i samme eller en annen tabell i databasen. Noen DBMSer tillater også bruk av ordet FROM for å angi at man oppdaterer en rad med data fra (FROM) en annen tabell. F.eks.

```
UPDATE dept_emp
SET dept_no = (SELECT dept_no FROM departments WHERE dept_name =
'Development')
WHERE dept_no = 'd002'
```

Setningen over oppdaterer tabellen *dept_emp* og endrer feltet *dept_no* til det som returneres ved et oppslag i tabellen *departments* på *dept_name* = 'Development' - men kun for raden som har *dept_no* = 'd002' fra før. Med andre ord, dersom avdelingen Development har byttet avdelingsnummer i tabellen *departments*, blir dette nå oppdatert i tabellen *dept_emp*.

➔ «UPSERT» og MERGE

UPSERT er et uttrykk for en UPDATE som resulterer i en INSERT dersom raden som skal oppdateres ikke finnes fra før, eller omvendt, at vi vil sette inn en ny rad, men det eksisterer allerede en rad med den primærnøkkelen vi forsøker å legge inn, og vi vil la SQL oppdatere denne raden med nye data. I SQL-standard (fra og med SQL 2003) er dette definert som en MERGE mellom den eksisterende og den nye raden. Det er bare Oracle og MS SQL Server som støtter SQL-standardens syntaks for MERGE når denne boken skrives, men MySQL/MariaDB og PostgreSQL har støtte for å utføre en UPSERT gjennom egne syntakser.

I en UPSERT kan vi velge å oppdatere alle eller noen av feltene i den eksisterende raden. Dette kan være en god løsning hvis vi f.eks. skal legge inn nye kontaktdata og er usikker på om kontakten er registrert fra før. Finnes kontakten allerede i databasen, kan vi velge å erstatte telefon, epost e.l. med nyere data (selvfølgelig gitt at data vi legger inn er nyere enn de som ligger der fra før).

Her er noen enkle eksempler på hvordan en «UPSERT» eller MERGE kan se ut med de ulike RDBMSene:

UPSERT med MySQL / MariaDB

MySQL og MariaDB har implementert UPSERT som et valg når vi utfører en INSERT INTO. Vi legger ganske enkelt til nøkkelordene **ON DUPLICATE KEY UPDATE**, og så angir vi hvilke felt vi vil ha oppdatert, slik:

```
INSERT INTO <tabell>
(<felt1>, <felt2>, <felt3>, <felt4>)
VALUES
```

```
(<verdi1>, <verdi2>, <verdi3>, <verdi4>)
ON DUPLICATE KEY UPDATE
  <felt2>=<verdi2>,
  <felt3>=<verdi3>,
  <felt4>=<verdi4>,
```

Du kan velge å oppdatere alle eller noen av feltene i den eksisterende raden. Dette kan være en god løsning hvis du f.eks. skal legge inn nye kontaktdata og er usikker på om kontakten er registrert fra før. Finnes kontakten allerede i databasen, kan du velge å erstatte telefon, epost e.l. med nyere data (selvfølgelig gitt at data du legger inn er nyere enn de som ligger der fra før). Slik kan en UPSERT se ut med MySQL / MariaDB hvis vi f.eks. vil oppdatere feltet *notater* dersom feltet *epost* allerede inneholder verdien *petter@smart.com*:

```
INSERT INTO brukere (epost,notater) VALUES ('petter@smart.com','Oppdatert
i dag') ON DUPLICATE KEY UPDATE notater = 'Oppdatert i dag';
```

UPSERT / MERGE med ORACLE

Oracle bruker nøkkelordet **MERGE** til å utføre en «UPSERT». Vi skal konstruere et lite eksempel for å belyse bruken av MERGE med Oracle. Først oppretter vi en tabell «person», med 4 felt – id, fornavn, etternavn, tel.

```
CREATE TABLE person (id varchar(10) primary key, fornavn varchar(30),
etternavn varchar(30), tel varchar(10)) ;
```

Så setter vi inn noen rader med data i tabellen:

```
INSERT ALL
INTO person (id,fornavn,etternavn,tel) values
('1001','Ola','Normann','12345678')
INTO person (id,fornavn,etternavn,tel) values
('1002','Kari','Normann','12345678')
INTO person (id,fornavn,etternavn,tel) values
('1003','Petter','Normann','87654321')
INTO person (id,fornavn,etternavn,tel) values
('1004','Eva','Normann','98765432')
select 1 from dual;
```

MERK: Vi kan sette inn flere rader med en SQL-setning ved å bruke nøkkelordene **INSERT ALL**, men vi må avslutte med noe å la «select 1 from dual» (slik at det lages en rad som brukes til innsettingen). Dette er en spesialitet som bare Oracle bruker.

Så kopierer vi tabellen til en tabell vi kaller «person_ny», slik:

```
create table person_ny as select * from person;
```

Og deretter endrer vi litt på denne tabellen, slik at den inneholder mer oppdaterte data en den opprinnelige tabellen («person»):

```
INSERT INTO person_ny (id,fornavn,etternavn,tel)
VALUES ('1005','Krister','Petterson','11223344');

UPDATE person_ny SET tel='22222222' where id='1002';

DELETE FROM person_ny WHERE id='1001'
```

Vi har da oppdatert en eksisterende rad og satt inn en ny rad i forhold til den opprinnelige tabellen. De to tabellene ser nå slik ut:

```
select * from person;

1001      Ola          Normann      12345678
1002      Kari          Normann      12345678
1003      Petter        Normann      87654321
1004      Eva           Normann      98765432

select * from person_ny;

1002      Kari          Normann      22222222
1003      Petter        Normann      87654321
1004      Eva           Normann      98765432
1005      Krister       Petterson    11223344
```

Vi kan nå oppdatere tabellen «person» med nye data fra tabellen «person_ny» ved å konstruere en MERGE-setning, slik:

```
MERGE into person p USING person_ny ny
ON (p.id = ny.id)
```

```

WHEN MATCHED THEN UPDATE SET p.fornavn = ny.fornavn, p.etternavn =
ny.etternavn, p.tel = ny.tel
WHEN NOT MATCHED THEN INSERT (id,fornavn,etternavn,tel)
VALUES (ny.id, ny.fornavn, ny.etternavn, ny.tel);

```

Setningen gir oss dette tilbake:

```
4 rows merged.
```

Hvi kan sjekke hva som har skjedd ved å se på innholdet i person-tabellen:

```
SELECT * FROM person;
```

1001	Ola	Normann	12345678
1002	Kari	Normann	22222222
1003	Petter	Normann	87654321
1004	Eva	Normann	98765432
1005	Krister	Petterson	11223344

Vi ser at vi har oppdatert telefon-nummeret til Kari og lagt til en rad for Krister. Men legg merke til at vi ikke har slettet Ola. Den ny tabellen trenger ikke inneholde alle radene i den gamle.

UPSERT med Microsoft SQL Server

SQL-server bruker også nøkkelordet **MERGE** til å lage en «UPSERT». SQL-setningen nedenfor oppdaterer etternavnet til ansatt nummer 500002, og hvis det ikke finnes noen ansatt nummer 500002, settes det inn en ny rad med verdier for den nye ansatte. Setningen bruker funksjonen **getdate()** til å hente dagens dato for feltet *hire_date*.

```

MERGE employees AS e1 USING (SELECT '500002' AS n) as n
ON e1.emp_no = n
WHEN MATCHED THEN UPDATE SET e1.last_name = 'Olsen'
WHEN NOT MATCHED
THEN INSERT (emp_no,first_name,last_name,gender,hire_date,birth_date)
values ('500002','Ola','Nordmann','M',getdate(),'1970-01-01');

```

Du kan også gjøre det på denne måten, men den er litt mindre effektiv: (hvis du bare skal sette inn nye data kan **IF EXISTS** være raskere, men hvis du også skal oppdatere kan **MERGE** være raskere.)

```
IF EXISTS (select emp_no from employees where emp_no='500002')
  UPDATE employees SET last_name = 'Olsen' where emp_no = '500002';
ELSE
  INSERT into employees
  (emp_no,first_name,last_name,gender,hire_date,birth_date)
  VALUES ('500002','Ola','Nordmann','M',getdate(),'1970-01-01');
```

UPSERT med PostgreSQL

PostgreSQL lager en UPSERT ved å legge til nøkkelordene **ON CONFLICT** (<felt>) **DO UPDATE SET** <felt> = **EXCLUDED**.<felt> i en INSERT-setning. Hvis vi for eksempel har en tabell *brukere* som inneholder feltene *epost* og *notater*, hvor feltet *epost* er definert som et unikt felt, kan vi lage en upsert slik:

```
INSERT INTO brukere (epost,notater) VALUES ('petter@smart.com','Oppdatert i dag') ON CONFLICT (epost) DO UPDATE SET notater = EXCLUDED.notater;
```

Setningen over vil sette inn en rad, og hvis epostadressen *petter@smart.com* allerede finnes i tabellen vil denne raden bli oppdatert med en ny verdi - «Oppdatert i dag» - for feltet *notater*.

MERK: PostgreSQL bruker nøkkelordet **EXCLUDED** til å angi at et felt skal oppdateres med en verdi angitt i INSERT-setningen. For eksempel vil **EXCLUDED.notater** angi verdien vi har gitt til feltet *notater* i INSERT-setningen – i eksemplet over er denne verdien setningen 'Oppdatert i dag'.

Hvis vi ikke vil oppdatere eksisterende rader, kan vi i stedet sette inn nøkkelordene **ON CONFLICT** (<felt>) **DO NOTHING**, slik:

```
INSERT INTO brukere (epost,notater) VALUES ('petter@smart.com','Oppdatert i dag') ON CONFLICT (epost) DO NOTHING;
```

➔ Slette data med DELETE og TRUNCATE

Skal du slette en **hel rad** eller **flere hele rader** i en tabell, gjøres dette med DELETE, slik:

```
DELETE FROM Customers
WHERE cust_id = '1000000006';
```

Det er ekstremt viktig at man har med en WHERE-betingelse som angir hvilke rad(er) som skal slettes. Glemmer man dette, slettes **alle** rader i tabellen.

Dersom man *ønsker* å **slette alle rader** i en tabell, gjøres dette mer effektivt med TRUNCATE, slik

```
TRUNCATE TABLE Customers;
```

Du kan gjøre det samme med **DELETE FROM Customers** (uten noen WHERE-betingelse), men da må DBMSen bla gjennom alle radene og slette en og en. Med TRUNCATE tømmes tabellen for data i én operasjon.

MERK: Bruker du TRUNCATE logges tømningen av tabellen også med en linje istedenfor med en linje per rad hvis du bruker DELETE FROM. Det kan bli en stor loggfil hvis du sletter noen millioner rader.

Kapittel 14

Komplekse Datatyper: Arrays, JSON og XML

➔ Komplekse datatyper

Komplekse datatyper er datatyper som kan inneholde mer enn én verdi – som f.eks. lister (arrays), maps, JSON-objekter og XML-dokumenter. Vi skal i dette kapitlet se på hvordan disse håndteres (eller ikke håndteres) i de 4 store RDBMSene. Innledningsvis kan vi slå fast at distribuerte databaser (se del 2 av denne boken) skinner best i håndteringen av disse, men det er mye som tyder på at støtte for dem er på full vei også inn i de tradisjonelle RDBMSene.

➔ Arrays

Arrays er én- eller flerdimensjonale lister. En rad i en SQL-tabell kan sees som et én-dimensjonalt array, og en tabell kan sees som et to-dimensjonalt array. Støtten for array som datatype er ennå ikke utbredt blant de tradisjonelle RDBMSene, siden bruken av dem ofte strider mot normaliserings-paradigmet som ligger til grunn for datamodellene de bygger på. Men en viss støtte finnes.

Arrays med PostgreSQL

PostgreSQL har relativt god støtte for både én- og flerdimensjonelle arrays som datatype, og har også en rekke innebygde funksjoner for å håndtere dem.

Slik oppretter vi en tabell med felt som har arrays uten fastsatt størrelse som datatype. Idéen er å ha et felt med et éndimensjonalt array som kan inneholde flere epostadresser og et felt med et todimensjonalt array som inneholder ukenummer og aktivitet for uken. Slik gjøres det:

```
CREATE TABLE kontakter (  
  id int primary key,  
  fornavn text,  
  etternavn text,
```

```
epost text[]
)
```

Innsetting av elementer i et array

Vi kan sette inn verdier for epost – arrayet på to måter – med krøllklammer, slik:

```
INSERT INTO kontakter (id,fornavn,etternavn,epost) VALUES
(1, 'Donald', 'Duck', '{"donald@disney.com","d.duck@disney.com"}');
```

eller med konstruksjonen **array[<element>]**:

```
INSERT INTO kontakter (id,fornavn,etternavn,epost) VALUES
(2, 'Petter', 'Smart', array['petter.smart@disney.com', 'p.smart@disney.com'])
;
```

MERK: Legg merke til bruken av doble og enkle anførselstegn i de to måtene å angi et array på. Bruker vi array[] - syntaksen skal vi bruke enkle anførselstegn rundt tekst-elementene i arrayet, bruker vi krøllklamme-syntaksen bruker vi enkle rundt hele og doble rundt hvert element.

Tabellen ser nå slik ut:

```
select * from kontakter;

id | fornavn | etternavn | epost
---+-----+-----+-----
 1 | Donald  | Duck      | {donald@disney.com,d.duck@disney.com}
 2 | Petter  | Smart     | {petter.smart@disney.com,p.smart@disney.com}
(2 rows)
```

Søke etter elementer i et array

Vi kan nå f.eks. søke etter kontakter via epost-feltet med tegnet @> (kalles gjerne iskrem-tegnet og står for: inneholder) , slik:

```
SELECT fornavn, etternavn FROM kontakter
WHERE epost @> array['petter.smart@disney.com'];
```

```
fornavn | etternavn
-----+-----
Petter  | Smart
(1 row)
```

Samme resultat kan oppnås ved å bruke nøkkelordet **any**, som angir at vi vil søke etter hvilket som helst element i arrayet som inneholder søkeordet, slik:

```
SELECT fornavn, etternavn FROM kontakter
WHERE 'donald@disney.com' = any(epost);
```

```
fornavn | etternavn
-----+-----
Donald  | Duck
```

MERK: Legg merke til at vi setter søke-frasen først når vi bruker any.

Omvendt rekkefølge gir en feilmelding:

```
SELECT fornavn, etternavn FROM kontakter
WHERE any(epost) = 'donald@disney.com';
```

ERROR: syntax error at or near "any"

Vi kan også liste ut eller søke etter et element i et array etter posisjonen elementet har i arrayet – for eksempel liste ut eller søke i den første eposten i listen, slik:

```
SELECT fornavn, etternavn, epost[1] FROM kontakter;
```

```
fornavn | etternavn |          epost
-----+-----+-----
Donald  | Duck      | donald@disney.com
Petter  | Smart     | petter.smart@disney.com
(2 rows)
```

```
SELECT fornavn, etternavn FROM kontakter
WHERE epost[1] = 'donald@disney.com';
```

```
fornavn | etternavn
-----+-----
Donald  | Duck
(1 row)
```

MERK: PostgreSQL arrays er indeksert med 1 som første element, i motsetning til mange språk hvor arrays er null-indekserte.

Oppdatering og sletting av elementer i et array:

Vi kan oppdatere et element i et array ved å referere til elementets posisjon:

```
UPDATE kontakter SET epost[2] = 'd.d@disney.com' WHERE id = 1;

select * from kontakter where id=1;

id | fornavn | etternavn | epost
---+-----+-----+-----
1  | Donald  | Duck      | {donald@disney.com,d.d@disney.com}
```

og vi kan legge til en epost til med sammenskjøtings-tegnet (||), slik:

```
UPDATE kontakter
SET epost = epost || array['donald@.duck.com'] where id = 1;

select * from kontakter where id=1;

id | fornavn | etternavn | epost
---+-----+-----+-----
1  | Donald  | Duck      | {donald@disney.com,d.d@disney.com,donald@.duck.com}
```

Operander og funksjoner for arrays i PostgreSQL

PostgreSQL har et knippe hendige operander og funksjoner for å behandle arrays. Her er en oversikt sakset fra dokumentasjonen til versjon 10:

Array-operander

Operand	Beskrivelse	Eksempel	Resultat
=	equal	ARRAY[1.1,2.1,3.1)::int[] = ARRAY[1,2,3]	t

Operand	Beskrivelse	Eksempel	Resultat
<>	not equal	ARRAY[1, 2, 3] <> ARRAY[1, 2, 4]	t
<	less than	ARRAY[1, 2, 3] < ARRAY[1, 2, 4]	t
>	greater than	ARRAY[1, 4, 3] > ARRAY[1, 2, 4]	t
<=	less than or equal	ARRAY[1, 2, 3] <= ARRAY[1, 2, 3]	t
>=	greater than or equal	ARRAY[1, 4, 3] >= ARRAY[1, 4, 3]	t
@>	contains	ARRAY[1, 4, 3] @> ARRAY[3, 1]	t
<@	is contained by	ARRAY[2, 7] <@ ARRAY[1, 7, 4, 2, 6]	t
&&	overlap (have elements in common)	ARRAY[1, 4, 3] && ARRAY[2, 1]	t
	array-to-array concatenation	ARRAY[1, 2, 3] ARRAY[4, 5, 6]	{1, 2, 3, 4, 5, 6}
	array-to-array concatenation	ARRAY[1, 2, 3] ARRAY[[4, 5, 6], [7, 8, 9]]	{{1, 2, 3}, {4, 5, 6}, {7, 8, 9}}
	element-to-array concatenation	3 ARRAY[4, 5, 6]	{3, 4, 5, 6}
	array-to-element concatenation	ARRAY[4, 5, 6] 7	{4, 5, 6, 7}

Array-funksjoner

Funksjon	Retur-type	Beskrivelse	Eksempel	Resultat
array_append(anyarray, anyelement)	anyarray	append an element to the end of an array	array_append(ARRAY[1, 2], 3)	{1,2,3}
array_cat(anyarray, anyarray)	anyarray	concatenate two arrays	array_cat(ARRAY[1,2,3], ARRAY[4,5])	{1,2,3,4,5}
array_ndims(anyarray)	int	returns the number of dimensions of the array	array_ndims(ARRAY[[1, 2, 3], [4, 5, 6]])	2
array_dims(anyarray)	text	returns a text representation of array's dimensions	array_dims(ARRAY[[1, 2, 3], [4, 5, 6]])	[1:2][1:3]
array_fill(anyelement, int[] [, int[]])	anyarray	returns an array initialized with supplied value and dimensions, optionally with lower bounds other than 1	array_fill(7, ARRAY[3], ARRAY[2])	[2:4]={7,7,7}
array_length(anyarray, int)	int	returns the length of the requested array dimension	array_length(array[1,2,3], 1)	3
array_lower(anyarray, int)	int	returns lower bound of the requested array dimension	array_lower(['0:2]={1,2,3}':int[], 1)	0
array_position(anyarray, anyelement [, int])	int	returns the subscript of the first occurrence of the second argument in the array, starting at the element indicated by the third argument or at the	array_position(ARRAY['sun','mon','tue','wed','thu','fri','sat','mon'])	2

Funksjon	Retur-type	Beskrivelse	Eksempel	Resultat
		first element (array must be one-dimensional)		
array_positions(anyarray, anyelement)	int[]	returns an array of subscripts of all occurrences of the second argument in the array given as first argument (array must be one-dimensional)	array_positions(ARRAY['A','A','B','A'], 'A')	{1,2,4}
array_prepend(anyelement, anyarray)	anyarray	append an element to the beginning of an array	array_prepend(1, ARRAY[2,3])	{1,2,3}
array_remove(anyarray, anyelement)	anyarray	remove all elements equal to the given value from the array (array must be one-dimensional)	array_remove(ARRAY[1,2,3,2], 2)	{1,3}
array_replace(anyarray, anyelement, anyelement)	anyarray	replace each array element equal to the given value with a new value	array_replace(ARRAY[1,2,5,4], 5, 3)	{1,2,3,4}
array_to_string(anyarray, text [, text])	text	concatenates array elements using supplied delimiter and optional null string	array_to_string(ARRAY[1, 2, 3, NULL, 5], ',', '*')	1,2,3,*,5
array_upper(anyarray, int)	int	returns upper bound of the requested array dimension	array_upper(ARRAY[1, 8,3,7], 1)	4
cardinality(anyarray)	int	returns the total number of elements in the array, or 0 if the array is empty	cardinality(ARRAY[[1,2],[3,4]])	4
string_to_array(text, text [, text])	text[]	splits string into array elements using supplied delimiter and optional null string	string_to_array('xx~^~yy~^~zz', '~^~^', 'yy')	{xx,NULL,zz}
unnest(anyarray)	setof anyelement	expand an array to a set of rows	unnest(ARRAY[1,2])	<div>1</div> <div>2</div> <div>(2 rows)</div>
unnest(anyarray, anyarray [, ...])	setof anyelement, anyelement [, ...]	expand multiple arrays (possibly of different types) to a set of rows. This is only allowed in the FROM clause; see Section 7.2.1.4	unnest(ARRAY[1,2],ARRAY['foo','bar','baz'])	<div>1 foo</div> <div>2 bar</div> <div>NULL</div> <div>baz</div> <div>(3 rows)</div>

➔ JSON

JSON står for JavaScript Object Notation (evt. JavaScript Simple Object Notation, avhengig av hvem du spør) og er en enkel og stadig mer populær notasjon for å serialisere JavaScript-objekter. JSON ble utviklet av Douglas Crockford, som er en ivrig deltaker på JavaScript-fora (samt på www.crockford.com) og har en intuitiv og lett forståelig syntaks for å notere nøkkel-verdi par, hvor verdien kan være tekst, tall et array eller et under-objekt. Vi skal se på hvordan de ulike RDBMSene håndterer JSON-dokumenter som datatype og hvordan man kan søke i dem med egne funksjoner laget for bruk med JSON som datatype i SQL.

JSON med PostgreSQL

PostgreSQL har JSON som en egen datatype, kombinert med et sett med JSON-relaterte funksjoner. I tillegg er det støtte for JSONB, dvs. binær JSON, som også er en egen datatype med et tilsvarende sett funksjoner.

La oss se på noen eksempler: Først oppretter vi en tabell med et par JSONB-kolonner (siden JSONB lagres mer effektivt enn ren JSON):

```
create table blogg (
  id int primary key generated by default AS identity,
  innlegg jsonb,
  kommentarer jsonb
);
```

Vi kan strukturere som JSON-objektene til innleggene slik, for enkelhets skyld:

```
{
  "id": 1,
  "tittel": "Nytt blogginnlegg",
  "body": "Dette er teksten til et nytt blogginnlegg"
}
```

og kommentarene som et array av JSON-objekter med denne strukturen:

```
[{
  "id": 1,
  "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 1"
},
{
  "id": 2,
```



```
"kommentar": "Dette er teksten til kommentar 2"
}]
```

Så setter vi inn et par rader med JSON-objektene i tabellen:

```
INSERT INTO blogg (innlegg, kommentarer) VALUES
(
  '{"id":1,"tittel":"Nytt blogginnlegg","body":"Dette er teksten til et nytt
  blogginnlegg"}',
  '["id":1,"kommentar":"Dette er teksten til kommentar 1"]]'
);

INSERT INTO blogg (innlegg, kommentarer) VALUES
(
  '{"id":2,"tittel":"Enda et nytt blogginnlegg","body":"Dette er teksten til
  enda et nytt blogginnlegg"}',
  '["id":1,"kommentar":"Dette er teksten til kommentar 1"},
  {"id":2,"kommentar":"Dette er teksten til kommentar 2"}]'
);
```

Vi kan se hvordan dokumentene ser ut med:

```
select innlegg from blogg;

                                innlegg
-----
{"id": 1, "body": "Dette er teksten til et nytt blogginnlegg", "tittel": "Nytt blogginnlegg"}
{"id": 2, "body": "Dette er teksten til enda et nytt blogginnlegg", "tittel": "Enda et nytt blogginnlegg"}
(2 rows)

select kommentarer from blogg;

                                kommentarer
-----
[{"id": 1, "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 1"}]
[{"id": 1, "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 1"}, {"id": 2, "kommentar": "Dette er teksten til
kommentar 2"}]
```

Vi kan bruke funksjonen **jsonb_pretty()** til å vise strukturen til JSON-objektene bedre:

```
select jsonb_pretty(innlegg) as innlegg from blogg;

                                innlegg
-----
{
  "id": 1,
  "body": "Dette er teksten til et nytt blogginnlegg",
  +
  +
  +
```

```

    "tittel": "Nytt blogginnlegg"
  }
  {
    "id": 2,
    "body": "Dette er teksten til enda et nytt blogginnlegg",
    "tittel": "Enda et nytt blogginnlegg"
  }

```

(2 rows)

```
select jsonb_pretty(kommentarer) as kommentarer from blogg;
```

```

                                kommentarer
-----
[
  {
    "id": 1,
    "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 1"
  }
]
[
  {
    "id": 1,
    "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 1"
  },
  {
    "id": 2,
    "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 2"
  }
]
(2 rows)

```

Neste oppgave er å søke i JSONB-feltene. PostgreSQL har egne operander for dette formålet:

Operand	Riktig Operand-type	Beskrivelse	Eksempel	Resultat
->	int	Get JSON array element (indexed from zero, negative integers count from the end)	'[{"a": "foo"}, {"b": "bar"}, {"c": "baz"}]'::json->2	{"c": "baz"}
->	text	Get JSON object field by key	'{"a": {"b": "foo"}}'::json->'a'	{"b": "foo"}
->>	int	Get JSON array element as text	'[1, 2, 3]'::json->>2	3
->>	text	Get JSON object field as text	'{"a": 1, "b": 2}'::json->>'b'	2

Operand	Riktig Operand-type	Beskrivelse	Eksempel	Resultat
#>	text[]	Get JSON object at specified path	'{"a": {"b":{"c": "foo"}}}'::json#>' {a,b}'	{"c": "foo"}
#>>	text[]	Get JSON object at specified path as text	'{"a": [1,2,3], "b": [4,5,6]}'::json#>>' {a,2}'	3

Vi kan bruke operanden -> til å hente elementer fra JSON-felt eller JSONB-felt som tekst, f.eks. slik:

```
select innlegg->'tittel' as tittel from blogg;

      tittel
-----
"Nytt blogginnlegg"
"Enda et nytt blogginnlegg"
(2 rows)
```

Og vi kan bruker operanden ->> til å hente et element fra et JSON eller JSONB array:

```
select innlegg->'tittel' as tittel, (kommentarer->>0)::json->'kommentar'
as kommentar1, (kommentarer->>1)::json->'kommentar' as kommentar2 from
blogg;

-[ RECORD 1 ]-----
tittel      | "Nytt blogginnlegg"
kommentar1  | "Dette er teksten til kommentar 1"
kommentar2  |
-[ RECORD 2 ]-----
tittel      | "Enda et nytt blogginnlegg"
kommentar1  | "Dette er teksten til kommentar 1"
kommentar2  | "Dette er teksten til kommentar 2"
```

MERK: Vi må konvertere uttrykkene (kommentarer->>0) og (kommentar->>1) til json med konstruksjonen **(kommentar->>0)::json** før vi kan konvertere den til tekst. Legg også merke til at JSON-arrays er 0-indekserte, i motsetning til PostgreSQL arrays hvor første element har indeks 1.

Operander som kun gjelder for JSONB

PostgreSQL har et eget sett med operander for JSONB:

Operand	Riktig Operand-type	Beskrivelse	Eksempel
@>	jsonb	Does the left JSON value contain the right JSON path/value entries at the top level?	'{"a":1, "b":2}'::jsonb @> '{"b":2}'::jsonb
<@	jsonb	Are the left JSON path/value entries contained at the top level within the right JSON value?	'{"b":2}'::jsonb <@ '{"a":1, "b":2}'::jsonb
?	text	Does the <i>string</i> exist as a top-level key within the JSON value?	'{"a":1, "b":2}'::jsonb ? 'b'
?	text[]	Do any of these array <i>strings</i> exist as top-level keys?	'{"a":1, "b":2, "c":3}'::jsonb ? array['b', 'c']
?&	text[]	Do all of these array <i>strings</i> exist as top-level keys?	'["a", "b"]'::jsonb ?& array['a', 'b']
	jsonb	Concatenate two jsonb values into a new jsonb value	'["a", "b"]'::jsonb ['c', 'd']::jsonb
-	text	Delete key/value pair or <i>string</i> element from left operand. Key/value pairs are matched based on their key value.	'{"a": "b"}'::jsonb - 'a'
-	text[]	Delete multiple key/value pairs or <i>string</i> elements from left operand. Key/value pairs are matched based on their key value.	'{"a": "b", "c": "d"}'::jsonb - '{a,c}'::text[]
-	integer	Delete the array element with specified index (Negative integers count from the end). Throws an error if top level container is not an array.	'["a", "b"]'::jsonb - 1
#-	text[]	Delete the field or element with specified path (for JSON arrays, negative integers count from the end)	'["a", {"b":1}]'::jsonb #- '{1,b}'

Vi kan f.eks. bruke **iskrem-tegnet** (@>) til å søke i topp-elementene i JSONB-felt slik:

```
SELECT innlegg->'body' AS bloggtekst FROM blogg
WHERE innlegg @> '{"tittel":"Enda et nytt blogginnlegg"}';

           bloggtekst
-----
"Dette er teksten til enda et nytt blogginnlegg"
```

Merk: Tegnet @> kan her tolkes som: «**inneholder JSON-element**»

PostgreSQL har en lang liste med **funksjoner for å konvertere til og fra JSON og JSONB**. Her er en lenke til dokumentasjonen for versjon 10: <https://www.postgresql.org/docs/10/static/functions-json.html>

Vi kan for eksempel hente ut de enkelte elementene i et JSONB-array med funksjonen `jsonb_array_elements()`, slik:

```
select jsonb_array_elements(kommentarer) as kommentarer from blogg where
id=2;

               kommentarer
-----
{"id": 1, "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 1"}
{"id": 2, "kommentar": "Dette er teksten til kommentar 2"}
```

Hvis vi kun vil ha kommentar-tekstene, kan vi hente dem slik:

```
select jsonb_array_elements(kommentarer)->'kommentar' as kommentarer from
blogg where id=2;

               kommentarer
-----
"Dette er teksten til kommentar 1"
"Dette er teksten til kommentar 2"
```

➔ XML

XML med MS SQL Server

SQL Server har relativt god støtte for XML. Vi kan for eksempel hente ut data fra en tabell formatert som XML med nøkkelordene: **FOR XML** etterfulgt av ett av disse valgene: **RAW**, **AUTO**, **EXPLICIT** eller **PATH**.

RAW produserer et enkelt `<row>`-element per rad i tabellen som SELECT-setningen returnerer.

AUTO nøster hierarkiske data i resultat-tabellen til XML ut fra spesifikasjonene i SELECT-setningen. Med dette valget har man minimalt med kontroll over hvordan XML-dokumentet blir seende ut.

EXPLICIT gir mer kontroll over XML-resultatet. Man kan f.eks. blande attributter og elementer etter ønske, nøste komplekse egenskaper mm. Dette er imidlertid også det mest krevende valget å bruke.

PATH sammen med nøstede FOR XML -spøringer gir fleksibilitet til EXPLICIT, men er enklere å bruke.

Under er et par eksempler med bruk av FOR XML PATH

FOR XML PATH

SQL-setningen nedenfor bruker FOR XML PATH til å hente ut ansattnummer, fornavn, etternavn og kjønn til de ansatte (begrenset til de 2 første radene med TOP 2) og gir resultatet formatert med et element <ansatt> for hver ansatt, emp_no som attributt og de andre feltene som elementer - og med alle ansatte satt under et rot-element: <ansatte>:

```
SELECT TOP 2
emp_no '@emp_no', first_name, last_name, gender
FROM employees
FOR XML PATH('ansatt'), root('ansatte');
```

Vi bruker et alias som starter med en @ for å angi at denne kolonnen skal skrives som et attributt, og ikke et element i XML-dokumentet. Ved å sette en tekst (her: 'ansatt') inne i parentes etter PATH, får hvert element i dokumentet (dvs. hver rad fra tabellen) navnet ansatt, og ved å sette teksten 'ansatte' i parentes etter nøkkelordet root, settes det et element med navn ansatte som et rot-element rundt alle elementene, slik at sluttresultatet blir et gyldig XML-dokument.

Slik vil resultatet av setningen over se ut:

```
<ansatte>
  <ansatt emp_no="10001">
    <first_name>Georgi</first_name>
    <last_name>Facello</last_name>
    <gender>M</gender>
  </ansatt>
  <ansatt emp_no="10002">
    <first_name>Bezalel</first_name>
    <last_name>Simmel</last_name>
    <gender>F</gender>
  </ansatt>
</ansatte>
```

Her er en litt mer kompleks spørring, med en underspørring som også henter ut lønnshistorikken for hver ansatt:

```
SELECT top 2 emp_no '@emp_no', first_name, last_name, gender,
(select year(to_date) as '@year', salary as '@salary' FROM salaries
WHERE emp_no = employees.emp_no FOR XML PATH('salaries'), TYPE)
FROM employees
FOR XML PATH('ansatt'), root('ansatte');
```

Setningen over gir dette resultatet:

```
<ansatte>
  <ansatt emp_no="10001">
    <first_name>Georgi</first_name>
    <last_name>Facello</last_name>
    <gender>M</gender>
    <salaries year="1987" salary="60117"/>
    <salaries year="1988" salary="62102"/>
    <salaries year="1989" salary="66074"/>
    <salaries year="1990" salary="66596"/>
    <salaries year="1991" salary="66961"/>
    <salaries year="1992" salary="71046"/>
    <salaries year="1993" salary="74333"/>
    <salaries year="1994" salary="75286"/>
    <salaries year="1995" salary="75994"/>
    <salaries year="1996" salary="76884"/>
    <salaries year="1997" salary="80013"/>
    <salaries year="1998" salary="81025"/>
    <salaries year="1999" salary="81097"/>
    <salaries year="2000" salary="84917"/>
    <salaries year="2001" salary="85112"/>
    <salaries year="2002" salary="85097"/>
    <salaries year="9999" salary="88958"/>
  </ansatt>
  <ansatt emp_no="10002">
    <first_name>Bezalel</first_name>
    <last_name>Simmel</last_name>
    <gender>F</gender>
    <salaries year="1997" salary="65828"/>
    <salaries year="1998" salary="65909"/>
    <salaries year="1999" salary="67534"/>
    <salaries year="2000" salary="69366"/>
    <salaries year="2001" salary="71963"/>
    <salaries year="9999" salary="72527"/>
  </ansatt>
</ansatte>
```

Vi brukte nøkkelordet TYPE i underspørringen for å angi at salaries skal listes som underelementer under elementet ansatt.

Kapittel 15

Geometriske og Geografiske data

➔ Geometriske datatyper

Alle de 4 RDBMSene som omfattes av denne boken har støtte for håndtering av geografiske og geometriske data. Dette gjøres gjennom at data for et spatialt område legges inn med lengde- og breddegrad og f.eks. defineres som et punkt, en linje eller et polygon

Hvis data er definert som et punkt, kan man søke opp data som ligger innenfor eller utenfor en bestemt radius fra punktet, f.eks. som svar på problemstillingen: «Finn pizzarestauranter som ligger innenfor 300 meter fra der jeg står nå». Data definert som et polygon kan inneholde koordinatene til bydel Grünerløkka i Oslo, og så kan man søke opp alle skobutikker som ligger i den bydelen, og data definert som en multilinje kan inneholde koordinatene til Ring 3 – slik at vi kan finne veier som krysser Ring 3, som ligger sør eller nord for Ring 3 osv.

Her er litt om hvordan «de fire store» takler slike problemstillinger:

Geografiske og geometriske data med MS SQL Server

Microsoft SQL Server skiller mellom to hoved-datatyper for stedsanvisninger: Geografiske og Geometriske.

Datatypen **geometry** brukes til å representere data i et Euclidisk (flatt) koordinatsystem.

- Datatypen **geography** brukes til å representere data i et jordklode-koordinatsystem.

Begge datatypene er implementert som .NET **common language runtime (CLR)** datatyper i MS SQL Server.

MS SQL Server deler inn spatiale data i følgende undertyper:

- Point
- LineString
- CircularString
- CompoundCurve
- Polygon
- CurvePolygon
- MultiPoint
- MultiLineString
- MultiPolygon
- GeometryCollection

Datotypen Geography

Datotypen **geography** er predefinert og tilgjengelig for alle databaser. Man kan opprette kolonner med datatype **geography** og legge inn og hente frem geografiske data på samme måte som med andre datatyper.

Her er et eksempel på hvordan et punkt (point) kan brukes innenfor geografi og geometri (sakset fra Microsofts dokumentasjon til SQL Server) :

Point Geography Data Type

The Point type for the geography data type represents a single location where *Lat* represents latitude and *Long* represents longitude. The values for latitude and longitude are measured in degrees. Values for latitude always lie in the interval $[-90, 90]$, and values that are inputted outside this range will throw an exception. Values for longitude always lie in the interval $(-180, 180]$, and values inputted outside this range are wrapped around to fit in this range. For example, if 190 is inputted for longitude, then it will be wrapped to the value -170. *SRID* represents the spatial reference ID of the **geography** instance that you wish to return.

Point Geometry Data Type

The Point type for the geometry data type represents a single location where *X* represents the X-coordinate of the Point being generated and *Y* represents the Y-coordinate of the Point being generated. *SRID* represents the spatial reference ID of the **geometry** instance that you wish to return.

Eksempler

I det første eksemplet nedenfor oppretter vi en tabell med en identity-kolonne og en kolonne med datatypen geography: GeogCol1. En tredje kolonne omdanner geography-kolonnen til dens **Open Geospatial Consortium (OGC) Well-Known Text (WKT)** - representasjon, og bruker metoden **STAsText()**. To rader settes så inn i tabellen: en rad inneholder en **LineString** undertype av geography, og den andre raden inneholder undertypen **Polygon**.

```
CREATE TABLE SpatialTable
( id int IDENTITY (1,1),
  GeogCol1 geography,
  GeogCol2 AS GeogCol1.STAsText() );
GO

INSERT INTO SpatialTable (GeogCol1)
VALUES (geography::STGeomFromText('LINESTRING(-122.360 47.656, -122.343
47.656 )', 4326));

INSERT INTO SpatialTable (GeogCol1)
VALUES (geography::STGeomFromText('POLYGON((-122.358 47.653 , -122.348
47.649, -122.348 47.658, -122.358 47.658, -122.358 47.653))', 4326));
GO
```

Eksemplet nedenfor bruker metoden **STIntersection()** for å hente punktene hvor de to geografiske feltene krysser hverandre.

```
DECLARE @geog1 geography;
DECLARE @geog2 geography;
DECLARE @result geography;

SELECT @geog1 = GeogCol1 FROM SpatialTable WHERE id = 1;
SELECT @geog2 = GeogCol1 FROM SpatialTable WHERE id = 2;
SELECT @result = @geog1.STIntersection(@geog2);
SELECT @result.STAsText();

Resultat:

LINESTRING (-122.358000000000017 47.656000130337446, -122.348000000000006
47.656000260674908)
```

Eksempel 2 – byer som punkter

I det neste eksemplet lager vi en enkel tabell hvor noen norske byer legges inn med navn og sted - som punkter med lengde- og breddekoordinater, og så regner vi ut avstanden mellom dem.

```
create table geotest (
  id int primary key identity,
  navn nvarchar(20),
  sted geography,
  sted_tekst AS sted.STAsText()
);

insert into geotest (navn, sted) values
('Oslo', geography::Parse('POINT(59.911491 10.757933)')),
('Sarpsborg', geography::Parse('POINT(59.284073 11.10940)')),
('Stavanger', geography::Parse('POINT(58.969975 5.733107)')),
('Tromsø', geography::Parse('POINT(69.650253 18.995115)'));

select * from geotest;
```

Resultat:

id	navn	sted	sted_tekst
1	Oslo	0xE6100000010C4B1E4FCB0F84254096CCB1BCABF44D40	POINT (59.911491 10.757933)
2	Sarpsborg	0xE6100000010C645DDC46033826409B560A815CA44D40	POINT (59.284073 11.1094)
3	Stavanger	0xE6100000010CECDF599B3EE164003780B24287C4D40	POINT (58.969975 5.733107)
4	Tromsø	0xE6100000010C50C24CDBBFFE32400F48C2BE9D695140	POINT (69.650253 18.995115)

```
go

declare @o geography;
declare @s geography;
set @o = (select sted from geotest where navn='Oslo');
set @s = (select sted from geotest where navn='Sarpsborg');
Select @o.STDistance(@s) as avstand;

go
```

Resultat:

avstand
78836,6946764731

Som vi ser er det ca. 79 kilometer fra Oslo til Sarpsborg – i luftlinje.

Oversikt over OGC-metoder som støttes av SQL Server

Microsoft SQL Server støtter disse metodene fra OGC (Open Geospatial Consortium) :

- [STArea](#)
- [STAsBinary](#)
- [STAsText](#)
- [STBuffer](#)
- [STCurveN \(geography Data Type\)](#)
- [STCurveToLine \(geography Data Type\)](#)
- [STDifference](#)
- [STDimension](#)
- [STDisjoint](#)
- [STDistance](#)
- [STEndpoint](#)
- [STEquals](#)
- [STGeometryN](#)
- [STGeometryType](#)
- [STIntersection](#)
- [STIntersects](#)
- [STIsClosed](#)
- [STIsEmpty](#)
- [STIsValid](#)
- [STLength](#)
- [STNumCurves \(geography Data Type\)](#)
- [STNumGeometries](#)
- [STNumPoints](#)
- [STPointN](#)
- [STSrid](#)

- [STStartPoint](#)
- [STSymDifference](#)
- [STUnion](#)

Del 2

Distribuerte Databaser

Kapittel 16

Introduksjon til

Distribuerte databaser

➔ Hva er distribuerte databaser?

Relasjonelle databaser har tradisjonelt hatt en hovedbegrensning: Programvare og data lever på en og bare en server. Det betyr at man må **skalere opp** når det begynner å gå tregt, dvs. bruke mer minne, raskere prosessor, raskere disk osv. Det betyr også at man til slutt når et tak, hvor det enten blir uforholdsmessig dyrt eller fysisk umulig å skalere videre.

Med distribuerte databaser lever både programvaren og data på flere servere som kommuniserer med hverandre. Det vil si at man kan **skalere ut**, dvs. legge til en server til (eller to) når det begynner å gå tregt, eller det rett og slett ikke er plass til data på en harddisk. Man drar nytte av alle servernes minne og prosessorkraft og data splittes opp - «shardes» - slik at de kan lagres over flere maskiner, og man kan dermed håndtere databaser på petabyte-nivå.

Det er en mengde egne problemstillinger knyttet til distribuerte database, og blant annet har det vært vanskelig å implementere relasjonsmodellen, slik at f.eks. avanserte joins mellom mange tabeller har vært enten umulig eller tatt uforholdsmessig lag tid. Men dette er i ferd med å bedre seg, og vi skal se på noen teknologier som er i ferd med å etablere seg som sterke kandidater for distribuerte databaser hvor man også kan bruke SQL.

➔ Hva er NoSQL?

NoSQL var opprinnelig et uttrykk som beskrev en gruppe distribuerte databaser som ikke brukte relasjonsmodellen og ikke hadde støtte for SQL. Relasjonsmodellen ble laget på en tid hvor to forutsetninger var førende: 1) Datalagring var dyrt og 2) Dobbeltlagring var en sannsynlig feilkilde. I dag er lagring billig, og man taster sjelden inn data manuelt, slik at det er liten eller ingen økning i antall feil om man lagrer data ett eller 20 steder.

NoSQL-databaser skiller seg klart fra relasjonelle databaser ved at data lagres flere ganger. Istedenfor å strukturere en database etter relasjonsmodellen, og så kunne bruke den til alle typer søk (selv om kanskje

noen søk går veldig tregt), strukturerer man heller databasen med en tabell for hver type søk. Dette innebærer en helt annen måte å tenke database på – man definerer først hvilke søk som databasen skal støtte, og så lager man tabeller tilpasset disse søkene. Endrer søkemønstret seg, endrer man tabellene. Det er dermed ikke uvanlig at samme data lagres 10-20 ganger i ulike tabeller tilpasset ulike søk. En av fordelene med denne typen «denormale» databaser er at man unngår kostbare joins.

Med distribuerte databaser blir gevinsten enda større, siden distribuering som regel innebærer at lesing av data er mer kostbart (tar lenger tid) enn skriving av data. Det er ganske enkelt fordi data gjerne lagres på én node i klyngen, som så replikerer over til andre noder, mens ved lesing kan det hende at data er splittet over flere noder, slik at et søk, og ikke minst en join, ofte må hente data fra en rekke ulike servere og sette dem sammen til et søkeresultat. Det krever nettrafikk og koordinering, som tar tid og ressurser.

➔ Brewers CAP-teorem

Eric Brewer lanserte sitt CAP-teorem i 2000, mens han arbeidet ved Berkeley. Teoremet postulerer at innenfor et stort, distribuert datasystem vil det være tre betingelser med et glidende avhengighetsforhold: **Konsistens, Tilgjengelighet og Partisjons-toleranse.**

Konsistens

Alle databasens klienter vil få tilbake samme verdi for samme spørring, selv med samtidige oppdateringer

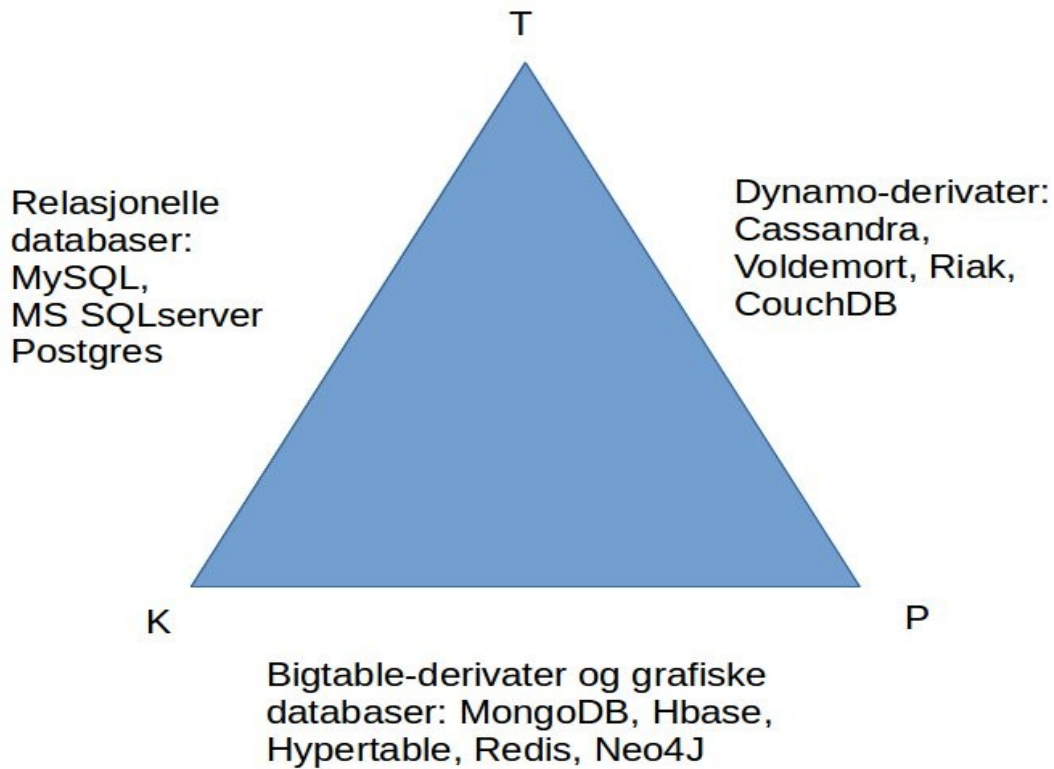
Tilgjengelighet

Alle databasens klienter vil alltid være i stand til å lese og skrive data.

Partisjons-toleranse

Databasen kan deles over flere maskiner og den kan fortsette å fungere selv om nettverket bryter sammen. Brewers teorem sier at **i et gitt system kan man bare ha full støtte for to av disse tre.** Dette er på en måte analogt til det man av og til hører innen programvareutvikling: “Du kan få den med god kvalitet, du kan få den rask, du kan få den billig; velg to.” Vi må velge mellom dem på grunn av denne glidende gjensidige utelukkingen. Jo mer konsistent et system må være, for eksempel, jo mindre partisjons-tolerant vil det antagelig være, hvis man ikke minsker kravene til tilgjengeligheten.

CAP-teoremet ble formelt bevist av Seth Gilbert og Nancy Lynch ved MIT i 2002. Når det gjelder distribuerte systemer, er det imidlertid sannsynlig at man vil ha nettverks-partisjonering og at maskiner vil feile på et tidspunkt slik at andre maskiner blir utilgjengelige. Tap av datapakker er også tilnærmet uunngåelig. Dermed blir konklusjonen at et distribuert system må tilstrebe å være Partisjons-tolerant - dvs, fortsette å fungere ved nettverksfeil. Og det gjør at vi i realiteten bare har to ting å velge mellom: Tilgjengelighet og Konsistens.



Relasjonelle databaser befinner seg et sted på linjen mellom Konsistens og Tilgjengelighet - noe som betyr at de kan feile hvis nettverket bryter sammen (inkludert hvis en kabel ødelegges). Dette oppnås typisk ved å definere en enkel master server, eller et array av servere som i seg selv ikke har tilstrekkelige innebygde mekanismer for å fortsette å fungere hvis nettverket brytes opp.

Grafiske databaser, som f.eks. Neo4J og databaser avledet (i det minste delvis) fra designet til Googles Bigtable database (slik som MongoDB, HBase, Hypertable og Redis) har alle mer fokus på Konsistens og Partisjons-toleranse og noe mindre på Tilgjengelighet.

Til slutt har vi databaser som er avledet av designet til Amazons Dynamo, inkludert Cassandra, Project Voldemort, CouchDB og Riak. Disse har mer fokus på Tilgjengelighet og Partisjons-toleranse og noe mindre på Konsistens.

➔ Hva betyr dette i praksis?

A. Man befinner seg langs akse Konsistens og Tilgjengelighet (KT, eller CA)

Støtter databasen primært Konsistens og Tilgjengelighet, betyr det man mest sannsynlig brukes en to-

trinns skrivemetode (two-phase commit) for distribuerte transaksjoner. Det betyr at systemet vil hindre at en nettverks-partisjonering inntreffer, og for å få til dette kan systemet bli begrenset til en enkelt datasenter-klynge. Hvis databasens applikasjoner klarer seg med dette skaleringsnivået, er dette relativt enkelt å håndtere med kjente relasjonelle databasesystemer.

B. Man befinner seg langs akse Konsistens og Partisjons-toleranse (KP, eller CP)

For primært å støtte Konsistens og Partisjons-toleranse kan arkitekturen videreutvikles til å skalere ved å sette opp data shards. Data vil være konsistente, men man har fremdeles en risiko for at noen data blir utilgjengelige hvis noder i nettverket går ned.

C. Man befinner seg langs akse Tilgjengelighet og Partisjons-toleranse (TP, eller AP)

Hvis systemet primært støtter Tilgjengelighet og Partisjons-toleranse, kan systemet returnere unøyaktige data, men det vil alltid være tilgjengelig, selv hvis nettverks-partisjonering inntreffer. DNS er kanskje det mest populære eksemplet på et system som er massivt skalerbart, har høy tilgjengelighet og er partisjons-tolerant.

BASE erstatter ACID

Det er problematisk å få en distribuert database til å oppfylle ACID-kravene (ref. Kapittel 1). Derfor har mange distribuerte databaser heller tatt sikte på å oppfylle kravene i BASE-akronymet.

BASE står for dette:

Basic Availability. Dette fokuserer på tilgjengeligheten av data, selv ved feil i flere ledd.

Tilgjengeligheten oppnås ved å bruke en distribuert tilnærming til database management. Distribuerte databaser sprer data over flere lagrings-systemer og bruker en høy grad av replikering. Hvis en hard-disk feiler eller en linje går ned, vil dermed sjansen minimeres for at data går tapt eller blir utilgjengelige.

Soft State. BASE databases abandon the consistency requirements of the ACID model pretty much completely. One of the basic concepts behind BASE is that data consistency is the developer's problem and should not be handled by the database.

Eventual Consistency. The only requirement that NoSQL databases have regarding consistency is to require that at some point in the future, data will converge to a consistent state. No guarantees are made, however, about when this will occur. That is a complete departure from the immediate consistency requirement of ACID that prohibits a transaction from executing until the prior transaction has completed and the database has converged to a consistent state.

The BASE model isn't appropriate for every situation, but it is certainly a flexible alternative to the ACID model for databases that don't require strict adherence to a relational model.

Kapittel 17

Apache Hive og HiveQL

➔ Apache Hive

Apache Hive ble opprinnelig utviklet av Facebook for å kunne bruke et SQL-liknende språk til spørringer i store, distribuerte datasett. Hive er med tiden blitt en defacto standard for distribuerte datavarehus og brukes nå av en rekke kjente firmaer, fra Facebook, CNET og Scribd til Netflix og Last.fm.

En av spesialitetene til Hive er at tabellstrukturen ikke må defineres når man lagrer data («schema on write»), men når man leser dem tilbake («schema on read»). Det vil si at vi kan kjøre SQL mot data allerede lagret i f.eks. Komma- eller tabulator-separerte tekstfiler, så lenge vi definerer en tabell med en struktur som tilsvarer de lagrede dataene. Andre populære lagringsformater som Hive kan håndtere er Avro, Parquet og Hbase.

➔ Hive QL

HiveQL ble utviklet hos Facebook for å gjøre det enklere for ansatte med SQL-kompetanse å kjøre spørringer mot store data lagret i Hadoop-klynger. Til å begynne med inneholdt HiveQL kun den mest grunnleggende SQL-syntaksen, men nå er det i praksis ANSI SQL-kompatibelt. De innebygde funksjonene er laget etter lest av MySQL, med en del ekstra funksjonalitet, bl.a. for å håndtere distribuerte data best mulig (f.eks. partisjonering av databaser).

➔ Terminalklienten Beeline

Beeline er en terminalklient for HiveServer2, som har en rekke forbedringer i forhold til HiveServer, bl.a. støtte for flere samtidige brukere. Beeline er en JDBC-klient som er basert på SQLLine CLI (<http://sqlline.sourceforge.net/>). Det finnes en detaljert [dokumentasjon](#) for SQLLine som også gjelder for Beeline.

Vi starter beeline med denne kommandoen fra et terminalvindu:

```
$ beeline
```

Beeline version 0.14.0.2.2.0.0-2041 by Apache Hive

Det neste vi må gjøre er å koble oss til en HiveServer2, og det gjør vi med denne kommandoen:

```
beeline> !connect jdbc:hive2://localhost:10000 <brukernavn>
<passord>
scan complete in 4ms
Connecting to jdbc:hive2://localhost:10000
SLF4J: Class path contains multiple SLF4J bindings.
SLF4J: Found binding in [jar:file:/usr/hdp/2.2.0.0-2041/hadoop/lib/slf4j-log4j12-1.7.5.jar!/org/slf4j/impl/StaticLoggerBinder.class]
SLF4J: Found binding in [jar:file:/usr/hdp/2.2.0.0-2041/hive/lib/hive-jdbc-0.14.0.2.2.0.0-2041-standalone.jar!/org/slf4j/impl/StaticLoggerBinder.class]
SLF4J: See http://www.slf4j.org/codes.html#multiple_bindings for an explanation.
SLF4J: Actual binding is of type [org.slf4j.impl.Log4jLoggerFactory]
Connected to: Apache Hive (version 0.14.0.2.2.0.0-2041)
Driver: Hive JDBC (version 0.14.0.2.2.0.0-2041)
Transaction isolation: TRANSACTION_REPEATABLE_READ
0: jdbc:hive2://localhost:10000>
```

MERK: Hvis du vil unngå å ha brukernavn og passord liggende i historien til skallet, kan du taste inn kommandoen over uten disse, slik:

```
!connect jdbc:hive2://localhost:10000
```

Så blir du spurt om å taste inn brukernavn og passord.

MERK: Bytt ut localhost med domenenavn hvis du kobler deg til en annen server

Når vi er tilkoblet kan vi bruke de samme kommandoene som i Hive CLI (som også er kjent fra MySQL-klienten):

```
0: jdbc:hive2://localhost:10000> show tables;

+-----+
| tab_name |
```

```
+-----+---+
| apachelog |
+-----+---+
1 row selected (0,139 seconds)
```

MERK: show tables viser her tabellene i default-databasen. Vi kan se alle databasene (gitt at vi har tilgangsrrettigheter til det) med denne kommandoen:

```
0: jdbc:hive2://localhost:10000> show databases;

+-----+---+
| database_name |
+-----+---+
| axenna_dwh    |
| default       |
| terje         |
| varehus       |
+-----+---+
4 rows selected (0,035 seconds)
```

For å bruke en annen database, brukes kommandoen **use <databasenavn>**, slik:

```
0: jdbc:hive2://localhost:10000> use varehus;

No rows affected (0,03 seconds)
```

Vi kan se strukturen til en tabell med kommandoen **desc <tabellnavn>**, slik

```
0: jdbc:hive2://localhost:10000> desc kontakter;

+-----+-----+-----+---+
| col_name | data_type | comment |
+-----+-----+-----+---+
| navn     | string   |         |
| tel      | string   |         |
```

```
| alder      | int      |      |  
| epost     | string   |      |  
+-----+-----+-----+  
4 rows selected (0,074 seconds)
```

MERK: Vi kan sette utførelsen av spørringene til å bruke MapReduce eller Tez på samme måte som ved Hive CLI (se ovenfor)

Vi skal bruke beeline til mer avanserte HiveQL-spørringer i andre deler av kurset. For nå kan vi stenge klienten med kommandoen:

```
0: jdbc:hive2://localhost:10000> !quit  
  
Closing: 0: jdbc:hive2://localhost:10000
```

Kapittel 18

Apache Phoenix - SQL for HBase

➔ Hva er Phoenix?

Apache Phoenix er en SQL-overbygning på den distribuerte databasen **HBase**. H'en i HBase står for **Hadoop**, og HBase er en kolonnebasert, distribuert database som er tett integrert med økosystemet til Hadoop, som bl.a. omfatter Apache Spark (se neste kapittel). HBase brukes bl.a. av Facebook til å lagre «likes» og til Facebooks meldings-system. HBase kan håndtere millioner av rader og milliarder av kolonner i en tabell.

Phoenix ble opprinnelig utviklet hos selskapet Salesforce, og så donert til Apache Software Foundation, hvor prosjektet nå videreutvikles. Ved å tilby støtte for SQL øker Phoenix anvendbarheten til HBase betraktelig.

➔ Noen eksempler

Eksemlene i dette kapitlet er laget med terminalklienten til Phoenix 4.7, installert som en del av Hortonworks Data Platform (HDP – versjon 2.5.3) med installasjons- og konfigureringsverktøyet Apache Ambari. Med HDP eller en annen Hadoop-distribusjon (f.eks. Cloudera eller MapR) får man også med HBase, Hive, Spark og en rekke andre teknologier for behandling og analyse av store datamengder spredt over klynger av servere (eller små data på en laptop, om man vil). Terminalklienten startes med denne kommandoen:

```
phoenix-sqlline
```

Etter litt forklarende output til skjermen, er klienten (som vi ser er bygget med programmet sqlline) klar til bruk:

```
0: jdbc:phoenix:>
```

La oss først opprette en tabell i Phoenix, for eksempel over brukere, og siden det er støtte for komplekse datatyper her, kan vi lage en kolonne med datatypen **varchar array** (tekstbasert liste) hvor vi f.eks. kan legge inn flere epostadresser per bruker. Slik kan SQL-setningen for å opprette en slik enkel tabell se ut (oppretter tabellen brukere i databasen terje):

```
0: jdbc:phoenix:> create table terje.brukere (
id integer primary key,
fornavn varchar,
etternavn varchar,
epost varchar array);
```

Vi kan se en beskrivelse av tabellen Phoenix har opprettet for oss med denne kommandoen :

```
0: jdbc:phoenix:> !describe terje.brukere
```

TABLE_CAT	TABLE_SCHEM	TABLE_NAME	COLUMN_NAME	DATA_TYPE	TYPE_NAME
	TERJE	BRUKERE	ID	4	INTEGER
	TERJE	BRUKERE	FORNAVN	12	VARCHAR
	TERJE	BRUKERE	ETTERNAVN	12	VARCHAR
	TERJE	BRUKERE	EPOST	2003	VARCHAR ARRAY

Terminaklienten skriver ut resultatene i en tabell som default, men den kan skrive til flere ulike formater. Det kan være en fordel når resultatene skal lagres til fil, eller hvis tabellen er bredere enn skjermbildet (spesielt siden overskridende kolonner blir kuttet fra tabellen). Vi kan enkelt få frem visnings-valgene ved å taste in **!outputformat** etterfulgt av tabulatortasten to ganger:

```
0: jdbc:phoenix:> !outputformat
csv      table      tsv      vertical  xmlattr  xmlelements
```


Vi ser at vi kan velge kommaseparert, tabell, tabulator-separert, vertikal eller to ulike XML-fomater - en med feltene satt inn som attributter, og en med feltene som elementer. For skjermbruk er **vertical** et godt alternativ til **table** for brede tabeller:

```
0: jdbc:phoenix:> !outputformat vertical
```

Så kan vi legge inn data i tabellen. Legg merke til at vi gjør dette med nøkkelordene **UPSERT INTO**, som Phoenix bruker både til å erstatte INSERT INTO og UPDATE, slik at vi har samme syntaks for begge operasjonene. Vi skal straks se hvordan dette fungerer i praksis:

```
UPSERT INTO terje.brukere (id, fornavn, etternavn, epost) VALUES
(1, 'Donald', 'Duck', ARRAY['donald@disney.com', 'donald.duck@gmail.com']);
```

Og vi kan se innholdet i tabellen slik:

```
SELECT * FROM terje.brukere;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| ID | FORNAVN | ETTERNAVN | EPOST |
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | Donald | Duck | ['donald@disney.com', 'donald.duck@gmail.com'] |
+-----+-----+-----+-----+
```

Eller hvis vi har satt outputformat til vertical, slik:

```
ID          1
FORNAVN     Donald
ETTERNAVN   Duck
EPOST       ['donald@disney.com', 'donald.duck@gmail.com']
```

MERK: Dersom vi vil endre kun én av epostene i listen, må vi endre hele listen samtidig, med UPSERT INTO. Vi kan mao ikke bare endre én del av en liste, men må endre alle delene samtidig (i gjeldende, det vil si versjon 4.7 av Phoenix.)

Hvis vi vil hente ut en enkelt av epostene i listen, kan vi gjøre det ved å referere til dens plassering, som starter med 1 for den første på listen. Vi setter plasseringen i rette klammer rett etter feltnavnet. I eksemplet under henter vi ut fornavn og etternavn slått sammen til et felt: navn, og den andre eposten på listen:

```
SELECT fornavn || ' ' || etternavn AS Navn, epost[2] AS Epost
FROM terje.brukere;
```

```
+-----+-----+
|   NAVN   |   EPOST   |
+-----+-----+
| Donald Duck | donald.duck@gmail.com |
+-----+-----+
```

Vi ser at Phoenix bruker samme syntaks for sammenslåing av felt (concatenation) som Oracle og PostgreSQL.

Vi kan legge til et par nye felt med standard SQL-syntaks, f.eks. slik:

```
ALTER TABLE terje.brukere ADD registrert timestamp, oppdatert timestamp;
```

Så kan vi legge inn en ny rad:

```
UPSERT INTO terje.brukere (id, fornavn, etternavn, epost, registrert)
VALUES
(2, 'Dolly', 'Duck', ARRAY['daisy@disney.com', 'daisy.duck@gmail.com'], now());
```

og oppdatere epostene til Donald med en tredje, slik:

```
UPSERT INTO terje.brukere (id, epost, oppdatert) VALUES (1,
ARRAY['donald@disney.com', 'donald.duck@gmail.com', 'donald.d@yahoo.com'],
```

```
NOW());
```

Vi ser at Phoenix støtter funksjonen NOW() for å lagre tidspunktet akkurat nå. Phoenix har lignende dato-funksjoner som MySQL/MariaDB og MS SQL Server:

```
select now(), year(now()), month(now()), dayofmonth(now());
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| DATE '2017-03-31 00:22:39.975' | 2017 | 3 | 31 |
+-----+-----+-----+-----+
| 2017-03-31 00:22:39.975          | 2017 | 3 | 31 |
+-----+-----+-----+-----+
```

Så kan vi hente ut f.eks. navn og første epost, samt når siste oppdateringer ble gjort, slik:

```
SELECT fornavn || ' ' || etternavn AS Navn, epost[1] AS Epost, oppdatert
FROM terje.brukere;
```

```
+-----+-----+-----+
|      NAVN      |      EPOST      |      OPPDATERT      |
+-----+-----+-----+
| Donald Duck    | donald@disney.com | 2017-03-31 00:13:12.358 |
| Dolly Duck     | daisy@disney.com  |                          |
+-----+-----+-----+
```

Phoenix har også støtte for indekser. Det blir automatisk opprettet en indeks på primærnøkkelen, men vi kan også opprette sekundær-indekser (dvs. indekser på andre felt enn primærnøkkel):

```
create index etternavn_idx on terje.brukere (etternavn);
```

Og du kan opprette indekser på en plassering i en liste, f.eks. første epost i epost-feltet:

```
create index epost_idx on terje.brukere (epost[1]);
```

MERK: Phoenix har ulike 2 typer indekser – en global og en lokal. For å ruke en global indeks, som er det som lages med kommandoene ovenfor, må vi sette in et «hint» i SQL-setningen for å gi Phoenix beskjed om at den skal bruke indeksen. Slik gjøres det:

```
select /*+ INDEX(hr.employees employees_last_name_idx) */ first_name,
last_name from hr.employees where last_name like 'Sin%';
```

Men vi kan også opprette en **lokal indeks**, ved å legge til nøkelordet **local**, slik.

```
create local index local_last_name_idx on hr.employees (last_name);
```

Og da vil Phoenix bruke denne uten hint, som vi kan se ved å bruke explain før select:

```
explain select first_name, last_name from hr.employees where last_name =
'Sigstam';
```

```
+-----+
|                                     PLAN                                     |
+-----+
| CLIENT 1-CHUNK PARALLEL 1-WAY ROUND ROBIN RANGE SCAN OVER HR.EMPLOYEES [1, 'Sigstam'] |
|      SERVER FILTER BY FIRST KEY ONLY      |
+-----+
```

Selv-økende felt ved bruk av sekvenser

Phoenix har støtte for felt med selvøkende verdier ved at man oppretter en **sekvens** og bruker den til å fylle inn verdien for feltet - i likhet med slik det gjøres med bl.a. Oracle. En sekvens opprettes slik:

```
create sequence <navn> [evt startverdi, intervall for økning, sluttverdi]
```

Vi kan angi hvilken verdi sekvensen skal starte på, og siden vi allerede har lagt inn 2 rader i brukertabellen ovenfor kan vi opprette en sekvens som starter på 3 og bruke den til å fylle inn id-feltet, slik:

```
create sequence terje.brukere start with 3;
```

Slik kan vi bruke sekvensen:

```
upsert into terje.brukere (id, fornavn, etternavn, registrert)
```

```
values (next value for terje.brukere, 'Petter', 'Smart', now());
```

Og som vi ser har den innsatte raden fått id = 3:

```
select id, fornavn, etternavn, registrert from terje.brukere;
```

ID	FORNAVN	ETTERNAVN	REGISTRERT
1	Donald	Duck	2017-11-06 14:32:33.644
2	Dolly	Duck	2017-03-31 00:10:00.848
3	Petter	Smart	2018-04-29 12:43:24.585

Eksterne ressurser

Apache Phoenix offisielle nettsider: <http://phoenix.apache.org>

Kapittel 19

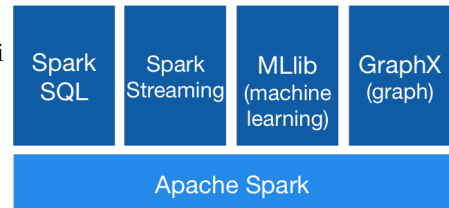
Spark SQL

➔ Hva er Spark?

Fra prosjektets hjemmeside: ***Apache Spark™** is a fast and general engine for large-scale data processing.*

Apache Spark ble opprinnelig skrevet som et studentprosjekt ved UC Berkeley av Matei Zaharia. Utviklere fra mer enn 200 selskaper involvert i videreutviklingen av Spark, og siden lanseringen i 2009 har mer enn 1000 utviklere bidratt til å gjøre Spark en suksess. Kort fortalt er Spark en teknologi som lar deg behandle store mengder data med Java, Scala, Python, R eller SQL.

Spark har 4 hovedkomponenter: Spark Streaming, Spark MLlib, Spark GraphX og Spark SQL – som håndterer henholdsvis data i bevegelse, maskinlæring, analyser av grafiske data og SQL mot støttede databaser og filer.



Se **Vedlegg XXX** for veiledning til installasjon av Spark

➔ Hva er Spark SQL?

Spark SQL er Spark-komponenten som lar deg bruke SQL mot alle datakilder som er tilgjengelige for Spark, gjerne lagret på klynger av servere, f.eks. i et distribuert filsystem som **Hadoop Distributed File System** (HDFS) og i et format som f.eks. **Parquet**, **Avro**, **Hive**, **Cassandra**, **HBase**, **S3** eller rett og slett en kommaseparert tekstfil.

➔ Sparks terminalklienter

Spark inneholder flere terminalklienter som gjør det enkelt å skrive SQL direkte mot f.eks. Hive-tabeller eller andre datakilder. Terminalklienten for Spark SQL gir oss en terminal der vi kan begynne å skrive SQL direkte. Men du kan også skrive SQL med terminalklienten for Scala, Python og R (se eksempler nedenfor).

Terminalklienten til Spark SQL startes med kommandoen **spark-sql**, som gir oss en prompt tilbake:

```
$ spark-sql  
spark-sql>
```

Vi kan se hvilke Hive-databaser som er tilgjengelig med denne kommandoen, som forøvrig er den samme som for terminalklienten til MySQL/MariaDB:

```
spark-sql> show databases;  
  
default  
hr  
hrpq  
....
```

Så kan vi gå inn i databasen hr, og se hvilke tabeller den inneholder, slik:

```
spark-sql> use hr;  
spark-sql> show tables;  
  
departments      false  
dept_emp          false  
dept_manager      false  
employees         false  
salaries          false  
titles            false  
Time taken: 0.396 seconds, Fetched 6 row(s)  
17/01/28 16:52:05 INFO CliDriver: Time taken: 0.396 seconds, Fetched 6  
row(s)
```

Og vi kan bruke standard SQL-setninger for å søke i tabellene:

```
spark-sql> SELECT * from salaries limit 3;
```

```
10001    60117    1986-06-26    1987-06-26
10001    62102    1987-06-26    1988-06-25
10001    66074    1988-06-25    1989-06-25
```

```
Time taken: 0.297 seconds, Fetched 3 row(s)
17/01/28 16:57:38 INFO CliDriver: Time taken: 0.297 seconds, Fetched 3
row(s)
```

➔ SQL direkte mot en fil

Vi kan også kjøre SQL-setninger direkte mot en fil, som f.eks. en Parquet-fil eller komma-separert fil:

Eksempel på SQL direkte mot en Parquet-fil lagret i HDFS:

```
spark-sql> select * from parquet.`hitsPerDay.parquet` limit 3;
```

```
2016-11-20    2529
2016-11-21    1234
2016-11-22    7472
```

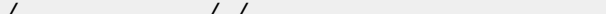
```
Time taken: 3.075 seconds, Fetched 3 row(s)
17/01/28 17:03:29 INFO CliDriver: Time taken: 3.075 seconds, Fetched 3
row(s)
```

Eksempel på SQL direkte mot en kommaseparert fil hvor skilletegnet er | - lagret i HDFS:

```
spark-sql> select * from csv.`avd.csv` limit 3;
```

```
avdeling|ansatte|leder|kjønn|alder
Development|61386|Leon DasSarma|F|52 years 5 mons 2 days
Production|53304|Oscar Ghazalie|M|53 years 2 mons
Sales|37701|Hauke Zhang|M|61 years 6 mons 11 days
(3 rows)
```

```
Time taken: 0.445 seconds, Fetched 5 row(s)
17/01/28 17:09:54 INFO CliDriver: Time taken: 0.445 seconds, Fetched 5
```

version 2.0.0.2.5.0.0-1245

```
1: 'SparkR::sparkR.init' is deprecated.  
Use 'sparkR.session' instead.  
See help("Deprecated")  
2: 'SparkR::sparkRSQL.init' is deprecated.  
Use 'sparkR.session' instead.  
See help("Deprecated")
```

```
> df <- sql("SELECT * FROM parquet.`hitsPerDay.parquet`")

> names(df)           // print kolonnenavnene til skjerm
[1] "day"  "count"

> head(df,5)          // print de 5 første radene i tabellen (datarammen)
   day      count
1 2015-11-20  2529
2 2015-11-21  1234
3 2015-11-22  7472
4 2015-11-23  2642
5 2015-11-24  6854
```

- Spark SQL dokumentasjon: <http://spark.apache.org/docs/latest/sql-programming-guide.html>
- Spark SQL offisielle nettsider: <http://spark.apache.org/sql>
- Hadoop offisielle nettsider: <http://hadoop.apache.org>
- Parquet offisielle nettsider: <http://parquet.apache.org>

Vedlegg 1

Installasjon og konfigurering av MySQL, MariaDB, PostgreSQL, Oracle Express og MS SQL Server

➔ MySQL

MySQL kan lastes ned og installeres fra denne lenken: <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/>

Velg ditt operativsystem og 32 eller 64s versjon, last ned og kjør installasjonsprogrammet. Velg default-innstillingene.

MySQL Workbench kan lastes ned og installeres fra denne lenken:

<http://dev.mysql.com/downloads/workbench/>

Linux

Ubuntu / Debian / Linux Mint

Åpne et terminalvindu og tast inn: **sudo apt install mysql-server mysql-workbench**

Fedora / Red Hat / Centos:

1. Siden MariaDB er standard for disse operativsystemene, må du legge inn Repo-data fra mysql før du installer MySQL. Informasjon ligger her:
<https://dev.mysql.com/doc/mysql-repo-excerpt/5.6/en/linux-installation-yum-repo.html>
2. Åpne et terminalvindu og tast inn: **sudo yum install mysql-server mysql-workbench** eller:
sudo dnf install mysql-server mysql-workbench (for nyere versjoner)

SuSE / OpenSuse

Åpne et terminalvindu og tast inn: **sudo zypper install mysql-server mysql-workbench**

MERK: Installasjon av MySQL-server vil fjerne evt. eksisterende installasjoner av MariaDB-server på en Fedora/Red Hat/Centos-maskin.

➔ Installasjon av MariaDB

Windows / Mac

MariaDB kan lastes ned fra denne lenken: <https://downloads.mariadb.org/>

Linux

Ubuntu / Debian / Linux Mint

Åpne et terminalvindu og tast inn: **sudo apt install mariadb-server**

Fedora / Red Hat / Centos

Åpne et terminalvindu og tast inn: **sudo yum install mariadb-server** eller: **sudo dnf install mariadb-server** (for nyere versjoner)

SuSE / OpenSuse

Åpne et terminalvindu og tast inn: **sudo zypper install mariadb-server**

MERK: Installasjon av MariaDB-server vil fjerne evt. eksisterende installasjoner av MySQL-server på en Ubuntu-maskin.

➔ Installasjon av PostgreSQL og pgAdmin

Her er informasjon om hvordan du kan installere **PostgreSQL** og administrasjons-verktøyet **pgAdmin** på egen maskin.

Windows / Mac

PostgreSQL kan lastes ned og installeres fra denne lenken: <http://www.enterprisedb.com/products-services-training/pgdownload>

Last ned og kjør installasjonsprogrammet for ditt operativsystem og velg default-instillingene.

pgAdmin følger med som en del av installasjonsprogrammet til PostgreSQL.

➔ Installere PostgreSQL på en Linux-server (eller laptop e.l.)

Det er lett å installere PostgreSQL på en Linux-maskin, siden de aller fleste Linux-distribusjoner har ferdig kompilerte pakker for PostgreSQL. Installasjon via systemets pakkehåndterer kan gjøre fra et terminalvindu, med en av disse kommandoene:

Red Hat (RHEL) / Centos

```
sudo yum install postgresql-server postgresql-contrib postgresql-doc
```

Fedora

```
sudo dnf install postgresql-server postgresql-contrib postgresql-doc
```

Ubuntu / Debian

```
sudo apt install postgresql-server postgresql-contrib postgresql-doc
```

OpenSuSE / SuSE Linux Enterprise Server (SLES)

```
sudo zypper in postgresql-server postgresql-contrib postgresql-doc
```

Kommandoene over installerer den versjonen av PostgreSQL som er testet og stabil for den serveren du bruker – men som regel er ikke dette siste stabile versjon av PostgreSQL. Ønsker du nyere versjon, kan du installere den ved å legge inn en egen programvare-brønn fra PostgreSQL sine nettsider, og installere ønsket versjon gjennom denne. Sjekk www.postgresql.org for informasjon om hvordan dette gjøres.

➔ Installere Microsoft SQL-server på en Linux-server

Det er forbløffende enkelt å installere Microsoft SQL-server på en Linux-server (eller på din Linux laptop hvis du vil teste den ut)

Installasjonen nedenfor er gjort via et terminalvindu – du kan evt. bruke putty e.l. hvis du er på en Windows-maskin som vil kontakte en Linux-maskin.

Det første du gjør er å installere SQL-serverens pakkebrønn – en yum repo-fil som du henter og installerer (dvs. kopierer til rett mappe) med denne kommandoen (som rot-bruker eller med sudo):

```
curl https://packages.microsoft.com/config/rhel/7/mssql-server.repo >
/etc/yum.repos.d/mssql-server.repo
```

% Total	% Received	% Xferd	Average Speed	Time	Time	Time	
Current			Dload	Upload	Total	Spent	Left
Speed							
100	220	100	220	0	0	919	0
916						--:--:--	--:--:--

Med denne på plass kan vi installere SQL-serveren med denne enkle kommandoen:

```
yum install mssql-server
```

```
Tillegg som er i bruk:fastestmirror
packages-microsoft-com-mssql-server
| 2.9 kB  00:00:00
packages-microsoft-com-mssql-server/primary_db
| 3.9 kB  00:00:00
Loading mirror speeds from cached hostfile
* base: mirrors.cicku.me
* epel: mirrors.n-ix.net
* extras: mirrors.cicku.me
* updates: mirrors.cicku.me
Løser avhengigheter
--> Utfører sjekk av transaksjonen
---> Package mssql-server.x86_64 0:14.0.200.24-2 will be installert
--> Beregner avhengighet: bzip2 for pakke: mssql-server-14.0.200.24-
2.x86_64
--> Beregner avhengighet: gdb for pakke: mssql-server-14.0.200.24-2.x86_64
--> Utfører sjekk av transaksjonen
---> Package bzip2.x86_64 0:1.0.6-13.el7 will be installert
```

```
--> Package gdb.x86_64 0:7.6.1-94.el7 will be installert
--> Alle avhengigheter er løst
```

Alle avhengigheter er løst

```
=====
=====
Package                Arkitektur          Versjon
Pakkeoversikt          Størrelse
=====
=====
Installerer:
  mssql-server          x86_64              14.0.200.24-2
  packages-microsoft-com-mssql-server 142 M
Legges inn på grunn avhengigheter:
  bzip2                  x86_64              1.0.6-13.el7
  base                   52 k
  gdb                    x86_64              7.6.1-94.el7
  base                   2.4 M
```

Transaksjonsammendrag

```
=====
=====
Install 1 Package (+2 Dependent packages)
```

Totale størrelse på pakker som hentes: 145 M
Installed size: 149 M

Is this ok [y/d/N]: y

Downloading packages:

(1/3): bzip2-1.0.6-13.el7.x86_64.rpm

| 52 kB 00:00:00

(2/3): gdb-7.6.1-94.el7.x86_64.rpm

| 2.4 MB 00:00:00

warning:

/var/cache/yum/x86_64/7/packages-microsoft-com-mssql-server/packages/
mssql-server-14.0.200.24-2.x86_64.rpm: Header V4 RSA/SHA256 Signature, key
ID be1229cf: NOKEY

Offentlig nøkkel for mssql-server-14.0.200.24-2.x86_64.rpm er ikke lagt
inn

(3/3): mssql-server-14.0.200.24-2.x86_64.rpm

| 142 MB 00:00:05

```
-----
-----
Totalt 26 MB/s | 145 MB 00:00:05
```



```
Retrieving key from https://packages.microsoft.com/keys/microsoft.asc
Importing GPG key 0xBE1229CF:
  Userid      : "Microsoft (Release signing) <ggpsecurity@microsoft.com>"
  Fingerprint: bc52 8686 b50d 79e3 39d3 721c eb3e 94ad be12 29cf
  From        : https://packages.microsoft.com/keys/microsoft.asc
```

Er dette ok [j/N]:j

```
Running transaction check
Running transaction test
Transaction test succeeded
Running transaction
  Installerer   : bzip2-1.0.6-13.el7.x86_64
1/3
  Installerer   : gdb-7.6.1-94.el7.x86_64
2/3
  Installerer   : mssql-server-14.0.200.24-2.x86_64
3/3
```

```
+-----+
| Please run /opt/mssql/bin/sqlservr-setup to complete the setup of |
|                               Microsoft(R) SQL Server(R).           |
+-----+
```

```
  Verifying     : gdb-7.6.1-94.el7.x86_64
1/3
  Verifying     : mssql-server-14.0.200.24-2.x86_64
2/3
  Verifying     : bzip2-1.0.6-13.el7.x86_64
3/3
```

```
Installert:
  mssql-server.x86_64 0:14.0.200.24-2
```

```
Lagt inn på grunn av avhengighet:
  bzip2.x86_64 0:1.0.6-13.el7
  gdb.x86_64 0:7.6.1-94.el7
```

Ferdig!

Da er den installert, og neste trinn er å sette den opp, som gjøres med denne kommandoen:

/opt/mssql/bin/sqlservr-setup

Microsoft(R) SQL Server(R) Setup

You can abort setup at anytime by pressing Ctrl-C. Start this program with the --help option for information about running it in unattended mode.

The license terms for this product can be downloaded from <http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=746388> and found in /usr/share/doc/mssql-server/LICENSE.TXT.

Do you accept the license terms? If so, please type "YES": YES

**Please enter a password for the system administrator (SA) account:
Please confirm the password for the system administrator (SA) account:**

Setting system administrator (SA) account password...

Do you wish to start the SQL Server service now? [y/n]: y

Do you wish to enable SQL Server to start on boot? [y/n]: y

Created symlink from /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/mssql-server.service to /usr/lib/systemd/system/mssql-server.service.
Created symlink from /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/mssql-server-telemetry.service to /usr/lib/systemd/system/mssql-server-telemetry.service.

Setup completed successfully.

Så kan vi sjekke at den er oppe og går med denne kommandoen:

systemctl status mssql-server

- mssql-server.service - Microsoft(R) SQL Server(R) Database Engine
 - Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/mssql-server.service; enabled; vendor preset: disabled)
 - Active: active (running) since to. 2017-02-02 11:44:52 CET; 5min ago
 - Main PID: 19573 (sqlservr)
 - CGroup: /system.slice/mssql-server.service
 - └─19573 /opt/mssql/bin/sqlservr
 - └─19582 /opt/mssql/bin/sqlservr
 -

Vi kan starte, stoppe og restarte den ved å bytte ut status i kommandoen over med henholdsvis start, stop eller restart, f.eks. slik:

```
systemctl stop mssql-server  
systemctl start mssql-server  
systemctl restart mssql-server
```

Så kan vi installere komandolinje-tools hvis vi vil bruke terminal-klienten til SQL-serveren:

Først installerer vi repo-filen for tools, med denne kommandoen:

```
curl https://packages.microsoft.com/config/rhel/7/prod.repo >  
/etc/yum.repos.d/msprod.repo
```

Så er det denne kommandoen som installerer tools

```
yum install mssql-tools
```

```
Tillegg som er i bruk:fastestmirror  
Loading mirror speeds from cached hostfile  
* base: mirrors.cicku.me  
* epel: mirrors.n-ix.net  
* extras: mirrors.cicku.me  
* updates: mirrors.cicku.me  
Løser avhengigheter  
--> Utfører sjekk av transaksjonen  
---> Package mssql-tools.x86_64 0:14.0.2.0-1 will be installert  
--> Utfører sjekk av transaksjonen  
---> Package libtool-ltdl.x86_64 0:2.4.2-21.el7_2 will be installert  
--> Alle avhengigheter er løst  
  
Alle avhengigheter er løst
```

```

=====
=====
Package                Arkitektur          Versjon
Pakkeoversikt          Størrelse
=====
=====
Installerer:
  mssql-tools          x86_64              14.0.2.0-1
  libtool-ltdl          x86_64              2.4.2-21.el7_2
  base                  49 k
Transaksjonsammendrag
=====
=====
Install 2 Packages (+3 Dependent packages)

Totale størrelse på pakker som hentes: 4.6 M
Installed size: 5.5 M
Is this ok [y/d/N]: y
Downloading packages:
(1/5): libtool-ltdl-2.4.2-21.el7_2.x86_64.rpm
| 49 kB 00:00:00
(4/5): mssql-tools-14.0.2.0-1.x86_64.rpm
| 248 kB 00:00:00
-----
Totalt
8.6 MB/s | 4.6 MB 00:00:00
Running transaction check
Running transaction test
Transaction test succeeded
Running transaction
  Installerer   : libtool-ltdl-2.4.2-21.el7_2.x86_64
1/5
The license terms for this product can be downloaded from
http://go.microsoft.com/fwlink/?LinkId=746949 and found in
/usr/share/doc/mssql-tools/LICENSE.txt . By entering 'YES',
you indicate that you accept the license terms.

Do you accept the license terms? (Enter YES or NO)
YES
  Installerer   : mssql-tools-14.0.2.0-1.x86_64
4/5

  Verifying     : libtool-ltdl-2.4.2-21.el7_2.x86_64 1/5
Verifying      : mssql-tools-14.0.2.0-1.x86_64
5/5

```

```
Installert:
mssql-tools.x86_64 0:14.0.2.0-1

Lagt inn på grunn av avhengighet:
libtool-ltdl.x86_64 0:2.4.2-21.el7_2

Ferdig!
```

Et par symplinker er kjekt å legge inn samtidig, slik at det blir enklere å logge seg på databasen:

```
ln -sf /opt/mssql-tools/bin/sqlcmd-13.0.1.0 /usr/bin/sqlcmd
ln -sf /opt/mssql-tools/bin/bcp-13.0.1.0 /usr/bin/bcp
```

Så kan vi logge oss på serveren og starte å jobbe med den:

```
[root@server4 ~]# sqlcmd -S localhost -U SA
Password:
```

Sjekk hvilke databaser som finnes der fra før:

```
1> SELECT Name from sys.Databases;
2> GO
Name
```

```
-----
```

```
master
tempdb
model
msdb
```

```
(4 rows affected)
```

```
1>
Create database kurs;
2> GO
1> select  Name from sys.Databases;
2> go
Name
```

```
-----  
-----  
master  
tempdb  
model  
msdb  
kurs  
  
(5 rows affected)  
1> use kurs;  
2> go  
Changed database context to 'kurs'.  
1>
```