NTNU
Det skapende universitet

Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap

Løsningsforslag for

Eksamensoppgave i TDT4145 Datamodellering og databasesystemer

Faglig kontakt under eksamen:

Svein Erik Bratsberg: 99539963

Roger Midtstraum: 99572420

Eksamensdato: 6. august 2014

Eksamenstid (fra-til): 09:00 - 13:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:

D – Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt. Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

Annen informasjon:

Målform/språk: Norsk bokmål

Antall sider: 5

Antall sider vedlegg: 0

Kontrollert av:

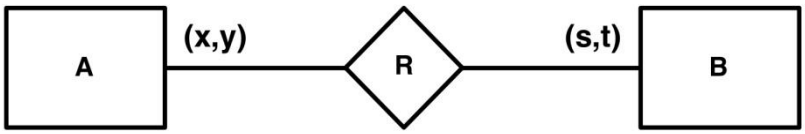
_____

Dato Sign.

Merk! Studenter finner sensur i Studentweb. Har du spørsmål om din sensur må du kontakte instituttet ditt. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike spørsmål.

Oppgave 1 – Datamodeller (20 %)

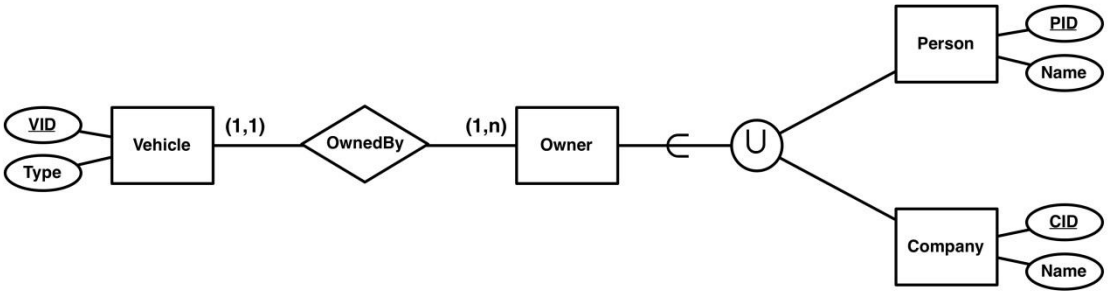
a) *(3 %) I ER-modeller kan vi uttrykke kardinalitets-restriksjoner som vist i figuren under. Forklar hvilke restriksjoner (eng: constraints) som kan uttrykkes ved hjelp av x, y, s og t.*



x bestemmer det minste antallet R-relasjoner en entitet i A må delta i, **s** har tilsvarende rolle for entiteter i B. Dersom **x** (**s**) har verdien 0, betyr det at entiteter i A (B) kan eksistere uten å ha noen R-relasjon. Andre (positive) verdier for **x** (**s**) betyr at entiteter i A (B) må inngå i minst dette antallet R-relasjoner.

y bestemmer det største antallet R-relasjoner en entitet i A kan delta i, **t** har tilsvarende rolle for entiteter i B.

b) *(5 %) I ER-diagrammet under har vi vist en ER-modell med bruk av kategori (eng: category). Vis hvordan dette ER-diagrammet kan oversettes til et relasjonsskjema som i størst mulig grad samsvarer med ER-modellen.*



Siden superklassene til Owner har ulike nøkler oppretter vi en surrogatnøkkel, OwnerID, for denne klassen som også brukes som fremmednøkkel for å representere sammenhengene mellom entitetene.

Vehicle(VID, Type, OwnerID). OwnerID er fremmednøkkel mot Owner-tabellen og kan ikke ha NULL-verdi.

Owner(OwnerID)

Person(PID, Name, OwnerID). OwnerID er fremmednøkkel mot Owner-tabellen og kan ha NULL-verdi.

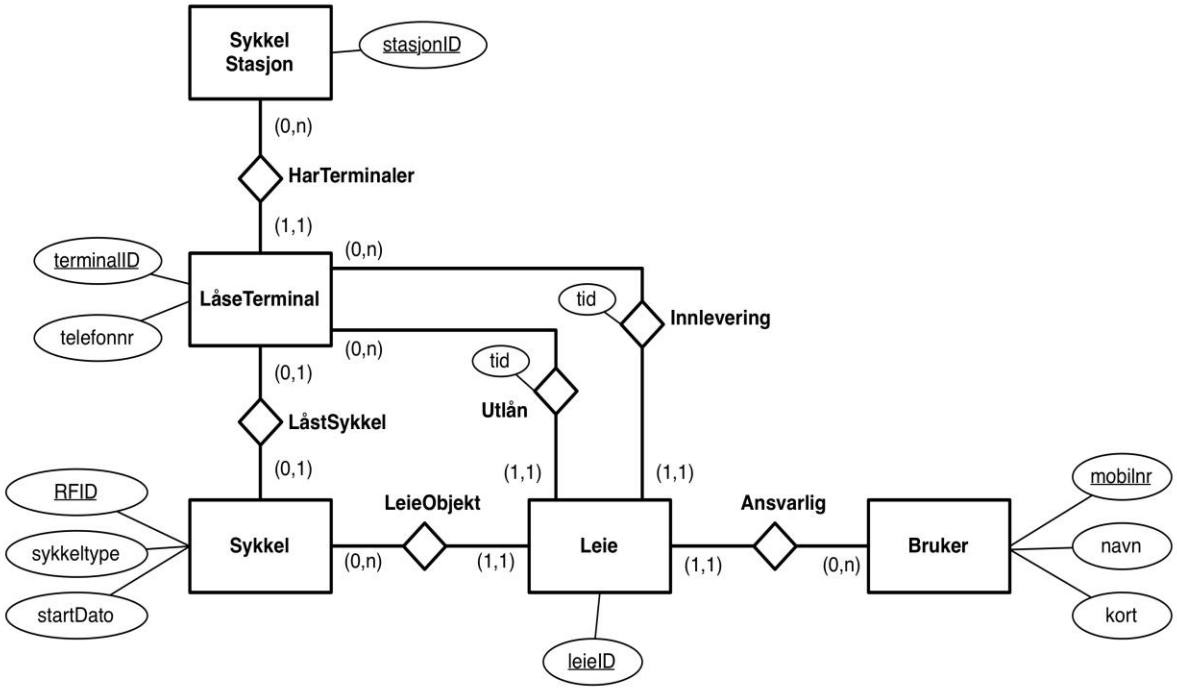
Company(CID, Name, OwnerID). OwnerID er fremmednøkkel mot Owner-tabellen og kan ha NULL-verdi.

c) *(12 %) Lag en ER-modell (du kan bruke alle virkemidler som er med i pensum) for følgende situasjon:*

I Nice er det mulig å leie bysykler. Rundt om i byen finnes en del sykkelstasjoner der det er låseterminaler med plass til et antall bysykler. For å kunne leie sykler registrerer man seg med mobiltelefonnummer, navn og et betalingskort. Når man ønsker å leie en sykkel bruker man den registrerte mobiltelefonen og ringer et telefonnummer som er oppgitt for den låseterminalen der sykkelen er låst. Dersom alt er i orden, blir sykkelen frigjort og så betaler man for tiden frem til man igjen låser sykkelen fast i en låseterminal. Alle sykler har en unik RFID-kode som gjenkjennes av låseterminalen når sykkelen leveres inn. Sykkel-leien avsluttes automatisk når låseprosedyren er fullført. De som driver sykkelutleien ønsker å holde oversikt over hvor syklene er låst fast, hvilke sykler som er i bruk, registrerte brukere, hvem som har en sykkel til låns og hvilke utlån som er fullført. Databasen må inneholde nok informasjon til å dokumentere kundenes bruk av syklene. Det finnes ulike typer sykler og man holder rede på når en sykkel settes i drift i systemet.

Gjør kort rede for eventuelle forutsetninger som du finner det nødvendig å gjøre.

I figuren under er det vist et (minimalistisk) ER-diagram som dekker problembeskrivelsen.



Oppgave 2 – Relasjonsalgebra og SQL (20 %)

Ta utgangspunkt i følgende relasjonsdatabase (primærnøkler er understreket) for en enkel student-emne-eksamen-database:

Student*(StudentNo, Name, Email)*

Subject*(SubjectNo, Name)*

Exam*(ExamNo, SubjectNo, Year, Month, Date)*

– *SubjectNo er fremmednøkkel mot Subject-tabellen. SubjectNo kan ikke ha NULL-verdi.*

ExamRegistration*(StudentNo, ExamNo, Grade)*

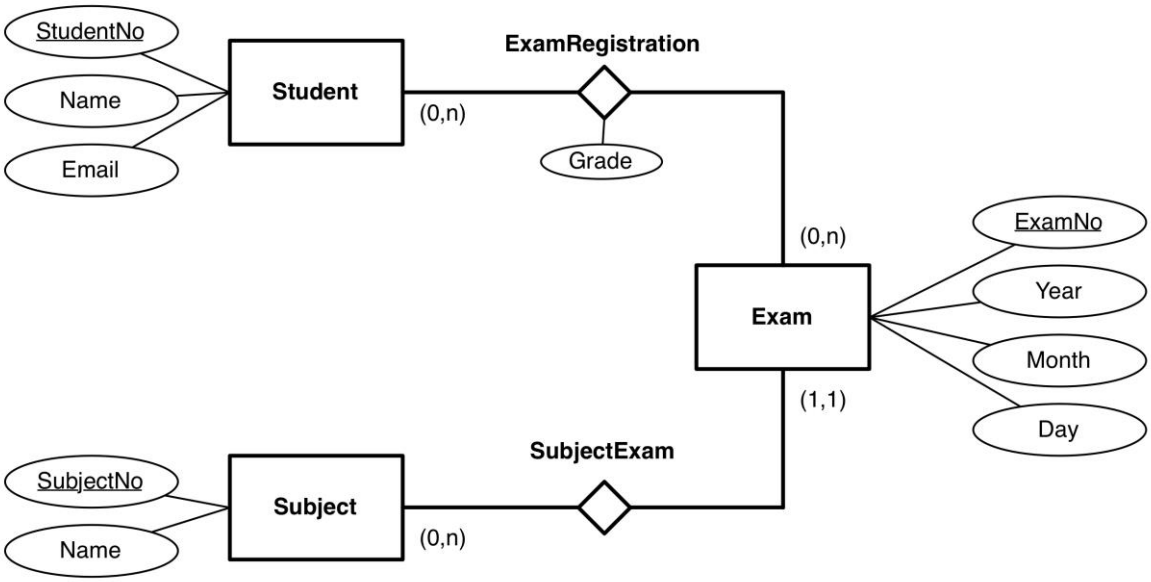
– *StudentNo er fremmednøkkel mot Student-tabellen. StudentNo kan ikke ha NULL-verdi.*

– *ExamNo er fremmednøkkel mot Exam-tabellen. ExamNo kan ikke ha NULL-verdi.*

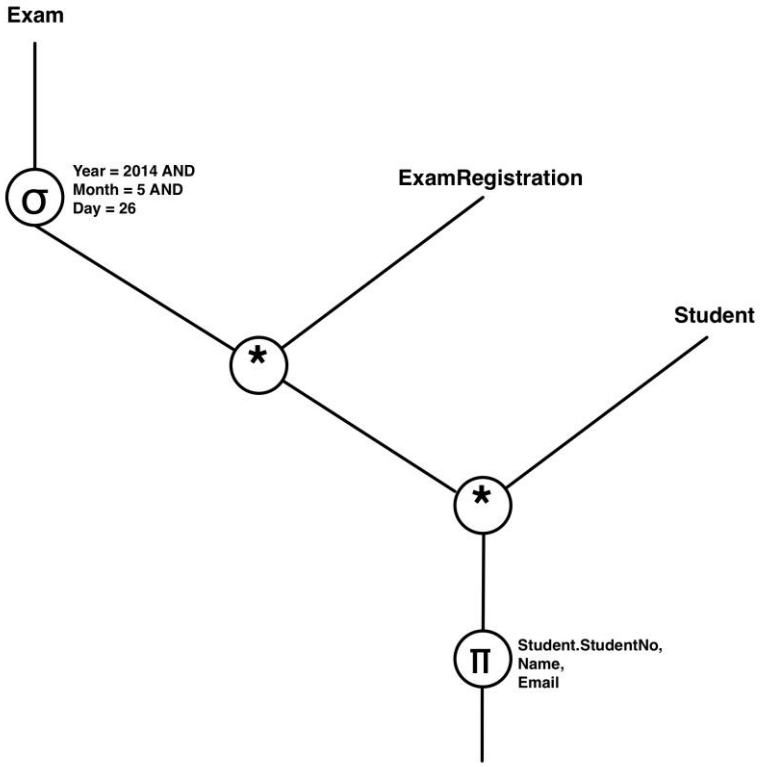
– *Data legges inn ved oppmelding til eksamen. Grade settes til NULL inntil sensuren er klar.*

Relasjonsalgebra kan formuleres som tekst eller grafer. Hvis du behersker begge notasjonene foretrekker vi at du svarer med grafer, men du blir ikke trukket for å svare med tekst.

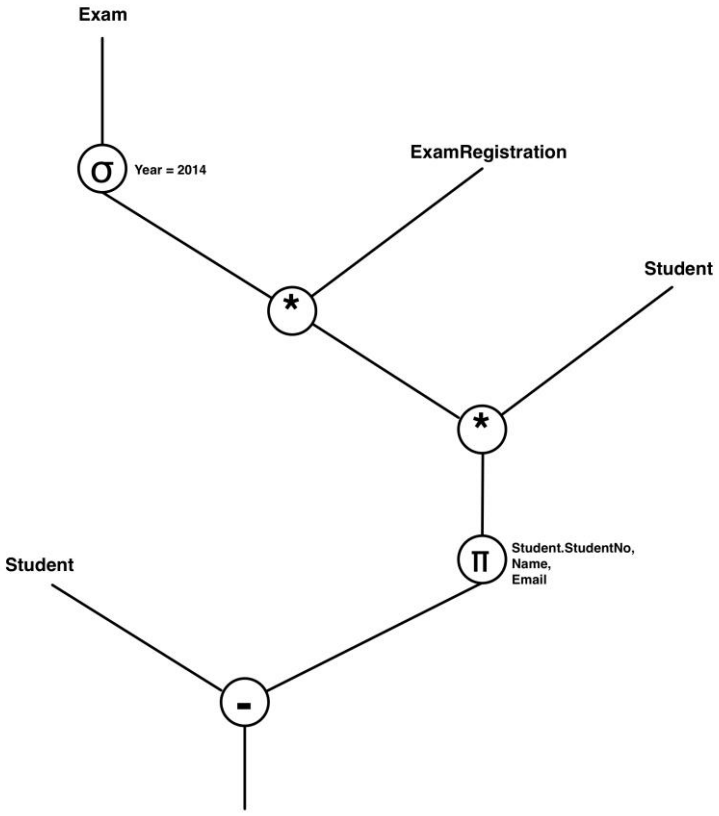
a) (4 %) Lag et ER-diagram (du kan bruke alle virkemidler som er med i pensum) som i størst mulig grad samsvarer med relasjonsskjemaet. Gjør rede for eventuelle antagelser du finner det nødvendig å gjøre.



b) *(3 %) Lag en spørring i relasjonsalgebra som finner StudentNo, Name og Email for alle studenter som var oppmeldt til en av de eksamenene som ble arrangert 26. mai 2014.*



c) *(3 %) Lag en spørring i relasjonsalgebra som finner alle studenter som ikke er oppmeldt til noen eksamen i 2014. I resultatet skal du ta med StudentNo, Name og Email.*



d) *(3%) Lag en spørring i SQL som finner alle emner som er registrert med minst en eksamen i 2014. Resultatet skal bestå av SubjectNo og Name, det skal ikke være duplikater i resultatet, og resultattabellen skal være sortert etter SubjectNo i stigende rekkefølge.*

```
SELECT DISTINCT SubjectNo, Name
FROM Subject NATURAL JOIN Exam
WHERE Year = 2014
ORDER BY SubjectNo ASC
```

e) *(3 %) Lag en spørring i SQL som finner antall ganger karakteren A har vært gitt siden emnet ble opprettet, i hvert emne som har hatt en eller flere eksamener i løpet av 2014. Resultattabellen skal ha kolonnene SubjectNo, Name og "Number of A". Resultatet skal sorteres etter "Number of A" i synkende rekkefølge.*

```
SELECT SubjectNo, Name, COUNT(Grade) AS "Antall A"
FROM Subject NATURAL JOIN Exam NATURAL JOIN ExamRegistration
WHERE Year = 2014 AND Grade = "A"
GROUP BY SubjectNo, Name
ORDER BY COUNT(Grade) DESC
```

f) (*4 %) Anta at alle fremmednøklene er definert med restriksjonen "ON DELETE RESTRICT" eller "ON DELETE NO ACTION" (disse er likeverdige). Vi ønsker å slette studenten som har StudentNo 100. Vis hvordan du vil gjøre dette i SQL.*

Dersom studenten har rader i ExamRegistration vil systemet nekte å slette studenten på grunn av restriksjonene som er satt på fremmednøkkelen StudentNo i ExamRegistration. For å slette studenten må vi først slette evt. rader i StudentRegistration som gjelder denne studenten, så kan vi slette studenten:

```
DELETE FROM ExamRegistration WHERE StudentNo = 100;

DELETE FROM Student WHERE StudentNo = 100;
```

Oppgave 3 – Teori (20 %)

a) *(4 %) Gitt R = {A, B, C, D, E} og F = {AB->C, C->E, AE->B}. Tillukningen AB^+ = ABCE. Forklar hva dette betyr. Finn alle kandidatnøkler (eng: candidate key) for tabellen R. Svaret må begrunnes.*

AB^+ = ABCD betyr at ABCD er funksjonelt avhengig av AB, dvs. at AB -> ABCD vil finnes i mengden av alle funksjonelle avhengigheter som gjelder, F^+.

En *kandidatnøkkel* er en minimal (ingen overflødige attributter) supernøkkel (identifikator) for en tabell. Supernøkler vil ha egenskapen at tillukningen til attributtene i supernøkkelen er alle attributtene i den aktuelle tabellen.

A og D er ikke med på noen høyresider i funksjonelle avhengigheter, de må derfor være med i alle supernøkler. AD^+ = AD. $AD^+ \subset R$, slik at AD alene ikke er en supernøkkel. Alle supernøkler må dermed ha 3 eller flere attributter.

Kandidatnøkler:

- **ABD** – ABD^+ = ABCDE = R og ingen delmengde av ABD er en supernøkkel.
- **ACD** – ACD^+ = ABCDE = R og ingen delmengde av ACD er en supernøkkel.
- **ADE** – ADE^+ = ABCDE = R og ingen delmengde av ADE er en supernøkkel.

Det er ingen supernøkler med 4 eller 5 attributter som vil være minimale.

b) *(6 %) Tabellen R = {A, B, C D} dekomponeres i R_1 = {A, C} og R_2 = {B, C, D}. Finn en mengde funksjonelle avhengigheter (eng: functional dependencies), F, som gjør at denne dekomponeringen har tapsløs-join-egenskapen (eng: lossless join property). Med utgangspunkt i din F, skal du finne alle kandidatnøkler og høyeste normalform for tabellene R, R_1 og R_2. Alle svarene må begrunnes.*

En dekomponering har tapsløs-join-egenskapen hvis komponenttabellenes felles attributter er en supernøkkel for en eller begge komponenttabellene.

I dette tilfellet har vi: $R_1 \cap R_2$ = C. Det enkleste er å gjøre C til supernøkkel i R_1 ved å innføre C - > A. En mulig løsning blir da F = {C->A}.

Når F = {C->A} vil følgende gjelde mht. kandidatnøkler:

- BCD er kandidatnøkkel i R. Det er den eneste supernøkkelen som er minimal.
- C er kandidatnøkkel i R_1 siden C er en minimal supernøkkel. Det er den eneste kandidatnøkkelen siden A ikke er en supernøkkel og AC ikke er en minimal supernøkkel.
- BCD er kandidatnøkkel i R_2 siden det ikke er noen funksjonelle avhengigheter som gjelder i R_2. Dette vil derfor vil være den eneste supernøkkelen.

Med hensyn til normalform vil vi ha følgende:

- I R har vi en delvis avhengighet, C->A, fra kandidatnøkkelen (BCD) til et ikke-nøkkel-attributt (A). R er derfor ikke på 2NF, og 1NF vil være den høyeste normalformen (vi antar at den gjelder).
- R_1 er på BCNF (4NF) siden venstresiden (C) i den eneste avhengigheten i F_1, C->A, er en supernøkkel.
- R_2 er på BCNF (4NF) siden det ikke finnes funksjonelle avhengigheter som gjelder i tabellen, $F_2 = \varnothing$.

c) *(4 %) Gitt R = {A, B, C, D, E} og F = {A -> B, B ->C, C->D, D->E}. Gå ut fra at R oppfyller 1. normalform. Bestem den høyeste normalformen som oppfylles av R. Svaret må begrunnes.*

A er den eneste kandidatnøkkelen i R siden alle andre supernøkler må inneholde A.

Det er ikke mulig å ha en delvis avhengighet når kandidatnøkkelen består av bare ett attributt, slik at 2NF vil være oppfylt. Det er mange avhengigheter blant ikke-nøkkel-attributtene, for eksempel B->C, slik at 3NF ikke er oppfylt. Den høyeste normalformen er 2NF.

d) *(6 %) Gitt R = {A, B, C, D, E} og F = {A -> B, B ->C, C->D, D->E}. Gå ut fra at R oppfyller 1. normalform. R skal om nødvendig dekomponeres slik at alle komponenter er på Boyce-Codd normalform (BCNF). Dekomponeringen skal ha tapsløs-join-egenskapen, attributtbevaring og bevaring av funksjonelle avhengigheter. Du må forklare hvordan din løsning oppfyller alle kravene.*

Dekomponering:

- R_1 = {A, B}, F_1 = {A->B}. BCNF siden A er en supernøkkel i R_1.
- R_2 = {B, C}, F_2 = {B->C}. BCNF siden B er en supernøkkel i R_2.
- R_3 = {C, D}, F_3 = {C->D}. BCNF siden C er en supernøkkel i R_3.
- R_4 = {D, E}, F_4 = {D->E}. BCNF siden D er en supernøkkel i R_4.

Alle (komponent-)tabellene er på BCNF.

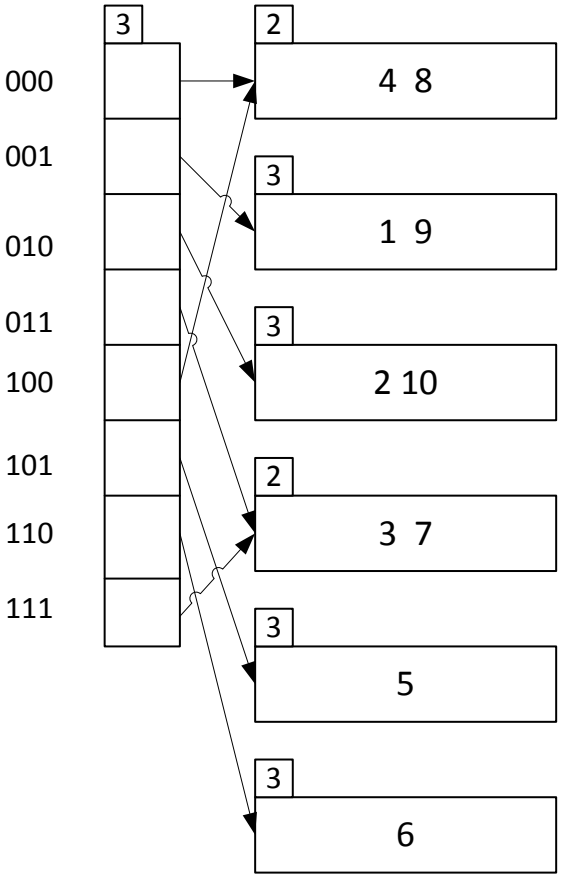
Vi har attributtbevaring fordi $R_1 \cup R_2 \cup R_3 \cup R_4 = R$.

Vi har bevaring av funksjonelle avhengigheter fordi $F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup F_4 = F$.

Dekomponeringen har tapsløs-join-egenskapen fordi vi kan joine sammen til utgangspunktet (R), for eksempel: $(((R_1*R_2)*R_3)*R_4$, på en slik måte at operandtabellene i hver join har felles attributter som er supernøkkel i en eller begge operandtabellene.

Alternativt kan vi bruke *tabellmetoden* for å vise at dekomponeringen er tapsløs.

Oppgave 4 – Extendible hashing (10 %)



Oppgave 5 – Lagring og queryutføring (15 %)

i) Ved kun innsetting er en **heapfil** helt suveren.
ii) Her henter vi ut mange felter basert på kun *startyear*. Enten en **heapfil** eller et **unclustered B+-tre** (*startyear*) og **heapfil**. *Startyear* er neppe så selektiv at det lønner seg med indeksering.
iii) En **heapfil** er helt grei her da alle poster hentes ut.
iv) **Heapfil + unclustered B+-tre** (lastname). Her trenger vi kun å lese indeksen som allerede er sortert (*index-only query*).
v) Her er det lurt med en **clustered indeks**, enten hash eller B+-tre på *empno*.

Oppgave 6 – Transaksjoner - SERIALIZABLE (5 %)

Tabell 20.1 i Elmasri & Navathe: SQLs SERIALIZABLE unngår

- **Dirty Read**
- **Nonrepeatable read**
- **Phantom**.

Oppgave 7 – Transaksjoner – historie og låser (10 %)

a) Problemet med denne sekvensen er «**Lost update**». Begge transaksjonene leser X i samme tilstand og begge oppdaterer X og så skrives X tilbake til databasen. I dette tilfellet mistes T1s oppdatering av X.

b) Hvis transaksjonene setter låser etter behov (basic , strict og rigorous 2PL): Begge transaksjonene ville satt en leselås på X, så vil T1 prøve å sette en skrivelås (oppgradering), men får ikke lov fordi T2 også har en leselås. Så ville T2 prøvd å sette en skrivelås (oppgradering), men får ikke lov til å gjøre dette. Vi får en vranglås og (en av) transaksjonene vil sannsynligvis rulles tilbake og prøve å kjøre på nytt.

   Alternativt kunne vi si at man bruker konservativ 2PL og alle låser må settes på forhånd. Da ville de to transaksjonene kunne kjøre serielt (etter hverandre).