

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: INF3100 — Databasesystemer

Eksamensdag: 13. juni 2016

Tid for eksamen: 14.30–18.30

Oppgavesettet er på 6 sider.

Vedlegg: ingen

Tillatte hjelpemidler: Kalkulator og ordbok

Kontroller at oppgavesettet er komplett før
du begynner å besvare spørsmålene.

Fra 1910 til 1985 produserte Fredriksstad Motorfabrik 22300 båtmotorer. En FM-motor består av 30–40 komponenter. Hver komponent er satt sammen av opptil 20 deler. Hver motor har et entydig nummer; nummeret står på firmaskiltet som er festet på motoren. De vanligste motortypene har betegnelsen Cx, Dx, Lx eller Sx, der x er et tall. Fredrikstad Motorverksted vedlikeholder fortsatt de gamle FM-motorene. Vi skal se på deler av en liten database som holder oversikt over verkstedets virksomhet:

Katalog(*motortype, kompnr, kompnavn, delnr, delnavn*)

Vedlikehold(*lnr, motornr, motortype, kompnr, delnr, dato*)

Relasjonen **Katalog** inneholder for hver motortype informasjon om de komponentene og delene som den består av. Attributtet *motortype* er motortypen, *kompnr* og *kompnavn* er nummeret og navnet til en komponent, og *delnr* og *delnavn* er nummeret og navnet til en del i en komponent. Primærnøkkelen til **Katalog** er (*motortype, kompnr, delnr*).

Relasjonen **Vedlikehold** inneholder informasjon om de motorene som kommer inn til verkstedet, og hvilke komponenter som er blitt overhalt¹. Hver komponentoverhaling gis et løpenummer (*lnr*). Videre inneholder relasjonen motorens nummer (*motornr*) og type (*motortype*), hvilken komponent som er overhalt (*kompnr*), hvilke deler av komponenten som er undersøkt (*delnr*), og når komponenten var ferdig overhalt (*dato*).

¹Å *overhale* en komponent vil si at mekanikerne går over delene i komponenten og reparerer eller erstatter deler med nye der dette er nødvendig.

(Fortsettes på side 2.)

Et lite utsnitt av innholdet er som følger:

Katalog

<i>motortype</i>	<i>kompnr</i>	<i>kompnavn</i>	<i>delnr</i>	<i>delnavn</i>
L5	1	Sylinder med ventiler	X-110	Sylinder
L5	1	Sylinder med ventiler	K-219	Pakning
L5	1	Sylinder med ventiler	K-118	Ventil
L5	2	Toppløkk med armatur	X-310	Toppløkk
L5	2	Toppløkk med armatur	K-120	Tennpluggkontakt
L5	2	Toppløkk med armatur	K-98	Tennplugg
S2	1	Sylinder med deler	S-110	Sylinder
S2	1	Sylinder med deler	K-219	Pakning
S2	1	Sylinder med deler	K-118	Ventil
S2	2	Toppløkk med deler	S-310	Toppløkk
S2	2	Toppløkk med deler	K-462	Termostat
S2	2	Toppløkk med deler	K-98 b	Tennplugg AC 47 XL
S2	2	Toppløkk med deler	K-120	Tennplugghette

Vedlikehold

<i>lnr</i>	<i>motornr</i>	<i>motortype</i>	<i>kompnr</i>	<i>delnr</i>	<i>dato</i>
403	18060	S2	1	S-110	2015-10-05
403	18060	S2	1	K-219	2015-10-05
403	18060	S2	1	K-118	2015-10-05
414	16221	S2	1	S-110	2015-11-10
414	16221	S2	1	K-219	2015-11-10
415	21335	S2	2	K-462	2015-11-11
415	21335	S2	2	K-98 b	2015-11-11
415	21335	S2	2	K-120	2015-11-11

Oppgave 1 FDer, MVDer, normalformer (30%)

1a FDer (5%)

Et krav til databasen er at relasjonen **Katalog** skal overholde følgende integritetsregel:

En komponent kan bare ha ett navn. (1)

Formuler regel (1) som en funksjonell avhengighet (FD).

(Fortsettes på side 3.)

1b Normalform (10%)

Vedlikehold skal overholde FDene

$$\begin{aligned} lnr &\rightarrow \text{motornr}, \text{kompr}, \text{dato} \\ \text{motornr} &\rightarrow \text{motortype} \end{aligned}$$

Bestem den høyeste normalformen som **Vedlikehold** oppfyller. Begrunn svaret.

1c MVDer (5%)

Verkstedet vurderer i tillegg å implementere følgende integritetsregel:

$$\begin{aligned} &\text{Når en komponent overhales,} \\ &\text{skal } \textit{alle} \text{ delene i komponenten undersøkes.} \end{aligned} \quad (2)$$

Betrakt flerverdiavhengigheten (MVDen)

$$\text{motortype}, \text{kompr} \rightarrow \text{delnr}$$

Er det slik at enhver instans av **Vedlikehold** som oppfyller denne MVDen, også oppfyller regel (2)? Begrunn svaret ditt. (Merk at instansen av **Vedlikehold** på side 2 ble laget før spørsmålet om en slik regel var et tema, og at instansen *ikke* overholder hverken regel 2 eller den angitte MVDen.)

1d Dekomposisjon (10%)

La \mathcal{R} være en relasjon med de åtte attributtene S, T, U, V, W, X, Y og Z . La $\mathcal{F} = \{XV \rightarrow U, YZ \rightarrow S, UW \rightarrow S, SZ \rightarrow W, ST \rightarrow VZ\}$ og sett $\mathcal{D} = \{TWYZ, VXYZ, STUVX, STWXY\}$.

Gi et begrunnet svar på om \mathcal{D} er en tapsfri dekomposisjon av \mathcal{R} med hensyn på \mathcal{F} .

(Fortsettes på side 4.)

Oppgave 2 SQL (15%)

Besvar spørsmålene under ved hjelp av SQL. (Du kan gjerne bruke views eller with-select.)

2a Deler med flere navn (5%)

Noen deler benyttes i flere motortyper. Disse har likt delnummer, men kan ha ulike navn. Et eksempel er K-120 som ett sted kalles "Tennpluggkontakt" og et annet sted "Tennplugghette". Finn alle deler som har mer enn ett navn. Skriv for hver ut delens nummer og motortypene der den benyttes.

2b Deler som er i alle motorer (10%)

Finn de delene som benyttes i samtlige motortyper. To eksempler (men som ikke er med i utsnittet side 2) er K-260 og K-262, som er pakninger som brukes i alle oljepumpene. Skriv ut numrene på alle slike deler.

Oppgave 3 Relasjonsalgebra (10%)

Bruk relasjonsalgebra til å beskrive en spørring som finner alle motorer av type S2 der sylindren (S-110) har vært undersøkt mer enn 10 ganger.

Oppgave 4 Rekursiv SQL (10%)

Gitt relasjonen

Organisasjon(*ansattnr*, *navn*, *stilling*, *leder*)

der *ansattnr* er ansattnummeret til en person i organisasjonen og *leder* er ansattnummeret til personens nærmeste overordnede. For den øverste lederen i organisasjonen har attributtet *leder* verdien NULL. Primærnøkkelen er (*ansattnr*).

(Fortsettes på side 5.)

Bruk rekursiv SQL til å finne alle de som er overordnet personen med ansattnummer 205, dvs. finn den som er den nærmeste overordnede til 205, den som er dennes nærmeste overordnede, osv. Skriv for hver person ut ansattnummer og navn.

(Hvis du ikke besvarer oppgave 4, får du likevel halv uttelling. Så ingen stryker på denne oppgaven, og ingen får dårligere enn 50% av maksimal score på oppgaven.)

Oppgave 5 Transaksjonsprotokoller (20%)

Gitt fire transaksjoner

$$T_1 = w_1(b)$$

$$T_2 = r_2(a); r_2(b); w_2(a)$$

$$T_3 = r_3(a); r_3(b)$$

$$T_4 = r_4(b); w_4(b); r_4(a); w_4(a)$$

og eksekveringsplanen

$$S = r_2(a); r_2(b); r_4(b); w_1(b); r_3(a); r_3(b); w_2(a); w_4(b); r_4(a); w_4(a)$$

Vi skal se på bruk av snapshot isolation (SI) til samtidighetskontroll av transaksjonene. La $l_i(x)$ bety at en transaksjon T_i ber om skrive-lås på elementet x . La $u_i(x)$ bety at T_i frigir sin lås på x .

5a Låser (5%)

Sett inn aksjoner på formen $l_i(x)$ og $u_i(x)$ i hver av T_1 , T_2 , T_3 og T_4 i henhold til SI-protokollen FUW (første oppdaterer vinner).

5b Eksekveringsplan (10%)

Beskriv hvordan eksekveringsforløpet blir i henhold til FUW-protokollen hvis eksekveringen i størst mulig grad skal følge forløpet i den opprinnelige planen S . Ta for hver T_i med en aksjon av formen c_i (T_i committer) eller a_i (T_i aborteres/må ruller tilbake) på passende sted i eksekveringsforløpet.

(Fortsettes på side 6.)

5c Konfliktserialiserbarhet (5%)

Avgjør om den resulterende eksekveringsplanen er konfliktserialiserbar.

Hint: Ta utgangspunkt i eksekveringsplanen fra oppgave 5b slik den ser ut når de transaksjonene som eventuelt må ruller tilbake, er fjernet.

Oppgave 6 Distribuerte transaksjoner (15%)

Anta at vi har et distribuert system med tre noder A , B og C og en transaksjon T som utføres distribuert på de tre nodene. Anta at C fullfører sin deltransaksjon, mens B må abortere sin deltransaksjon. Etter at A har utført sin del av transaksjonen og ser at den kan committe, koordinerer A en meldingsutveksling mellom nodene for å finne ut om T som helhet kan committes eller må aborteres. Anta at nodene benytter protokollen tofasecommit (2PC) til dette.

6a Meldingsutveksling (5%)

Beskriv hvordan meldingsutvekslingen mellom A , B og C forløper.

6b Koordinator går ned (5%)

Anta at A går ned slik at B og C ikke får noen fase 2-melding fra A . Beskriv hvordan B og C kan fullføre 2PC-protokollen.

6c Svakheter ved 2PC-protokollen (5%)

Anta at vi har et distribuert system som benytter 2PC-protokollen, og at det ikke er noe galt med nettverket som forbinder nodene i systemet. Finnes det noen situasjoner der 2PC-protokollen er påbegynt, men ikke kan fullføres? Forklar.

Nevn minst én annen protokoll for distribuert commit.