

### TENTAMEN I EXPERIMENTPLANERING

Tid: 10.00 – 15.00

Tillåtna hjälpmedel: Miniräknare utan lagrade formler och text. Vidhäftade tabeller. Ett A4-blad med egna anteckningar.

**Uppgift 1.** Ett företag som tillverkar färgglada disktrasor köper in råmaterial från två leverantörer: den tyska leverantören Sonnen och den danska leverantören Christensen. Disktrasornas uppsugningsförmåga påverkas av halten salt i råmaterialiet. Salthalten varierar mellan leverantörernas produktionssatser. I tabell 1 finns data från fem slumpmässigt valda produktionssatser per leverantör. Salthalten har mätts två gånger per produktionssats. Totala summan är  $5 + 6 + \dots + 7 = 96$ , och totala okorrigerade kvadratsumman är  $5^2 + 6^2 + \dots + 7^2 = 508$ . Sätt upp den fullständiga variansanalystabellen och pröva på 5 % -nivån hypotesen att det inte finns några skillnader mellan leverantörerna. (5 poäng)

Tabell 1

Leverantör	Produktionssats	Salthalt
Sonnen	1	5
Sonnen	1	6
Sonnen	2	3
Sonnen	2	3
Sonnen	3	2
Sonnen	3	5
Sonnen	4	3
Sonnen	4	4
Sonnen	5	4
Sonnen	5	5
Christensen	1	6
Christensen	1	3
Christensen	2	5
Christensen	2	5
Christensen	3	4
Christensen	3	6
Christensen	4	8
Christensen	4	5
Christensen	5	7
Christensen	5	7

**Uppgift 2.** Ett reducerat faktorförsök med fem faktorer (A, B, C, D och E) har utförts. Följande åtta observationer erhöles:

$$abcde = 29, be = 32, ade = 18, ce = 29, \\ ab = 39, bcd = 17, ac = 38, d = 10$$

- Skatta effekten av faktorn A (1 poäng)
- Vilken är den definierande relationen? (1 poäng)
- Vilken upplösning har försöket? Motivera svaret. (1 poäng)
- Skriv upp samtliga överlagringsmönster (2 poäng)

**Uppgift 3.** Elva överviktiga studenter har deltagit i ett experiment med tre olika bantningsdieter: Gott och Grönt (G), Kött och kål (K) samt Vin och vatten (V). Studenterna randomiserades till behandlingarna. Av tabell 2 framgår hur mycket studenterna minskat i vikt under en månad på diet.

- Gör en ensidig variansanalys och pröva på 5 % -nivån hypotesen att de tre dieterna har samma effekt. (3 poäng)
- Använd Tukeys metod (även kallad Tukey-Kramers metod) för att pröva hypotesen att effekten av diet G är samma som effekten av diet V. (2 poäng)

Tabell 2

Student	Diet	Viktninskning (kg)
Lotta	G	5
Said	G	6
Magnus	G	8
Karl-Bertil	G	5
Vera	K	6
Julia	K	3
Maria	K	2
Jasmine	K	1
Otto	V	3
Erik	V	2
Olga	V	1

**Uppgift 4.** Ett  $2^4$ -försök planeras för att undersöka effekterna av Temperatur, Tryck, Tid och Vinkel. Det är bara möjligt att undersöka fyra kombinationer i taget. Därför ska försöket utföras i fyra block, med fyra kombinationer per block. Blockindelningen i tabell 3 är ett förslag. Blockindelningen har gjorts med hjälp av de definierande samspelet ABC och ABCD.

- Wilken nackdel har blockindelningen i tabell 3? (2 poäng)
- Föreslå en bättre blockindelning (2 poäng)

Tabell 3

Block	A: Temperatur	B: Tryck	C: Tid	D: Vinkel
I	+	+	+	+
III	+	+	+	-
IV	+	+	-	+
II	+	+	-	-
IV	+	-	+	+
II	+	-	+	-
I	+	-	-	+
III	+	-	-	-
IV	-	+	+	+
II	-	+	+	-
I	-	+	-	+
III	-	+	-	-
I	-	-	+	+
III	-	-	+	-
IV	-	-	-	+
II	-	-	-	-

**Uppgift 5.** Produktionschefen på ett tillverkningsföretag utförde ett experiment för att undersöka monteringstiden (i minuter). Hon lät sex slumpmässigt valda montörer montera produkter från åtta slumpmässigt valda satsar av material. Försöket upprepades en gång så att totala antalet observationer blev 96. Observationerna från experimentet kan beskrivas med modellen  $y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ijk}$ , där  $a_i$  är  $N(0, \sigma_a^2)$ ,  $b_j$  är  $N(0, \sigma_b^2)$ ,  $(ab)_{ij}$  är  $N(0, \sigma_{ab}^2)$  och  $e_{ijk}$  är  $N(0, \sigma_e^2)$ ,  $i = 1, 2, \dots, 6$  (betecknar montör);  $j = 1, 2, \dots, 8$  (betecknar material);  $k = 1, 2$  (betecknar upprepning). Kvadratsummor beräknades enligt tabell 4.

- Skatta de fyra varianskomponenterna  $\sigma_a^2$ ,  $\sigma_b^2$ ,  $\sigma_{ab}^2$  och  $\sigma_e^2$  (2 poäng)
- Pröva på 5 % -nivån hypotesen att  $\sigma_a^2 = 0$  (1 poäng)
- Pröva på 5 % -nivån hypotesen att  $\sigma_b^2 = 0$  (1 poäng)
- Pröva på 5 % -nivån hypotesen att  $\sigma_{ab}^2 = 0$  (1 poäng)

Tabell 4

	SS	DF	MS
Montör	8752	5	1750,4
Sats	7149	7	1021,3
Montör*Sats	1821	35	52,0
Residual	244	48	5,1
Totalt	17966	95	189,1

**Uppgift 6.** Tabell 5 innehåller observationer från ett fullständigt randomiserat  $2^3$ -försök med tre upprepningar. Total okorrigerade kvadratsumman är  $2^2 + 3^2 + 5^2 + 1^2 + \dots + 7^2 = 507$ . Sätt upp den fullständiga variansanalystabellen (SS, DF, MS, F) för en variansanalys inkluderande samtliga faktorer (A, B, C) och samtliga samspel. Vilka faktorer och samspel är signifikanta på 5 % -nivån? (6 poäng)

Tabell 5

A	B	C	Observationer	Summa
+	+	+	2 ; 3 ; 5	10
+	+	-	1 ; 2 ; 2	5
+	-	+	5 ; 4 ; 6	15
+	-	-	4 ; 8 ; 8	20
-	+	+	3 ; 2 ; 3	8
-	+	-	2 ; 2 ; 1	5
-	-	+	3 ; 1 ; 8	12
-	-	-	6 ; 7 ; 7	20