

# LMA521: Statistisk kvalitetsstyrning

## Föreläsning 2

Anders Hildeman

- Kvalitet  
Uppfyllandet av krav
- Acceptanskontroll  
Gör ett urval som är mindre än alla enheter i partiet. Dra slutsats om partiets kvalitet från detta urval.
- Enkel provtagningsplan  
En plan för hur man skall dra slutsatsen om partiets kvalitet givet en mindre urvalsgrupp.
- Design av enkel provtagningsplan med binomialnomogram  
Dra linjer i ett binomialmonogram för att avgöra optimala  $n$ - och  $r$ -värden i den enkla provtagningsplanen. Fungerar bara om  $n < \frac{N}{10}$  eftersom den är baserad på binomialapproximationen.

- 1 Dubbel provtagningsplan.
- 2 Genomgång av problem 1.8 från boken.
- 3 Design av dubbel provtagningsplan med hjälp av tabell.
- 4 Genomgång av problem 1.12 a) från boken.

I en dubbel provtagningsplan behöver inte längre  $c = r - 1$ . Precis som tidigare accepterar man partiet om antalet defekta,  $d$  uppfyller  $d \leq c$ . Partiet avvisas precis som tidigare om  $d \geq r$ .

Nu introducerar vi en tredje möjlighet. Om  $c < d < r$  så väljer man att kontrollera några fler enheter innan man drar en slutsats.

Fördelen med detta är att man kan ha ett genomsnittligt antal kontrollerade enheter som är mindre än för en enkel provtagningsplan samtidigt som producent- och konsument-riskerna är på samma nivå.

## Definition: Dubbel provtagningsplan

- Urval 1  
Kontrollera  $n_1$  enheter. Om  $d \leq c_1$  acceptera partiet. Om  $d \geq r_1$  avvisa partiet. Om  $c_1 < d < r_1$  gå till urval 2.
- Urval 2  
Kontrollera ytterligare  $n_2$  enheter. Om  $d \leq c_2$ , acceptera partiet. Om  $d \geq r_2$ , avvisa partiet. ( $c_2 = r_2 - 1$ )

Vi kan modelera acceptanssannolikheten genom slumpvariablerna antalet defekta i första urvalet,  $\xi_1$ , och antalet defekta i andra urvalet,  $\xi_2$ .

$\mathbb{P}(\text{acceptera}) = \mathbb{P}(\text{acceptera i första urvalet} \cup \text{acceptera i andra urvalet})$

$$\begin{aligned} &= \mathbb{P}((\xi_1 \leq c_1) \cup ((\xi_1 + \xi_2 \leq c_2) \cap (c_1 < \xi_1 < r_1))) \\ &= \mathbb{P}(\xi_1 \leq c_1) + \sum_{k=c_1+1}^{r_1-1} \mathbb{P}(\xi_2 \leq c_2 - \xi_1 | \xi_1 = k) \mathbb{P}(\xi_1 = k) \end{aligned}$$

## Problem: 1.8 (SK)

$$n_1 = 20, n_2 = 40, c_1 = 1, c_2 = 2, r_1 = r_2 = 3$$

Vad är  $L(5\%)$ ?

## Problem: 1.8 (SK)

$$n_1 = 20, n_2 = 40, c_1 = 1, c_2 = 2, r_1 = r_2 = 3$$

Vad är  $L(5\%)$ ?

## Lösning: 1.8 (SK)

Antag  $N \gg n_1 + n_2$  så vi kan approximera med binomialfördelningen. Sannolikhet att acceptera i urval 1:

$$\begin{aligned}\mathbb{P}(\xi_1 \leq 1) &= 0.95^{20} + 20 \cdot 0.05 \cdot 0.95^{19} \\ &\approx 73.58\%\end{aligned}$$

Sannolikhet att acceptera i urval 2:

$$\begin{aligned}\mathbb{P}(\xi_1 + \xi_2 \leq 2 | \xi_1 = 2) \mathbb{P}(\xi_1 = 2) &= \mathbb{P}(\xi_2 = 0) \mathbb{P}(\xi_1 = 2) \\ &= 0.95^{40} \cdot \frac{20 \cdot 19}{2} 0.05^2 \cdot 0.95^{18} \approx 2.42\%\end{aligned}$$

Svar:  $\mathbb{P}(\text{acceptera}) = 76\%$

- Som ni märker så kan det bli lite pilligt att räkna ut  $L(p)$  om  $c_1$  är lite större.
- I boken finns tabeller för vissa specialfall av dubbel provtagningsplan (sidan 119).
- Det finns en tabell för  $n_2 = n_1$  och en för  $n_2 = 2n_1$ . Dessa är alltså de enda fallen vi kan använda tabellerna för.



**Tabell:** Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
3	6.79	0	2	0.43	1.42	2.96
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Vi bestämmer  $p_1 = 0.05$  och  $p_2 = 0.375$ . Det ger  $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$ .

Tabell: Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
3	6.79	0	2	0.43	1.42	2.96
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Vi bestämmer  $p_1 = 0.05$  och  $p_2 = 0.375$ . Det ger  $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$ .

Tabell: Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
3	6.79	0	2	0.43	1.42	2.96
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Vi bestämmer  $p_1 = 0.05$  och  $p_2 = 0.375$ . Det ger  $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$ .

Eftersom  $L(0.05) = 0.95$ . Därför är  $n_1 = n_2 = \frac{0.52}{0.05} = 10.4 \approx 11$ .

Tabell: Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
3	6.79	0	2	0.43	1.42	2.96
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Vi bestämmer  $p_1 = 0.05$  och  $p_2 = 0.375$  så att  $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$ .

Eftersom  $L(0.05) = 0.95$ . Därför är  $n_1 = n_2 = \frac{0.52}{0.05} = 10.4 \approx 11$ .

$$c_1 = 1, c_2 = 2.$$

Tabell: Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
3	6.79	0	2	0.43	1.42	2.96
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Vi bestämmer  $p_1 = 0.05$  och  $p_2 = 0.375$  så att  $\frac{p_2}{p_1} \approx 7.54$ .

Eftersom  $L(0.05) = 0.95$ . Därför är  $n_1 = n_2 = \frac{0.52}{0.05} = 10.4 \approx 11$ .

$c_1 = 1$ ,  $c_2 = 2$ .  $r_2 = c_2 + 1$  och  $r_1 = r_2$  ingår i modellen för tabellen.

### Problem: 1.12 a) (SK)

Bestäm en dubbel provtagningsplan för  $n_1 = n_2$ ,  $L(0.01) = 0.95$  och  $L(0.04) = 0.10$ .

### Problem: 1.12 a) (SK)

Bestäm en dubbel provtagningsplan för  $n_1 = n_2$ ,  $L(0.01) = 0.95$  och  $L(0.04) = 0.10$ .

### Lösning: 1.12 a) (SK)

$$\frac{p_2}{p_1} = 4$$

Tabell: Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7	3.88	2	5	1.43	3.20	5.55
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

$$\frac{p_2}{p_1} = 4 \approx 3.88.$$



Tabell: Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7	3.88	2	5	1.43	3.20	5.55
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

$$\frac{p_2}{p_1} = 4 \approx 3.88.$$

$$c_1 = 2, c_2 = 5, r_1 = r_2 = 6.$$

Tabell: Tabell för dubbel provtagningsplan när  $n_2 = n_1$  och  $\alpha = 5\%$ ,  $\beta = 10\%$ .

Prov- tagningsplan nr	$\frac{p_2}{p_1}$	Acceptanstal		Approximativt värde på $n_1 p$ då $L(p) =$		
		$c_1$	$c_2$	0.95	0.50	0.10
1	11.90	0	1	0.21	1.00	2.50
2	7.54	1	2	0.52	1.82	3.92
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
7	3.88	2	5	1.43	3.20	5.55
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

$$\frac{p_2}{p_1} = 4 \approx 3.88.$$

$$c_1 = 2, c_2 = 5, r_1 = r_2 = 6.$$

$$L(0.01) = 95\% \Rightarrow n_1 = \frac{1.43}{0.01} = 143.$$

$$L(0.04) = 10\% \Rightarrow n_1 = \frac{5.55}{0.04} = 138.75. \text{ Hence}$$

$$n_2 = n_1 = \frac{138.75 + 143}{2} = 140.874.$$

Problem: 1.12 a) (SK)

Bestäm en dubbel provtagningsplan för  $n_1 = n_2$ ,  $L(0.01) = 0.95$  och  $L(0.04) = 0.10$ .

Lösning: 1.12 a) (SK)

$c_1 = 2, c_2 = 5, r_1 = r_2 = 6, n_2 = n_1 = 140.874$ .

- Dubbel provtagningsplan.  
Börja med att titta på ett mindre urval. Om väldigt många eller väldigt få är defekta: dra en slutsats. Om det är lite oklart: kontrollera fler.  
Detta ger mindre antal kontrollerade enheter (i genomsnitt) jämfört med en enkel provtagningsplan.
- Design av dubbelprovtagningsplan via tabell.  
Givet en producentrisk på 5% och en konsumentrisk på 10% kan en dubbel provtagningsplan läsas ut från tabellerna på sidan 119 i boken.