



Department of Computer and Information Science

## **Examination paper for TDT4240 Software Architecture**

**Academic contact during examination:** Adjunct associate professor Gunnar Brataas

**Phone:** +47 47 23 69 38

**Examination date:** Wednesday 28 May 2014

**Examination time (from-to):** 09:00 – 13:00

**Permitted examination support material:**

- IEEE (2000), "IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems", Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society.
- Kruchten, P. (1995), "The 4+1 View Model of Architecture", IEEE Software, 12(6).
- English-Norwegian dictionary (or to your native language if you are not Norwegian) and/or an English thesaurus (English-English).

**Other information:**

- Simple calculator or a calculator approved by NTNU, are allowed.
- The exam has 3 exercises giving a total of 70 points. For each exercise, each question has the same weight unless otherwise stated. The remaining 30 points are credits awarded from the software architecture project.
- If there are mismatches between the English version and the Bokmål or Nynorsk version, then the English version is superior.

**Language:** English

**Number of pages: 12 (for English, Bokmål and Nynorsk combined)**

**Number of pages enclosed: 0**

**Checked by:**

---

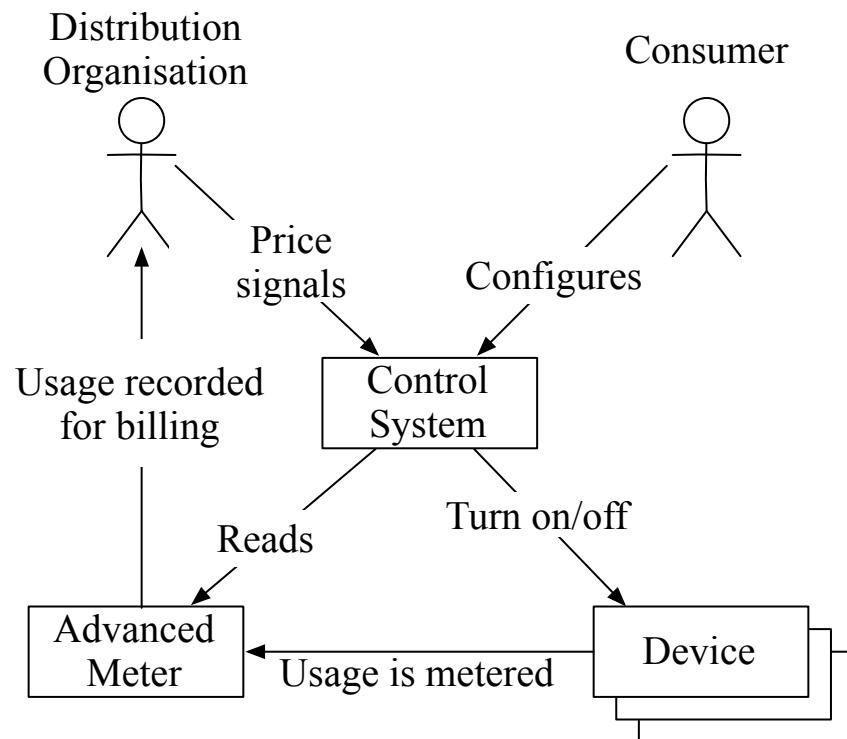
Date

Signature

## Exercise 1: AMS Architecture (30 points)

Figure 1 shows an Advanced Metering System (AMS). A Consumer has electric Devices like water heaters, electric heaters or washing machines. An Advance Meter measures the energy usage of all the Devices of the Consumer, and sends this to the electric energy Distribution Organisation. The Distribution Organisation uses this information for billing. The Distribution Organisation also sends Price Signals to the Control System, telling when electricity has a high or a low price. Depending on the configuration of the Consumer, the Control System can use these Price Signals to turn on or off Devices. For example, a water heater may be turned off when energy is expensive at daytime and turned on when energy is cheap at night. This will reduce the electricity bill for the Consumer, and will also give a better balance between energy production and energy demand in the whole electricity energy grid, which will make it easier to utilise green energy sources like wind mills, solar power etc.

The AMS will consist of both the Advance Meter as well as the Control System and will interact via the Internet with the Distribution Organisation. In addition, the AMS will use an internal network to communicate with the Devices. The Advanced Meter and the Devices are connected via physical electrical cables. The software in the Distribution Organisation or the software in the Devices may change in the future.



**Figure 1 Major Components of an AMS.**

- (4 points) Why is modifiability important for the AMS?
- (8 points) Security has the characteristics confidentiality (hint: data access) and integrity (hint: data manipulation). Describe an AMS scenario for each of them. Remember that there are six portions of a scenario.

- c) (6 points) List six different ICT stakeholders in the AMS.
- d) (8 points) We now focus on the eleven architectural patterns described in the Bass book. List the two most suited architectural patterns for AMS and describe how they fit.
- e) (4 points) Describe two possible deployment (physical) views for the Control System in Figure 1 (Hint: the Control System requires a user interface (UI) to communicate with the Consumer).

## **Exercise 2: Theory (25 points)**

- a) (8 points) List the four basic architectural drivers, each with an example from AMS.
- b) (7 points) What are the seven basic outputs of the ATAM?
- c) (4 points) What is meant by the “connector” in the “component and connector view”? Give at least one good example.
- d) (6 points) How can we analyse a documented software architecture to see if it fulfils the following quality attributes: performance, availability, and security? What is analysis paralysis and how can it be avoided?

## **Exercise 3: Software Product Lines (15 points)**

- a) (2 points) Define a software product line (SPL).
- b) (3 points) What are the three primary architectural variation mechanisms?
- c) (4 points) Describe the trade-off between a narrow and broad scope of an SPL?
- d) (6 points) Describe the three adaption decisions when introducing an SPL approach in an organisation.



Institutt for data teknikk og informasjonsvitenskap

## Eksamensoppgave i TDT4240 Programvarearkitektur

**Faglig kontakt under eksamen: Førsteamanuensis 2 Gunnar Brataas**

**Tlf.: 47 23 69 38**

**Eksamensdato:** Onsdag 28. mai

**Eksamensstid (fra-til):** 09:00 – 13:00

**Hjelpe middelkode/Tillatte hjelpe midler:**

- IEEE (2000), "IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems", Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society.
- Kruchten, P. (1995), "The 4+1 View Model of Architecture", IEEE Software, 12(6).
- Engelsk-norsk ordbok (eller fra engelsk til ditt morsmål, hvis det ikke er norsk), samt engelsk-engelsk synonymordbok.

**Annен informasjon:**

- Bestemt, enkel kalkulator tillatt.
- Eksamen har tre oppgaver som tilsammen gir 70 poeng. For hver oppgave har hvert spørsmål samme vekt, med mindre noe annet er beskrevet. De resterende 30 poengene kommer fra prosjektet i faget.
- Hvis det er uoverensstemmelser mellom den engelske versjonen og bokmål- eller nynorsk-versjonen, er den engelske versjonen retningsgivende.

**Målform/språk: Bokmål**

**Antall sider: 12 (for Engelsk, Bokmål og Nynorsk tilsammen)**

**Antall sider vedlegg:**

**Kontrollert av:**

---

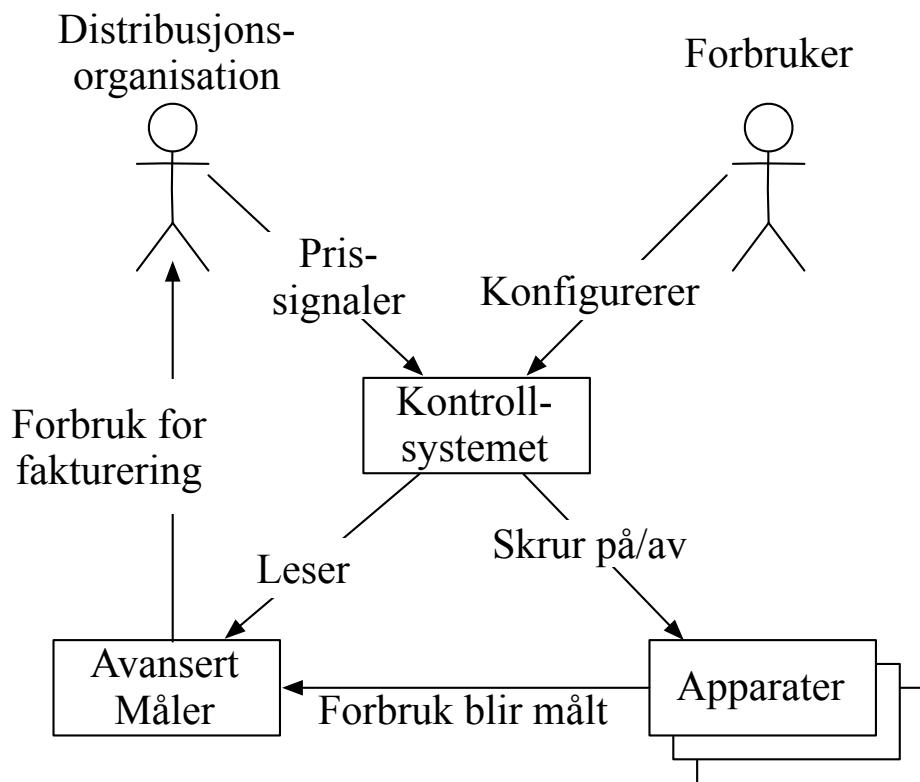
Dato

Sign

## Oppgave 1: AMS Arkitektur (30 poeng)

Figur 2 viser et Avansert Måle-System (AMS). En Forbruker har elektriske Apparater som varmtvannsberedere, elektriske ovner eller vaskemaskiner. En Avansert Måler mäter energiforbruket i Forbrukerens Apparater, og sender denne til (strøm-)Distribusjonsorganisasjonen (f.eks. Trondheim Energi). Distribusjonsorganisasjonen bruker denne informasjonen for fakturering. Distribusjonsorganisasjonen sender også prissignaler til Kontrollsystemet, som forteller når elektrisitet har en høy eller en lav pris. Avhengig av Forbrukers konfigurasjon av systemet, kan Kontrollsystemet bruke disse prissignalene for å slå på eller av Apparater. For eksempel kan en varmtvannsbereder slås av når energien er dyr på dagtid og slås på når energien er billig om natten. Dette vil redusere strømregningen for Forbrukeren, og vil også gi en bedre balanse mellom energiproduksjon og energietterspørselen i hele elektrisitetsenerginettet, noe som vil gjøre det lettere å utnytte grønne energikilder som vindmøller, solenergi o.l.

Et Avansert Måle-System vil bestå av både en Avansert Måler samt et Kontrollsystemet, og vil kommunisere via Internett med Distribusjonsorganisasjonen. I tillegg vil AMS benytte et internt nettverk til å kommunisere med Apparatene. Den Avansert Måleren og Apparatene er forbundet med vanlige fysiske elektriske kabler. Programvaren i Distribusjonsorganisasjonen eller i Apparatene kan endre seg i fremtiden.



Figur 2 Sentral komponenter i et AMS.

- (4 poeng) Hvorfor er modifiserbarhet viktig for AMS?
- (8 poeng) Sikkerhet har karakteristikkene konfidensialitet (hint: datatilgang) og integritet (hint: datamanipulering). Beskriv et AMS scenario hvor for både konfidensialitet og integritet. Husk at et scenario består av seks deler.

- c) (6 poeng) List seks ulike IKT-interessenter i AMS.
- d) (8 poeng) Vi fokuserer nå på de elleve arkitekturmønstrene beskrevet i boken til Bass. List opp de to arkitekturmønstrene som er best egnet for AMS og beskriv hvordan de passer.
- e) (4 poeng) Beskriv to mulige distribusjonsperspektiv (deployment/physical view) for Kontrollsystemet i Figur 2 (Hint: Kontrollsystemet krever et brukergrensesnitt for å kommunisere med Forbrukeren).

## **Oppgave 2: Teori (25 poeng)**

- a) (8 poeng) Nevn de fire grunnleggende arkitektoniske driverne, hver med et eksempel fra AMS.
- b) (7 poeng) Hva er de syv grunnleggende resultatene av ATAM?
- c) (4 poeng) Hva menes med "kontakten" (connector) i "komponent og kontakt"-perspektivet ("component and connector view")? Gi minst et godt eksempel.
- d) (6 poeng) Hvordan kan vi analysere en dokumentert programvarearkitektur for å se om den oppfyller følgende kvalitetsattributter: ytelse, tilgjengelighet og sikkerhet? Hva er analyse-lammelse (analysis paralysis) og hvordan kan det unngås?

## **Oppgave 3: Programvareproduktlinje (15 poeng)**

- a) (2 poeng) Definer en programvareproduktlinje (software product line, SPL).
- b) (3 poeng) Hva er de tre viktigste arkitektoniske endringsmekanismer (variation mechanisms)?
- c) (4 poeng) Beskriv avveiningen mellom et smalt og bredt fokus for SPL?
- d) (6 poeng) Beskriv de tre tilpasningsmekanismene (adaptation decisions) ved innføring av SPL i en organisasjon.



## Eksamensoppgåve i TDT4240 Programvarearkitektur

Fagleg kontakt under eksamen: Fyrsteamanuensis 2 Gunnar Brataas

Tlf.: 47 23 69 38

**Eksamensdato:** Onsdag 28. mai

**Eksamensstid (frå-til):** 09:00 – 13:00

**Hjelpe middelkode/Tillatne hjelpe middel:**

- IEEE (2000), "IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems", Software Engineering Standards Committee of the IEEE Computer Society.
- Kruchten, P. (1995), "The 4+1 View Model of Architecture", IEEE Software, 12(6).
- Engelsk-norsk ordbok (eller frå engelsk til ditt morsmål, dersom det ikkje er norsk), samt engelsk-engelsk synonymordbok.

**Annan informasjon:**

- Bestemt, enkel kalkulator tillaten.
- Eksamen har tre oppgåver som til saman gjev 70 poeng. For kvar oppgåve har kvart spørsmål same vekt, med mindre noko anna er skriven. Dei resterande 30 poenga kjem frå prosjektet i faget.
- Dersom den engelske versjonen og bokmål- eller nynorsk-versjonane ikkje samsvarar, er den engelske versjonen retningsgivande.

**Målform/språk:** Nynorsk

**Sidetal:** 12 (for Engelsk, Bokmål og Nynorsk til saman)

**Sidetal vedlegg:** 0

Kontrollert av:

---

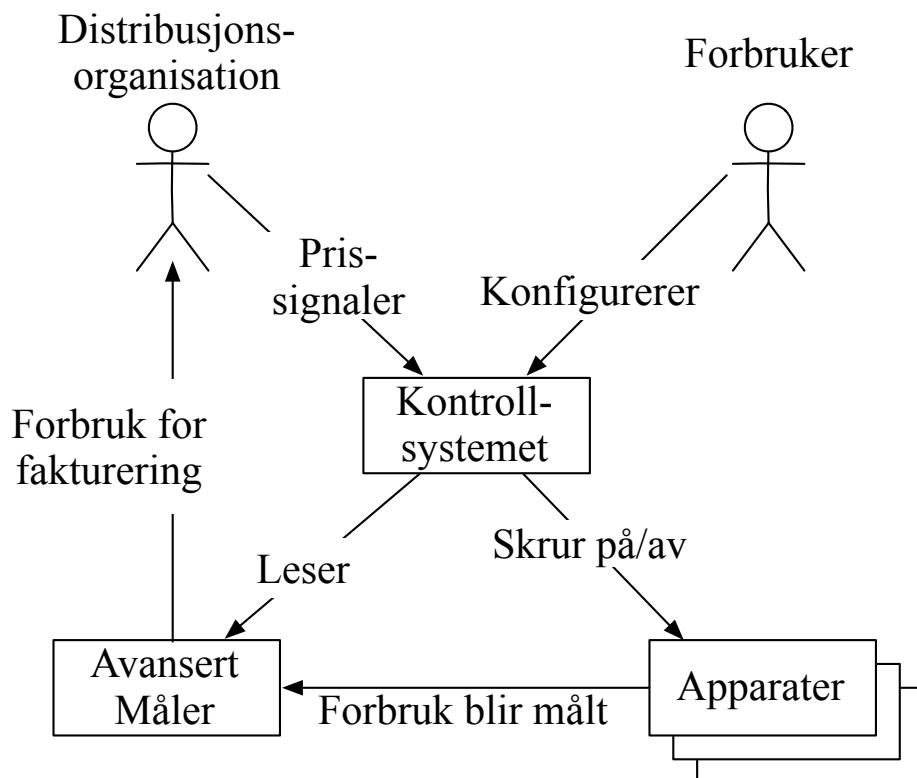
Dato

Sign

## Oppgåve 1: AMS Arkitektur (30 poeng)

Figur 3 viser eit Avansert Måle-System (AMS). Ein Forbruker har elektriske Apparater som varmtvannsberedare, elektriske ovnar eller vaskemaskinar. Ein Avansert Måler mål energiforbruket i Forbrukerens Apparater, og sender denne til (strøm-)Distribusjonsorganisasjonen (f.eks. Trondheim Energi). Distribusjonsorganisasjonen brukar denne informasjonen for fakturering. Distribusjonsorganisasjonen send og prissignaler til Kontrollsystemet, som fortel når elektrisitet har ein høg eller ein låg pris. Avhengig av Forbrukers konfigurasjon av systemet, kan Kontrollsystemet bruke desse prissignalane for å slå på eller av Apparatar. For eksempel kan ein varmvattensberedar slås av når energien er dyr på dagtid og slås på når energien er billig om natta. Dette vil redusere strømrekninga for Forbrukeren, og vil også gi ei betre balanse mellom energiproduksjon og energietterspørselet i heile elektrisitetsenerginettet, noko som vil gjøre det lettare å nytta grøne energikjelder som vindmølle, solenergi o.l.

Et Avansert Måle-System vil bestå av både ein Avansert Måler samt eit Kontrollsystemet, og vil kommunisere via Internett med Distribusjonsorganisasjonen. I tillegg vil AMS nytte eit internt nettverk til å kommunisere med Apparatene. Den Avansert Måleren og Apparatene er knytta sammen med vanlege fysiske, elektriske kablar. Programvaren i Distribusjonsorganisasjonen eller i Apparatene kan endre seg i framtida.



Figur 3 Sentrale komponentar i eit AMS.

- (4 poeng) Kvifor er modifiserbarheit viktig for AMS?
- (8 poeng) Sikkerhet har karakteristikkane konfidensialitet (hint: datatilgang) og integritet (hint: datamanipulering). Beskriv eit AMS scenario kvar for både konfidensialitet og integritet. Hugs at eit scenario består av seks delar.

- c) (6 poeng) List seks ulike IKT-interessentar i AMS.
- d) (8 poeng) Vi fokuserer nå på dei elleve arkitekturmönstra frå i boka til Bass. List opp dei to arkitekturmönstra som er best egnar for AMS og beskriv korleis dei passar.
- e) (4 poeng) Beskriv to mulige distribusjonsperspektiv (deployment/physical view) for Kontrollsystemet i Figur 3 (Hint: Kontrollsystemet krev eit brukargrensesnitt for å kommunisere med Forbrukeren).

## **Oppgåve 2: Teori (25 poeng)**

- a) (8 poeng) Nemn dei fire grunnleggande arkitektoniske drivarane, kvar med eit eksempel frå AMS.
- b) (7 poeng) Kva er de syv grunnleggande resultata av ATAM?
- c) (4 poeng) Kva tyder "kontakten" (connector) i "komponent og kontakt"-perspektivet ("component and connector view")? Gi minst eit godt eksempel.
- d) (6 poeng) Korleis kan vi analysera ein dokumentert programvarearkitektur for å sjå om den oppfyller fyljande kvalitets-attributt: ytelse, tilgjengelegheit og sikkerheit? Kva er analyse-lamming (analysis paralysis) og korleis kan det unngås?

## **Oppgåve 3: Programvareproduktlinje (15 poeng)**

- a) (2 poeng) Definer ein programvareproduktlinje (software product line, SPL).
- b) (3 poeng) Kva er dei tre viktigaste arkitektoniske endrings-mekanismane (variation mechanisms)?
- c) (4 poeng) Beskriv avvenninga mellom eit smalt og breitt fokus for SPL?
- d) (6 poeng) Beskriv dei tre tilpasnings-mekanismane (adaptation decisions) ved innføring av SPL i ein organisasjon.

