

# Tentamen i Ingenjörsmetodik

**Kurskod: MMF173**

**Tid: Tisdag 2010-10-12 kl. 08.30-12.30**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Examinator:</b>         | Universitetslektor Göran Gustafsson (1357, 073-034 63 57)  |
| <b>Jourhavande lärare:</b> | Universitetslektor Göran Gustafsson  |
| <b>Institution:</b>        | Produkt- och produktionsutveckling (PPU)   |
| <b>Lösningar:</b>          | Anslås 2010-10-12 på kurshemsidan  |
| <b>Resultatlista:</b>      | Anslås 2010-10-26 på kurshemsidan  |
| <b>Granskning:</b>         | Rättningen får granskas fr.o.m. onsdag 2010-10-27 hos<br>Lena Bendrioua, PPU, Hörsalsvägen 7 A, plan 5 |

**LÄS NEDANSTÅENDE INNAN DU BÖRJAR LÖSA  
UPPGIFTERNA!**

## Hjälpmedel

Valfria ordböcker.

## Lösningar

Lösningar ska skrivas på svenska eller engelska och innehålla nödvändig text och figurer. Gör lämpliga antaganden ifall den givna informationen inte räcker för att problemet ska kunna lösas, och inför relevanta beteckningar där sådana behövs. Förklara gjorda antaganden och införda beteckningar. Även delvis behandlade uppgifter poängbedöms, så gör ditt bästa på varje uppgift även om du inte kan lösa hela uppgiften.

**Använd inte färgpennor, och skriv bara på framsidan av bladen innanför ramen!**

Behandla endast en uppgift (1, 2, 3, 4 eller 5) på ett och samma lösningsblad. Lösningen till en uppgift får däremot gärna omfatta flera blad (det finns ingen övre gräns för antalet). Alla blad som lämnas in ska vara numrerade i stigande nummerordning (löpande sidnummer) för hela tentan. De ska också **alla** vara tydligt märkta enligt instruktion så att de kan identifieras.

**Lösningsblad som inte är korrekt märkta kan komma att inte poängbedömas och räknas med i tentamen.**

**Bedömning:** Tentamen omfattar 50 poäng. En tillfredsställande lösning av ett problem ger 10 poäng. För godkänt resultat på tentamen krävs minst 25 poäng.

## 1 Diverse

Ange korrektheten i påståendena nedan genom att svara R (för RÄTT) eller F (för FEL) för vart och ett av dem.

- a) Kesselringmatriser har alltid viktade kriterier. (1 p)
- b) Vilken som helst kombination av dellösningar (en per delfunktion) i en morfologisk matris utgör en möjlig totallösning. (1 p)
- c) Om en lösning har flera funktioner så bör de vara okopplade. (1 p)
- d) Flödesmodellen och funktionsträdet är två exempel på funktionsanalyser. (1 p)
- e) Kriterierna i en Pughmatris är vanligen kravspecifikationens önskemål plus de krav i den som det är bra att överträffa. (1 p)
- f) En balanserad lösning (= jämnbra m.a.p. de olika kriterierna) uppfattas ofta som bättre än en lösning som har samma totalpoäng men större skillnader i uppfyllandet av olika kriterier. (1 p)
- g) Syftet med att iterera en Pughmatris är att kontrollera att man har hittat den bästa lösningen. (1 p)
- h) En elimineringsmatris används för att avfärda de lösningsalternativ som inte uppfyller alla krav. (1 p)
- i) Pughmatriser har alltid oviktade kriterier. (1 p)
- j) En morfologisk matris används för att dela upp en huvudfunktion i delfunktioner. (1 p)

## 2 Kravspecifikation

Ställ upp en kravspecifikation för en resväska som omfattar minst 20 krav och/eller önskemål. Gör specifikationen så komplett som möjligt, dvs. sträva efter att inkludera alla aspekter, livscyklfaser och intressenter. Ange även väskans huvudfunktion/-funktioner. (10 p)

## 3 Funktionsanalys

En såg och en bräda ligger på marken. Rita en funktionsstruktur som beskriver processen därifrån till läget att sågen åter ligger på marken tillsammans med den avsågade brädan (nu alltså i två delar). (10 p)

#### 4 Vidareutveckling

Under vidareutvecklingen av ett valt lösningskoncept fram till tillverkningsunderlag måste man bestämma i vilken ordning de olika komponenterna ska konstrueras. Visa och förklara hur detta kan göras på ett systematiskt sätt, och hur man därmed kan identifiera dels problem som kan komplicera konstruktionsarbetet och dels möjligheter att genomföra konstruktionsarbetet snabbare. Förklara också vad dessa problem respektive möjligheter består i, och hur de påverkar det praktiska konstruktionsarbetet. (10 p)

#### 5 Modellering

- a) Definiera två grundläggande dimensioner med hjälp av vilka man kan klassificera olika typer av modeller. (2 p)
- b) Rita ett diagram med de två dimensionerna på axlarna och placera in några olika modelltyper i diagrammet. Kommentera de olika kvadranterna i diagrammet. (4 p)
- c) Ange fyra anledningar till varför man vid ingenjörsarbete ofta väljer att arbeta med modeller istället för med det "verkliga" objektet. (4 p)

Tentamen i Ingenjörsmetodik (MMF173) 101012

Förslag till

# LÖSNINGAR

## 1 Diverse

- a) Kesselringmatriser har alltid viktade kriterier. R
- b) Vilken som helst kombination av dellösningar (en per delfunktion) i en morfologisk matris utgör en möjlig totallösning. F

*Nej, det kan mycket väl finnas teoretiskt omöjliga kombinationer av dellösningar, dvs. de kan inte fungera tillsammans*

- c) Om en lösning har flera funktioner så bör de vara okopplade. R

*Med okopplade funktioner avses alltså sådana som kan utföras oberoende av varandra, vilket har visats i flera exempel på föreläsning*

- d) Flödesmodellen och funktionsträdet är två exempel på funktionsanalyser. R

- e) Kriterierna i en Pughmatris är vanligen kravspecifikationens önskemål plus de krav i den som det är bra att överträffa. R

- f) En balanserad lösning (= jämnbra m.a.p. de olika kriterierna) uppfattas ofta som bättre än en lösning som har samma totalpoäng men större skillnader i uppfyllandet av olika kriterier. R

- g) Syftet med att iterera en Pughmatris är att kontrollera att man har hittat den bästa lösningen. F

*Nej, syftet är (själv)kontroll; att säkerställa att rangordningen mellan lösningarna (m.a.p. nettovärde) inte ändras om man byter referens*

- h) En elimineringsmatris används för att avfärda de lösningsalternativ som inte uppfyller alla krav. R

- i) Pughmatriser har alltid oviktade kriterier. F

*Nej, kriterierna kan vara oviktade eller viktade*

- j) En morfologisk matris används för att dela upp en huvudfunktion i delfunktioner. F

*Nej, den används för att kombinera lösningar till olika delfunktioner till totallösningar (= lösningar till det fullständiga problemet)*

## 2 Kravspecifikation

Ställ upp en kravspecifikation för en resväska som omfattar minst 20 krav och/eller önskemål. Gör specifikationen så komplett som möjligt, dvs. sträva efter att inkludera alla aspekter, livscyklifaser och intressenter. Ange även väskans huvudfunktion/-funktioner.

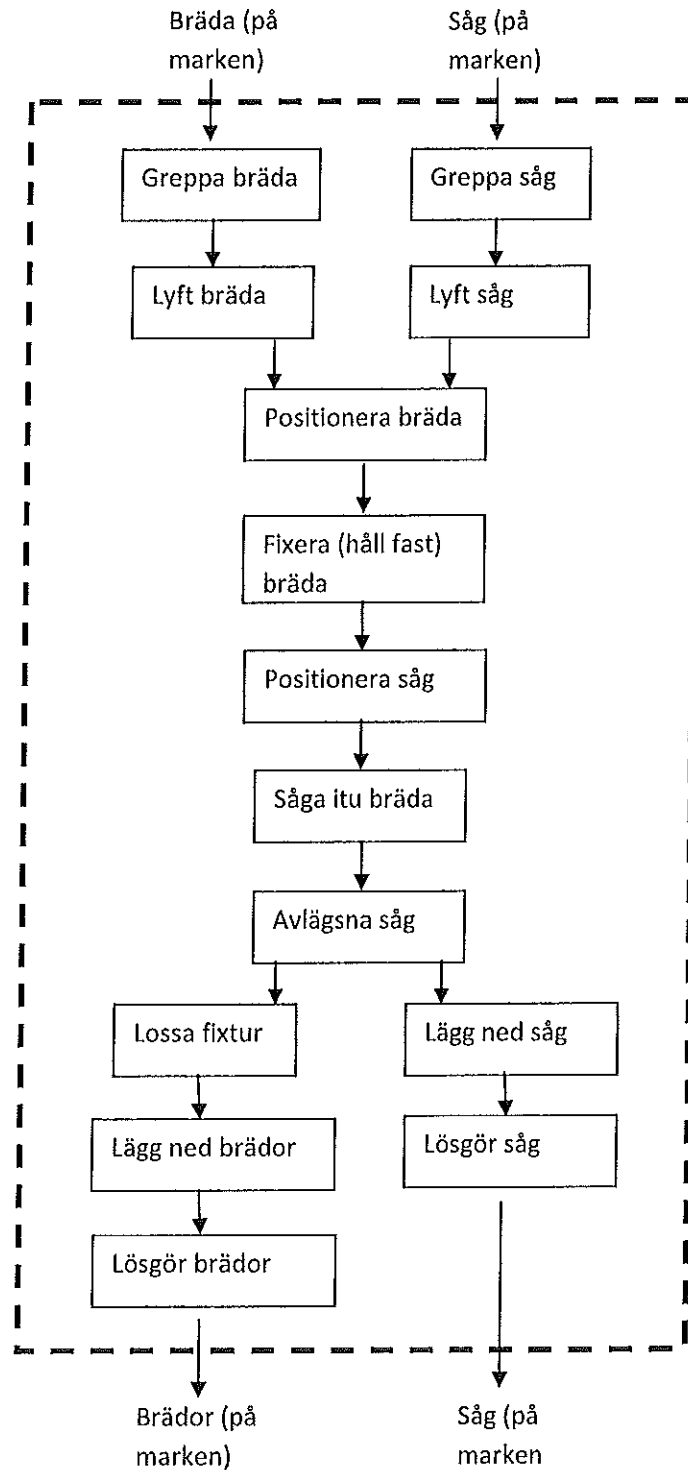
-----

Huvudfunktionen hos en resväska är att göra det möjligt att enkelt och samtidigt transportera flera/många föremål, och dess bifunktioner är att skydda innehållet mot regn, smuts, insyn och stöld

| Krav/önskemål                                    | Verifiering                  | K/Ö | Kravställare |
|--|------------------------------|-----|--------------|
| Hållbar  | Provning                     | K   | Kund         |
| Skyddar innehållet                               | Provning                     | K   | Kund         |
| Tomvikt max. 4 kg                                | Provning                     | K   | Kund         |
| Tomvikt max. 3 kg                                | Provning                     | Ö 4 | Kund         |
| Yttermått enl. transportföretags normer          | Ritning                      | Ö 3 | Kund         |
| Rullar lätt på ojämnt underlag                   | Provning                     | K   | Kund         |
| Ljudnivå max. X dB vid rullning                  | Mätning                      | Ö 3 | Kund         |
| Lätt att bära (ergonomisk utformning)            | Provning                     | Ö 5 | Kund         |
| Handtag på flera sidor                           | Ritning                      | K   | Kund         |
| Ergonomiska handtag                              | Leverantör                   | Ö 3 | Kund         |
| Handtag som kan fällas ut och in                 | Provning                     | Ö 4 | Kund         |
| Ställbart (i längd) handtag för rullning         | Provning                     | Ö 4 | Kund         |
| Inredning för att separera föremål               | Provning                     | Ö 3 | Kund         |
| Inredning för att fixera föremål under transport | Provning                     | Ö 3 | Kund         |
| Låsbar   | Leverantör                   | K   | Kund         |
| Möjlig att låsa fast i något annat               | Leverantör                   | Ö 2 | Kund         |
| "Inbyggd" adresslapp                             | Ritning                      | Ö 3 | Kund         |
| Kan stå i regn utan inträngning av vatten        | Provning                     | K   | Kund         |
| Kan stå i 5 cm vatten utan inträngning           | Provning                     | Ö 4 | Kund         |
| Lätt att stapla under resa                       | Provning                     | Ö 2 | Kund         |
| Lätt att stapla på lager                         | Provning                     | Ö 4 | Distributör  |
| Attraktivt utseende                              | Testning                     | Ö 5 | Kund         |
| Lätt att rengöra                                 | Provning                     | Ö 4 | Kund         |
| Inget underhåll utöver rengöring                 | Provning                     | Ö 5 | Kund         |
| Återvinningsbar                                  | Fullständigt återvinningsbar | K   | Lagstiftare  |
| Utvecklat servicenät                             | Organisationsplan            | Ö 3 | Kund         |

### Funktionsanalys

En såg och en bräda ligger på marken. Rita en funktionsstruktur som beskriver processen därifrån till läget att sågen åter ligger på marken tillsammans med den avsågade brädan (nu alltså i två delar).



Här har alltså antagits att man har en fixtur för sågning på plats, dvs. en sågbock eller liknande.

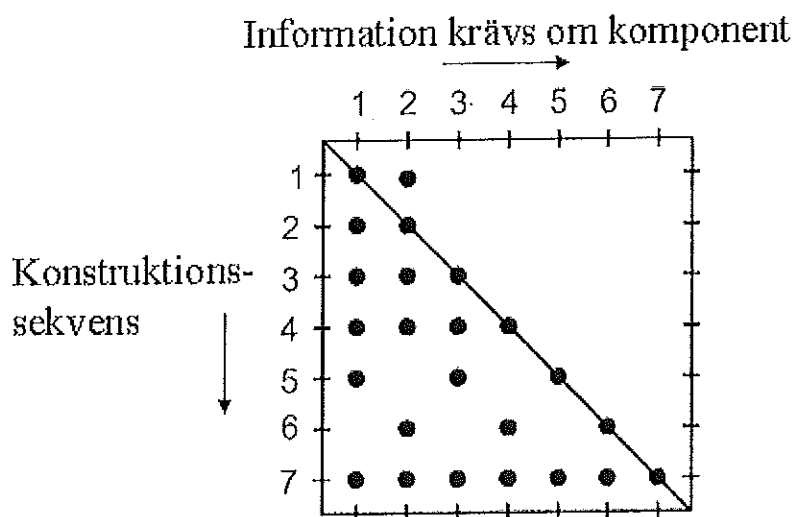
#### 4 Vidareutveckling

Under vidareutvecklingen av ett valt lösningskoncept fram till tillverkningsunderlag måste man bestämma i vilken ordning de olika komponenterna ska konstrueras. Visa och förklara hur detta kan göras på ett systematiskt sätt, och hur man därmed kan identifiera dels problem som kan komplicera konstruktionsarbetet och dels möjligheter att genomföra konstruktionsarbetet snabbare. Förklara också vad dessa problem respektive möjligheter består i, och hur de påverkar det praktiska konstruktionsarbetet.

---

Man kan använda verktyget

### Design Structure Matrix (DSM)



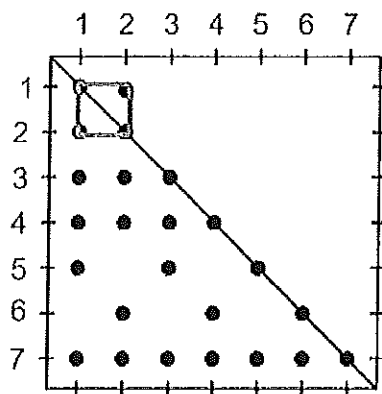
Man anger då i en matris (se ovan) komponenterna i den ordningsföljd som man antar att de bör konstrueras, dels horisontellt från vänster till höger och dels vertikalt uppifrån och ner. Sedan markerar man vilka andra komponenter man behöver ha kunskap om för att kunna konstruera en viss komponent.

Utifrån den DSM som man nu konstruerat kan man bedöma om den antagna konstruktionsordningen är lämplig. Generellt gäller att man, om möjligt, ska undvika markeringar ovanför den inritade diagonalen i matrisen. Genom att flytta om ordningen i vilken man ska konstruera komponenterna kan man i gynnsamma fall undvika att få markeringar ovanför diagonalen, eller i vart fall få färre markeringar där och/eller markeringar som ligger närmare diagonalen. Båda de senare varianterna medför förenklat konstruktionsarbete.

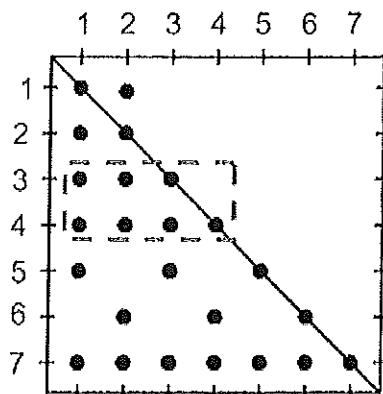
Man kan identifiera tre typfall i en DSM:



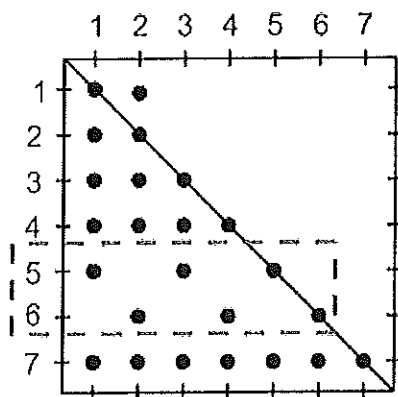
A. **Iterativ konstruktion.** Man har en eller flera markeringar ovanför diagonalen som gör att de komponenter som finns innanför den kvadrat som spänns upp av markeringarna, i det här fallet 1 och 2, måste konstrueras samtidigt i en iterativ process eftersom de kräver information om varandra. Detta arbete är oftast komplicerat och bör därför, om det alls är möjligt, undvikas.



B. **Sekventiell konstruktion.** Man kan konstruera komponenterna i tur och ordning, i detta fall först komponent 3 och sedan komponent 4. Komponent 3 kräver endast information om komponenterna 1 och 2, och de är ju redan konstruerade. När komponent 3 sedan har konstruerats så kan komponent 4 konstrueras, eftersom den endast kräver information om de då redan färdigkonstruerade komponenterna 1, 2 och 3.



C. **Parallell konstruktion.** Komponenterna 5 och 6 i figuren kräver båda information om olika andra komponenter. Vilka det är skiljer sig dock fullständigt åt för dem, så komponenterna 5 och 6 kan alltså konstrueras helt oberoende av varandra.



Sammanfattningsvis så kan man säga att man i första hand bör sträva efter att kunna konstruera parallellt (typfall C) och i andra hand sekventiellt (typfall B). Iterativ konstruktion (typfall A) bör om möjligt undvikas. Parallell konstruktion ger den kortaste utvecklingstiden eftersom den innebär att olika arbetslag kan arbeta med olika komponenter samtidigt på grund av att de är oberoende av varandra. Iterativ konstruktion medför i allmänhet ett mer komplicerat arbete, eftersom man måste konstruera flera saker samtidigt som ömsesidigt beror av varandra.

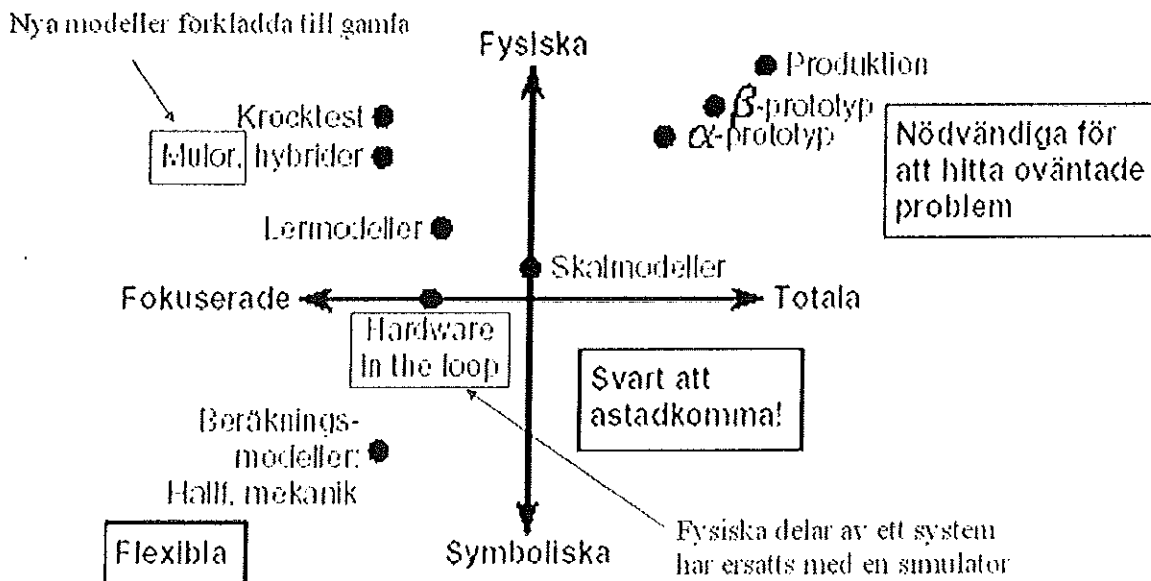
## 5 Modellering

- a) Definiera två grundläggande dimensioner med hjälp av vilka man kan klassificera olika typer av modeller.

Den **horisontella** axeln visar om modellen avbildar *en* del eller *en* aspekt av originalet (fokuserad modell), eller om den avbildar *hela* originalet (totalmodell)

Den **vertikala** axeln visar om modellen existerar i en form så att den kan vidröras (fysisk modell), eller om den är en indirekt avbildning (symbolisk modell) på något annat sätt, t.ex. som en matematisk modell

- b) Rita ett diagram med de två dimensionerna på axlarna och placera in några olika modelltyper i diagrammet. Kommentera de olika kvadranterna i diagrammet.



- c) Ange fyra anledningar till varför man vid ingenjörsarbete ofta väljer att arbeta med modeller istället för med det "verkliga" objektet

En modell är i allmänhet billigare och enklare att tillverka samt enklare att distribuera och flexibla att arbeta med

# Tentamen i Ingenjörsmetodik

**Kurskod: MMF173**

**Tid: Tisdag 2011-10-11 kl. 08.30-12.30**

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Examinator:</b>          | Universitetslektor Göran Gustafsson (1357, 073-034 63 57)   |
| <b>Jourhavande lärare:</b>  | Universitetslektor Göran Gustafsson   |
| <b>Chalmersinstitution:</b> | Produkt- och produktionsutveckling (PPU)  |
| <b>Lösningar:</b>           | Anslås på kurshemsidan tisdag 2011-10-11  |
| <b>Resultatlista:</b>       | Anslås på kurshemsidan tisdag 2011-10-25  |
| <b>Granskning:</b>          | Rättningen får granskas fredag 2011-10-28 kl. 13 -17 hos<br>Lena Bendrioua, PPU, Hörsalsvägen 7 A, plan 5 |

**LÄS NEDANSTÅENDE INNAN DU BÖRJAR LÖSA  
UPPGIFTERNA!**

## Hjälpmedel

Valfria ordböcker.

## Lösningar

Lösningar ska skrivas på svenska eller engelska och innehålla nödvändig text och figurer. Gör lämpliga antaganden ifall den givna informationen inte räcker för att problemet ska kunna lösas, och inför relevanta beteckningar där sådana behövs. Förklara gjorda antaganden och införda beteckningar. Även delvis behandlade uppgifter poängbedöms.

*Använd inte färgpennor, och skriv bara på framsidan av bladen innanför ramen!*

Behandla endast *en* uppgift (1, 2, 3, 4 eller 5) på ett och samma lösningsblad. Lösningen till en uppgift får däremot gärna omfatta flera blad (det finns ingen övre gräns för antalet). Alla blad som lämnas in ska vara numrerade i stigande nummerordning (löpande sidnummer) för *hela* tentan. De ska också *alla* vara tydligt märkta enligt instruktion så att de kan identifieras.

*Lösningsblad som inte är korrekt märkta kan komma att inte poängbedömas och räknas med i tentamen.*

Tentamen omfattar fem uppgifter, ev. med deluppgifter. En tillfredsställande lösning av ett problem ger 10 poäng. För godkänt resultat på tentamen krävs minst 25 poäng.

## 1 Diverse

Ange korrektheten i påståendena nedan genom att svara R (för RÄTT) eller F (för FEL) för vart och ett av dem.

- a) I en utvärderingsprocess blir antalet lösningar som beaktas hela tiden allt färre. (1 p)
- b) Funktionsanalys i kombination med en morfologisk matris är en *systematisk* metod för att söka lösningar. (1 p)
- c) Lösningar med kopplade funktioner uppfattas oftast som lättanvända. (1 p)
- d) En mula är en ny produkt i förklädnad, t.ex. en ny bil med en gammal kaross. (1 p)
- e) Kriterierna i en Kesselringmatris är vanligen kravspecifikationens önskemål plus de krav som det är bra att överträffa. (1 p)
- f) Olika lösningar till samma problem har alltid olika komplexitetstal. (1 p)
- g) Lösningar som får negativa nettovärden i en Pughmatris kan direkt förkastas. (1 p)
- h) En elimineringsmatris används för att sortera bort alla lösningsalternativ som inte uppfyller alla önskemål. (1 p)
- i) I en Pughmatris är det viktigt vilken lösning man väljer som referens. (1 p)
- j) En morfologisk matris används för att dela upp en huvudfunktion i delfunktioner. (1 p)

## 2 Kravspecifikation

Ställ upp en kravspecifikation för en sladdlös bormaskin/skruvdragare som omfattar minst 12 krav och 4 önskemål. Specifikationen ska vara komplett, dvs. alla aspekter, livscyklifaser och intressenter ska beaktas och produktens huvudfunktion(er) ska anges. (10 p)

## 3 Funktionsanalys

Rita en funktionsstruktur över alla rimliga steg som ingår i processen mellan följande lägen:

Läge 1: En tom tallrik och en oöppnad konservburk står bredvid varandra på ett bord.

Läge 2: På bordet står burken och tallriken bredvid varandra, men burken är nu tom och dess innehåll ligger på tallriken. (10 p)

#### 4 **Beslutsmetoder**

I en Kesselringmatris är det angeläget att viktsfaktorerna för jämförelsekriterierna bestäms med omsorg för att utvärderingen av de aktuella koncepten ska bli rättvisande. Visa hur man kan bestämma kriteriernas viktsfaktorer genom parvisa jämförelser om man har sex kriterier och

- Kriterium 1 bedöms vara *mindre viktigt* än kriterierna 2, 3 och 6, *lika viktigt* som kriterium 4 och *viktigare* än kriterium 5
- Kriterium 2 bedöms vara *mindre viktigt* än kriterium 3, *lika viktigt* som kriterierna 4 och 6 och *viktigare* än kriterierna 1 och 5
- Kriterium 3 bedöms vara *lika viktigt* som kriterierna 4 och 6 samt *viktigare* än kriterierna 1, 2 och 5
- Kriterium 4 bedöms vara *lika viktigt* som kriterierna 1, 2, 3, 5 och 6
- Kriterium 5 bedöms vara *mindre viktigt* än kriterierna 1, 2, 3 och 6, samt *lika viktigt* som kriterium 4
- Kriterium 6 bedöms vara *lika viktigt* som kriterierna 2, 3 och 4, samt *viktigare* än kriterierna 1 och 5

Varje viktsfaktor ska ha två decimaler och summan av dem ska vara 1. (10 p)

#### 5 **Modellering**

Det är vanligt inom produktutvecklingsprocesser att man på olika sätt och av olika anledningar modellerar den produkt som man håller på att utveckla.

- a) Vilka olika anledningar kan man ha för att göra en modell? (8 p)
- b) Varför gör man ofta hellre en analytisk modell än en fysisk modell? (2 p)

FÖRSLAG  
till lösningar till tentamen i  
Ingenjörsmetodik (MMF173)  
2011-10-11

(Andra formuleringar kan alltså också ge full  
poäng.)

# 1 Diverse

Ange korrektheten i påståendena nedan genom att svara RÄTT eller FEL för vart och ett av dem.

- a) I en utvärderingsprocess blir antalet lösningar som beaktas hela tiden allt färre. **FEL**  
*Nej, man kan mycket väl temporärt få fler lösningar under utvärderingsprocessen, t.ex. genom att kombinera existerande lösningar.*
- b) Funktionsanalys i kombination med en morfologisk matris är en systematisk metod för att söka lösningar. **RÄTT**  
*Ja, i kombination med varandra utgör de en systematisk metod.*
- c) Lösningar med kopplade funktioner uppfattas oftast som lättanvända. **FEL**  
*Nej, tvärtom uppfattas lösningar med okopplade funktioner som lättanvända.*
- d) En mula är en ny produkt i förklädnad, t.ex. en ny bil med en gammal kaross. **RÄTT**
- e) Kriterierna i en Kesselringmatris är vanligen kravspecifikationens önskemål plus de krav som det är bra att överträffa. **FEL**  
*Nej, i en Kesselringmatris används bara önskemålen som kriterier.*
- f) Olika lösningar till samma problem har alltid olika komplexitetstal. **FEL**  
*Nej, de kan mycket väl ha samma komplexitetstal fastän de är olika.*
- g) Lösningar som får negativa nettovärden i en Pughmatris kan direkt förkastas. **FEL**  
*Nej, nettovärdet säger bara hur bra en lösning är relativt referenslösningen, inte hur bra den är i absoluta termer.*
- h) En elimineringsmatris används för att sortera bort alla lösningsalternativ som inte uppfyller alla önskemål. **FEL**  
*Nej, den används för att sortera bort alla alternativ som inte uppfyller alla krav.*
- i) I en Pughmatris är det viktigt vilken lösning man väljer som referens. **FEL**  
*Nej, idealt är resultatet av utvärderingen m.h.a. en Pughmatris (framförallt rangordningen) oberoende av referensen, vilket man f.ö. kontrollerar genom att iterera (= byta referens och göra en ny jämförelse).*
- j) En morfologisk matris används för att dela upp en huvudfunktion i delfunktioner. **FEL**  
*Nej, den är inget verktyg för att göra själva uppdelningen av en huvudfunktion i delfunktioner – det åstadkommer man m.h.a. en funktionsstruktur – men däremot är huvudfunktionen uppdelad i delfunktioner i en morfologisk matris.*



## 2 Kravspecifikation

Ställ upp en kravspecifikation för en sladdlös bormaskin/skruvdragare som omfattar minst 12 krav och 4 önskemål. Specifikationen ska vara komplett, dvs. alla aspekter, livscykel-faser och intressenter ska beaktas och produktens huvudfunktion(er) ska anges.

| Chalmers                                    | Kravspecifikation över sladdlös bormaskin/skruvdragare        |     |      |                             |
|---|---|-----|------|-----------------------------|
| Utfärdare:                                  | Skapad: 2011-10-11  |     |      |                             |
| GG/PPU                                      | Modifierad: -   | K/Ö | Vikt | Verifiering                 |
|   |   |     |      | Kravställare                |
| <b>Huvudfunktioner</b>                      |   |     |      |                             |
| System för att dra åt och skruva ur skruvar |   |     |      |                             |
| System för att åstadkomma runda hål         |   |     |      |                             |
| <b>1. Prestanda</b>                         |   |     |      |                             |
| 1.1   | Varvfrekvens: 0-900 r/min eller mer                           | K   |      | Test<br>Kund                |
| 1.2   | Ställbart vridmoment i intervallet 0-x Nm                     | K   |      | Test<br>Kund                |
| 1.3   | Reversibelt vridmoment (höger-/vänstergång)                   | K   |      | Ritning<br>Kund             |
| 1.4   | Nyckellös chuck   | K   |      | Ritning<br>Kund             |
| 1.5   | Borrkapacitet:<br>trä > 35 mm, metall > 10 mm, betong > 12 mm | K   |      | Test<br>Kund                |
| 1.6   | Laddningsbart batteri   | K   |      | Test<br>Kund                |
| 1.7   | Batterikapacitet: minst 1h                                    | K   |      | Test<br>Kund                |
| 1.8   | Ska tåla belastning i borrens riktning > 1 kN                 | K   |      | Test<br>Kund                |
| <b>2. Användning</b>                        |   |     |      |                             |
| 2.1   | Användare ska själv kunna reglera 1.2-1.3                     | K   |      | Ritning<br>Kund             |
| 2.2   | Batteriindikator  | K   |      | Ritning<br>Kund             |
| 2.3   | Vattenpass  | Ö   | 3    | Ritning<br>Kund             |
| 2.4   | Tåla smuts  | Ö   | 5    | Test<br>Kund                |
| 2.5   | Tåla fukt   | Ö   | 4    | Test<br>Kund                |
| 2.6   | Tåla fall > 2 meter   | K   |      | Test<br>Kund                |
| <b>3. Ergonomi</b>                          |   |     |      |                             |
| 3.1   | Glidfritt handtag   | K   |      | Test<br>Kund                |
| 3.2   | Lätt åtkomst av bormaskinens reglage vid användning           | Ö   | 5    | Test<br>Kund                |
| 3.3   | Bekväm vid längre tids användning                             | Ö   | 4    | Test<br>Kund                |
| 3.4   | Reglage som kräver liten kraft och vridmoment                 | Ö   | 3    | Test<br>Kund                |
| 3.5   | Ej skymma sikten vid användning                               | Ö   | 2    | Test<br>Kund                |
| <b>4. Säkerhet</b>                          |   |     |      |                             |
| 4.1   | Värmebeständigt material                                      | K   |      | Ritning<br>Lagstiftare      |
| 4.2   | Maskinen får ej direkt orsaka personskador vid användning     | K   |      | Ritning/test<br>Lagstiftare |
| <b>5. Underhåll</b>                         |   |     |      |                             |
| 5.1   | Ska kunna underhållas av användaren                           | K   |      | Test<br>Kund                |
| 5.2   | Slitagedelar ska vara möjliga att byta                        | K   |      | Ritning<br>Kund             |
| <b>6. Produktion</b>                        |   |     |      |                             |
| 6.1   | Så få ingående komponenter som möjligt                        | Ö   | 2    | Ritning<br>Produktion       |
| 6.2   | Chassiet ska passa flera typer av maskiner                    | K   |      | Ritning<br>Produktion       |
| 6.3   | Ska kunna produceras i befintlig anläggning                   | K   |      | Verkstadsplan<br>Produktion |

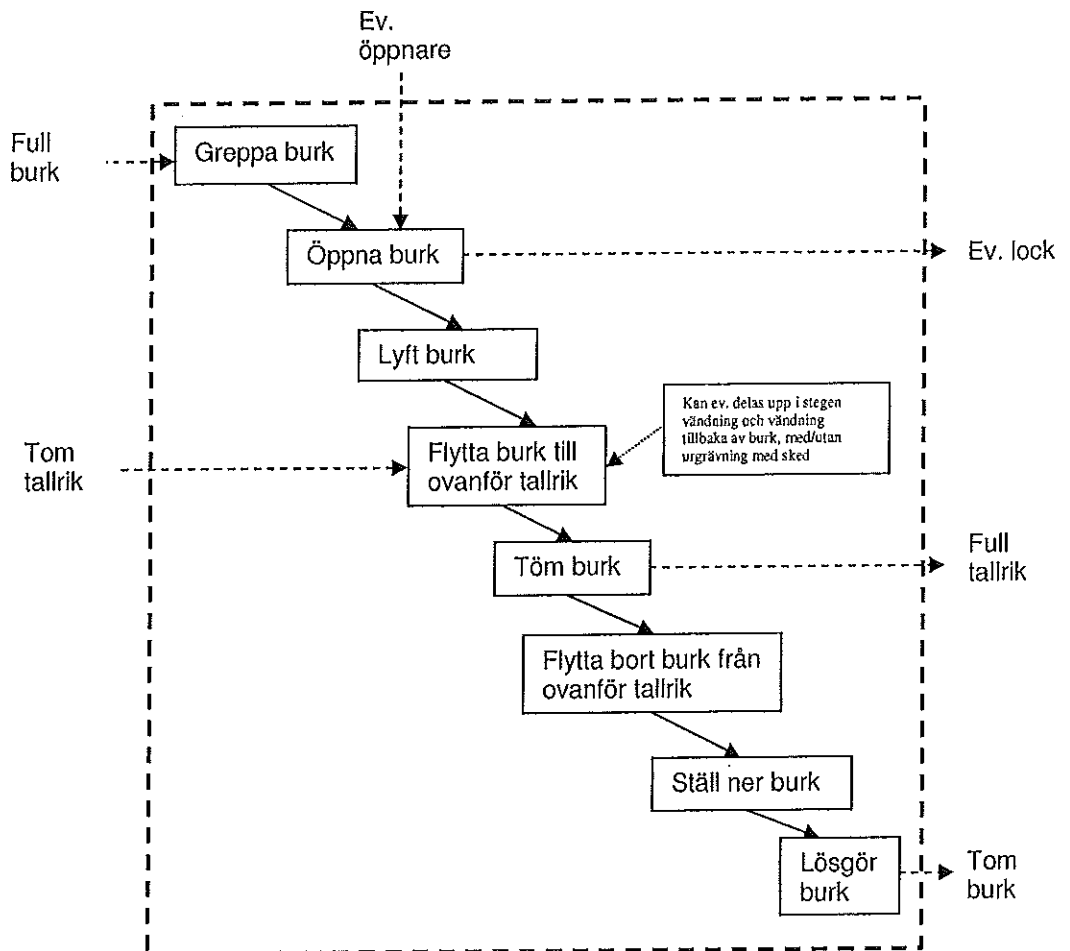
|   |   |   |               |             |
|---|---|---|---------------|-------------|
| <b>7. Massa</b>   |   |   |               |             |
| 7.1 Max 1,6 kg  | K |   | Vägning       | Lagstiftare |
| 7.2 < 1,6 kg  | Ö | 3 | Vägning       | Kund        |
| <b>8. Estetik och semantik</b>  |   |   |               |             |
| 8.1 Industridesigner ansvarig för formen  | K |   | Kontrakt      | Styrgrupp   |
| 8.2 Maskinens formspråk bör följa produktfamiljens                              | Ö | 5 | Modell        | Styrgrupp   |
| 8.3 Maskinens färger ska vara samma som resten av företagets produkter          | K |   | Skisser       | Styrgrupp   |
| 8.4 Reglage ska uttrycka och beskriva funktion                                  | Ö | 4 | Modell        | Styrgrupp   |
| <b>9. Material</b>  |   |   |               |             |
| 9.1 Slittåligt material ska användas  | Ö | 5 | Test          | Kund        |
| <b>10. Livslängd</b>  |   |   |               |             |
| 10.1 Minst 10 år vid hobbybruk  | K |   | Test          | Kund        |
| 10.2 Minst 15 år vid hobbybruk  | Ö | 5 | Test          | Kund        |
| <b>11. Kostnad</b>  |   |   |               |             |
| 11.1 Maskinen får inte kosta mer att tillverka än vad föregående modell kostade | K |   | Kalkyl        | Styrgrupp   |
| <b>12. Eliminering</b>  |   |   |               |             |
| 12.1 Återvinningsbara material  | K |   | Specifikation | Lagstiftare |
| 12.2 Delbara material för sortering   | K |   | Specifikation | Lagstiftare |
| <b>13. Tidsschema</b>   |   |   |               |             |
| 13.1 Valt koncept 2011-10-11  | K |   | Redovisning   | Styrgrupp   |
| 13.2 Funktionsmodell klar 2011-12-23  | K |   | Modell        | Styrgrupp   |
| 13.3 Produktionsstart 2012-04-01  | K |   | Serieprod.    | Styrgrupp   |

### 3 Funktionsanalys

Rita en funktionsstruktur över alla rimliga steg som ingår i processen mellan följande lägen:

Läge 1: En tom tallrik och en oöppnad konservburk står bredvid varandra på ett bord.

Läge 2: På bordet står burken och tallriken bredvid varandra, men burken är nu tom och dess innehåll ligger på tallriken.



## 4 Beslutsmetoder

I en Kesselringmatris är det angeläget att viktsfaktorerna för jämförelsekriterierna bestäms med omsorg för att utvärderingen av de aktuella koncepten ska bli rättvisande. Visa hur man kan bestämma kriteriernas viktsfaktorer genom parvisa jämförelser om man har sex kriterier och

- Kriterium 1 bedöms vara *mindre viktigt* än kriterierna 2, 3 och 6, *lika viktigt* som kriterium 4 och *viktigare* än kriterium 5
- Kriterium 2 bedöms vara *mindre viktigt* än kriterium 3, *lika viktigt* som kriterierna 4 och 6 och *viktigare* än kriterierna 1 och 5
- Kriterium 3 bedöms vara *lika viktigt* som kriterierna 4 och 6 samt *viktigare* än kriterierna 1, 2 och 5
- Kriterium 4 bedöms vara *lika viktigt* som kriterierna 1, 2, 3, 5 och 6
- Kriterium 5 bedöms vara *mindre viktigt* än kriterierna 1, 2, 3 och 6, samt *lika viktigt* som kriterium 4
- Kriterium 6 bedöms vara *lika viktigt* som kriterierna 2, 3 och 4, samt *viktigare* än kriterierna 1 och 5

Varje viktsfaktor ska ha två decimaler och summan av dem ska vara 1.

---

Kalla kriterierna 1-6 i ordning för A-F (för att undvika sammanblandning) och kvantifiera viktighetsgraden som

0 = mindre viktigt än  
0,5 = lika viktigt som  
1 = viktigare än

och ange bedömningarna i lydelsen i en matris (se nedan). Jämförelserna står radvis, så första raden anger alltså hur viktigt kriterium A är i tur och ordning i förhållande till kriterierna B, C, D, E respektive F, och motsvarande för de övriga fem raderna

Viktsfaktorn för varje kriterium beräknas nu som den horisontella summan för kriteriet ifråga dividerad med "summan av summorna" (=  $1,5 + 3 + 4 + 2,5 + 0,5 + 3,5 = 15$ ), *avrundad* till två decimaler

| Kriterium | A   | B   | C   | D   | E   | F   | Summa | Viktsfaktor   |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|---------------|
| A         | -   | 0   | 0   | 0,5 | 1   | 0   | 1,5   | 0,10 (1,5/15) |
| B         | 1   | -   | 0   | 0,5 | 1   | 0,5 | 3     | 0,20 (3/15)   |
| C         | 1   | 1   | -   | 0,5 | 1   | 0,5 | 4     | 0,27 (4/15)   |
| D         | 0,5 | 0,5 | 0,5 | -   | 0,5 | 0,5 | 2,5   | 0,17 (2,5/15) |
| E         | 0   | 0   | 0   | 0,5 | -   | 0   | 0,5   | 0,03 (0,5/15) |
| F         | 1   | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1   | -   | 3,5   | 0,23 (3,5/15) |

Kontroll:  $0,10 + 0,20 + 0,27 + 0,17 + 0,03 + 0,23 = 1,00$

## 5 Modellering

Det är vanligt inom produktutvecklingsprocesser att man på olika sätt och av olika anledningar modellerar den produkt som man håller på att utveckla.

- a) Vilka olika anledningar kan man ha för att göra en modell?
- b) Varför gör man ofta hellre en analytisk modell än en fysisk modell?

a) Man gör en modell för

- Att lära
  - Hur väl kommer det att fungera?
  - Kommer det att fungera som vi tänkt oss?
  - Vilka parametervärden är optimala?
  - Kommer det att gå att tillverka delarna?
- Att studera integration
  - Går det att montera ihop delarna?
  - Fungerar olika tekniker tillsammans, och hur väl?
- Att kommunicera
  - Särskilt fysiska modeller underlättar kommunikation, och allra helst med icke-tekniker
- Att demonstrera
  - Modellen bevisar för ledning och kund att resultat har uppnåtts

b) Man gör ofta hellre en analytisk än en fysisk modell därför att den i allmänhet både är *billigare* och *enklare* att arbeta med.

En analytisk modell kan t.ex. användas för simulering, där man kan upprepa samma experiment gång på gång med varierande indata till nästan ingen kostnad alls. Jämför t.ex. upprepade simuleringar av en bilrock i dator med kostnaderna för att utföra *verkliga* kollisionstest!

Den analytiska modellen är också mycket lättare att distribuera. Man kan t.ex. skicka den vart som helst i världen praktiskt taget ögonblickligen (och därtill till en mycket låg kostnad).